

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA
Ústav aplikované a krajinné ekologie



Zhodnocení revitalizace biocentra Pod Horkou - Prštice

Bakalářská práce

Vedoucí práce:

Ing. Petra Oppeltová, Ph.D

Vypracovala:

Lucie Tichá

Brno 2017



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zpracovatelka: **Lucie Tichá**
Studijní program: Zemědělská specializace
Obor: Pozemkové úpravy a ochrana půdy
Název tématu: **Zhodnocení revitalizace biocentra Pod Horkou – Prštice**
Rozsah práce: 30 stran textu, mapové a grafické přílohy, fotodokumentace

Zásady pro vypracování:

1. Seznámení se s problematikou revitalizací říčních systémů včetně legislativy
2. Popis lokality, terénní průzkum
3. Metodika práce
4. Zhodnocení provedených revitalizačních akcí, případné návrhy dalších území vhodných k revitalizování
5. Výsledky, diskuze
6. Závěr

Seznam odborné literatury:

1. JUST, T. *Vodohospodářské revitalizace: a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi*. Praha: Český svaz ochránců přírody, 2005. 395 s. ISBN 80-239-6351-1.
2. KOUTNÝ, L. *Stabilní úpravy toků v přírodních podmínkách*. MZLU Brno, 1995.
3. EHRlich, P. *Revitalizační úpravy potoků: Objekty*. VÚMOP Praha, 1994.
4. PUNČOCHÁŘ, P. a kol. *Zákon o vodách č. 254/2001 Sb. : v úplném znění k lednu 2004 s rozšířeným komentářem*. Praha: Soudy, 2004. 392 s. ISBN 80-86846-00-8.
5. PITTER, P. *Hydrochemie*. 3. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1999. 568 s. ISBN 80-7080-340-1.
6. GERGEL, J. *Metodická pomůcka-Revitalizace drobných vodních toků*. VÚMOP Praha, 1999.
7. HETEŠA, J. – KOČKOVÁ, E. *Hydrochemie*. 1. vyd. Brno: MZLU, 1998. 95 s. ISBN 80-7157-289-6.
8. OPPELTOVÁ, P. *Ochrana vodních zdrojů*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. 103 s. ISBN 978-80-7509-218-2.

Datum zadání bakalářské práce: říjen 2015

Termín odevzdání bakalářské práce: duben 2017



Lucie Tichá
Autorka práce



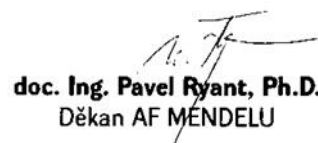
-4-



Ing. Petra Oppeltová, Ph.D.
Vedoucí práce



doc. Ing. Dr. Milada Štastná
Vedoucí ústavu



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

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem práci: **Zhodnocení revitalizace biocentra Pod Horkou - Prštice** 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 *Směrnici o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

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

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

V Brně dne:.....

.....
podpis

PODĚKOVÁNÍ

Mé poděkování patří Ing. Petře Opletové, PhD. za pomoc a odborné vedení při psaní mé bakalářské práce a Ing. Josefu Daňkovi za poskytnutí podkladů k biocentru Pod Horkou.

ABSTRAKT

Bakalářská práce řeší problematiku vodních toků a jejich revitalizace. Dále se zabývá jakostí vodních nádrží.

První část bakalářské práce obsahuje teoretickou část. Ta je tvořena literární rešerší, kde je proces revitalizace popsán. Dále obsahuje informace o jakosti vod, znečištění a migraci ryb.

Druhá část je věnována revitalizaci biocentra Pod Horkou – Prštice. Zahrnuje popis zájmového území a charakteristiku přírodních poměrů. Součástí jsou také výsledky terénního průzkumu.

V závěru práce je porovnání naměřených hodnot s povolenými limity pro povrchové vody dle NV 401/2015 a ČSN 75 7221. Konec bakalářské práce obsahuje zhodnocení vytvořené revitalizace.

Klíčová slova: revitalizace, biocentrum, jakost vod

ABSTRACT

The bachelor thesis deals with an issue of watercourses and their revitalizations. It refers to a quality of water basins as well.

First part of the bachelor thesis consists of the theoretical part. It contains of literature research, what describes the revitalisation process. Furthermore, it contains information about water quality, water pollution and fish migration.

In the second part of the thesis, there is a revitalisation of biocentre “Pod Horkou-Prštice”. It includes description of this area and a characteristic of the natural conditions. In this part, there are results from the terrain research.

In the conclusion, there is a comparison of measured values with allowed limits for surface water, according to NV 401/2015 and ČSN 75 7221. At the end, there is an assessment of the revitalisation

Keywords: revitalization, biocentre, water quality

Obsah

1	ÚVOD.....	10
2	CÍL PRÁCE.....	11
3	LITERÁRNÍ REŠERŠE.....	12
	3.1 Legislativa	12
	3.1.1 Zákony vztahující se k revitalizacím	12
	3.1.2 Vodní zákon.....	12
	3.1.3 Důležité prováděcí předpisy	12
	3.2 Pojem revitalizace	13
	3.2.1 Typy revitalizací	13
	3.2.2 Revitalizace částečná a úplná	14
	3.2.3 Historie revitalizací.....	14
	3.2.4 Základní revitalizační objekty	17
	3.2.5 Podklady pro revitalizace	18
	3.2.6 Migrace ryb	20
	3.2.7 Rybí přechody.....	22
	3.2.8 Znečištění vod.....	23
	3.2.9 Samočisticí schopnost vody	27
	3.2.10 Jakost vod.....	28
	3.2.11 Stanovení organických látek ve vodě	32
	3.2.12 Elektrolytická kůduktivita	33
	3.2.13 Hodnota pH	33
4	MATERIÁL A METODIKA	34
	4.1 Terénní průzkum	34
	4.2 Odběrná místa.....	35

4.3 Odběry vzorků	35
4.4 Stanovení v laboratoři	37
5 CHARAKTERISTIKA ÚZEMÍ.....	38
5.1 Poloha	39
5.2 Stav lokality před výstavbou biocentra.....	40
5.3 Předmět a účel za jakým se biocentrum stavělo	40
5.4 Klimatické poměry	41
5.5 Geodetické podklady	41
5.6 Geologické podklady.....	41
5.7 Vegetační kryt před výstavbou biocentra a po výstavbě.....	41
5.7.1 Vegetační kryt před výstavbou	41
5.7.2 Vegetační kryt po výstavbě	42
5.8 Popis stavebních úprav	43
5.9 Revitalizační efekt.....	43
6 VÝSLEDKY A DISKUZE.....	43
6.1 Vyhodnocení terénních průzkumů.....	43
6.1.1 Naměřená data	44
6.1.2 pH.....	45
6.1.3 Vodivost	45
6.1.4 Kyslík	46
6.1.5 Celkové železo.....	47
6.1.6 Reaktivní fosfor	48
6.1.7 Sířany	49
6.1.8 Celkový fosfor	49
6.1.9 Dusičnanový dusík.....	50

6.1.10 Chemická spotřeba kyslíku	51
7 ZÁVĚR.....	53
8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	54
8.1 Knižní zdroje.....	54
8.2 Legislativa	55
9 SEZNAM OBRÁZKŮ	56
10 SEZNAM GRAFŮ	56

1 ÚVOD

Voda a revitalizace jsou k sobě v dnešní době neodmyslitelně spjaty. Voda je pozitivním i negativním zdrojem v přírodě, je podmínkou života mnoha rostlin i živočichů. Tento přírodní zdroj také způsobuje ničivé povodně, vodní erozi a jiné negativní projevy.

Revitalizace nám pomáhá předcházet těmto katastrofám a řešit problémy spojené s vodou. Různé úpravy vodních toků se u nás prováděly již od středověku. Revitalizace byla pro lidi jednou z nápravných možností a započala se v 90. letech. V minulosti bylo mnoho toků včetně jejich nivních území nevhodně upraveno a došlo tak k jejich znehodnocení. Právě revitalizace napomáhá upravit tato území, tak aby docházelo k jejich částečné nápravě k původnímu přirozenému stavu.

V mé práci se budu zabývat hlavně revitalizací v ochraně před povodněmi.

2 CÍL PRÁCE

Cílem práce je seznámit se s problematikou revitalizací říčních systémů. Dále pak vypracovat podrobný popis lokality a provedení terénního průzkumu včetně fotodokumentace stávajícího stavu biocentra Pod Horkou v Pršticích.

Rovněž si práce bere za cíl odebrat vzorky vody v jednotlivých vodních nádržích, provedení laboratorních stanovení a následné vyhodnocení stavu vody dle platné legislativy. Důležité je i zhodnocení revitalizačních akcí, případné návrhy dalších území vhodných k revitalizování.

V závěru bakalářské práce zhodnotím provedení revitalizace a dnešní stav biocentra Pod Horkou.

3 LITERÁRNÍ REŠERŠE

3.1 Legislativa

3.1.1 Zákony vztahující se k revitalizacím

Významnými zákony České republiky, které zasahují do oboru revitalizací a znečištění vod jsou zákon č. 254/2001 Sb., v platném znění o vodách a také zákon č. 114/1992 Sb., v platném znění o ochraně přírody a krajiny.

Dalším právním předpisem Evropského parlamentu je 2000/60/ES, v platném znění. Jedná se o rámcovou směrnici o vodní politice, která upravuje činnost v rozmezí vodní politiky členských států.

Důležitou směrnicí je 2009/128/ES, v platném znění, pro činnost Společenství za účelem dosažení udržitelného používání pesticidů a Nitrátová směrnice o ochraně vod před znečištěním dusičnany ze zemědělství 91/676/EHS, v platném znění.

(Oppeltová, 2015)

3.1.2 Vodní zákon

Vodní zákon č. 254/2001 Sb., v platném znění je v České republice považován za nejvýznamnější vodoprávní předpis. Některá ustanovení podrobně řeší jednotlivá nařízení vlády. Tento zákon zahrnuje mnoho důležitých okruhů, mezi které patří vodní toky, protipovodňová ochrana, dodržování poplatků, zprávu povodí, plánování v oblasti vod dále se stará o stav povrchových a podzemních vod a mnoho dalších.

3.1.3 Důležité prováděcí předpisy

Nařízení vlády č. 262/2012 Sb., v platném znění pojednává o problematice zranitelných oblastí a akčním programu. Místa, která jsou v povodích natolik kontaminována dusičnany a to ve výši kolem 50mg.l⁻¹ jsou označovány jako zranitelné oblasti.

Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., v platném znění řeší problém s vypouštěním znečištění do vod. Stanovuje přípustnou hodnotu tohoto znečištění v povrchových a odpadních vodách.

Nařízení vlády č. 71/2003 Sb., v platném znění. Toto nařízení stanovuje vhodnost vod nejen pro život, ale také pro reprodukci vodních živočichů a ryb. (Oppeltová, 2015)

3.2 Pojem revitalizace

Voda je nepostradatelnou přírodní složkou, proto je jedním z velkých témat v oblasti řešení ekologických a environmentálních problémů. Voda je důležitá pro všechny živé organismy, pro rozvoj krajiny, pro ekologickou stabilitu a v neposlední řadě pro členitost území. Proto bychom měli s vodou zacházet a hospodařit tak, aby byla zajištěna její ochrana. Jedním z hlavních ochranných oborů, v odvětví vody, jsou revitalizace. (Slavík a kol., 2004)

Revitalizace mají za cíl odstranit nebo zmírnit negativní dopady úprav vodních toků na říční biotu. Dále také vytvářet komplexy pro rozvoj např. mokřadních společenstev, plnohodnotné biotopy, které po dostatečném rozvoji umožní osídlení mnoha různých živočichů, a tím se rozšíří celková biodiverzita krajiny. Velmi důležitou roli hrají revitalizace v ochraně před povodněmi. (Oppeltová, 2015)

Pojem revitalizace lze jednoduše a obecně popsat jako „znovuoživení“ mokřadních a vodních ekosystémů. Mezi pozitivní efekty revitalizací můžeme zahrnout dle Kupec a kol., 2009 :

- zlepšení jakosti vody
- zadržování vody v krajině a zkvalitňování vodních biotopů
- zmírnění průběhu velkých vod
- rozšíření biodiverzity

Při revitalizacích by mělo být dodržováno několik základních zásad. Materiály, které jsou používány, by měly být, pokud je to možné, odebírány z místa, kde je revitalizace prováděna. Volit při výsadbě stromů vhodné typy, aby v budoucnu zajišťovaly nejen úkryt pro živočichy, ale také zastávaly funkci zpevňovací a stabilizační v místě břehů toků. Břehy by měly být, neopevňené. Před zahájením prací se musí provést průzkum revitalizovaného místa a jeho okolí.

3.2.1 Typy revitalizací:

Existují tři typy:

- dlouhodobá samovolná renaturace
- renaturace povodněmi
- technická revitalizace

Dlouhodobá samovolná renaturace je založena na zarůstání prostředí, zanášení koryta různými sedimenty a rozložením příčných objektů nacházejících se v korytě. Tento proces je tedy velmi spontánní, dlouhodobý a společnost jej příliš fyzicky neovlivňuje. Antropogenní pomoc k renaturaci se však projevila při zmírnění zemědělského hospodaření v nivách, kde se díky ústupu hospodaření začalo dařit renaturaci. Tyto procesy jsou finančně velmi výhodné, ale časově náročné.

Dalším častým způsobem bývá renaturace způsobena povodněmi, které přetvářejí přirozená koryta a nivy. V zástavbě obcí, v blízkosti inženýrských staveb a dalších objektů je doporučeno provést obnovu koryta a přitom neopomenout ochranu před škodami. V tocích ve volné krajině by se měla zase podporovat obnova přirozeného charakteru. Při výskytu povodňových nánosů a sedimentů se situace řeší odstraňováním jen v nezbytné míře. (Just a kol., 2003)

Posledním typem je technická revitalizace, která se projevuje snahou o posílení nejen přírodních, ale také krajinných hodnot, za předpokladu pozitivní vodohospodářské funkce vodního prostředí. (Just a kol., 2003)

3.2.2 Revitalizace částečná a úplná

Podrobnější rozdělení klasifikujeme podle rozsahu v příčném profilu a to na revitalizaci částečnou a úplnou.

- revitalizace částečná

Jejím cílem je upravit průtočný profil do stavu, který bude přijatelný pro přírodu, přičemž k úpravám dochází pouze po břehovou hranu koryta. Cílem je tedy navrácení přirozené podoby upravovanému toku, za pomoci odstraňování nevhodných objektů. (Kučec a kol., 2009)

- revitalizace úplná

Na rozdíl od revitalizace částečné se při revitalizaci úplné řeší nejen koryto řeky, ale i okolní niva.

3.2.3 Historie revitalizací

Počátky revitalizací můžeme zaznamenat již od středověku, kdy docházelo k úpravám v údolí potoků, protože byly budovány nové mlýny, pily a další hospodářsky využitelné objekty.

V 19. Století nastal rozvoj techniky, přestaly se užívat zvířecí a lidské síly a v důsledku těchto nových možností, začaly probíhat změny ve vodních stavbách v mnohem větším měřítku než do té doby.

V 90. letech 19. století nastaly obrovské povodně, díky kterým však později došlo k rozvoji protipovodňových úprav vodních toků. Tyto úpravy se týkaly hlavně zkapacitnění sítě vodních toků a následného rychlého odvádění vody. (Just a kol., 2003)

Vývoj revitalizací od roku 1992 do dnes, lze nejlépe popsat rozdělením do tří generací dle Vrána a kol., 2004 :

- První generace

Vše se zachovávalo v původním stavu, pouze byly do toků vkládány různé spádové objekty, prohlubně nebo také tůně. Původní koryto bylo tedy zcela zachováno a proměny byly dosahovány pomocí kamenných či dřevěných prahů, přehrážek a tůní do původního koryta.

Hlavním cílem těchto úprav bylo snížení průtočné rychlosti ve zdržích nad vzdouvacími objekty a dále také poskytnout sedimentaci v těchto místech. Liniově se vysazovala vegetace, která byla pro tyto účely určená.

Tato generace se vyznačovala minimálními problémy s vlastníky, jelikož koryto i břehová hrana byly vždy ve vlastnictví investora prováděné revitalizační akce. Také tím, že o plánované změně trasy museli být informováni vlastníci a bez jejich souhlasu změna nebyla přípustná.

Význačná pro tuto etapu byla také jednoduchost, jakou byly revitalizace prováděny. Nebylo potřeba ani velké finanční podpory, náklady se držely v řádech tisíců korun českých.

- Druhá generace

V této době již byl proces kvalitnější, plánovaly se nové trasy, nová mělčí koryta a často se odstraňovala opevnění. Revitalizace byly dobře provedeny, pokud splňovaly podmínky pro život a migraci organismů. Pro tyto podmínky muselo mít koryto při nízkých průtocích dostatečnou hloubku, různé rychlosti v podélném i příčném profilu. Navrhovala se mělčí koryta a také trasa toku byla často obloukovitá nebo meandrující. Tím došlo k prodloužení toku, ke snížení podélného sklonu a zmenšily se průtočné rychlosti. Byla navrhována výrazně mělčí a méně kapacitní koryta.

Pokud se zaplnilo koryto vlivem vyššího průtoku, nezničilo se, ale pouze se z něj vylila voda. Docházelo také k vyběžení vody, které negativně působilo na ochranu před poškozením. Nové koryto muselo být přizpůsobeno charakteru podobné toku v příslušném regionu, který ještě nebyl dotčen jakoukoli úpravou. Výkopový materiál z nové trasy je používán na zasypání starého koryta.

Pro tuto etapu je tedy typické:

Hladina podzemní vody je propojená s hladinou vody v toku, díky neopevněnému korytu. V případě lokální destrukce koryta, která nebývá častým jevem, se může jednat o samovolné pokračování revitalizace toku.

Velkou výhodou z hlediska výsadby doprovodné vegetace je, pokud je pás pozemků okolo koryta ve vlastnictví investora. Vegetace pak může být vysazována skupinově či střídavě na obou březích. Tento způsob výsadby je vhodnější než liniová výsadba na břehové hraně.

Častým problémem bývá domluva s vlastníky okolních pozemků, kteří při zjištění, že je o jejich pozemek zájem, zvyšují kupní cenu a komplikují celý průběh revitalizace. Při výkupech okolních pozemků potom velmi zvyšují náklady. Příbřežní vegetace by měla být po dobu 3 roků obhospodařována dodavatelskou firmou. Každá revitalizace musí být ukončena řádnou kolaudací.

- **Třetí generace**

Třetí etapa je nejbohatší na poznání revitalizace drobných vodních toků. Zahrnuje nejen vlastní tok, ale také celé povodí. Tato generace je typická menším průtočným profilem, nadále nedochází k takovému zahloubení dna koryta, jako tomu bylo v předešlých etapách.

Velká změna nastává ve způsobu propojení koryt, která jsou propojena pouze zdola, takže nemohou být průtočná a tím dochází ke vzniku tůní. Tůně mohou být následně využívány pro vyústění drenážních systémů. Také v této etapě revitalizací nesmí chybět doprovodná vegetace, která by měla být v nejlepším případě napojená na stávající vegetaci. Tím by nedocházelo k vytváření izolovaných biokoridorů, ale utvořila by jeden celek a rozvíjela by se tak migrace živočichů.

3.2.4 Základní revitalizační objekty

Revitalizační objekty jsou nejčastěji budovány z přírodních materiálů, v ideálním případě odebraných na místě prováděné revitalizace. Tyto objekty mohou být např. kameny či spadlé stromy v okolí toku. Existují dva druhy objektů.

- Podélné objekty

Musí splňovat podmínku, že jejich podélná osa je rovnoběžná s osou toku. Řadíme sem stabilizátory břehů – podélná opevnění břehů, stabilizátory dna – podélná opevnění koryt. K vytvoření meandrovitosti uvnitř koryta se používá usměrňovacích staveb. (Kupec a kol., 2009)

o Výhony

Výhony řadíme do usměrňovacích objektů, které se využívají také v hrazení bystřin a strží. Slouží k ochraně břehů u koryt, která nejsou směrově vyrovnaná. Máme několik typů výhonů. Vystavěním výhonů je koryto zužováno. Kategorizujeme je podle úhlu, které svírají s osou toku. (Kupec a kol., 2009)

Typy výhonů

- o Deklinační výhony jsou nakloněny šikmo směrem po proudu toku.
- o Normální výhony svírají úhel 90 stupňů s proudnicí.
- o Inkлинаční výhony jsou nakloněné proti proudu toku.

- Příčné objekty

Příčné objekty jsou v toku zabudovány tak, že jejich podélná osa je kolmá na osu toku. Zahrnují: pásy, prahy skluzu a stupně. (Kupec a kol., 2009)

o Prahy

Tyto spádové objekty, které nedosahují velkých výšek, se zřizují v delších úsecích, ve kterých tvoří soustavy ve vzdálenostech závislejících na spádu úseku. Tato vzdálenost se nejčastěji pohybuje v rozmezí 200 – 300 mm. U prahů je důležité udržet jejich stabilitu, protože v důsledku jejich vložení do koryta dochází k turbulenci proudění, způsobené přepadem vody přes spadiště.

Pro konstrukce prahů musí být dobře zvolen materiál, ze kterého bude vytvořeno dopadiště. To nese významnou funkci v utlumení energie přepadu na koryto. Tato část koryta se tvoří z materiálu, jako je hrubý kamenný nános, který vytváří drsné dopadiště

nebo z dlažby, na níž musí být provedeno dodatečné zdrsňení. Dále se prahy mohou budovat z haťových válců nebo kamenů. (Hanák a kol., 2008)

○ **Stupně**

Ke zlepšení stability podélného profilu koryta se nejčastěji používají stupně. Tyto objekty pomáhají také ke zmenšení sklonu nivelety dna. Existuje několik druhů stupňů. Nejčastěji jsou tvořeny kamenným zdivem nebo jsou provedeny z betonu s kamenným obkladem. Levnější variantou jsou stupně ze dřeva, které bývají jen dočasné a jsou výhodné pro použití na těžko dostupných místech.

Při navrhování je důležité zvolit správnou výšku stupně. V případě návrhu v dlouhém korytě se volí větší počet objektů snižující sklon s menším spádem. Tento způsob je šetrný jak k ochraně životního prostředí, tak z pohledu ekonomiky výstavby. (Hanák a kol., 2008)

○ **Skluzy**

Jedná se o nejpřirozenější formu ze všech zmiňovaných příčných objektů v korytě horských potoků a bystřin. Jen zřídka narušují migrační spojitost potočního koryta, protože jejich skluzová plocha je zdrsňená, tedy tlumí sílu proudící vody v korytě.

Pro skluzy není příliš vhodná betonová dlažba s kamennými rozražeči, naopak mnohem vhodnější je použití kamenné dlažby vyzděné na cementovou maltu a zvolení větších kamenů usazených šachovnicově ve 30 – 40% celkové plochy do dlažby tak, aby tvořily výstupky a tím docházelo ke snižování energie proudící vody.

(Hanák a kol., 2008)

Charakteristika, kterou by měly objekty splňovat pro revitalizace:

- provedení pomocí pružného materiálu
- stupně by měly mít tůně, vhodně umístěny nad a pod přelivnou hranou
- v případě, že kamenné výhony protékají, jsou zajištěny zeminou, která napomůže většímu efektu
- Kamenné stupně jsou vhodné do větších průtoků, (Vrána a kol., 2004)

3.2.5 Podklady pro revitalizace

Pro úpravu vodních toků a pro revitalizace je třeba nashromáždit všechny potřebné a dostupné údaje a podklady a také provést průzkumné práce v terénu.

(Tlapák, 2001)

- **Poloha a stav staveniště**

Velmi důležité je zjistit veškeré informace o lokalitě. Území kde se stavba nachází, v jaké nadmořské výšce leží, jakou má staveniště plochu a další obecné údaje, které nás seznámí s územím. Dále je nedílnou součástí číslo pod, kterým je vedeno povodí na kterém bude revitalizace prováděna.

- **Popis současného stavu**

Tento popis musí obsahovat podrobné informace o současném stavu území určeného k revitalizaci. S jakými pozemky povodí sousedí a komu tyto pozemky, jestli je území dostatečně přístupné, přehledné a další informace napomáhající ke zjištění současného stavu.

- **Hydrologické podklady**

Jsou důležité hlavně pro získání dat průtokových poměrů, to je množství v daném časovém úseku a pro stanovení tzv. návrhových průtoků.

- **Klimatické podklady**

Jedná se o podklady informující především o atmosférických srážkách, které mají vliv na průtokový režim v korytě a také na odtokové poměry.

- **Geologické podklady**

Je potřebné znát složení a vlastnosti hornin v podloží koryta i okolního území, k čemuž slouží geologické podklady.

- **Geodetické podklady**

Geodetické podklady nám poskytnou informace o zaměření současného stavu.

- **Vegetační doprovod vodních toků**

Vegetační doprovody vodních toků a nádrží jsou základním prvkem v rozvoji územního systému ekologické stability. Tento doprovod může být tvořen různými druhy materiálů. Nejčastěji je tvořen bylinami, dřevinami a trávami rostoucích kolem vodních toků a nádrží. Tvoří několik ochranných funkcí jako jsou protierozní, protiabrazní, protideflační, ochranná a jiné. (Tlapák, 2001)

- **Ochranné porosty**

Funkci opevňovací a stabilizační plní ochranné břehové porosty. Chrání koryto pomocí vegetace navázané na břehy a koryto samotné, a to především tím, že snižuje dopad proudící vody. Kořeny rostlin na sebe vážou částice půdy, díky čemuž dochází ke zpevnění břehů toku. Chrání tak koryto i před erozí.

Břehové porosty jsou tvořeny například výsadbou dřevin. Důležité je zvolit správný návrh dřevin. Samostatně stojící dřevina není příliš vhodná, jelikož nemůže dostatečně dlouho působit jako správná opora stability břehu. Často se stane pouze objektem, který překáží při větších průtocích v korytě.

Ochranné porosty je vhodné navrhovat jako souvislou výsadbu větších skupin dřevin. U břehů s velkým zakřivením oblouků se dodržuje vzdálenost mezi jednotlivými dřevinami 1,3 až 1,7 m. V případě, že jsou oblouky velmi málo zakřivené nebo jsou úseky rovné, dodržujeme vzdálenost 2 m.

K ochraně břehových porostů nepatří jen výsadba dřevin, ale můžeme uplatnit ochranu pomocí keřů. V tomto případě bychom měli volit střídavou výsadbu po obou stranách koryta.

Nejčastěji používanými dřevinami jsou olše, jasan, javor, topol aj. U keřů se používají hlavně keřové vrby, hloh, krušina aj. (Tlapák, 2001)

- **Doprovodné porosty**

Nejsou vázány na břehy a koryto, splňují spíše začlenění do okolní krajiny. Obecně mají kořeny tedy zpevňovací funkci koryta, zatímco nadzemní části vegetace chrání břehy před velkými proudy vody. Působí také jako ochranný prvek před větrem a zanášením větších částí do toku. Vegetace také napomáhá ke snížení eutrofizace, protože zabraňuje přílišnému ohřívání vody slunečním zářením, a tím chrání rybí společenstvo ve vodě. Celkově také napomáhá k samočisticí schopnosti vody, kterou plní kořenový systém zasahující do toku.

Často používaným materiálem pro doprovodné porosty jsou javor, jasan, habr, třešeň ptačí aj. (Šlezinger a kol., 2009)

3.2.6 Migrace ryb

Migrace ryb je přesun ve vodním prostředí na jiné stanoviště. Je to stěhování jednotlivců nebo populací ryb za nějakým účelem na různě dlouhé trasy. Migraci ryb může znemožňovat výstavba příčných objektů.

- **Směry migrací**

Ryby jsou schopny migrovat ve třech základních směrech. Stěhují se proti proudu, po proudu a laterálně.

Protiproudová migrace se nejčastěji vyznačuje přesunem ryb z nižší oblasti toku do vyšší a samozřejmě proti proudu. Zatímco poproudová migrace je přesným opakem protiproudová, jedná se tedy o přesun ryb z vyšší části toku do nižší a ve směru proudění vodního toku. Posledním typem migrace ryb je laterální, kdy ryby volí variantu migrace do bočních ramenních systémů.

Migraci ryb můžeme také rozdělit na aktivní a pasivní. Aktivní migrace se od pasivní odlišuje tím, že si ryba volí migrační trasu a cílové stanoviště a při svém přesunu vydává velké množství energie. Zatímco pasivní migrace spočívá v unášení ryb proudem. Pasivní migrace se často projevuje u pelagických jiker nebo při vysokých průtocích způsobených povodněmi. (Lusk a kol., 2014)

- **Základní typy migrací**

Migrace ryb probíhá ve sladké vodě nebo také mezi sladkou a slanou vodou.

○ **Oceánodromní migrace**

Oceánodromní migrace je význačná migrací ryb pouze ve slaneém vodním prostředí. Ryby, které zařazujeme do této skupiny, jsou např. makrela, tuňák nebo platýs. (Lusk a kol., 2014)

○ **Diadromní migrace**

Tento typ migrace je typický pro přesun ryb mezi sladkým a slaným vodním prostředím a to v obou směrech. Rozdělujeme ji na tři subtypy.

- **Katadromní:** je to reprodukční typ migrace, který probíhá ve směru ze sladkého prostředí do slaneého. Tento proces je typický např. pro úhoře říčního.
- **Anadromní:** anadromní migranti se vyznačují stěhováním ze slaných vod do sladkých za účelem rozmnožování se, např. losos obecný.
- **Amfidromní:** Jde o obousměrný přesun larválních stádií, za účelem růstu. Po fázi růstu se opět navracejí do původního místa, odkud migrovali, aby se mohli rozmnožovat. (Lusk a kol., 2014)

- **Potamodromní migrace**

Migrace probíhá jen ve sladkém vodním prostředí a je typická pro ryby vyskytující se v ČR. Jedná se o následující druhy migrací:

- **Reprodukční:** je velmi důležitá pro reprodukci ryb. Jde o přesun na místo, které bude správné pro naklazení jiker a následný růst a vývoj ryb. U reprodukčního typu migrace se jedná o vzdálenosti od stovek metrů až po desítky kilometrů.
- **Okupační:** jde o přesun ryb za účelem rozšiřování areálu druhu. V dnešní době se okupační typ migrace aplikuje pro rozšíření nepůvodních druhů ryb do vodních míst, kde se ještě nevyskytovaly.
- **Vývojová:** zde se jedná o migraci, která je přímo závislá na růstu a velikosti jedince. Čím je jedinec větší, tím více se mu mění nároky na stanoviště, a v důsledku změn dochází k vývojové migraci.
- **Úniková:** úniková migrace se projevuje při negativních změnách ve vodním prostředí. Přesuny ryb jsou vyvolané např. zvýšením hladiny vody nebo obsahem kyslíku a podobně. Úniková migrace je tedy určitým způsobem jak mohou ryby za nepříznivých podmínek přežít.
- **Diurnální:** diurnální přesun je typický pro migraci se změnou dne a noci. Migrace je způsobena změnou intenzity světla. (Lusk a spol., 2014)

3.2.7 Rybí přechody

Rybí přechody slouží k překonání příčných objektů, kterými mohou být různé jezy, hráze apod. Zařízení napomáhají rybám k jejich migraci proti proudu, v určitých výjimkách i směrem po proudu. Tyto objekty musí být absolutně bezpečné pro migraci všech typů ryb.

Měly by být navrhovány tak, aby byl přesun pro ryby málo energeticky náročný, a proto se při navrhování rybích přechodů žádá vypracování posudku od ichtyologa. Pověřený ichtyolog vypracuje podrobnou dokumentaci o typech ryb, které vytvoří přehled cílových druhů ryb na daném toku. Funkčnost stěhovacích zařízení se později sleduje v rámci monitoringu. (Lusk a kol., 2014)

Rybí přechody mohou být založeny na principu tlumení energie vody v místě bazénku nebo tůně. Dalším typem jsou přechody se zdrsňeným dnem popřípadě i boků

tělesa, což zase tlumí energii vody. Zvláštní odvětví tvoří různé zdviže nebo výtahy, které jsou založeny na jiném než tlumivém principu. (Lusk a kol., 2014)

- **Konkrétní typy rybích přechodů**

- **Obtokové koryto:** jedná se o přírodní RP, který se buduje ve břehu. Je vedeno okolo příčné stavby, která brání migraci ryb.
- **Dnové peřeje:** budují se u menších toků, kdy jsou tvořeny umělé peřeje po celé šířce toku. Slouží k plynulému překonávání menších výškových rozdílů na vodním toku.
- **Komůrkový RP:** tento typ byl v minulosti nejvíce používaným. V dnešní době jsou již zastaralou variantou, ale můžeme je stále na některých místech najít.
- U všech typů RP se musí pravidelně kontrolovat jejich funkčnost a stav. (Lusk a kol., 2014)

3.2.8 Znečištění vod

Znečišťování vod se projevuje vždy nějakým negativním výstupem ve vodě. Jedná se o změny, které jsou chemického, fyzikálního nebo biologického projevu. Jedním ze způsobů velkoplošných znečištění vod jsou havárie, při kterých dochází k akumulaci látek těžce odbouratelných nebo silně rezistentních. Znečištění vodního prostředí může být antropogenní (lidskou činností) nebo přirozenou přírodní cestou.

- **Kategorie znečištění dle rozsahu:**

Znečištění se dělí do několika dalších kategorií, kterými jsou bodové, rozptýlené, trvalé, havarijní, zbytkové nebo plošné. Bodový typ znečištění nebývá tolik škodlivý. Projevuje se pouze v jednom místě. Zatímco u kategorie rozptýleného znečištění dochází k zanášení vodního toku či nádrže ve větším úseku. Dalším negativním vlivem pro vodní prostředí jsou erozní odnosy půdy z větších ploch, kterými jsou pole, louky a jiné. Toto splavování půdy má za následek plošný typ znečištění. (Sukop, 2006)

- **Typy znečišťujících látek podle povahy:**

Látky znečišťující vodní toky a nádrže můžeme rozdělit na fyzikální, chemické a organické. Velký obsah organických látek podporuje hnilobný proces ve vodách a snižuje tak jejich jakost. Chemické látky jsou ve vodách rozpuštěné, a proto nemůžeme

hodnotit kvalitu vod vždy podle barvy. Nejčastějšími chemickými látkami jsou volné kyseliny, chloridy, sírany nebo plynné látky jako je například sulfan aj.

(Sukop, 2006)

- **Znečištění přírodní cestou**

Na znečišťování přírody a vodního prostředí nemá vliv pouze člověk. Tento jev si vytváří také příroda sama a nazýváme ho samoznečišťování. U vodního prostředí má negativní vliv na kvalitu vody rozkladná činnost organických látek. (Sukop, 2006)

- **Antropogenní znečištění vod**

Dnešní civilizace velmi ohrožuje jakost vod. Ať už jde o průmyslovou, zemědělskou nebo jinou výrobní činnost. Při každé výrobní činnosti vzniká nečistá odpadní voda, kterou člověk často vypouští do recipientů bez čištění. (Sukop, 2006)

- **Rozdělení odpadních vod dle druhu znečištění**

Tyto odpadní vody dělíme na hnilobné, toxické, s anorganickým zákalem, s tuky a oleji, oteplené, s patogenními mikroby a vody radioaktivní.

o **Hnilobné vody**

Vlivem bakteriálního rozkladu organických látek ve vodním prostředí dochází k hnilobnému znečišťování, které má za následek nedostatek kyslíku a následné úhyny ryb a dalších vodních živočichů.

o **Toxické vody**

Tyto vody často obsahující jedovaté látky jako jsou kyseliny, fenoly nebo těžké kovy. Největší původ toxických vod je v chemickém a strojírenském průmyslu a zvyšuje se výskyt i v zemědělství. Jedovaté látky mají hubící dopad na biocenu ve vodním prostředí.

o **Vody s anorganickými zákaly**

Zákal ve vodě má negativní dopad jak na vodní živočichy, tak i na rostliny. Živočichové žijící ve znečištěné vodě anorganickým zákalem jsou postiženy zalepováním dýchacích orgánů a následným dušením. Dalším problémem způsobující zákal je nedostatek světla pro život rostlin.

- **Vody s tuky a oleji**

Vodní toky jsou často znečišťovány právě oleji nebo tuky. Tato složka se ve vodním prostředí může objevovat například ze závodů zpracovávající ropu, z letišť, autodílen a dalších služeb a výrobních řetězců. Tuky a oleje mohou působit toxicky nebo mohou omezovat asimilaci vodních rostlin. Negativní dopady se projevují i u vodních živočichů úhynem.

- **Oteplené vody**

Zvýšení teploty ve vodě způsobuje zrychlení rozkladných činností a snížení rozpustnosti kyslíku. Další problém, který často nastává při oteplení vodního prostředí je předčasné vylétání hmyzu a následný úhyn způsobený nízkými venkovními teplotami. Oteplené vody mají také několik pozitivních dopadů jako je urychlení výtěru ryb nebo dřívější dosahování váhy určené pro konzum. Oteplené vody vznikají při využívání vody k chlazení reaktoru v energetice.

- **Vody s patogenními mikroby**

Vody s patogenními mikroby jsou produktem mnoha kafilérií, jatek, městských splaškových vod či infekčního oddělení nemocnic. Tyto vody obsahují viry, živočišné parazity a patogenní mikroby, které znečišťují vody z fekálií, krve, hnisu a jiných zdrojů. Vody obsahem těchto bakterií šíří hlavně v rozvojových zemích cholera, tyfus, a mnoho dalších nemocí.

- **Vody radioaktivní**

V lékařství, laboratořích, jaderných elektrárnách a také při těžbě radioaktivních rud vznikají látky, které nám následně způsobují toto znečištění vod. (Sukop, 2006)

- **Znečištění průmyslem**

Člověk produkuje mnoho odpadu v průmyslové výrobě, kde jsou nejhorší množství vyprodukovaných odpadních vod. Při každé průmyslové činnosti je potřeba voda, která se následně mění na odpadní vodu obsahující toxické látky. Nejškodlivější průmysl je potravinářský, papírenský, textilní, kožedělní a také chemický. Pro každé odvětví průmyslové je stanoveno přípustné znečištění, které musí být dodržováno.

Dalším problémem jsou elektrárny. Používají vody na ochlazování věží, tuto vodu čerpají z vodních toků. Po použití potřebné vody se sice nemění chemické složení, ale

voda se o několik stupňů ohřeje. Tento nárůst teploty má negativní dopady ve zvýšení počtu sinic a řas. Jako prevence jsou uvedeny tedy i limity pro tepelné znečištění.

- **Znečištění vlivem zemědělství**

Ke každé zemědělské činnosti neodmyslitelně patří také přísun vody. Nejintenzivnější formou jsou velkoplošné hospodaření a aplikace hnojiv do půdy. Při zemědělské výrobě se často používají průmyslová hnojiva, chemické prostředky, silážní šťávy, statková hnojiva a motorová paliva a mnoho dalších závadných látek potřebných k činnosti.

○ **Průmyslová hnojiva**

V dnešní době se aplikace těchto hnojiv znovu zvyšuje, avšak množství v jakém jsou používány se musí stále hlídat. Nadbytečná aplikace průmyslových hnojiv vede k negativním dopadům.

Při nepřiměřeném množství nedokáže půda využít všechny látky a dochází k následnému vyplavování do povrchových a podzemních vod vlivem srážek. Lepším řešením se tedy jeví aplikace postupně se uvolňujících hnojiv nebo aplikace v dobře zvolených dávkách.

○ **Statková hnojiva**

Statková hnojiva jsou považována za lepší variantu pro zemědělské plodiny a také za šetrnější hnojiva než jsou průmyslová. Důležité je stanovení potřebného množství při hnojení tekutými hnojivy, mezi které patří kejda nebo močůvka. Velikost dávky hnojiva se určuje na základě ročního období, stanovištní podmínky a druhu hnojiva.

Velmi špatný vliv na kvalitu vodních toků a nádrží mají veškeré pesticidy používané při zemědělské výrobě. Tyto látky působí na lidský organismus pouze negativně. Mohou mít karcinogenní, mutagenní nebo toxické dopady. Dnes jsou oblíbenější stále se rozvíjející biopreparáty, které jsou šetrnější z ekologické stránky.

○ **Pesticidy**

Pesticidy jsou nejčastěji aplikovány v zemědělství. Nadměrné užívání pesticidů v zemědělství často vede ke kontaminaci povrchových toků, vod a dále také k nabeurání ekosystému.

Jsou to silně jedovaté látky. Nejen aplikace pesticidů na půdu v zemědělství je nebezpečná, ale také skladování těchto látek v okolí vodních zdrojů. Pesticidy se mohou

působením dešťů vyplavovat do přilehlých vodních toků apod. Existuje mnoho způsobů, jakými se tyto látky dostávají do vodního prostředí. Pesticidy způsobují různé otravy, jsou rakovinotvorné a jedovaté.

Jejich pozitivní účinek zaznamenáváme v hubení škůdců a plevelu v zemědělství. Za pesticid s dobrým vlivem můžeme označit také chlorofos, který je často využíván k ochraně ryb před ektoparazity. (Heteša a kol., 1997)

- **Znečišťování vod produkčním rybnářstvím**

Kvalita přitékající vody do vodní nádrže, kde se chovají ryby, se výrazně liší od vody vytékající jak ve kvalitě tak také v zákalu. Jakost vody závisí na mnoha faktorech (hustota obsádky, intenzita přikrmování, na klimatických podmínkách, vápnění a mnoha dalších). Často je odtékající voda teplejší a s vyšším obsahem organických látek. Problém nastává při masivním vypouštění rybníku kvůli výlovům ryb, kdy se ve vodě zvýší koncentrace dusíku a fosforu.

Druhou možností chovů ryb je ve speciálních zařízeních. Tyto chovy však také potřebují odpouštět vodu do recipientu, a tím pokračuje zatěžování znečištěním. Voda ze speciálních zařízení pro ryby má také vyšší koncentraci celkového fosforu, dusíku, organických látek a nerozpuštěných látek. Znečišťujícími látkami jsou zbytky nespotřebovaného krmiva pro ryby, ale také jejich výkaly. Způsob čištění těchto vod je založen na odstraňování nerozpuštěných látek sedimentací. (Spurný, 2015)

3.2.9 Samočistící schopnost vody

U každého vodního toku můžeme vidět, že po určité vzdálenosti po proudu je kvalita a čistota vody lepší. Tento jev je způsoben vodními živočichy, kteří rozkládají nežádoucí organické látky nebo srážením či usazováním nečistot ve vodě.

Tato schopnost vody je závislá nejen na bakteriích a živočiších, kteří ve vodě žijí, ale také na přísunu kyslíku do vody a na teplotě. Kyslík je nedílnou součástí pro činnost aerobních bakterií, které ho potřebují pro mineralizaci organických látek. Asimilace vodních rostlin nebo difuze kyslíku z atmosféry při přepadu vody přes peřeje nebo jinou překážku vytváří kyslík ve vodním prostředí.

Samočistící proces ve vodním prostředí je podporován přítomností bakterií, sinic, řas a vodních organismů. Nejvyšší samočistící schopnost vody zaznamenáváme na povrchu rostlin, věcí či různých útvarů ponořených ve vodě. Čím pomaleji voda teče,

tím kratší část toku je potřeba k rozkladu organických látek. Nejlepší samočistící schopnost mají přírodní toky, jejichž koryto není pozměněno člověkem. (Sukop, 2006)

3.2.10 Jakost vod

Kvalita vod je vymezena zákony, vyhláškami, předpisy a ustanoveními, ale je třeba také zohlednit místní specifické požadavky. Jakost vod neboli kvalita vod se zjišťuje z mnoha ukazatelů. Mezi tyto ukazatele patří dusík v mnoha formách, jako je anorganicky vázaný, organicky vázaný, dusitany, dusičnany nebo amoniakální dusík. Dále také sloučeniny fosforu aj. Dusík a fosfor jsou ve vodě nezbytnou složkou sloužící k rozvoji mikroorganismů. (Říha a kol., 2000, Oppeltová, 2015)

o Dusík

V dnešní době tvoří produkce celkového dusíku na člověka za den dle Oppeltová (2015) asi 12g v jedné domácnosti. Nyní najdeme ve vodě dusík ve formách elementárního, dusičnanového, dusitanového, amoniakálního dusíku a dalších.

Za vznikem dusičnanů stojí nitrifikace amoniakálního dusíku.

Velké množství dusičnanů vzniká vlivem provozování zemědělství člověkem. V zemědělství jsou používána hnojiva, která obsahují právě škodlivý dusík. Dalším antropogenním problémem, který přispívá k tvorbě dusičnanů, je spalování fosilních paliv. Při rozvoji průmyslové výroby se tvoří odpadní vody, které jsou plně škodlivých dusičnanů a také odpadní vody z domácností přispívají velkým množstvím na následném znečištění vod. (Hlavínek, 2004)

o Amoniakální dusík

Amoniakální dusík najdeme ve vodě vlivem rozkladných procesů rostlinných a živočišných organických látek. Dalším zdrojem je člověk a jeho činnost v průmyslu, zemědělství a domácnosti.

Ve vodě se vyskytují dvě formy amoniakálního dusíku. První forma může být disociovaná NH_4^+ a druhou variantou je nedisociovaný amoniakální dusík NH_3 . Vyšší koncentrace NH_4^+ má toxický účinek na ryby a některé další vodní živočichy. (Hlavínek, 2004)

o Dusičnany

Dusičnany se vyskytují v malém množství téměř ve všech vodních nádržích. Tento prvek ve vodě najdeme vlivem nitrifikace amoniakálního dusíku. Další možnosti

produkce dusičnanů je používání hnojiv v zemědělství, odpadní vody z domácností a spalování fosilních paliv.

Dusičnany jsou pro člověka nebezpečné, proto se množství dusičnanů v pitné vodě hlídá. Jsou stanoveny limity pro kojeneckou vodu dle Opletové (2015) je to 10 mg.l^{-1} a pro pitnou vodu 50 mg.l^{-1} . Překročení těchto limitů je pro člověka nebezpečné. Může dojít k redukci dusičnanů na dusitany, které způsobují v lidském těle snížení schopnosti krve přenášet kyslík. Tento negativní projev následně vede až k dušení jedince. (Opletová, 2015)

o **Dusitany**

Dusitany vznikají nitrifikací amoniakálního dusíku a v přírodě je nikde nenajdeme ve formě minerálů. Vlivem člověka vznikají při zpracování barviv a při práci ve strojírenských závodech. Dusitany najdeme také v nemrznoucích látkách apod. Dusitany se často za oxických podmínek přeměňují na dusičnany, a proto je nenajdeme v povrchových vodách ve velkém množství. Mnohem častějším výskytem většího množství dusitanů jsou podzemní vody. (Hlavínek, 2004, Opletová, 2015)

o **Sloučeniny fosforu**

Fosfor se v přírodě vyskytuje v půdě, minerálech nebo ve zvětralých horninách. Dalším způsobem, kterým dochází k vzniku různých forem fosforu je činnost člověka. Zdrojem tohoto makrobiogenního prvku jsou prací, čisticí prostředky a fosforečná hnojiva. Místa s velkým množstvím fosforu je díky velkochovů hospodářských zvířat mnoho. Nejsledovanějším ukazatelem ve vodách je celkový fosfor. Používá se pro stanovení přípustného znečištění městských odpadních vod.

Přípustné množství fosforečnanů najdeme také v požadavcích na jakost pitné vody. Tato stanovená hranice musí být dodržována z důvodu nezávadnosti vody. Pozitivní roli fosforečnany hrají v podzemních vodách, kde slouží jako indikační prvek.

Fosfor hraje významnou roli při procesu eutrofizace vod.

- **Eutrofizace vod**

Velký problém s eutrofizací nastává v letních měsících vlivem vyšších teplot. Eutrofizace je nebezpečná jak pro zdraví živočichů tak i lidí. Právě fosfor rozvíjí fytoplankton v kontinentálních vodách. Za fytoplankton označujeme sinice a řasy, které

jsou ve vodním prostředí rozptýlené. Výslednou prací vysoké přítomnosti sinic a řas je zvyšující se pH a spotřeba kyslíku v blízkosti dna.

Eutrofizaci bychom tedy mohli definovat jako jev, který narušuje ekologické procesy ve vodním prostředí a negativně ovlivňuje kvalitu a udržitelné využívání vody. Dle Pittera (2009) je důležitým ukazatelem pro produkci biomasy poměr $C:N:P = 106:16:1$. Velmi důležitý je právě poměr celkového dusíku : celkovému fosforu (N:P). Za hraniční hodnotu N:P dle Oppeltová (2015) se považuje Redfieldův poměr = 16. V ČR se ukazuje, že tato hodnota je v mnoha místech překračována, a proto se za velmi důležitý faktor považuje právě fosfor. (Oppeltová, 2015, Pitter,1981)

○ **Kyslík**

Kyslík je neodmyslitelnou součástí životů některých organismů žijících ve vodě. Koncentrace rozpuštěného kyslíku ve vodě se různě mění v závislosti na teplotě vody a atmosférickém tlaku. Zdrojem kyslíku jsou zelené rostliny, sinice a řasy.

Tento důležitý prvek a jeho koncentrace nám udává čistotu v tocích. Tato čistota má vliv také na výskyt různých druhů ryb. Mezi méně náročné se řadí kaprovité ryby, naopak nejvíce náročné jsou ryby lososovité. Kaprovité ryby snesou dle Oppeltové (2015) koncentraci kyslíku kolem 7 mg.l^{-1} a více, zatímco lososovité potřebují koncentraci minimálně 9 mg.l^{-1} . V případech, kdy klesne množství kyslíku ve vodě pod $1,5 \text{ mg.l}^{-1}$ dochází k dušení kaprových ryb. Nejen při vysokých teplotách klesá množství kyslíku ve vodě. Na úbytek může mít vliv také znečištění vody organickými látkami, čímž následně dochází k biochemickým rozkladným procesům, které mají za následek nadměrné spotřebovávání kyslíku. (Oppeltová, 2015)

○ **Sírany**

Sírany najdeme v povrchových vodách jako anorganické sloučeniny síry, které mohou být v koncentraci desítek až stovek mg.l^{-1} . V minerálních vodách je koncentrace síranu výrazně vyšší, může se pohybovat až v g.l^{-1} . Nejčastější koncentrace je v rozmezí 5 až 200 mg/l . Sírany mohou pocházet z antropogenního původu, jako jsou mořírny kovů nebo z přírodního prostředí, kde je zdrojem tohoto prvku sádrovec a anhydrit. Sírany nejsou ve vodě významné z hlediska hygienického, ale při vyšší koncentraci mohou mít vliv na chuť vody. V ČR je limitní hodnota síranů v pitné vodě dle Pittera (2009) 250 mg l^{-1} a pro znečištění povrchových vod je 300 mg l^{-1} . (Oppeltová, 2015, Pitter, 2009, Hlavínek, 2004)

○ Chloridy

Chloridy jsou ve vodě přítomny vlivem zvětrávání a vyluhování. Jejich typická koncentrace je dle Hlavínka (2004) od 10 do 100 mg/l. Při tomto procesu se uvolňují do vody. Najdeme je, ale také v horninách, půdě nebo v ložiskách kamenných a draselných solí a jinde.

Jedním z hlavních zdrojů chloridů je také antropogenní činnost. Člověk upravuje pitnou vodu pomocí chlorování, a to znamená, že ve výsledných odpadních vodách je množství tohoto prvku stále obsaženo.

Dalším způsobem, jakým se tyto látky uvolňují do vodního prostředí je vylučování lidské moči, která obsahuje 9 g chloridu za den. Mezní hodnotou chloridů pro pitnou vodu v ČR dle Pittera (2009) je 100 mg l⁻¹, pokud dojde k překročení této hodnoty je tolerována pouze pokud bylo přesáhnutí limitu způsobeno geologickým podložím. Pro tyto případy se připouští hodnota 250 mg l⁻¹.

Překročení stanovených limitů nezpůsobuje žádné otravy ani hygienické dopady ve vodě. Může mít však vliv na chuťové vlastnosti vody.

Chloridy se také využívají k solení silnic v zimních měsících. Solí se chloridem sodným, který je zdravotně závadný pro rostliny, živočichy i lidi. Rozmrazováním ledu nebo sněhu právě posypem chloridu sodného nastává další riziko. Roztátý sníh, s určitou koncentrací NaCl se dostává do podzemních a povrchových vod a negativně působí na zdraví všech organismů. (Oppeltová, 2015, Pitter, 2009, Hlavínek, 2004)

○ Železo

Velké množství železa najdeme v přírodě, kde se vyskytuje ve formě železných rud. Do vody se tento prvek dostává v různých formách, které jsou závislé na hodnotě pH a oxidačně-redukčním potenciálu.

Člověk je samozřejmě také zdrojem železa a to hlavně ve vodovodním potrubí a při korozních procesech aj. Ve vodách se vyskytuje naprosto běžně, ale ve velmi malých koncentracích. Pokud dojde ke zvýšení množství tohoto prvku ve vodě, může mít dopad na barvu, chuť i zákal.

Nadbytek železa má negativní účinky i na ryby žijící v tocích. U těchto vodních živočichů může dojít k hydrolyzaci železa na žaberních lístkách, což vede ke snížení dýchacích schopností žáber. Konečným výsledkem je následné udušení a zahynutí

velkého počtu ryb. Doporučenou koncentrací je 0,2 mg.l⁻¹ pro kaprovité druhy a pro lososovité 0,1 mg.l⁻¹. (Oppeltová, 2015)

- **Mangan**

Mangan je v přírodě vázán v půdě a sedimentech, ze kterých se nejčastěji také dostává do vodních toků. Z lidského hlediska se mangan produkuje při zpracování železných rud nebo při práci v chemických továrnách. Dále se ještě často používá mangan v podobě manganistanu draselného jako oxidační činidlo. Pro rostliny a živočichy je nezbytnou součástí ve vodě. Mangan může ve vodě způsobovat mastné skvrny na povrchu nebo černé zbarvení vody. (Oppeltová, 2015)

3.2.11 Stanovení organických látek ve vodě

Ve vodách se nachází mnoho organických látek, které se vyskytují přirozeně nebo přičiněním člověka. Do skupiny přírodních organických látek patří například výluhy z půdy a sedimentů a také produkty rostlinné, živočišné a bakteriální životní činnosti. Dále můžeme organické látky rozdělit podle místa, kde vznikly.

Látky, které vznikly přímo v daných vodách jsou látky autochtonního původu, zatímco látky, které se do vodního prostředí dostaly například spláchnutím z půdy jsou alochtonního původu.

Do druhé skupiny řadíme tedy látky antropogenního původu. Ty jsou ovlivňovány zemědělstvím a jeho produkcí odpadů, člověkem zakládající skládky a nebo když je voda upravována za pomoci chlorace. Největším produktem antropogenních organických látek jsou průmyslové a splaškové odpadní vody.

Rozlišujeme látky podléhající biologickému rozkladu a látky těžko rozložitelné, které mohou v konečném výsledku ovlivňovat i kvalitu pitné vody, jelikož biologické procesy u této skupiny neprobíhají příliš rychle a dochází tak k negativním dopadům ve všech vrstvách vod.

Organické látky mají velký vliv na kyslíkový režim v povrchových vodách, proto se dnes zjišťuje vždy celková koncentrace za pomoci ukazatelů jako jsou CHSK (chemická spotřeba kyslíku), BSK (biochemická spotřeba kyslíku) a TOC (organický uhlík). (Oppeltová, 2015)

- **CHSK...Chemická spotřeba kyslíku**

Pro stanovení chemické spotřeby kyslíku je potřeba znát množství oxidačního činidla, protože toto činidlo se spotřebovává na oxidaci organických látek ve vodě.

Nejčastěji je oxidačním činidlem dichroman draselný a velmi zřídka se používá manganistan draselný. Výsledky jsou uváděny v mg.l^{-1} . (Oppelová, 2015)

- **BSK...Biochemická spotřeba kyslíku**

V povrchových vodách můžeme často zaznamenat aerobní pochody, které vedou k samočištění, ale používají se také při čištění odpadních vod a to hlavně od organických látek. Organické látky jsou využitelné k výrobě energie u některých druhů bakterií. Mezi tyto bakterie, můžeme zařadit heterotrofní bakterie, které získávají energii pomocí oxidace uhlíku, vodíku, dusíku a kyslíku na oxid uhličitý, vodu a NH_3 . Tato energie se později používá na syntézu nové biomasy ze zbytku organických látek. Při nepřetržitém systému za předpokladu neustálého nabývání času, nabývá samozřejmě také zoxidovaný podíl, což znamená, že po delší době trvání může nastat převod všeho původního substrátu na anorganické látky.

Dalším způsobem je anaerobní rozklad, kdy probíhá oxidace bez molekulárního kyslíku. Finálním akceptorem vodíku se potom stává chemicky vázaný kyslík, uhlík, síra a jiné, od toho se potom odvíjejí produkty H_2O , H_2S aj.

BSK je množství O_2 spotřebované za biochemické oxidaci organických látek mikroorganismy za aerobních podmínek. Spotřebované množství kyslíku je úměrné organickým rozložitelným látkám přítomným ve vodě. BSK se tedy nejčastěji využívá z těchto důvodů ke stanovení znečištění biologicky rozložitelnými látkami, ke zjištění organického znečištění. (Oppelová, 2015)

3.2.12 Elektrolytická kůduktivita

Při rozboru vody kdy stanovujeme CHSK a BSK se vždy také měří kůduktivita vody. Naměřený výsledek nám udává mineralizaci vody. V přírodních vodách měříme kůduktivitu z důvodu zjištění množství anorganických elektrolytů. Vodivost vody není stálá, mění se s rostoucí či klesající teplotou. Při zvýšení venkovní teploty o 1 stupeň celsia vzroste kůduktivita o 2 %. (Oppelová, 2015)

3.2.13 Hodnota pH

Ve vodách měříme také hodnotu pH, která je důležitá z hlediska chemických a biochemických pochodů. V čistých povrchových vodách by se mělo pH pohybovat kolem 4,6-8,3. Toto rozmezí je však ovlivňováno mnoha faktory působících ve vodě a v jeho okolí. Pokud se ve vodách nachází nějaké množství anorganických a organických kyselin dochází nejčastěji k poklesu pH pod 4,5. (Oppelová, 2015, Pitter, 1981)

4 MATERIÁL A METODIKA

4.1 Terénní průzkum

Terénní průzkum proběhl na konci října v roce 2016. Při tomto průzkumu jsem podrobně prošla biocentrum Pod Horkou a provedla fotodokumentaci. Dále jsem při terénním průzkumu zjistila více informací o nově vysázených dřevinách. Na přiloženém obrázku č. 1 jsem vyfotila informační tabuli, která je umístěna přímo v místě biocentra. Dozvíme se na ni informace o stavbě i s fotodokumentací a dále různé zajímavosti o biocentru.



Obrázek č. 1: informační tabule u biocentra, (archiv autora, 2016)

4.2 Odběrná místa

Biocentrum Pod Horkou tvoří tři vodní nádrže. Pro odběry jsem si zvolila následující pořadí. První místo pro průzkum byla nádrž ležící v těsné blízkosti protékajícího potoku Šatava. Druhé odběrné místo bylo tvořeno prostřední nádrží. Největší nádrž ležící asi 50m od hlavní silnice obce Prštice byla třetím odběrným místem. Odběry jsem tedy dělala po směru toku Šatava. Na obrázku č. 2 jsem jednotlivé odběrné plochy označila číslicemi pro lepší orientaci.



Obrázek č.2: popis odběrných míst (www.mapy.cz, upraveno autorem)

4.3 Odběry vzorků

Odběr vzorků jsem prováděla 13. 10. 2016 a 15. 11. 2016. Odebírala jsem ze všech tří vodních ploch, které tvoří biocentrum. (obrázek č. 2)

1. První nejmenší nádrž v blízkosti vysázeného ovocného sadu
2. Prostřední nádrž
3. Poslední největší nádrž v blízkosti silnice III. třídy

Odběry jsem dělala do plastových vzorkovnic. Na místě odběru jsem měřila pH, konduktivitu vody, teplotu a obsah rozpuštěného kyslíku. Tato měření jsem prováděla také pomocí přístroje Sension 156 (HQ30D) od firmy HACH. Vzorky byly uchovány v chladu a zpracovány do 24 hod. od odběru. Následující den jsem šla do laboratoří zpracovat odebrané vzorky vody. V laboratoři jsem stanovovala celkový fosfor, reaktivní fosfor, dusičnanový dusík, sírany, CHSK a železo. Total P a CHSK jsem zpracovávala z nefiltrovaného vzorku. Ostatní prvky jsem potom stanovovala z filtrovaného vzorku. Třetí odběrná nádrž byla dobře přístupná pro odběry viz. obrázek č. 3. zatímco na obrázku č. 4 vidíme druhou odběrnou nádrž, která byla velmi zarostlá rákosem a odběr byl složitější.



Obrázek č. 3: dobře přístupné místo u třetí vodní plochy, (archiv autora, 2016)



Obrázek č. 4 : hůře přístupné místo pro odběr u druhé vodní nádrže, (archiv autora, 2016)

4.4 Stanovení v laboratoři

Prvním krokem v laboratoři bylo přefiltrování jen části odebraných vzorků, aby se voda zbavila nečistot. Část, která zůstala nepřefiltrována, se užívala na stanovení obsahu celkového fosforu a CHSK, kde byl zapotřebí vzorek nefiltrovaný. Dále jsem postupovala dle návodu HACH pro stanovení jednotlivých látek. Ke stanovení jakosti vody jsem používala přístroj Spektrofotometr DR/4000 a Termoreaktor DBR 200.

Při obou odběrech jsem stanovovala :

- celkový fosfor (mg/l)
- reaktivní fosfor (mg/l)
- dusičnanový dusík (mg/l)
- sírany (mg/l)
- CHSK (mg/l)
- železo (mg/l)

Výsledky byly graficky zpracovány dle NEK 401/2015 a ČSN 75 7221 v platném znění. Jednotlivé limity stanovené NEK a ČSN jsou uvedené v tabulce č.1.

Tabulka č.1: limity přípustného množství měřených prvků. (ČSN 75 7221, NEK 401/2015)

POVOLENÉ LIMITY PRO	NEK 401/2015 Sb.	ČSN 75 7221
Ph	MIN. 5, MAX. 9	-
VODIVOST	-	I. Třída < 40 (µS/m) II. Třída < 70 (µS/m) III. Třída < 110 (µS/m) IV. Třída < 160 (µS/m)
O ₂	9 mg/l	I. Třída > 7,5 mg/l II. Třída > 6,5 mg/l III. Třída > 5 mg/l IV. Třída > 3 mg/l
CHSK	26 mg/l	I. Třída < 15 mg/l II. Třída < 25 mg/l III. Třída < 45 mg/l
CELKOVÉ ŽELEZO	1 mg/l	I. Třída < 0,5 mg/l II. Třída < 1 mg/l III. Třída < 2 mg/l
SÍRANY	200 mg/l	I. Třída < 80 mg/l II. Třída < 150 mg/l III. Třída < 250 mg/l
DUSIČNANOVÝ DUSÍK	5,4 mg/l	I. Třída < 3 mg/l II. Třída < 6 mg/l III. Třída < 10 mg/l
CELKOVÝ FOSFOR	0,15 mg/l	I. Třída < 0,05 mg/l II. Třída < 0,15 mg/l III. Třída < 0,4 mg/l IV. Třída < 1 mg/l V. Třída > 1 mg/l

5 CHARAKTERISTIKA ÚZEMÍ

Biocentrum Pod Horkou bylo navrženo s cílem zabránit povodním, které nastávaly při jarním tání sněhu nebo při vyšších přívalových deštích. Biocentrum tvoří tři vodní plochy. Tyto tři objekty jsou mezi sebou propojeny a také jsou připojeny na přilehlý potok Šatava. 15. 9. 2012 byla stavba biocentra slavnostně předána. Na obrázku č. 5 můžeme vidět všechny tři vodní nádrže.



Obrázek č. 5: letecký pohled na celé biocentrum Pod Horkou (www.mapy.cz, upraveno autorem)

5.1 Poloha

Území, kde najdeme dnešní biocentrum Pod Horkou, se nachází v obci Prštice. Tato malá obec náleží do Jihomoravského kraje okres Brno – venkov. Biocentrum Pod Horkou leží mezi tokem Šatava, silnicí III. třídy a ze spodní části obcí Prštice. Celá lokalita spadá pod povodí s číslem hydrologického pořadí 4 – 15 – 03 – 121. Poloha je vhodná i pro příjezd po silnici III. třídy, která je vedena z Prštic směrem na obec Hlína. (průvodní zpráva a souhrnná technická zpráva, 2009). Na obrázku č. 6 jsou velmi dobře zachycené všechny tři nádrže tvořící biocentrum Pod Horkou.



Obrázek č. 6: Poloha biocentra Pod Horkou Prštice na mapě, (www.mapy.cz, upraveno autorem)

5.2 Stav lokality před výstavbou biocentra

Místo, kde se dnes nachází biocentrum Pod Horkou, bylo velmi podmáčené a zemědělsky nevyužitelné. Ve spodní části se rozvíjely rákosiny a náletové dřeviny. V období tání sněhu docházelo často k menším záplavám spodní části obce.

(průvodní zpráva a souhrnná technická zpráva, 2009)

5.3 Předmět a účel za jakým se biocentrum stavělo

Cílem výstavby nového biocentra na podmáčených pozemcích bylo vytvoření komplexního biocentra pro tvorbu mokřadních společenstev. Snahou této akce bylo tedy vytvořit nové mokřadní biotopy, které umožní rozvoj mokřadní vegetace a přinese tak velké množství nových druhů živočichů.

Lokalita byla vhodná pro tvorbu těchto mokřadních biotopů hlavně z hlediska trvale mělce položené hladiny podzemní vody, která vystupovala na povrch za vyšších vodních stavů. (technická zpráva, 2009)

5.4 Klimatické poměry

Biocentrum je v lokalitě mírném suchém vrchovinném okrsku. Jsou zde mírné zimy s průměrnou roční teplotou 8 °C a středně dlouhá léta, která jsou v posledních letech stále teplejší. Podle technické zprávy biocentra Pod Horkou se průměrná roční oblačnost blíží 70 %. Největší naměřená oblačnost je v měsících listopad a prosinec a nejnižší potom v srpnu. Průměrná roční teplota pro obec Prštice je 8 °C. Nejteplejším měsícem je označen červenec a průměrná maximální teplota vzduchu v letních měsících je 24 °C. Nejvíce srážek spadne v Pršticích v červnu a průměrný úhrn atmosférických srážek za rok se v této lokalitě pohybuje kolem 650-700 mm.

(průvodní zpráva a souhrnná technická zpráva, 2009)

5.5 Geodetické podklady

Poslední geodetické měření v Pršticích a tedy i celého území biocentra Pod Horkou proběhlo v roce 2009. Toto zaměření proběhlo v souřadnicovém systému S- JTSK a výškovém systému Bpv.

(průvodní zpráva a souhrnná technická zpráva, 2009)

5.6 Geologické podklady

Biocentrum Pod Horkou se nachází na jílovitých hlínách a jílech. Je zde vyšší obsah organické složky. Tuhost zeminy před výstavbou biocentra se pohybovala od středně tvrdé až po velmi měkkou. Na základě geologického složení zemin a působení klimatických činitelů byla tato lokalita vhodná pro výstavbu dnešního biocentra.

(průvodní zpráva a souhrnná technická zpráva, 2009)

5.7 Vegetační kryt před výstavbou biocentra a po výstavbě

5.7.1 Vegetační kryt před výstavbou

Před zahájením výstavby biocentra bylo potřeba vyřešit vegetační kryt. Na jihozápadním svahu u silnice, která vede Hlínu, se nacházely staré ovocné stromy, které byly již velmi seschlé vlivem špatného obhospodařování. Dále se zde objevovaly ořešáky, které však vykazovaly dobrý stav. Dále se na jihozápadním svahu mohly nalézt

velké keře akátin. Uprostřed promáčeného území rostlo mnoho mladých náletových dřevin jako jsou olše. V místě bližším silnici se objevovaly velké vrby bílé.

Na severovýchodě v blízkosti potoku Šatava byly bílé vrby a různé podrosty listnatých keřů.

Celkem se upravilo dle technické a průvodní zprávy biocentra Pod Horkou 146 položek. 126 ks listnatých stromů a 20 ks skupin dřevin. Celkové vyčíslení škody činilo okolo 74 000 korun. (technická zpráva, 2009)

5.7.2 Vegetační kryt po výstavbě

Návrh nových výsadeb se snažil především o přirozené zapojení biocentra do okolní krajiny. Dřeviny, které se dochovaly a nebyly vykáceny, se doplnily o nové dřeviny, aby byly co nejvíce vhodné pro jednotlivé etapy nových živočichů. Navrhovány byly pouze autochtonní druhy dřevin jako například ovocné stromy, které jsou více odolné chorobám. Návrh nové výsadby bychom mohli rozdělit do tří pásem:

1. pás podél toku Šatava
2. výsadba ve střední části
3. pás na jihozápadním svahu u silnice III. Třídy

- Pás podél potoka Šatava

Provedlo se seřezání starých korun u vrb bílých až na hlavu. Následně byly vysázeny další vrby bílé. V místech, kde se nacházely velké plochy akátin se rozhodlo o odstranění a následně se na jejich místo vysázely olše. Ponechané dřeviny se prořezaly a na volná místa byly vysázeny další ovocné stromy. (technická zpráva, 2009)

- Výsadba ve střední části

V této lokalitě se rozhodlo o menší výsadbě. Cílem bylo větší otevření a oslunění v části kde se vystavěly vodní nádrže. V místě 1. odběrného místa bylo vysázeno pobřežní pásmo mokřadních rostlin. V části za 1 odběrným místem, kde se nachází velká volná plocha, byly vysázeny švestky, jabloně a hrušky. Místo je tento sad doplňován třešní. (technická zpráva, 2009)

- Pás na jihozápadním svahu u silnice III. třídy

Cílem výsadby v této části bylo odčlenění biocentra od silnice. U dřevin, které nebyly vykáceny, se provedly pěstební opatření. Nová výsadba v této lokalitě je tvořena listnatými stromy s podrosty listnatých keřů. Dále jsou zde vysázeny ovocné stromy. (technická zpráva, 2009)

5.8 Popis stavebních úprav

Informace o stavebních úpravách jsem získala z poskytnuté průvodní a technické zprávy. Před zahájením samotných prací bylo potřeba podniknout několik zásadních kroků. Jedny z nejdůležitějších kroků byly: dohoda se správcem toku a vymezení staveniště.

5.9 Revitalizační efekt

Revitalizace biocentra Pod Horkou má pozitivní vliv na životní prostředí a prostředí intravilánu obce. Tento prvek v krajině zvyšuje akumulaci a zadření vody v krajině. Vytvořením biocentra vznikly cenné ekosystémy, které jsou vhodné pro rozvoj nových živočichů. Celkově došlo během několika měsíců k rozvoji biodiverzity v širokém okolí revitalizovaného území. Biocentrum působí jako významný krajinný prvek a zvyšuje ekologickou a estetickou úroveň biocentra.

6 VÝSLEDKY A DISKUZE

6.1 Vyhodnocení terénních průzkumů

Biocentrum Pod Horkou leží mezi silnicí III. třídy a dvěma rodinnými domy. Silnice III. třídy se nachází v malé blízkosti od biocentra. Tato vzdálenost by mohla znamenat určité riziko v jarních měsících, kdy dochází k tání sněhu v okolí silnic. Sníh může obsahovat posypové soli a je tak šance, že se tyto soli dostanou až do biocentra. Dále je biocentrum lehce znečišťováno sedimentem z potoku Šatava.

Při průzkumu jsem zjistila, že nejvíce znečištěné sedimenty z Šatavy je vodní nádrž 1, která byla vytvořena nejbližší toku. (viz obrázek č. 2)

Dřeviny, které byly vysázené při výstavbě biocentra, jsou ve výborném zdravotním stavu a vodní rostliny rostoucí kolem vodních nádrží jsou na jaře koseny. Je prováděna celková údržba biocentra. Na obrázku číslo 7 jsem zachytila stav biocentra po jarním kosení. Obrázek č. 7 byl zhotoven 3. 4. 2017 v 10:58.



Obrázek č. 7: největší nádrž biocentra po jarní údržbě. (archiv autora)

6.1.1 Naměřená data

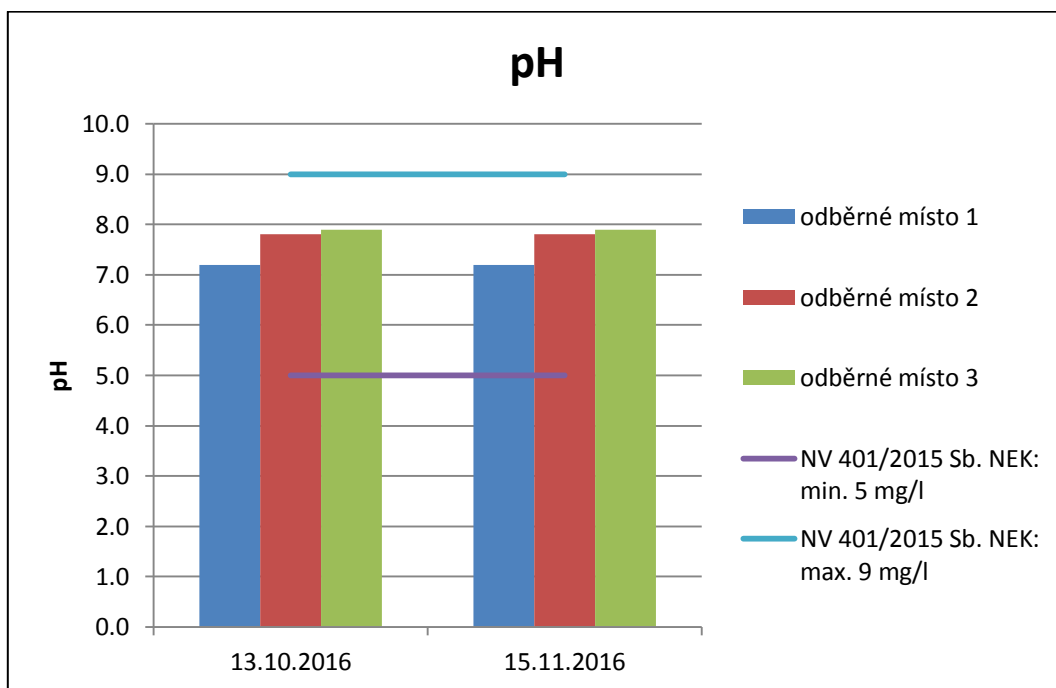
Naměřená data v laboratořích jsem upravila do grafů. Vyhotovené grafy obsahují jak naměřené hodnoty z 13. 10. 2016 tak také hodnoty ze dne 15. 11. 2016. V některých grafech jsou také uvedené povolené limity pro daný ukazatel dle NV 401/2015 a ČSN 75 7221 v platném znění. V každém grafu jsou sloupce hodnot seřazeny podle odběrných míst. (obrázek č. 8)



Obrázek č. 8: znázornění pořadí odběrných míst (www.mapy.cz, upraveno autorem)

6.1.2 pH

Pro pH je stanoven limit v rozmezí 5 až 9 dle NEK 401/2015, v platném znění. Z grafu č. 1 můžeme vidět, že ve všech odběrných místech je hodnota pH splněna. Průměrná hodnota během obou měření se pohybuje okolo 7,6. Při průměrných hodnotách 7,6 bych tedy označila vodu ve všech třech nádržích za neutrální. Podle Pittera (2009) se dobré pH u povrchových vod pohybuje v rozmezí 6,0 až 8,5. Tato hodnota byla splněna i u biocentra Pod Horkou.



Graf č. 1: zjištěné pH při terénním měření

6.1.3 Vodivost

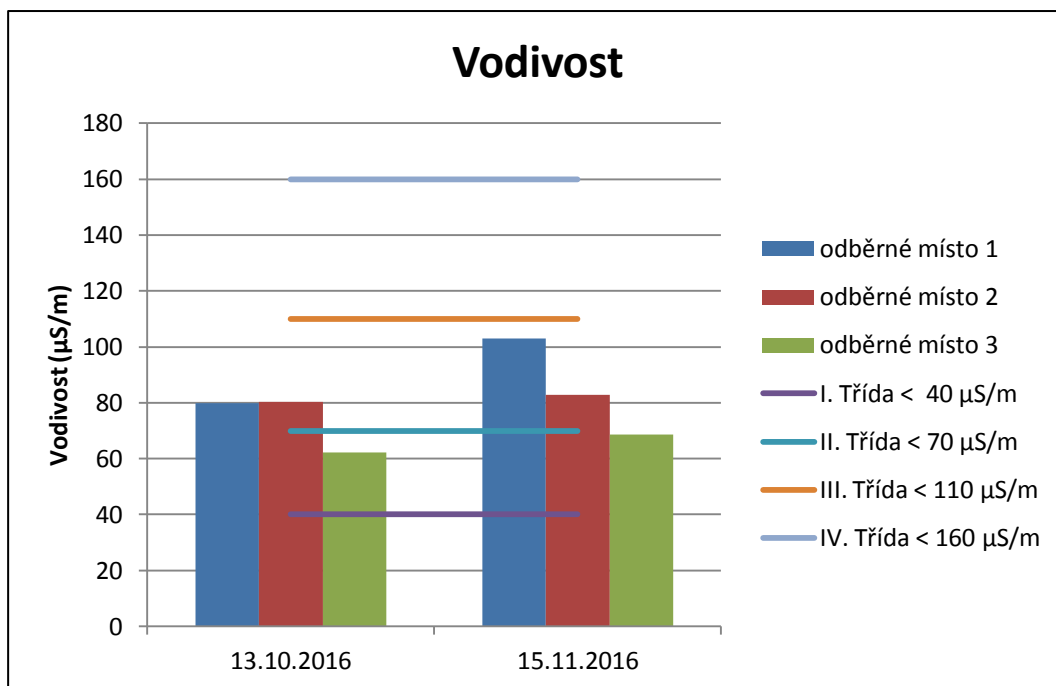
Dle Pittera (2009) je konduktivita důležitá, jelikož nám může napomáhat v určení mineralizace vody. Konduktivita je velmi nestálý ukazatel. Na vodivost má vliv např. teplota. V případě, kdy teplota vzroste o 2°C, dochází k růstu vodivosti o 4%.

Při porovnávání naměřených hodnot vodivosti jsem používala limity z ČSN 75 7221:

- I. třída < 40 $\mu\text{S}/\text{m}$
- II. třída < 70 $\mu\text{S}/\text{m}$
- III. třída < 110 $\mu\text{S}/\text{m}$

- IV. třída < 160 $\mu\text{S}/\text{m}$

Podle ČSN se výsledky vodivosti z 1. a 2. odběrného místa pohybují ve III. třídě. Třetí odběrné místo má již menší vodivost než předešlé nádrže a pohybuje se v II. třídě. Ukazatel vodivosti postupně po směru toku klesá. Tento jev je způsobený samočisticí schopností a také ukládáním sedimentů.



Graf č. 2: zjištěná vodivost při terénním měření

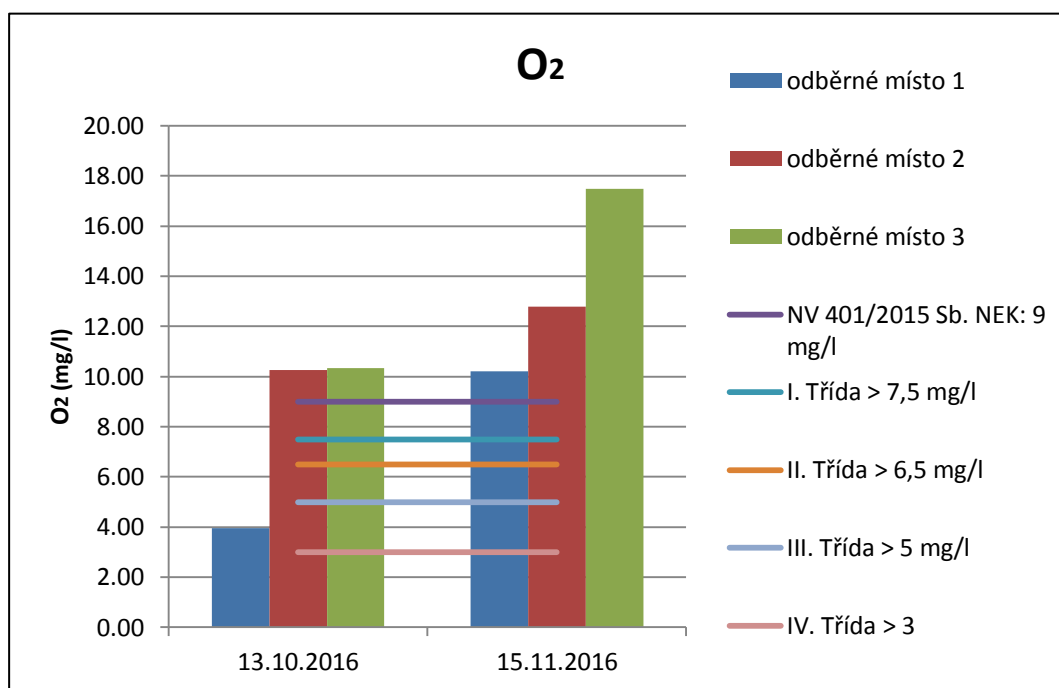
6.1.4 Kyslík

Koncentrace kyslíku v povrchových vodách je velmi dobrým ukazatelem jejich stavu. Podle koncentrace můžeme určit čistotu vodních nádrží a toků. Pokud zaznamenáme pokles obsahu kyslíku ve vodě, značí to určité znečištění. Obsah kyslíku ve vodě také záleží na teplotě vzduchu, vody a na tlaku. Kyslík ovlivňuje ve vodě také samočisticí schopnost. Naměřené hodnoty jsem porovnávala dle limitů NEK: 9 mg/l.

Dle ČSN 75 7221 jsem pro zhodnocení výsledků použila tyto třídy:

- I. třída > 7,5 mg/l
- II. třída > 6,5 mg/l
- III. třída > 5 mg/l
- IV. třída > 3 mg/l

Z grafu č. 3 vyplývá, že limit NEK 9 mg/l byl překročen vždy a ve všech odběrných místech kromě 13. 10., kdy první odběrné místo vykazovalo hodnotu 0,22 mg/l. U 3. odběrného místa bylo 13. 10. naměřeno 10,35 mg/l a u 2. 10,27 mg/l. Zatímco při druhém měření 15. 11. se obsah kyslíku ve 3. odběrné nádrži výrazně zvýšil až na hodnotu 17,50 mg/l a 2. nádrž na 12,81 mg/l. Zvýšila se také hodnota v 1. nádrži. Tento viditelný nárůst v grafu č. 3 může být způsoben zvyšující se teplotou nebo také fotosynteticky aktivní rostliny.



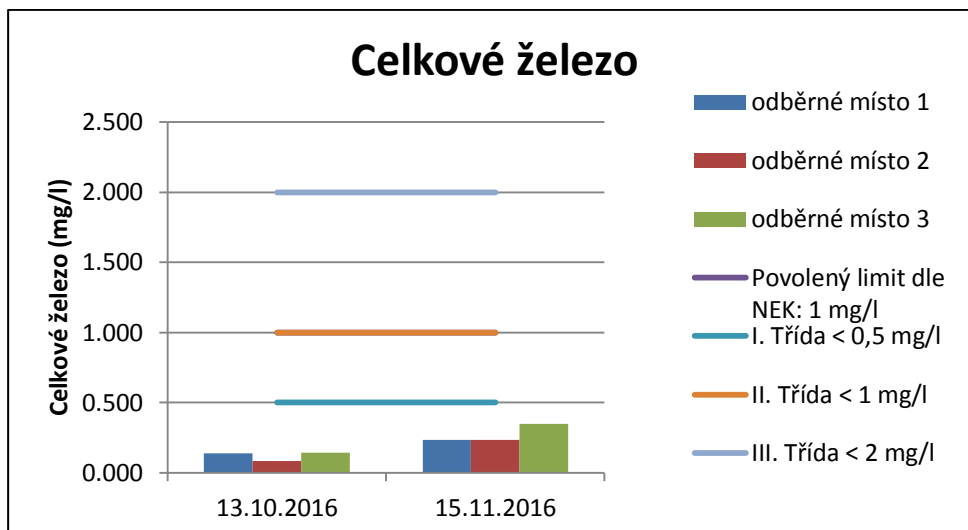
Graf č. 3: koncentrace kyslíku

6.1.5 Celkové železo

Koncentraci železa jsem posuzovala dle NEK 1 mg/l a ČSN 75 7221 ve třech třídách:

- I. třída < 0,5 mg/l
- II. třída < 1 mg/l
- III. třída < 2 mg/l

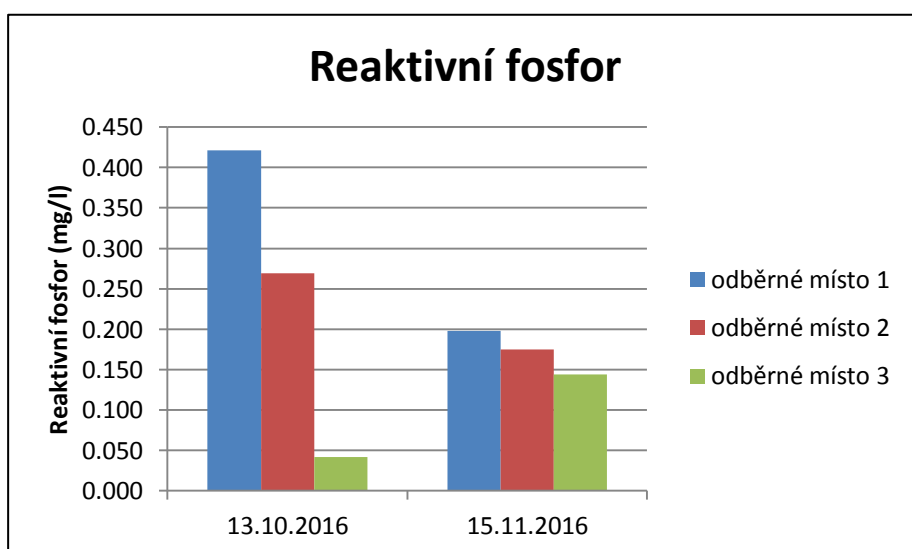
V grafu č. 4 je znázorněno, že všechny tři vodní nádrže vykazovaly nízké naměřené hodnoty a nebyl překročen žádný z povolených limitů ČSN ani NEK.



Graf č. 4: koncentrace celkového železa

6.1.6 Reaktivní fosfor

Fosfor se ve vodách sleduje hlavně z hlediska eutrofizace vod. Legislativa nám nestanovuje maximální povolené množství reaktivního fosforu v povrchových vodách. Množství reaktivního fosforu v grafu č. 5 se snižuje směrem od toku Šatava. Toto klesání reaktivního fosforu ukazuje samočisticí schopnost vody. Odběrné místo 1 je nejvíce zasaženo reaktivním fosforem, odběrné místo 2 už méně a v 3 odběrném místě naměříme již velmi nízké hodnoty, jako jsou 0,042 mg/l a 0,144 mg/l.



Graf č. 5: koncentrace reaktivního fosforu

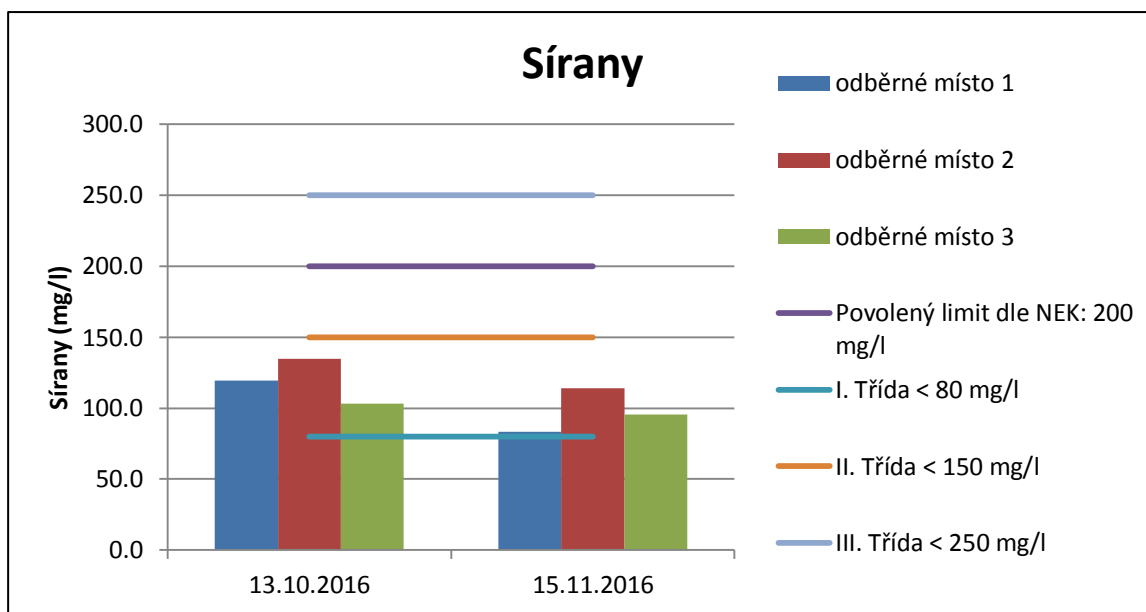
6.1.7 Sírany

Sírany najdeme téměř v každé vodě nacházející se v přírodě.

Koncentraci síranů jsem hodnotila dle limitu NEK 200 mg/l a ČSN 75 7221:

- I. třída < 80 mg/l
- II. třída < 150 mg/l
- III. třída < 250 mg/l

V grafu č. 6 je vidět překročení limitu dle ČSN hned v první třídě. Hodnota 200 mg/l však překročena nebyla s velkou rezervou. Celkově se tak výsledné hodnoty pohybují v II. třídě. Zvýšená koncentrace v zimních měsících může být způsobena topením v domácnostech. Zatápěním jsou spalována fosilní paliva, která mají za následek zvýšené emise v atmosféře.



Graf č. 6: koncentrace síranů

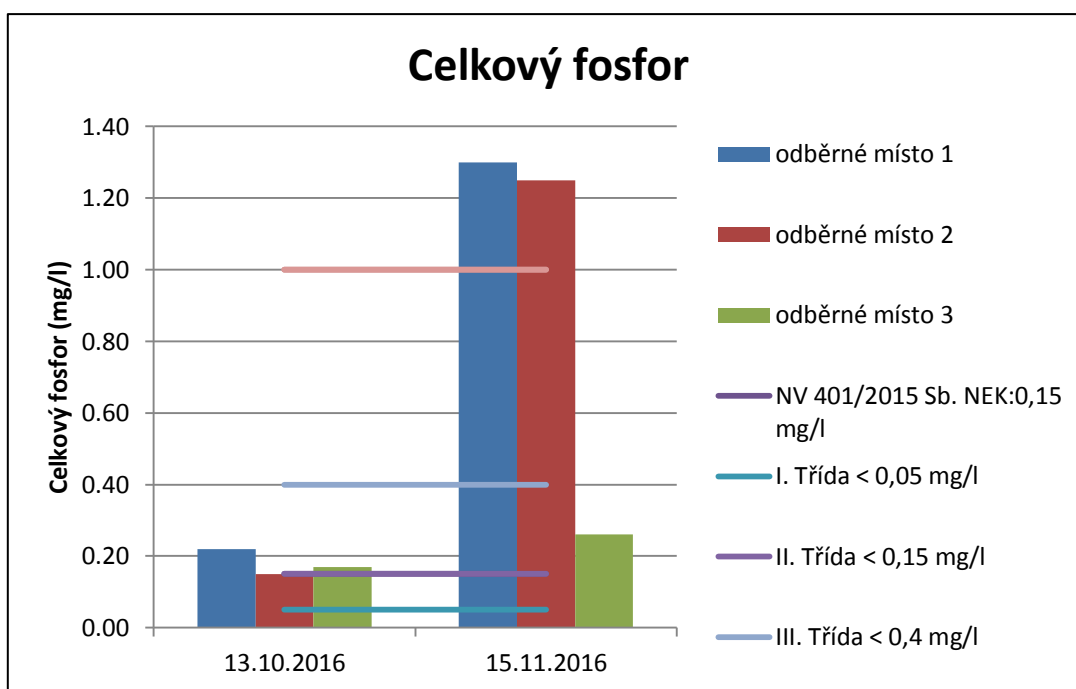
6.1.8 Celkový fosfor

Obsah celkového fosforu jsem porovnávala pomocí NEK 0,15 mg/l a ČSN 75 7221:

- I. třída < 0,05 mg/l
- II. třída < 0,15 mg/l

- III. třída < 0,4 mg/l
- IV. třída < 1 mg/l
- V. třída > 1 mg/l
-

Při odběrech 13. 10. bylo u druhé nádrže naměřeno 0,15 mg/l, což znamená hraniční hodnotu na II. třídě ČSN a NEK. V 1. a 3. odběrném místě jsem zaznamenala překročení II. třídy < 0,15 mg/l. Velký nárůst obsahu celkového fosforu jsem naměřila při odběru 15. 11. z 1. a 2. nádrže. Tyto hodnoty velmi přesahovaly i povolenou V. třídu > 1 mg/l. Vysoké hodnoty v 1. odběrném místě mohly být způsobeny fekálním znečištěním a následně je stav celkového fosforu v nádržích snižován samočisticí schopností ve směru toku.

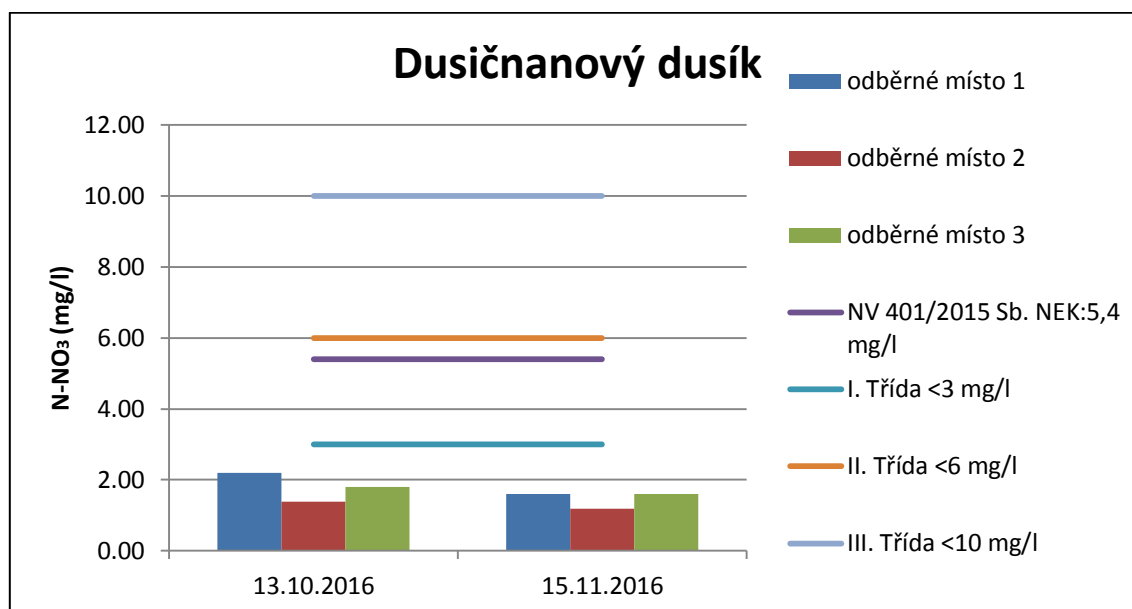


Graf č. 7: koncentrace celkového fosforu

6.1.9 Dusičnanový dusík

Dusičnanový dusík se ve vodách objevuje z velké části antropogenním přičiněním. Používání dusičnanových hnojiv často vede ke zvýšení koncentrace této sloučeniny v povrchových vodách. Nejen antropogenní počínání je důvodem N – NO₃ ve vodách, ale také nitrifikací amoniakálního dusíku se zvyšuje hodnota dusičnanového dusíku.

N-NO₃ jsem posuzovala podle limitu NEK v hodnotě 5,4 mg/l. Tato hodnota nebyla překročena. Ani dle ČSN 757 221 nebyla žádná z povolených tříd znečištění překročena. (graf č. 8)



Graf č. 8: koncentrace dusičnanového dusíku

6.1.10 Chemická spotřeba kyslíku

Chemická spotřeba kyslíku je také velmi důležitým ukazatelem znečištění vodního prostředí. CHSK je koncentrace kyslíku, která je potřebná na oxidaci organických látek ve vodě.

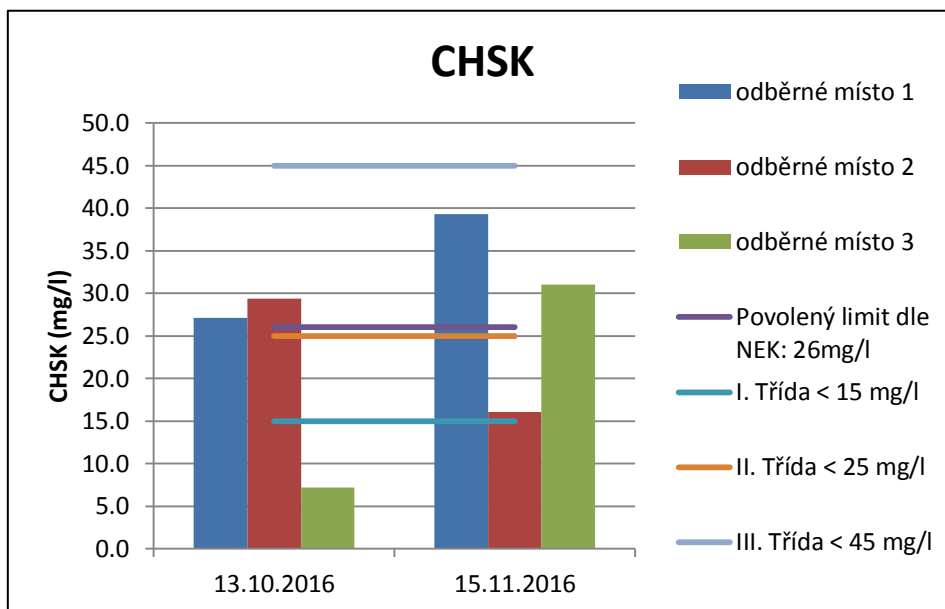
CHSK jsem porovnávala s limitem NEK, který činí 26 mg/l. Tato hodnota byla překročena v hodnotách 13. 10. v 1. a 2. odběrném místě a také 15. 11. v 1. a 3. odběrném místě. Při odebraných vzorcích z 15. 11. byla však koncentrace CHSK u 1. profilu mnohem vyšší než všechny ostatní a to v hodnotě 39,3 mg/l.

Podle ČSN 75 7221 se limity rozdělují do těchto tříd:

- I. třída < 15 mg/l
- II. třída < 25 mg/l
- III. třída < 45 mg/l

Limity ČSN byly překročeny u všech odběrných profilů kromě 13. 10. u 3. odběrného místa. Tam bylo naměřeno pouze 7,2 mg/l což splňuje

I. třídu < 15 mg/l. Mírně nad tuto třídu vykazovalo měření z 15. 11. v druhém odběrném místě, kde jsem naměřila 16,1 mg/l. Další stanovené hodnoty ze dne 13.10 a 15. 11. překročily limity pro II. i III. třídu.



Graf č. 9: koncentrace chemické spotřeby kyslíku

7 ZÁVĚR

V bakalářské práci jsem řešila problematiku spojenou s revitalizacemi, jakostí vody a migrací ryb.

Hlavním účelem mé bakalářské práce bylo zjištění jakosti vody v biocentru Pod Horkou a zhodnocení provedené revitalizace. Výsledky jakosti vody jsou zpracovány v grafické formě s komentáři v kapitole 6.1.

Revitalizace, která byla dokončena v roce 2012, dnes dokonale splňuje protipovodňovou funkci. Při vyšších úhrnech srážek nezůstává půda v okolí nádrží podmáčena a nedochází k vyplavování nečistot do obce. Biocentrum plně chrání část intravilánu obce před hrozícími povodněmi v jarních měsících nebo při přívalových deštích. Splňuje také samočistící funkci a postupnou sedimentaci ve směru toku vody.

Při laboratorním stanovení jakosti jsem na výsledcích pozorovala postupné snižování vodivosti, reaktivního fosforu a celkového fosforu. Tento pokles od odběrného místa 1 až po odběrné místo 3 značí právě zmiňovanou samočistící schopnost vodního prostředí. U biocentra platí pravidlo postupné sedimentace znečišťujících částic a třetí, poslední nádrž je tedy vždy díky usazování a samočistící funkci nejméně zanešená sedimenty.

Vegetace vysázená v areálu biocentra vykazuje zdravý stav. Rozsáhlý kořenový systém nově vysázených rostlin také napomáhá v ochraně před podmáčením. Velké množství nově vysázených stromů již 10. 4. 2017 kvetlo. Můžu tak pozorovat správný vývoj vegetace, která byla do biocentra dosázena. Celkově se tak povedlo rozšířit vegetaci v místě biocentra a žádný z vysázených stromů či keřů nevykazuje špatný zdravotní stav nebo nějaké viditelné poškození.

Biocentrum Pod Horkou splňuje nejen protipovodňové opatření, ale rozvíjí ekologickou rozmanitost území. Určitě poskytuje dobré prostředí pro nové živočichy a může tak přispět k tvorbě nových ekosystémů. Již při terénním průzkumu jsem objevila v nádržích společenství žab. Také v místech okolo vodních nádrží jsem zaznamenala ještěrky a další bezobratlé živočichy. Je tedy zřetelný i pozitivní vývoj živočichů.

V neposlední řadě se Biocentrum zalíbilo široké veřejnosti. Dnes slouží jako místo pro procházky a relaxaci.

Výsledky mohou být použity ke srovnání s dalšími naměřenými hodnotami jakosti vody v budoucnosti.

8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

8.1 Knižní zdroje

- HANÁK K., KUPČÁK V., SKOUPIL J., TLAPÁK V., ZUNA J., 2008, *Stavby pro plnění funkcí lesa*, Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě vydalo Informační centrum ČKAIT, 300s., ISBN 978-80-87093-76-4
- HETEŠA J., KOČKOVÁ E., 1997, *Hydrochemie*, Mendelova Zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 106 s., ISBN 80-7157-289-6
- HETEŠA J., SUKOP I., 1994, *Ekologie vodního prostředí*, Vysoká škola zemědělská v Brně, 132 s., ISBN 80-7157-131-8
- HLAVÍNEK P., ŘÍHA J., 2004, *Jakost vody v povodí*, Vysoké učení technické v Brně, 209 s., ISBN 80 – 214 – 2815 – 5
- JUST T., ŠÁMAL V., DUŠEK M., FISHER D., KARLÍK P., PIKAL J., 2003, *Revitalizace vodního prostředí*, Praha:AOPK ČR, 144 s., ISBN 80-86064-72-7
- KUPEC P., 2009, *Revitalizace v krajině*, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 119 s., ISBN 978-80-7375-356-6
- LUSK S., HARTVICH P., LOJKÁSEK B., 2014, *Migrace ryb a migrační propustnost vodních toků*, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 254 s., ISBN 978-80-87437-77-3
- OPPELTOVÁ P., 2015: *Ochrana vodních zdrojů*. 1.vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně. ISBN 978-80-7509-218-2.
- PITTER P., 2009: *Hydrochemie. 4.*, Vysoká škola chemicko- technologická v Praze, Praha, 579 s., ISBN 978 – 80 – 7080 – 701- 9
- ŘÍHA J., DOLEŽAL P., JANDORA J., OŠLEJŠKOVÁ J., RYL T., 2002, *Jakost vody v povrchových vodních tocích a její matematické modelování*, NOEL 2000 s.r.o., 269 s., ISBN 80 - 86020 – 31 - 2
- SPURNÝ P., MAREŠ J., KOPP R., ŘEZNÍČKOVÁ P., 2015, *Hydrobiologie a rybářství*, Mendelova univerzita v Brně, 254 s., ISBN 978-80-7509-345-5
- SUKOP I., 2006, *Ekologie vodního prostředí*, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 199 s., ISBN 80-7157-923-8

- ŠLEZINGR M., ÚRADNÍČEK L., 2009, *Vegetační doprovod vodních toků*, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 175 s., ISBN 978-80-7375-349-8
- TLAPÁK V., 2001, *Úpravy vodních toků a hrazení bystřin*, Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 146 s., ISBN 80-7157-551-8
- VALÁŠKOVÁ M., *Technická a průvodní zpráva*, 16 s.
- VRÁNA K., DOSTÁL T., GERGEL J., KENDER J., ZUNA J., 2004, *Revitalizace malých vodních toků*, Praha: Consult, 59 s., ISBN 80-902132-9-4.

8.2 Legislativa

- Zákon č. 254/2001 Sb., v platném znění, o vodách a o změně některých zákonů ve znění pozdějších předpisů (vodní zákon).
- Nařízení vlády č. 262/2012 Sb., v platném znění, o stanovení zranitelných oblastí a akčním programu.
- Zákon č. 114/1992 Sb., v platném znění, o ochraně přírody a krajiny ve znění pozdějších předpisů .
- Rámcová směrnice Evropského parlamentu 2000/60/ES, v platném znění.
- Směrnice pro činnost Společenství za účelem dosažení udržitelného používání pesticidů 2009/128/ES, v platném znění.
- Nitrátová směrnice o ochraně vod před znečištěním dusičnany ze zemědělství 91/676/EHS, v platném znění.
- Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., v platném znění, o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod.
- Nařízení vlády č. 71/2003 Sb., v platném znění, stanovuje vhodnost vod nejen pro život, ale také pro reprodukci vodních živočichů a ryb.

9 SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obrázek č. 1: informační tabule u biocentra, (archiv autora, 2016)
- Obrázek č. 2: popis odběrných míst (www.mapy.cz, upraveno autorem)
- Obrázek č. 3: dobře přístupné místo u třetí vodní plochy, (archiv autora, 2016)
- Obrázek č. 4 : hůře přístupné místo pro odběr u druhé vodní nádrže, (archiv autora, 2016)
- Obrázek č. 5: letecký pohled na celé biocentrum Pod Horkou (www.mapy.cz, upraveno autorem)
- Obrázek č. 6: Poloha biocentra Pod Horkou Prštice na mapě, (www.mapy.cz, upraveno autorem)
- Obrázek č. 7: největší nádrž biocentra po jarní údržbě. (archiv autora)
- Obrázek č. 8: znázornění pořadí odběrných míst (www.mapy.cz, upraveno autorem)

10 SEZNAM GRAFŮ

- Graf č. 1: zjištěné pH při terénním měření
- Graf č. 2: zjištěná vodivost při terénním měření
- Graf č. 3: koncentrace kyslíku
- Graf č. 4: koncentrace celkového železa
- Graf č. 5: koncentrace reaktivního fosforu
- Graf č. 6: koncentrace síranů
- Graf č. 7: koncentrace celkového fosforu
- Graf č. 8: koncentrace dusičnanového dusíku
- Graf č. 9: koncentrace chemické spotřeby kyslíku