

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE



FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA APLIKOVANÉ EKOLOGIE



**Návrh řešení problematiky likvidace odpadních vod
v obci Veselé na Děčínsku**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí práce: prof. RNDr. Dana Komínková, Ph.D.

Diplomant: Bc. David Sladký

2014

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra aplikované ekologie

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. David Sladký

Krajinné inženýrství

Název práce

Návrh řešení problematiky likvidace odpadních vod v obci Veselé na Dečínsku

Anglický název

Proposal of waste water treatment in small village Veselé in Děčín region

Cíle práce

Zhodnotit kritickou situaci nakládání s odpadními vodami v obci Veselé na Dečínsku

Zhodnocení možností odvádění a čištění odpadních vod v malých obcích

Posouzení stávajícího stavu znečišťování povrchových vod v zájmové lokalitě

Navrhnout možná řešení nakládání s odpadními vodami v zájmové lokalitě

Vyhotovení návrhu nakládání s odpadními vodami v zájmové lokalitě s ohledem na environmentální požadavky a finanční možnosti obce

Zhodnotit vhodnost lokality pro výstavbu doporučené technologie čištění odpadních vod.

Metodika

Zhodnocení současné situace v zájmové lokalitě

Rešerše způsoby nakládání s odpadními vodami

Sběr dat

Návrh možností nakládání s odpadními vodami, porovnání variant

Rozsah textové části

70

Klíčová slova

čištění odpadních vod, kanalizace, nakládání s odpadními vodami, vodní recipient, znečištění vody

Doporučené zdroje informací

Dohányos, M., Koller, J., Strnadová, N. Čištění odpadních vod. Praha: VŠCHT, 1998.

Hlavínek, P., Mičín, J., Prax, P., Hlušík, P., Mífek, R. Stokování a čištění odpadních vod. Brno: VUT, 2006.

Chudoba, J., Dohányos, M., Wanner, J. Biologické čištění odpadních vod. Praha: SNTL, 1991.

Sojka J., 2001: Malé čistírny odpadních vod. Vydavatelství ERA, Brno, 98s.

Šálek, J., Tlapák, V. Přírodní způsoby čištění znečištěných povrchových a odpadních vod. Praha: ČKAIT, 2006.

Vedoucí práce

prof. RNDr. Dana Komínková, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 19. 11. 2013

prof. Ing. Jan Vymazal, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 18. 12. 2013

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan FŽP ČZU

V Praze dne 01. 12. 2014

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci s názvem „Návrh řešení problematiky likvidace odpadních vod v obci Veselé na Děčínsku“ vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

Ve Veselém 01. 12. 2014

.....

Poděkování

Chtěl bych touto cestou velmi poděkovat zejména prof. Daně Komínkové za vedení mé diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat Vlastimilu Neradovi z obce Markvartice za exkurzi do markvartické čistírny odpadních vod, starostce obce Srbská Kamenice Jitce Voglové a Petru Žákovi z obce Višňová u Liberce za prohlídky místních kořenových čistíren. Děkuji i zástupcům stavebních společností, zabývajících se projektováním a výstavbou čistíren odpadních vod za cenné informace o možnostech v oblasti čistíren odpadních vod.

Ve Veselém 01. 12. 2014

.....

Abstrakt:

Tato diplomová práce je zaměřena na velmi aktuální problematiku likvidace odpadních vod v menších obcích, resp. v obci Veselé na Děčínsku. Problém většiny menších obcí spočívá zejména v nedostatečně vybudované kanalizační síti a nedostatečném čištění odpadních vod. Odpadní vody ve většině obcí jsou maximálně jen předčišťovány v septicích a poté vypouštěny často i s fekáliemi do místních vodotečí.

V úvodu jsem se věnoval současnému stavu v obci Veselé. V rešerši jsem se zabýval různými možnostmi, jak odpadní vody likvidovat. Značnou pozornost jsem věnoval sběru informací o produkci odpadních vod a o rozsahu a druhu znečištění odpadních vod v zájmové lokalitě obce. Sběr informací spočíval jednak ve vypracování dotazníku, který jsem roznesl k vyplnění uživatelům jednotlivých objektů, ale také ve vyhodnocení výsledků chemického rozboru odpadních vod v zájmové lokalitě. Hodnoty znečištění jsem získal analýzou odebraných vzorků z místních příkopů. Chemické rozboru odpadní vody provádělo Povodí Labe, státní podnik laboratoř Ústí nad Labem.

Závěrečná část je zaměřená na možné nejvhodnější čistírenské technologie odpadních vod jak pro obec, tak i pro místní obyvatele. Součástí diplomové práce je i návrh vhodné lokality pro výstavbu doporučené technologie.

Klíčová slova:

Čištění odpadních vod, čistírna odpadních vod, kanalizace, kořenová čistírna odpadních vod, nakládání s odpadními vodami, odpadní vody, recipient, znečištění

Abstract

This thesis is focused on the highly topical issue of wastewater disposal in smaller villages, in particular in the village of Veselé near the city of Děčín. The problem most in smaller villages consists mainly of a poorly constructed drainage network and a poorly conducted wastewater treatment. Waste waters in most villages are only pretreated in septic tanks and then often discharged with feces into local waterways.

In the introduction I paid attention to the current situation in the village of Veselé. In the research I dealt with various options how to dispose of waste water. Considerable attention was devoted to gathering information about the production of wastewater and the extent and type of wastewater pollution in the area of interest of the village. Gathering information consisted of creating the questionnaire, which I delivered to users in individual buildings to be answered, but also in evaluating the results of chemical analysis of wastewater in the area of interest. I obtained pollution values by analyzing samples from local ditches. Chemical analysis of wastewater was carried out by River Elbe, state enterprise Laboratory Ústí nad Labem.

The final part focuses on the best possible treatment technologies for both, the village, as well as for local residents. The thesis also includes a proposal for a suitable site for the construction of the recommended technology.

Keywords:

Wastewater treatment, wastewater treatment establishment, drainage, root wastewater treatment plant, wastewater management, waste water, recipient, pollution

Obsah:

1. Úvod	10
2. Cíle	12
3. Technologie čištění odpadních vod	13
3.1 Odlehčovací komory	13
3.2 Mechanické čištění odpadních vod	14
3.2.1 Česle a síta	14
3.2.2 Lapáky písku	15
3.2.3 Lapáky tuků, olejů a plovoucích nečistot	16
3.2.4 Usazovací nádrže	16
3.2.5 Kombinace mechanického čištění odpadních vod	17
3.3 Biologické čištění odpadních vod	18
3.3.1 Aktivační systémy	18
3.3.2 Biofilmové reaktory	19
3.3.3 Půdní filtry	21
3.3.4 Kořenové čistírny odpadních vod	23
3.3.5 Stabilizační nádrže	30
4. Zájmové území - charakteristika obce Veselé	33
4.1 Základní charakteristika	33
4.2 Historie	34
4.3 Urbanistická struktura	34
4.4 Technická vybavenost	35

4.5	Současný stav likvidace odpadních vod v obci	35
5.	Metodika	37
5.1	Dotazník	37
5.2	Odběr vzorků odpadní vody z místních příkopů	38
6.	Vyhodnocení dotazníku a výsledků chemického rozboru odpadních vod	41
6.1	Vyhodnocení dotazníku	41
6.2	Vyhodnocení chemického rozboru odpadních vod	48
7.	Návrh variant výstavby čistírny odpadních vod v zájmové lokalitě	54
7.1	Základní návrhové parametry čistírny odpadních vod	57
7.2	Mechanicko-biologická čistírna odpadních vod	58
7.3	Kořenová čistírna odpadních vod	66
8.	Diskuse	72
9.	Závěr	75
10.	Literární zdroje	77
11.	Přílohy	82

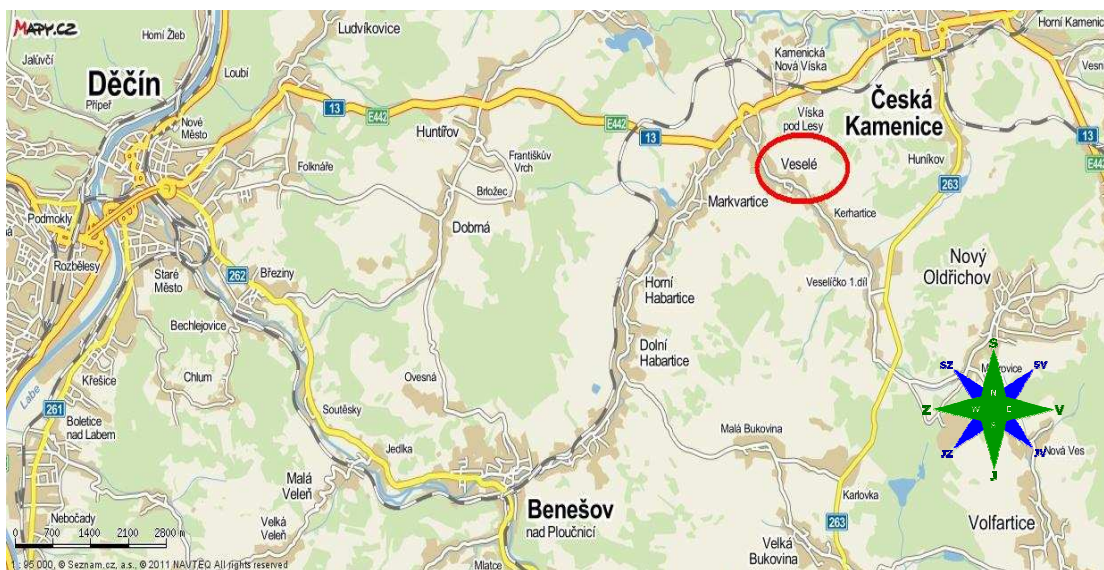
1. Úvod

Problematikou odvádění odpadních vod se člověk zabýval již od pradávna. První zmínky o důmyslných kanalizačních systémech jsou již z období 2500 let př. n. l (Bratrych 2005).

Přívody a rozvody vody ve středověku ve větších městech již byly na velmi vysoké úrovni, pod zemí položené vodovody zásobily např. veřejné kašny apod. Podstatně hůře se však velká města vyrovnávala s odpadní vodou, která byla velkým hygienickým problémem. Odpadní voda se běžně vylévala na ulici. Ani vykonání tělesné potřeby v zákoutích ulic nebylo dlouho považováno za prohřešek. V lepších případech se používaly hnojiště ve dvorech domů, někde i žumpy. Z českých měst na tom bylo nejhůře hlavní město Praha. Ve 14. století se v ulicích Prahy začaly budovat dlážděné a dřevěné strouhy. V 17. století se zaváděl dozor nad nakládáním s odpadními vodami. Byl vyhlášen zákaz odvádění odpadních vod přímo na ulice, ve strouhách mohla téct jen voda dešťová. Ovšem s ohledem na nekázeň měšťanů byla odpadní voda na ulicích i nadále velmi velkým problémem. Nejspolehlivějším čisticím prostředkem v této době byl samotný déšť. V 19. století Praha začala budovat podzemní stoky, do kterých měly vést odpadní roury z jednotlivých domů. Tyto stoky měly často nevhodné spádování, propustné dno, takže kal z odpadní vody zůstával ležet ve stokách a velmi silně zapáchal a hlavně tyto stoky ústily do přilehlých toků bez jakéhokoliv čištění. Na konci 19. století se začala v Praze budovat nová kanalizační síť s mechanickou čistírnou odpadních vod. Základní stoková kanalizace byla uvedena do provozu v roce 1906. Do konce roku 1914 bylo v Praze postaveno celkem 135 kilometrů kanalizace a čistírna dokázala vyčistit 60 tis. m³ odpadních vod za den. Postupně se začaly budovat stokové systémy po celém českém území a od poloviny 20. stol. se hojně rozšiřoval i počet čistíren odpadních vod. V Praze tento kanalizační systém slouží dodnes, jen čistírna byla nahrazena novou ústřední čistírnou na Císařském ostrově (Bratrych 2005).

Tato diplomová práce řeší problematiku likvidace odpadních vod v obci Veselé na Děčínsku (obr. č. 1). Problémy s odpadními vodami jsou aktuální téměř ve všech menších obcích České republiky. Tato práce by mohla být tedy vzorovým příkladem, jak kritické situace s odpadními vodami řešit napříč celým územím České republiky.

V naší obci Veselé je situace s odváděním odpadních vod velmi kritická. Nejkritičtější je zejména v té části, kde je velmi vysoká koncentrace obyvatel žijících v rodinných domech. V této hustě obydlené části žije téměř 1/2 obyvatel z celé obce, přičemž rozloha je jen 1/6. Z toho jednoznačně vyplývá, že produkce odpadních vod je s ohledem na popisovanou rozlohu nepřiměřeně vysoká. Likvidace odpadních vod v této části obce je však řešena nedostatečně, resp. není řešena vůbec. Odpadní voda prakticky vytéká z rodinných domů do otevřených příkopů podél komunikací a všechny negativní dopady, hygiena, zápach a estetika velmi zneprjemňují každodenní život obyvatel obce. Alarmující je především období sucha v letních měsících, kdy odpadní voda z domů není dostatečně ředěna dešťovou vodou a zápach je tím silnější. Vše znásobuje fakt, že většina rodinných domů nemá vybudovanou vhodnou technologii pro odstraňování odpadních vod. Některé zdejší domy mají jen jímky s odtokem přímo do příkopů anebo jako většina objektů nevyhovující septiky, vývoz jímek a septiků se navíc uskutečňuje jen zřídka. Odpadní vody proto protékají jímkami a septiky často i s fekáliemi přímo do místní vodoteče.



Obr. č. 1.: Obec Veselé na Děčínsku (www.mapy.cz) (cit. 2013. 08. 20).

Zastupitelstvo obce je v této oblasti téměř nečinné a proto jsem se rozhodl tuto situaci pečlivě popsat a zhodnotit a na základě terénního průzkumů a analýz navrhnout nejvhodnější řešení čištění odpadních vod, jak z hlediska ekonomického, tak i z hlediska ekologického a estetického.

2. Cíle

Cílem této diplomové práce je zhodnotit kritickou situaci nakládání s odpadními vodami v obci Veselé na Děčínsku a zhodnotit možnosti odvádění a čištění odpadních vod v malých obcích. Dalším významným cílem práce je posoudit stávající stav znečišťování povrchových vod v zájmové lokalitě. Hlavním cílem je navrhnout možná řešení nakládání s odpadními vodami v zájmové lokalitě a vyhotovit návrh nakládání s odpadními vodami v zájmové lokalitě s ohledem na environmentální požadavky a finanční možnosti obce. A na závěr zhodnotit vhodnost lokality pro výstavbu doporučené technologie čištění odpadních vod.

3. Technologie čištění odpadních vod

Odpadní vody představují dnes z hlediska znečištění velký problém. Voda je totiž jednou z nejdůležitějších složek životního prostředí, pitné vody velmi rychle ubývá a znečištěné naopak rychle přibývá. Problematika znečišťování odpadních vod se týká především obcí, které nemají vybudovanou kanalizační síť napojenou na centrální čistírnu odpadních vod. Splaškové vody z rodinných domů obsahují většinou znečištění po vaření, praní, koupání, mytí, ale hlavně po splachování toalet. Každý obyvatel vyprodukuje takové vody denně cca 100 – 150 litrů. A v případě, že objekt není napojen na místní kanalizaci, je vlastník takové nemovitosti povinen se o likvidaci odpadních vod postarat sám. Bohužel někteří majitelé tuto povinnost nedodržují a vypouštějí do povrchových a podzemních vod značně znečištěnou odpadní vodu. A zde, v této situaci, mohou pomoci samotné obce tím, že vybudují centrální čistírnu odpadních vod.

V současné době existuje mnoho způsobů čištění odpadních vod. Jaké metody jsou nakonec vybrány pro jednotlivé projekty, závisí na mnoha faktorech (např. druh znečištění, geologické podmínky, hydrogeologické podmínky, klimatické podmínky, finanční možnosti, prostorové možnosti, lokalita atd.).

Základní rozdělení možných způsobů čištění odpadních vod:

1. mechanické čištění odpadních vod (např. česle a síta, lapák písku, lapák tuku a olejů a kvalitnější usazovací nádrže, filtrace atd.),

2. chemické čištění odpadních vod (např. neutralizace, chemická oxidace a redukce, srážení, koagulace, sorpce atd.),

3. biologické čištění odpadních vod (např. aerobní a anaerobní metody, půdní filtry, kořenové čistírny, stabilizační nádrže, aktivační systémy, biofiltry a biodisky atd.).

V následujících řádcích se zabývám základními metodami, které je nutné použít anebo by bylo možné je využít v naší zájmové lokalitě.

3.1 Odlehčovací komory

Odlehčovací komory nejsou sice přímou součástí určité technologie čištění odpadních vod, jsou součástí stokové sítě, ale i tak má své opodstatnění je zde uvést. Na jednotné stokové síti jsou určeny k oddělování dešťových vod při vyšších

průtocích např. při přivalových deštích. Takto oddělené vody jsou pak odváděny přímo do konečného recipientu a nezatěžují čistírnu odpadních vod (Žabička 2002; Šálek a Tlapák 2006).

3.2 Mechanické čištění odpadních vod

Nezbytnou součástí čištění odpadních vod je kvalitní mechanické předčištění. Cílem by mělo být odstranění většiny hrubých nečistot, které by mohly poškodit další stupně čištění odpadních vod. Uspořádání jednotlivých stupňů mechanického čištění závisí především na původu, množství a složení odpadních vod. V případě menších zdrojů, jako např. samostatné stavby, skupiny domů nebo menší restaurace, postačuje většinou jen biologický septik, případně usazovací nádrž. Čistíme-li odpadní vody na sídlištích, vesnicích či menších městech, navrhuje se tzv. úplná mechanická čištění. Patří sem česle a síta, lapák písku, lapák tuku a olejů a kvalitnější usazovací nádrž (Šálek a Tlapák 2006; Šálek 2012).

3.2.1 Česle a síta

Prvním mechanickým stupněm jsou zpravidla česle nebo síta. Jsou vhodná pro odstraňování hrubých nečistot z vody do velikosti 1 mm. Česle se skládají z ocelových tyčí (průlin) uložených napříč žlabem, kudy protéká znečištěná voda. Sklon česlí bývá nejčastěji okolo 45 stupňů a rychlost průtoku česlemi nemá být větší než 1 m/s. Velikost zachycených nečistot je závislá na velikosti průlin. Konstrukce česlí a sít jsou velmi rozmanité, jen pro zřehlednění uvádím ty nejčastěji používané (Hlavínek et al. 2003).

- a) Hrubé česle - velikost průlin je zpravidla 5 až 20 cm. Hlavním cílem hrubých česlí je ochrana čerpadel před poškozením většími předměty. Množství zachycených nečistot je poměrně malé a proto se shrabky z česlí odstraňují běžně jen ručně.
- b) Jemné česle – velikost průlin je obvykle 10 až 20 mm. Čištění česlí je prováděno většinou strojně, protože nečistot je na rozdíl od hrubých česlí mnohem více. Čištění musí probíhat pravidelně, neboť hrozí zanášení česlí a tím pádem dochází k nežádoucímu zvyšování hladiny před česlemi.

- c) Samočisticí česle – jsou tvořeny nekonečným pásem se zuby a s průlinami. Pás je z části ponořený, otáčí se a díky zubům jsou nečistoty vynášeny nad vodu. Při pohybu pásu dolů padají shrabky do přistavených kontejnerů nebo na dopravníky.
- d) Bubnová pohyblivá síta – základním mechanismem je otáčivý buben s česlemi. Odpadní voda teče dovnitř bubnu a znečišťující látky se zachytávají na česlicích. Velikost průlin volíme dle potřeby. Otáčení bubnů je automaticky regulováno dle vzduší přiváděné vody. Větší část shrabků z česlic je likvidována mechanicky a ta menší část je vyplachována proudem vody.
- e) Bubnová nepohyblivá síta - odpadní voda natéká do šikmo položeného bubnu s česlicemi a poté opět vytéká přes průliny ven z bubnu. Zachycený materiál na česlicích je vynášen obvykle rotačním šnekem z bubnu do kontejnerů nebo na dopravníkové pásy.

Základními procesy pro zpracování shrabků jsou odvodnění, lisování a následný odvoz ke kompostování, skladování anebo ke spalování.

3.2.2 Lapáky písku

Úkolem lapáku je zachytávání písku a minerálních částic, které by mohly ohrozit činnost dalších stupňů čištění odpadních vod. Umisťují se před čerpadly a principem je sedimentace písčité částice nebo využívání odstředivé síly k jejich oddělování z vody. Lapáky písku zachytávají částice písku o velikosti zrn 0,2 až 0,25 mm výjimečně až 0,1 mm. Doba zdržení nesmí být menší než 30 vteřin. Lapáky písku třídíme dle směru průtoku vody – horizontální a vertikální lapáky písku (Hlavínek et al. 2003).

Horizontální lapáky písku

- a) Štěrbinový lapák písku - je nejznámějším a nejběžnějším lapákem písku. Je tvořen žlabem s obdélníkovým nebo trojúhelníkovým průřezem, jehož sklon musí být takový, aby rychlost průtoku neklesla pod 0,15 m/s a nepřekročila 0,4 m/s. Součástí žlabu je štěrbina, kterou propadá zmiňovaný písek do přilehlé šachty.

- b) Komorový lapák písku – jedná se o podélný usazovací žlab s akumulací komorou na zachytávání písku.

Vertikální lapáky písku

Odpadní voda přitéká na dno lapáku a odtud stoupá určitou vzestupnou rychlostí k odtoku. Základním principem je, že vzestupná síla vody je menší než síla potřebná pro vynášení nejmenších písčitých zrn.

- a) Vírový lapák písku – tento vírový lapák pracuje na základě odstředivé síly, díky níž se oddělují látky s různou hustotou.
- b) Provzdušňovaný lapák písku – je tvořen horizontálním žlabem, v němž se vytváří cirkulace umělým provzdušňováním vody podél jedné ze stěn žlabu. Velkou výhodou je nezávislost na kolísání průtoků.

3.2.3 Lapáky tuků, olejů a plovoucích nečistot

Lapáky tuků a olejů pracují na principu odlučování lehkých částic, zejména ropných látek, tuků a rostlinných olejů. Na znečišťující látky v separačním procesu působí stejné síly jako u lapáků písku jen s rozdílem, že při odstraňování písku působí síla gravitační (sedimentace) a při odstraňování tuků a olejů síla vztlaku, která je větší než gravitační. Jako součástí čistírny se využívají lapáky tuků jen výjimečně, častěji se uplatňují přímo u zdroje znečištění (Sojka 2001).

Gravitační separátory tuků a olejů – jedná se o tzv. lapoly, mohou to být jakékoliv nádrže, kde se zpomalí průtok, zklidní se hladina a lehčí částice vystoupají na hladinu. Základním konstrukčním požadavkem je instalace jednoduché norné stěny umístěné v nádrži. Norná stěna velmi účinně zabraňuje inkriminovaným částicím v odplavení k odtoku. Doba zdržení odpadní vody v lapolu by měla být cca 3 minuty.

3.2.4 Usazovací nádrže

Usazovací nádrže jsou konstruovány k zachytávání nerozpuštěných látek organické povahy z odpadní vody. Doba zdržení nesmí klesnout pod 2 hodiny. Účinnost nádrží je závislá právě na době zdržení, čím déle se zdržuje odpadní voda v usazovací nádrži, tím je sedimentace účinnější. Usazovací nádrže dělíme dle

průtoku odpadní vody – s horizontálním, vertikálním a radiálním průtokem (Hlavínek et al. 2003).

- a) Kruhové a pravoúhlé s horizontálním průtokem - v podstatě se jedná o ploché nádrže kruhového nebo pravoúhlého půdorysu, do kterých natéká odpadní voda přes tzv. uklidňovací válec a poté protéká radiálně usazovací komorou k přepadovému žlabu.
- b) Kruhové a pravoúhlé s vertikálním průtokem – odpadní voda přitéká přímo do středového válce, který udává směr průtoku od zdola k hladině.
- c) Štěrbínová nádrž – v praxi nejpoužívanější usazovací nádrž. Doporučuje se především na menších čistírnách (Sojka 2001). Jedná se o dvě komory – horní usazovací a dolní vyhnívací. Prostory jsou od sebe odděleny štěrbinou, kterou propadá usaditelný materiál do níže položeného kalového prostoru. Kal musí být pravidelně vyvážen. Do nádrží je velmi často instalována rovnou i norná stěna k zachytávání tuků a olejů.

Nejdůležitějšími součásti usazovacích nádrží:

1. vtokový objekt - usměrňuje vtok, aby nenarušoval laminární proudění v usazovací komoře,
2. odtokový žlab - je umístěn na obvodu nádrží,
3. shrabovák kalu – kal odstraňujeme v pravidelných intervalech nebo nepřetržitě.

3.2.5 Kombinace mechanického čištění odpadních vod

Možností, jak nejlépe uspořádat vlastní mechanický stupeň čištění, je mnoho. Nejčastějšími a nejdoporučovanějšími kombinacemi mechanického čištění odpadních vod jsou následující:

- a) česle, horizontální štěrbinový lapák písku a horizontální usazovací nádrž,
- b) česle, horizontální štěrbinový lapák písku a štěrbinová nádrž.

Obě dvě varianty bývají velmi často doplňovány účinnou nornou stěnou pro zachytávání tuků a olejů, pokud není navržen samostatný lapol.

3.3 Biologické čištění odpadních vod

Při biologickém čištění odpadních vod jsou využívány kultury mikroorganismů, tj. směsi tvořené různými bakteriemi, plísněmi, houbami, kvasinkami, prvoky, vířníky anebo červi. Samotné čištění odpadních vod je založeno na rozkladu organického znečištění právě těmito mikroorganismy.

Pokud se směs mikroorganismů může vznášet ve vodním prostředí, jedná se o aktivovaný kal např. v aktivačních systémech. Pokud mikroorganismy žijí na některém nosiči (např. na filtrační náplni anebo na rotujících discích) jedná se o biologické filtry, biodisky, půdní filtry apod. Další významnou metodou jsou kořenové čistírny a stabilizační nádrže, které fungují na principu přírodních čistících procesů za spolupůsobení mokřadních rostlin, mikroorganismů a řas ve filtračním poli (Hlavínek et al. 2003).

3.3.1 Aktivační systémy

Jedná se o nejběžnější způsob biologického čištění odpadních vod. Tento způsob čištění intenzivně využívá metabolické činnosti mikroorganismů k přeměně a odstranění látek spotřebovávajících kyslík. Hlavním cílem aktivačních systémů je odstranit nerozpuštěné koloidní látky a rozpuštěné organické látky, případně i dusík a fosfor (Hlavínek et al. 2003).

Základním prvkem aktivačních systémů je arovaná nádrž tzv. reaktor, v němž probíhá čištění odpadní vody za současné produkce aktivovaného kalu (směs mikroorganismů, např. bakterie, houby, plísně, kvasinky apod.). K úspěšnému spuštění zařízení je nutné zajistit správné zapracování biologického procesu. K zapracování dochází dovozem aktivovaného kalu z jiné biologické čistírny odpadních vod (tzv. očkovací kalu) do aktivačního prostoru. Pro vytvoření vhodných aerobních podmínek aktivace musí být do aktivačního prostoru také zajištěn přísun dostatečného množství kyslíku (nejčastěji se jedná o jemnobublinkovou aeraci nebo o oběžná kola) (Sojka 2001).

Aktivační prostor je rozdělen na nitrifikační část a denitrifikační část. Vzniklá aktivační směs je vedena do usazovací nádrže, odkud je usazený kal odváděn zpět do reaktoru (tím se udržuje vhodná koncentrace aktivovaného kalu – cca 2 – 5 kg/m³) a nadbytečný kal je odvážen k likvidaci na skládky nebo k jinému zpracování.

Vyčištěná voda je následně odváděna do konečného recipientu (Dohányos et al. 1998).

Čistírny odpadních vod s aktivačními procesy rozlišujeme podle typu aktivace (Sojka 2001):

- a) Aktivace nízko zatížená
 - stáří kalu nad 25 dní,
 - doba zdržení 24 – 72 hodin,
 - účinnost čištění na BSK₅ 90 – 98 %.
- b) Aktivace středně zatížená
 - stáří kalu 3 – 15 dní,
 - doba zdržení by měla činit 4 – 12 hodin
 - účinnost čištění na BSK₅ se pohybuje mezi 80 - 90 %.
- c) Aktivace vysoko zatížená
 - stáří kalu jen do 3 dnů,
 - doba zdržení mezi 1 – 2 hodinami,
 - účinnost čištění na BSK₅ 70 - 80 %.

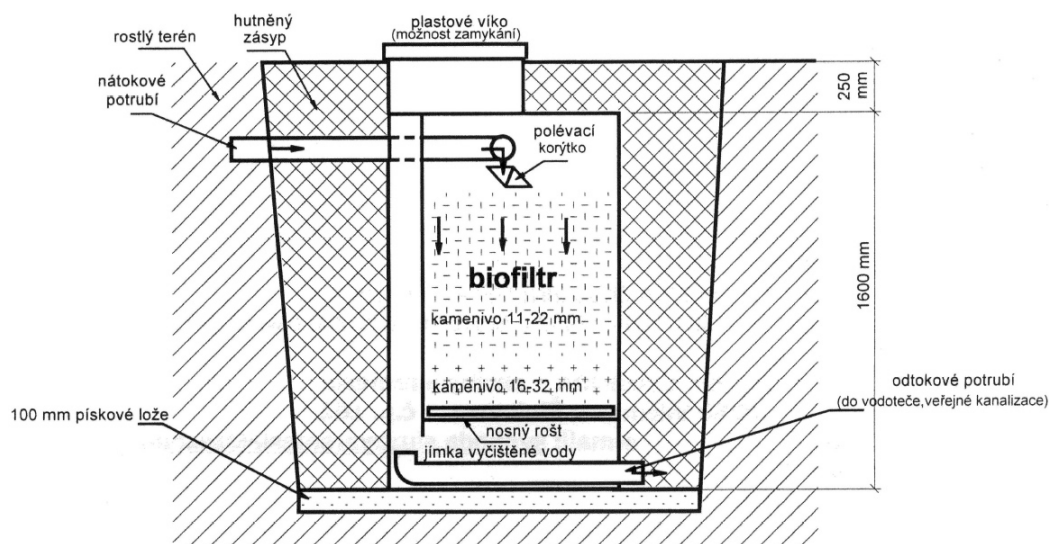
Aktivační systémy mají mnoho variant. Nelze jednoznačně tvrdit, která varianta je nejlepší, spíše je výběr metody závislý na místních požadavcích (např. na odstraňování dusíkatých látek). Aktivační systémy se stávají postupně nejpoužívanějšími čistírnami odpadních vod u nás. Nejzásadnějšími výhodami těchto čistíren odpadních vod jsou malá zastavěná plocha, poměrně vysoká účinnost čištění okolo 95 %, a nízká energetická náročnost. Nevýhodou je však, bohužel, velká citlivost na nárazové zatížení.

3.3.2 Biofilmové reaktory

Biofilmové reaktory jsou zaváděny u zdrojů do 5000 EO. Rozdíl oproti aktivačním systémům je, že mikroorganismy nejsou do zařízení dodávány ve vložkách, ale jsou přisedlé na pevném podkladu (bionosiči) a tím je vytvářen biologický filtr. Nejběžnějšími biofilmovými reaktory jsou tzv. biofiltry a biodisky.

Biofiltry

Základním principem je činnost mikroorganismů přisedlých na bionosiči, na který se následně různými skrápěcími zařízeními rozstříkuje odpadní voda. Biofiltry jsou tvořeny roštovým dnem a náplní (obr. č. 2). Roštovým dnem je přiváděn vzduch pro biologický proces, což je základní podmínka správné funkce zařízení. Náplň slouží jako podklad pro růst směsné kultury mikroorganismů. Náplně jsou z plastů (plastové desky) nebo z přírodního kamene. Na povrchu náplně se vytváří průběžně směsná kultura mikroorganismů, která odstraňuje organické znečištění z odpadní vody. Tato technologie je u nás používána velmi zřídka, je k vidění většinou v Německu, Rakousku, Nizozemí a USA (Sojka 2001; Pantea et al. 2013).



Obr. č. 2: Schéma biofiltru (Vymazal 2006).

Biodisky

Biodisky také využívají mikroorganismů přisedlých na bionosičích, ovšem s rozdílem, že nosič není skrápěn, ale otáčí se z části ponořen do odpadní vody. Při rotaci nosiče dochází ke střídavému kontaktu se vzduchem a odpadní vodou, proto není nutný umělý přísun vzduchu do zařízení. Na rozdíl od biofiltrů jsou biodisky u nás využívány mnohem častěji, především u domovních čistíren (Sojka 2001; Pantea et al. 2013).

Výhodami biofilmových reaktorů jsou zejména nízké pořizovací náklady a nenáročná údržba. Na rozdíl od aktivačních systémů mají vyšší spotřebu energie a jsou náchylné k zanášení filtrů.

3.3.3 Půdní filtry

Půdní filtry se nejčastěji používají k čištění odpadních vod malých zdrojů, zejména jednotlivých domů, skupinky domů, hotelů, sportovních zařízení apod. Využívají se buď jako třetí stupeň čištění po mechanicko-biologickém předčištění odpadních vod (např. za septikem nebo za domovní čistírnou odpadních vod anebo jen jako dočištění po mechanickém předčištění. Základním principem půdních filtrů je zachytávání nečistot v porézním filtračním prostředí a biologické čištění odpadních vod půdními mikroorganismy, které žijí na povrchu filtračního lože (Hříbal 2003).

Půdní filtry dělíme podle různých kritérií (Šálek a Tlapák 2006):

Podle způsobu proudění

- půdní filtry s horizontálním prouděním,
- půdní filtry s vertikálním prouděním (nejčastěji využívané),
- půdní filtry s radiálním prouděním.

Podle uspořádání hladiny podzemní vody

- půdní filtry bez hladiny podzemní vody,
- půdní filtry s nastavitelnou hladinou podzemní vody,
- půdní filtry s tzv. impulsním vyprazdňováním filtračního lože (nejdříve se lože postupně zaplní vodou a poté se impulsně vyprázdní).

Podle mocnosti filtračního lože

- mělké půdní filtry s hloubkou mezi 0,6 až 0,8 m,
- středně hluboké půdní filtry s hloubkou 0,8 až 1,6 m,
- hluboké půdní filtry s hloubkou nad 1,6 m.

Půdní filtry s hloubkou do 1,2 m se používají na druhý stupeň biologického čištění odpadních vod (tj. při využití mechanického předčištění), s hloubkou nad 1,2 m převážně na první stupeň biologického čištění (bez mechanického předčištění).

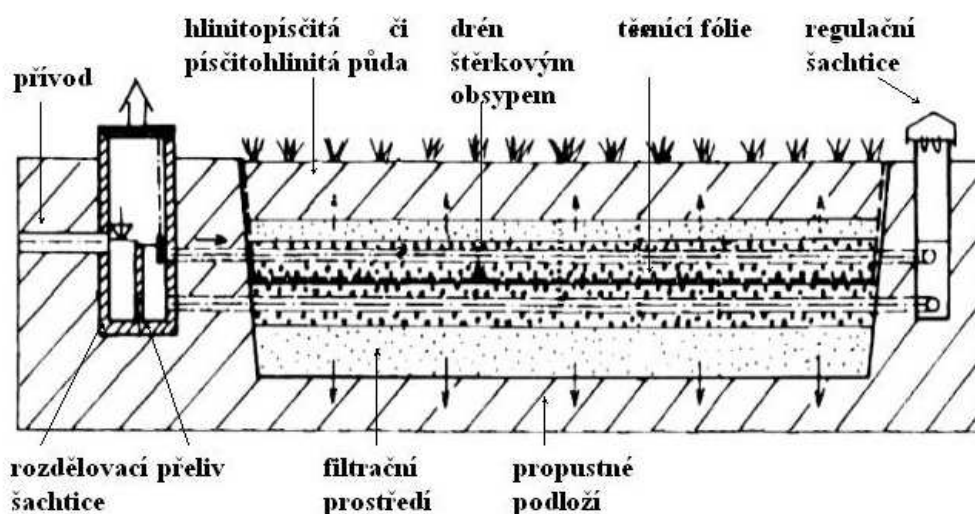
Podle vegetace nad půdním filtrem

- půdní filtry bez vegetace s potřebnou krycí izolační vrstvou,
- půdní filtry s nastavitelnou hladinou vody pokryté travními porosty,
- půdní filtry se zakleslou hladinou vody a s výsadbou vhodných dřevin.

Půdní filtry se skládají ze čtyř hlavních částí:

1. těsnicí zemní jímka,
2. horní rozváděcí drenáž s odvětráváním,
3. filtrační lože (tříděný písek o průměru zrn 2 – 4 mm),
4. dolní sběrná drenáž s odvětrávacím potrubím.

Celá stavba je budována pod terémem, na povrchu jsou jen poklopy a odvětrávací potrubí (Sojka 2001). Podrobnější uspořádání znázorňuje obr. č. 3.



Obr. č. 3: Schéma uspořádání půdního filtru s vegetací (Šálek a Tlapák 2006).

Půdním filtrem odpadní vody protékají, a proto je nutné vybrat lokalitu, kde máme k dispozici vhodný výškový rozdíl, alespoň 1,3 m. Menší půdní filtry jsou konstruovány jako železobetonové skruže nebo plastové či kovové nádrže. Menším půdním filtrům se často předřazují biologické septiky. Filtrace probíhá směrem dolů. Větší filtry se navrhují jako těsněné zemní jímky s filtračním materiálem. Těsnícím materiálem je v těchto případech fólie z měkčeného PVC, vysokohustotního PE. K ochraně těsnících materiálů a jako přechodová vrstva mezi jílovitým těsněním a filtrační náplní se v současné době využívají následně ještě krycí a ochranné geotextilie (Šálek a Tlapák 2006).

Vlastní čištění se uskutečňuje tak, že na povrchu filtračního lože (písku) se vytváří tenká vrstva (šlem) rozloženého materiálu, sloužící jako biologická membrána, která zabraňuje rychlejšímu průtoku odpadní vody. Nad touto vrstvou se čištěná voda zdržuje až do výše 20 cm a díky postupnému prokapávání odpadní vody přes tuto vrstvu dochází k biologickému čištění odpadní vody mikroorganismy, které tvoří biologickou membránu. Vlivem delšího zdržení odpadní vody pak dochází k mineralizaci přítomných látek. A proto může být vzniklý kal deponován v celém filtračním tělese po celou dobu životnosti filtru (cca 20 let) (Šálek a Žáková 2008).

K základním otázkám patří samozřejmě stanovení filtrační plochy, výšky filtračního lože, určení vhodného stavebního materiálu, zatížení půdního filtru, rychlosti průtoku odpadních vod filtrem apod. Všechny uváděné parametry závisí především na složení odpadních vod, množství odpadních vod, druhu předčištění a požadovanému účinku. Orientačně a velmi obecně lze uvažovat o ploše půdního filtru okolo 1 - 5 m² na 1 EO, ale pozor, po řádném předčištění (Šálek a Tlapák 2006).

Čistící účinek, zejména u půdních filtrů s tzv. impulsním vyprazdňováním filtračního lože, je velmi vysoký. Účinnost čištění základních ukazatelů znečištění BSK, CHSK, NL, P a N látek je okolo 90 %. Mezi další výhody půdních filtrů musím zařadit především velmi nízké provozní náklady a nulovou spotřebu energie. Nevýhodou je však velká náročnost na plochu a omezená životnost (Sojka 2001; Kadam et al. 2008).

3.3.4 Kořenové čistírny odpadních vod

Kořenové čistírny jsou vhodné jak pro čištění odpadních vod u rodinných domů nebo skupin domů, hotelů, ale také jako obecní čistírny s kapacitou v řádu tisíců EO. Dokonce se v současné době navrhuje pro kapacitu několika desítek tisíc EO. Tyto čistírny se často používají po mechanickém předčištění odpadních vod. Pro domovní čistírnu postačuje jako předčištění jednoduchý septik nebo usazovací nádrž a pro menší obce je nejpoužívanější kombinace česlí a šterbinové nádrže, jsou však vhodné i vícekomorové anaerobní reaktory tzv. intenzifikované septiky. V případě jednotné kanalizace je nutné oddělit větší dešťové srážky a zařadit lapák písku a šterku (Vymazal 2004; Carty et al. 2008).

V dnešní době se kořenové čistírny používají na téměř všechny druhy odpadních vod, s vysokým obsahem organických látek, na odpadní vody ze zemědělské výroby a dokonce i na průmyslové odpadní vody např. z ropného a důlního průmyslu. Využívají přirozených fyzikálních, chemických a biologických procesů, které probíhají samovolně v přírodě v mokřadním prostředí (Smola 2011).

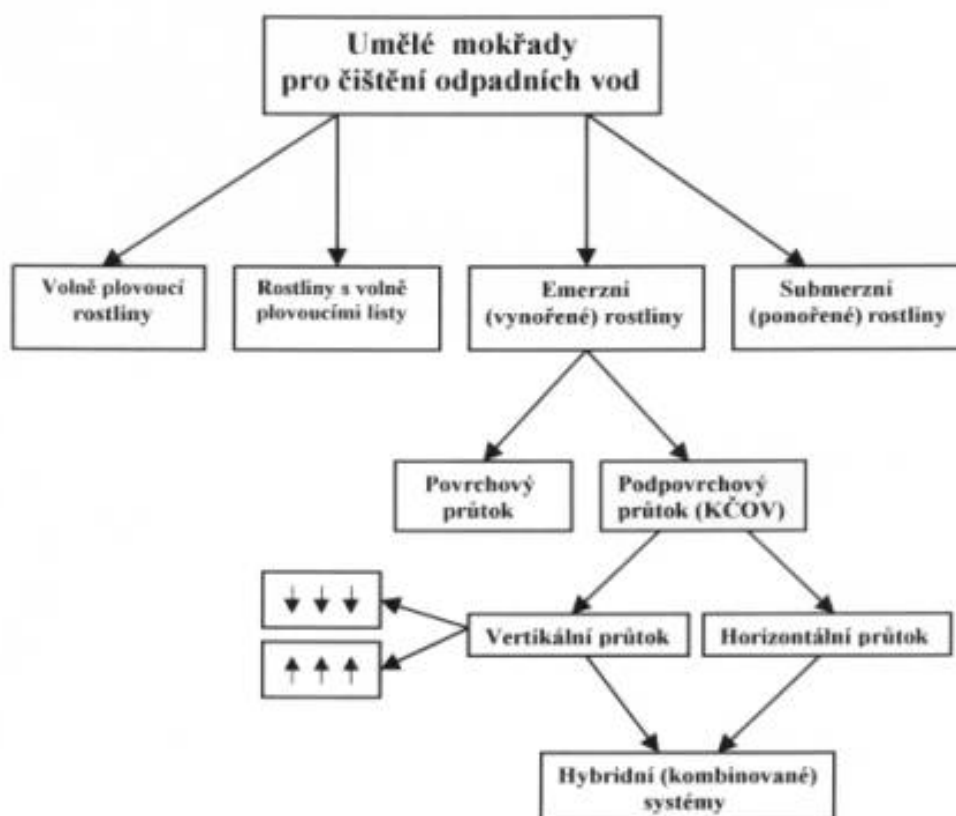
Přirozené mokřady se dnes využívají jen výjimečně, nekontrolovaným vypouštěním odpadních vod totiž dochází velice často k devastaci velkých mokřadních ploch. Proto se v současné době využívá tzv. umělých mokřadů. Umělý mokřad je komplexní ekosystém, který můžeme ovlivňovat a využíváme jej mimo jiné i k čištění odpadních vod od různých druhů znečištění, zejména od organického znečištění a částečně také od dusíku a fosforu. První pokusy s využitím mokřadů pro čištění odpadních vod byly zahájeny v Německu počátkem roku 1950. Poté se od šedesátých let tato metoda šířila již po celé Evropě (Mitsch et al. 2005).

Z počátku se používaly soudržné zeminy, které se však velmi rychle ucpávaly. Později byly nahrazeny více porézním materiálem, jako je štěrk apod. Tyto materiály se většinou používají i dnes. Umělé mokřady jsou navrhovány a konstruovány tak, aby byly využívány přirozené procesy při čištění odpadních vod. Zakládání umělých mokřadů nevyžaduje příliš velké finanční nároky. I provozní náklady jsou poměrně nízké. Dalšími velkými výhodami je jednoduchost provedení a snadné začlenění do okolní krajiny, vhodné i do chráněných krajinných oblastí (Hansen et al. 1998; Vymazal 2010).

Kořenové čistírny jsou tvořeny ze dvou sekcí – hrubé předčištění (česle, lapáky písku a štěrku, usazovací nádrže) a filtrační pole, které je osázeno vhodnými rostlinami (Sojka 2001).

Klasifikace umělých mokřadů je založena na vegetačním typu (obr. č. 4). Nejvhodnějšími rostlinami na základě dlouhodobé praxe jsou bahenní rostliny. Mají specifické vlastnosti růstu, které jim zaručují přežití i za extrémních podmínek jako je vysoká kyselost a alkalita odpadních vod a vysoký obsah toxických látek např. fenoly, tenzidy, těžké kovy. Nejpoužívanějšími druhy rostlin jsou dle zvoleného typu mokřadu rákos obecný, chrastice rákosovitá, orobinec širokolistý, zblochan vodní, stulík žlutý, leknín vonný, různé druhy okřehků a mnoho dalších (Cheng et al. 2002; Vymazal 2004).

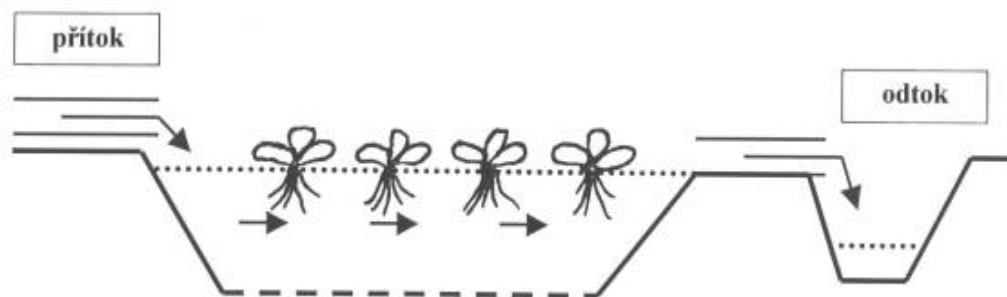
Další klasifikace je založena na směru proudění odpadních vod. Mokřady s povrchovým a podpovrchovým prouděním a také s horizontálním nebo s vertikálním prouděním. Různé typy umělých mokřadů mohou být kombinovány, aby se dosáhlo větší účinnosti, zejména při odstranění dusíku z odpadních vod. Účinnost kombinovaných mokřadů v odstranění organických látek, dusíku a fosforu může dosahovat více než 90 %. Výsledný čistící účinek je víceméně srovnatelný s umělými způsoby čištění odpadních vod (Leuderitz et al. 2001; Stottmeister et al. 2003).



Obr. č. 4: Klasifikace umělých mokřadů (Vymazal 2004).

Umělé mokřady s volně plovoucími rostlinami

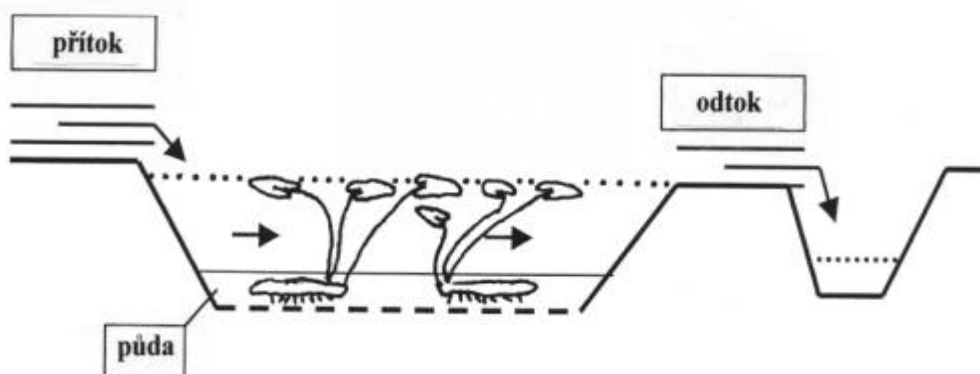
Umělé mokřady s volně plovoucími rostlinami využívají nejčastěji vodní hyacint nebo různé druhy okřeheků (obr. č. 5). Jeho hlavní čistící účinek je založen na odstraňování fosforu a dusíku z odpadních vod. Vzhledem k nutnosti pravidelného sklizení biomasy a nutnost neustálého provzdušňování u zatíženějších systémů je tento způsob čištění odpadních vod velmi neekonomický (Vymazal 2004).



Obr. č. 5: Schéma umělých mokřadů s volně plovoucími rostlinami (Vymazal 2007).

Umělé mokřady s rostlinami s volně plovoucími listy

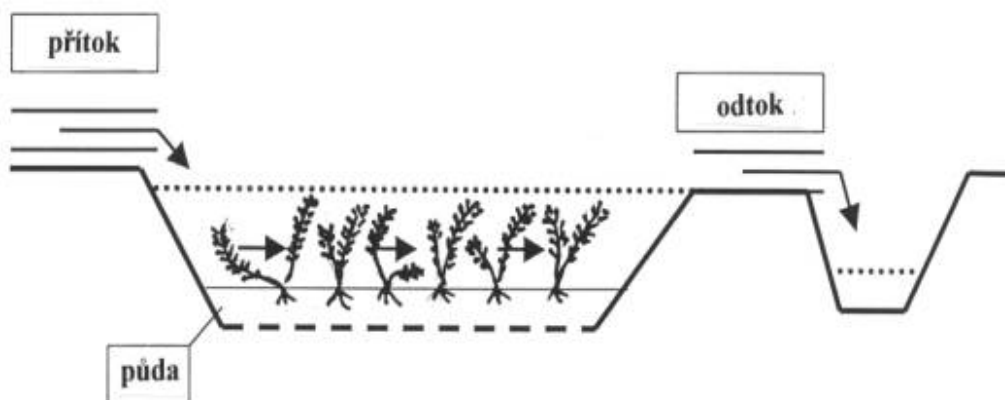
Využívání rostlin s volně plovoucími listy (např. leknín vonný, stulík žlutý) pro čištění odpadních vod (obr. č. 6) je ojedinělé. Rostliny sice kumulují značné množství živin, ale jejich odstraňování znamená zničení celého systému. Velké listy plovoucí na hladině brání průniku světla do vodního sloupce a tím je výrazně omezována produkce řas, které mají pozitivní vliv na průběh odstraňování znečištění z odpadních vod (Vymazal 2004).



Obr. č. 6: Schéma umělých mokřadů s rostlinami s volně plovoucími listy (Vymazal 2007).

Umělé mokřady s ponořenými rostlinami

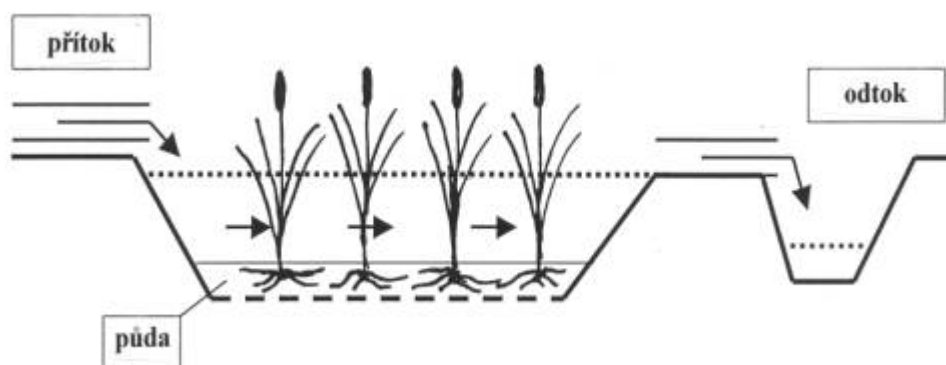
Využití tohoto způsobu čištění je omezeno jen na dočišťování odpadních vod, neboť submerzní rostliny mají velmi velké nároky na obsah kyslíku a na dostatek světla. A navíc odpadní voda nesmí obsahovat vyšší koncentrace nerozpuštěných látek, což u odpadních vod nelze zpravidla splnit (Vymazal 2004). Schéma tohoto systému je znázorněno na obr. č. 7.



Obr. č. 7: Schéma umělých mokřadů s ponořenými rostlinami (Vymazal 2007).

Umělé mokřady s vnořenými rostlinami s povrchovým tokem

Při tomto způsobu čištění jsou nečistoty odstraňovány ve vodním sloupci méně hlubokých nádrží (obr. č. 8). Nádrže jsou většinou 20 - 40 cm hluboké, zemina na dně nádrží slouží především jako substrát pro růst rostlin. Hlavní proces čištění odpadních vod se uskutečňuje ve vodním sloupci s hustým porostem emerzní vegetace (např. rákosem obecným, orobincem širokolistým a úzkolistým). Ponořené části mokřadních rostlin a odumřelé rostliny na dně nádrží slouží jako mechanický filtr pro znečišťující látky a jako životní prostředí pro bakterie, které se významně podílí na odstraňování znečištění (Vymazal 2004).



Obr. č. 8.: Schéma umělých mokřadů s vnořenými rostlinami s povrchovým tokem (Vymazal 2007).

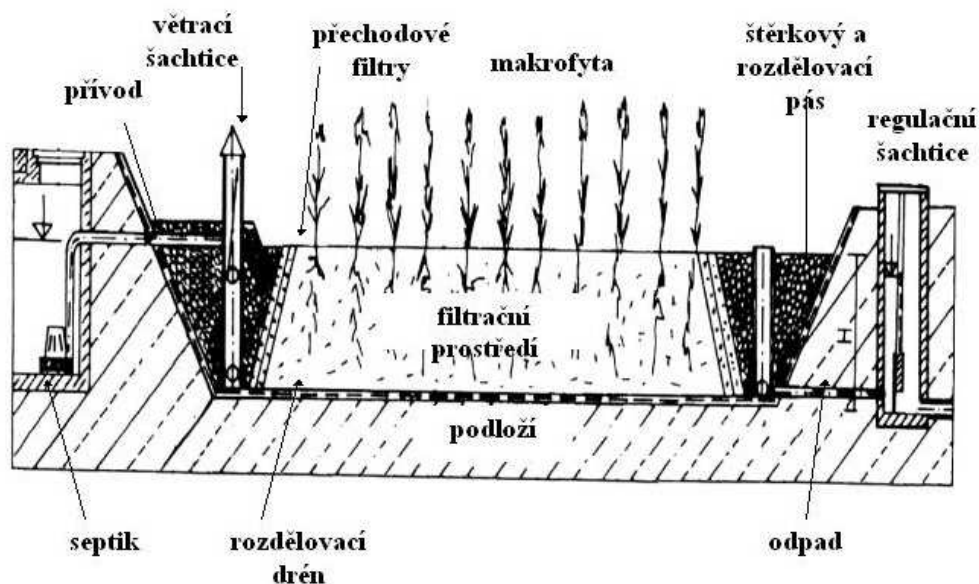
Umělé mokřady s vnořenými rostlinami s podpovrchovým horizontálním tokem

Tento typ kořenových čistíren je velmi častým typem umělých mokřadů, který se v současné době v České republice používá (obr. č. 9). Většina z nich je projektována jako hlavní stupeň čištění domovních a městských splaškových vod.

Počet připojených obyvatel na jednotlivé umělé mokřady se pohybuje od 2 do 1200 EO, přičemž nejvíce je navrženo pro rodinné domy do 10 EO.

Kořenové čistírny s horizontálním prouděním vyžadují bezpodmínečně kvalitní mechanické předčištění, které snižuje riziko zanášení filtračního prostředí. Do kořenové čistírny přitéká odpadní voda kontinuálně. Čistírny s horizontálním průtokem jsou zpravidla anoxické až anaerobní (bez kyslíku), což je základním požadavkem k denitrifikaci dusičnanů vzniklých při nitrifikaci (Vymazal 2004; Vymazal et Kropfelová 2009).

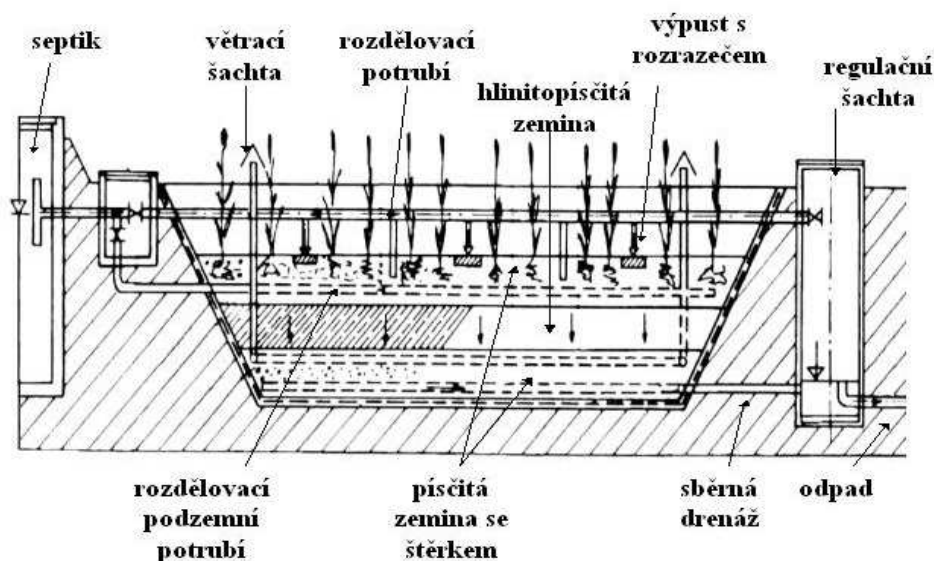
Principem tohoto způsobu čištění odpadních vod je protékání odpadní vody filtračním prostředím, které je osázeno mokřadními rostlinami. Hlavní funkcí mokřadních rostlin je, mimo jiné, zejména vytváření vhodných podmínek pro život mikroorganismů (bakterie, houby, prvoci), které se následně podílejí na čistícím procesu v kořenové čistírně. Nejčastěji se využívá jako mokřadní rostliny rákos obecný, chrastice rákosovitá, zblochan vodní a různé druhy orobinců. Jako filtrační materiál se nejčastěji používá dostatečně propustný štěrk se zrnitostí 4 až 32 mm, aby nedocházelo k zanášení a následnému povrchovému odtoku (Vymazal 1995; Vymazal 2005; Binek 2010).



Obr. č. 9: Schéma kořenové čistírny s horizontálním prouděním vody (Šálek a Tlapák 2006).

Umělé mokřady s vnořenými rostlinami s podpovrchovým vertikálním tokem

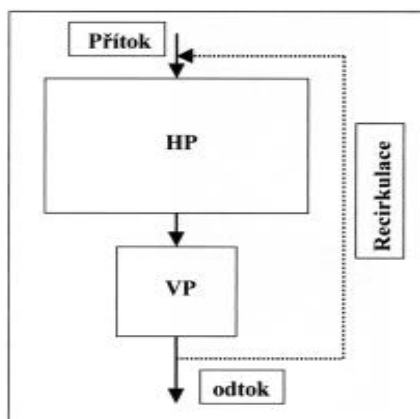
Na filtrační lože osázené mokřadními rostlinami odpadní vodu dávkuje průřezově. Na rozdíl od horizontálního systému jsou často nutná výkonná kalová čerpadla a složitější rozvodná zařízení. Voda poté postupně prosakuje přes vrstvy štěrku a písku a následně je odváděna z kořenové čistírny. Průřezové přivádění odpadní vody do systému zvyšuje možnost prokysličení filtračního lože, čímž jsou vytvářeny vhodné podmínky pro nitrifikaci, a tím i ke zlepšenému účinku při odstraňování amoniaku (Vymazal 2004). Základní schéma je uvedené na obr. č. 10.



Obr. č. 10: Schéma kořenové čistírny s vertikálním prouděním vody (Šálek a Tlapák 2006).

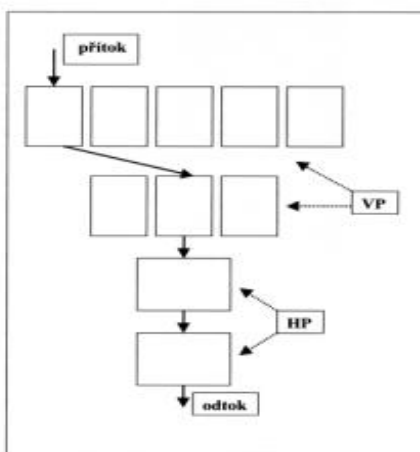
Hybridní (kombinované) systémy

Hybridní systémy využíváme především z důvodu dosažení co nejlepšího celkového čistícího účinku. Kombinované systémy spočívají nejčastěji v kombinaci horizontálního a vertikálního mokřadu. Dnes jsou nejčastěji používány dvě varianty. V první variantě nejprve protéká odpadní voda přes větší horizontální pole, kde se odbourávají vesměs organické a nerozpuštěné látky a poté je odpadní voda vedena do menšího vertikálního pole, kde probíhá v aerobním prostředí nitrifikace. A nakonec je část odtoku z vertikálního pole vrácena zpět do horizontálního pole, kde dochází k denitrifikaci (obr. č. 11) (Vymazal 2006; Vymazal et Kropfelová 2011).



Obr. č. 11: Schéma hybridního systému – 1. varianta (Vymazal 2006).

Ve druhé variantě (obr. č. 12) je odpadní voda zpočátku přiváděna do vertikálního pole, kde se uskutečňuje nitrifikace a částečné odstranění organických a nerozpuštěných látek. Poté je odtok veden do horizontálního pole, kde probíhá denitrifikace a odstraňování organických a nerozpuštěných látek.



Obr. č. 12: Schéma hybridního systému – 2. Varianta - (VP-vertikální pole, HP-horizontální pole) (Vymazal 2006).

3.3.5 Stabilizační nádrže

Stabilizační nádrže neboli biologické rybníky patří mezi nejlevnější a nejjednodušší zařízení pro čištění odpadních vod. Využívají zejména samočisticích procesů ve vodním prostředí s účastí vodních rostlin, různých bakterií a řas. V posledních letech jsou velmi často používány v menších obcích s menším množstvím odpadních vod a také pro dočištění biologicky vyčištěných vod. Pro

výstavbu stabilizačních nádrží jsou vhodné jak stávající a bývalé rybníky, ale také různé přirozené prohlubně v krajině (Hlavínek et al. 2003).

V menších obcích s jednotnou kanalizací slouží také velmi dobře jako zdrž pro dešťové vody.

V případě jednotné kanalizace je nutné zařadit před stabilizační nádrže hrubé čištění a sedimentační stupeň (např. šterbinovou nádrž). V případě oddělené kanalizace stačí předčištění v jednotlivých domovních septicích.

Vždy je nutné chránit stabilizační nádrže před nadměrným zanášením usaditelných částic. Nejefektivnější metodou je výstavba sestavy více za sebou řazených stabilizačních nádrží všech možných typů.

Stabilizační nádrže se dělí do tří základních skupin (Šálek a Tlapák 2006):

Aerobní biologické nádrže

- provzdušňované rybníky většinou mechanickým zařízením,
- doba zdržení by se měla pohybovat od několika dnů do dvou týdnů,
- hloubka nádrže bývá 1,8 – 4,5 metrů,
- nevýhodou jsou větší pořizovací nároky na provzdušňovací zařízení.

Anaerobní biologické nádrže

- hlavním cílem je rozrušit organickou hmotu a tím usnadnit mineralizaci v následných nádržích s aerobním prostředím,
- doba zdržení činí několik měsíců,
- hloubka nádrže bývá 2,5 až 3 metry,
- řasy se v nádržích téměř nevyskytují.

Fakultativní nádrže

- přechodné nádrže mezi aerobními a anaerobními nádržemi,
- v nádržích není rovnováha mezi aerobními a anaerobními procesy,
- rozpuštěné organické látky se oxidují bakteriemi za aerobních podmínek (vznik vody a oxidu uhličitého),
- usaditelné látky se odstraňují při anaerobních podmínkách (vznik organických kyselin, případně metanu) (Chudoba et al. 1991).

Stabilizační nádrže mohou být průtočné s regulovaným průtokem, anebo akumulární bez odtoku. V druhém případě musí být celkový odpar a vsakování dnem větší než přítok odpadní vody do nádrže.

Čistící účinek je poměrně velký již od počátku provozu, obzvláště čistící účinek při odstraňování bakteriálního znečištění je velmi vysoký. Další nespornou výhodou jsou malé provozní náklady a srovnatelné stavební náklady v porovnání s umělou mechanicko-biologickou čistírnou odpadních vod. Velkou výhodou je dlouhá životnost biologických rybníků. Nevýhodou je potřeba velké plochy stabilizační nádrže na 1 ekvivalentního obyvatele a závislost čistícího účinku na klimatických podmínkách a ročním období (Hassani et al. 1992).

4. Zájmové území - charakteristika obce Veselé

4.1 Základní charakteristika

Veselé je menší obec rozprostírající se na poměrně velkém území podél malé říčky Bystrá v nadmořské výšce 264 m n. m. Říčka Bystrá pramení u Nového Oldřichova a vlévá se do řeky Ploučnice v Benešově nad Ploučnicí. Bystrá spadá pod Povodí Ohře, státní podnik.

Celková rozloha katastru je 738,08 ha. Veselé má především zemědělský charakter. Cca 64 % (473 ha) rozlohy tvoří zemědělská půda a lesní půda téměř 27 % (196 ha) rozlohy. Obec se nachází v Ústeckém kraji ve východní části okresu Děčín, má vlastní obecní úřad zastoupený sedmičlenným zastupitelstvem a spadá do správního obvodu obce s pověřeným obecním úřadem Česká Kamenice. Obcí s rozšířenou působností je pro Veselé statutární město Děčín. Na obec plynule navazují bez zřetelného oddělení okolní obce – Markvartice a Kerhartice z jihu. Dalšími sousedy jsou na severu obec Janská, na východě Česká Kamenice (www.obec-vesele.cz).

Dominantou obce jsou čtyři strmé vrchy Veselka, Hana, Hájek a Strážný vrch s vrcholy tyčícími se do nadmořské výšky až 460 m n. m. Hlavní dopravní trasou pro obec Veselé je silnice I. třídy č. 13 vedoucí z Děčína přes severní část obce do České Kamenice. Silnice vedená celým územím obce od severu k jihovýchodu k obci Kerhartice je silnice III/2639. Z hlediska ochrany přírody spadá území obce do oblastí CHKO České středohoří a CHKO Labské pískovce. V obci bylo ke dni 22. 05. 2014 trvale žijících 325 obyvatel, z toho 157 žen a 168 mužů (tab. č. 1). Hustota osídlení je tedy cca 45 obyvatel na km² (www.obec-vesele.cz).

Tab. č. 1: Věková skladba obyvatelstva obce Veselé v roce 2014 (Obecní úřad ve Veselém ke dni 22. 05. 2014).

Věk	do 15 let	15 – 18 let	18 - 50 let	nad 50 let
Muži	28	4	81	55
Ženy	26	7	64	60

4.2 Historie

Historie obce sahá až do konce 13. století, kdy král a šlechta pozvala do Čech kolonisty z přelidněného Německa. První zmínka o obci je z roku 1380 v knize města Česká Kamenice.

Obec je dnes tvořena dvěma částmi - Veselé a Veselíčko. Jména jsou novodobá, ale původně zněla Freudenberg a Freudenheim. Zpočátku tyto části patřily pod Markvartice, od roku 1850 je Veselé samostatnou obcí (www.obec-vesele.cz).

V roce 1869 zde byla postavena železniční trať a v roce 1928 železniční zastávka, která byla v roce 1942 rozšířena pro potřeby koncentračního tábora Rabštejn. Po roce 1921 byl do obce zaveden elektrický proud (www.obec-vesele.cz).

V říjnu 1938 vešla do obce německá armáda, která byla tamním obyvatelstvem nadšeně vítána. Čeští a někteří němečtí občané odešli dále od hranic. Po osvobození v roce 1945 začíná novodobá historie obce. V této době nežil v obci ani jediný Čech. V červnu 1946 byl proveden odsun Němců, zůstali zde jen dva němečtí občané. Do obce přicházejí českoslovenští občané prakticky z celých Čech, Moravy a dokonce i ze Slovenska (www.obec-vesele.cz).

Po roce 1950 vzniklo JZD, postupně do něj vstupovali jednotliví soukromí zemědělci. V roce 1961 se družstvo sloučilo s JZD Markvarticemi, Kerharticemi a Huníkovem. Od roku 1957 začala v obci fungovat pošta, poté také prodejna potravin (Jednota), hostinec a mnoho dalších organizací (např. Český svaz mládeže, Sokol, Sbor dobrovolných hasičů apod.). V roce 1980 se obec Veselé začlenila pod Českou Kamenici. Po roce 1989 však opět získala svojí samostatnost (www.obec-vesele.cz).

4.3 Urbanistická struktura

Zástavba v obci je soustředěna podél říčky Bystrá a podél místní komunikace. Obec má smíšený charakter. V centrální části jsou zejména obytné domy prolínající se s průmyslovými a zemědělskými objekty. Obytné domy vesměs tvoří bývalé zemědělské usedlosti s velkými stodolami. Původní architektura je patrná v celé zdejší oblasti. Jeden z těchto objektů je dokonce zapsán ve státním seznamu kulturních památek. Nová architektura se nesmí příliš lišit od stávajících domů. Musí být přibližně zachován sklon střech, poměr omítky, kamene a dřeva a velikost oken.

Charakter obce ovlivňuje zdejší průmyslový objekt, rozsáhlý bývalý agrochemický podnik státního statku, dnes spíše používaný jako garáže nebo sklady krmiv a hnojiv. Z velké části je dnes téměř v havarijním stavu.

V současné době registruje Obecní úřad Veselé celkem 120 domů, z toho 90 trvale obydlených. Nová výstavba v obci je průměrně 2 nové domy za rok. Obytné domy jsou v obci roztroušené na velkém území, pouze v severní části obce je hustota obydlení poměrně vysoká. V obci je několik dalších nebytových objektů. Jedná se např. o obecní úřad, obchod se smíšeným zbožím, pohostinství, pneuservis, výrobu malovaného skla a výrobu betonové směsi (www.obec-vesele.cz).

4.4 Technická vybavenost

Obec Veselé má vlastní zdroj vody z prameniště pod Strážným vrchem. Na vodovod je napojena většina obyvatel. Kanalizační síť v obci není vybudovaná, dešťové i odpadní vody vytékají přímo do příkopů a dále do místní říčky Bystrá. Vytápění domů je po celé obci řešeno výhradně spalováním neekologických pevných paliv, k vytápění elektrickou energií dochází jen výjimečně. S ohledem na finanční náročnost elektrického vytápění a stále odkládanou výstavbu plánovaného plynovodu je téměř vyloučené v blízké době výrazné zlepšení (www.obec-vesele.cz).

4.5 Současný stav likvidace odpadních vod v obci Veselé

V obci není vybudovaná kanalizační síť. V současné době je řešena problematika nakládání s odpadními vodami klasicky jako ve většině obcí v republice. Z většiny objektů v obci jsou odpadní vody předčišťovány v septicích a dále vypouštěny přímo do vyhloubených příkopů podél komunikací a poté do místní říčky Bystrá. Septiky jsou zastaralé, nedostatečně udržované a jen zřídka kdy vyvážené. Jedinou činností obce v této oblasti je jen údržba a čištění stávajících příkopů a propustků pod silnicí, která vede přes celé území obce.

Domy v obci jsou rozprostřeny na velkém území, a tudíž nelze s ohledem na finanční možnosti obce vybudovat centrální kanalizační síť a následnou čistírnu odpadních vod pro celou obec.

V inkriminované severní části obce, kde je hustota zalidnění relativně vysoká, je veškerá odpadní voda odváděna přes septiky do zatrubněné stoky. Zatrubnění však

není dokončeno a odpadní voda vytéká z potrubí cca 150 m od místního potoka opět do odkrytého příkopu. Silně znečištěná odpadní voda teče podél nemalého počtu rodinných domů a obyvatelé mají samozřejmě oprávněné připomínky, že jim před domy protéká zapáchající voda. Zastupitelé obce se tímto problémem zabývají bohužel jen okrajově. V jižní části obce s menší hustotou domů není situace tak napjatá. Menší množství vyprodukované znečištěné odpadní vody je dostatečně ředěno dešťovou vodou anebo odpadní vodou relativně čistší a nezapáchající, takže občané nejsou téměř vůbec obtěžováni.

5. Metodika

Metodika vypracování diplomové práce spočívala ve sběru informací z řešeného území. Při sběru informací byla pozornost věnována především produkci odpadních vod a rozsahu a druhu znečištění odpadních vod v inkriminované části obce.

Sběr dat byl uskutečněn metodou dotazníku (plné znění dotazníku je uvedeno v příloze č. 11) a metodou analýzy odebraných vzorků z odpadních vod na určených místech dané lokality.

Výsledky dotazníku a analýz odpadních vod jsem zpracoval podrobně do tabulky a grafů. Na základě takto získaných dat byly navrženy nejvhodnější možnosti nakládání s odpadními vodami v obci. Výsledkem práce byl konkrétní návrh, jak nejlépe situaci s odpadními vodami v obci Veselé definitivně vyřešit.

5.1 Dotazník

Metoda dotazníku vlastní konstrukce je v této práci zaměřena na zjištění produkce odpadních vod a technické vybavenosti jednotlivých domácností v řešeném území. Zvláštní pozornost byla věnována průzkumu současného způsobu likvidace odpadních vod v severní části obce Veselé. Dotazník obsahoval celkem 14 otázek. Odpovědi na jednotlivé otázky byly doplňovací nebo zaškrťovací s vypsáním možností. Doplňovací otázky jsou označovány jako otázky otevřené, respondent může doplnit vlastní text. Zaškrťovací otázky jsou uzavřené, kde respondent má na výběr z několika možností. Zpracování dat z odevzdaných dotazníků spočívá ve vyhodnocení jednotlivých odpovědí, které uvádím v kapitole 6.1.

Dotazníky jsem roznesl do poštovních schránek všech 33 zainteresovaných domů. Počet odevzdaných dotazníků nebyl velmi vysoký (19 odevzdaných dotazníků je pouze necelých 60 %). Vysvětlení tak malého zájmu nejpravděpodobněji spočívá v tom, že v nedávné době v obci došlo k několika stížnostem právě na vypouštění nekvalitních odpadních vod do místních vodotečí a lidé měli dle mého názoru obavy se vyjadřovat k likvidaci vlastních odpadních vod.

5.2 Odběr vzorků odpadní vody z místních příkopů

Sledovat kvalitu odpadní vody na nejkritičtějších místech obce byl jeden z cílů diplomové práce. Bylo také třeba provádět kontrolu jakosti vypouštěných odpadních vod do konečného recipientu. Analýza odpadních vod spočívala ve sledování nejdůležitějších ukazatelů znečištění v místních příkopech a vodotečích. Pro kvalitativní rozbor odpadních vod bylo potřeba odebrat směsný vzorek. Odběr byl prováděn sléváním osmi stejných vzorků po dobu 2 hodin v intervalech 15 minut. Pro laboratorní analýzu je zapotřebí minimálně 1 litr vody.

Odběr jsem uskutečnil ve dvou obdobích, resp. ve dvou odlišných klimatických podmínkách. První odběr jsem provedl v letním měsíci při teplém počasí, kdy odpadní vody nejvíce obtěžují obyvatele, druhý odběr v zimě při lehce minusové teplotě. Odběr vzorků odpadní vody byl proveden na třech místech v obci (obr. č. 13, foto č.1, 2 a 3). Odběr vzorků jsem provedl pomocí plastové láhve, kterou jsem připevnil na tyč dlouhou přibližně 2 metry. Vzorky jsem v průběhu odběru a až do odvozu do laboratoře uchovával v chladu a na místě chráněném před sluncem a teplem. Rozbor odpadní vody provádělo Povodí Labe, státní podnik laboratoř Ústí nad Labem. Pro požadované zjištění přesného znečištění odpadních vod v zájmové lokalitě byl chemický rozbor soustředěn na tyto ukazatele: N-NO₂, N-NO₃, N-NH₄, P_{celk.}, NL-nerozpuštěné látky, BSK₅¹, CHSK_{Cr}².

Rozbor byl prováděn těmito metodami:

N-NO₂, N-NO₃ pomocí diskretní spektrofotometrie - ČSN EN ISO 13395,

N-NH₄ také pomocí metody diskretní spektrofotometrie - ČSN EN ISO 11732,

P_{celk.} průtokovou analýzou - ČSN EN ISO 15681-2,

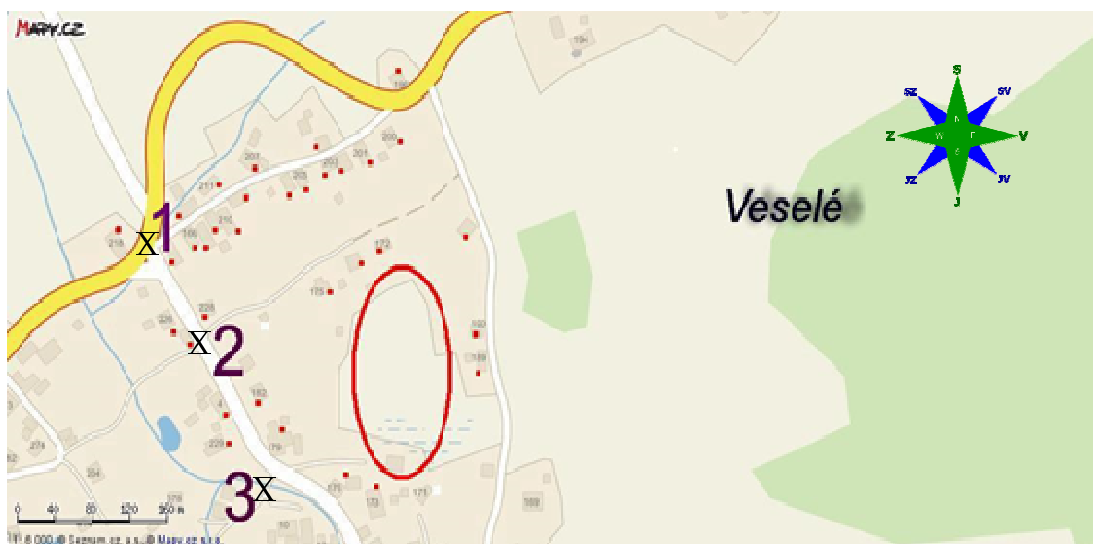
NL metodou filtrace filtrem ze skleněných vláken - ČSN EN 872,

BSK₅ metodou biochemické spotřeby kyslíku - ČSN ISO 1899-1,2,

CHSK_{Cr} dichromanovou metodou - ČSN ISO 6060.

¹ BSK₅ - biochemická spotřeba kyslíku po pěti dnech – udává množství kyslíku, které je zapotřebí pro odbourání organických látek z vody

² CHSK_{Cr} - chemická spotřeba kyslíku – uvádí množství kyslíku, které je potřeba při oxidaci organických látek ve vodě působením dichromanu draselného



Obr. č. 13: Severní část obce Veselé – křížky a číslice vyznačují tři místa odběrů vzorků odpadní vody, ovál ukazuje na místo kde navrhují výstavbu čistírny odpadních vod a červené tečky zvýrazňují objekty, se kterými počítám pro připojení na navrhovanou čistírnu odpadních vod (www.mapy.cz) (cit. 2013. 08. 20).



Foto č. 1: Odběrné místo číslo 1 (foto 2013).



Foto č. 2: Odběrné místo číslo 2 (foto 2013).



Foto č. 3: Odběrné místo číslo 3, zde odpadní vody z celé oblasti vtékají do místního potoka Bystrá (foto 2013).

6. Vyhodnocení dotazníku a výsledků chemického rozboru odpadních vod

6.1 Vyhodnocení dotazníku

Vlastní dotazník, který byl předložen občanům k vyplnění, je v plném znění uveden v příloze č. 11. Vyhodnocení dotazníku spočívá v krátkém shrnutí odpovědí, v některých případech jsou odpovědi znázorněny graficky.

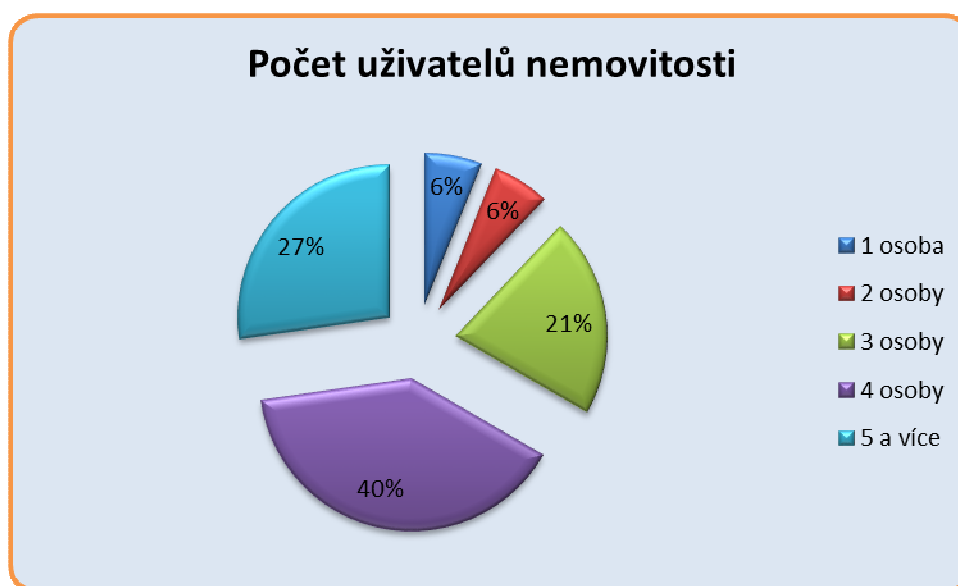
Dotazník obsahoval následující otázky:

Otázka 1 - Vaše číslo popisné?

Vyplnění tohoto údaje bylo zcela dobrovolné, byla zaručena plná anonymita.

Otázka 2 - Počet uživatelů nemovitosti.

Tato otázka měla za cíl zjistit velikost populace v zájmovém území. Odpovědi byly dále rozděleny na počet dětí a počet dospělých v jednotlivých domácnostech. V řešeném území, které jsem podrobně popsal už v dřívějších kapitolách, žije v současné době dle informací z obecního úřadu celkem 127 osob, z toho 27 dětí do 18 let. V grafu (obr. č. 14) jsou dále rozděleny objekty podle počtu uživatelů v jednotlivých nemovitostech. Graf znázorňuje počet uživatelů všech nemovitostí v zájmové lokalitě, aktuální údaje jsem získal na místním obecním úřadě.

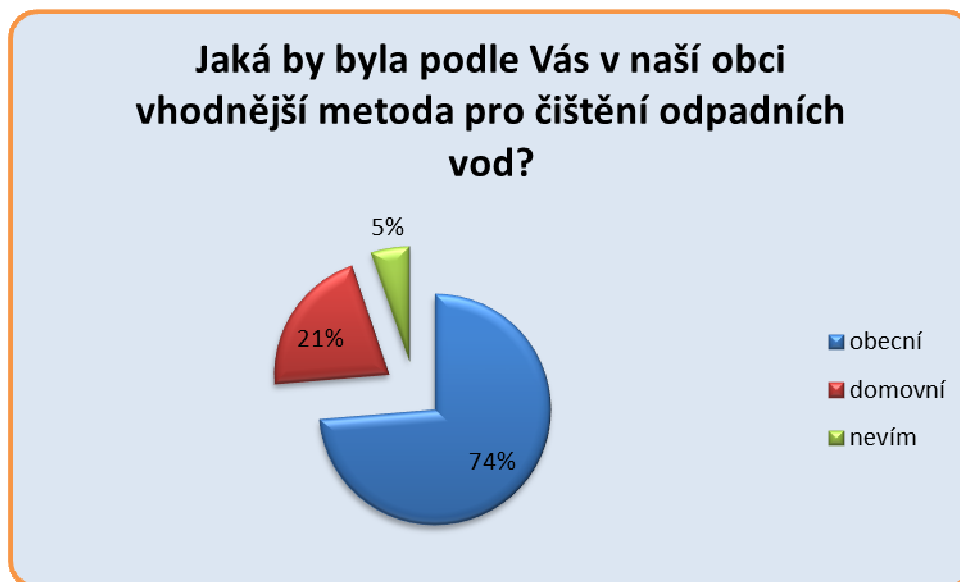


Obr. č. 14: Grafické vyhodnocení otázky č. 2 - hodnoty získány na Obecním úřadě obce Veselé.

Otázka 3 - Jaká by byla podle Vás v naší obci vhodnější metoda pro čištění odpadních vod?

- na obecní úrovni (centrální obecní čistírna odpadních vod)
- na úrovni domovních čistíren odpadních vod (majitel nemovitosti si zajistí sám bezzávadné vypouštění odpadních vod)
- nevím

Odpovědi na tuto otázku měly ukázat, zda je v naší obci většinová podpora pro výstavbu vhodné čistírny odpadních vod. Dle odpovědí je zřejmé, že většina obyvatel podporuje metodu pro čištění odpadních vod na obecní úrovni. Pro domovní čistírny se vyslovilo z 19 respondentů pouze čtyři a to zřejmě proto, že právě oni již domovní čistírnu vlastní. Jeden respondent označil odpověď nevím (obr. č. 15).



Obr. č. 15: Grafické vyhodnocení otázky č. 3.

Otázka 4 - Vaše roční spotřeba vody na číslo popisné?

Roční spotřeba vody (v roce 2013) všech 33 objektů v dané oblasti je 2784 m³, což je průměr na jeden objekt 85 m³. S ohledem na malý počet odevzdaných dotazníků jsem byl nucen tento údaj vyhledat na místním obecním úřadě. Na místním obecním úřadě jsem také získal roční spotřebu vody uživatelů všech 33 nemovitostí, nacházejících se v zájmové lokalitě (obr. č. 16).



Obr. č.. 16: Grafické vyhodnocení otázky č. 4 – hodnoty získány na Obecním úřadě obce Veselé.

Následujících pět otázek bylo zaměřeno na zjištění technické vybavenosti domácností. Z odpovědí je patrné, že technická vybavenost jednotlivých domácností je na standardní úrovni, žádné neobvyklé odpovědi se v dotaznících neobjevovaly. Jen mě překvapil velmi malý počet myček v domácnostech, což má velký vliv na spotřebu vody v oblasti.

Otázka 5 - Jak často perete prádlo za týden?

Většina odpovědí se pohybovala mezi 2x - 3x za týden (obr. č. 17).

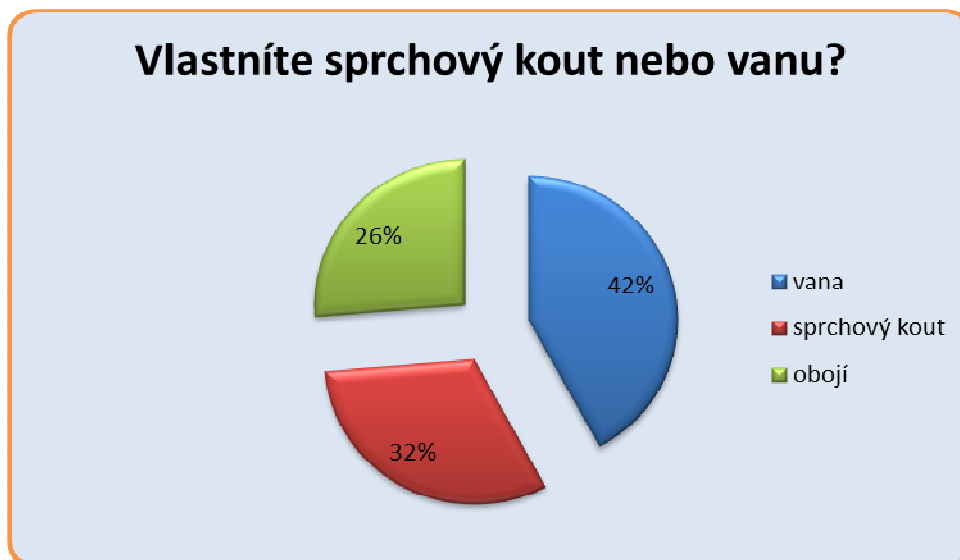


Obr. č. 17: Grafické vyhodnocení otázky č. 5.

Otázka 6 - Vlastníte:

- sprchový kout, počet na objekt
- vanu, počet na objekt

Výše uvedené možnosti odpovědí byly v dotaznících velmi vyrovnané, lehkou převahu měly v jednotlivých domácnostech vany (obr. č. 18).



Obr. č. 18: Grafické vyhodnocení otázky č. 6.

Otázka 7 - Vlastníte myčku na nádobí?

Tyto odpovědi mě, jak jsem již výše uvedl, velmi překvapily. Jen jedna třetina oslovených odpověděla, že vlastní myčku na nádobí (obr. č. 19). V dnešní době bych očekával mnohem výraznější počet myček na nádobí, patrně je to ovlivněno tím, že výzkum byl prováděn na venkově.



Obr. č. 19: Grafické vyhodnocení otázky č. 7.

Otázka 8 - Jak často myjete nádobí v myčce za týden?

Většina oslovených uvedla, že myje nádobí v myčce v průměru 4x za týden (obr. č. 20).



Obr. č. 20: Grafické vyhodnocení otázky č. 8.

Otázka 9 - Používáte nějaká další zařízení a činnosti produkující odpadní vody, které se dostávají do Vašeho zařízení na čištění odpadních vod (např. mytí auta)? Pokud ano, jaké?

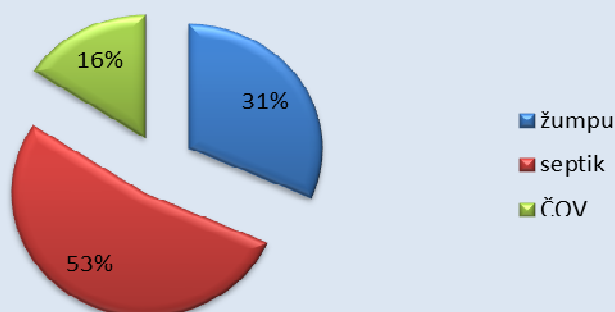
V odpovědích se neobjevilo žádné další zařízení ani činnosti produkující odpadní vody.

Otázka 10 - V současné době používáte k předčištění a odvádění odpadní vody jaké zařízení?

- žumpu (bez odtoku)
- septik (s odtokem) – jednokomorový / dvoukomorový / vícekomorový
- domovní čistírna odpadních vod

Z 19 odevzdaných dotazníků je zřejmé, že nejčastějším způsobem čištění odpadních vod v obci Veselé je septik a to dvoukomorový, výjimečně i vícekomorový. Dalším velmi častým způsobem je žumpa, pravidelně vyvážena. Jen zřídka se objevuje domovní čistírna odpadních vod. Poměr mezi septikem, žumpou a domovní čistírnou je 10 : 6 : 3 (obr. č. 21). Na základě údajů z obecního úřadu ve Veselém je tento poměr uváděn i v celé inkriminované oblasti. Bohužel musím konstatovat, že výše uvedený poměr nenasvědčuje tomu, že likvidace odpadních vod v zájmové lokalitě probíhá ideálně.

V současné době používáte k předčištění a odvádění odpadní vody jaké zařízení ?



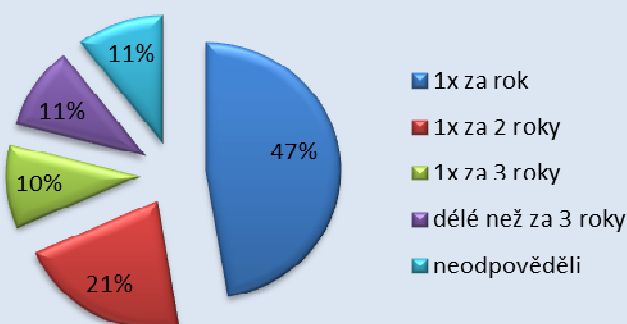
Obr. č. 21: Grafické vyhodnocení otázky č. 10.

Otázka 11 - Usazené kaly vyvážíte ze zařízení:

- jak často a v jakém množství?

Vyvážení stávajících zařízení neprobíhá v některých objektech zrovna nejideálněji. Z odevzdaných dotazníků lze vyčíst, že vyvážení se provádí nejčastěji jednou za rok až jednou za dva roky. Byly uváděny dokonce odpovědi 1x za tři roky nebo 1x za čtyři roky (obr. č. 22). S ohledem na četnost vyvážení kalů z některých zařízení je znečištění v místních příkopech vcelku pochopitelné. Majitelé některých zařízení se nechovají tak, jak by měli. Vyvážení provádí méně často, než jak jim říkají současné normy a vypouštějí do místních vodotečí více znečištěné odpadní vody.

Jak často vyvážíte usazené kaly ze zařízení?



Obr. č. 22: Grafické vyhodnocení otázky č. 11.

Otázka 12 - Odtok ze zařízení je odváděn:

- přímo do stoky
- jako trativod (vsakování na pozemek)

U jedné poloviny objektů se odvádí odpadní voda ze stávajícího zařízení přímo do stoky a u druhé poloviny dochází ke vsakování odpadní vody pod zemský povrch (obr. č. 23). Z tohoto zjištění je zřejmé, že je nutné navrhnout jak napojit veškerý odtok do místní kanalizace, která by byla napojena na plánovanou čistírnu odpadních vod.



Obr. č. 23: Grafické vyhodnocení otázky č. 12.

Otázka 13 - Výstavba zařízení k čištění odpadních vod je datována k jakému roku?

Doplňte i rok případné modernizace a o jakou úpravu zařízení se jednalo!

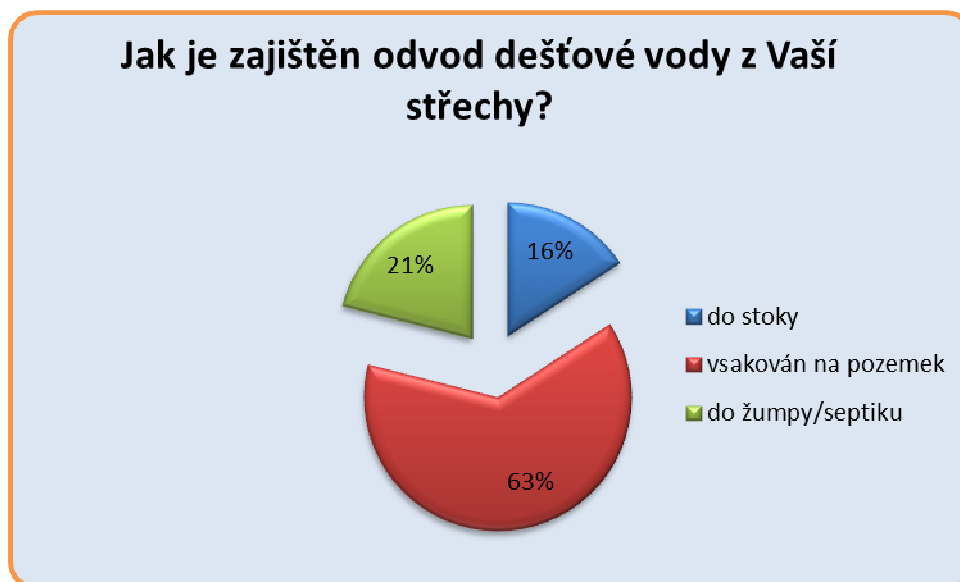
U této otázky se většinou žádné odpovědi neobjevovaly, tudíž lze si domyslet, že datum výstavby zařízení k čištění odpadních vod je obvykle totožný s výstavbou celého objektu. Někteří respondenti jen informovali o dostavbách přepážek v septicích či o doplnění zařízení například o pískovou filtraci.

Otázka 14 - Jak je zajištěn odvod dešťové vody z Vaší střechy?

- přímo do stoky
- do Vašeho zařízení (septik, žumpa atd.)
- na pozemek (vsakování)

Dešťové vody se ze střech jednotlivých objektů většinou odvádí na pozemky ke vsakování do půdy, jen asi jedna třetina respondentů oznámila, že dešťové vody

odvádí přímo do místní kanalizace či do septiku (obr. č. 24). Z těchto odpovědí je jasné, že se jedná o jednotnou kanalizaci a je nutné s touto informací počítat v návrhu na výstavbu vhodné čistírny odpadních vod v naší obci. V návrhu se musí počítat s odlehčovací komorou anebo s úplným odvodem dešťové vody mimo kanalizaci vedenou k čistírně odpadních vod.



Obr. č. 24: Grafické vyhodnocení otázky č. 14.

Odpovědi v dotazníku na položené otázky, zejména na otázky týkající se současné likvidace odpadních vod naznačují, že situaci je zapotřebí v co nejbližší době řešit. Současné nakládání s odpadními vodami v obci není dobré, uvědomují si to i obyvatelé obce a z odpovědí je patrné, že většina je pro centrální čistírnu odpadních vod.

6.2 Vyhodnocení výsledků chemického rozboru odpadních vod

V této části práce jsou zpracovány výsledky laboratorních rozborů odebraných vzorků odpadní vody z jednotlivých odběrných míst. Následně jsou porovnány s emisními standardy resp. s přípustnými hodnotami koncentrací ukazatelů znečištění vypouštěných odpadních vod, které stanovuje nařízení vlády č. 23/2011 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 (CHSK_{Cr} – 150 mg/l, BSK₅ – 40 mg/l a NL-nerozpuštěné látky – 40 mg/l).

Dále jsou výsledky porovnány s limity, které by pravděpodobně stanovil vodoprávní úřad v povolení pro vypouštění vyčištěné odpadní vody do konečného recipientu (vodní tok Bystrá). Hodnoty limitů, které by byly pravděpodobně stanovené, byly získány dne 04. 02. 2014 po rozhovoru s ing. Klímovou z Povodí Ohře na pobočce v Terezíně. Tyto limity by Povodí Ohře velmi pravděpodobně stanovilo na základě již stanovených limitů pro již dobře fungující čistírnu odpadních vod v nedaleké sousední obci v Markvarticích, která vypouští vyčištěné odpadní vody do stejného konečného recipientu.

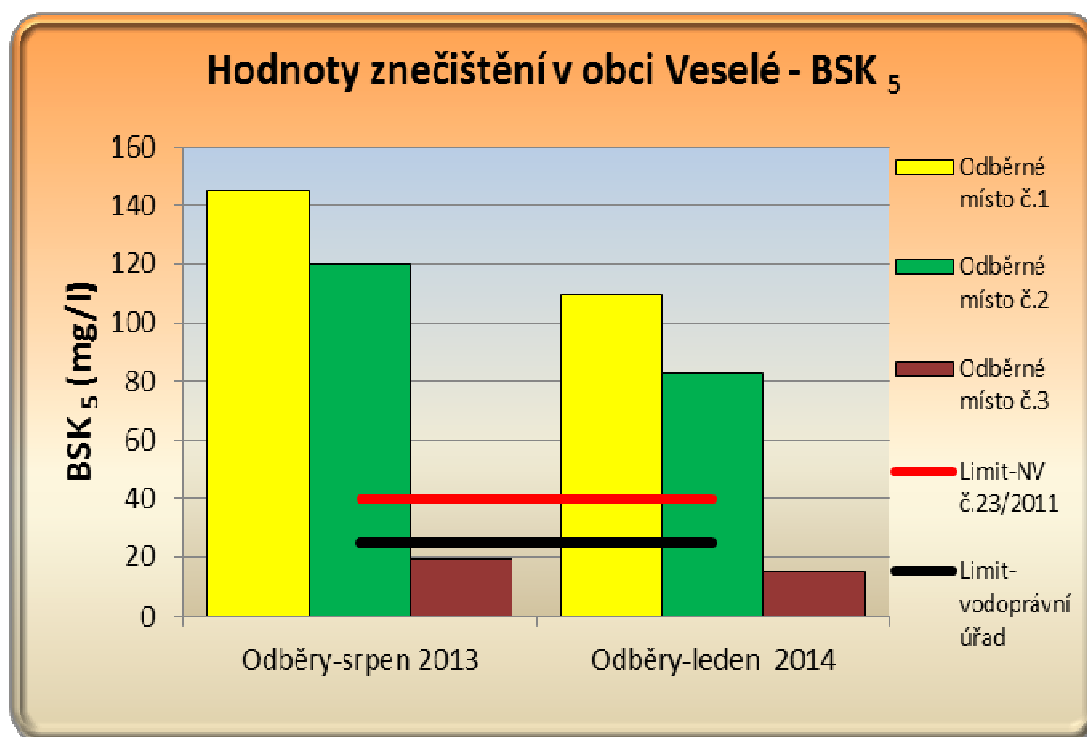
Výsledky rozborů jsou současně porovnány i s limity, které již byly stanoveny ve vodoprávním rozhodnutí pro provozuschopné čistírny odpadních vod v Markvarticích, v Děčíně Loubí a v Srbské Kamenici. Zmíněné čistírny byly vybrány náhodně z blízkého okolí obce Veselé. Důvodem, proč jsou zmíněny, je poukázat na skutečnost, že vodoprávní úřad stanovuje emisní limity pro vypouštění odpadních vod z jednotlivých čistíren většinou ve srovnatelných hodnotách. Zmíněné čistírny mají vždy podobnou kapacitu jako čistírna odpadních vod potřebná v obci Veselé. Srbská Kamenice provozuje kořenovou čistírnu (cca 5 km severně od obce Veselé) vypouští vyčištěné odpadní vody do zhruba stejně veliké říčky Kamenice. V Děčíně je mechanicko-biologická čistírna na principu nízkozátěžové aktivace a konečným recipientem je řeka Labe. A v sousedních Markvarticích je také mechanicko-biologická čistírna na principu aktivace, konečným recipientem je stejná říčka jako v obci Veselé, říčka Bystrá. I přes rozdílné lokality a recipienty jsou stanovené limity v povolení pro vypouštění vyčištěné odpadní vody do konečného recipientu vodoprávním úřadem až na malé výkyvy obdobné (CHSK_{Cr} – 100 mg/l, BSK₅ – 25 mg/l a nerozpuštěné látky – 25 mg/l).

Výsledky jsou prezentovány jednak ve formě tabulky (tab. č. 2), a jednak ve formě grafické (obr. č. 25, 26 a 27). Grafické hodnocení porovnává výsledky rozborů odebraných vzorků s limity jednotlivých ukazatelů znečištění, které by byly s velkou pravděpodobností stanoveny v povolení k vypouštění odpadních vod do řeky Bystrá pro navrhovanou čistírnu odpadních vod v obci Veselé.

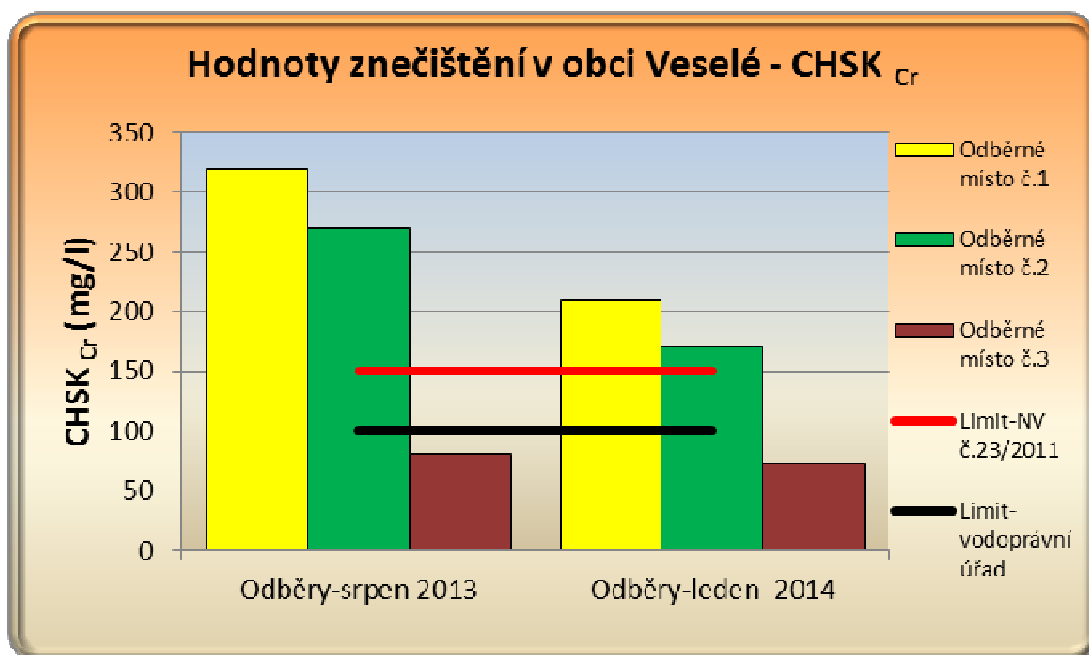
Tab. č. 2: Porovnání hodnot znečištění odpadních vod v obci Veselé – odběrná místa, emisní limity podle NV č. 23/2011 a pravděpodobně stanovené limity vodoprávním úřadem v povolení pro vypouštění vyčištěné odpadní vody do konečného recipientu – červeně zvýrazněné hodnoty překračují uvedené emisní limity.

Ukazatel znečištění	<u>Odběr Srpen 2013</u>	<u>Odběr Leden 2014</u>	<u>Odběr Srpen 2013</u>	<u>Odběr Leden 2014</u>	<u>Odběr Srpen 2013</u>	<u>Odběr Leden 2014</u>	<u>Emisní limity NV č. 23/2011</u>	<u>Emisní limity říčka Bystrá vodoprávní úřad</u>
	Odběrné místo č. 1		Odběrné místo č. 2		Odběrné místo č. 3			
pH	7,8	7,6	7,8	7,7	7,9	7,8	-	-
N-NO ₂ (mg/l)	0.015	0,022	0.018	0,027	0,240	0,210	-	-
N-NO ₃ (mg/l)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,2	-	-
N-NH ₄ (mg/l)	50	32	41	25	24	20	-	-
P celk. (mg/l)	8,2	4,5	7,1	3,4	3,9	2,1	-	-
Nerozpuštěné látky (mg/l)	57	51	55	47	31	30	40	25
BSK ₅ mg/l)	145	110	120	83	19	15	40	25
CHSK _{Cr} (mg/l)	320	210	270	170	81	72	150	100

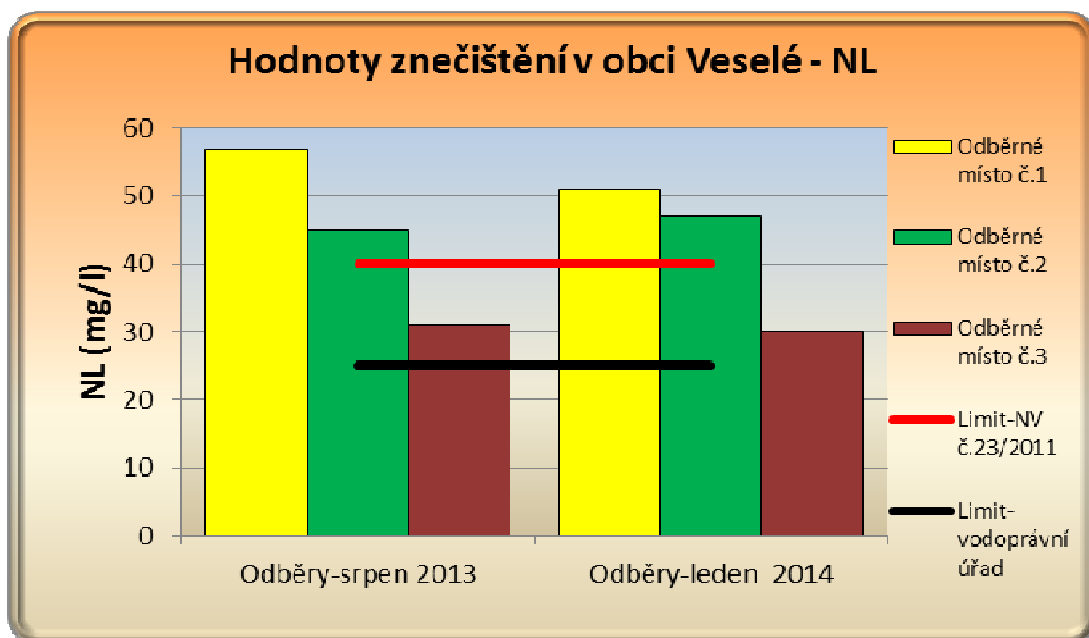
Z tabulky je zřejmé, že znečištění odpadních vod je nejvyšší na odběrném místě č. 1 (foto č. 1 – viz kap. 5. 2). Odběrné místo č. 1 je totiž místo, kam odpadní vody přitékají zatrubněnou stokou přímo z většiny objektů v inkriminované severní části obce Veselé. Na odběrném místě č. 2 (foto č. 2 – viz kap. 5. 2), je znečištění o malinko menší, neboť přitéká z odběrného místa č. 1, kde se odpadní vody po nějakou dobu zdržují v bujné vegetaci. Odpadní voda na odběrném místě č. 3 (foto č. 3 – viz kap. 5. 2), resp. voda vtékající do konečného recipientu říčky Bystrá, je znečištěna nejméně. Předpokládám, že hlavním důvodem proč tomu tak je, je to, že odpadní voda protéká celým územím severní části v otevřeném příkopu, kde roste mnoho rostlin. Příkop funguje podobně jako kořenová čistírna odpadních vod. Bohužel si příkop nedokáže poradit se silným zápachem odpadní vody, zejména v letních měsících.



Obr. č. 25: Porovnání hodnot znečištění odpadních vod (BSK₅) v obci Veselé s předpokládaným limitem stanoveným vodoprávním úřadem a s limitem dle NV č.23/2011.



Obr. č. 26: Porovnání hodnot znečištění odpadních vod (CHSK_{Cr}) v obci Veselé s předpokládaným limitem stanoveným vodoprávním úřadem a s limitem dle NV č.23/2011.



Obr. č. 27: Porovnání hodnot znečištění odpadních vod (Nerozpuštěné látky) v obci Veselé s předpokládaným limitem stanoveným vodoprávním úřadem a s limitem dle NV č.23/2011.

Hlavním cílem těchto grafů je jednoznačně poukázat na to, jak vysoké jsou hodnoty jednotlivých parametrů znečištění na odběrných místech v obci. Z grafů lze také vyčíst srovnání naměřených hodnot s předpokládanými limity, které by pravděpodobně stanovil vodoprávní úřad v povolení pro vypouštění vyčištěných odpadních vod z navrhované čistírny odpadních vod do konečného recipientu (vodní tok Bystrá). Předpokládané limity, které jsem získal z Povodí Ohře, a které jsou zaneseny v grafech, jsou obdobné jako limity stanovené již v existujících provozech v obcích Markvartice, Srbská Kamenice anebo v nedalekém Děčíně (CHSK_{Cr} – 100 mg/l, BSK₅ – 25 mg/l a nerozpuštěné látky – 25 mg/l).

Tyto ukazatele, které se sledují v průběhu provozů všech čistíren odpadních vod, jsou ve srovnání s pravděpodobnými budoucími limity několikanásobně zvýšené. Obzvláště na odběrných místech č. 1 a č. 2, která jsou u hlavní komunikace, kde obyvatelé mají své domy a dennodenně procházejí desítky lidí, jsou neúnosně vysoké. Jen na odběrném místě č. 3 (vyústění odpadních vod do místní říčky Bystrá) jsou hodnoty většinou nižší než by stanovil vodoprávní úřad, neboť jak již bylo uvedeno, než doteče odpadní voda až do říčky Bystrá, zdržuje se delší čas v otevřeném příkopu, kde je značně rozvinuta vegetace různých druhů rostlin. Příkop tak funguje jako menší kořenová čistírna odpadních vod. Z hlediska ekologického to je velmi pozitivní, že nevtékají do říčky silně znečištěné vody, ale z hlediska kvality života podél hlavní komunikace to nemění nic na tom, že situace nakládání s odpadními vodami v severní části obce Veselé je velmi kritická a jsou nutné zásadní změny v této oblasti.

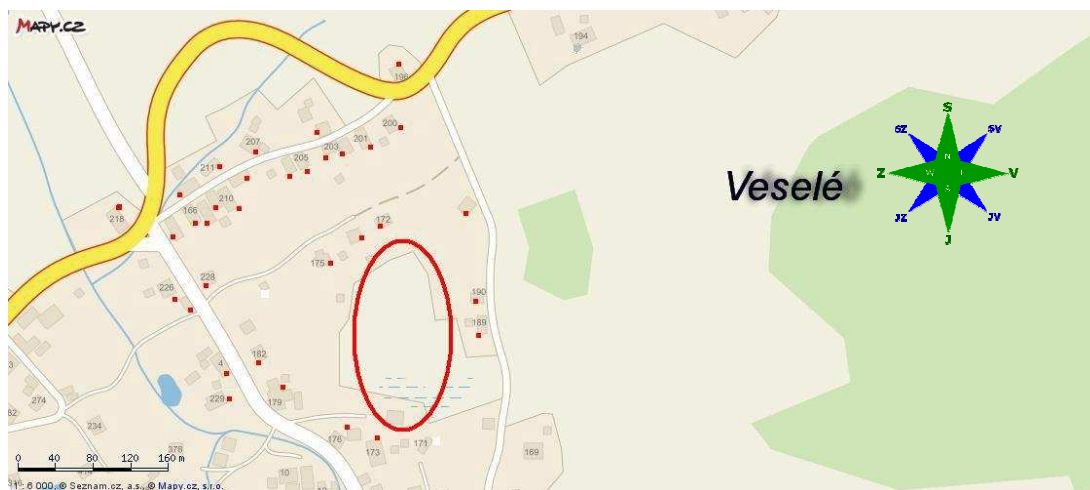
7. Návrh variant výstavby čistírny odpadních vod v zájmové lokalitě

S ohledem na omezené finanční možnosti obce, ale také na technickou náročnost případné výstavby, nelze v blízké době vybudovat kvalitní stokovou síť, která by odváděla odpadní vody z celého území obce Veselé do jedné velkokapacitní čistírny odpadních vod pro celou obec. Stoková síť by byla velmi rozlehlá a byla by zapotřebí i velmi výkonná kalová čerpadla. Proto jsem se rozhodl navrhnout řešení jen pro severní část obce, kde je situace s odpadními vodami nejhorší a kumulace domů a obyvatel největší. Pro zbylou část obce, která je svou rozlohou velmi velká (cca 400 000 m²) a domy jsou roztroušeny na velkém území, počítám s výstavbou nových účinných septiků s pískovými filtracemi nebo moderních domovních čistíren odpadních vod. Možnou variantou je také modernizace některých stávajících zařízení. Pro tuto variantu v této části obce navrhuji samozřejmě určitou finanční podporu obce.

Severní část, se kterou kalkuluji v mém projektu (obr. č. 28 a 29) má rozlohu cca 120 000 m², skládá se ze dvou vedlejších ulic a z několika dalších poblíž stojících domů. V dotčeném území se nachází celkově 33 rodinných domů a žilo zde ke dni 22. 05. 2014 127 obyvatel.



Obr. č. 28: Mapa obce Veselé – červený ovál znázorňuje severní část obce, resp. zájmovou lokalitu (www.mapy.cz) (cit. 2013. 08. 20).



Obr. č. 29: Severní část obce Veselé – červené značky označují objekty, se kterými počítám v mém projektu a červený ovál uprostřed mapy znázorňuje místo výstavby čistírny (www.mapy.cz) (cit. 2013. 08. 20).

Oblast má s ohledem na můj návrh velmi výhodnou svažitost. Sklon stokové sítě by byl téměř v optimální podobě, nejnižší bod je právě u místa, kde navrhuji výstavbu nového zařízení na čištění odpadních vod. Místo výstavby (foto č. 4) je navrženo v těsné blízkosti konečného recipientu (foto č. 5), potoka Bystrá. Pozemky na navrhovaném místě výstavby jsou z části majetkem obce Veselé. Další pozemky, které jsou ve vlastnictví soukromých osob, by bylo možné bez větších problémů, po předběžných jednáních s vlastníky, vykoupit či směnit za jiné. Vhodných míst je však v obci několik a není velkou překážkou vybudovat mnou navrhovanou metodu čištění odpadních vod i na jiném místě. Tento projekt počítá především s návrhem nejvhodnější metody čištění odpadních vod v inkriminované části obce. Nejvhodnější metoda spočívá hlavně v nejekologičtější a finančně nejzajímavější variantě pro naši obec. Pro obec Veselé patří mezi hlavní kritéria, proč a jakou variantu nakonec zvolit, zejména velikost zastavěné plochy, jednoduchost provedení, investiční náklady na výstavbu, provozní náklady na obsluhu zařízení a obzvláště estetické začlenění čistírny do okolní krajiny.



Foto č. 4: Navrhované místo výstavby čistírny odpadních vod (foto 2014).



Foto č. 5: Konečný recipient, potok Bystrá – vpravo dole (žlutá šipka) je k vidění vyústění místního příkopu se znečištěnou vodou (foto 2014).

Můj návrh počítá s dvěma variantami. Jednou možností, jak vyřešit zdejší situaci likvidace odpadních vod, aniž by obtěžovaly místní obyvatele, je výstavba mechanicko – biologické čistírny odpadních vod. Tato varianta je v poslední době nejrozšířenějším způsobem čištění odpadních vod v menších obcích. Hlavní výhodou

je malá zastavěná plocha. Druhou variantou je výstavba kořenové čistírny. Tato varianta je dnes velkým trendem, jak čistit odpadní vody přirozenými procesy. A navíc má nesporné výhody, mezi ně patří zejména jednoduchost provedení, snadné začlenění do okolní krajiny (jsou vhodné i do chráněných krajinných oblastí) a v neposlední řadě nízké provozní náklady.

7.1 Základní návrhové parametry čistírny odpadních vod

S ohledem na současný počet obyvatel v zájmové lokalitě, ale také vzhledem k budoucí další výstavbě rodinných domů, navrhuji kapacitu čistírny okolo 150 EO.

Průměrná produkce odpadní vody vypočítaná na základě zjištěných údajů o spotřebě vody jednotlivých objektů činí:

- spotřeba vody ve všech 33 objektech = 2784 m³/rok,
- výpočet průměrné denní spotřeby vody - 2784 m³: 365 dní v roce = 7,63 m³/den,
- výpočet průměrné denní produkce odpadní vody (cca 80% spotřeby vody, cca 20% vody je spotřebováno, aniž by se navrátilo do kanalizace) = 6,10 m³/den,
- výpočet průměrné hodinové produkce odpadní vody - 6,10 m³/den: 24 hodin = 0,25 m³/hod.

Průměrná velikost přitékajícího znečištění vypočítaná na základě údajů z chemických rozborů vyprodukované odpadní vody činí:

- zjištěné znečištění BSK₅ – 145 mg/l = 145 g/m³ (v praxi se udává znečištění odpovídající 1EO - BSK₅ 60g/ob./den),
- zjištěné znečištění nerozpuštěných látek – 57 mg/l = 57 g/m³ (v praxi se udává znečištění odpovídající 1EO - NL 55g/ob./den).

Výhledově se situace v zájmové lokalitě dramaticky nezmění, nárůst obyvatel bude v následujících letech v řádu jednotek. Jen by se mohla zlepšit kvalita odpadní vody, pokud by občané investovali určité finanční prostředky do modernizace stávajících zařízení na likvidaci odpadních vod.

7.2 Mechanicko-biologická čistírna odpadních vod

Čistírna bude pracovat na principu aktivace (viz kap. 3.3.1) s úplnou aerobní stabilizací kalu. Jedná se o aktivaci s nitrifikací a s předřazenou denitrifikací. Tento typ aktivace je nejvhodnější právě pro menší čistírny odpadních vod. Aktivace s úplnou aerobní stabilizací má totiž jednu nespornou výhodu, stabilizovaný kal nepodléhá dalšímu rozkladu. A proto jej můžeme využít přímo v zemědělství.

Mechanický stupeň zde představují česle (foto č. 6), budou vystaveny před samotnou čistírnou a jejich úkolem je zachytávání hrubých mechanických nečistot. Česlicový koš (foto č. 7 a 8) může být umístěn také přímo v nátokové části biologického reaktoru. Hrubé nečistoty se budou odstraňovat ručně a to pravidelně dle potřeby.



Foto č. 6: Česle – umístěné před samotnou čistírnou odpadních vod v Markvarticích (foto 2013).



Foto č. 7: Česlicový koš a současně denitrifikační zóna – umístěný přímo v biologickém reaktoru v nátokové zóně - čistírna „BioCleaner BC 150“ od firmy ENVI-PUR s. r. o. (www.envi-pur.cz) (cit. 2014. 02. 20).



Foto č. 8: Česlicový koš a současně denitrifikační zóna – umístěný přímo v biologickém reaktoru v nátokové zóně – čistírna „EK-S 150 EO“ od firmy EKOCIS s. r. o. (www.ekocis.cz) (cit. 2014. 02. 20).

Samotná čistírna tzv. biologický reaktor bude tvořen plastovým nebo ocelovým kontejnerem. Kontejner bude postaven na základní betonovou desku o síle 150 mm. Biologický reaktor bude zapuštěn částečně do terénu, aby mohl mít přívod odpadní vody do nátokové zóny vhodný sklon. Kontejner musí být zajištěn proti tlaku okolní zeminy osazením do betonové nádrže nebo podobné konstrukce. Dále doporučuji okolo reaktoru, který bude vyčnívat nad terén, vystavět stěny z tvarovek od společnosti KB-BLOK systém s. r. o. Jedná se o zdící systém, který je velmi estetický (foto č. 9).



Foto č. 9: Mechanicko-biologická čistírna odpadních vod obestavěná tvarovkami KB-BLOK – čistírna Děčín-Loubí (foto 2014).

Přívod vzduchu, míchání aktivační směsi a čerpání vratného kalu bude zajištěn dmychadlem a hydraulicko-mechanickým čerpadlem. Součástí čistírny bude

také elektro skříň. Musí být proto v blízkosti samotného reaktoru vybudován krytý objekt, kam se elektro skříň a dmyhadlo nainstaluje. Dmyhadlo a hydraulicko - mechanické čerpadlo bude propojeno s elektro skříní. Správný chod dmyhadla a čerpadla bude řízen řídicí jednotkou. Nastavení řídicí jednotky může mít významný vliv na kvalitu odpadní vody na odtoku, a proto správné nastavení může trvat i několik týdnů.

Čistírna odpadních vod tohoto typu se běžně používá k čištění splaškových odpadních vod menších obcí, vyčištěná voda je následně odváděna po souhlasu vodoprávního úřadu do místní vodoteče.

Biologický reaktor bude tvořen třemi samostatnými prostory:

- nátoková zóna s denitrifikačním procesem a případně s lapačem hrubých mechanických nečistot ve tvaru děrovaného koše (foto č. 7 a 8),
- aktivační zóna s nitrifikačním procesem (foto č. 10 a 11),
- dosazovací zóna (foto č. 12 a 13).



Foto č. 10: Aktivační zóna s nitrifikačním procesem – čistírna „BioCleaner BC 150“ od firmy ENVI-PUR s. r. o. (www.envi-pur.cz) (cit. 2014. 02. 20).



Foto č. 11: Aktivační zóna s nitrifikačním procesem – čistírna „EK-S 150 EO“ od firmy EKOCIS s. r. o. (www.ekocis.cz) (cit. 2014. 02. 20).



Foto č. 12: Dosazovací zóna – čistírna „BioCleaner BC 150“ od firmy ENVI-PUR s. r. o. (www.envi-pur.cz) (cit. 2014. 02. 20).



Foto č. 13: Dosazovací zóna – čistírna „EK-S 150 EO“ od firmy EKOCIS s. r. o. (www.ekocis.cz) (cit. 2014. 02. 20).

Denitrifikační proces

Účelem denitrifikace bude odstranění dusíkatých látek z odpadních vod bez přítomnosti kyslíku tzv. redukce dusičnanů na volný dusík. Do nátokové zóny bude přiváděn mimo znečištěné odpadní vody také vratný kal z dosazovací zóny. Základním principem bude promíchávání vratného kalu s odpadní vodou pomocí bubliných aeračních prvků a tím bude docházet k biochemickým čistícím procesům. Intenzitu promíchávání lze snadno regulovat ventilem. Po řádném promíchání aktivační směsi s odpadní vodou bude vtékat směs vody a aktivovaného kalu pod normými stěnami do druhé komory tzv. aktivační zóny.

Nitrifikační proces

V aktivační zóně budou pokračovat intenzivním okysličováním další biologické procesy. Bude docházet k odstraňování naprosté většiny rozpuštěných organických látek a k oxidaci NH_4^+ na dusičnany. Po biologickém odstranění bude vtékat směs aktivovaného kalu a vyčištěné vody přes nátokový válec, kde bude docházet k odplynění a odstranění plovoucích částí, do tzv. dosazovací zóny.

Dosazovací zóna

V této části bude docházet k sedimentaci aktivovaného kalu a vyčištěná voda bude odtékat přes přelivný žlab do odtokového potrubí dál až do říčky Bystrá.

Usazený zahuštěný kal bude hydraulicko – pneumatickým čerpadlem čerpán zpět do nátokové zóny. Provoz čerpadla bude spouštěn řídicí jednotkou, která bude umístěna v elektroskříně v blízkosti samotné čistírny.

Řídicí jednotka bude řídit i další funkce, nejenom v dosazovací zóně, ale i dalších, výše uvedených zónách. Jedná se především o řízení časových intervalů (např. doba provzdušňování, doba přerušení provzdušňování, doba čerpání vyčištěné vody, doba míchání, doba odstraňování plovoucích nečistot apod.) (Provozní řád ČOV typu BioCleaner Děčín - Loubí, 2003).

Množství aktivovaného kalu a přiváděného vzduchu bude zapotřebí udržovat dle zatížení na přítoku. Konečná koncentrace kalu při napouštění do biologického reaktoru by měla být cca 4-5 kg/m³. Dále v průběhu provozu se množství kalu bude kontrolovat minimálně jednou za měsíc a to tak, že voda s kalem se nalije do válce o objemu 1 litru a kal se nechá 30 minut usadit. Množství kalu má být cca 200 - 400 ml (Provozní řád ČOV typu SBR Markvartice, 2013).

Čistírnu je nutné zakrýt vhodným materiálem, musí být zabráněno vstupu nepovolaným osobám a zároveň musí být obsluze zajištěn přístup k celému průřezu čistírny.

Obsluha se musí řídit během provozu návodem k obsluze, resp. provozním řádem. Provozní řád zřetelně formuluje základní povinnosti provozovatele, mezi něž zejména patří (Provozní řád ČOV typu SBR Markvartice, 2013):

1. pravidelné čištění lapače hrubých nečistot,
2. kontrola koncentrace aktivovaného kalu,
3. kontrola provzdušňování,
4. odstraňování plovoucích nečistot z dosazovací nádrže.

Hlavní povinností je, mimo již uvedené, sledovat pravidelně kvalitu vyčištěné vody na odtoku. Četnost a způsob odběrů vzorků a limity hodnot koncentrací jednotlivých ukazatelů budou stanoveny vodoprávním úřadem. Vodoprávní úřad informuje provozovatele o těchto údajích v rozhodnutí o udělení povolení k vypouštění odpadních vod do vodního toku Bystrá. V sousední obci Markvartice, která vypouští odpadní vody do stejného recipientu, jako obec Veselé, se musí řídit následujícími pokyny uvedenými v „*Rozhodnutí o udělení povolení k vypouštění odpadních vod do recipientu Bystrá*“:

„Sledování kvality vypouštěných odpadních vod bude prováděno v četnosti 4x ročně v pravidelných intervalech (1x za 3 měsíce). Příпустné koncentrace jednotlivých ukazatelů pro rozbory směsných dvouhodinových vzorků vzniklých sléváním 8mi objemově stejných dílčích vzorků odebíraných v intervalech 15 min: “

<i>BSK₅</i>	- 25 mg/l
<i>Nerozpuštěné látky</i>	- 25 mg/l
<i>CHSK_{Cr}</i>	- 100 mg/l

Uvedené pokyny by zřejmě byly obdobné i pro obec Veselé. Předpokládané limity jednotlivých ukazatelů, které s velkou pravděpodobností by byly stanoveny i v našem případě, jsem zmínil i v kapitole 6.2. Rozbory by měly provádět příslušné akreditované laboratoře.

Základní technické údaje

Na základě určené kapacity (okolo 150 EO) by základní parametry vypadaly asi takto (tab. č. 3 a 4).

Tab. č. 3: Srovnání základních parametrů navrhované mechanicko-biologické čistírny odpadních vod - kontejnerová čistírna odpadních vod „BioCleaner BC 150“ od firmy ENVI-PUR s. r. o. a EK-S 150 EO“ od firmy EKOCIS s. r. o. (www.envi-pur.cz, www.ekocis.cz) (cit. 2014. 02. 20).

Stavební společnost	Rozměr š x d x v (mm)	Celková hmotnost (kg)	Užitný objem nátoková zóna (m³)	Užitný objem aktivační zóna (m³)	Užitný objem dosazovací zóna (m³)
Společnost ENVI-PUR s.r.o.	2400x6200x3080	3000	8,1	18,9	5,2
Společnost EKOCIS s.r.o.	3160x7000x3000	2400	-	-	-

Tab. č. 4: Srovnání dosahovaných hodnot znečištění na odtoku navrhované mechanicko-biologické čistírny odpadních vod - kontejnerová čistírna odpadních vod „BioCleaner BC 150“ od firmy ENVI-PUR s. r. o. a „EK-S 150 EO“ od firmy EKOCIS s. r. o. (www.envi-pur.cz, www.ekocis.cz) (cit. 2014. 02. 20).

Stavební společnost	Požadovaná kapacita čistírny (EO – ekvivalentních osob)	Množství odpadních vod (m³/den)	BSK₅ – biochemická spotřeba kyslíku po pěti dnech (mg/l)	CHSK_{Cr} – chemická spotřeba kyslíku (mg/l)	NL – nerozpuštěné látky (mg/l)
společnost ENVI-PUR s.r.o.	150	22,5	25	90	25
společnost EKOCIS s.r.o.	135-165	20,4-24,8	20	90	20

Z tabulek lze vyčíst, že pro jednotnou kapacitu čistíren odpadních vod jsou základní parametry u obou stavebních společností obdobné. U obou společností jsou obdobné i čistírenské principy a funkce zařízení. Čistírenské principy a funkce zařízení jsou podobné i u ostatních společností nabízejících tento typ čistíren, proto další společnosti zde neuvádím.

Společností nabízející výstavbu požadované mechanicko-biologické čistírny je mnoho, a proto konkrétního výrobce ani montážní firmu již nedoporučuji, toto je v kompetenci samotné obce. Mohu jen uvést několik firem, které se touto činností zabývají. Skvělé reference mají zejména společnosti ENVI-PUR s. r. o. se sídlem v Českých Budějovicích a společnost EKOCIS s. r. o. se sídlem v Bubovicích u Berouna. Celkové náklady na stavbu odpovídající čistírny se budou lišit společně s jednotlivými stavebními společnostmi. Na základě rozhovorů se zástupci uvedených společností, odhadované celkové finanční investice na kompletní výstavbu by měly být okolo 1,3 mil Kč. To je částka, se kterou samozřejmě obec Veselé nedisponuje. Finanční prostředky by se musely pořídit buď formou úvěru anebo by se čerpaly z některého dotačního programu.

7.3 Kořenová čistírna odpadních vod

Kořenovou čistírnu odpadních vod navrhuji s vynořenými rostlinami s vertikálním podpovrchovým tokem (viz kap. 4.3.2). Tento typ kořenové čistírny se u nás v současné době používá čím dál častěji. Celková plocha filtračních polí bývá totiž o poznání menší než u čistírny s horizontálním podpovrchovým tokem.

Kořenová čistírna bude mít dvě filtrační pole. Velikost filtračního pole bývá obvykle stanovena dle jednoduchého matematického vzorce, cca 3 - 4 m² na jednoho ekvivalentního obyvatele (EO). S ohledem k vyšší účinnosti dvou filtračních polí zařazených sériově za sebou navrhuji plochu jen 3 m²/EO. Celková plocha filtračních polí pro požadovanou kapacitu v zájmové lokalitě (cca 150 EO) bude tudíž činit cca 450 m² (resp. 2x 225 m²). Hloubku filtračních polí navrhuji 90 cm.

Odpadní voda musí být před nátokem do filtračních polí řádně mechanicky předčištěna. V tomto případě se nabízí několik variant. První variantou je výstavba dvou paralelně zapojených biologických vícekomorových septiků o celkovém objemu 81 m³.

Výpočet minimálního užitného objemu septiku (www.db-jimky.cz):

$$V = a \cdot n \cdot q \cdot t \text{ [m}^3\text{]} = 1,5 \cdot 150 \cdot 0,09 \cdot 4 = \underline{81 \text{ [m}^3\text{]}}$$

kde:

- a součinitel vyjadřující kalový prostor činí 1,5
- n počet obyvatel x [EO]
- q specifická spotřeba vody 0,09 [m³/obyv. den] (průměrná spotřeba vody v zájmové lokalitě činí dokonce jen 0,06 m³/obyv. den)
- t doba zdržení 4 [dny]

Druhou variantou je výstavba štěrbinové nádrže v kombinaci s česlemi a lapákem písku (foto č. 14). Jedná se o nádrž, která má nad sebou sedimentační a vyhnívací prostor. Tyto prostory jsou od sebe odděleny štěrbinou, kterou propadávají usaditelné látky do vyhnívacího prostoru, kde dochází k akumulaci a vyhnívání kalu. Takto stabilizované kaly se budou následně vyvážet zpravidla 2x ročně. Zařízení bude zakryto vhodným materiálem např. dubovými fošnami nebo plastovými deskami.



Foto č. 14: Lapák písku, česle a štěrbinová nádrž na KČOV Petrovice u Havlíčkova Brodu (Vymazal 2004).

Třetí možnou a také neúčinnější (až 60 %) variantou mechanického předčištění je vícekomorový anaerobní reaktor, jedná se o vylepšený septik s řadou přepážek (resp. často až 6 komor), mezi jednotlivými přepážkami odpadní voda proudí vertikálním potrubím odspoda nahoru a naopak. Delší doba zdržení má za následek delší kontakt odpadní vody s aktivovaným kalem. Tím by se reálná účinnost čištění pohybovala i přes 60 %. Kvalita aktivovaného kalu se bude pravidelně kontrolovat a nahromaděný, usazený materiál se bude odvážet ze zařízení cca 1x za rok.

Takto předčištěná odpadní voda bude protékat plastovým potrubím do přechodové šachty přítokové zóny, odkud se odpadní voda dále bude rovnoměrně dávkovat po celé ploše obou filtračních polí. Dávkování budou zajišťovat kalová čerpadla. Čerpadla budou spouštěna cca 6x denně na 10 - 20 minut.

Samotné filtrační pole budou částečně hrazeny a těsněny PVC folií o tloušťce minimálně 1 mm, doplněny o ochrannou geotextilii. Fólie bude upevněna až do okolního terénu a překryta zeminou a travním drnem. Náplň nádrží bude z tříděného štěrku o velikosti 4 - 8 mm. Avšak přítokové (tzv. infiltrační) a odtokové (tzv. sběrné) zóny budou zaplněny drceným kamenivem o velikosti 32 - 64 mm.

Základním porostem budou dle mého návrhu chřastice rákosovitá (*Phalaris arundinacea*) a rákos obecný (*Phragmites australis*), ostatní mokřadní rostliny budou jen doplňující. Osázení mokřadních rostlin bude provedeno v množství mezi 6 - 9 sazenic na 1 m² přímo do štěrkového podloží (foto č. 15).



Foto č. 15: Sazenice chrastice rákosovité (Vymazal 2004).

Důležitým faktorem pro zvýšený účinek kořenové čistírny je množství dostupného kyslíku. Dostupnost kyslíku bude zajištěna především při pravidelném vyprazdňování filtračních polí. Filtrační pole budou bez stálé hladiny odpadní vody, odpadní voda bude jen protékat (infiltrovat) filtračními poli seshora směrem dolů k drenážní vrstvě. Vyčištěná voda bude vytékat z filtračních polí přes regulační šachtu a uměle vytvořené stoky do říčky Bystrá.

Základním mechanismem celé kořenové čistírny bude komplexní fyzikální, chemický a biologický proces (tj. vzájemné působení odpadní vody, mikroorganismů, mokřadních rostlin, filtračních náplní a půdy).

Organické znečištění (vyjádřené BSK₅) se bude odbourávat zejména průtokem půdou a působením v půdě žijících mikroorganismů. Obsah dusíkatých látek se bude snižovat nejen nitrifikací a denitrifikací, ale i sklizní biomasy. Fosfor bude vázán v půdě a jeho obsah se bude snižovat stejně jako v případě dusíku také sklizní rostlin. Likvidace bakteriálního znečištění bude zajištěn vlivem půdních mikroorganismů.

Samotné rostliny nemají příliš veliký vliv na čistících procesech, jen vážou na sebe malou část živin např. dusík, fosfor, draslík apod. Hlavní funkcí rostlin v kořenové čistírně je vytváření vhodných podmínek pro růst mikroorganismů.

Rostliny také chrání povrch před erozí a před promrznutím čistírny v zimních měsících.

Letní provoz

Ve vegetačním období, od jarních měsíců až do příchodu mrazů na podzim bude možno využívat celou pracovní hloubku kořenové čistírny. Odpadní vody budou protékat filtračními poli gravitačně bez větších zásahů obsluhy. Vyčištěná voda se bude moci v suchých měsících používat na zalévání.

Zimní provoz

V zimních měsících jsou čistící procesy omezeny jen na nezamrzlou část kořenové čistírny. V případě, že posečené rostliny na podzim budou ponechány na místě jako mulč, budou v zimě splňovat izolační funkci a provoz kořenové čistírny zůstane téměř stejný.

Základní technické údaje

Navrhovaná kořenová čistírna odpadních vod bude mít kapacitu 150 EO. Čistírna s takovou kapacitou bude mít přibližně následující parametry (tab. č. 5 a 6).

Tab. č. 5: Základní parametry navrhované kořenové čistírny odpadních vod.

Celková plocha filtračních polí (m²)	Hloubka filtračních polí (m)
2 x 225	0,90

Tab. č. 6: Kapacita čistírny a obvykle dosahované hodnoty znečištění na odtoku z kořenové čistírny odpadních vod (Manipulační a provozní řád KČOV Srbská Kamenice, 2007).

Požadovaná kapacita čistírny (EO)	Množství odpadních vod (m³/den)	BSK₅ – biochemická spotřeba kyslíku po pěti dnech (mg/l)	CHSK – chemická spotřeba kyslíku (mg/l)	NL – nerozpuštěné látky (mg/l)
150	22,5	30	100	30

Obsluha kořenové čistírny musí být řádně zaškolená a seznámena s provozem a funkcí čistírny. K tomuto účelu slouží především manipulační a provozní řád kořenové čistírny odpadních vod. Pro zajištění správné funkčnosti zařízení je zapotřebí pečlivě vykonávat základní povinnosti obsluhy, které budou stanoveny v již zmiňovaném provozním řádu. Zmíněné povinnosti se běžně vykonávají ve všech provozech kořenových čistíren. Jedná se zejména o tyto povinnosti (Manipulační a provozní řád KČOV Srbská Kamenice, 2007):

- 1) kontrolovat množství kalu v septiku nebo v kalovém prostoru štěrbínové nádrže, případně jej pravidelně odvážet fekálním vozem,
- 2) pravidelně kosit, zpravidla jednou za rok v srpnu nebo září (biomasa vyrostlá na podzim se ponechá a slouží jako tepelná izolace v zimních měsících),
- 3) posečenou biomasu sklízet a vhodně kompostovat (posečené rostliny na podzim se mohou zanechat na místě a uklidit až na jaře, tím se také zlepšší tepelná izolace čistírny v zimě),
- 4) kontrolovat přechodové šachty a případně je čistit,
- 5) pečovat o technické porosty, zejména činit opatření proti zaplevelování (nejspolehlivější metodou proti zaplevelování je mít porost co nejhustější, aby invazní rostliny neměly dostatek světla a prostoru pro svůj vývoj, proti zaplevelení bojujeme ještě pravidelným zaplavováním čistírny, aby nedocházelo k zakořenění nežádoucích rostlin).

Stejně jako v případě mechanicko-biologické čistírny je i zde hlavním úkonem obsluhy, jak ukládá povinnost v rozhodnutí vodoprávního úřadu o udělení povolení k vypouštění odpadních vod do vodního toku Bystrá, sledovat pravidelně kvalitu vyčištěné vody na odtoku (Manipulační a provozní řád KČOV Srbská Kamenice, 2007). Četnost a způsob odběrů vzorků a limity hodnot koncentrací jednotlivých ukazatelů budou stanoveny ve výše uvedeném rozhodnutí. Předpokládané limity jednotlivých ukazatelů, které by byly s velkou pravděpodobností stanoveny vodoprávním úřadem, jsem již zmínil v kapitole 6.2. Odebrané vzorky musí být odváženy do příslušných akreditovaných laboratoří, kde by měly být provedeny veškeré potřebné rozborů, aby se mohla zjistit správná funkčnost celého zařízení.

Podrobný popis stavby zde neuvádím, samotné řešení celé stavby bude součástí projektové dokumentace zpracované již vybranou projekční společností, která uspěje ve výběrovém řízení vyhlášeném obcí Veselé. Celkové náklady na stavbu se budou samozřejmě lišit s jednotlivými stavebními společnostmi. Odhadem by se částka na výstavbu kořenové čistírny odpadních vod v obci Veselé, na základě telefonických hovorů se zástupci stavebních společností REVIS Liberec s. r. o., MEKL projekt s. r. o. a GRANIA s. r. o. se sídly v Praze, měla pohybovat okolo 2 mil. Kč. Finanční prostředky bude obec shánět, jak jsem již uvedl v první navrhované variantě, formou úvěru nebo spíše cestou dotačních programů.

8. Diskuse

Po zpracování všech možných informací získaných z výsledků odevzdaných dotazníků a z analýz vzorků odpadních vod, které byly vyprodukovány občany zájmové lokality, bychom mohli polemizovat o nejvhodnějším řešení dané situace. Je zcela jasné, že příčinou všech problémů je nezodpovědné chování majitelů objektů, kteří čistí své odpadní vody nevhodně a v nesouladu s platnými právními předpisy.

Mohli bychom tedy být mnohem důslednější a přísněji vyžadovat plnění povinnosti jednotlivých uživatelů rodinných domů. Totiž podle zákona č. 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), v platném znění, § 38 odst. 6), *kdo akumuluje odpadní vody v bezodtokové jímce, je povinen zajišťovat jejich zneškodňování tak, aby nebyla ohrožena jakost povrchových nebo podzemních vod.*“ A podle vodního zákona § 38 odst. 3), *kdo vypouští odpadní vody do vod povrchových nebo podzemních, je povinen zajišťovat jejich zneškodňování v souladu s podmínkami stanovenými v povolení k jejich vypouštění.*“

Hlavínek et al. (2003) zmiňují, že rozhodující producenti v malých obcích jsou zejména rodinné domy a jejich vybavenost, a proto je znečištění odpadních vod svým charakterem převážně fekální. Dále poukazuje na to, že neoptimálnějším řešením je výstavba komplexního systému stoková síť – centrální čistírna odpadních vod. Z šetření u místních příkopů a struh v obci Veselé jednoznačně vyplývá, že fekální znečištění je doopravdy nejčastější. Výstavba centrální čistírny odpadních vod v obci Veselé není momentálně možná, jednak z důvodu ekonomických, ale také pro velmi velikou technickou náročnost případné výstavby stokové sítě. Proto jsem navrhl jen čistírnu odpadních vod jen v té nejkritičtější části obce a ve zbylé části podporuji modernizaci stávajících zařízení anebo výstavbu nových moderních domovních čistíren odpadních vod.

Řešením by také mohla být materiální či finanční výpomoc majitelům jednotlivých domů s rekonstrukcí starších septiků či žump anebo dokonce s výstavbou zcela nových domovních čistíren odpadních vod. Dle mého názoru je v tak hustě osídlené oblasti vhodnější výstavba centrální čistírny odpadních vod než výstavba mnoha domovních čistíren. Jak z hlediska finančního, tak i z hlediska organizačního. Zorganizovat tolik staveb je náročnější než zorganizovat výstavbu jedné čistírny odpadních vod. Navíc by se mohlo stát, že nebude některý z majitelů domů souhlasit s navrhovanými způsoby. Anebo bude opět porušovat základní

povinnosti, a bude vypouštět do povrchových vod znovu nekvalitně vyčištěné odpadní vody a situace se příliš nezmění.

Dále bychom mohli polemizovat o tom jakou čistírnu odpadních vod doporučit v naší lokalitě. Možností je samozřejmě více a já jsem se rozhodl všechny možnosti popsat a na závěr vybrat dvě nejvhodnější varianty.

Čistírny odpadních vod jsou navrhovány v závislosti na druhu a kvalitě znečištění a především na množství vyprodukované odpadní vody. Hlavním požadavkem je kvalita vody vytékající z čistírny do konečného recipientu (Šálek a Tlapák 2006). V současné době jsou rozhodující emisní limity pro vypouštění vyčištěných odpadních vod uvedené v *Narižení vlády č. 23/2011 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* a v povolení k vypouštění odpadních vod vydaného příslušným vodoprávním úřadem. Na základě provedených rozborů odpadní vody v severní části obce Veselé musím konstatovat, že stanovené emisní limity byly ve většině případů výrazně překročeny. Kapacitu čistíren odpadních vod (cca 150 EO) jsem navrhl dle získaných údajů o počtu žijících občanů v zájmové lokalitě a možném přírůstku dalších obyvatel po vzrůstající výstavbě nových domů.

Mimo jiné i Šilar (1996) uvádí základní postup čištění odpadních vod v malých obcích ve třech fázích. První fází je hrubé předčištění, druhou fází popisuje jako sedimentaci usaditelných látek a nakonec jako třetí a poslední fází zmiňuje biologické čištění. Tento postup je základním prvkem i v mých návrzích. Na výběr variant měla velký vliv i dlouholetá zkušenost okolních obcí. Nedaleká obec Srbská Kamenice má již několik let v provozu kořenovou čistírnu (foto č. 16) a jsou s ní velmi spokojeni. Mechanicko - biologická čistírna je v okolí k vidění samozřejmě častěji, pro příklad uvádím sousední obec Markvartice (foto č. 17).

Významným kritériem pro navrhování čistíren odpadních vod je v současné době finanční hledisko. Hlavínek et al. (2003) poukazuje na skutečnost, že ekologické hledisko i když bylo ve většině případů pro mnoho staveb čistíren jako výchozí, velmi často bylo nakonec potlačeno hlediskem ekonomickým. V obci Veselé není finanční situace také příliš příznivá, ale i přes to, ekologické a zejména estetické hledisko je pro naše občany velmi důležité a já s tímto postojem musel počítat i v konečných variantách návrhů. Proto jsem mezi návrhy zařadil i výstavbu

kořenové čistírny, i když jsou investiční náklady poměrně vysoké, náklady provozní jsou naopak nízké a hlavně, vhodně se začlení do krajiny obce.

Podle dokumentu Rozvoj vodovodů a kanalizací (www.obec-vesele.cz), který je uveden v územním plánu obce Veselé, je počítáno ve výhledu s centrálním kanalizačním systémem v délce cca 6,0 km a s napojením na kanalizaci v Benešově nad Ploučnicí. Na tuto splaškovou kanalizaci má být napojeno 70 % obyvatel. Zbývající část obyvatel bude i nadále využívat individuální likvidování splaškových vod, pomocí bezodtokových jímek s odvozem splašků na ČOV Česká Kamenice, domovních čistíren odpadních vod, nebo septiků s doplněním o dočišťovací stupeň. Centrální odkanalizování je v dlouhodobém výhledu nereálné, a proto, dle mého zjištění od zástupců obce Veselé se v současné době spíše počítá s obdobnými variantami, které navrhuji v této diplomové práci. V obci je situace s nakládáním s odpadními vodami velmi vážná a vyžaduje rychlé řešení.



Foto č. 16: Kořenová čistírna v obci Srbská kamenice (foto 2013).



Foto č. 17: Mechanicko - biologická čistírna v obci Markvartice (pro 150 EO) (foto 2013).

9. Závěr

V práci jsem se snažil nastínit místní problematiku s likvidací odpadních vod v obci Veselé. Navrhnul jsem dvě varianty jak situaci vyřešit, mechanicko - biologickou čistírnu odpadních vod na principu aktivace a kořenovou čistírnu na principu odbourávání znečišťujících látek různými mikroorganismy, žijících na pěstovaných mokřadních rostlinách. Možností jak situaci vyřešit je více, přiklonil jsem se však k variantám osvědčeným a v blízkém okolí prověřeným. Další možnou variantou jsou dotační programy místním občanům na výstavbu vlastních domovních čistíren. Tato varianta mne odradila ze dvou důvodů, a to za první, nespolehlivost některých občanů k řádné údržbě již stávajících zařízení a za druhé, omezená možnost provozních kontrol jednotlivých nových zařízení.

Dále bych chtěl zmínit nutnost navrhnout řádně fungující kanalizační síť, o které jsem se zmiňoval jen okrajově. Kanalizační síť vedoucí do navrhované čistírny by měla být oddílná. Dešťové vody z místních objektů jsou většinou již dávno svedeny mimo odpadní vody, proto tato otázka by měla být vyřešena vcelku jednoduše. Investiční náklady na vybudování této kanalizační sítě budou opět nad možnostmi obce, budou se muset opět financovat z dotačních programů.

Navrhovaná lokalita výstavby čistírny bude samozřejmě dále diskutována zastupiteli obce a občany, neboť je v blízkosti rodinných domů. Můj návrh však počítá s nejlevnější variantou. Lokalita je v centru zájmové oblasti, takže náklady na výstavbu kanalizační sítě by byly výrazně nižší. Další varianty mimo obydlenu oblast, by musely řešit vyšší místo lokalit vhodných k výstavbě centrální čistírny odpadních vod. Tím by se výrazně zvýšily jednak náklady k výstavbě kanalizace, ale také provozní náklady za výkonnější čerpadla.

Současná situace v obci je již na hranici a možná dokonce i za hranicí únosnosti. V době finálních úprav této práce (červenec 2014) se opět vyskytovaly stížnosti na výrazný zápach podél místních komunikací. Aby se zabránilo zvyšujícímu se počtu stížností na zápach, tak se Zastupitelstvo obce Veselé rozhodlo zatím pro dílčí krok. Zatrubit další část příkopů vedoucích kolem některých rodinných domů. Odpadní voda však ve stále stejně špatné kvalitě vytéká na povrch na jiných místech obce, kde tolik neobtěžují místní občany.

Zastupitelstvo rozhodlo, že se touto problematikou bude zabývat a v blízké době rozhodne o definitivním řešení současné situace. Konkrétní jednání zatím však neproběhla a zastupitelé se jen dohadují o dalších krocích.

10. Literární zdroje

BINEK J., 2010: Synergie ve venkovském prostoru - přístupy k řešení problémů rozvoje venkovských obcí. GaREP, Brno, 118 s.

BRATRYCH V. (ed), 2005: Živel voda. Agentura Koniklec, Praha, 293 s.

CARTY A., SCHOLZ M., HEAL K., GOURIVEAU F. and MUSTAFA A., 2008: The universal design, operation and maintenance guidelines for farm constructed wetlands (FCW) in temperate climates. *Bioresource Technology* 99: 6780–6792.

DOHÁNYOS M., KOLLER J., STRNADOVÁ N., 1998: Čištění odpadních vod. Vydavatelství VŠCHT, Praha, 177 s.

HASSANI L., IMZILN B., BOUSSID A. and GAUTHIER M. J., 1992: Seasonal Incidence of and Antibiotic Resistance Among *Aeromonas* Species Isolated from Domestic Wastewater Before and After Treatment in Stabilization Ponds. *Microb Ecol* 23: 227-237.

HLAVÍNEK P., MIČÍN J., PRAX P., 2003: Stokování a čištění odpadních vod. Vydavatelství VUT, Brno, 283 s.

HŘÍBAL V., 2003: Zahradní jezírka a vodní rostliny. Vydavatelství Grada, Praha, 93 s.

HANSEN D., DUDA P. J., ZAYED A. and TERRY N., 1998: Selenium Removal by Constructed Wetlands: Role of Biological Volatilization. *Environmental Science and Technology* 32: 591-597.

CHENG S., GROSSE W., KARRENBROCK F. and THOENNESSEN M., 2002: Efficiency of constructed wetlands in decontamination of water polluted by heavy metals. *Ecological Engineering* 18: 317–325.

CHUDOBA J., DOHÁNYOS M., WANNER J., 1991: Biologické čištění odpadních vod, Vydavatelství SNTL, Praha, 465 s.

KADAM A., OZA G., NEMADE P., DUTTA S. and SHANKAR H., 2008: Municipal wastewater treatment using novel constructed soil filter systém. *Chemosphere* 71: 975-981.

LUEDERITZ V., ECKERT E., LANGE-WEBER M., LANGE A. and GERSBERG R. M., 2001: Nutrient removal efficiency and resource economics of vertical flow and horizontal flow constructed wetlands. *Ecological Engineering* 18: 157–171.

MANIPULAČNÍ A PROVOZNÍ ŘÁD KČOV v obci Srbská Kamenice, 2007: Zpracovala společnost REVIS Liberec s.r.o., Liberec, 15 s.

MITSCHE W. J., ZHANG L., ANDERSON Ch. J., ALTOR A. E. and HERNÁNDEZ M. E., 2005: Creating riverine wetlands: Ecological succession, nutrient retention, and pulsing effects. *Ecological Engineering* 25: 510–527.

NAŘÍZENÍ VLÁDY č. 23/2011 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 platném znění.

PANTEA E., ROMOCEA T., GHERGHELES C. and IOANA B., 2013: Comparison of efficiency of different type systems for wastewater treatment. Faculty of Environment Protection, University of Oradea, General Magheru St. No. 26. 665-674.

PROVOZNÍ ŘÁD ČOV typu BIO CLEANER v Děčíně – Loubí, 2003: Zpracovala společnost ENVI PUR s.r.o., Tábor, 32 s.

PROVOZNÍ ŘÁD ČOV typu SBR v obci Markvartice, 2013: Zpracovala společnost AQUAFORM CZ s.r.o., Liberec, 10 s.

SMOLA J., 2011: Stavba a užívání nízkoenergetických a pasivních domů. Vydavatelství Grada, Praha, 360 s.

SOJKA J., 2001: Malé čistírny odpadních vod. Vydavatelství ERA, Brno, 98 s.

STOTTMEISTER U., WIESSNER A., KUSCHK P., KAPPELMEYER U., KASTNER M., BEDERSKI O., MULLER H. and MOORMANN H., 2003: Effects of plants and microorganisms in constructed wetlands for wastewater treatment. *Biotechnology Advances* 22: 93– 117.

ŠÁLEK J., TLAPÁK V., 2006: Přírodní způsoby čištění znečištěných povrchových vod a odpadních vod. Vydavatelství ČKAIT, Praha, 283 s.

ŠÁLEK J., ŽÁKOVÁ Z., 2008: Přírodní čištění a využívání vody v rodinných domech a rekreačních objektech. Vydavatelství ERA, Brno, 115 s.

ŠÁLEK J. a spol., 2012: Voda v domě a na chatě. Vydavatelství Grada, Praha, 144 s.

ŠILAR J., 1996: Hydrologie v životním prostředí. Vydala Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Ostrava, 136 s.

VYMAZAL J., 1995: Čištění odpadních vod v kořenových čistírnách. Vydavatelství ENVI, Praha, 147 s.

VYMAZAL J., 2004: Kořenové čistírny odpadních vod. ENKI, Vydavatelství Třeboň, 2004, 14 s.

VYMAZAL J., 2005: Horizontal sub-surface flow and hybrid constructed wetlands systems for wastewater treatment. *Ecological Engineering* 25: 478–490.

VYMAZAL J., 2006: Removal of nutrients in various types of constructed wetlands. *Science of the Total Environment* 380: 48–65.

VYMAZAL J., 2010: Constructed Wetlands for Wastewater Treatment. *Water* 2: 530-549.

VYMAZAL J. and KROPFLOVÁ L., 2009: Removal of organics in constructed wetlands with horizontál sub-surface flow: A review of the field experience. *Science of the total environment* 407: 3911 – 3922.

VYMAZAL J. and KROPFELOVÁ L., 2011: A three-stage experimental constructed wetland for treatment of domestic sewage: First 2 years of operation. Ecological Engineering 37: 90–98.

ZÁKON č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (Vodní zákon), v platném znění.

ZÁKON č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích) v platném znění.

ŽABIČKA Z., 2002: Vodovod a kanalizace. Vydavatelství ERA, Brno, 118 s.

Internetové zdroje:

AQUAFORM CZ s.r.o. (online) (cit. 2014. 02. 22), dostupné z
<http://www.aquaform.cz/index.php>

DB Betonové jímky s.r.o. (online) (cit 2014. 08. 02), dostupné z
<http://www.db-jimky.cz/septiky>

EKOCIS s.r.o. (online) (cit. 2014. 02. 20), dostupné z
<http://www.ekocis.cz/>
<http://www.ekocis.cz/biologicke-balene-cov-cisticky-70-200-eo>
<http://www.ekocis.cz/biologicke-balene-cistirny>
<http://www.ekocis.cz/technicke-parametry-a-vykresy-cov>

ENVI-PUR s.r.o. (online) (cit. 2014. 02. 20), dostupné z
<http://www.envi-pur.cz/cz/>
<http://www.envi-pur.cz/cz/kontejnerove-cistirny-odpadnich-vod/>
http://www.envi-pur.cz/download/dokument_170_stavebni_pripravenost_bc_150_kpp_cz.pdf

GRANIA s.r.o. (online) (cit. 2014. 08.02), dostupné z
<http://www.grania.cz/>

Mapy.cz (online) (cit. 2013. 08. 20), dostupné z
<http://www.mapy.cz/#!x=14.325052&y=50.780201&z=11>

<http://www.mapy.cz/zakladni?x=14.3721828&y=50.7868941&z=15&l=0>

<http://www.mapy.cz/zakladni?x=14.3721690&y=50.7868670&z=13&l=0>

MEKL projekt s.r.o. (online) (cit. 2014. 08. 02), dostupné z

<http://www.korenova-cistirna.cz/>

Oficiální stránky obce Veselé (online) (cit. 2013. 03. 20), dostupné z

<http://www.obec-vesele.cz/obec-2756/>

<http://www.obec-vesele.cz/obec-2756/historie/>

<http://www.obec->

[vesele.cz/e_download.php?file=data/editor/56cs_2.pdf&original=Vesele_text+ODUVODNENI.pdf](http://www.obec-vesele.cz/e_download.php?file=data/editor/56cs_2.pdf&original=Vesele_text+ODUVODNENI.pdf)

<http://www.obec-vesele.cz/mapove-podklady/mapovy-portal-obce/>

<http://www.obec->

[vesele.cz/e_download.php?file=data/editor/56cs_1.pdf&original=UPVesele_A2+hlavni+vykres.pdf](http://www.obec-vesele.cz/e_download.php?file=data/editor/56cs_1.pdf&original=UPVesele_A2+hlavni+vykres.pdf)

REVIS-LIBEREC s.r.o. (online) (cit. 2014. 02. 22), dostupné z

<http://www.revis-liberec.cz/cs/>

11. Přílohy

Seznam příloh:

Příloha č. 1: Katastrální území obce Veselé (online) (cit. 2013. 08. 20), dostupné z <http://www.obec-vesele.cz/mapove-podklady/mapovy-portal-obce/>.

Příloha č. 2: Letecká mapa obce Veselé (online) (cit. 2013. 08. 20), dostupné z <http://www.mapy.cz/#!x=14.378865&y=50.782550&z=13&l=15>.

Příloha č. 3: Letecká mapa severní části obce Veselé (online) (cit. 2013. 08. 20), dostupné z <http://www.mapy.cz/#!x=14.372364&y=50.787165&z=15&l=15>.

Příloha č. 4: Územní plán obce Veselé (online) (cit. 2013. 08. 20), dostupné z <http://www.obec-vesele.cz/mapove-podklady/uzemni-plan/>.

Příloha č. 5: KČOV Zdíkov - obdobná velikost jako navrhovaná KČOV - 140 EO (Vymazal 2004).

Příloha č. 6: Plastovou folii je nutno podložit a překrýt geotextílií - KČOV Mořina (Vymazal 2004).

Příloha č. 7: Chrastice rákosovitá (*Phalaris arundinacea*) na KČOV Břehov u Českých Budějovic. Mezi pruhy chrastice je rákos obecný (Vymazal 2004).

Příloha č. 8: Rákos obecný (*Phragmites australis*) může na KČOV dorůstát výšky až 4 metrů. KČOV Studénka u Havlíčkova Brodu (Vymazal 2004).

Příloha č. 9: Žlutý kosatec bahenní (*Iris pseudacorus*) a modrý kosatec sibiřský (*Iris sibirica*) působí velmi dekorativně na domovní KČOV (Vymazal 2004).

Příloha č. 10: Mechanicko-biologická čistírna od firmy ENVI-PUR s.r.o. (online) (cit. 2014. 02. 20), dostupné z <http://www.envi-pur.cz/cz/kontejnerove-cistirny-odpadnich-vod/>.

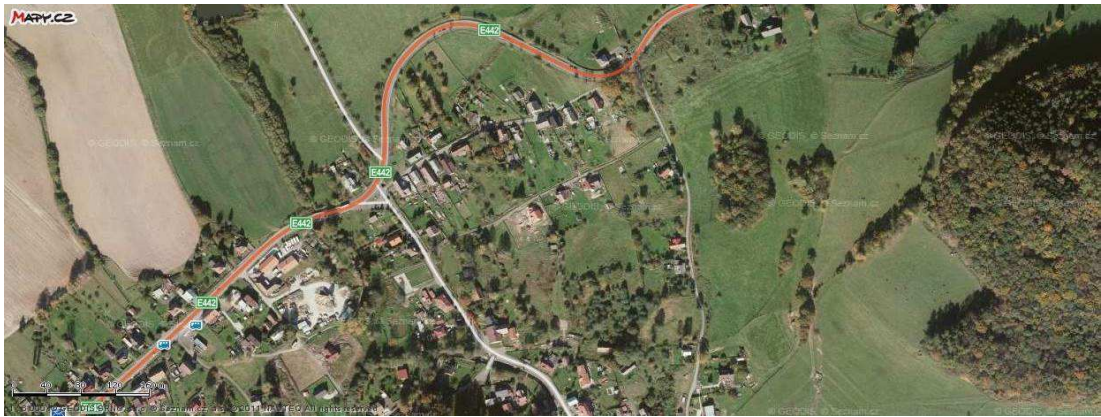
Příloha č. 11: Dotazník



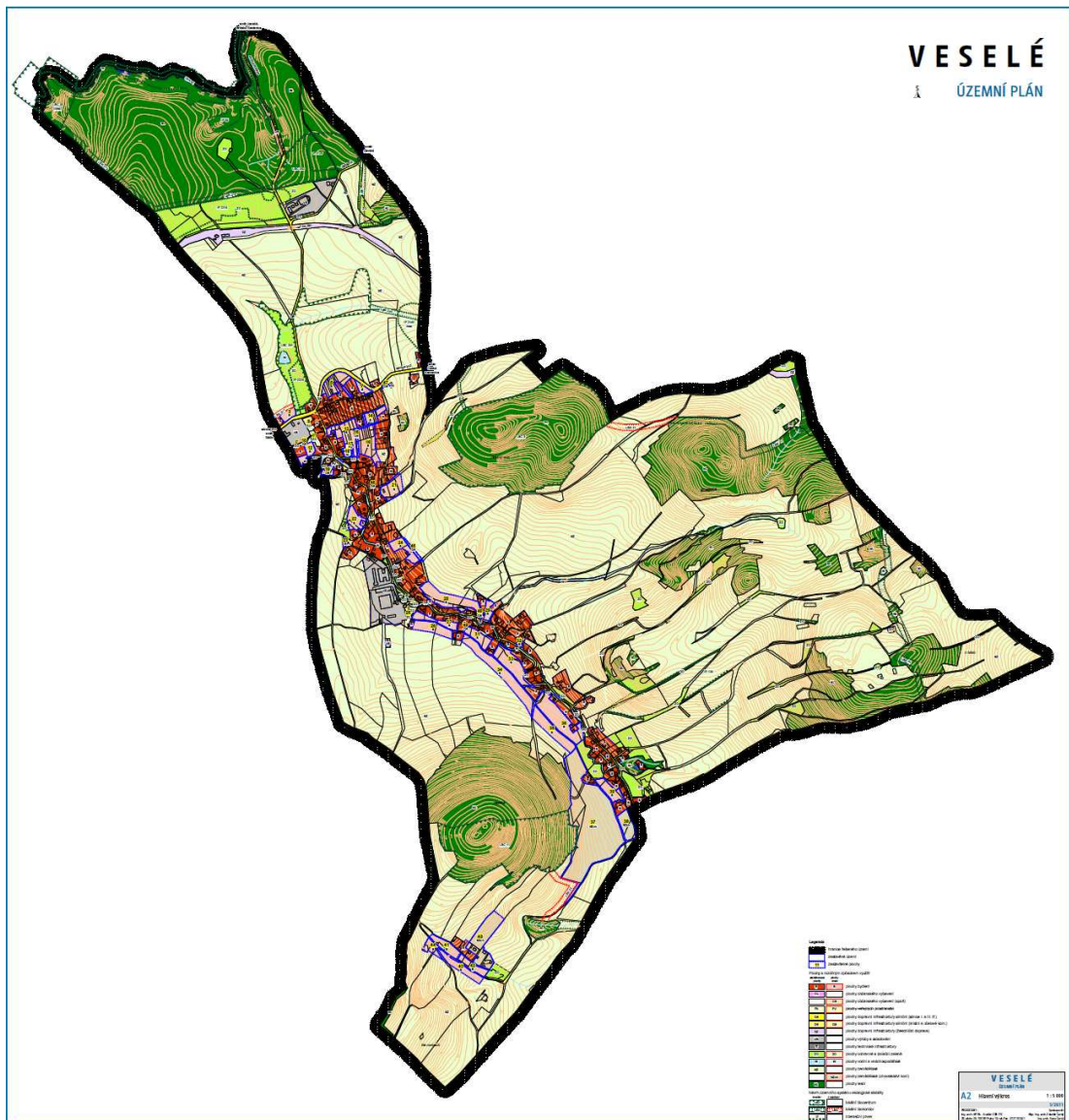
Příloha č. 1: Katastrální území obce Veselé (online) (cit. 2013. 08. 20), dostupné z <http://www.obec-vesele.cz/mapove-podklady/mapovy-portal-obce/>.



Příloha č. 2: Letecká mapa obce Veselé – Mapy.cz (online) (cit. 2013. 08. 20), dostupné z <http://www.mapy.cz/#!x=14.378865&y=50.782550&z=13&l=15>.



Příloha č. 3: Letecká mapa severní části obce Veselý – Mapy.cz (online) (cit. 2013. 08. 20), dostupné z <http://www.mapy.cz/#!x=14.372364&y=50.787165&z=15&l=15>.



Příloha č. 4: Územní plán obce Veselý (online) (cit. 2013. 08. 20), dostupné z <http://www.obec-vesele.cz/mapove-podklady/uzemni-plan/>.



Příloha č. 5: KČOV Zdíkov - obdobná velikost jako navrhovaná KČOV - 140 EO (Vymazal 2004).



Příloha č. 6.: Plastovou folii je nutno podložit a překrýt geotextílií - KČOV Mořina (Vymazal 2004).



Příloha č. 7: Chrastice rákosovitá (*Phalaris arundinacea*) na KČOV Břehov u Českých Budějovic. Mezi pruhy chrastice je rákos obecný (*Phragmites australis*) (Vymazal 2004).



Příloha č. 8: Rákos obecný (*Phragmites australis*) může na KČOV dorůstat výšky až 4 metrů. KČOV Studénka u Havlíčkova Brodu (Vymazal 2004).



Příloha č. 9: Žlutý kosatec bahenní (*Iris pseudacorus*) a modrý kosatec sibiřský (*Iris sibirica*) působí velmi dekorativně na domovní KČOV (Vymazal 2004).



Příloha č. 10: Mechanicko-biologická čistírna od firmy ENVI-PUR s. r. o. (online) (cit. 2014. 02. 20), dostupné z <http://www.envi-pur.cz/cz/kontejnerove-cistirny-odpadnich-vod/>.

Dobrý den, jmenuji se David Sladký a chtěl bych Vás poprosit o vyplnění dotazníku. Dotazník bude sloužit především jako podklad k návrhu vhodné čistírny odpadních vod v naší obci, ale také k vypracování diplomové práce na téma „Návrh řešení likvidace odpadních vod v obci Veselé“.

Jeden dotazník je určen pro jedno číslo popisné v naší obci.

Cílem dotazování je získat Vaše vyjádření k místní problematice likvidace odpadních vod a případné výstavbě vhodné metody čištění odpadních vod v obci Veselé. Pro navrhovatele obdobné stavby je velmi důležité získat relevantní data o počtu uživatelů nemovitosti, o spotřebě vody, o současném odvádění odpadních vod, technické vybavenosti domácností apod.

Vyplněný dotazník prosím odevzdejte na obecním úřadě anebo jej vhod'te do schránky rodiny Sladkých (prosím odevzdejte do 31. 07. 2013).

1. Vaše číslo popisné? (vyplnění tohoto údaje je dobrovolné)

.....

2. Počet uživatelů nemovitosti. Doplňte.

dospělí

děti

3. Jaká by byla podle Vás v naší obci vhodnější metoda pro čištění odpadních vod? Zakroužkujte.

- a) na obecní úrovni (centrální obecní čistírna odpadních vod)
- b) na úrovni domovních čistíren odpadních vod (majitel nemovitosti si zajistí sám bezzávadné vypouštění odpadních vod)
- c) jiné, doplňte:
- d) nevím

4. Vaše roční spotřeba vody na číslo popisné? Doplňte.

.....

5. Jak často perete prádlo za týden? Doplňte.

.....

6. Vlastníte: Zakroužkujte a doplňte.

a) sprchový kout, počet na objekt.....

b) vanu, počet na objekt

7. Vlastníte myčku na nádobí? Zakroužkujte.

ANO/NE

8. Jak často myjete nádobí v myčce za týden? Doplňte.

.....

9. Používáte nějaká další zařízení a činnosti produkující odpadní vody, které se dostávají do Vašeho zařízení na čištění odpadních vod (např. mytí auta)? Pokud ano, jaké? Doplňte.

.....

10. V současné době používáte k předčištění a odvádění odpadní vody jaké zařízení? Zakroužkujte a podtrhněte.

a) žumpu (bez odtoku)

b) septik (s odtokem) – jednokomorový / dvoukomorový / vícekomorový

c) domovní čistička odpadních vod

d) jiné, doplňte:

11. Usazené kaly vyvážíte ze zařízení: Doplňte.

jak často?

v jakém množství?

12. Odtok ze zařízení je odváděn: Zakroužkujte.

a) přímo do stoky

b) jako trativod (vsakování na pozemek)

c) jinak, doplňte.....

13. V jakém roce bylo vybudováno zařízení k čištění odpadních vod ve Vaší nemovitosti? Doplňte i rok případné modernizace a o jakou úpravu zařízení se jednalo.

.....
.....
.....

14. Jak je zajištěn odvod dešťové vody z Vaší střechy? Tato informace je pro zvolení správné technologie čištění odpadních vod v obci velmi důležitá!! Zakroužkujte.

a) přímo do stoky

b) do Vašeho zařízení (septik, žumpa atd.)

c) na pozemek (vsakování)

d) jinak, doplňte

Na závěr Vám vřele děkuji za spolupráci a za Váš čas strávený při vyplňování dotazníku. Samozřejmě se můžete kdykoliv blíže seznámit s výsledkem dotazníkové akce, ale také s celým projektem přímo u mé osoby.