

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí



Čištění odpadních vod z malých zdrojů znečištění

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Ing. Marcela Synáčková Vypracoval: Lukáš Svoboda

Praha 2018



Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Autor práce: Lukáš Svoboda
Studijní program: Krajinářství
Obor: Územní technická a správní služba

Vedoucí práce: Ing. Marcela Synáčková, CSc.
Garantující pracoviště: Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování
Jazyk práce: Čeština

Název práce: **Čištění odpadních vod z malých zdrojů znečištění**
Název anglicky: **Wastewater treatment from small sources of pollution**
Cíle práce: Rozbor problematiky čištění odpadních vod s ohledem na malé zdroje znečištění. Rozbor dotačních programů na čištění odpadních vod. Na konkrétním příkladu malé obce popíše možnosti likvidace odpadních vod s vyčíslením investičních nákladů.

Metodika: Postup práce:
1. Úvod
2. Cíle práce
3. Literární rešerše (čištění odpadních vod)
4. Dotační programy na čištění odpadních vod
5. Metodika
6. Popis obce
7. Návrh likvidace odpadních vod
8. Diskuze
9. Závěr
10. Použité zdroje
11. Přílohy

Doporučený rozsah práce: 40 stran textu a přílohy

Klíčová slova: čištění odpadních vod, malé zdroje znečištění, dotační programy,

Doporučené zdroje informací:

1. BUTLER, David – DAVIES, John W. Urban drainage. Abingdon, Spon Press, 2004. ISBN 0-415-30607-8. 543s.
2. HLAVÍNEK, Petr – HLAVÁČEK, Jiří et al: Čištění odpadních vod – praktické příklady výpočtů. NOEL 2000 s.r.o. 1996. 196s. ISBN 80-86020-0-2

3. HLAVÍNEK, Petr – MIČÍN, Jan – PRAX, Petr: Příručka stokování a čištění. NOEL 2000. Brno. 2001. 251s. ISBN 80-8620-30-4
4. SLAVÍČKOVÁ, K. -- ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE. STAVEBNÍ FAKULTA, -- SLAVÍČEK, M. *Vodní hospodářství obcí 1 : úprava a čištění vody*. V Praze: České vysoké učení technické, 2013. ISBN 978-80-01-05390-4.

Předběžný termín obhajoby: 2017/18 LS - FŽP

Elektronicky schváleno: 6. 3. 2018
doc. Ing. Martin Hanel, Ph.D.
Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno: 7. 3. 2018
prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.
Děkan

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Čištění odpadních vod z malých zdrojů znečištění vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v příloženém seznamu literatury.

dne.....

podpis studenta.....

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat své vedoucí bakalářské práce za metodické vedení při zpracovávání této práce i za předání zkušeností a odbornou pomoc a ochotu.

Abstrakt

V bakalářské práci s názvem Čištění odpadních vod z malých zdrojů znečištění se zabývám rozbohem problematiky čištění odpadních vod. Je zde přihlédnuto na malé zdroje znečištění, konkrétně na obec Písty.

K napsání bakalářské práce bylo zapotřebí nastudování provozního řádu pro trvalý provoz čistírny odpadních vod – CNP 60 v Pístech. Nedílnou součástí bylo zjišťování potřebných údajů a to jak v terénu, tak po odborné i praktické stránce.

Práce obsahuje rozbor dotačních programů na čištění odpadních vod včetně vyčíslení investičních nákladů. Bakalářská práce se zabývá zmapováním nejekonomičtějšího a nejefektivnějšího čištění odpadních vod v malých obcích. Získané informace jsou zpracovány do mé práce.

Klíčová slova:

zdroje vody, podzemní voda, povrchová voda, odpadní voda, septik, lapáky, česle, legislativa, čištění odpadních vod, malé zdroje znečištění, dotační programy

Abstract

I deal with the analysis of wastewater treatment in the bachelor thesis entitled "Waste water treatment from small sources of pollution". The small sources of pollution are being taken into account, namely the municipality of Písty.

In order to write the bachelor thesis it was necessary to study the operating rules for permanent operation of the sewage treatment plant - CNP 60 in Písty. The discovery of the necessary data, both in the field and on the professional and practical side, was an integral part.

The work includes the analysis of the subsidy programs for wastewater treatment, including the quantification of investment costs. The bachelor thesis deals with the mapping of the most economical and efficient waste water treatment in small municipalities. The information I got has been integrated into my work.

Key words:

water sources, groundwater, surface water, wastewater (=sewage), septic tank, traps, rails, legislation (=administration), small sources of pollution, subsidy programs, wastewater treatment.

Obsah

1. Úvod	1
2. Cíle práce.....	2
3. Literární rešerše	3
3.1 Složení odpadních vod	3
3.2 Množství odpadních vod	6
3.3 Mechanické čištění odpadních vod	7
3.3.1 Lapák štěrku	8
3.3.2 Česle	8
3.3.3 Síta.....	9
3.3.4 Lapák písku	10
3.3.5 Septiky.....	11
3.3.6 Usazovací nádrže.....	12
3.4 Biologické čištění odpadních vod	13
3.4.1 Aktivace	14
3.4.2 Biologické filtry.....	15
3.4.3 Kořenové ČOV	16
3.5 Vliv na recipient.....	19
3.6 Problematika malých ČOV do 500 EO	20
3.7 Dotační programy	21
3.8 Legislativa.....	24
4. Metodika práce	26
5. Popis obce	27
5.1 Čistírna odpadních vod	27
6. Návrhy řešení pro malé obce	29

6.1 Návrh vlastní kořenové čistírny.....	29
6.2 Návrh domovní čistírny	31
6.3 Žumpa	31
6.4 Septik s dočištěním.....	32
6.5 Centrální ČOV	32
6.6 Výsledky	33
7. Diskuse	35
8. Závěr.....	36
9. Použité zdroje.....	37
10 Přílohy	42

1. Úvod

Bakalářská práce se zabývá čištěním odpadních vod pro méně než 500 obyvatel, konkrétně pro obec Písty.

Voda je jedním z nejdůležitějších přírodních zdrojů, a proto je nutno ji chránit. S tím souvisí její navrácení do přírodního oběhu v co možná nejlepším stavu.

Historicky první zdroje informací o řešení odvádění odpadních vod na území českých zemí sahají do raného středověku. Fekálie a splašky z prevětů (středověký záchod) a nočních mís byly vypouštěny a vylévány do příkopů. Staly se tak původcem epidemií a bylo nutno začít řešit takzvané „uzavřené kanalizace“, které ale ústily do blízkých vodních ploch. Ještě v 19. století nebyly kanalizace pro všechny domácnosti. Rozvoj začal ve třicátých letech dvacátého století, ale krize a válka jej zastavila. Komplexnější řešení, a to nejen odvod, nýbrž ale i úpravy se začínají řešit teprve po válce.

V souladu s požadavky legislativy Evropské unie se zlepšuje stav vodních toků, vodních ekosystémů a podporuje se trvale udržitelné užívání vod. Kvalitu povrchových vod ovlivňují především bodové zdroje znečištění – obce, města, objekty soustředěné zemědělské výroby a průmyslové závody. Voda po cestě od obyvatelstva má změněné vlastnosti jako je obsah znečišťujících látek, teplota a podobně a nazýváme ji vodou odpadní. Odpadní voda vypouštěná do povrchových vod působí negativně na vodní ekosystém. Hlavní problém tvoří některé organické látky a amoniakální dusík. Nejedná se pouze o krátkodobý problém. Znečištění působí na vzdálenosti desítek kilometrů a odbourává se po celá desetiletí. Životní prostředí je třeba chránit v bodových zdrojích znečištění a vypouštět pouze vodu přijatelnou pro ekosystém daného úvodí.

Rozdělením zdrojů, ze kterých se čerpá, sledováním kvality vody a následně i čištěním a úpravami vody po lidském užívání před návratem do přírody se dá mnohé ovlivnit. Evropská unie stanovuje předpisy pro čištění odpadních vod v hromadném měřítku.

Po zmapování situace v daném regionu, při dodržení předpisů Evropské unie se jeví několik variant čištění odpadních vod jako použitelné. Pokud vyjdeme z těchto výše uvedených údajů, lze navrhnout následující návrhy a doporučení, při kterých je zohledněn šetrný přístup k životnímu prostředí.

2. Cíle práce

Cílem bakalářské práce je zmapovat čištění odpadních vod z malých zdrojů znečištění konkrétně v obci Písty.

Teoretická část bakalářské práce se bude zabývat zdroji vody, kvalitou povrchových a podzemních vod. Dále legislativou jakosti pitné vody a mechanickým čištěním odpadních vod.

Praktická část má za úkol zmapovat čištění odpadních vod v obci Písty, zjistit počet napojených obyvatel, stávající stav čištění odpadních vod v této obci a na základě zjištěných údajů navrhnout co nejefektivnější řešení s ohledem na ochranu životního prostředí.

3. Literární rešerše

3.1 Složení odpadních vod

„Odpadní voda je definována jako voda použitá mimo vodní zdroj, jejíž vlastnosti byly změněny lidskou činností a voda z atmosférických srážek. Zákon následně stanoví, že ten, kdo vypouští odpadní vody, je povinen zajišťovat zejména jejich zneškodnění.

Rozhodnutí do jaké míry musí být znečištění vypouštěné odpadní vody odstraněno, přísluší pouze vodohospodářskému orgánu, který má přehled o jakosti vody v recipientu, a dále se vyskytujících zdrojích znečištění a o nárocích dalších zájemců na použití vody z recipientu.“ (Slavičková K., Slaviček M., 2013).

Odpadní vody můžeme členit do několika kategorií. A to jsou, **splaškové** odpadní vody, které vznikají každodenní lidskou činností a pocházejí ze škol, úřadů, domácností. Další jsou **městské** odpadní vody, které jsou směsí splašků odpadních a průmyslových vod, případně vod dešťových a jiných vod. **Průmyslové** odpadní vody jsou použité a znečištěné při výrobním procesu a pro daný proces jsou nepoužitelné. **Dešťová** odpadní voda je voda z atmosférických srážek vtékajících do recipientu nebo do stoky. (Nypl V., Synáčková M., 1998)

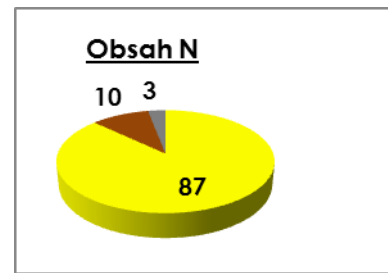
Odpadní voda z domácností se dělí na **černé** a **šedé** vody. Vody černé se rozdělují na vody **žluté** a **hnědé**. Šedé vody jsou vody z koupelen, kuchyň, praček, myček a nepatří sem vody z WC. (Hlavínek P., Hlaváček P., 1996 Hlavínek P., Mičín J., Prax P., 2001)

Žluté vody jsou vody z moči a jejich produkce za den se udává 1,5 litru a za rok se udává 500- 550 litru.

Hnědé vody jsou pevné exkrementy a výkaly. Produkce hnědých vod se udává 0,2 – 0,7 litru za den, ročně okolo 70 – 150 litru. Do hnědých vod můžeme zařadit i bioodpad z kuchyní. (Hlavínek P., Mičín J., Prax P., 2001)

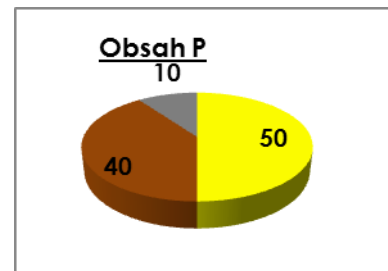
Obsah živin obsažených v odpadních vodách z domácností (Komínková D., Benešová L., Šťastná G., 2014)

Obsah dusíku (N):
šedé vody – 3 %
hnědé vody – 10 %
žluté vody – 87 %



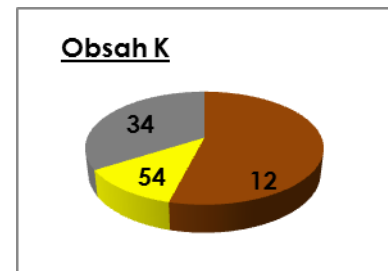
Obr. 3.1 – Obsah dusíku

Obsah fosforu (P):
šedé vody – 10 %
hnědé vody – 40 %
žluté vody – 50 %



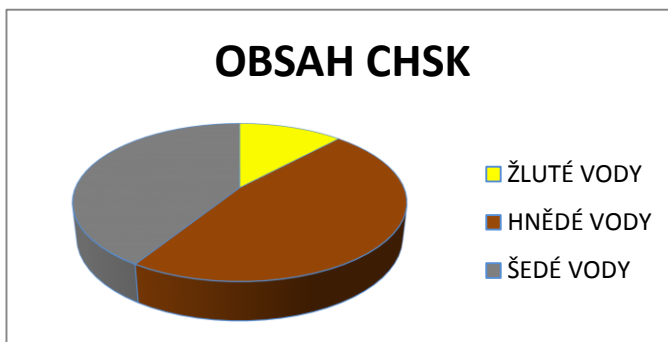
Obr. 3.2 – Obsah fosforu

Obsah draslíku (K):
šedé vody – 34 %
hnědé vody – 12 %
žluté vody – 54 %



Obr. 3.3 – Obsah draslíku

Chemická spotřeba kyslíku (CHSK):
šedé vody – 41 %
hnědé vody – 47 %
žluté vody – 12 %



Obr. 3.4 – Obsah chemické spotřeby kyslíku

BSK

Biochemická spotřeba kyslíku (BSK) je definována jako množství kyslíku spotřebovaného mikroorganismy při biochemických pochodech na rozklad organických látek ve vodě při aerobních podmínkách. Stanovení BSK slouží k nepřímému stanovení organických látek, které podléhají biochemickému rozkladu, při aerobních podmínkách. Nejběžnější rutinní, v celém světě používanou metodou je standardizovaná, tzv. zředovací metoda pro stanovení pětidenní BSK (BSK₅). (Pitter P., 1990)

„Biochemická spotřeba kyslíku za 5 dní, tzn. biologický ukazatel znečištění; jeho hodnota (uváděná obvykle v mg/l) vypovídá, jak velká část znečištění je biologicky čistitelná; vody z domácností mají průměrnou hodnotu obvykle 300 - 400 mg/l, vyčištěné vody pak obvykle méně než 30 mg/l.“ (ČSN 75 6101, 2008)

CHSK

CHSK udává spotřebu kyslíku, která je potřebná k oxidaci všech látek. Nejen těch, které mohou být odbourány biologickou cestou. Jde o uzanční stanovení míry znečištění vody látkami organickými a látkami anorganickými, které jsou oxidovatelné. (Čížek P., Herel F., Koniček Z., 1970)

„Chemická spotřeba kyslíku, tzn. ukazatel znečištění; jeho hodnota (uváděná obvykle v mg/l) vypovídá, jak velká část znečištění je organického původu; vody z domácností mají průměrnou hodnotu obvykle 600 - 800 mg/l, vyčištěné vody pak obvykle méně než 100 mg/l.“ (ČSN 75 6101, 2008)

NL

„Nerozpuštěné látky, tj. ukazatel, jehož hodnota (v mg/l) vypovídá, kolik nerozpuštěných látek (vloček apod.) je ve vodě (na odtoku u fungujících ČOV obvykle do 25 mg/l).“ (ČSN 75 6101, 2008)

Nerozpuštěné látky vyjadřují obsah pevných látek v odpadní vodě. Dělí se na usaditelné a neusaditelné.

N – NH₄

„Amoniakální dusík (obecně); jedna ze znečišťujících složek odpadní vody.“ (ČSN 75 6101, 2008)

P_c

Celkový fosfor je dán množstvím anorganických orthofosforečnanu (PO₄³⁻), polyfosforečnanu a organicky vázaného fosforu. Do vodního prostředí se anorganický fosfor dostává zejména z hnojiv, čistících a pracích prostředků, organicky vázaný fosfor pak z rozkladných procesů biomasy, živočišného odpadu a z některých chemických látek používaných v zemědělství (pesticidy apod.). (Pitter P., 1990)

N_c

Celkový dusík je jedním ze základních ukazatelů týkajících se odpadních vod a jejich vypouštění do vod povrchových. Celkový dusík je součtem všech forem anorganicky a organicky vázaného dusíku. Jde především o dusík amoniakální, dusitanový, dusičnanový a organický. Pro stanovení celkového dusíku jsou k dispozici tři typy metod. Oxidační mineralizace, spalování vzorku a tzv. kjeldahlizace. Při této poslední metodě nedochází k rozkladu některých organických látek, a proto se její aplikace nedoporučuje. (http://www.irz.cz/metody-mereni/celkovy_dusik)

Dusík je v odpadních vodách přítomen jak ve formě organických sloučenin, tak i v anorganických formách jako jsou formy amoniakové, dusitanové a dusičnanové.

3.2 Množství odpadních vod

Množství a složení odpadních vod přitékajících do čistírny odpadních vod se mění dne, týdne i roku. Daleko větší kolísání je zaznamenáno u menších měst. Naopak u větších měst je přítok vyrovnanější. Kolísání je závislé například na způsobu života obyvatelstva na počtu průmyslových podniků, na počtu pracovních směn, stavu stokového systému, charakteru odvodňované oblasti. (Švehla P., Tlustoš O., Balík J., 2007)

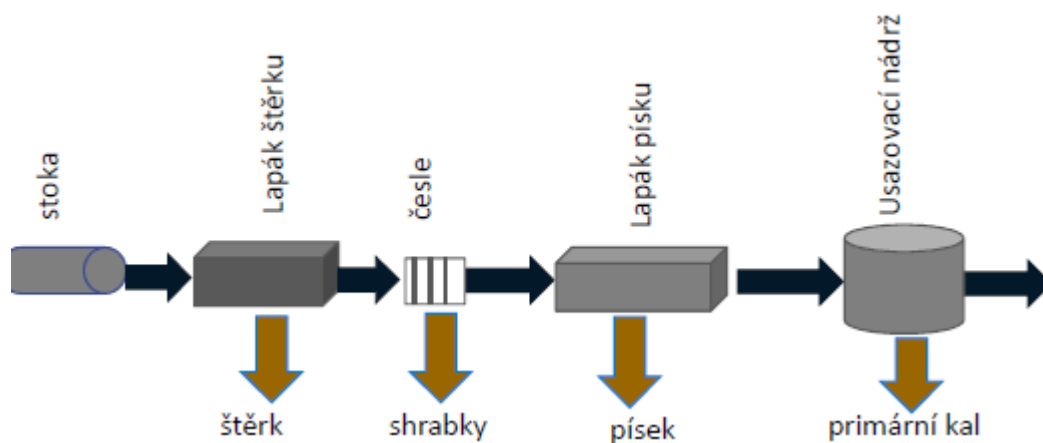
Kolisání množství odpadních vod se vyjadřuje součinitelem nerovnoměrnosti. Ten je stanoven jako poměr mezi hledaným průtokem a průtokem průměrným. U jednotné stokové soustavy se ČOV navrhuje na průtok $Q_{\max} > Q_{\text{spl}}$. Průtok biologickou částí čistírny odpadních vod je vždy menší než přítok na ČOV. Rozdíl mezi přítokem na ČOV a nátokem na biologickou část může být řešen zachycením vody v dešťové zdrži nebo oddělením části průtoku v odlehčovací komoře (dešťovém oddělovači). U oddílné stokové soustavy je ČOV dimenzována na průtok splašků (Q_{spl}). Množství odpadních vod, které přitékají na ČOV se určuje jako součet odpadních vod od obyvatelstva, vod balastních odpadních vod ze zemědělství a průmyslu. Čistírny odpadních vod se projektují podle místních podmínek a výhledového rozvoje obce. (Synáčková M., 2014)

3.3 Mechanické čištění odpadních vod

Nezbytnou součástí všech přírodních způsobů čištění je mechanické čištění odpadních vod, které je kvalitní, funkční a vysoce účinné. Zvolení mechanického stupně čištění závisí na původu, množství a složení odpadních vod a znečištěných povrchových vod. Podle Slavičkové a Slavička uspořádání mechanického stupně čištění se dělí do tří skupin:

První skupina - u jednotlivých druhů staveb, respektive skupin domů, malých restaurací a hotelů se navrhuje biologický septik nebo usazovací nádrže s horizontálním a vertikálním prouděním.

Do druhé skupiny patří návrh pro čištění odpadních vod na sídlištích, vesnicích a menších měst se navrhuje úplné mechanické čištění. Je tvořeno česlemi, lapáky písku, lapáky tuků a olejů a plně funkční usazovací nádrže.



Obr. 3.5 – Schéma mechanického čištění (Komínková D., Benešová L., Šťastná G.,)

Převážně úplné mechanické čištění se navrhuje u znečištěných povrchových vod a tento návrh se stává třetím bodem.

3.3.1 Lapák šterku

Zachycuje hrubé a těžké předměty. Osazuje se před česlemi a navrhuje se výjimečně u jednotné soustavy. Lapák šterku tvoří dvojice usazovacích nádrží s kónickým dnem, z nichž jedna je vždy ve funkci a z druhého se po vyprání těžší zachycený materiál.

Minimální průtoková rychlost v lapáku je 0,7 m/s, max. 1,14 m/s. (ČSN 75 6401, 2014)

3.3.2 Česle

Jemné česle se používají k zachycení jemných splavenin. Jemné česle mají šířku průliny 0,015 až 0,02 metrů a hrubé česle mají šířku průliny 0,05 metů a více. Sklon česlí se navrhuje 45 stupňů a rychlost průtoku česlemi by nemělo překročit $1\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$. U nejmenších producentů se navrhují česle ručně stírané a u větších producentů 300 – 500 EO se stávají výhodnějšími strojně stírané. (Lubbers Ch.L., 2007)

Česle se můžou rozdělit na ručně stírané, u kterých se zachycené shrabky odstraňují pravidelně hrablem. Strojně stírané česle se shrabky shrabují pohyblivými vidlicemi do žlábků, pohyblivého pásu nebo do vozíku. (Herle J., Bareš P., 1990)

„Shrabky jsou proto hygienicky velmi nebezpečné, mohou obsahovat patogenní mikroorganismy a zárodky lidských a zvířecích parazitů. Některé složky shrabků snadno zahnívají, některé nesnadno. Proto se shrabky nehodí ke kompostování.“ (Slavíčková K., Slavíček M., 2013).

Dle Slavíčkové a Slavíčka je množství shrabků, které se zachytí na česlích, závislé na mnoha okolnostech a to na kvalitě odpadní vody, na velikosti a vybavenosti obce, na šířce průlin mezi česlicemi a neméně závislé jsou i na lidském faktoru a to na obsluze. Shrabky jsou tvořeny z 50% hadry, 20 – 30% papírem, 5 – 10% plasty, 2% gumou a gumovými výrobky, 2 – 3% zbytky ovoce a zeleniny a 2 – 3% nerozpadlými fekáliemi. Zbývající procenta jsou tvořena různými částmi domovního odpadu a během deště se objem shrabků ještě několikanásobně zvětšuje.

Shrabky jsou nečistoty, které bývají velmi hygienicky nebezpečné a jejich likvidace patří k hygienicky nejzávadnějším procesům na čistírně. Za nejnebezpečnější se považuje likvidace shrabků spalováním při teplotách 680°C až 750°C. Při jejich spalování se uvolňuje 5000 – 8000kJ/kg tepla. Před dopravením ke spálení je bezpodmínečně nutné zachycené shrabky nejdříve odvodnit na 65 - 70% vlhkosti. K odvodnění shrabků se používají lisy, důvodem je zmenšení objemu zachyceného materiálu na čtvrtinu až pětinu. Voda, která se oddělí ze shrabků, se odvádí zpět do čistícího procesu. (Komínková D., Benešová L., Šťastná G., 2014)



Obr. 3.6 – Ručně stírané česle (prezentace Vymazal J.)

3.3.3 Síta

Používají se místo jemných česlí.

Bubnová pohyblivá síta

Bubnové síto se skládá z otáčivého bubnu s česlicemi, které se v profilu směrem dovnitř bubnu rozšiřují a tím se snižuje nebezpečí jejich ucpávání při prostupu nečištěnou

odpadní vodou. Odpadní voda prochází česlicovým bubnem z vnějšku. Uvnitř rotuje a opět vytéká dnem bubnu. Částice, které jsou větší než průliny se na bubnu zachytí a jsou stírány mechanickým způsobem. Mezi česlicemi uvíznou menší částice a ty jsou vypláchnuty proudem vody odtékajícím z bubnu nebo tlakovou vodou z trysek umístěných uvnitř bubnu. Otáčení bubnu je regulováno automaticky podle vzduší přiváděné vody. (Hasenöhrl J.,1990)

Bubnová nepohyblivá síta

Do šikmo položeného bubnu tvořeného kruhovými česlicemi natéká odpadní voda a průlinami mezi kruhovými česlicemi vytéká ven z bubnu. Odpadní voda je zbavená látek, které se zachytí na česlicích. Podle velikosti průlin a způsobu odstraňování zachycených látek se rozlišují štěrbinová síta a sítové šneky. (Hasenöhrl J.,1990)

Mikrosíta

Mikrosíta se používají pro separaci částic velikosti nad desítky mm, v krajním případě přibližně od 10 mm. Nacházejí použití i pro zachycení mikrovloček aktivovaného kalu ve vodě za dosazovací nádržemi.

(www.rybarstvi.eu/dok%20rybari/chemie/cistení%20prehled.doc

www.bmto.cz/old/cistirny-odpadnich-vod/rotacni-sito/index.html)

3.3.4 Lapák písku

„Lapáky písku zachycují písek minerální povahy, umísťují se před čerpadly a měniči. Lapáky jsou založeny na principu sedimentace písčitých částic, nebo na využití odstředivé síly k oddělení částic“. (Šálek J., Tlapák V., 2006)

Odpadní voda obsahuje zahnívající organické látky a těžký, interní materiál jako je popílek, škváru, skořápky, úlomky kostí a písek. Proto se na všech čistírnách odpadních vod budují zařízení, která mají zachytit velký podíl nerozpuštěných minerálních látek a hlavně písek. Množství a složení písku zachyceného z odpadních vod je závislé na typu kanalizační soustavy, druhu vpustí, na způsobu udržování stokové sítě, na typu odlehčovacích komor a poměru ředění. Také závisí na povrchové úpravě a sklonu odkanalizovaného území, klimatických podmínkách, vlastností půdy, konstrukce a stavu kanalizačního systému, podílu a charakteru průmyslových odpadních vod a podle typu a

funkce lapáku písku. Lapáky písku dělíme dle Slavičkové a Slavička na horizontální, vertikální, vírové a s příčnou cirkulací.



Obr. 3.7 – Horizontální lapák písku žlabový (prezentace Vymazal J.)

3.3.5 Septiky

Septiky se používají k čištění odpadních vod nejmenších producentů u jednotlivých domů i skupin domů, malých osad a rekreačních zařízení. Septik obsahuje dvě až tři komory. Účinným prostorem se stávají zhruba 3 metry krychlové. Septik je vybaven systémem norných stěn, které zabraňují vyplavování kalů. Dle Šálka a Tlapáka mají typizované septiky malou účinnost to je maximálně 10 až 15%. Velmi snadno se z nich vyplavuje kal, tudíž se obtížně vyklízejí a velmi často zhoršují kvalitu vody. Velkoobjemové septiky jsou zcela nevyhovující, neboť v řadě případů zhoršují kvalitu vody, zapřičiňují vyplavování kalu, zakolmatování filtračního pole a jejich čistící účinek je velmi často v určitých časových intervalech negativní a záporný. (Schneider W., 1989)

„Podstatně lepší výsledky čištění odpadních vod se docílí v biologických septicích.“
(Šálek J., Tlapák V., 2006)

„Jedná se o průtočnou nádrž (prakticky jako domovní čistírna), kde dochází ke zdržení odpadních vod, a tím k jejich předčištění. Z tohoto důvodu je septik rozdělen přepážkami tak, aby nedocházelo k míchání čerstvé odpadní vody s odtékající. Obvyklá účinnost čištění odpadních vod v septiku je cca 20% za předpokladu zdržení alespoň 5 dnů. Vytékající odpadní voda je obvykle bez mechanických příměsí a zapáchá typicky zahnívajícíchmi splašky. Legálně tuto vodu nelze nikam vypouštět ani vsakovat bez dalšího dočištění např. na pískovém filtru.“ (ČSN 75 6101, 2008)

3.3.6 Usazovací nádrže

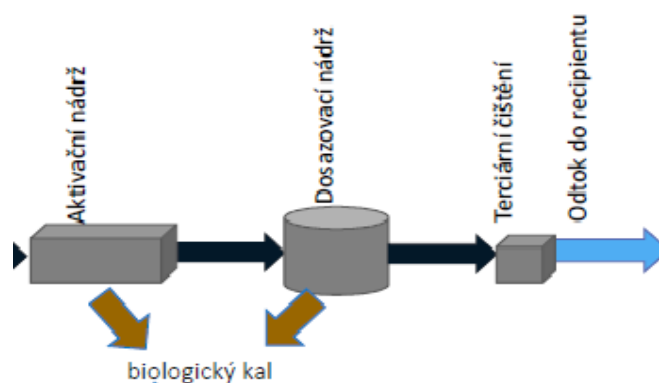
„Usazovací nádrže jsou zařízení, která slouží ke gravitační separaci suspendovaných látek obsažených v odpadní vodě.“ (Slavičková K., Slaviček M., 2013).

Podle zařazení v technologické lince dělíme usazovací nádrže na primární a sekundární. **Primární** usazovací nádrže slouží k separaci suspendovaných částic z odpadní vody, mechanické čištění. Používají se k zachycení dobře usaditelných nerozpuštěných látek před dalšími stupni čištění, před biologickým nebo chemickým čištěním. Považují se za nejdůležitější jednotku mechanické části čistírny, protože se zde odstraňuje nejvíce nerozpuštěných a suspendovaných látek. Zachytí 40 – 70% rozptýlených látek, redukce BSK₅ je 25 – 40%. Odstraněné látky sedimentací závisí na hydraulickém zatížení nádrže. Primární usazovací nádrže jsou vybaveny stíracím zařízením dna pro odstranění kalu i stíráním hladiny, protože v přiváděné vodě jsou obsaženy i látky plovoucí. Kal, který odpadá ze stírané hladiny, je zpracován spolu s kalem sedimentovaným. (Lin S., 2007)

Sekundární usazovací nádrže slouží k separaci biologického kalu při biologickém čištění, dosazovací nádrže. Sekundární neboli dosazovací nádrže slouží k separaci usaditelných vloček biologického kalu, který vzniká z biologického čištění odpadních vod. (Cheremisinoff N.P., 2002)

3.4 Biologické čištění odpadních vod

„Cílem biologického čištění je koagulovat a odbourat neusaditelné koloidní látky a stabilizovat organické látky. U komunálních odpadních vod je to redukce organických látek a v mnoha případech nutrientů dusíku a fosforu.“ (Hlavínek P., Hlaváček J., 1996)



Obr. 3.8 – Schéma biologického čištění (Komínková D., Benešová L., Šťastná G., 2014)

Druhá fáze čištění odpadních vod v městských ČOV je biologické čištění. Při biologickém čištění jsou napodobovány přirozené procesy samočištění, které probíhají v kontrolovaných podmínkách ČOV a za neustálého přísunu dostatečného množství živin. Jsou intenzifikovány ve srovnání se samočisticími procesy probíhajícími v přírodě. Biologické čištění probíhá v aktivačních nádržích, kde jsou přítomny mikroorganismy. Mikroorganismy jsou přítomny buď ve formě suspenze, nebo v reaktorech s biomasou ve formě biofilmu a to jsou například biofiltry. Nedílnou součástí biologického čištění je i separační stupeň, který má za úkol oddělovat biomasu od vyčištěné vody. K procesu separace dochází v dosazovacích nádržích. Nyní je pro oddělení biomasy využíváno i membránových filtrací. Po důkladném oddělení kalu se ho část vrací do aktivace, to je vratný kal a část je odváděna do kalového hospodářství a to je přebytečný kal. (Chodoba J., Dohányos M., Wanner j., 1991)

Principem biologického čištění odpadních vod je napodobování a urychlování procesů, které probíhají v přírodě a nazývají se **samočištění**. Podstatou tohoto čištění odpadních vod jsou aerobní biochemické pochody. Při aerobních procesech se

rozmnožují mikroorganismy, jako jsou bičíkovci, kořenonožci, heterotrofní bakterie, nálevníci a jiné druhy. Jejich úkolem je rozkládání organických látek k získání látek pro stavbu vlastních těl a energie pro životní pochody. **Cílem biologického čištění je tedy koagulovat a rozkládat neusaditelné koloidní látky a stabilizovat organické látky.** Toto biologické čištění probíhá za aerobních nebo anaerobních podmínek v biologickém reaktoru působením mikroorganismů. Aktivní složkou v tomto procesu je funkční polykultura neboli směsná kultura, která je kultivovaná nejčastěji ve formě suspenze (aktivovaný kal) v aktivační nádrži nebo ve formě nárůstu (biofilm) v biofilmových reaktorech. **Za základní princip všech biologických čistírenských procesů se považují biochemické oxidačně redukční reakce.** (Říhová-Ambrožová J., 2007)

3.4.1 Aktivace

Biomasa organismů v aktivační nádrži je nazývána jako aktivovaný sekundární kal. Sekundární kal je tvořen různými druhy mikroorganismů. Největší podíl v kalu tvoří bakterie, které jsou přítomné většinou ve formě zoogelí. Mezi nejčastější zástupce patří druhy rodu *Pseudomonas*, *Azotobacter*, *Flavobacterium*, *Chromobacterium*, *Micrococcus*, *Arthrobacter*, *Acinetobacter*, *Mycobacterium*. Velmi často se vyskytují i bakterie nitrifikační *Nitrobacter* a *Nitrosomonas*. Kromě bakterií jsou v kalu přítomny v menším množství mikroskopické houby, plísňe a kvasinky. V aktivovaném kalu často bývají přítomny i vláknité mikroorganismy. Pokud z nějakého důvodu tyto vláknité mikroorganismy převládnu v aktivovaném kalu, vyvolají technologické potíže. Potíže se projevují špatnými usazovacími a zahušťovacími vlastnostmi kalu. Z vyšších organismů se v aktivovaném kalu vyskytují hlístice, protozoa, vířníci. Z prvoků je nejčastěji zastoupen rod *Peritricha*. Prvoci se často používají jako indikátory pro odhad stavu aktivovaného kalu. Aktivovaný kal obsahuje vysoký podíl organických látek a má vločkovitý charakter. (Fletcher T.D., Deletic A., 2008)

Aktivační proces probíhá v aktivačních, neboli provzdušovacích nádržích vhodného tvaru a optimálních rozměrů, ve kterých se za uměle připravených podmínek rozvíjí mineralizační činnost aerobních mikroorganismů. V provzdušovaných nádržích se vznáší aktivovaný kal stejného složení jako u biologických filtrů, jenže není přisedlý na zkrápěná tělesa, ale je v pohybu, takže lépe přijímá organické látky z vody.

Rozpuštěné a koloidní organické látky přinášené do aktivační nádrže tekoucí odpadní vodou jsou oživeným kalem nejprve adsorbovány (1. fáze aktivace) a pak činností aerobních mikroorganismů odbourávány, to znamená, že jsou přetvářeny v látky minerální povahy - oxidují se nejprve uhlíkaté látky (karbonizace - 2. fáze aktivace) a potom dusíkaté látky (nitrifikace - 3. fáze aktivace). (Dohányos M., Koller J., Strnadová N., 2004)

Je třeba zabezpečit:

- nepřetržité dodávání dostatečného množství vzdušného kyslíku aerobním organismům (před výtokem vody z nádrže má mít voda cca 1,5 mg O₂/l),
- plynulé a nepřetržité promíchávání celého objemu aktivační nádrže, aby se vločky namohly usazovat na stěnách a na dně (kde nemají kyslík, odumírají a zahnívají),
- dodržení potřebné doby zdržení, která podle použitého systému aktivace, podle způsobu provzdušování a podle stupně předúpravy, se pohybuje od 4 do 15 hodin,
- zabránit přítoku odpadních vod obsahujících škodlivé nebo toxické látky.

Provzdušovací (aerační) systémy používané při aktivaci jsou:

- 1) provzdušování tlakovým vzduchem,
- 2) provzdušování mechanickým zařízením,
- 3) provzdušování s kombinovaným zařízením.

3.4.2 Biologické filtry

Hlavní součástí biologického čištění jsou **biologické filtry**, které jsou napodobením přirozeného biologického čištění. Čistící proces probíhá za aerobních podmínek uvnitř náplně, to znamená na povrchu zrn. Na povrchu náplně se vytvoří biologická blána, která je vytvořena z konglomerátu aerobních mikroorganismů rodu Zooglea. Bakterie ke svému životu potřebují kyslík v rozpuštěné formě. Na biologické bláně se znečištění zachycuje a dochází k mineralizaci rozpuštěných, koloidních a nerozpuštěných látek. (Slavíčková K., Slavíček M., 2013)

Podle konstrukčního uspořádání, stupně zatížení a rozdělování odpadní vody se biologické filtry dělí na:

- pomalé (standardní) biologické filtry - s nízkým zatížením BSK₅,
- rychlofiltry - s vysokým zatížením BSK₅,
- arofiltry (filtry uměle provzdušované),

- věžové nebo komínové filtry (Schulzovy),
- ponořené biologické filtry s přerušovaným provozem,
- diskové biologické filtry,
- roštové biologické filtry,
- zemní filtry.

Filtry slouží k separaci usaditelných vloček aktivovaného kalu od vyčištěné vody. Mohou také sloužit k zachycení usaditelných látek, které vznikají při procesu terciárního čištění. Zahuštěný kal se recirkuluje zpět na začátek aktivační nádrže.

3.4.3 Kořenové ČOV

Umělé mokřady jsou systémy, které musí být navrhovány a stavěny tak, aby při čištění odpadních vod byly využívány procesy, které probíhají v přirozených mokřadech. Vzhledem k tomu, že dochází k hojně produkci biomasy a také ke schopnosti přijímat a kumulovat nemalé množství živin a odstraňovat fosfor a dusík z odpadních vod, jsou do těchto navrhovaných systémů vkládány velké naděje (Slavíčková K., Slavíček M., 2013).

Předčištění

Mechanické předčištění, které je pro tento typ čištění velmi důležité je velice nutné zařadit do systému před vlastní kořenovou čistírnu. Jestliže dojde k nedokonalému předčištění, tak se dostatečně neodstraní nerozpuštěné látky a mohou tak následně ucpat vlastní filtrační lože. Jednoduchý septik, usazovací nádrž a další, postačuje pro domovní čistírnu. Kombinace česlí a štěrbínové nádrže je nejvhodnější pro malé obce.

Filtrační lože je většinou 60 - 80 cm hluboké a substrát musí být dostatečně propustný proto, aby nedocházelo k ucpávání. V dnešní době se nejvíce používá například praný štěrk. Kvůli dobrému rozvodu odpadní vody jsou rozvodné a sběrné zóny vyplněny hrubým kamenivem. Aby nedocházelo k průsakům je filtrační lože od podloží odděleno nepropustnou vrstvou.

Dimenzování

„Kořenové čistírny jsou vždy dimenzovány tak, aby bylo zajištěno dostatečné odstranění organických a nerozpuštěných látek. Plocha kořenových polí je navrhována podle

rovnice vycházející z letitých zkušeností provozu jednoho sta kořenových čistíren ve Velké Británii a Dánsku. Pro městské a domovní splašky vychází s použitím této rovnice plocha filtračních polí cca 6 m² na jednoho připojeného obyvatele.“ (Synáčková, 2004)

Distribuce odpadní vody

Odpadní voda, která je předčištěná, je rozváděna přímo do rozvodné zóny. Rozvodná zóna je vyplněna hrubým kamením. Pro rozvod se většinou používají plastové trubky, které mají velké otvory. Tím se zabrání ucpávání těchto trubek. Sběrné potrubí je uloženo na dně filtračního lože a je spojeno v odtokové šachtě s výpustním mechanismem. Tímto mechanismem se nastavuje výška vodního sloupce ve filtračním loži. V současnosti se nejvíce používají flexibilní hadice zavěšené na řetízcích. Při běžném provozu se hladina vody udržuje 5 až 10 centimetrů pod povrchem filtračního lože. V zimních měsících lze vodní hladinu snížit. Provozní zkušenosti však ukazují, že vegetace poskytuje dostatečnou izolaci před zamrzáním a proto hladinu vody není nutné snižovat.

Vegetace

V kořenových čistírnách mokřadní rostliny plní řadu velice důležitých funkcí:

- poskytují podklad pro přisedlé mikroorganismy,
- přivádějí kyslík do kořenové zóny,
- zateplují povrch filtračních polí v průběhu zimního období.

Výhody kořenové čistírny odpadních vod

- Jednoduchost a menší náchylnost k haváriím.
- Nejsou závislé na elektrické energii.
- Minimální provozní náklady.
- Schopnost snadno se vyrovnat s nárazovým znečištěním a nestálým přílivem splašků.

Nevýhody kořenové čistírny odpadních vod

- Mají vyšší nároky na plochu než u mechanicko-biologických čistíren odpadních vod a hrozí zde možné ucpání filtračního lože, proto je nutné filtrační vrstvu časem nahradit.
- Schopnost řídit čistící proces je velice nízká.
- Problém představuje odstraňování amoniaku a fosforu z odpadní vody, kdy účinnost čištění dosahuje méně než 50 %.

○ **Plochu kořenového pole vypočítáme:**

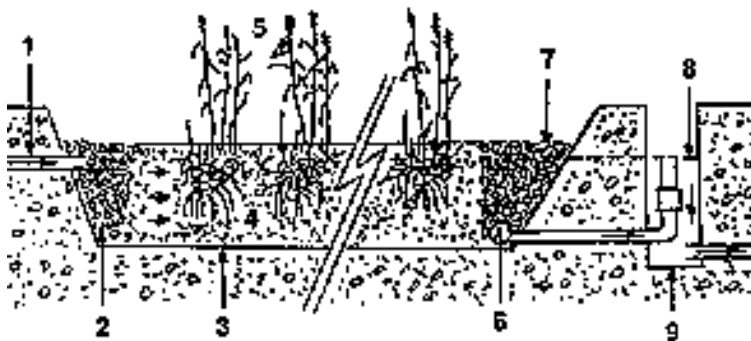
$$A = Q_{24} \cdot (\ln p_1 - \ln p_2) / k \text{ [m}^2\text{]}$$

kde: Q_{24} – průměrný přítok odpadní vody [$\text{m}^3 \cdot \text{den}^{-1}$];
 p_1 – koncentrace znečištění na vstupu [$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$];
 p_2 – koncentrace znečištění na výstupu [$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$];
 k – reakční konstanta [$0,1 \text{ m} \cdot \text{den}^{-1}$]

○ **Objem filtračního prostředí**

$$V = A \cdot d \text{ [m}^3\text{]}$$

kde: A – plocha kořenového pole [m^2];
 d – hloubka lože [m]



1. přítok odpadní vody
2. rozvodná část vyplněná hrubým kamenivem
3. nepropustná bariéra (nejčastěji plastová folie)
4. filtrační lože (např. písek nebo štěrk)

5. mokřadní vegetace
6. sběrná drenáž (odtok)
7. povrch filtračního

- **Hydraulická doba zdržení ve filtračním loži**

$$t = V \cdot n / Q_{24} \text{ [den; h]}$$

kde: V – objem filtračního pole [m³];
n – pórovitost zemního lože [0,35]

(Wimmerová L., cvičení výpočty)

3.5 Vliv na recipient

Nejvýznamnějším příjemcem neboli recipientem vyčištěné odpadní vody jsou povrchové vody. Recipientem neboli příjemcem rozumíme například vodní toky, nádrže a rybníky.

V místě zaústění odpadní vody probíhá postupné míchání vody povrchové a odpadní, tím se zhoršuje obvykle jakost povrchové vody. V závislosti na ročním období průtok vody v tomto toku kolísá. Na jaře je dosahováno nejvyšších průtoků v době tání sněhu. Nejnižších průtoků je naopak na podzim a za dlouhotrvajících mrazů. Poměr míšení odpadní vody se provádí výpočtem pomocí směšovací rovnice, z této rovnice vyloučíme posouzení vlivu zdroje znečištění na recipient. Výpočet se provádí na průměrný průtok v toku a údaje o průtocích a jakosti vody ve vodních tocích lze získat v Českém hydrometeorologickém ústavu. (Šálek J., 1992)

Výsledky koncentrace znečištění v toku po smíšení musí odpovídat nařízení vlády číslo 401/2015 Sb. Z nařízení vlády vycházejí i požadavky na kvalitu vypouštěné odpadní vody z čistírny odpadních vod. Větší část znečištění, které je přiváděno do toku je vlivem působení mikroorganismů za přítomnosti kyslíku rozkládána na jednodušší formy až na látky minerální. Tento proces je označován jako samočištění. Rychlost procesu samočištění je závislá na teplotě vody, množstvím mikroorganismů a přítomnosti kyslíku. Nejmenší rychlost odbourávání znečištění je na horních tocích řek, kde je dostatek kyslíku, ale minimální množství mikroorganismů a velmi nízká teplota

vody. Proto i malé množství odpadní vody může způsobit zatížení v dlouhých úsecích toku.

Samočištění probíhá i ve stojatých vodách. Proces je však pomalejší ve srovnání s toky, neboť přestup kyslíku do vody přes klidnou hladinu je nižší.

3.6 Problematika malých ČOV do 500 EO

Dle Grody, Vítěze, Machaly, Folera, Surýnka a Musila pod pojmem malé čistírny se obecně rozumí ČOV do 500 EO. I když je toto číslo poněkud zavádějící budeme se ho držet. U malých ČOV je nutné si uvědomit, že současná legislativa po zavedení imisních standardů klade na malé ČOV prakticky stejné požadavky, jako na ČOV velké. Není nijak zvýhodněna. Jinými slovy i na malých ČOV je nutné zabezpečit úplné odbourávání sloučenin dusíku a fosforu na prakticky stejné koncentrace, jako na velkých ČOV.

I v oblasti kalového hospodářství je situace podobná. Kde dříve stačila jedna nádrž často pouze míchaná a obtěžující své okolí značným zápachem, jsou dnes velmi přísné legislativní požadavky, jak na vlastní parametry kalu, tak i na obtěžování okolí hlukem, zápachem, aerosoly a podobnými negativními vlivy.

Tedy i technologická linka malých ČOV je prakticky stejná jako u ČOV velkých. Hlavním rozdílem je podstatný problém většího ovlivňování ČOV nerovnoměrností přítoku a stavem kanalizace. Velice problematická je i funkce malé ČOV na jednotné kanalizaci, která má za úkol provádět biologické procesy. Je nutné zmínit, že především v době jarního tání sněhu natéká na ČOV čistá a studená voda, takže jakékoli biologické procesy jsou technicky velmi problematické. Z tohoto důvodu musí být navrženy flexibilní aktivační nádrže. Stabilizace kalu je řešena aerobně. Jedná se prakticky o stejný princip, který probíhá v aktivačních nádržích. U tohoto způsobu stabilizace kalu je doporučená doba pro aerobní stabilizaci 35 – 40 dnů. (Šálek J., 1994)

Vzhledem k velikosti ČOV je také velice nutné rozhodnout, zda kal bude odvodňován přímo na ČOV, nebo zda bude odvážen na blízkou větší ČOV ke zpracování. Toto rozhodnutí není věcí technickou, ale ekonomickou. Úzce souvisí s logistikou a možnostmi provozovatele. (Pytl V., 2004)

Pro představu je nutné zmínit, že jedno fekální auto přijde skoro na dvojnásobek ceny malé dekantační odstředivky. Z ekonomického hlediska se určitě nabízí účelné nainstalování odvodňovacího zařízení již u ČOV pro 3 000 EO a výše. V odůvodněných případech, kde je od obce značná dopravní vzdálenost, tak i u ČOV menších než 3000 EO.

3.7 Dotační programy

Dotačním programem je **Dotační program dešťovka** označen jako Dotační program OP ŽP 2014 – 2020. Tento program právě probíhá druhá vlna příjmu žádostí. Žádosti se přijímají na SFŽP ČR a jsou vyřizovány do vyčerpání alokovaného objemu 240 mil. Kč. Dotace jsou ve výši 50% na všechny podporované aktivity. Podporovanými aktivitami jsou:

Akumulace srážkové vody pro zálivku zahrady, která je určena pro domy v lokalitách zasažených akutním nedostatkem vody, výše dotace je až 20 000 Kč + 3500 Kč/m³ nádrže, ale nelze dotaci získat na novostavby domů.

Akumulace srážkové vody pro splachování WC a zálivku zahrady. Tato dotace není omezena místem, tudíž se vztahuje na celou Českou republiku. Výše dotace je 30000Kč plus 3500 Kč/m³ nádrže. Dotaci lze získat na stávající domy i novostavby.

Využití přečištěné odpadní vody s možným využitím srážkové vody. Tato dotace opět není omezena místem, vztahuje se na celou Českou republiku. Výše dotace je až 60 000 Kč + 3500 Kč/m³ nádrže (s využitím srážkové vody), až 45 000 Kč + 3500 Kč/m³ nádrže (bez využití srážkové vody) + 10 000 Kč na projektovou přípravu. Dotaci lze získat na stávající domy i novostavby.

Podmínkou pro udělení dotace v obcích jsou splněny, pokud je od roku 2014 splněno jedno z těchto kritérií. Alespoň jednou bylo zajištěno náhradní zásobování pitnou vodou, nebo bylo místní vyhláškou opakovaně omezeno používání pitné vody minimálně ve dvou letech a poslední kritérium je, že bylo místní vyhláškou dlouhodobě omezeno používání pitné vody na dobu tří měsíců v jednom roce.

Po podání žádosti na SFŽP ČR, pracovníci tohoto pracoviště žádost do tří týdnů posoudí. Na odstranění nedostatků je dána lhůta třiceti pracovních dní a na realizaci

opatření podle schváleného odborného posudku je lhůta 12 měsíců. Po dokončení realizace nutné doložit doklady pro uzavření smlouvy o poskytnutí podpory (SFŽP ČR během 3 týdnů doklady zkontroluje). Pokud jsou doklady k realizaci bez chyb je předložena žádost ke schválení. Ministr SFŽP ČR rozhodne a uzavře písemnou smlouvu. Po doručení podepsané smlouvy a podpisu ředitele SFŽP ČR dojde k převedení dotace na bankovní účet žadatele.

Dotace na čistírnu odpadních vod STMH

Dotace na domovní čistírny odpadních vod jsou rozebrány, díky dotacím na vrty bude mít zajištěnou pitnou vodu pro 100 tisíc obyvatel.

O dotace na domovní čistírny odpadních vod v obcích je velký zájem, proto byly vyčleněné finance vyčerpány před stanoveným termínem. Taktéž dotace na posílení zdrojů pitné vody jsou velmi rychle vyčerpány. Dotaci obdrží i další nové projekty na budování zdrojů pitné vody. Dotaci lze získat i na likvidaci nepotřebných vrtů.

Během listopadu roku 2017 mohly obce žádat o dotaci na domovní čistírny odpadních vod pro své občany. Dotace činila 100 milionů korun a díky velkému zájmu žádostí se vyčerpala s velkým předstihem. Proto byla uzavřena čtyři měsíce před avizovaným termínem. Na Státní fond životního prostředí ČR přišlo do konce měsíce července 21 žádostí, které přesahovaly výši 121 milionů korun.

Ministr životního prostředí Richard Brabec říká:

„Těší mě, že obce mají o čištění odpadních vod zájem. Na kanalizaci u nás není připojeno stále více než 1,5 milionu lidí, což je také jeden z důvodů nedostatečné kvality povrchových vod v ČR. Přitom dostatek a kvalita pitné vody patří mezi naše hlavní priority,“ dodává, že 14 žádostí s celkovou výší dotace přesahující 62 milionů již bylo schváleno a dalších 7 projektů se posuzuje. *„Díky 548 čistírnám bude nově zajištěno čištění odpadních vod pro 2 785 lidí. Navíc za náklady, které jsou často podstatně nižší oproti budování centrálních čistíren odpadních vod a souvisejících stokových systémů.“* Malé obce často vůbec nemají finanční prostředky na takovéto projekty. Operačním programem Životní prostředí 2014–2020 (<http://www.opzp.cz/>)

Dotace na likvidaci nepotřebných vrtů

Mimo dotací na domovní čistírny odpadních vod schválil ministr Brabec rovněž přes 11 milionů korun v dotační podpoře dalším pěti projektům na likvidaci nepotřebných vrtů.

Dotace na průzkum, posílení a budování zdrojů pitné vody

Tuto dotaci obdrží 29 nových projektů ve výši 25 milionů korun. Mezi obcemi je o dotaci velký zájem. Ministr Brabec říká, že: *„Díky naší podpoře tak získá více než 93 tisíc lidí dostatek kvalitní pitné vody. Dosud bylo přijato 198 žádostí, z toho bylo již 142 žádostí s dotací v celkové výši téměř 141 milionů korun schváleno. Počet žádostí ještě poroste, jelikož výzva na průzkum, posílení a budování zdrojů pitné vody je stále otevřená. Případní zájemci by neměli s podáním žádosti váhat příliš dlouho, ve výzvě zbývá necelých 90 milionů korun.“* (<http://www.opzp.cz/>)

Dotace na domovní čistírnu

Obce, které mají o dotaci na domovní čistírny odpadních vod zájem, ale nestihly podat žádost, budou mít možnost si požádat v září tohoto roku.

Ministr Brabec slibuje, že podmínky poskytnutí dotace budou velmi podobné dosavadním. *„Připravujeme pokračování této výzvy s předpokládaným termínem jejího vyhlášení v září tohoto roku. Finanční alokace na další výzvu bude stanovena v závislosti na disponibilních prostředcích Fondu,“* slibuje ministr Richard Brabec.

Dotaci budou moci získat projekty realizované v oblastech, kde není z technického či ekonomického hlediska možnost připojení ke stokové síti. Až 80 procent může dosáhnout celková výše dotace ze způsobilých výdajů projektu. Mezi ně lze zahrnout náklady na projektovou přípravu, nákup technologie, instalaci, napojení čistírny včetně monitoringu po dobu deseti let. Toto je podmínkou k získání dotace.

„Tam, kde je efektivní řešit nakládání s odpadními vodami stokovým systémem, zakončeným buď jednou, nebo i více čistírnami odpadních vod, nabízíme podporu z Operačního programu Životní prostředí. A zřejmě poslední výzvu na tuto oblast připravujeme na září letošního roku,“ říká Petr Valdman. Do této doby bylo v rámci OPŽP schváleno 288 vodohospodářských projektů s podporou z EU přes 8 miliard korun.

„Podpora vodohospodářské infrastruktury v obcích je pro nás velkou prioritou i do budoucna, usilujeme o to, abychom mohli pokračovat dalšími výzvami ať už z evropských nebo národních zdrojů,“ doplnil ministr Brabec.

Dotace z EU přispěly a stále přispívají ke zlepšování úrovně čištění odpadních vod, zvyšování kvality povrchových vod a rozvoji vodní infrastruktury v České republice.

Velice pozitivně se to odráží na našem životním prostředí. V současném Operačním programu Životní prostředí 2014–2020 bylo vyhlášeno celkem 12 výzev. Byla schválena dotační podpora ve výši 9,8 miliardy korun 388 vodohospodářským projektům. Vznikne 180 čistíren odpadních vod, vybuduje se 1 281 km stokových systémů, 231 km rozvodů pitné vody a 29 úpraven pitné vody.

Státní fond životního prostředí ČR nabízí na dofinancování 100 % způsobilých nákladů projektu půjčku, kterou lze také použít i na krytí části vlastních zdrojů. Požádat o půjčku je možné kdykoliv až do doby zahájení realizace projektu. Podrobné informace k půjčce najdou zájemci na stránkách Fondu. (<https://www.sfzp.cz/sekce/853/2-vyzva/>)

3.8 Legislativa

- Vodní rámcová směrnice 2000/60/ES
- Rámcová směrnice vodní politiky (2000/60/ES) Evropské unie, ze dne 23. října 2000, představuje nejvýznamnější a prozatím nejucelenější právní úpravu pro oblast vody.
- Zákon číslo 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), v platném znění
- Zákon číslo 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změnách některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), v platném znění
- Vyhláška číslo 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon číslo 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích), v platném znění
- Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech
- Vyhláška Ministerstva zdravotnictví 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, v platném znění
- ČSN 76 6101 Stokové sítě a kanalizační přípojky: 2012
- ČSN 75 6401 Čistírny odpadních vod pro ekvivalentní počet obyvatel (EO) větší než 500: 2014

- ČSN 75 6402 Čistírny odpadních vod do 500 ekvivalentních obyvatel: 2017
- ČSN EN 12566 Malé čistírny odpadních vod do 50 ekvivalentních obyvatel
 - Část 1: Prefabrikované septiky: 2017
 - Část 2: Zemní infiltrační systémy. 2006
 - Část 3: Balené a/nebo na místě montované domovní čistírny odpadních vod: 2017
 - Část 4: Septiky montované ze sestavy prefabrikátů na místě: 2017
 - Část 5: Filtrační systémy pro předčištěné odpadní vody: 2009
 - Část 6: Prefabrikované čistírny pro dočištění odpadních vod ze septiků: 2017
 - Část 7: Prefabrikované čistírny pro třetí stupeň čištění: 2017

4. Metodika práce

V praktické části bakalářské práce jsem realizoval kvalitativní šetření, rozhovor nestrukturovaný. Mým cílem je doporučit a navrhnout co nejefektivnější a nejekonomičtější čištění odpadních vod pro méně než 500 ekvivalentních obyvatel.

Významný metodolog Creswell (1998) definoval kvalitativní výzkum takto:

„Kvalitativní výzkum je proces hledání porozumění založen na různých metodologických tradicích zkoumání daného sociálního nebo lidského problému. Výzkumník vytváří komplexní, holistický obraz, analyzuje různé typy textů, informuje o názorech účastníků výzkumu a provádí zkoumání v přirozených podmínkách.“

„Kvalitativní výzkum se provádí pomocí delšího a intenzivního kontaktu s terénem nebo situací jedince či skupiny jedinců. Tyto situace jsou obvykle banální nebo normální, reflektující každodennost jedinců, skupin, společností nebo organizací.“ (Hendl, J. 2005)

Dále jsem využíval metodu **nestrukturovaného rozhovoru**:

„Nestrukturované interview (rozhovor) umožňuje úplnou volnost odpovědí. Takové interview přináší nové, často nepředpokládané informace. Na druhé straně se však tyto údaje obtížněji vyhodnocují.“ (Gavora, P, 2000).

5. Popis obce

Obec Písty se rozprostírá ve středočeském kraji a patří mezi rekreační oblast, neboť je zde klid, který je pro lidi v dnešní době nejvyhledávanější podmínkou při výběru rekreace, ale i bydlení. Proto zde mladé rodiny staví domy a obec Písty se tak rychlým tempem rozrůstá. Je zde několik rybníků a obcí protéká řeka Labe, takže je zde výhodné místo pro sportovní rybaření i rekreační vyžití.

Z pohledu rušnosti obce jsou Písty velice klidnou oblastí, neboť zde není další napojení na komunikaci, takže tato obec je považována za takzvanou „slepou“ obcí a automobily zde jezdí velice zřídka a autobus sem jezdí třikrát denně.



Obr.3.9 - Mapa obce Písty (zdroj: google mapy)

V obci Písty je nyní 420 počet obyvatel. Napojených na ČOV je 320 obyvatel a počet osob v chatách je proměnlivý, zhruba 50 čísel popisných. „*Nikdo pořádně neví.*“ zaznělo z úst pana starosty obce Písty pana ing. Hynka Fandáka tel. 773 379 741.

5.1 Čistírna odpadních vod

Výstavba ČOV v Pístech byla zahájena 31. 03. 1993 a dílo bylo ukončeno 30. 06. 1994. Čistírna odpadních vod je typu CNP60.

Stručná charakteristika ČOV - CNP

Pro čištění komunálních odpadních vod je určena mechanicko - biologická čistírna CNP, kde biologický stupeň pracuje na principu aktivace za současného odstraňování různých forem dusíku a celkového fosforu. Oba stupně čištění mechanický a biologický jsou sdruženy do jedné dělené nádrže.

Mechanická část CNP je tvořena štěrbínovou usazovací nádrží (fotografie) s dostatečně velkým vyhnívacím prostorem. Při mechanickém předčištění se přiváděná odpadní voda zbavuje usaditelných látek, které propadávají štěrbínou do vyhnívacího prostoru. Organický podíl nečistot podléhá anaerobnímu rozkladu. Vznikající kal, který se vyhníváním zahušťuje a zmenšuje svůj objem, je nutno v pravidelných intervalech vyvážet fekálním vozem vždy, když dosáhne hladina kalu průřezu ve štěrbíně, nebo odčerpat do kalojemu či zahušťovače, je-li osazeno čerpadlo.

Biologický stupeň čistírny je tvořen sestavou aktivačních nádrží. Mechanicky předčištěná odpadní voda přepadá do aktivační nádrže, která je vybavena aeračními elementy eventuálně míchadlem. Na odtoku je umístěno na plováku ponorné odtokové čerpadlo. V prostoru aktivačních nádrží je umístěno recirkulační čerpadlo, které přečerpává aktivační kal z dosazovací části do prostoru denitrifikace (pouze u velkých ČOV, které mají oddělenou denitrifikaci).

Během jednoho pracovního cyklu dochází v aktivaci (aerátory a míchadlo v chodu) k likvidaci naprosté většiny rozpuštěných organických látek a oxidaci NH_4^+ na dusičnany (nitrifikace), po vypnutí aerátorů, kdy pracuje jen míchadlo, dochází k denitrifikaci, tzn. převedení dusičnanů na volný dusík. V dosazovací části nádrže sedimentuje přebytečná aktivační směs, která se v pravidelných intervalech, daných počítačem přečerpává zpět do prostoru štěrbiny (u menších ČOV) u větších do kalojemu. Odsazená vyčištěná voda je čerpána ponorným čerpadlem umístěným na plováku z dosazovací nádrže do odtoku.

6. Návrhy řešení pro malé obce

Problematika čištění odpadních vod je velice složitá a náročná. Produkování odpadních vod je nerovnoměrné a látkové zatížení je taktéž proměnné. Nejideálnějším, nejlepším a nejekonomičtějším řešením by bylo odpadní vody začlenit do koloběhu prvovýroby. Pochopitelně odpadní vody, které to umožňují svým složením. Myslím si, že problematika čištění odpadních vod bude v budoucnu stále složitější, neboť normy a limity požadované na čištění odpadních vod jsou stále přísnější a kontrola důslednější, než v letech minulých.

Myslím si a doporučil bych, že ostatní odpadní vody bude nutné nějakým způsobem zpracovat. Navrhl bych zpracování odpadních vod v místě jejich vzniku, což je nejideálnější nebo na nejbližší možné technologii, která umožňuje čištění těchto vod.

Také si myslím, že je jasné, že je ekonomicky neúnosné, aby každý rodinný dům, farma či živnostník vlastnil a provozoval svou vlastní čistírnu odpadních vod. Z hlediska udržitelného rozvoje venkova a ochrany životního prostředí je však nezbytné najít řešení, která umožní za přiměřených ekonomických nároků vyřešit problémy nakládání s odpadními vodami.

6.1 Návrh vlastní kořenové čistírny

Návrh kořenové čistírny odpadních vod s vertikálním podpovrchovým tokem. Odpadní voda je přiváděna na povrch lože, které je osázeno mokřadními rostlinami. Vrstvami štěrku a písku prosakuje voda a na dně je sbírána drenážními trubkami a poté odváděna ze systému. Zapotřebí je navrhnout i více loží, které budou střídavě zaplavovány.

Je zapotřebí stanovit průměrný denní průtok a maximální potřebu vody obyvatel v obci při počtu obyvatel 320 a denní spotřebě vody na osobu 120 l.

Výpočet průtoků KČOV:

$$Q_{24} = q \cdot O = 120 \cdot 320 = 38\,400 \text{ l/den} = 38,4 \text{ m}^3/\text{den}$$

$$Q_d = q \cdot O \cdot k_d = 120 \cdot 320 \cdot 1,5 = 57\,600 \text{ l/den} = 57,6 \text{ m}^3/\text{den}$$

Maximální hodinový průtok

$$Q_{\max} = k_{\max} \cdot (Q_d/24) = 3\,600 \text{ l/hod} = 3,6 \text{ m}^3/\text{hod}$$

Minimální hodinový průtok

$$Q_{\min} = k_{\min} \cdot (Q_d/24) = 0 \text{ l/hod}$$

Výpočet zatížení

Snížení zatížení o 30% dle ČSN 75 6402.

$$EO = 320 \cdot 70 / 100 = 224$$

$$BSK_5 = 224 \cdot 60 = 13\,440 \text{ g/den}$$

Prostor KČOV

Nutno uvažovat s plochou vypočtenou dle ČSN 75 6402, u horizontálně protékaných KČOV má být zatížení v rozmezí 6 – 10 g BSK₅/(m².den).

$$\text{Plocha KČOV} - 13\,440 / (6 - 10) = 2\,240 - 1\,340 \text{ m}^2$$

Parametry kořenové čistírny

Velikost kořenových polí – 2 kořenová pole šířka 20 m a délka 45 m

VELIKOST ZNEČIŠTĚNÍ

$$BSK_5 - 60 \text{ g/1EO} = 60 \cdot 224 = 13\,440 \text{ g/den} = 13,44 \text{ kg/den}$$

$$NL - 55 \text{ g/1EO} = 55 \cdot 224 = 12\,320 \text{ g/den} = 12,32 \text{ kg/den}$$

Filtrační lože

- odstranit nerozpuštěné a organické látky,
- hloubka může být 60-80 cm,
- substrát - praný štěrk,
- od podloží jsme oddělili plastovou folií - nedochází k průsakům do podloží a nezhodnocení podzemních vod,
- rozvodné a sběrné zóny se vyplní hrubým kamenivem, aby se voda lépe rozvedla po celém profilu nátokové hrany.

Vegetace

Zvolil jsem rákos obecný, zpravidla 4 - 8 sazenic na 1m². Vysazení do štěrkovitého lože, bez zeminy a na okraj kořenové čistírny blatouch bahenní.

Náklady na výstavbu

Náklady na kořenovou čistírnu odpadních vod činí maximálně 20 000 Kč/1EO.

$$20\,000 \cdot 224 = 4\,480\,000 \text{ Kč}$$

Provozní náklady cca 300 000 Kč/rok.

6.2 Návrh domovní čistírny

Domovní ČOV představuje nejdokonalejší a způsob likvidace odpadních vod z objektů. Jde o moderní náhradu jímek a septiků. V prvopočátku se jeví jako velká investice, ale s postupujícím časem se vyplatí. K provozním nákladům je nutno počítat spotřebu elektřiny a poplatek za odběr vzorků. Domovní čistička je vhodná pro trvale obývané objekty, které není možné připojit na kanalizaci. Patří do kategorie „vodní dílo“ a je třeba si vyřídit stavební povolení u příslušného odboru životního prostředí. U domovní čistírny musíme kaly vyvážet jednou ročně.

Výhodou je vysoká účinnost čištění a odpadá následné dočištění odpadních vod. **Nevýhodou** je spotřeba elektrické energie a potřeba lidské pravidelné obsluhy.

(<http://www.vodavdome.cz/cov-septik-nebo-jimka-v-cem-je-rozdil-kde-je-vhodne-pouzit/>)

Navrhuji domovní čistírnu typu AS - Variocomp 5K. Vnější rozměry průměr 1200/2020, hmotnost 160kg, cena bez DPH 29 500Kč. Příslušenství k domovní čistírně. Monitoring ČOV - AS - GSM D stojí 6 900 Kč bez DPH, dávkovač substrátu výživy 12 500 Kč bez DPH. Nosič biomasy 1 600 Kč bez DPH, dmychadlo 60W 4 000 Kč bez DPH, pochozí plastový poklop 1 800Kč bez DPH a externí plastová skříň pro dmychadlo s ventilačním komínkem 2 000 Kč bez DPH. Celkem náklady 58 300 Kč.

Na pořízení domovní čistírny je vyčíslená částka dle mého návrhu 58 300 Kč. Energie stojí 5 Kč na den, což za celý rok činí 1825 Kč. Vyvážení kalu je zhruba jednou ročně okolo 1 639 Kč.

6.3 Žumpa

Je navržena betonová nádrž NAUTILUS 7 m³, vodotěsná nádrž sloužící k akumulaci splašků z objektu. Protože nemá odtok, je dle potřeby nutné nechat vyvážet její obsah fekálním vozem na čistírnu odpadních vod. Je důležité, aby k žumpě mohl zajet fekální vůz. Je zde nutno podotknout, že maximální možný vývoz odpadu na jednu jízdu je 5 m³ a cena je 1639 korun včetně daně z přidané hodnoty. To je jedna z **nevýhod** žumpy. Další nevýhodou je, že obsah žumpy se musí vyvážet jednou za měsíc, což je dvanáctkrát do roka. Nutno podotknout, že zde není třeba kanalizace.

Naopak **výhodou** je nízká pořizovací cena a není nutné provádět rozbory odpadních vod. Splňuje požadavky ČSN a má dlouhou životnost.

Žumpa zděná z cihel, jejíž cena je 45 000 Kč pro 3 - 5 osob. Životnost této žumpy se přepokládá na 30 - 70 let. Vyvážení žumpy stojí zhruba 1639 Kč a vývoz fekálním vozem je 1x měsíčně.

6.4 Septik s dočištěním

Septik s dočištěním je nádrž se třemi komorami a slouží jako usazovací prostor. Odpadní vody se zde zbavují kalu. Dochází zde k předčištění odpadní vody, do septiku se umísťuje zemní pískový filtr nebo biologický aktivní filtr. Septik navržený vhodným způsobem je účinný jako domovní čistírna odpadní vody. Zvolení septiku je velice vhodné právě pro občasné obývané objekty například rekreační chaty, jako jsou v Pístech. Povolení k zapojení septiku musí vydat stavební úřad a je nutné si vyřídit povolení k vypouštění odpadních vod. Zde je kanalizace zapotřebí.

Výhodou je, že kal usazený v septiku je sice dle potřeb nutno nechat vyvézt, ale méně často než je tomu při vyvážení splašků z jímky. Takže je zde úspora z ekonomického hlediska. Funguje i bez přívodu energie a nevyžaduje pravidelný přísun odpadních vod. **Nevýhodou** je však větší zastavěná plocha a nutností je dočištění odpadních vod.

Septik celoplastový do 15m³ se zemním filtrem ZF4. Cena septiku je 7 900 Kč, zemní práce 27 000 Kč. Zemní filtr ZF4 jehož cena činí 17 800 Kč. Celková cena 52 700 Kč. Vyvážení kalu je zhruba jednou ročně okolo 1 639 Kč.

6.5 Centrální ČOV

Centrální čistírna pro celou obec znamená zmenšení investičních nákladů na výstavbu ČOV.

Platba za tuto službu je 2 400 Kč ročně za jednu osobu. Tato služba je pro obyvatele téměř bezkonkurenční, protože nebot' jim odpadá veškerá starost s výše zmiňovanými službami. Platí pouze tento finanční poplatek.

6.6 Výsledky

Investiční náklady jsou brány dle hodnot „Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury“ ministerstva pro místní rozvoj. Počet obyvatel je 320, počet EO je 224. Počet nemovitostí je uvažován jako 100.

Tab. 6.1 – Investiční a provozní náklady

	Centrální ČOV	Domovní ČOV	Septik+ZF	Žumpa	Kořenová ČOV
Investiční náklady	6 496 000	5 830 000	4 770 000	4 500 000	4 480 000
Provozní náklady	768 000	346 400	163 900	1 966 800	300 000

Hodnocení jednotlivých variant z hlediska jejich výhod a nevýhod

Tab. 6.2 – Hodnocení variant

varianta	výhody				nevýhody			
	A	B	C	D	A	B	C	D
Centrální ČOV	ANO	NE	NE	ANO	NE	NE	NE	ANO
Domovní ČOV	ANO	NE	ANO	NE	ANO	NE	ANO	ANO
Septik se ZF	NE	ANO	ANO	NE	ANO	NE	ANO	ANO
Žumpa	-	ANO	NE	-	NE	ANO	ANO	NE
Centrální KČOV	ANO	ANO	ANO	ANO	NE	NE	ANO	ANO

Výhody:

A – technologie čištění pracuje za příznivějších podmínek

B – nižší investiční náklady

C – nižší provozní náklady

D – vyšší účinnost čištění

Nevýhody:

A – větší počet jednotek přináší komplikace – provozní a kontrolní,

B – nutnost častého vyvážení kalů

C – nutnost větší zastavěné plochy

D – nutnost vodoteče

Z uvedených závěrů vyplývá, že nejvhodnější jsou centrální mechanicko-biologická ČOV a kořenová ČOV. Je nutné ještě se zabývat také cenou kanalizace, do které budou vody z jednotlivých nemovitostí vypouštěny. Také odtok z domovních ČOV a septiků, doplněných zemním filtrem, vyžaduje zaústění buď do vodního toku, nebo kanalizace. Naopak vyvážení žump je nákladné nehledě na to, že kal vyvážený do větších čistíren je nahnilý, což způsobuje problémy v aerobních biologických čistících procesech.

7. Diskuse

Jak už bylo řečeno výstavba vodovodu, kanalizace a čističky odpadních vod byla zahájena 31. 03. 1993 a toto dílo bylo dokončeno 30. 06. 1994 organizace, která stavbu prováděla, byly Dopravní stavby akciové společnosti Uherské Hradiště. Jak zaznělo z úst pana starosty Fandáka: *„Šlo o náročnou akci, která svou náročností, výstavbou neměla v Pístech obdoby!“*

Termín plánované dokončení akce bylo určeno na 31. 12. 1995. Tedy realizace a dokončení této stavby bylo zkráceno o 18 měsíců. Předpokládané rozpočtové náklady na stavbu byly ve výši 15 milionů Kč a skutečné náklady dosáhly „jen“ 12 ti milionů 601 tisíc 301 Kč.

Zde je nutné podotknout, že při výstavbě šlo o velmi rozsáhlou a náročnou akci a byly ušetřeny 2 milióny 398 tisíc 699 Kč a ještě k tomu navíc se podařilo přimět dodavatele materiálu k úpravě silničních komunikací a vozovek v řadě ulic obce Písty nad rámeč poškození, ke kterým při stavbě došlo. Diskusí s panem starostou bylo sděleno, že musel absolvovat řadu jednání, které stály spoustu času, nervů a sil. Jak říkal: *„Považoval jsem toto za velice důležité pro obec Písty udělat, nebylo to jednoduché, neboť přístup některých lidí byl velice negativní, což mi připadalo velice nepěkné. Nakonec jsem získal po řadě jednání a žádostí dotaci ze Státního fondu životního prostředí 6 miliónů 500 tisíc Kč, půjčku ze Státního fondu životního prostředí 3 milióny 500 tisíc Kč A naše vlastní prostředky činily 2 milióny 601 tisíc 301 Kč. Celkem tedy veškeré finanční prostředky činily 12 miliónů 601 tisíc 301 Kč. Na závěr bych chtěl říci a pochlubit se tím, že provedení této stavby a akce, způsoby financování a nad rámeč důsledný stavební dozor se staly vzorem pro řadu obcí a jezdí k nám čerpat zkušenosti. Myslím si, že toto pohladí po duši a je za mnou kus vykonané dobré práce.“*

Je zde nutno podotknout, že maximální možný vývoz odpadu na jednu jízdu je 5m krychlových a cena je 1639 korun včetně daně z přidané hodnoty.

8. Závěr

Bakalářská práce se zabývala detailním popisem čistírny odpadních vod v obci Písty. Největším problémem pro lidstvo je znečišťování pramenité a podzemní vody. Jak bylo zjištěno ČOV v obci Písty byla zahájena do provozu v roce 1994 a všichni obyvatelé dosud nejsou napojeni. Pro obyvatele, kteří jsou připojeni na ČOV odpadá starost s vyvážením odpadních jímek. V budoucnu pan starosta obce počítá s výstavbou kanalizací u ostatních obyvatel, kteří stále nejsou napojeni na ČOV. Je nutno podotknout, že bez dotační pomoci je tato výstavba nerealizovatelná.

Z návrhu vyplývá, že nejvhodnější a nejekonomičtější způsob výstavby ČOV v Pístech dle mého návrhu je centrální čistírna odpadních vod, kde jeden obyvatel zaplatí zhruba 2400 Kč. A nejefektivnější, když pomineme centrální čistírnu odpadních vod, je domovní čistírna, jejíž pořízení nás vyjde na 58 300 Kč bez stavebních úprav a spotřebovaná energie je 5 Kč na den, ale je zde nutná obsluha člověka.

Je možné kromě mechanicko-biologické čistírny navrhnout také čistírnu kořenovou, která bude investičně výhodnější, ale vyžaduje větší plochu.

V malých obcích je možné také vybudovat domovní ČOV, které budou zaústěny do stávající dešťové kanalizace, nebo u nemovitostí v blízkosti vodoteče, rovnou do vodního toku.

Další z možností je výstavba žumpy, která není ekonomicky výhodná, neboť se musí přibližně každý měsíc vyvážet a cena jednoho vývozu činí 1639 Kč. Jako poslední nabízející se variantou je výstavba septiku doplněného zemním filtrem.

Tam, kde v obci není vodoteč ani kanalizace, není jiná možnost než použití žumpy.

9. Použité zdroje

- Čížek P., Herel F., Koniček Z., 1970: *Stokování a čištění odpadních vod SNTL*. Praha
- Dohányos M., Koller J., Strnadová N., 2004: *Čištění odpadních vod*. Vydavatelství VŠCHT Praha, Praha, 177 s.
- Fletcher T. D., Deletic A., 2008: *Data requirements for integrated urban water management*. Leiden: Taylor & Francis, 337 s. ISBN 978-0-415-45345-5.
- Groda B., Vítěz T., Machala M., Foler J., Surýnek D., Musil J., 2007: *Čištění odpadních vod jako nástroj k ochraně životního prostředí v zemědělské praxi a na venkově*. Brno
- Guo J. C. Y., 2006: *Urban hydrology and hydraulic design*. Highlands Ranch: Water Resources Publications, 507 s. ISBN 1-887201-48-3
- Hasenöhrl J., 1990: *Zdravotně vodohospodářské stavby*. Učebnice pro 4. ročník SPŠ stavebních. SNTL, Praha, 248 s.
- Hendl J., 2005: *Kvalitativní výzkum: základní metody a aplikace*. Praha: Portál, 2005, ISBN 80-7367-040-2
- Herle J., Bareš P., 1990: *Čištění odpadních vod z malých zdrojů znečištění*. Praha. ISBN 80-03-00587-6
- Hlavínek P., Hlaváček P., 1996: *Čištění odpadních vod - praktické příklady výpočtů*. NOEL 2000 s.r.o. 1996. 1 ISBN 80-86020-0-2
- Hlavínek P., Mičín J., Prax P., 2001: *Příručka stokování a čištění*. NOEL 2000. Brno. ISBN 80-8620-30-4
- Hlavínek P., Mičín J., Prax P., Hlušík P., Mífek R., 2006: *Stokování a čištění odpadních vod, modul 2, čištění odpadních vod*. Brno
- Cheremisinoff N.P., 2002: *Handbook of water and wastewater treatment technologies*. Butterworth-Heinemann, Boston, 636 s.
- Chudoba J., Dohányos M., Wanner J., 1991: *Biologické čištění odpadních vod*. SNTL, Praha, 465 s.
- Kočková E., Kříž P., Legát V., Šálek J., Žáková Z., 1994: *Vegetační kořenové čistírny odpadních vod*. Brno: Ministerstvo zemědělství ČR
- Komínková D., Benešová L., Šťastná L., 2014: *Úprava pitných a čištění odpadních vod*. ČZU v Praze, Praha, 238 s.
- Lin S., 2007: *Water and wastewater calculations manual*. 2nd ed. New York: McGraw-Hill, 945 s. ISBN 978-0-07-147624-9

Lubbers Ch. L., 2007: On gas pockets in wastewater pressure mains and their effect on hydraulic performance. Amsterdam: IOS Press, 290 s. Delft Hydraulics select series; 11/2007. ISBN 978-1-58603-789-5

Pitter P., 1990: *Hydrochemie*. Praha: SNTL. 565 s. ISBN 80-03-00525-6

Pytl V., 2004: Příručka provozovatele čistírny odpadních vod. Medim pro SOVAK ČR, Líbeznice u Prahy, 209 s.

Schneider W., 1989: Waste Water Technology: Origin, collection, treatment and analysis of waste water. 1.ed., Springer-Verlag, Berlin

Říhová-Ambrožová J., 2007: *Čištění odpadních vod. From Encyklopedie hydrobiologie: výkladový slovník online*. Praha: VŠCHT

Slavíčková K., Slavíček M., 2013: *Vodní hospodářství obcí 1. Úprava a čištění vody*. V Praze: České vysoké učení technické, 2013. ISBN 978-80-01-05390-4

Sojka J., 2004: Malé čistírny odpadních vod. ERA, Brno, 98 s.

Sojka J., 2013: Čistírny odpadních vod pro rodinné domy. Grada Publishing, a.s., Praha, 96 s.

Synáčková M., 2014: Vodárenství a stokování. ČZU v Praze, Praha, 99 s.

Šálek J., Křiška M., Pírek O., Plotěný K., Rozkošný M., Žáková Z., 2012: Voda v domě a na chatě: Využití srážkových a odpadních vod. Grada Publishing, a.s., Praha, 144 s.

Šálek J., 1992: *Vegetační způsoby čištění odpadních vod*. Brno

Šálek J., 1994: *Návrh a využití biologických nádrží na čištění odpadních vod*. Praha: ÚVTIZ

Šálek J., Tlapák V., 2006: *Přírodní způsoby čištění znečištěných povrchových a odpadních vod*. Praha, ISBN 80-86769-74-7

Švehla P., Tlustoš O., Balík J., 2007: Odpadní vody. ČZU v Praze, Praha

Thévenot D., 2008: Daywater: an adaptive decision support system for urban stormwater management. 1st pub. London: IWA, 298 s. ISBN 9781843391609.

Tran, N.H., Urase, T., Ngo, H.H., Hu, J., Ong, S.L., 2013: Insight into metabolic and cometabolic activities of autotrophic and heterotrophic microorganisms in the biodegradation of emerging trace organic contaminants. Bioresource.

Vymazal J., 1995: *Čištění odpadních vod v kořenových čistírnách*. Třeboň

Vybrané právní předpisy:

- Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES

- Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, (úplné znění vyhlášeno pod č. 106/2005 Sb.)
- Zákon č. 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č.93/2004 Sb. kterým se mění zákon č.100/2001 Sb., o posuzování vlivů a životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o posuzování vlivů na životní prostředí)
- Zákon č. 76/2006 Sb., o integrované prevenci a o omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o integrované prevenci), ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 76/2006 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů.
- Nařízení vlády č. 85/1981 Sb., o chráněných oblastech přirozené akumulace vod Chebská pánev a Slavkovský les, Severočeská křída, Východočeská křída, Polická pánev, Třeboňská pánev a Kvartér řeky Moravy
- Nařízení vlády 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, v platném znění
- Vyhláška MZe č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb. O vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizaci) ve znění vyhlášky č. 146/2004 Sb.
- ČSN 75 0161: Vodní hospodářství – Terminologie v inženýrství odpadních vod: 2008
- ČSN EN 16323: Slovník technických terminů v oblasti odpadních vod: 2014
- ČSN 75 6081: Žumpy: 2007
- ČSN 75 6101: Stokové sítě a kanalizační přípojky: 2012
- ČSN 75 6401: Čistírny odpadních vod pro ekvivalentní počet obyvatel (EO) větší než 500: 2014
- ČSN 756402: Čistírny odpadních vod do 500 ekvivalentních obyvatel: 2017
- ČSN EN 12255 část 1 až 16: Čistírny odpadních vod: 2003-2006
- ČSN EN 12566 – 1: Malé čistírny odpadních vod do 50 ekvivalentních obyvatel – Část 1: Prefabrikované septiky: 2017

- ČSN EN 12566 – 2: Malé čistírny odpadních vod do 50 ekvivalentních obyvatel – Část 2: Zemní infiltrační systémy: 2006
- ČSN EN 12566 – 3: Malé čistírny odpadních vod do 50 ekvivalentních obyvatel – Část 3: Balené a/nebo na místě montované domovní čistírny odpadních vod: 2017
- ČSN EN 12566 – 4: Malé čistírny odpadních vod do 50 ekvivalentních obyvatel – Část 4: Septiky montované ze sestavy prefabrikátů na místě: 2017
- ČSN EN 12566 – 5: Malé čistírny odpadních vod do 50 ekvivalentních obyvatel – Část 5: Filtrační systémy pro předčištěné odpadní vody: 2009
- ČSN EN 12566 – 6: Malé čistírny odpadních vod do 50 ekvivalentních obyvatel – Část 6: Prefabrikované čistírny pro dočištění odpadních vod ze septiků: 2017
- ČSN EN 12566 – 7: Malé čistírny odpadních vod do 50 ekvivalentních obyvatel – Část 7: Prefabrikované čistírny pro třetí stupeň čištění: 2017

Jiné tištěné zdroje:

Provozní řád pro trvalý provoz ČOV CNP 60 v Pístech. Datum zpracování 1994

Dodatek provozního řádu ČOV Písty - Odvodňovací stanice kalů, (datum vypracování neuvedeno)

Provozně manipulační řád, ČOV CNP 60 vzorový doklad

Příručka jakosti - Provozní laboratoř ČOV CNP 60 Písty. Datum vydání 1996

Výsledky analytického stanovení 1996

Internetové zdroje:

<http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/tzb-1/1.html> - Evropská vodní charta 1968

<http://www.opzp.cz/> Operačním programu Životní prostředí 2014–2020

<http://www.vodavdome.cz/cov-septik-nebo-jimka-v-cem-je-rozdil-kde-je-vhodne-pouzit/>

<https://www.sfzp.cz/sekce/853/2-vyzva/> stránky Fondu

<http://www.vodavdome.cz/cov-septik-nebo-jimka-v-cem-je-rozdil-kde-je-vhodne-pouzit/>

<http://www.uur.cz/default.asp?ID=899>

Obrázky:

Obrázek číslo 3.1 - obsah dusíku

Obrázek číslo 3.2 - obsah fosforu

Obrázek číslo 3.3 - obsah draslíku

Obrázek číslo 3.4 - chemická spotřeba kyslíku

Obrázek číslo 3.5 - schéma mechanického čištění

Obrázek číslo 3.6 - ručně stírané česle

Obrázek číslo 3.7 - horizontální lapák písku žlabový

Obrázek číslo 3.8 - schéma biologického čištění

Obrázek číslo 3.9 - mapa obce Písty

Tabulky:

Tabulka číslo 6.1 – investiční a provozní náklady

Tabulka číslo 6.2 – hodnocení variant

10 Přílohy

Fotogalerie



Čistírna odpadních vod Písty (vlastní zdroj)



Manipulační deska v ČOV Písty (vlastní zdroj)



Vyústění z ČOV do recipientu (vlastní zdroj)