

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA**

**FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**

**Katedra aplikované ekologie**



**Vyhodnocení zkušebního provozu kanalizace a  
čistírny odpadních vod obce Semtěš**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Vedoucí diplomové práce: doc. RNDr. Miroslav Martiš, CSc.  
Autor diplomové práce: Milena Bošková

# Zadání Diplomové práce

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

Katedra aplikované ekologie

Fakulta životního prostředí

## **ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**

**Bošková Milena**

Regionální environmentální správa - kombinované Praha

Název práce

**Vyhodnocení zkušebního provozu kanalizace a ČOV obce Semtěš**

Anglický název

**Assesment of trial operation of sewerage system and waste water treatment village of Semtes**

---

### **Cíle práce**

Vyhodnotit zkušební provoz kanalizace a čistírny odpadních vod.

### **Metodika**

Na základě literární rešerše a vyhodnocení současného stavu v lokalitě porovnat řešený problém s podobnými projekty v ČR. Vyhodnotit zkušební provoz kanalizace a následně i zkušební provoz ČOV.

### **Harmonogram zpracování**

Literární rešerše - říjen 2011

Vyhodnocení současného stavu v lokalitě - listopad 2011

Komparace s podobnými projekty v ČR - prosinec 2011

Vyhodnocení zkušebního provozu kanalizace - leden 2012

Vyhodnocení zkušebního provozu ČOV - únor 2012

Koncept DP - březen 2012

Finální verze DP - duben 2012

## Rozsah textové části

cca 50 stran

## Klíčová slova

kanalizace, čistírny odpadních vod, životní prostředí

## Doporučené zdroje informací

DOHÁNYOS, M.; KOLLER, J.; STRNADOVÁ, N. Čištění odpadních vod. Praha : VŠCHT, 2007. 177 s.

HLAVÍNEK, P., et al. Stokování a čištění odpadních vod, modul 1. Brno: FAST, 2006, 132 s.

PITTER, P. Hydrochemie. Praha : VŠCHT, 2009. 568 s.

RACLAVSKÁ, H. Technologie zpracování a využití kalů z ČOV. V Ostravě, 2007. 171 s.

SOBOTA, J. Vodní hospodářství. Praha : ČZU, 2007. 48 s.

WANG, L. K.; HUNG, Y.; SHAMMAS, N. K. Physicochemical treatment processes. Totowa : Humana Press, 2005. 723 s.

WIESMANN, U.; CHOI, In Su; DOMBROWSKI, E. Fundamentals of biological wastewater treatment. Weinheim : Wiley-VCH, 2007. 362 s.

HENZE, M., et al. Wastewater treatment: biological and chemical processes. Berlin : Springer, 2002. 430 s.

## Vedoucí práce

Martiš Miroslav, doc. RNDr., CSc.

## Konzultant práce

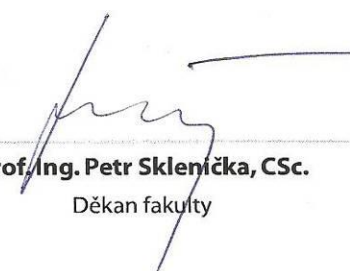
Doc. Ing. Jan Vymazal, CSc.

  
doc. Ing. Jan Vymazal, CSc.

Vedoucí katedry



V Praze dne 25.4.2012

  
prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan fakulty

## **Poděkování**

Děkuji doc. RNDr. Miroslavu Martišovi, CSc. za cenné rady, připomínky a trpělivé vedení při zpracování práce. Děkuji paní Anně Sekerkové z firmy ADOS za poskytnutá data, bez kterých by nemohla tato práce vzniknout. Poděkování patří panu Františku Skácelovi a panu Moravcovi, kteří mi umožnili libovolný přístup do ČOV Semtěš a to i na úkor jejich volného času. Děkuji dotčeným obecním úřadům a firmám, které dodávaly technologické linky do čistíren, za souhlas ke zpracování technických údajů, zvláště pak firmě GASCO spol. s.r.o.

## **Prohlášení**

P r o h l a š u j i,

že jsem předloženou diplomovou práci vypracoval/a zcela samostatně a veškerou použitou literaturu a další podkladové materiály, které jsem použil/a, uvádím v Soupisu bibliografických citací.

Datum:

Podpis studenta

## **Abstrakt CZ:**

Práce je věnována objasnění pojmů souvisejícími s odpadními vodami. Nastíněn je proces fungování i provozu obecní čistírny odpadních vod a jejího vlivu na kvalitu odpadní vody na odtoku z ČOV. Na základě odebraných vzorků na přítoku i odtoku z čistírny je vypočítána účinnost čistícího procesu. Výsledky jsou porovnány se zákonem stanovenými limity, doporučením vodohospodářského úřadu, z hlediska účinnosti čistícího procesu a s podobnými projekty v ČR. Práce se zabývá i kalovým hospodářstvím a otázkou, zda po analýze odebraných vzorků kalu je možné využití na zemědělské půdě. Nakládání s kaly je graficky znázorněno pro všechny země EU.

## **Abstrakt EN**

This report has elaborated upon waste water treatment systems technicalities. Specifically the processes and/or operations of waste water treatment facilities for local municipalities and further impact to quality of water resources while treated. Incoming /outgoing samples have been taken and treatment efficiency has been assessed and compared by limits of related laws and regulations, substantiated with conclusions developed by water resources authority and/or similar projects in the country. Further the use of waste in agriculture is elaborated based upon the samples taken to be then shown graphically for EU countries in respect of waste treatment.

### **Klíčová slova CZ:**

kanalizace, kanalizační sítě, kanalizace, odpadní vody, životní prostředí, čištění odpadních vod, znečištění odpadní vod, obec

### **Klíčová slova EN:**

sewer, sewerage, sewerage network, sewer system, wastewater, environment, wastewater treatment, wastewater pollution, municipality

1	Úvod.....	9
2	Cíl práce, metodika, hypotézy.....	11
3	Literární rešerše.....	12
3.1	Historie .....	12
3.2	Legislativa .....	14
3.3	Možnosti financování .....	16
4	Odpadní vody.....	17
4.1	Druhy odpadních vod .....	18
4.1.1	Splaškové vody .....	18
4.1.2	Městské odpadní vody .....	19
4.1.3	Balastní vody.....	20
4.1.4	Průmyslové odpadní vody.....	20
4.1.5	Dešťové odpadní vody .....	20
4.1.6	Členění dle ČSN.....	21
4.2	Stokové soustavy .....	22
4.2.1	Jednotná soustava.....	24
4.2.2	Oddílná soustava .....	25
4.2.3	Kombinovaná soustava .....	25
4.2.4	Kanalizační systémy.....	26
4.3	Čištění odpadních vod .....	26
4.3.1	Předčištění .....	27
4.3.2	Mechanické čištění.....	28
4.4	Biologické čištění odpadních vod .....	29
4.4.1	Aerobní procesy .....	31
4.4.2	Anaerobní procesy .....	34
4.4.2.1	Odstraňování sloučenin dusíku.....	35
4.4.2.2	Odstraňování sloučenin fosforu .....	37
5	Kalové hospodářství.....	39
5.1	Využití kalů .....	43
6	Metodika .....	47
7	Praktická část .....	51
7.1	Zájmové území- obec Semtěš.....	51
7.2	Kanalizace .....	52

7.3	ČOV Semtěš .....	53
7.4	Popis technického řešení .....	54
7.5	Hlavní technologické parametry čistírenských objektů .....	55
7.5.1	Čerpací jímka (ČJ) .....	55
7.5.2	Biologický reaktor.....	56
7.5.3	Denitrifikační prostor .....	57
7.5.4	Aktivační prostor (nitrifikace).....	58
7.5.5	Dosazovací část.....	59
7.5.6	Srážení fosforu .....	60
7.5.7	Předzahuštění kalu .....	60
7.5.8	Odtok vyčištěné vody, měrný objekt .....	62
7.5.9	Zásobník kalu ZK.....	63
7.5.10	Fekální jímka FJ.....	63
7.6	Technologie čištění odpadních vod.....	65
7.6.1	Popis způsobu čištění .....	65
7.6.2	Odtok z ČOV .....	66
8	Výsledky a diskuze .....	69
8.1	Porovnání s vodoprávním rozhodnutím MÚ Čáslav .....	69
8.2	Porovnání z hlediska účinnosti čištění dle BSK <sub>5</sub> , ChSK <sub>Cr</sub> , NL .....	73
8.3	Porovnání se zákonem stanovenými ukazateli .....	74
8.4	Porovnání z hlediska účinnosti čištění dle N-NH <sub>4</sub> , P <sub>celk</sub> a N-NO <sub>3</sub> .....	75
8.5	Porovnání s podobnými projekty v ČR .....	76
8.6	Výsledky rozboru kalů a porovnání s vyhláškou upravenými ukazateli.....	79
8.7	Porovnání nakládání s kaly v zemích EU.....	81
8.8	Kanalizace .....	84
9	Závěr .....	85
	Soupis bibliografických citací.....	88
	Seznam příloh.....	94
	Přílohy (doplňující část).....	95



# 1 Úvod

Environmental Protection Agency (USEPA), jakožto Agentura ochrany životního prostředí ve Spojených státech, odhaduje výskyt virových a bakteriálních onemocnění v důsledku spotřeby pitné vody ze špatně fungujících systémů na čištění vody na cca 200 tisíc.

Za čistou a bezpečnou vodu, která nepoškozuje lidské zdraví, bojuje i světová zdravotnická organizace- World Health Organization (WHO). WHO tvrdí, že 120 miliónů lidí v Evropě nemá přístup ke kvalitní pitné vodě nebo nemá přístup ke kanalizaci, což vede k onemocněním přenášeným vodou, jako jsou tyfus, průjemová onemocnění či hepatitida typu A. Na následky těchto chorob zemřou ročně 3 miliony lidí, z toho dvě třetiny jsou děti (who.int).

Fakt, že pitná voda je omezeným zdrojem, si dnes uvědomuje celý svět. První evropský dokument definující význam vody pro člověka ve dvanácti bodech, je Evropská vodní charta vyhlášená Evropskou radou dne 6.5.1968 ve Štrasburku.

Judita Simms ze Státní univerzity v Utahu uvádí, že průměrný obyvatel vyprodukuje 45-60 litrů odpadních vod za jeden den. Pitter počítá s orientační průměrnou produkcí odpadních vod na jednoho člověka v závislosti na vybavenosti bytu 110 litrů. V posledních letech produkce odpadních vod klesá v závislosti na cenách vodného a stočného, ale do budoucna bude trend zcela opačný v souvislosti se stále větším procentem obyvatelstva připojeným na kanalizaci. Česká republika se při vstupu do Evropské unie zavázala implementovat legislativu společenství, kam spadá i ochrana vod, do svého právního prostředí.

Zákon 128/2000 Sb. o obcích říká, že obec je veřejnoprávní korporací, má vlastní majetek. Obec vystupuje v právních vztazích svým jménem a nese odpovědnost z těchto vztahů vyplývajících. Majetek obce musí být využíván účelně a hospodárně v souladu s jejími zájmy a úkoly vyplývajících ze zákonem vymezené působnosti. Obec je povinna pečovat o zachování a rozvoj svého majetku.

Nikde však není uzákoněna povinnost obce investovat do technické infrastruktury. Stavební boom po sametové revoluci motivoval řadu obcí k parcelování, zasíťování a prodeji obecních pozemků v rámci zlepšení obecního rozpočtu a jejich vyjímání ze zemědělského půdního fondu. Satelitní městečka se stala hitem a obce se začaly rozrůstat. Obce, které kanalizaci v občanské vybavenosti již měli a disponovali i

ČOV zjišťovali, že stávající technické vybavení, většinou zastaralé, nedostačující a je třeba ho intenzifikovat. Neustále také vzrůstají nároky na ochranu životního prostředí a to i v oblasti vodního hospodářství. Konkrétní cíle definuje například státní politika životního prostředí implementací směrnice Rady 91/271/EHS, o čištění městských odpadních vod.

Řada obcí nakonec stála před stejným rozhodnutím. Zbudovat čističku odpadních vod, či ne? Jakou technologii zvolit? V první řadě je zde i hledisko ekonomické. Může si malá obec dovolit provést investici takového rozsahu? Jsme schopni zabezpečit provoz ČOV personálně? Jak bude ovlivněno životní prostředí v obci? Co a jak s nutně vzniklým kalem? Zodpovědět tyto a možná i další otázky se pokusí tato práce.

Teoretická část je zaměřena na odpadní vody a kanalizaci. Je zde stručně popsána historie, legislativa, druhy odpadních vod a kanalizace, způsoby čištění a kalové hospodářství.

Praktická část je věnována konkrétní čistírně odpadních vod v obci Semtěš včetně současně budované kanalizační sítě a jejímu zkušebnímu provozu.

V části diskuze a výsledky jsou shrnuty poznatky za dobu fungování zkušebního provozu, zobrazeny výsledky a hodnoty naměřené při zkušebních odběrech. Je provedeno porovnání se zákonem stanovenými limity a dopočítána účinnost čištění v procentech. Pro ještě lepší znázornění problematiky je zkušební provoz ČOV Semtěš graficky srovnán se čtyřmi podobnými zkušebními provozů čistíren odpadních vod v obcích Nové Hrady, Čeperka, Chlumeck nad Cidlinou a Proseč u Skutče a to z hlediska účinnosti čistícího procesu.

## 2 Cíl práce, metodika, hypotézy

### **Cíl práce**

Objasnění pojmů souvisejícími s odpadními vodami, nastínění procesu fungování a provozu biologické čistírny odpadních vod a její vliv na kvalitu odpadní vody na odtoku z ČOV. Hlavním cílem je vyhodnocení zkušebního provozu kanalizace a ČOV v obci Semtěš s prezentací výsledků.

### **Metodika**

Studiem odborné literatury vygenerovat základní i nejnovější poznatky v oboru. Roční sledování ČOV po dobu jejího zkušebního provozu. Archivování rozborů odebraných směsných vzorků na přítoku i odtoku z čistírny a jejich porovnání se zákonem stanovenými limity a doporučením vodohospodářského úřadu. Porovnání výsledků s podobnými projekty v ČR z hlediska účinnosti čistícího procesu. Podrobný popis metodiky je uveden v samostatné kapitole.

### **Hypotézy**

Provoz ČOV za zákonem stanovených podmínek neovlivňuje kvalitu vody v recipientu.

Funkčnost ČOV je dána množstvím a kvalitou přitékajících a odtékajících vod.

Účinnost čistícího procesu nezávisí na velikosti čistírny.

Účinnost čistícího procesu závisí na počtu připojených ekvivalentních obyvatel.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Historie

*„Vodu neoceníme, dokud nám nevyschne studna a to platí o všem v životě.“*

*Benjamin Franklin*

Zhoršování čistoty vody na Zemi je součástí antropogenního tlaku na životní prostředí. Problém vody, především její čistoty nerespektuje státní hranice a jeho řešení vyžaduje zvládnout nejen vodohospodářská hlediska, ale také ekologická, technicko – ekonomická a především sociálně – politická hlediska. Mnohé typy znečištění vod mají regionální, až globální charakter a mohou být úspěšně řešeny pouze ve spolupráci všech států světa (Synáčková 1994). Přímé znečišťování vod je způsobováno zejména tekutými odpady a odpadními vodami s nedostatečným čištěním (Rozman et.al.). Voda je základní složkou biomasy. Obsahuje-li voda jako součást prostředí i látky škodlivé, přecházejí tyto látky do struktury organismů dle obecných fyzikálně chemických zákonů (Rozman, Pospíchal 1996).

Voda je nezbytnou součástí života. Světový oceán obsahuje 1 300 000 000 km<sup>3</sup> vody, to je 97,22% jejího celkového množství na zemi. Další 2,13% vody je vázáno v ledocích a polárním ledu. Pouze 0,0009% vody se nachází ve sladkých jezerech a 0,0001% ve vodních tocích. Celkem jen 2,77% veškeré vody na zemi je voda sladká a z ní je jen asi 0,34% dostupných pro člověka. S takovou vodou je tedy třeba dobře hospodařit (Broncová 2002).

Že člověk potřebuje vodu pro své přežití, věděl už dávno. Počátky osídlování v blízkosti řek a jejich úrodných nížin naučili člověka s vodou hospodařit. Se vznikem měst koncentrace obyvatel přinesla novou otázku: Co s vodou odpadní? Patrně nejstarší kanalizační systém byl vybudován při řece Eufrat ve městě Babylon před 3 700 lety. 2 300 let př. Kr. bylo v Pákistánu postaveno město v údolí Indu, které disponovalo v každém domě koupelnou. Splachovací záchod byl používán již v Mezopotámii. Na Řecké Krétě zhruba 1 500 let př. Kr. byl vystavěn palác Knóssos s oddílnou kanalizací, včetně koupelen a záchodů. Archeologické vykopávky potvrzují, že již kolem roku 800 př. Kr. měli Féničané v Kartágu na kanalizaci napojené vany.

V českých zemích dříve splašková kanalizace nebyla, odpadní voda se vylévala do příkopů, což mělo za následek šíření nemocí, hlavně moru, zápachu a přemnožení krys. Na některých hradech byly zbudovány tzv. prevéty, (lidově výsernice), kde šlechta konala potřebu do otvoru, z něhož vše volně padalo do příkopu pod hradem. Dobývání takového hradu pak bylo mnohem nepříjemnější.

*Foto č. 1: Prevét hrad Radyně, zdroj vlastní*



Čištění odpadních vod jako takové před rokem 1990 existovalo pouze závlahou odpadními vodami ( Hlavínek 2000).

Prvními vodovody a kanalizací disponovali měšťanské domy v 19. století. Na počátku 30 let, po vzniku první republiky a v souvislosti s Průmyslovou revolucí nastal rozmach jak vodovodní, tak kanalizační sítě. V této době také došlo k zhoršení kvality vod, neboť se tolik nedbalo na čištění vypouštěných odpadních vod z průmyslových podniků. Výstavba kanalizací byla přerušena hospodářskou krizí a teprve po válce došlo k jejímu dalšímu rozvoji.

Po druhé světové válce u nás bylo 51 fungujících čistíren odpadních vod, z nich 17 s vyhovující účinností. Potřeba čistíren v Čechách a na Moravě však byla vyčíslena na 912. Proto byla v roce 1948 zřízena při ministerstvu techniky Komise pro péči o čistotu vody a začaly práce na prvním Státním vodohospodářském plánu, tehdy

světovému unikátu. V roce 1950 se vykazovalo 31,2% obyvatel připojených na veřejnou kanalizaci, v roce 1970 to bylo 55,3% a již bylo postaveno přibližně 800 čistíren. Přispělo k tomu i ustavení Státní vodohospodářské inspekce v roce 1966. Některé podniky s nevyhovujícími technologiemi se od roku 1966 zavíraly, především celulózky a cukrovary. Vypouštěné znečištění (jako BSK<sub>5</sub>) kulminovalo v roce 1967 množstvím 170 tisíc tun, do roku 1975 se snížilo na 142 tisíc tun. (Broncová 2002).

## 3.2 Legislativa

V Listině základních práv a svobod č. 2/1993 Sb., jakožto součásti ústavního pořádku ČR je v článku 35 zakotveno, že každý má právo na příznivé životní prostředí, každý má právo na včasné a úplné informace o stavu životního prostředí a přírodních zdrojů. Taktéž že při výkonu svých práv nikdo nesmí ohrožovat ani poškozovat životní prostředí, přírodní zdroje, druhové bohatství přírody nad míru stanovenou zákonem.

Ústředním orgánem státní správy v oblasti vodního hospodářství bylo kompetenčním zákonem č. 122/1997Sb. pověřeno Ministerstvo zemědělství s výjimkou ochrany přirozené akumulace vod, ochrany vodních zdrojů a ochrany jakosti povrchových a podzemních vod, které spadá do resortu Ministerstva životního prostředí.

Vodoprávními úřady jsou *obecní úřady a újezdní úřady na území vojenských újezdů*, které mohou rozhodnutím, nebo opatřením obecné povahy a vyžaduje-li to veřejný zájem upravit, omezit či zakázat obecné nakládání s povrchovými vodami. (netýká se toků tvořících státní hranici). *Obecní úřady s rozšířenou působností* vykonávají funkci vodoprávního úřadu v rozsahu vodního zákona a uplatňují stanoviska k územním plánům a regulačním plánům. *Krajské úřady a ministerstva*, jejichž pravomoci jsou uvedeny v §107 a §108 zákona 254/2001Sb., vodní zákon.

Pokud se na území obce nachází kanalizace v soukromém vlastnictví jiného subjektu, má obec povinnost dodržovat ustanovení zákona číslo 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon). Zohlednit v územním plánu skutečnost její existence a případného dalšího rozvoje, jako součásti technické infrastruktury. Stavebním úřadem určeným k povolování vodních děl je speciální stavební úřad

příslušného vodoprávního úřadu. Záleží na hierarchické struktuře jednotlivých ORP, zpravidla mívá v kompetenci ustanovení vodního zákona odbor životního prostředí. Stěžejním předpisem je zákon 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu, dále zákon 254/2001 Sb., o vodách a zákon 185/2001 Sb., o odpadech. Ukazatele a hodnoty přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitosti povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech stanovuje Nařízení vlády č. 61/2003 Sb.

### **Evropská vodní charta**

Dokument vyhlášený Evropskou radou dne 6.5.1968 ve Štrasburku definuje význam vody pro člověka ve dvanácti bodech.

- Bez vody není života. Voda je drahocenná a pro člověka ničím nenahraditelná surovina.
- Zásoby sladké vody nejsou nevyčerpatelné. Je proto nezbytné tyto udržovat, chránit a podle možností rozhojňovat.
- Znečišťování vody způsobuje škody člověku a ostatním živým organismům, závislým na vodě.
- Jakost vody musí odpovídat požadavkům pro různé způsoby jejího využití, zejména musí odpovídat normám lidského zdraví.
- Po vrácení použité vody do zdroje nesmí tato zabránit dalšímu jejímu použití pro veřejné i soukromé účely
- Pro zachování vodních zdrojů má zásadní význam rostlinstvo, především les.
- Vodní zdroje musí být zachovány.
- Příslušné orgány musí plánovat účelné hospodaření s vodními zdroji.
- Ochrana vody vyžaduje zintenzivnění vědeckého výzkumu, výchovu odborníků a informování veřejnosti.
- Voda je společným majetkem, jehož hodnota musí být všemi uznávána. Povinností každého je užívat vodu účelně a ekonomicky.
- Hospodaření s vodními zdroji by se mělo provádět v rámci přirozených povodí a ne v rámci politických a správních hranic.
- Voda nezná hranic, jako společný zdroj vyžaduje mezinárodní spolupráci.

**Směrnice Rady 91/271/EHS** ze dne 21. května 1991 o čištění městských odpadních vod. Cílem této směrnice je ochrana životního prostředí před nepříznivými účinky vypouštění odpadních vod (eagri.cz).

**Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/EU** ze dne 23. Října 2000 o vodní politice EU. Jedna z nejsložitějších směrnic, která sjednocuje vodní politiku všech členských zemí. Hlavním cílem je omezit znečištění vod předepsanými omezeními a dosáhnout dobrého stavu do roku 2015.

### **3.3 Možnosti financování**

Investice desítek milionů korun k výstavbě čističky odpadních vod je pro malé obce naprosto nereálná. V úvahu je třeba vzít i následné náklady na její provoz a obsluhu. Výše uvedené důvody obce příliš nemotivují ke zkvalitnění technické infrastruktury vedoucím k většímu pohodlí obyvatel. Důvodem je též nutná spoluúčast obce při získání dotačního titulu.

Nejmenší obce, které nedisponují potřebnými finančními prostředky k dofinancování ČOV, mohou prostřednictvím obecně závazných vyhlášek nařídit způsob zneškodňování odpadních vod. Nejen nastavení správného právního rámce, ale i optimální definování zapojení obce je v současné právní úpravě zcela přípustné.

Ministerstvo zemědělství na základě pravidel pro poskytování finančních prostředků v oblasti vod pro rok 2011 a způsob kontroly jejich využití poskytuje finanční prostředky na základě podpory zvyšování funkčnosti vodních děl na investiční i neinvestiční výdaje, které zahrnuje i výkup pozemků (Jágllová et al. 2009).

K účelu podpory výstavby ČOV a kanalizací je určen Národní dotační titul, program **Obnova a rozvoj infrastruktury vodovodů** a kanalizací spadající do kompetence ministerstva zemědělství. V rámci tohoto programu je možné čerpat až 80% na výstavbu kanalizace (podmínkou je funkční ČOV) pro obce od 200 ekvivalentních obyvatel. Za účelem čerpání prostředků z tohoto programu stanovilo ministerstvo zemědělství závazná pravidla, kde je na základě splnění jejich podmínek možné prostředky čerpat. Právní nárok na čerpání prostředků nevzniká, MZE si vyhrazuje posouzení a vyhodnocení každé akce zvlášť (MŽP 2009).



### **Operační program Životní prostředí**

Tento program je určen výhradně pro obce nacházející se v chráněných krajinných oblastech, národních parcích, v lokalitách Natura 2000, v ochranných pásmech vodních zdrojů apod. Možnost čerpání dotací je až do výše 85%, plus 5% ze SFŽP (MŽP 2009). Podmínkou pro čerpání dotace z tohoto programu je uplatnění přístupu uvedeného v praktické příručce- smluvní výkonové ukazatele v oboru VAK ČR (MŽP 2010).

### **Program rozvoje venkova ČR na období 2007-2013**

Vyhlašuje Státní zemědělský intervenční fond. V rámci tohoto programu mohou obce do 2 000 ekvivalentních obyvatel žádat až o 90% výdajů vyčleněných na výstavbu kanalizace a ČOV. Neplatí pro obce, jejichž území vyžaduje zvláštní ochranu.

Náklady nese i přípravná fáze výstavby, kterou je bezesporu projektová dokumentace. Až 50% dotací na projektovou dokumentaci mohou obce získat od krajských úřadů.

Při zdárném využití výše uvedených dotačních titulů stále zbývá nemalá částka potřebná k dofinancování tak nákladné akce. V tomto momentě již záleží na šikovnosti zastupitelstva, výběru šikovného dodavatele či budoucího provozovatele, který může významně pomoci k celkovému financování, popřípadě k zapojení soukromého subjektu na základě koncesní smlouvy.

Nakládání s odpadními vodami není levnou záležitostí, proto záleží na pečlivém a celkovém uvážení výsledného způsobu řešení (MŽP 2009).

## **4 Odpadní vody**

**Odpadní vodu** definuje zákon č. 254/2001 Sb., vodní zákon v §38 takto:

Odpadní vody jsou vody použité v obytných, průmyslových, zemědělských, zdravotnických a jiných stavbách, zařízeních nebo dopravních prostředcích, pokud mají po použití změněnou jakost (složení nebo teplotu), jakož i jiné vody z těchto staveb, zařízení nebo dopravních prostředků odtékající, pokud mohou ohrozit jakost povrchových nebo podzemních vod. Odpadní vody jsou i průsakové vody z odkališť,

s výjimkou vod, které jsou zpětně využívány pro vlastní potřebu organizace, a vod, které odtékají do vod důlních, a dále jsou odpadními vodami průsakové vody ze skládek odpadu.

Problematiku odpadních vod současně řeší i zákon o odpadech, který je doplněn obecně závaznou vyhláškou č. 381/2001 Sb. – katalog odpadů. V tomto katalogu jsou uvedeny i odpady, které odpovídají definici dle vodního zákona. Odpadní vodu tedy neurčuje její složení, ale způsob jejího vzniku.

*Tab. č. 1: Příklad zařazení odpadů z ČOV dle katalogu odpadů:*

<b>Zařazení dle katalogu odpadů</b>	<b>Katalogové číslo</b>
shrabky z česlí	<b>19 08 01</b>
odpady z lapáků písku	<b>19 08 02</b>
kaly z čištění komunálních odpadních vod	<b>19 08 05</b>
produkce odpadu z čištění kanalizace	<b>20 03 06</b>

Odpadní vody definuje i ČSN EN 1085 jako vody odváděné v jakékoli kombinaci z domácností, průmyslu a jiných provozů, včetně dešťových (povrchových) a nepředvídaných balastních vod.

S jistou pravděpodobností lze odhadnout, že celkové množství odpadních vod produkovaných v ČR se pohybuje kolem 2 mld.m<sup>-3</sup>. Větší část těchto vod odtéká do ČOV za předpokladu normální srážkové činnosti. V době dešťů a povodní odtékají odpadní vody přímo do recipientů, protože kanalizační síť je přetížena povrchovou vodou (Pokorný 2009).

## **4.1 Druhy odpadních vod**

### **4.1.1 Splaškové vody**

Splaškové odpadní vody (splašky) jsou odpadní vody z domácností, hygienických zařízení, objektů společného stravování, ubytování apod. (Pitter 2009). Patří k nim i odpadní vody z městské vybavenosti, jako jsou školy, restaurace, hotely, kulturní zařízení apod. mající podobný charakter jako odpadní vody od obyvatel (Hlavínek 2006). Splašky jsou znečištěny organickými i anorganickými látkami a obsahují řadu

mikroorganismů. Splaškové vody jsou velice rizikové z hlediska jejich potenciální infekčnosti. Produkce splaškových vod na jednoho obyvatele se v průměru počítá 150 litrů na jeden den, i když v současné době má klesající tendenci z důvodu nárůstu cen vodného a stočného. Tento trend může vést k nárůstu koncentrace znečišťujících složek ve splaškové vodě. (Švehla 2007)

Tab. č. 2: Orientační složení domovních splaškových vod

<b>Orientační složení splaškových (domovních) odpadních vod</b>			
hodnota PH		6,5	až 8,5
sediment po 1 hodině		3 mg/l	až 4,5 mg/l
nerozpuštěné látky (NL)		200 mg/l	až 700 mg/l
z toho	usaditelné látky	0,73	
	neusaditelné látky	0,27	
rozpuštěné látky (RL)		600 mg/l	až 800 mg/l
BSK <sub>5</sub> (s potlačením nitrifikace)		100 mg/l	až 400 mg/l
CHSK-Cr		250 mg/l	až 800 mg/l
N <sub>celk</sub>		30 mg/l	až 70mg/l
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>		20 mg/l	až 45 mg/l
P <sub>celk</sub>		5 mg/l	až 15 mg/l

Zdroj: ČSN 75 6101- Stokové sítě a kanalizační přípojky

#### 4.1.2 Městské odpadní vody

Městské odpadní vody jsou směsí splašků a průmyslových odpadních vod, popř. vody dešťové a jiné vody (např. z čištění ulic a veřejných prostranství) odváděné veřejnou kanalizací (Pitter 2009). Konkrétní složení závisí na tom, zda se v daném městě nachází průmysl, či nikoliv a vliv má i množství balastních vod (Dohányos et al. 2007).

### **4.1.3 Balastní vody**

ČSN 75 0161 definuje balastní vody jako nežádoucí přítok vody do stokového systému a kanalizačních přípojek. Do stokové sítě vnikají netěsnostmi kanalizace, či ventilačními otvory šachet. Výskyt balastních vod v systému není žádoucí, neboť má za následek zvýšení nákladů na provoz ČOV.

Balastní vody jsou vody mimovolně svedené do kanalizace. Jsou převážně málo znečištěné, a proto jejich přítomnost v městských odpadních vodách je příčinou jejich naředování, a to tím více, čím větší podíl tvoří (Hlavínek 2006).

### **4.1.4 Průmyslové odpadní vody**

Průmyslové odpadní vody jsou vody použité a znečištěné při výrobním procesu (včetně vod chladících), které jsou ze závodu vypouštěny a pro daný proces jsou již nepoužitelné. Řadí se mezi ně i odpadní vody ze zemědělství (Pitter 2009).

U průmyslových odpadních vod je třeba vždy posoudit, zda neobsahují v nepřipustných koncentracích látky toxické, hořlavé, výbušné a jinak škodlivé pro provoz kanalizace a čistírny. Povolené množství a kvalitu průmyslových odpadních vod vypouštěných do veřejných kanalizací stanovuje její správce v kanalizačním řádu. Vhodné pro společné čištění se splaškovými vodami jsou vody obsahující biologicky rozložitelné organické látky, vesměs přírodního původu (např. odpadní vody z mlékáren, pivovarů, konzerváren). Obsahují-li průmyslové odpadní vody nadměrné koncentrace toxických látek, tyto musí být před vypuštěním do veřejné kanalizace odstraněny. Toxicita se posuzuje z hlediska škodlivého působení na biologické procesy v ČOV, příp. v recipientu, ale i z hlediska možného účinku na pracovníky kanalizace, složení čistírenských kalů a způsobu jejich zpracování (Hlavínek 2006).

### **4.1.5 Dešťové odpadní vody**

Dešťové odpadní vody označované též jako srážkové zahrnují vodu dešťovou, tající sněh, splachy a drenážní vodu. V případě dešťové vody se jedná většinou o vodu čistou s ohledem na intenzitu a předchozí průběh srážek. Dešťová voda splachuje nečistoty z komunikací, tající sněh obsahuje velké množství solí, což jsou důvody pro její zachytávání a čištění. Obecně ale dešťové vody, odpadní vody ředí (Winkler 1981).

#### 4.1.6 Členění dle ČSN

ČSN 75 6101- Stokové sítě a kanalizační přípojky, člení odpadní vody dle původu a způsobu znečištění takto:

- *Splaškové (domovní) odpadní vody* (odpadní vody obsahující splašky z kuchyní, koupelen, prádelen, WC, technické občanské vybavenosti apod.);
- *Infekční odpadní vody* (odpadní vody z infekčních oddělení nemocnic, z tuberkulózních sanatorií, z mikrobiologických laboratoří, z výroben očkovacích látek z infikovaných zvířat, z přidružených provozů apod.). Tyto odpadní vody obsahují choroboplodné zárodky takového druhu a v takové míře, že vyžadují zvláštní opatření před vypuštěním do stokové sítě;
- *Průmyslové odpadní vody* (např. odpadní vody z technických provozů, chladicí vody). Jejich znečištění je nejrůznějšího druhu podle technologie výroby;
- *Odpadní vody ze zemědělství a zemědělské výroby*;
- *Srážkové vody* (dešťové včetně vod z tání sněhu a ledu);
- *Ostatní odpadní vody* (odpadní vody, které nelze zařadit do některé z předchozích skupin nebo které se dostaly do stokové sítě za nepředvídatelných okolností).

ČSN EN 1085- čištění odpadních vod- slovník, člení odpadní vody na:

- *Surové odpadní vody*- nevyčištěné odpadní vody
- *Nahnílé odpadní vody*- odpadní vody s počínajícím anaerobním rozkladem, obvykle s obsahem sulfanů nebo jiných sloučenin síry
- *Splaškové domovní odpadní vody*- vody odváděné z kuchyní, prádelen, umyvadel, koupelen záchodů a podobných zařízení
- *Průmyslové odpadní vody; provozní odpadní vody*- odpadní vody z průmyslu nebo komerční sféry
- *Komunální odpadní vody; městské odpadní vody*- odpadní vody z obytných ploch obsahující převážně splaškové (domovní) odpadní vody; kromě toho mohou obsahovat dešťové (povrchové) vody, balastní vody a v omezeném množství průmyslové nebo provozní odpadní vody
- *Srážkové vody*- vody z atmosférických srážek, které dosud neobsahují látky z povrchu

- *Srážkové povrchové vody*- srážkové vody, které se nevsákly do podloží a jsou odváděny z povrchu terénu nebo budov do odvodňovacího systému
- *Topné vody*- vody použité k přenosu tepla
- *Průsakové vody*- vody prosakující kontaminovanými vrstvami, např. odpady

### **Recipient**

Nejobvyklejším recipientem (příjemcem) vyčištěné odpadní vody jsou povrchové vody. Recipientem rozumíme např. vodní toky, nádrže a rybníky. V místě zaústění odpadní vody probíhá postupné míchání vody povrchové a odpadní, čímž je obvykle zhoršena kvalita povrchové vody. Průtok vody v toku kolísá v závislosti na ročním období. Nejvyšších průtoků je dosahováno na jaře v době tání sněhu a nejnižších na podzim a za dlouhotrvajících mrazů. Poměr míšení odpadní vody se provádí výpočtem pomocí směšovací rovnice, z níž vyplyne posouzení vlivu zdroje znečištění na recipient. Výpočet se provádí na průtok  $Q_{355}$ , tj. množství vody, které zaručeně protéká tokem po 355 dní v roce. Údaje o průtocích a kvalitě vody lze získat v hydrometeorologickém ústavu (Sojka 2004).

## **4.2 Stokové soustavy**

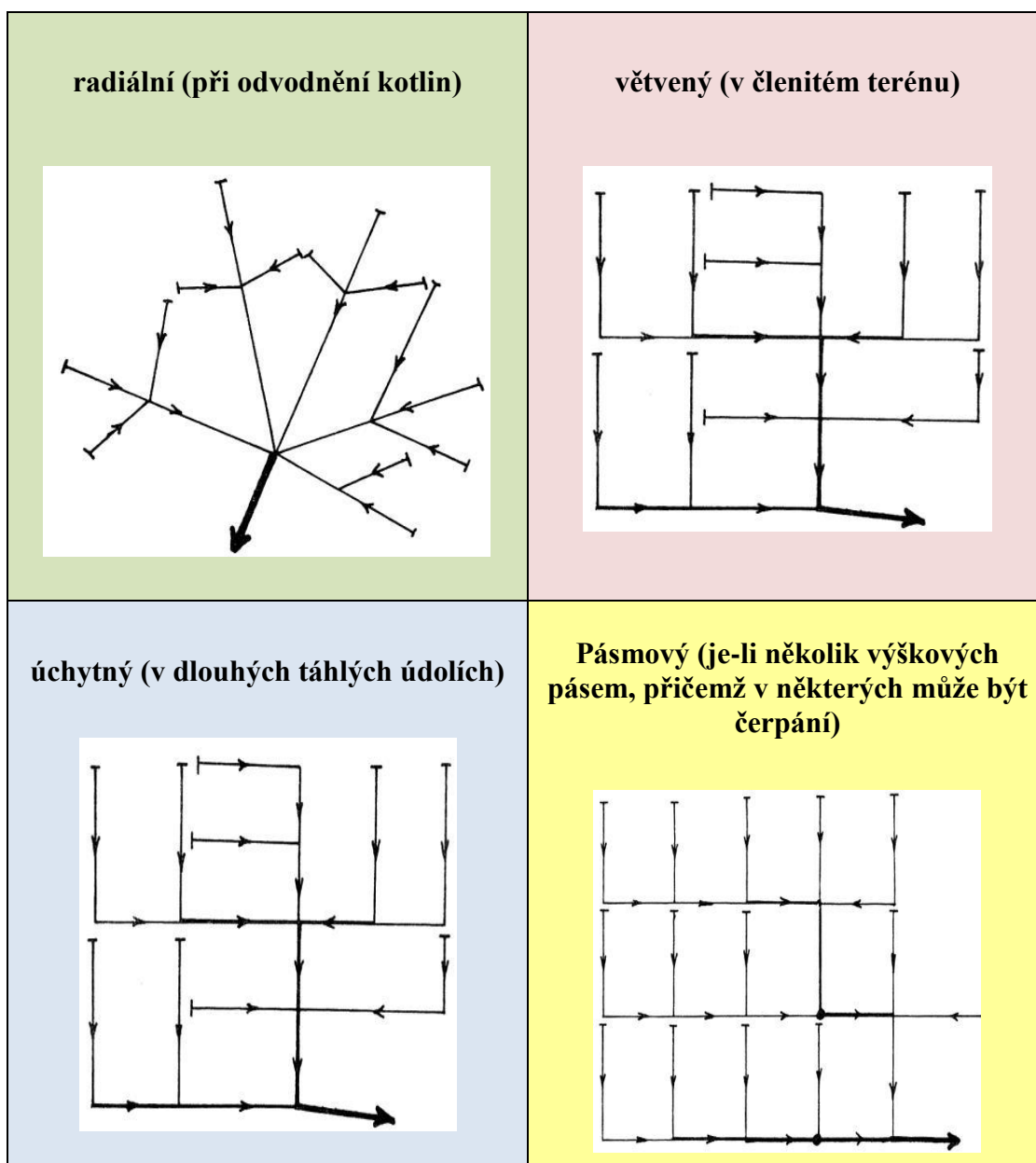
Stokové soustavy jsou zařízení pro sběr, shromažďování a dopravu tekutých odpadů. (Hlavínek 2006). Stokovou síť tvoří propojené trubní, či zděné stoky a objekty na nich. Kapacitně největší stoka se nazývá kmenová, do ní zaústí hlavní, nebo vedlejší sběrače a do nich pak uliční stoky. Nejmenším prvkem jsou kanalizační přípojky. (Sobota 2007). Účelem stokových sítí a kanalizačních přípojek je spolehlivé, hospodárné a zdravotně neškodné odvádění odpadních vod z určeného území nebo připojené nemovitosti do zařízení na čištění odpadních vod (čistírny odpadních vod, dešťové nádrže) a posléze do vodního recipientu. Tím stokové sítě a kanalizační přípojky zajišťují ochranu vodního recipientu před znečištěním odpadními vodami (tj. i znečištěnými dešťovými odpadními vodami) z urbanizovaných povodí (ČSN 75 6101).

Stokové sítě značně zatěžují podzemní vody, stoky tu přejímají funkci drénů (Broža 1999)

V zájmu ochrany životního prostředí i ekonomického aspektu je třeba zvolit vhodnou stokovou soustavu dle konkrétní lokality s ohledem na složení a vlastnosti odpadních

vod apod. Zásady pro návrh stokové sítě obsahuje norma ČSN 75 6101- Stokové sítě a kanalizační přípojky. Požadavky, které je nutno respektovat při navrhování, výstavbě, provozu a údržbě stanoví ČSN EN 752-2 a vyhláška Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb. Podkladem projektové dokumentace je územně plánovací dokumentace a zpracovaný generel kanalizace a výsledné zpracování musí být v souladu s ČSN EN 752-3.

Obr. č. 1: Systém uspořádání stok

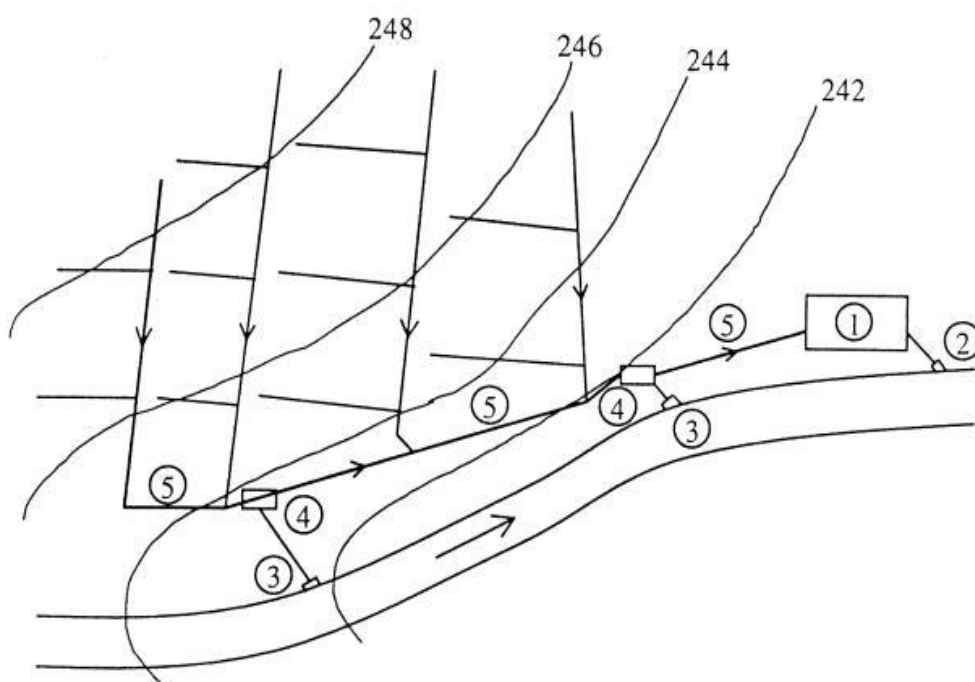


Zdroj: <http://rccv.vsb.cz/>

## 4.2.1 Jednotná soustava

Ve většině urbanizovaných sídel ČR jsou stokové soustavy řešeny jako jednotné. To znamená, že veškeré druhy odpadních vod jsou dopravovány společně, jedním potrubím na ČOV. Rizika jsou nejen ekologická, hygienická, ale i nápor na provoz ČOV při dešti. Výhody použití této technologie jsou ekonomické (Václavík et.al. 2010).

Obr. č. 2: Schéma jednotné stokové soustavy



1 – ČOV, 2 – Výpust' vyčištěné odpadní vody, 3 – Výpust' odlehčovací stoky, 4 – Odlehčovací komora, 5 – Kmenová stoka.

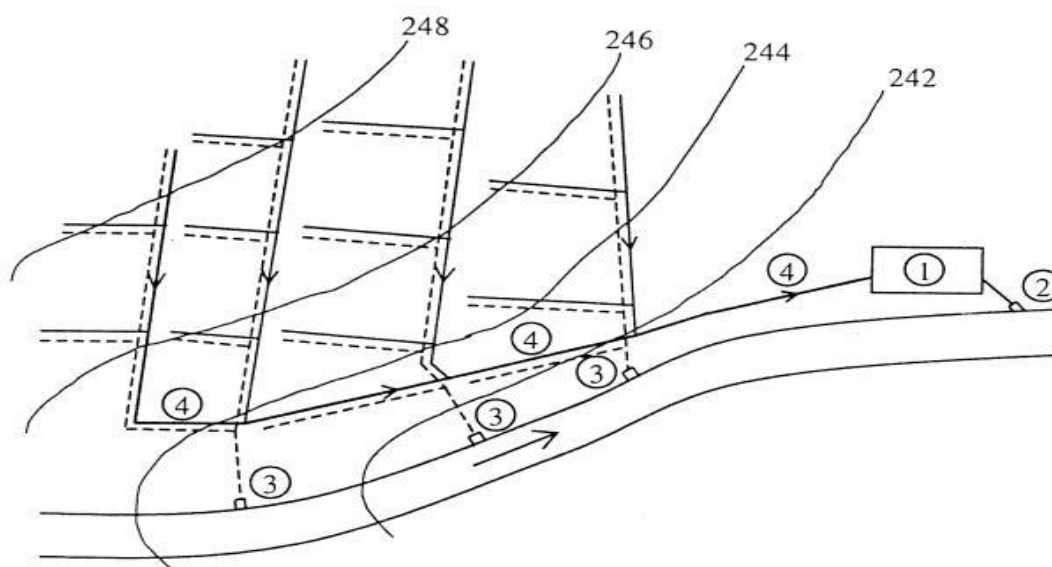
Zdroj: <http://rccv.vsb.cz/mostech/voda/data/Voda%20a%20zivotni%20prostredi%20Moravskoslezskeho%20kraje%202010.pdf>



## 4.2.2 Oddílná soustava

V oddílné soustavě jsou jednotlivé odpadní vody odváděny samostatně. Jednotlivá je kanalizace splašková, dešťová i průmyslová a čištění na čistírně probíhá také zvlášť (Hlavínek et al. 2006).

Obr. č. 3: Schéma oddílné stokové soustavy



1 – ČOV, 2 – výúst vyčištěné odpadní vody, 3 – výúst dešťových odpadních vod, 4 – kmenová stoka, stoky městských odpadních vod, stoky dešťové

Zdroj: <http://rccv.vsb.cz/mostech/voda/data/Voda%20a%20zivotni%20prostredi%20Moravskoslezskeho%20kraje%202010.pdf>

## 4.2.3 Kombinovaná soustava

Polooddílná soustava, kde jsou dešťové vody odváděny přímo do recipientu a ostatní odpadní vody jiným potrubím na čistírnu (Sobota 2006).

Princip spočívá v tom, že splaškové vody jsou odváděny hluboko uloženými stokami, dešťové vody mělce uloženým potrubím. Při přívalu nejvíce znečištěné dešťové vody na začátku deště se prázdní spojovacím potrubím ze dna dešťových stok v šachtách do stok splaškových. Po jejich zahlcení nad úroveň dna dešťových stok dochází k odtoku srážkové vody dešťovými stokami přímo do recipientu. Největší znečištění z oplachu terénu na začátku deště a z výplachu dešťových stok je takto svedeno splaškovými stokami do ČOV. Do recipientu je již odváděna relativně čistá voda (Hlavínek 2006).

#### 4.2.4 Kanalizační systémy

**Gravitační stokový systém-** nejčastěji používaný hospodárný systém využívá výškové členitosti území, kdy je odpadní voda dopravována přirozeným samospádem. Úseky kde není možné využít přirozenou gravitaci, doplňují například přečerpávací stanice (Hlavínek et al. 2006).

**Tlaková kanalizace-** používá se v rovinném terénu, pokud není možné použít gravitačního systému. Systém využívá elektrické energie a čerpacích stanic vybudovaných u jednotlivých uživatelů, tudíž je ekonomicky náročnější (Hlavínek et al. 2006).

**Podtlaková (vakuová) kanalizace-** využívá vakuové stanice vybudované většinou v blízkosti ČOV, jednotlivé připojené objekty vlastní sběrnou šachtu ze které po otevření sacího ventilu putuje odpadní voda do vakuové stanice a následně přečerpávána do ČOV (Václavík et.al. 2010).

### 4.3 Čištění odpadních vod

Honner už v roce 1983 napsal, že cílem výstavby čistírny odpadních vod je ochrana životního prostředí se snahou o snížení znečištění odváděného stokovou sítí na ekonomické minimum, což je podle něho možné zvýšením čistícího účinku technologického procesu a jeho stability, eliminací příčin kritického zhoršení funkce důležitých částí procesu, přizpůsobení kapacity ČOV zvyšováním hydraulického a látkového zatížení a omezením množství znečištění, unikajícího mimo technologickou linku.

Postupy čištění odpadních vod vyplývají z druhu znečištěné vody a složení obsažených škodlivin (Šilar 1996).

Výsledky stanovení jednotlivých ukazatelů znečištění vody vždy významně závisely na postupu odběru vzorku, manipulaci se vzorkem a jeho přípravě k vlastní analýze. Odebrat reprezentativní vzorek odpadní vody je, ve srovnání s přírodními vodami nebo pitnou vodou, velmi obtížné. Problémem je zejména nehomogenita a skutečnost, že složení odpadní vody kolísá v čase i prostoru. Při sestavování programu vzorkování je vždy nutno definovat, co mají vzorky reprezentovat, např. pro co byly stanoveny limity (Čapková, SOVAK 1995).

### 4.3.1 Předčištění

Kanalizačním potrubím je dopravena odpadní voda na čistírnu, kde je nejprve nutné vodu zbavit hrubých nečistot, jako jsou kusy cihel, větve, papír, plastové lahve atd (Dohányos et al. 2007).

**Lapáky štěrku-** prvotní zařízení zachycující hrubé formy znečištění (štěrk, kusy stavebních materiálů, těžké předměty). Odpad je zachycen v jímce, ze které se musí pravidelně odklízet a odvážet na skládku.

**Česle-** po odstranění hrubých nečistot, prochází odpadní voda česlemi, kde dochází k jejímu „cezení“ tak, aby bylo další zařízení ČOV (čerpadla) chráněno před poškozením. Shrabky z česlí obsahují například hadry na nádobí, větve, drobná mrtvá zvířata-krasy, doklady, kuchyňské odpadky apod. Shrabky jsou hygienicky závadné, likvidujeme je skládkováním, lisováním a spalováním. Česle jsou osazeny v přítokovém žlabu na čistírnu a vyžadují častější obsluhu (Herle 1990).

- *Hrubé česle-* základní ochrana vstupní části ČOV, jsou tvořené vertikálně zasazenými či nakloněnými ocelovými tyčemi, které jsou od sebe vzdáleny 80-100mm.
- *Jemné česle-* většinou ocelové s šířkou průřezu 10-20mm.

V příčném profilu mají tvar části kruhu nebo jsou přímé se sklonem ve směru proudu vody, příp. i svislé. Jsou zpravidla strojně stírané (Švehla 2007)

- *Rotační česle-* česlice ve tvaru válce uvnitř s hřídelí a stíracím hřebenem, který zachycené nečistoty rovnou odvádí.

**Lapáky písku-** písek má přibližně dvakrát větší hustotu než organické nerozpuštěné látky. Pokud by se takto rozdílné nečistoty zachytily spolu v usazovacích nádržích, dostaly by se spolu s kalem do vyhnívacích nádrží, kde by písek sedimentoval u dna a prakticky zmenšoval objem nádrže. Čištění, včetně odstavení nádrže by bylo velmi pracné (Chudoba 1991). Lapáky písku zachycují nejen písek, ale i minerální částice o velikosti 0,2 až 0,25mm. Zachycené nečistoty se likvidují ručně, nebo strojně. Po jejich proprání je lze využít na posyp komunikací, či ve stavebnictví (Dohányos et al. 2007).

- *Lapák písku s horizontálním průtokem*- dva i více žlabů, tam kde průtok během dne nekolísá.
- *Provzdušňovaný lapák písku*- podél žlabu se zavede přívod vzduchu, jehož cirkulace sune písek ke dnu. Takto vylepšený lapák písku s horizontálním průtokem není závislý na výkyvech v průtocích.
- *Lapák písku s vertikálním průtokem*- na dno lapáku se přivádí odpadní voda, která odtud stoupá a písek zůstává u dna. Čistí se strojně.
- *Vířový lapák písku*- vertikální válcová nádrž kde odstředivá síla od sebe odděluje látky s různou hustotou. Vířivý pohyb odvádí písek ke dnu a odtud je strojně odčerpávám.

**Lapáky tuku**- koncentrace tuků a olejů je nejsilnější u původců znečištění a proto by měli být odstraněny dříve, než se vůbec dostanou do veřejné kanalizace. Jejich čištění je tak efektivnější. Do technologického zařízení ČOV se umístí v případech kdy je obecně známo, že odpadní voda bude tuky obsahovat. Pokud lapák tuku není osazen, zachycuje se tuk s ostatními plovoucími látkami na hladině v usazovací nádrži. Tuky jsou lehčí než voda a proto stoupá k hladině.

K nejjednodušším konstrukcím patří lapáky tuků a olejů, které tvoří jednoduchá normá stěna ve speciální nádrži. Doba zdržení v lapáku tuku bývá 3 min. Poměr délky k hloubce bývá 2 až 1,5:1 (Šálek 1995).

### 4.3.2 Mechanické čištění

Primární, tedy mechanické čištění probíhá poté, co odpadní voda prošla přes lapáky šterku, česle, lapáky písku a tuků do usazovacích nádrží. Ve velkých usazovacích nádržích se procesem sedimentace oddělí většina i malých organických částic, protože průtoková rychlost je nižší. Na hladině jsou zachyceny a odebrány plovoucí nečistoty (tuk, olej, apod.). Nerozpuštěné látky odcházejí ve formě primárního kalu k dalšímu zpracování. Kal se musí pravidelně odebírat, aby nedocházelo k zhoršení odtoku nebo jeho přílišnému zahuštění, které by ztížilo jeho odčerpání.

*Usazovací nádrže* se skládají z vtokového objektu, odtokových žlabů a zařízení na stírání kalu.

- *Pravoúhlé s horizontálním průtokem*- nádrže obdélníkového půdorysu. Látky se usazují na dně, kde jsou stírány stěračem rovnou do kaliště. Plovoucí nečistoty jsou stírány stěrači z hladiny.
- *Kruhové s horizontálním průtokem*- nejrozšířenější, odpadní voda je vedena potrubím do středu nádrže a postupně se rozlévá až k obvodu, odkud je odváděna sběrným žlabem. Kal je ze dna odsáván.
- *Vertikální nádrže*- mají kruhový či obdélníkový půdorys. Odpadní voda se přivádí do středu nádrže přímo do vtokového válce, který usměrňuje průtok vody zdola směrem k hladině. Odtah kalu je řešen čerpáním (Hlavínek 2006)

## 4.4 Biologické čištění odpadních vod

Nejvhodnějším způsobem čištění odpadních vod je biologické čištění, které je principiálně shodné se samočisticími procesy v povrchových vodách. V sekundárním biologickém čištění je využíváno živých mikroorganismů, které se živí látkami znečišťujícími odpadní vody, což vede ke snížení koncentrace těchto látek. Tento způsob je ekonomicky výhodný, neboť nevyžaduje investice do chemikálií k úpravě odpadní vody a je tedy i šetrnější k životnímu prostředí (Canter 1985).

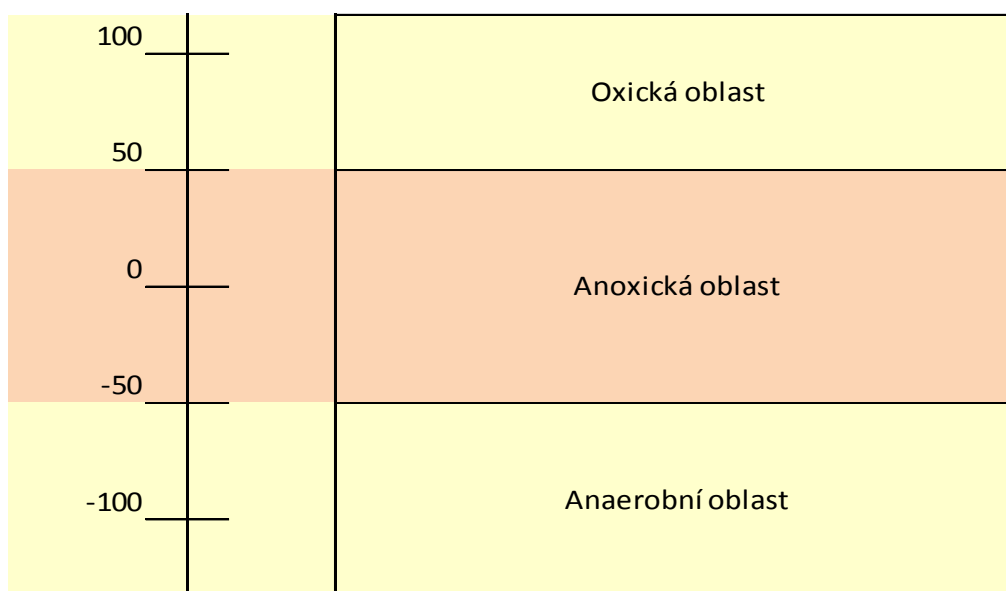
Aktivním činitelem biologického čištění, probíhajícího v biologickém reaktoru je aktivovaný kal nebo biofilm. Základem této polykultury jsou organotrofní bakterie a bezbarvé sinice, dále jsou přítomny chemolithotrofní bakterie koloběhu dusíku a síry, abakterie koloběhu fosforu a tzv. vyšší osídlení- bezbarví bičíkovce, nálevníci, háďátka, vířníci apod. (Wanner 2000).

Každá ČOV má své ustálené složení biocenóz. Jde o směsné kultury, samovolně stabilizované, vzniklé za nesterilních podmínek na proměnlivém živém médiu, které kolísá veš složení i množství (Sládeček et. al. 1996).

K tomu, aby došlo k čištění odpadních vod na požadované úrovni, je nutné biologický proces zpracovat (Henze 2002):

- *Postupným zapracováním*- přítokem odpadních vod a zatížením i nad stanovené technologické parametry. Postupné zapracování trvá 3-8 týdnů a závisí na kvalitě přitékající odpadní vody a její teplotě.
- *Dovozem očkovacího kalu*- nejprve vytipujeme ČOV disponující dobrým biologickým kalem, vyhodnotíme fyzikální a biologické vlastnosti. Poté fekální vozidlo odebere zahuštěný biologický kal nejlépe z dosazovací nádrže. Dovezený očkovací kal se postupně vypustí do aktivačního prostoru nádrže nové ČOV. Napouštění očkovacího kalu je nutné řídit tak, aby neunikaly vločky do odtokového žlabu. Je možné použít i odvodněný kal, pak se ale musí rozmíchat ve vhodné nádobě na čerpatelnou suspenzi a poté přečerpát do nátokové sekce ČOV.

Obr. č. 4: Oxidačně redukční potenciál (mV)



Zdroj: Wanner 2000, *Biologická kontrola čištění odpadních vod*

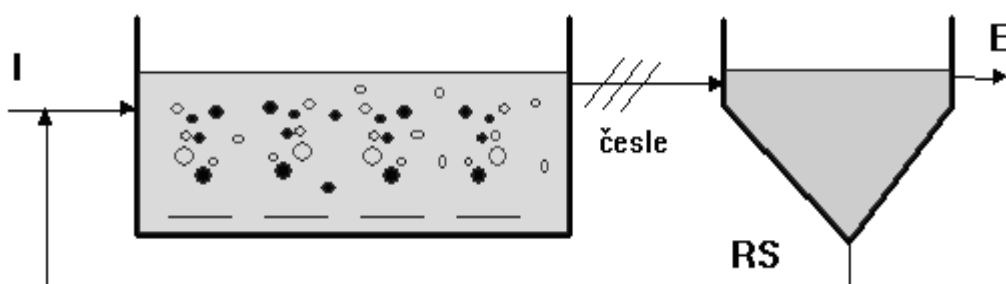
#### 4.4.1 Aerobní procesy

V aerobní- oxické, nebo též kyslíkaté oblasti hladiny redox potenciálu probíhají pochody oxické oxidace organických látek a nitrifikace. Konečným akceptorem elektronů je molekulární kyslík, jehož přítomnost ve vodě je pro optimální průběh těchto procesů bezpodmínečně nutná (Švehla 2006).

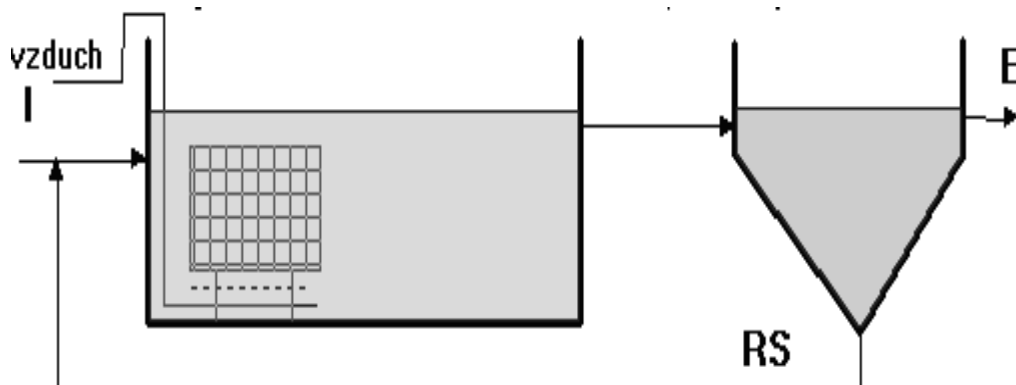
Způsoby aerobního čištění:

- **Umělé-** v reaktorech
  - procesy s biomasou ve vznosu- aktivace
  - procesy s přisedlou biomasou

Obr. č. 5: Aktivační systém s kombinovanou biomasou ve vznosu



Obr. č. 6: Aktivační systém s kombinovanou biomasou na pevném ponořeném nosiči



Zdroj: [http://www.pro-aqua.cz/bio\\_systemy.php](http://www.pro-aqua.cz/bio_systemy.php)

- **Přirozené-** simulace přirozených podmínek

Reaktory s fixovanou biomasou mají oproti reaktorům s biomasou ve vzhledu výhodu ve větší odolnosti vůči přetížení, toxickým látkám a změnám teploty. Odtok z těchto reaktorů není negativně ovlivněn zhoršenými sedimentačními vlastnostmi biomasy, která není ve vločkách, ale je přisedlá na pevný nosič (Malý 2002).

Základním kritériem hodnocení biologicky rozložitelných látek u aerobních procesů je BSK<sub>5</sub> ( Henze 2002) .

BSK<sub>5</sub> – biochemická spotřeba kyslíku je definována jako hmotnostní koncentrace rozpuštěného kyslíku spotřebovaného za stanovených podmínek v oxickém prostředí biochemickou oxidací organických látek. Vyjadřuje se v mg l<sup>-1</sup>. Hodnota BSK závisí na době inkubace. BSK za n dní se označuje BSK<sub>n</sub> (Pitter 2009).

### **Aktivace**

Celosvětově je dnes aktivační proces nejvyužívanějším způsobem biologického čištění odpadních vod. V aktivační nádrži je smíchána odpadní voda s aktivovaným kalem, za neustálého provzdušňování dochází k čištění odpadní vody a produkci aktivovaného kalu.

Odtud odtéká vyčištěná voda i aktivovaný kal do dosazovací nádrže. Zde jsou sedimentací odděleny a aktivovaný kal je vrácen do aktivační nádrže. Přebytek aktivovaného kalu je kal přebytečný (Wiesmann et. al. 2007).

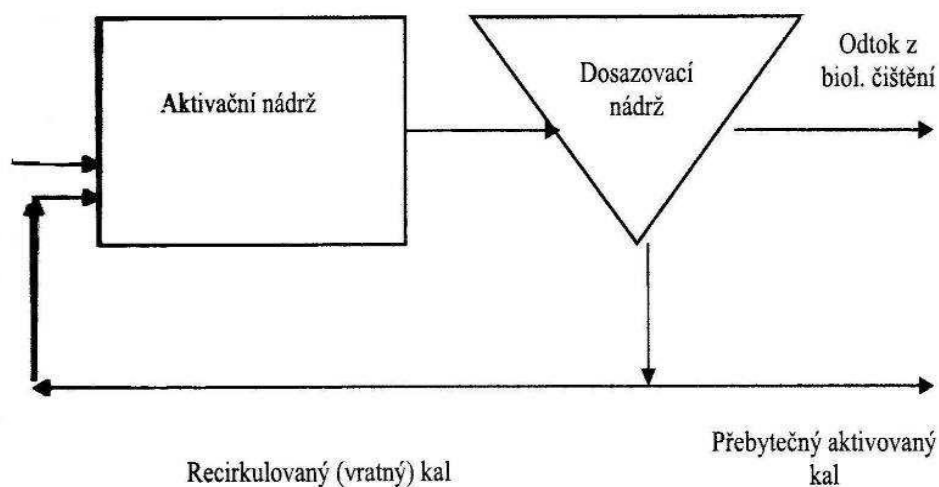
### **Způsoby provzdušňování:**

- *Pneumatická aerace-* stlačeným vzduchem ze zdroje- dmychadla (jemnobublinná, středobublinná, hrubobublinná), nejpoužívanější
- *Mechanická aerace-* Mechanickými aerátory- aerační válce, nebo turbíny víří hladinu v aktivační nádrži a tím dodávají do vody vzduch. Závislá na energii, málo účinná.
- *Kombinovaná aerace-* pneumatická a mechanická
- *Hydropneumatická-* ejektory, injektory. Čerpadlem se aktivační směs dostane do ejektoru, kde v jeho zúžené části dojde k nasátí vzduchu pod tlakem.

S výjimkou mělkých oběhových aktivací (oxidační příkop) je zpravidla nejvhodnější jemnobublinná pneumatická aerace, která účinností, energeticky a provozně překonává starší, středo a hrubobublinné pneumatické aerace, mechanické turbínové a bubnové aerátory apod. (Just1997).



Obr. č. 7: Blokové schéma aktivačního procesu (Švehla a kol., 2004)



Zdroj: Švehla 2004

### **Biofilmové reaktory**

Používají se především k předčištění odpadní vody vypouštěné do veřejné kanalizace, popřípadě u malých čistíren.

- *Zkrápěné biologické filtry*- Odpadní voda čerpaná do biofiltru je rozstříkovaná po povrchu náplně z rotujícího zkrápěcího zařízení. Odpadní voda stéká po náplni a přichází do styku s biofilmem, který se na náplni stabilizoval. Lože je provzdušňováno přirozeným prouděním vzduchu mezi větracími okénky pod roštem a hlavou biofiltru (Wanner 2000).
- *Rotační biofilmové reaktory*- pro malé a domovní ČOV, disky s biofilmem jsou umístěny na hřídeli, která rotuje pomalu ve žlabu kde protéká odpadní voda. Díky rotaci se biomasa na discích dostává do kontaktu jak s odpadní vodou, tak se vzduchem (Wanner 2000).

### **Biologické stabilizační nádrže**

Nadzemní nádrže, ve kterých probíhá biologické čištění jako při samočisticích procesech. Rozlišujeme nádrže pro čištění, nebo dočištění odpadních vod. Lze je využít při intenzifikaci čištění přetížených ČOV (Wiesmann et. al. 2007).

## 4.4.2 Anaerobní procesy

Hlavní předností odstraňování organických znečišťujících látek anaerobními technologiemi je transformace a zušlechťování odpadních organických látek do energeticky bohatého bioplynu. Anaerobní rozklad je soubor dílčích, na sebe navazujících biologických procesů, na kterých se podílí několik základních funkčních skupin anaerobních mikroorganismů. Rozklad organických látek až na konečné produkty- metan a oxid uhličitý- vyžaduje jejich koordinovanou metabolickou součinnost. Nedostatečná aktivita jedné skupiny může porušit dynamickou rovnováhu celého systému a snížit účinnost procesu (Švehla 2007).

Výhody a nevýhody anaerobních procesů (Chudoba 1991):

Nízká spotřeba energie- nevykládá se energie na areaci

Nižší produkce biomasy- 10x nižší než u aerobních procesů- nižší náklady při zpracování přebytečného kalu

Nízké požadavky na živiny- esenciální živiny pro růst biomasy vzhledem k její nízké produkci jsou menší

Možnost udržet vysokou koncentraci biomasy v reaktoru- koncentrace není limitována rychlostí přístupu kyslíku

Nízká reakční rychlost- rychlost metabolismu v anaerobních systémech je výrazně nižší než v aerobních, proto vyžadují delší dobu zdržení, eventuálně vysoké koncentrace mikroorganismů

Relativně vysoká koncentrace organických látek v odtoku

Citlivost methanogenních bakterií- součást anaerobní biomasy citlivé na změny životních podmínek

Dlouhá doba zpracování anaerobních procesů\_ nízká růstová rychlost anaerob org.

Reaktory pro anaerobní čištění:

- *Se suspenzí biomasou*- směšovací systém, tvořený anaerobním reaktorem a separačním zařízením. Vhodné pro odpadní látky obsahující velké množství nerozpuštěné- suspendované látky.
- *Biofilmové reaktory*- obdoba aerobních ponořených biologických kolon s ložem, zachycení na vhodném nosiči za průtoku vody v reaktoru, kdy vzniká bioplyn, který má energetické využití.

- *S granulovanou biomasou*- princip fungující na schopnosti některých anaerobních mikroorganismů shlukovat se do granulí.

#### 4.4.2.1 Odstraňování sloučenin dusíku

Dusík patří do skupiny nutrientů, které jsou potřebné pro rozvoj mikroorganismů, uplatňujících se ve všech biologických procesech, probíhajících v odpadních vodách a při jejím biologickém čištění (Horáková et al 1986). Dusičnany jsou pro člověka málo škodlivé, protože jsou poměrně rychle z těla vylučovány. Závadnost dusičnanů spočívá v jejich možné redukci na dusitany ( Popl, Fähnrich 1999).

*Formy výskytu dusíku ve vodách dle Pittera:*

amoniakální  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NH}_4^+$

elementární dusík  $\text{N}_2$

oxid dusný  $\text{N}_2\text{O}$

dusitanový  $\text{NO}_2^-$

dusičnanový  $\text{NO}_3^-$

Ve vodách se stanovuje celkový dusík TN-total nitrogen,  $N_T$ ,  $N_{\text{celk}}$ ,  $N_c$

$$N_{\text{celk}} = N_{\text{anorg}} + N_{\text{org}}$$

Důležitá je specifická produkce dusíku připadající na 1 obyvatele za 1 den. Nejčastěji se počítá se specifickou produkcí celkového dusíku 12g na 1 obyvatele za 1 den. Sloučeniny dusíku jsou ve vodách málo stabilní a podléhají v závislosti na oxidačně-redukčním potenciálu a hodnotě pH zejména biochemickým přeměnám (Pitter 2009). Přítomnost amoniakálního dusíku ve vodě je jedovatá pro ryby a další organismy, proto jsou stanoveny limity koncentrace pro vypouštění z ČOV.

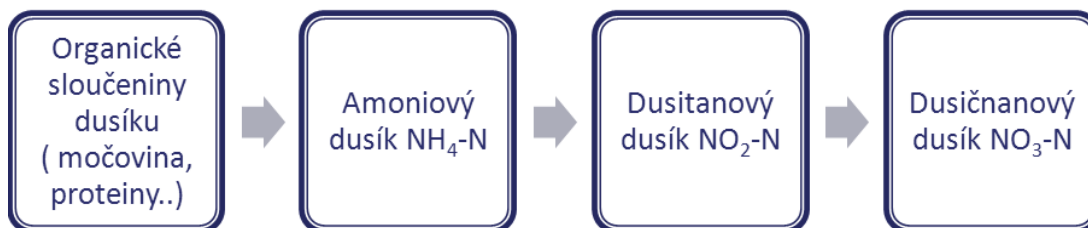
*Fyzikálně- chemické postupy*- (Stripování amoniaku, Srážení s ionty  $\text{Mg}^{2+}$ , Iontová výměna, Oddestilování z alkalického prostředí). Tyto postupy využívají chemikálií a tím jsou významnou nákladovou položkou, používají se spíše při čištění průmyslových odpadních vod.

*Biologické metody*- (nitrifikace, denitrifikace) využívání mikroorganismů v aerobním, anoxickém nebo anaerobním prostředí.

## Nitrifikace

Nitrifikace probíhá v oxickém prostředí. Je to biochemická oxidace amoniakálního dusíku na dusitany a dále na dusičnany.

Obr. č. 8: Průběh nitrifikace, zdroj vlastní



Průběh nitrifikace je ovlivněn různými faktory, především koncentrací rozpuštěného kyslíku, hodnotou pH, teplotou v aktivační nádrži, stářím a zatížením aktivovaného kalu a složením odpadních vod (Švehla 2007).

Nitrifikační bakterie jsou citlivé na teplotu a celou řadu látek organických i anorganických. Jejich účinnost ovlivňuje stáří kalu.

Pokud je stáří kalu nižší než generační doba nitrifikačních organismů, dojde k jejich vyplavení ze systému a nitrifikace nemůže probíhat (Švehla 2007).

## Denitrifikace

Denitrifikace probíhá v anoxickém prostředí, je biochemickou redukcí dusičnanů na oxidy dusíku a dále elementární dusík, který je odvětráván do ovzduší a tedy z vody odstraňován (Hlavínek 2006).

Obr. č. 9: Průběh denitrifikace, zdroj vlastní



Denitrifikace by měla navazovat na nitrifikaci, aby odbourala její konečný produkt-dusičnany. V případě, že by do systému byla zařazena pouze nitrifikace, došlo by při ní pouze ke změně formy dusíku z amoniakální na dusičnany, ale celkový dusík na odtoku by byl téměř stejný jako na přítoku (Hlavínek 2006).

#### 4.4.2.2 Odstraňování sloučenin fosforu

Přírodním zdrojem fosforu ve vodách je rozpouštění a vyluhování některých půd, minerálů a zvětrávání hornin (Kalavská, Holoubek 1989). Koloběh P ve vodě, zejména jeho výměna mezi rostlinami, živočichy a prostředím, je intenzivnější a rychlejší než koloběh N (Heteša, Sukop 1994)

Antropogenním zdrojem anorganického fosforu mohou být některé prací, čistící, odmašťovací a mycí prostředky včetně protikoročních přípravků. Aplikace fosforečných hnojiv. Zdrojem anorganického i organického fosforu je fosfor obsažený v živočišných odpadech (Pitter 2009). Fosfor je důležitou živinou, nezbytnou pro nižší i vyšší organismy, které je přeměňují na organicky vázaný fosfor. Má velký význam pro eutrofizaci vod (Hlavínek 2006). Pitter odhaduje specifickou produkci fosforu na 1 obyvatele za jeden den na 1,5- 3g, maximální hodnota zohledňuje množství použitých mycích prostředků.

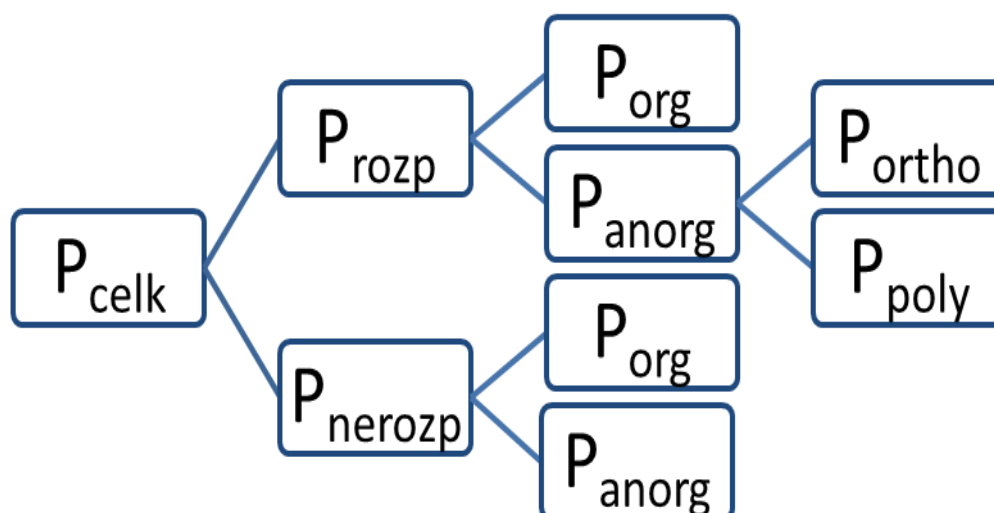
*Formy výskytu fosforu ve vodách dle Pittera:*

Celkový fosfor  $P_{\text{celk}}$  se dělí na rozpuštěný  $P_{\text{rozp}}$  a nerozpuštěný  $P_{\text{nerozp}}$ .

Rozpuštěný  $P_{\text{rozp}}$  a nerozpuštěný  $P_{\text{nerozp}}$  se dělí na anorganický  $P_{\text{anorg}}$  a organický  $P_{\text{org}}$ .

Rozpuštěný anorganický fosfor se dělí na orthofosforečnanový  $P_{\text{ortho}}$  a polyfosforečnanový  $P_{\text{poly}}$ .

*Obr. č. 10: Schématické znázornění forem výskytu dusíku ve vodách, zdroj vlastní*



### **Srážení fosforu**

Nejrozšířenější způsob chemického odstraňování fosforu z odpadních vod.

Při srážení fosforu se převádí rozpuštěný anorganický fosfor na málo rozpustné fosforečnany kovů a současně probíhá tvorba hydroxidů kovů. Vznikají vločky, které tyto fosforečnany váží a současně dochází i k odstranění organických látek s nerozpuštěnými látkami (Hlavínek 2006).

K srážení jsou využívány soli hliníku a železa, nebo vápno, u kterého je výslednou směs potřeba neutralizovat pro zvýšené pH.

### **Biologické odstraňování fosforu**

Zvýšené biologické odstraňování fosforu je založeno na schopnosti některých mikroorganismů aktivovaného kalu akumulovat za určitých podmínek fosfor ve formě polyfosforečnanů (Švehla 2007).

### **pH**

Optimální hodnota pH pro rozsah biologické čistírny je něco mezi 6,5-8,5. Extrémní hodnoty pH mohou být velmi škodlivé, a to nejen negativním účinkem na mikrobiologické procesy, ale také kvůli zvýšené korozi potrubí, která nastane při hodnotách pH pod 6,5 a nad 10 (Britz et al. 2004)

### **Odtok z ČOV**

Na odtoku z čistírny odpadních vod musí být dodrženy emisní limity stanovené dle Nařízení vlády 61/2003 Sb., v platném znění. Vodoprávní úřad stanoví emisní limity do výše emisních standardů, podle druhu vypouštěných odpadních vod a podle typu a množství znečištění ve vypouštěných odpadních vodách, s přihlédnutím k imisním standardům a k cílovému stavu jakosti vod ve vodním toku (Stránský et al. 2009)

## 5 Kalové hospodářství

Čistírenským kalem nazýváme směs vody a pevných látek oddělených umělými, nebo přírodními procesy ze všech druhů odpadních vod. Legislativní úprava je zakotvena v zákoně č. 185/2001 Sb., o odpadech a vyhlášce Ministerstva životního prostředí č. 185/2001, o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě.

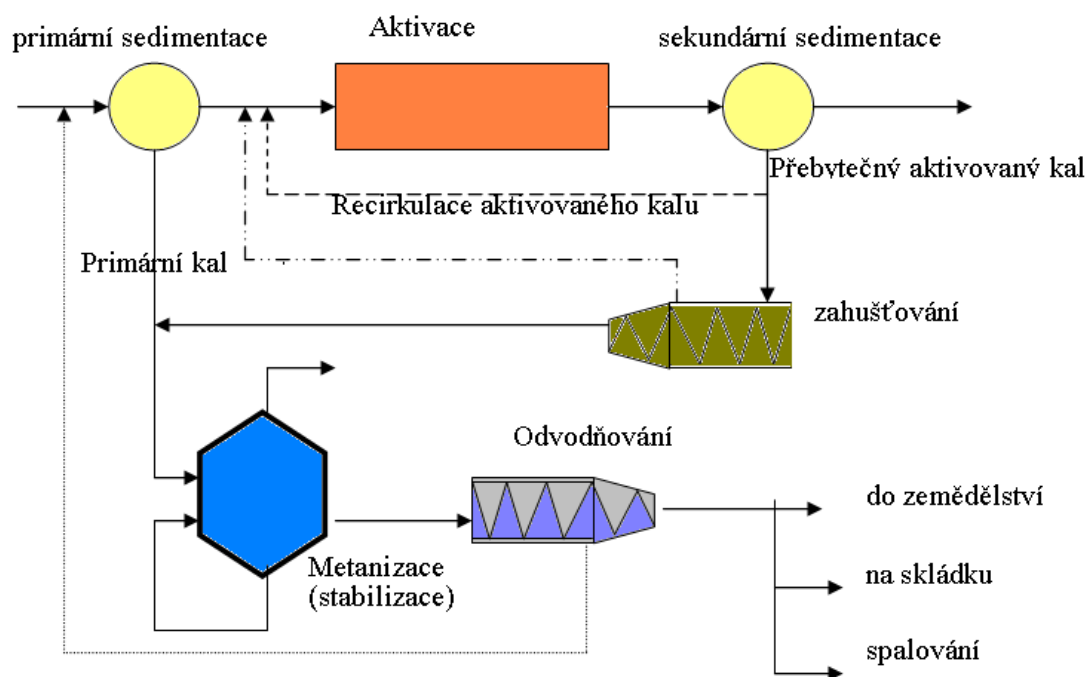
Kal tvoří cca čtvrtinu objemu čištěných odpadních vod, ale je v nich koncentrováno 50-80% z původního znečištění. Cílem úpravy kalů je zabránit nepříznivým dopadům na životní prostředí a lidské zdraví (Raclavská 2007). Náklady na zpracování kalů představují 40-50% z celkových nákladů na ČOV (Kizlink 2007), ale vzniku kalu nelze zabránit. V souvislosti s požadavky EU naopak díky stále většímu množství lidí připojených na kanalizace objem kalů stoupá. Zmenšit negativní dopad na životní prostředí lze používáním nejlepších možných technologií a metod. V kalech jsou obsaženy těžce rozložitelné organické látky (polutanty- pesticidy, průmyslové chemikálie, dioxiny), těžké kovy (Pb, Cd, Cr, Hg, Ni, Zn, Cu, As), patogeny (viry, bakterie, plísňe, prvoci, helminty). Zároveň je čistírenský kal nesmírně bohatý na dusík, fosfor a živin vhodných zejména v zemědělství.

Základní charakteristikou kalu je obsah sušina v kalu, který se stanoví odpařením vody při teplotě 105°C (Hlavínek 2006). Před jakýmkoli dalším použitím kalu je třeba ho nejprve stabilizovat, hygienizovat a redukovat jeho objem (zahustit, odvodnit, sušit).

Obr. č. 11: Hlavní důvody zpracování kalu, zdroj vlastní



Obr. č. 12 : Základní schéma kalového hospodářství



Zdroj: Dohányos Michal :<http://biom.cz/cz/obrazek/zakladni-schema-cistirny-odpadnich-vod-s-kalovym-hospodarstvim>

**Primární kal-** kal odstraňovaný z primárního čištění, který se nesměšuje s jinými druhy vráceného kalu. Odděluje se v usazovacích nádržích od surové odpadní vody při mechanickém stupni čištění. Složení závisí na druhu odpadní vody.

**Sekundární kal-** kal odstraňovaný z druhého stupně čištění (přebytečný aktivovaný kal). K jeho oddělení sedimentací z biologického stupně čištění slouží dosazovací nádrž. Složení ovlivňují nejen surové odpadní vody, ale i technologie čištění.

**Surový kal-** nestabilizovaný kal

**Směsný surový kal-** směs primárního a sekundárního kalu

### Stabilizace kalů

Nejrozšířenější metodou zpracování kalů je jejich anaerobní stabilizace, při níž dochází k přeměně většiny rozložitelných organických látek na bioplyn. **Anaerobní stabilizace kalů** a následné využívání bioplynu v kogeneračních jednotkách je nejenom ekonomickým přínosem pro čistírnu, ale má také značný ekologický přínos z globálního hlediska- je totiž příspěvkem ke snižování skleníkového efektu (Raclavská2007). Anaerobní stabilizace kalu, někdy také označována jako



metanizace nebo vyhnívání, probíhá v anaerobních podmínkách prostřednictvím mikroorganismů, které rozkládají biologicky rozložitelné organické látky obsažené v surovém kalu. Při **aerobní** stabilizaci je organická hmota oxidována na CO<sub>2</sub> a H<sub>2</sub>O. Biomasa podílející se na aerobní stabilizaci je v podstatě shodná s biomasou aktivačního procesu. **Chemická** stabilizace spočívá ve zvýšení pH kalu (oxidem, nebo hydroxidem vápenatým) na hodnotu alespoň 11,5, kdy dochází k ničení patogenních organismů (baktérií i virů), zatímco organické látky zůstanou nerozloženy (Hlavínek 2006).

Hodnota aktivovaného kalu je určena strukturou vloček kalu. Podle jeho velikosti se rozlišuje aktivovaný kal (Malý 2000).

Typ aktivovaného kalu v závislosti na hodnotě kalového indexu:

Normální    KI menší než 100ml.g<sup>-1</sup>

Lehký        KI= 100-200 ml.g<sup>-1</sup>

Zbytnělý    KI větší než 200 ml.g<sup>-1</sup>

Klasický kalový index je definován jako objem usazeného kalu po 30 min. sedimentaci v 1l odměrném válci (V<sub>30</sub>) vztažený na koncentraci sušiny X, tj. v ml/g (Wanner et al. 1996).

### **Hygienizace kalů**

Pasterizace je způsob zneškodňování patogenů působením teploty 65-70°C. Dále je využívána radiace, ultrazvuk nebo mechanická destrukce buněk organismů (Wang et. al. 2005).

### **Zahušťování kalu**

K podstatnému snížení objemu kalů pomocí gravitačních a mechanických způsobů dochází při zahušťování kalu, které následuje po separaci kalu. **Gravitační** zahušťování funguje na principu rozdílu hmotnosti mezi částicemi kalu a vodou.

Dalším způsobem je **flotace**, kdy jsou bublinky vzduchu vháněny do kalu, který je tímto přesycen a dochází k formování malých bublinek jenž přilnou k pevným látkám obsaženým v kalu. Flotující směs je z povrchu mechanicky odebírána. Zahuštění kalu je možno realizovat i v odstředivkách, které ovšem vyžadují energii, proto jsou finančně náročnější na provoz (Hermann 1987).

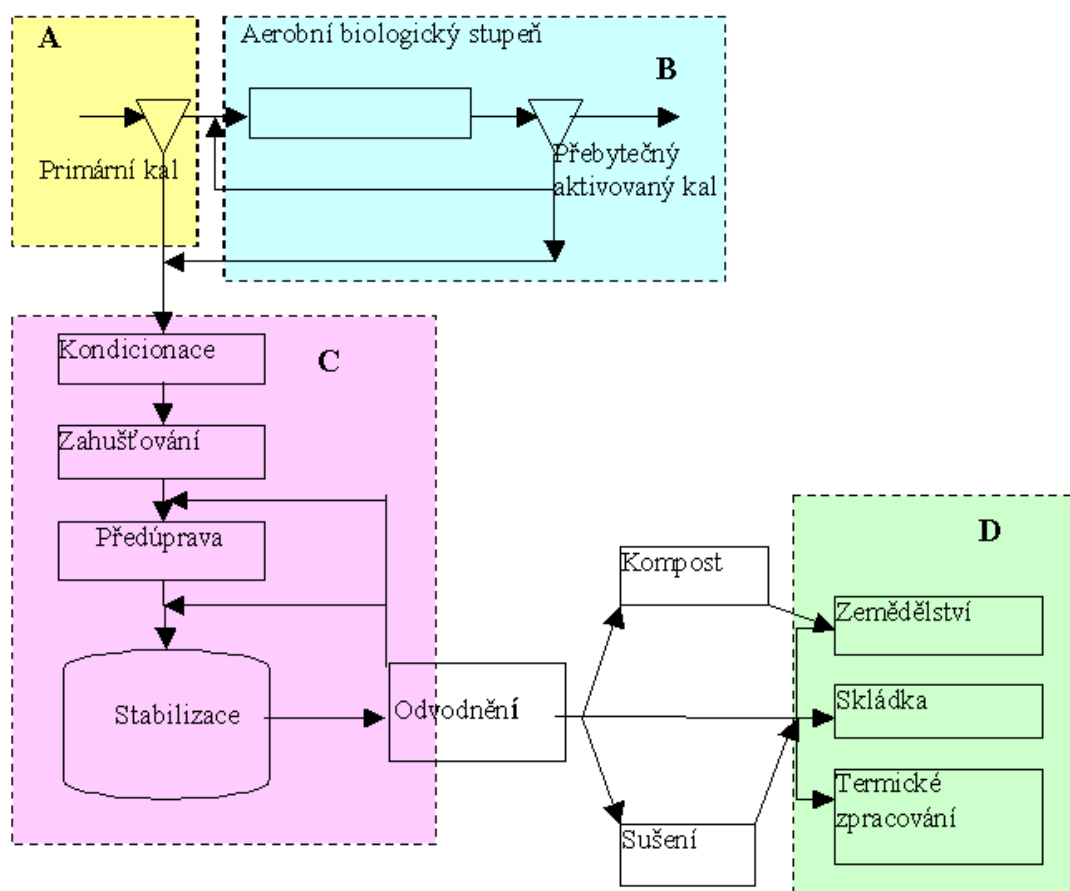
## Odvodňování kalu

Další způsob redukce kalu je jeho odvodňování. Využívá se pásových lisů, odstředivek a kaolisů.

## Sušení kalu

Kal usušený na sušinu cca 65-70% je z hygienického hlediska problematický. Při sušení kalu na sušiny 92-95% se vyprodukuje bezpečný kal, na druhé straně je však zvýšené nebezpečí vzniku vysokého prašného podílu kalu (Raclavská 2007).

Obr. č. 13 : Obecné schéma zpracování čistírenského kalu

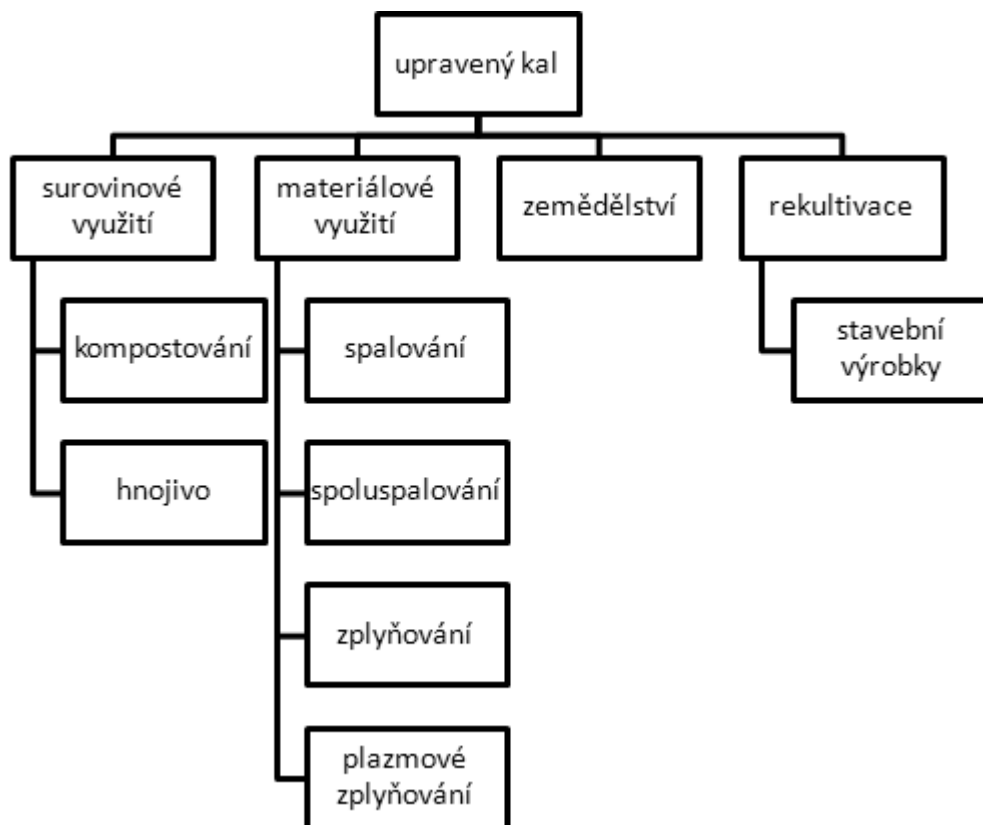


A- Primární (mechanické) čištění, B- snižování produkce biomasy v aerobním biologickém stupni, C- Technologická linka zpracování kalů, D- metody využití a likvidace kalů

Zdroj: Dohányos Michal 2003, dostupné z : <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/efektivni-vyuziti-a-likvidace-cistirenskyh-kalu>

## 5.1 Využití kalů

Obr. č. 14: Schématické znázornění využití kalů, zdroj vlastní



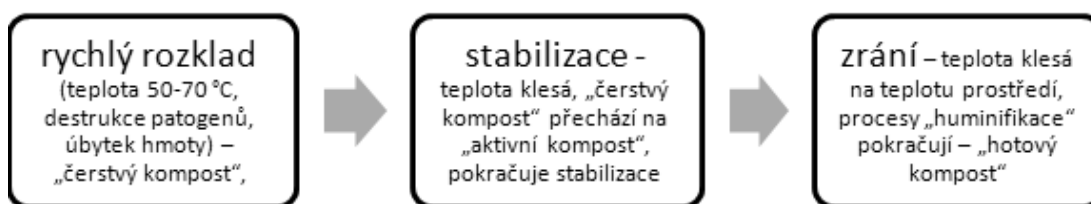
### Kompostování

Kompostování je podle Raclavské řízený proces, který zabezpečuje optimální podmínky potřebné pro rozvoj žádoucích mikroorganismů a lze získat humusové látky rychleji a produktivněji proti polním podmínkám.

Aby bylo možné kal kompostovat, je ho třeba nejprve smíchat s dalším materiálem jako jsou piliny, kůra, sláma atd. V procesu kompostování se rozkládají organické látky a vzniká oxid uhličitý, voda, biomasa, stabilizovaný kompost a teplo.

Vzniká průmyslový kompost, jako organické hnojivo vyráběné smícháním a biologickým zráním různých látek obsahujících rozložitelné organické látky a rostlinné živiny (Altman 1996).

Obr. č. 15: Proces kompostování



Zdroj: [web.vscht.cz](http://web.vscht.cz)

Kal vyžaduje v procesu kompostování dostatečně vysokou teplotu. Teplota kompostu se udržuje nad 55°C. Příliš vysoká teplota brání bakteriím v činnosti a způsobuje náhlý pokles teploty, navíc nadměrná vlhkost (více než 70 %) ucpává póry a zabraňuje tak provzdušňování, příliš málo vlhkosti (méně než 50%) zabraňuje bakteriím v činnosti. Poměr C:N by se měl pohybovat v rozmezí od 25:1 do 35: 1 podle hmotnosti. Kontrola teploty, obsahu vlhkosti a složení kalů je nezbytná k úspěchu toho to procesu (Wang et al. 2005).

prvních dvanáct dní by měla být mezi 60-65°C a udržíme ji provzdušňováním. V této fázi dochází k rychlému rozkladu. Dalších devět dní – ve fázi stabilizace nesmí teplota klesnout pod 55°C. Pak nastává zrání, kdy kompost každých šest dní provzdušníme a průběžně se ochladí pod 55°C.

Využití kompostů je v EU legislativně omezováno, neboť může docházet k zanášení těžkých kovů do půd zemědělsky využívaných (Raclavská 2007).

## Hnojení

Využití kalů jako hnojiva je historicky známé. Kal obsahuje živiny vhodné pro růst rostlin, ale také představuje riziko v podobě přenosu patogenů na člověka, zvýšení koncentrace nežádoucích látek v půdě a zápachu. Použití kalu jako hnojiva je upraveno vyhláškou č.382/2001 Sb. a v současné době dochází k jeho omezení. Důvodem jsou vysoké náklady na jeho úpravu tak, aby vyhověl náročným limitům vyhlášky.

## Zemědělství

Základním předpokladem pro užití kalů v zemědělství jsou jeho užitné vlastnosti, ale v žádném případě nesmí negativně ovlivnit ekosystém. Pro zlepšení kvality půd je kal vhodný zejména pro vysoký obsah fosforu a dusíku. V ČR je použití kalů na

zemědělské půdě upraveno vyhláškou č. 382/2001 Sb. ( Kratochvíl 2004). V rámci EU se však výrazně liší. Například v Německu je omezen množstvím sušiny, ve Francii množstvím těžkých kovů a ve Švýcarsku množstvím obsažených živin.

### **Skládkování**

Skládkování je upraveno vyhláškou č. 294/2005 Sb. o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu. Kal určený ke skládkování musí být stabilizován a odvodněn. U skládky samotné musí být zajištěno její odvodnění.

Vyvedení odpadní vody ze skládky do veřejné kanalizace se neobejde bez předběžného čištění, neboť samotné biologické čištění v komunálních čistíčkách není většinou dostačující. Důvodem je přítomnost biologicky neodbouratelné, nebo těžko odbouratelné substance, amonium a organické vazby dusíku, těžké kovy a případné halogenové uhlovodíky (Vaníček, Schröfel 1995).

### **Rekultivace**

Obecné požadavky jsou uvedeny ve vyhlášce č. 294/2005 Sb. o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu.

Z hlediska nakládání s odpady rozlišujeme podle Raclavské:

- Využívání odpadů k uzavírání a rekultivaci skládek.
- Využívání odpadů k zavážení vytěžených povrchových dolů, lomů, pískoven a k terénním úpravám.
- Využívání odpadů k rekultivacím a jiným úpravám povrch lidskou činností postižených pozemků.

### **Spalování**

Spalováním se v současné době likviduje cca 15-20% kalů, které vznikají při čištění vod v EU. Vzhledem k neustále se zpřísnujícím pravidlům pro využití kalů v zemědělství, případně pro jejich skládkování, lze očekávat, že množství spalovaných kalů bude dál vzrůstat, přesto, že se jedná o finančně velmi nákladnou teorii (Chudoba et al. 2006). Výhřevnost kalu je základní vlastnost paliva, které je určující pro návrh spalovacího procesu, Je dána množstvím tepla, které se uvolní dokonalým spálením paliva. Voda ve spalinách, voda z paliva nebo voda vzniklá spálením vodíku v palivu je ve stavu vodní páry (Hyžík 2003).

## Spoluspalování

Uplatňuje se v elektrárnách a teplárnách, případně ve spalovnách komunálního odpadu, kde mezi oběma zařízeními není výrazně dlouhá vzdálenost. Přídavek kalu do spalovaného uhlí činí maximálně 15%, aby nedošlo k ucpání drtiče (Russel 2006).

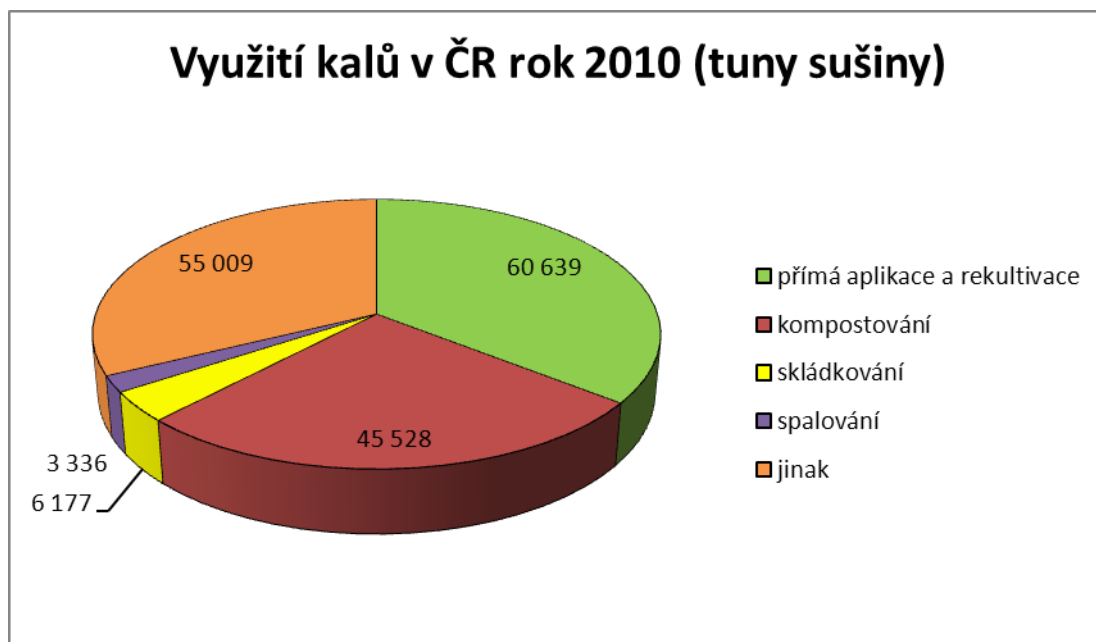
## Zplyňování

Proces umožňuje transformaci špatně manipulovatelného a málo hodnotného paliva v plynnou formu jednoduše použitelnou pro další tvorbu energie v klasických i alternativních zdrojích. U malých zdrojů je možno produkovat nejen teplo, ale i elektrickou energii, u velkých lze zvýšit celkovou účinnost procesu výroby elektřiny (Raclavská 2007). Kubickým metrem bioplynu je možno nahradit asi 0,5 kg lehkého topného oleje (Marek 1996).

## Plazmové zplyňování

Plazma je čtvrtým skupenstvím hmoty. Jedná se o ionizovaný plyn vznikající při teplotách nad 4 000°C. Pokud je těmto teplotám vystaven odpad, dojde k rozštěpení molekulární struktury a vytvoření elementárních sloučenin (Raclavská 2007).

Obr. č. 16: Využití kalů v ČR 2010



Zdroj: Český statistický úřad

## 6 Metodika

Kontrola procesu čištění odpadních vod se vykoná technologickou kontrolou přímo v čistírně a chemickou analýzou základních ukazatelů v odpovídající laboratoři.

Účinnost čistícího procesu čistírny odpadních vod v obci Semtěš je v této práci hodnocena po jednom roce zkušebního provozu.

Po celou dobu zkušebního provozu bylo kontinuálně měřeno množství vyčištěných odpadních vod na odtoku z čistírny. Měsíčně byly odebírány směsné vzorky odpadní vody na přítoku i odtoku z čistírny, které prošly laboratorním rozbořem.

Archivování odebraných vzorku na přítoku i odtoku z čistírny a jejich porovnání se zákonem stanovenými limity a doporučením vodohospodářského úřadu umožní vyhodnotit účinnost čistírny. Jak dalece se podařilo čistírnu úspěšně, či méně úspěšně zprovoznit oproti podobným ČOV, ověříme porovnáním výsledků s podobnými projekty v ČR.

### 1) Porovnání s vodoprávním rozhodnutím MÚ Čáslav

#### a) Množství vypouštěných odpadních vod

Vodoprávní úřad (MÚ Čáslav) stanovil množství vypouštěných odpadních vod do recipientu pravostranného přítoku Bumbáleckého potoka, č. hydrologického pořadí 1-03-05-060 Rozhodnutím odboru životního prostředí, č.j. ŽP/7657/1014/08/Si, ze dne 27.3.2008.

Toto Rozhodnutí povoluje vypouštění čištěných odpadních vod z ČOV obce Semtěš v množství:

m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /měs.	m <sup>3</sup> /rok
maximální	maximální	maximální
78,8	2 364	19 200

Hodnoty stanovené vodoprávním úřadem porovnáme s hodnotami naměřenými ultrazvukovou sondou v měrném objektu, přes který vyčištěná odpadní voda odtéká do recipientu. Pomocí ultrazvukové sondy měříme nejen průtok, ale i množství vody protékající měrným objektem, a lze odečíst okamžitý a kumulativní průtok vody přes ČOV.

## b) Kvalita vypouštěných odpadních vod

Vodoprávní úřad (MÚ Čáslav) stanovil množství vypouštěných odpadních vod do recipientu pravostranného přítoku Bumbáleckého potoka, č. hydrologického pořadí 1-03-05-060 Rozhodnutím odboru životního prostředí, č.j. ŽP/7657/1014/08/Si, ze dne 27.3.2008.

Toto Rozhodnutí povoluje vypouštění čištěných odpadních vod z ČOV obce Semtěš v kvalitě:

ukazatel	hodnoty „p“ (mg/l)	hodnoty „m“ (mg/l)	bilance (t/r)
BSK <sub>5</sub>	25	40	0,23
ChSK <sub>Cr</sub>	80	140	0,77
NL	30	50	0,23

*Hodnota „p“* - přípustná hodnota koncentrací pro rozbory směsných vzorků vypouštěných odpadních vod, přičemž se jedná o 2 hodinový směsný vzorek získaný sléváním 8 objemově stejných dílčích vzorků odebíraných v intervalu 15 minut, podle NV ČR 61/03 Sb. – vzorek typu A.

*Hodnota „m“* - maximální hodnota koncentrace – dvouhodinový směsný vzorek získaný sléváním 8 dílčích vzorků stejného objemu v intervalu 15 minut – nepřekročitelný limit. Podle Nařízení vlády ČR č. 61/03 Sb. a v souladu s Nařízením vlády ČR č. 229/07 Sb.

V průběhu zkušebního provozu byly odebírány měsíčně 2-hodinové směsné vzorky odtékající vyčištěné vody. Odebírány byly z odtokového měrného objektu. Analýzy odebraných vzorků provedla hydrochemická laboratoř LABTECH s.r.o., Polní 23/340, 639 00 Brno, (ČIA č. 1147). Hodnoty zjištěné laboratoří porovnáme s vodoprávním rozhodnutím.



## 2) Porovnání z hlediska účinnosti čištění dle BSK<sub>5</sub>, ChSK<sub>Cr</sub>, NL

Účinnost čištění z hlediska BSK<sub>5</sub>, ChSK<sub>Cr</sub>, NL určíme z odebíraných měsíčních 2-hodinové směsných vzorků na nátok a odtoku z ČOV pro každý ukazatel zvlášť.

Hodnoty vypouštěného znečištění vydělíme produkovaným znečištěním a převedeme na procenta.

Příklad: Produkované znečištění BSK<sub>5</sub>= 239,6; vypouštěné znečištění= 1,4

$1,4 / 239,6 = 0,0058 \times 100 = \underline{0,58} \rightarrow$  množství znečištění vypouštěného do odtoku

Účinnost čištění v procentech  $\rightarrow 100 - 0,58 = \underline{99,42\%}$

## 3) Porovnání se zákonem stanovenými ukazateli

Nařízením vlády č. 23/2011 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech jsou upraveny hodnoty, za kterých je možno vyčištěné odpadní vody do recipientu vypouštět. Přípustné limity ukazatelů CHSK<sub>Cr</sub>, BSK<sub>5</sub> a NL u ČOV do 500 ekvivalentních obyvatel, stanoví vodoprávní úřad přiměřeně k tomuto nařízení, na základě jakosti a stavu vody v toku a místních podmínek.

## 4) Sledování parametrů N-NH<sub>4</sub>, Pcelk a N-NO<sub>3</sub>

Vodoprávní úřad (MÚ Čáslav) nestanovil v souladu s nařízením vlády č. 61/2003 Sb., o emisních standardech ukazatelů přípustného znečištění odpadních vod, kvalitu vypouštěných odpadních vod do recipientu z hlediska parametrů N-NH<sub>4</sub>, Pcelk a N-NO<sub>3</sub>. Pro kontrolu čistícího procesu je ale účinnost čištění sloučenin dusíku a fosforu velmi důležitá, byly jejich hodnoty sledovány spolu s ukazateli BSK<sub>5</sub>, ChSK<sub>Cr</sub>, NL a i stejným způsobem vyhodnoceny.

## **5) Porovnání s podobnými projekty v ČR**

V závěru výsledkové části je zkušební provoz ČOV Semtěš porovnán z hlediska procentuální účinnosti čistícího procesu podobných biologických čistíren v ČR z doby jejich zkušebního provozu. Jedná se o čistírny:

- ČOV Proseč u Skutče (1 200 EO)
- ČOV Čeperka (1 200 EO)
- ČOV Nové Hrady (350 EO)
- ČOV Chlumeck nad Cidlinou (6 000 EO)

I když je podstata čistícího procesu u biologických čistíren teoreticky shodná, v praxi jsou dodávány technologické linky od různých výrobců a tudíž každá má svá specifika. Proto je prakticky nemožné je mezi sebou porovnat. Účinnost čištění však musí být dodržena u všech a proto je obsahem této práce vyhodnocení procentuální účinnosti čistíren.

## **6) Výsledky rozboru kalů a porovnání s vyhláškou upravenými ukazateli**

Vzorky kalů byly odebírány vzorkovnicí z kalové nádrže. Analýzu provedla zkušební analytická laboratoř č. 1066, ÚNS- laboratorní služby, s.r.o, se sídlem Vítězná 425, Kutná Hora. Z ekonomických důvodů se obec rozhodla k likvidaci kalu jeho navezením do větší čistírny k následnému zpracování. Vzorky byly odebírány pouze jednou dne 22.3.2012.

Výsledky analýz jsou porovnány s vyhláškou MŽP č. 382/2001 Sb. o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě.

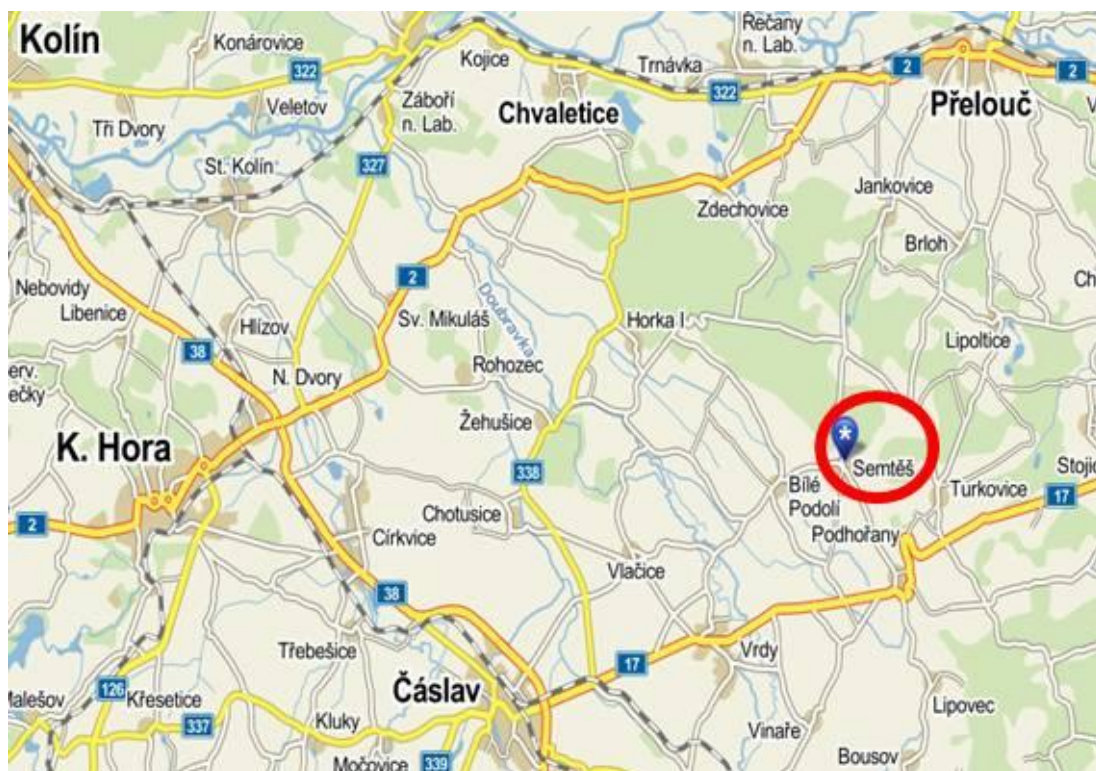
## **7) Porovnání nakládání s kaly v zemích EU a počet připojených obyvatel na čistírny odpadních vod**

Porovnání je provedeno na základě údajů Evropského statistického úřadu- eurostat.

## 7 Praktická část

### 7.1 Zájmové území- obec Semtěš

Obr. č. 17: Mapa zájmové oblasti



Zdroj: <http://www.mapy.cz>

Obec Semtěš leží na úpatí Železných hor 10 km severovýchodně od Čáslavi, na pomezí Středočeského a Pardubického kraje. Průměrná nadmořská výška činí 250 m n. m. Orograficky zájmové území patří k podcelku Čáslavské kotliny, ve které je vymezeno okrskem Žehušické kotliny, v rámci celku Středolabské tabule.

Po regionálně geologické stránce se lokalita nachází na okraji křídové pánve SV Čech a sousedí s komplexem Železných hor. Skalní podloží je budováno sedimentárními horninami svrchní křídý turonu. Litologicky se jedná přímo v dané lokalitě o vápnité slínovce jizerského souvrství, které mohou být vystřídány písčitymi slínovci a spongilitickými jílovci, místy mohou být silicifikované (opuky). Křídové horniny jsou na lokalitě překryty hlinito-písčitymi až písčito-hlinitými sedimenty deluviofluviálního původu. Podle mapy hydrogeologického členění náleží lokalita do rajónu č. 434 - Čáslavská křída. V obci trvale žije 267 obyvatel.

## 7.2 Kanalizace

Obec Semtěš neměla vybudovanou kanalizační síť, splaškové odpadní vody z jednotlivých nemovitostí byly zachycovány v bezodtokových jímkách nebo septicích a několika případech byly umístěny domovní čistírny odpadních vod. Některé jímky nesplňovaly základní požadavky na jejich provoz, nebyly vodotěsné nebo neměly vytvořené přepady. Septiky měly většinou odpady zaústěné do příkopů nebo trativodů. Pouze ojediněle se zde nacházely místní stoky se zaústěním do vodotečí, případně trativodů, ale stav tohoto potrubí byl již v době před realizací nové splaškové kanalizace nevyhovující a to jak způsobem provedení, tak i použitými materiály. Celkový stav zachycování, odvádění či likvidace splaškových vod bylo nutné vyřešit novou celistvou sítí odpovídající novým normativním požadavkům, včetně vybudování nové Čistírny odpadních vod.

Koncepce nového řešení počítala s umístěním nové Čistírny odpadních vod v extravilánu za místním Zemědělským družstvem Trhový Štěpánov a s výstavbou splaškové oddílné kanalizační sítě obce. Od čistírny vedla hlavní páteřní síť z potrubí v příjezdové komunikaci směrem k silnici III. třídy a v té pokračovala ve směru spádových poměrů celou obcí. Podružné stoky byly vedeny převážně v souběhu s místními komunikacemi a nevyhovující spádové poměry byly řešeny lokálním přečerpáním splaškových odpadních vod do výše situovaných stok za pomoci osmi čerpacích stanic. Celková délka kanalizačních stok v obci Semtěš činí cca 3640m v průměrné hloubce 2,3 m a výtlačných řadů cca 1270m. Současně bylo provedeno 126 domovních přípojek v délce cca 872m. Na trase bylo osazeno cca 122 ks revizních betonových šachet. Celková volba tras byla řešena s ohledem na snahu o co nejmenší likvidaci stávajících vzrostlých stromů a ostatní zeleně s přihlédnutím ke stávajícím inženýrským sítím (plynovod).

Na tlakové kanalizaci byly pro převedení tlakových vod do gravitační kanalizace osazovány čerpací jímky, ve kterých jsou z pravidla osazeny dvě výtlačná čerpadla pro překonání požadované výšky. Na stavbě byly osazeny tři betonové a šest plastových jímek. Betonové byly použity z důvodu velké hloubky uložení, protože u plastových může docházet k deformaci obvodového pláště. Tyto jímky jsou napojeny na samostatný elektrický přívod a u každé z nich je instalována rozvodová skříň, kde je mimo jiné osazeno jištění a ovládání čerpadel s viditelnou signalizací poruchy.

## 7.3 ČOV Semtěš

Čistírna odpadních vod pro obec Semtěš je určena pro čištění splaškových odpadních vod produkovaných v obci. Stavba ČOV pro obec Semtěš byla povolena Rozhodnutím MěÚ Čáslav – odbor životního prostředí, č.j. ŽP/7657/1014/08/Si, ze dne 27.3.2008. Toto Rozhodnutí povoluje i vypouštění čištěných odpadních vod z ČOV obce Semtěš do pravostranného přítoku Bumbáleckého potoka, č. hydrologického pořadí 1-03-05-060.

*Foto č. 2: ČOV Semtěš, zdroj vlastní*



## 7.4 Popis technického řešení

Čištění odpadních vod probíhá **biologickým** způsobem v **biologickém reaktoru**. V nádržích ČOV je umístěna čerpací jímka, prostor denitrifikace, nitrifikace, separace kalu, zásobník kalu a fekální jímka. Nad zásobníkem kalu a fekální jímkou je umístěna provozní budova, která slouží jako sociální zázemí pracovníka obsluhy a je zde umístěno dmyhadlo. Proces čištění probíhá bez nutnosti zasahování obsluhy do provozu reaktoru.

Jako mechanické předčištění ČOV je v čerpací jímce osazen česlicový nátokový koš s elektrickým vrátkem pro vytahování hrubých nečistot a čerpadla s řezacím zařízením. Absence dalšího mechanického předčištění pro zachycení sedimentujících látek je při připojení na oddílnou splaškovou kanalizaci diskutabilní, v průběhu zkušebního provozu nebyly registrovány provozní závady z hlediska zanášení nádrží reaktoru sedimenty.

Biologický reaktor je nádrž vstrojená technologickou vestavbou. Proces čištění je navržen jako dlouhodobá aktivace s úplnou stabilizací kalu. Technickým řešením za pomoci hydraulicko - pneumatického čerpadla je vytvořen hydraulický systém nucené recirkulace biomasy. Udržování směsi ve vlnosku jako i dodávka potřebného množství kyslíku pro proces čištění je zabezpečeno pneumaticky, vháněním vzduchu do technologického procesu dmyhadlem přes provzdušňovací elementy jemnobublinné aerace.

Odčerpáný přebytečný kal z procesu čištění je biologicky aerobně stabilizovaný, dobře manipulovatelný, dále se nerozkládá a nezpůsobuje senzorické závady. Kal po odčerpání z biologického reaktoru je skladován v zásobníku kalu, odkud je odvážen na další zpracování, např. na ČOV vybavenou odvodňovacím zařízením.

Tab. č. 3: Parametry ČOV Semtěš

Kapacita ČOV	350 EO
$Q_d$	52,5 m <sup>3</sup> /den, 0,6 l/s
$Q_{dmax}$	78,8 m <sup>3</sup> /den
$Q_{hmax}$	6,5 m <sup>3</sup> /hod., 1,8 l/s

## 7.5 Hlavní technologické parametry čistírenských objektů

### 7.5.1 Čerpací jímka (ČJ)

Splašková voda přitéká gravitační kanalizací přes hrubý česlicový koš ( průřely 30 mm) do čerpací jímky ČJ. Hrubý česlicový koš je veden pomocí vodicích tyčí, snadné vytahování je zajištěno pomocí el. kladkostroje. V čerpací jímce jsou osazeny 2 ks ponorných kalových čerpadel. Celé čerpadlo lze při jeho poruše vytáhnout. Výtlačné potrubí vede z čerpací jímky do denitrifikační části ČOV. Čerpadla jsou z hlediska bezpečnosti dále připevněna na laně o průměru 10 mm. Přístup do čerpací jímky umožňuje žebřík. Ovládání čerpadel je plovákové a doba chodu je řízena časovým spínačem. Čerpadla se zapínají po dosažení provozní hladiny a čerpají dle nastavitelného časového intervalu tak, aby nebyla ČOV hydraulicky přetížena. Při vyčerpání jímky a dosažení minimální hladiny čerpadla vypínají. Vždy je v chodu pouze jedno z čerpadel, druhé je instalovaná rezerva s automatickým záskokem. Volba provozního rezervního čerpadla je pravidelně střídána. Čerpadla mohou být provozována v ručním nebo automatickém režimu.

*Foto č. 3: Kladkostroj nad čerpací jímkou a detail čerpací jímky, zdroj vlastní*



## 7.5.2 Biologický reaktor

Železobetonová nádrž, do které je vložena technologická vestavba.

- rozměry v mm (délka x šířka x výška nádrže/h): 6.000x6.000x4.000/3.500
- plocha dosazovací vestavby- 12 m<sup>2</sup>
- objem dosazovací vestavby- 14 m<sup>3</sup>
- objem denitrifikace- 28 m<sup>3</sup>
- objem nitrifikace- 84 m<sup>3</sup>
- celkový objem reaktoru- 126 m<sup>3</sup>

Jednotka v sobě sdružuje všechny technologicky nutné prostory, které jsou vytvořeny přepážkami a vestavbami:

- prostor denitrifikace
- prostor nitrifikace
- dosazovací část – separace
- srážení fosforu
- předzahuštění kalu.

*Foto č. 4: Biologický reaktor ČOV Semtěš, zdroj vlastní*





### 7.5.3 Denitrifikační prostor

Do nátokové sekce je čerpána mechanicky předčištěná odpadní voda a mísí se s vratným kalem za anoxických podmínek. V této části probíhají denitrifikační procesy a reakce. Směs je udržována ve vznosu ponorným vrtulovým míchadlem. Na dně denitrifikační sekce je instalován jemnobublinný systém provzdušňování, který slouží jako podpůrný systém pro míchání směsi, případně při startování čistírny pro podpoření nitrifikačních reakcí. Ventily, kterými se ovládá dodávka vzduchu do tohoto systému, je na vzduchové rozvodnici.

Objem denitrifikace = 28 m<sup>3</sup>

Provoz míchadla může být v ručním nebo automatickém režimu.

*Foto č. 5: Pohled do denitrifikačního prostoru, zdroj vlastní*



## 7.5.4 Aktivační prostor (nitrifikace)

Proudění vody v aktivačním prostoru je zajištěno hydraulicky nátokem z denitrifikačního prostoru a odtokem vyčištěné vody z dosazovací vestavby, včetně vracení kalu do denitrifikace pomocí mamutky (hydropneumatického čerpadla). Pro okysličování biologického procesu čištění a udržování substrátu ve vznosu slouží provzdušňovací systém jemnobublinné aerace, který je instalován na dně nitrifikační sekce. Ventily ovládající dodávku vzduchu do jednotlivých větví provzdušňovacího systému jsou přístupné z obslužné lávky. Jako zdroj vzduchu slouží dmychadlo poháněné elektromotorem. Provzdušňovací elementy jsou plastové perforované hadice natažené na pevných děrovaných PVC trubkách. Objem nitrifikace= 84 m<sup>3</sup>

Dmychadlo může být provozováno v ručním nebo automatickém režimu. V automatickém provozu je možnost přerušovaného režimu, řízeného časovým spínačem.

*Foto č. 6: Pohled do aktivační nádrže, zdroj vlastní*



*Foto č. 7: Ventily ovládající dodávku vzduchu do jednotlivých větví provzdušňovacího systému, zdroj vlastní*



### **7.5.5 Dosazovací část**

Jedná se o vertikální dosazovací nádrž Dortmundského typu, provedení z nerez. Směrem k hladině je rozšířená, u dna je sání čerpadla vratného kalu, kterým je kal vracen zpět do nátokové části. Na hladině je umístěn odběr vyčištěné vody za pomoci sběrného žlabu. Jako ochrana před únikem plovoucích nečistot je kolem žlabu instalována norná stěna. Plovoucí nečistoty lze stahovat z hladiny sběrem plovoucích nečistot zpět do nátokové sekce reaktoru (denitrifikace). U dna je sání hydro-pneumatického čerpadla (mamutku), kterým je odsazený kal vracen zpátky do denitrifikačního prostoru. Ventil, kterým se ovládá dodávka vzduchu pro recirkulační mamutku, je přístupný z obslužné lávky.

Foto č. 8: Dosazovací část ČOV Semtěš, zdroj vlastní



### 7.5.6 Srážení fosforu

Pro snížení sloučenin fosforu je do čistícího procesu před dosazovací nádrže dávkován 40% roztok síranu železitého pod obchodním názvem „Prefloc“. Srážení fosforu umožňuje snížení koncentrace zbytkového fosforu v odtékající vyčištěné vodě. Zařízení srážení fosforu je umístěno v provozním objektu a skládá se ze zásobní nádrže, záchytné nádrže a membránového dávkovacího čerpadla, které do systému dákuje potřebné množství roztoku. Velikost dávky je stanovena na základě zbytkové koncentrace fosforu v odtoku. Čerpadlo může být provozováno v ručním nebo automatickém režimu.

### 7.5.7 Předzahuštění kalu

Jako zařízení k předzahuštění přebytečného kalu slouží plastová válcová nádrž, osazená v aktivaci, která je s aktivací propojena pomocí otvorů. Kal je ze dna této nádrže odčerpáván v malých časových intervalech čerpadlem do zásobníku kalu.

Toto čerpadlo je instalováno na spouštěcím zařízení, umožňujícím vytažení čerpadla v případě poruchy. Celé spouštěcí zařízení lze při poruše čerpadla vytáhnout.

Výtlačné potrubí vede do zásobníku kalu. Čerpadlo je z hlediska bezpečnosti dále připevněno na laně průměru 10 mm.

Výkon čerpadla je nastaven tak, aby se denně odčerpalo takové množství kalové suspence, které je ekvivalentní dennímu přírůstku kalu. Pro udržení konstantního množství kalu je doporučen interval automatického režimu 7 hodin STOP a 25 vteřin CHOD. Při nižším zatížení je třeba režim odkalování upravit podle skutečné produkce kalu, režim odkalování bude upraven a stanoven v průběhu zkušebního provozu. Čerpadlo může být provozováno v ručním nebo automatickém režimu.

Technické řešení zařízení „Předzahušťovač kalu“ uvedené a popsané v této práci je předmětem užitého vzoru firmy Ing. Zdeněk Sekerka – ADOS před Úřadem průmyslového vlastnictví pod číslem 14230 (Czech utility model pending No. 2004-14997).

*Foto č. 9: Předzahušťovač kalu ČOV Semtěš, zdroj vlastní*



### 7.5.8 Odtok vyčištěné vody, měrný objekt

Vyčištěná voda odtéká přes nerezové odtokové žlaby potrubím do měrného objektu. Měrný objekt je plastová nádrž o rozměrech 1 x 0,8 x 1,5 m. Vyčištěná odpadní voda po uklidnění protéká přes měrný Thomsnův „V“ přepad do recipientu. V měrném objektu je osazena ultrazvuková sonda pro měření průtoku a množství vody, lze odečíst okamžitý a kumulativní průtok vody přes ČOV. Vyhodnocovací jednotka je umístěna v provozní místnosti v elektrickém rozvaděči.

*Foto č. 10: Měrný Thomsnův objekt s „V“ přepadem, zdroj vlastní*



### 7.5.9 Zásobník kalu ZK

Zásobník kalu je zastropená železobetonová nádrž umístěná pod provozní budovou. Ve stropě nádrže jsou provedeny dva otvory. První slouží pro vstup obsluhy do nádrže a je pod ním umístěn žebřík, druhý je rezervní. Užitený objem má cca 80 m<sup>3</sup>.

Z důvodu případné aerobní dostabilizace kalu je v zásobníku kalu osazen hrubobublinný provzdušňovací systém napojený na rozvod vzduchu od dmyhadla potrubím přes regulační ventil. Provzdušňovací systém slouží také k homogenizaci obsahu nádrže. Kal je ze zásobníku kalu odsávací koncovkou odčerpáván cisternovým vozem.

*Foto č. 11: Čerpání kalu do vozidla pro přepravu odpadních vod, zdroj vlastní*



### 7.5.10 Fekální jímka FJ

Fekální odpadní voda ze septiků a žump je dovážena na ČOV do fekální jímky. Fekální jímka je zastropená železobetonová nádrž umístěná pod provozní budovou.

Fekální odpadní vody jsou vypouštěny do fekální jímky FJ přes hrubý česlicový koš . Hrubý česlicový koš je veden pomocí vodicích tyčí, snadné vytahování je zajištěno pomocí elektrického kladkostroje.

Ve fekální jímce je osazeno ponorné kalové čerpadlo. Toto čerpadlo je instalováno na spouštěcím zařízení, umožňujícím vytažení čerpadla v případě poruchy. Výtlačné potrubí vede do denitrifikační části ČOV. Čerpadlo je z hlediska bezpečnosti dále připevněna na laně průměru 10 mm. Přístup do fekální jímky FJ umožňuje žebřík.

### **Fekální jímka FJ**

- rozměry v mm (délka x šířka x výška nádrže/h): 2.600x1.800x4.000/3.500
- užitný objem cca 16 m<sup>3</sup>

Ovládání čerpadla je plovákové a doba chodu je řízena nastavitelným časovým spínačem tak, aby nedocházelo k přetížení ČOV anaerobními fekáliemi. Čerpadlo může být provozováno v ručním nebo automatickém režimu.

*Foto č. 12: Navezení fekálií do ČOV Semtěš, zdroj vlastní*





## 7.6 Technologie čištění odpadních vod

Princip komplexního čištění odpadních vod v navrhnutém technologickém řešení je založený na biologickém čištění jednotným biologickým kalem udržovaným ve vzhledu.

### 7.6.1 Popis způsobu čištění

Splašková odpadní voda z kanalizace je přivedena do prostoru **čerpací jímky**, odkud je čerpána do **biologického reaktoru - do denitrifikační části**, kde dochází k okamžitému smíchání s oživeným biologickým kalem a tím i k biochemickým procesům čištění. Potřebné množství aktivovaného kalu k denitrifikačním procesům je zabezpečeno pomocí hydraulicko - pneumatického čerpadla, které přivádí tento vratný kal z prostoru separace. Denitrifikační procesy probíhají v anoxických podmínkách.

Z této části směs odtéká do **nitrifikační části** biologického reaktoru, kde dochází k intenzivnímu okysličování aeračními elementy k oxickým biologickým procesům čištění.

Z nitrifikační části aktivační směs proudí do **dosazovacího prostoru - separace**. Dochází zde ke snížení rychlosti proudění, což vede k sedimentaci vloček. Vyčištěná odpadní voda je vedena k hladině do odtokových žlabů.

Ve spodní části dosazovacího prostoru je umístěno sání hydro-pneumatického čerpadla. Tím je zabezpečeno přečerpávání biomasy ve formě vratného kalu do denitrifikační části reaktoru - **recirkulace**. Tento proces se kontinuálně s přítokem odpadní vody opakuje.

Odbourané znečištění ve formě vyprodukovaného přebytečného kalu se z procesu čištění pravidelně odstraňuje odčerpáním z předzahuš'ovače kalu do kalového zásobníku.

*Foto č. 13: Odtokový žlab, zdroj vlastní*



## **7.6.2 Odtok z ČOV**

### **Likvidace kalu**

Vyprodukovaný kal je aerobně stabilizovaný a nepodléhá dalším rozkladným procesům, které by způsobovaly senzorické závady. Odvoz kalu na další zpracování (odvodnění) je potřebné vykonat na základě předcházející dohody. Za likvidaci kalu je zodpovědný provozovatel čistírny. Produkovaný čistírenský kal je podle Vyhlášky MŽP č. 381/2001 Sb. zařazen v katalogu odpadů pod číslem 19 08 05. Původně obec Semtěš zamýšlela využití kalu na zemědělskou půdu. Náklady na odebírané vzorky byly za rok odhadnuty na 60 000,- korun, což by obecní rozpočet výrazně zatížilo. Z tohoto důvodu je kal vyvážen do velké čistírny v Čáslavi k dalšímu zpracování.

Foto č. 14: Odvoz kalu z ČOV, zdroj vlastní



### **Odkalování**

Odkalování, tedy odčerpání přebytečného aktivovaného kalu se provádí podle nárůstu pravidelným odčerpáváním předzahuštěného kalu z předzahušťovače kalu. V průběhu prvních dvou měsíců provozu byl provoz čerpadla v předzahušťovači kalu řízen ručně, jakmile objemová koncentrace kalu (objem sedimentu po 30 minutách) dosáhla provozní hodnoty – cca 400 ml/l, byl nastaven automatický režim pravidelného odčerpávání přebytečného kalu do zásobníku.

### **Sledování, kontrola a vyhodnocení provozu ČOV**

Za účelem dosažení optimálních provozních parametrů a tím i účinnosti čištění odpadních vod je vykonávána i kontrola procesu čištění a jeho provozní sledování a vyhodnocování.

**Vlastník ČOV** odpovídá za kvalitu vypouštěných odpadních vod do recipientu a z toho důvodu musí vykonávat i kontrolu provozu ČOV. Kontrolní činnost vykonává na základě provozního řádu.

Měření objemové koncentrace aktivovaného kalu - jako orientační zkouška se doporučuje odebrat z provzdušňované sekce 1 litrový vzorek aktivovaného kalu do průhledné nádoby (odměrný válec o objemu 1l) a průměru cca 7 - 10 cm, a ponechat na stinném místě po dobu 30 minut. Kal se usadí a po 30 minutách můžeme odhadnout množství kalu. Optimální je cca 30 - 50 % objemu kalu z 1 litrového vzorku (300 – 500 ml/l). Pokud zjistíme vyšší koncentraci je nutné tento přebytečný kal odčerpát – zvýšit frekvenci, případně množství odčerpávaného kalu z předzahušřovače.

*Foto č. 15: Odtok z ČOV do recipientu- potok Bumbálka, zdroj vlastní*



## 8 Výsledky a diskuze

### 8.1 Porovnání s vodoprávním rozhodnutím MÚ Čáslav

#### a) Množství vypouštěných odpadních vod

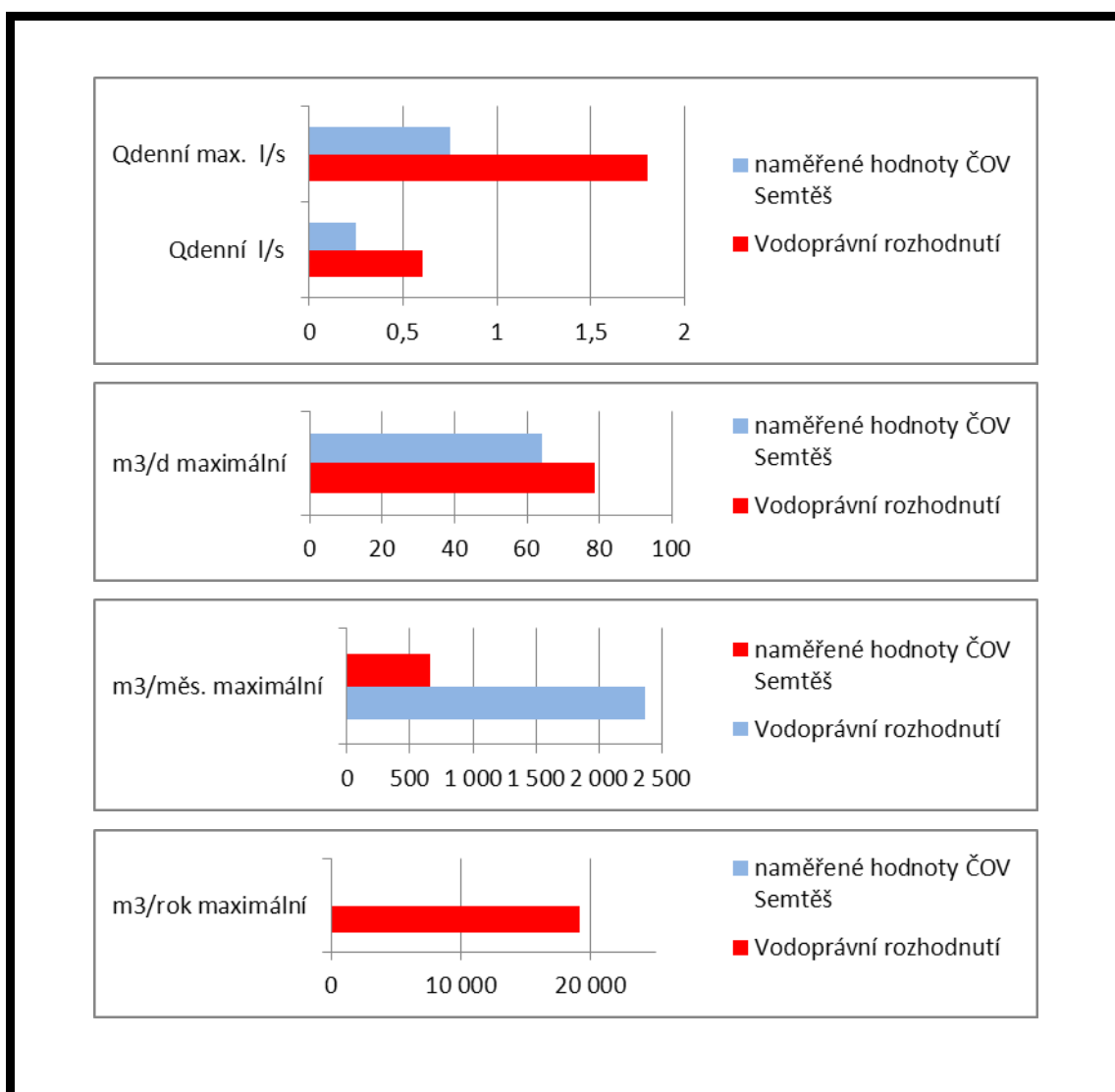
Vodoprávní úřad (MÚ Čáslav) stanovil množství vypouštěných odpadních vod do recipientu pravostranného přítoku Bumbáleckého potoka, č. hydrologického pořadí 1-03-05-060 Rozhodnutím odboru životního prostředí, č.j. ŽP/7657/1014/08/Si, ze dne 27.3.2008. Údaje z rozhodnutí jsou v následující tabulce porovnány se záznamy Provozního deníku ČOV Semtěš, ve kterém jsou údaje evidovány na základě měření průtokoměrného ultrazvukového zařízení, instalovaného v měrném objektu.

Tab. č 4: Množství vypouštěných odpadních vod

	Vodoprávní rozhodnutí	naměřené hodnoty ČOV Semtěš
$Q_{\text{denní}}$ l/s	0,6	0,25
$Q_{\text{denní max.}}$ l/s	1,8	0,75
m <sup>3</sup> /d maximální	78,8	64,2
m <sup>3</sup> /měs. maximální	2 364	659
m <sup>3</sup> /rok maximální	19 200	7349,1/ zk. provoz

V posledních třech měsících zkušebního provozu byla ČOV hydraulicky zatížena z cca 50%, byly dodrženy povolené limity vypouštěného množství vyčištěných odpadních vod. Hodnota maximálního ročního průtoku je uvedena jako hodnota za zkušební provoz, který trval jedenáct měsíců. I přes jeden chybějící měsíc můžeme s jistotou tvrdit, že limity vodoprávního rozhodnutí nebudou v žádném případě překročeny. Výsledky jsou pro lepší názornost převedeny do podoby následujících grafů:

Obr. č. 18: Grafické znázornění povolených a skutečných průtoků ČOV Semtěš



### b) Kvalita vypouštěných odpadních vod

Vodoprávní úřad (MÚ Čáslav) stanovil množství vypouštěných odpadních vod do recipientu pravostranného přítoku Bumbáleckého potoka, č. hydrologického pořadí 1-03-05-060 Rozhodnutím odboru životního prostředí, č.j. ŽP/7657/1014/08/Si, ze dne 27.3.2008.

V průběhu zkušebního provozu byly odebrány měsíčně 2-hodinové směsné vzorky odtékající vyčištěné vody. Odebírány byly z odtokového měrného objektu. Analýzy odebraných vzorků provedla hydrochemická laboratoř LABTECH s.r.o., Polní 23/340, 639 00 Brno, (ČIA č. 1147). Hodnoty zjištěné laboratoří jsou v následující tabulce porovnány s vodoprávním rozhodnutím.

Tab. č. 5: Kvalita vypouštěných vod ČOV Semtěš

ČOV Semtěš		Průměr	Min.	Max.	Rozhodnutí p-hodnota	Rozhodnutí m-hodnota
BSK <sub>5</sub>	mg/l	4,5	0,8	8,4	25	40
ChSK <sub>Cr</sub>	mg/l	47,7	28,0	86,4	80	140
NL	mg/l	10,7	2,0	26,0	30	50

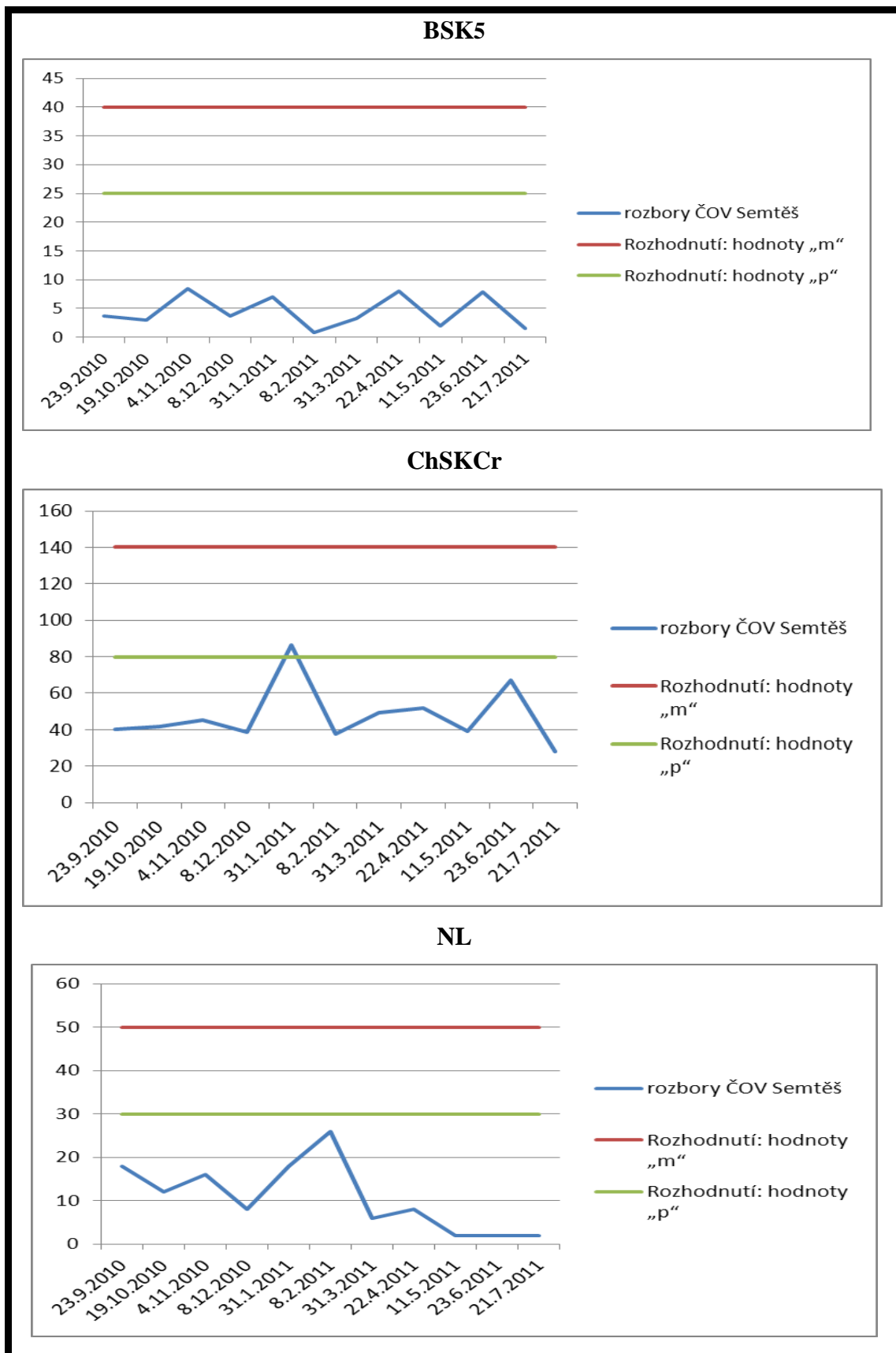
Hodnota „p“ - přípustná hodnota koncentrací pro rozборы směsných vzorků vypouštěných odpadních vod, přičemž se jedná o 2 hodinový směsný vzorek získaný sléváním 8 objemově stejných dílčích vzorků odebíraných v intervalu 15 minut, podle NV ČR 61/03 Sb. – vzorek typu A.

Hodnota „m“ - maximální hodnota koncentrace – dvouhodinový směsný vzorek získaný sléváním 8 dílčích vzorků stejného objemu v intervalu 15 minut – nepřekročitelný limit. Podle Nařízení vlády ČR č. 61/03 Sb. a v souladu s Nařízením vlády ČR č. 229/07 Sb.

Tab. č 6: Měsíční laboratorní výsledky vypouštěné vyčištěné odpadní vody z ČOV Semtěš

Datum	CHSK-Cr	BSK <sub>5</sub>	NL
23.9.2010	40,2	3,7	18
19.10.2010	41,7	3	12
4.11.2010	45,1	8,4	16
8.12.2010	38,5	3,74	8
31.1.2011	<b>86,4</b>	7	18
8.2.2011	37,6	0,8	26
31.3.2011	49,4	3,3	6
22.4.2011	51,6	8	8
11.5.2011	39,1	2,04	2
23.6.2011	67	7,86	2
21.7.2011	28	1,6	2
Ø	47,69	4,49	10,73

Obr. č. 19: Grafické znázornění limitů rozhodnutí a skutečného stavu vypouštěných odpadních vod





Z uvedených výsledků je patrné, že nebyl překročen žádný limit „m“. Limit „p“ pro parametr ChSK<sub>Cr</sub>, byl překročen při odběru 31.1.2011, stanovená hodnota byla 86,4 mg/l. Vodoprávní rozhodnutí upravuje přípustnou koncentraci na 80 mg/l. Jedno překročení je v souladu s vodoprávním rozhodnutím.

## 8.2 Porovnání z hlediska účinnosti čištění dle BSK<sub>5</sub>, ChSK<sub>Cr</sub>, NL

Účinnost čištění z hlediska BSK<sub>5</sub>, ChSK<sub>Cr</sub>, NL určíme z odebíraných měsíčních 2-hodinové směsných vzorků na nátok a odtoku z ČOV pro každý ukazatel zvlášť. Analýzy odebraných vzorků provedla hydrochemická laboratoř LABTECH s.r.o., Polní 23/340, 639 00 Brno, (ČIA č. 1147).

*Tab. č. 7: Průměrné produkované, odbourané a vypouštěné znečištění v průběhu zkušebního provozu*

		Produkce znečištění	Odbourané znečištění	Vypouštěné znečištění
BSK <sub>5</sub>	t/zk.pr.	2,635	2,602	0,032
ChSK <sub>Cr</sub>	t/zk.pr.	5,792	5,446	0,346
NL	t/zk.pr.	2,650	2,580	0,071

Podle výsledků produkce znečištění byla ČOV v průběhu zkušebního provozu zatížena znečištěním od cca 150 EO.

Vzhledem k tomu, že zkušební provoz trval 334 dnů, bylo množství vypouštěného kalu uvedené v následující tabulce přepočteno na dobu 1 roku.

Tab. č. 8: Porovnání vypouštěného znečištění s Rozhodnutím vodoprávního úřadu

		Vypouštěné znečištění	Max. limit OŽP MÚ pro vypouštěné znečištění
BSK <sub>5</sub>	t/rok	0,035	0,23
ChSK <sub>Cr</sub>	t/rok	0,378	0,77
NL	t/rok	0,078	0,23

Tab. č. 9: Účinnost čištění v procentech

	Účinnost čištění (%)
BSK <sub>5</sub>	98,7
ChSK <sub>Cr</sub>	93,0
NL	97,0

Účinnosti čištění podle BSK<sub>5</sub>, ChSK<sub>Cr</sub> a NL jsou velmi příznivé. Ve všech hodnotách byly dodrženy limity vodoprávního rozhodnutí. Podrobný přehled produkovaného, vypouštěného a odbouraného znečištění, včetně účinnosti čištění dle BSK<sub>5</sub>, ChSK<sub>Cr</sub> a NL je uveden v příloze C.

## 8.3 Porovnání se zákonem stanovenými ukazateli

Nařízením vlády č. 23/2011 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech jsou upraveny hodnoty, za kterých je možno vyčištěné odpadní vody do recipientu vypouštět. Přípustné limity ukazatelů CHSK<sub>Cr</sub>, BSK<sub>5</sub> a NL u ČOV do 500 ekvivalentních obyvatel, stanoví vodoprávní úřad přiměřeně k tomuto nařízení, na základě jakosti a stavu vody v toku a místních podmínek.

Tab. č. 10: Porovnání se zákonem stanovenými ukazateli

Úprava	Kapacita ČOV (EO)	CHSK <sub>Cr</sub>		BSK <sub>5</sub>		NL	
		p	m	p	m	p	m
NV 61/2003 Sb.	< 500	x	x	x	x	x	x
NV 61/2003 Sb.	500 - 2 000	125	180	30	60	35	70
Vodoprávní rozhodnutí	350	80	140	25	40	30	50
Skutečný stav	150-200	28	86,4	0,8	8,4	2	26

Účinnosti čištění podle BSK<sub>5</sub>, ChSK<sub>Cr</sub> a NL v době zkušebního provozu splňují i zákonné limity na vypouštěné znečištění.

## 8.4 Porovnání z hlediska účinnosti čištění dle N-NH<sub>4</sub>, P<sub>celk</sub> a N-NO<sub>3</sub>

Tab. č.11: průměrné, minimální a maximální stanovené hodnoty N-NH<sub>4</sub>, P<sub>celk</sub> a N-NO<sub>3</sub>

		N-NH <sub>4</sub>		P <sub>celk</sub>		N-NO <sub>3</sub>
		přítok	Odtok	přítok	Odtok	odtok
Průměr	mg/l	67,1	9,4	12,5	6,2	27,4
Min	mg/l	21,6	0,1	7,4	3,7	2,8
max	mg/l	116,0	53,3	20,6	12,6	48,7

Podrobné měsíční ukazatele jsou uvedeny v příloze C. Stanovené hodnoty obsahu N-NH<sub>4</sub> v nátokové odpadní vodě jsou v souladu s obecně uváděným hodnotami pro splaškové odpadní vody v malých obcích.

Stejně jako stanovená hodnota obsahu N-NH<sub>4</sub> v odtékající odpadní vodě odpovídá správné funkci ČOV s nitrifikací. V prvním měsíci provozu (září 2010), kdy ještě nebyla plně zapracovaná, proběhla nitrifikace z cca 50% (nátok – 112 mg/l, odtok 53,3 mg/l). V dalším období bylo bezpečně nitrifikací odstraňováno cca 50 – 70 mg/l

N-NH<sub>4</sub> z nátokové odpadní vody. Nitrifikace s účinností cca 80% v měsíci lednu souvisí pravděpodobně s poklesem teploty kalové suspence v biologickém reaktoru. Stanovené hodnoty P<sub>celk</sub> v nátokové odpadní vodě jsou v souladu s obecně uváděným hodnotami pro splaškové odpadní vody v malých obcích.

Stanovená hodnota obsahu P<sub>celk</sub> v odtékající odpadní vodě odpovídá běžné účinnosti biologického odbourávání fosforu (cca 50%).

Obsah N-NO<sub>3</sub> nebyl v nátokové odpadní vodě stanovován, obsah dusičnanů v odpadní splaškové vodě se obvykle pohybuje do max. hodnoty 3 mg/l. Dusičnany nejsou v odpadní splaškové vodě přítomny, pouze malá část (max. cca do 3 mg/l) přítomného organicky vázaného dusíku se může při vhodných podmínkách v kanalizaci (dostatečná délka) oxidovat na N-NO<sub>3</sub>.

Obsah N-NO<sub>3</sub> v odtékající odpadní vodě je závislý na teplotě kalové suspence v biologickém reaktoru. Při poklesu teploty pod cca 12°C se snižuje aktivita denitrifikantů. Náběh denitrifikace je v počátcích provozu ČOV zdlouhavý (v rádech měsíců). V období zkušebního provozu byly provedeny tři rozborů na dusičnanový dusík ve vyčištěných odpadních vodách. Z těchto rozborů (září 2010 – 48,7 mg/l, únor 2011 – 30,7 mg/l, červenec 2,8 mg/l) je patrné, že proces denitrifikace se v průběhu zkušebního provozu podařilo úspěšně nastartovat.

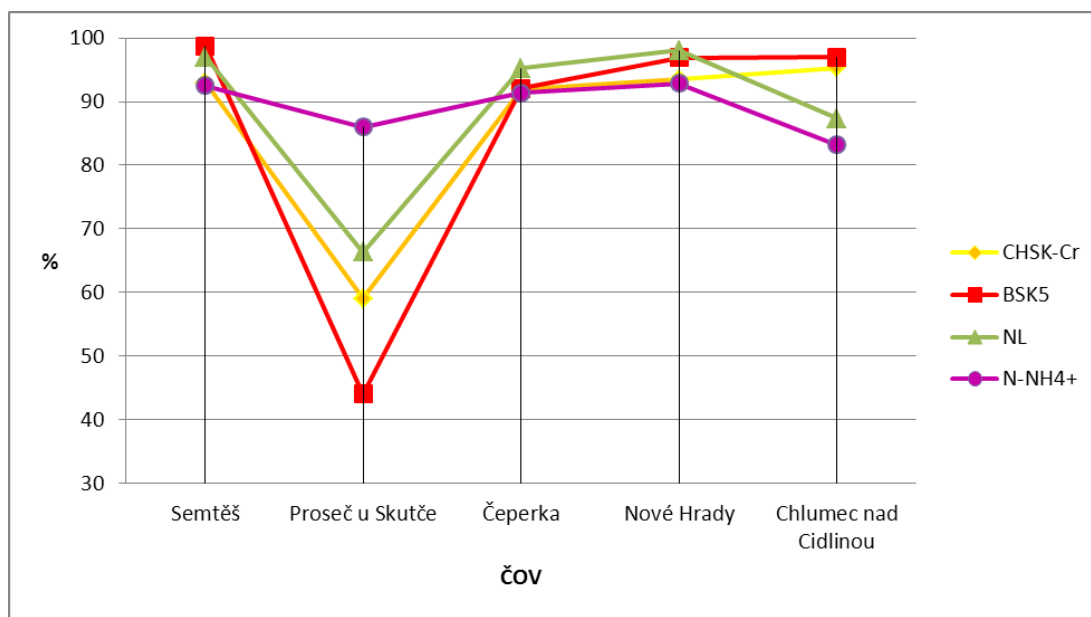
## 8.5 Porovnání s podobnými projekty v ČR

Tabulka číslo 12 udává hodnoty účinnosti čištění v procentech, které byly získány na základě laboratorních měření v podobných čistírnách odpadních vod po dobu jejich zkušebního provozu. Podrobné výsledky jsou uvedeny v přílohách B, C, D, E a F.

Tab. č. 12: Účinnost čištění v procentech (%)

ČOV	CHSK-Cr	BSK <sub>5</sub>	NL	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
Semtěš	92,97	98,72	96,99	92,5
Proseč u Skutče	59,03	44	66,3	85,99
Čeperka	91,95	92,08	95,26	91,4
Nové Hrady	93,51	96,89	98,02	92,84
Chlumeck nad Cidlinou	95,3	97,02	87,36	83,16

Obr. č. 20: Účinnost čištění v procentech (%)



Z výsledných údajů vyplývá, že **ČOV Semtěš** má po dobu zkušebního provozu velmi uspokojivé výsledky a plně vyhověla limitům vodoprávního rozhodnutí.

**ČOV Čeperka** v prvním půlroce svého zkušebního provozu nedosahovala požadovaných hodnot uvedených v příloze F. Docházelo k úniku kalu z nádrže. Do aktivační nádrže musela být osazena sonda pro kontinuální měření obsahu kyslíku. Opakovaně byly překročeny limity „p“ hodnot vodoprávního rozhodnutí a dvakrát „m“ hodnota ukazatelů BSK<sub>5</sub> a N-NH<sub>4</sub>. Problematické ustálení provozního režimu trvalo do července 2008 a od srpna 2008 je provoz ustálen. Důvodem bylo i postupné připojování dalších producentů, neboť projektovaný přítok na ČOV činil 164m<sup>3</sup> za den a skutečnost byla téměř o polovinu menší. Účinnost čistícího procesu závisí na počtu připojených ekvivalentních obyvatel v rovnováze s projektovanou kapacitou.

**ČOV Nové Hradky**, jak je patrné z přílohy E, vyhověla po celou dobu zkušebního provozu limitům vodoprávního rozhodnutí, provoz byl vyrovnaný a bez závad.

Celkově lze také konstatovat, že **ČOV Proseč u Skutče** řádně likviduje přitékající znečištění. U odpadních vod přitékajících na ČOV dochází k částečnému ovlivnění balastními vodami. Současně se negativně projevuje nevyrušení septiků v obci. Odpadní vody jsou likvidovány s nízkým čistícím efektem BSK<sub>5</sub> (celkový průměr 61,1), díky nízkému látkovému vytížení, přestože absolutní hodnoty BSK<sub>5</sub> v celkovém průměru 17,1 mg/l jsou vyhovující. Čistící efekt v případě nerozpuštěných látek činí 87,2 % a vzhledem k absolutním hodnotám NL na odtoku je zcela vyhovující. Absolutní hodnoty BSK<sub>5</sub> a NL na odtoku (mg/l) jsou však zcela dostatečné a v souladu s projektem. Pouze v jednom případě došlo k překročení „m“ hodnot vodoprávního rozhodnutí, což je v jeho souladu.

Uvedení **ČOV Chlumeck nad Cidlinou** (příloha D) do provozu probíhalo v zimních měsících za nepříznivých klimatických podmínek. Teplota odpadní vody se dlouhodobě držela pod 10°C. Problematické startování nitrifikačního procesu ukazují překročené „p“ hodnoty vodoprávního rozhodnutí. V druhé polovině zkušební provozu se proces stabilizoval, nebyly provedeny žádné větší opravy a seřízení systému. Zde se potvrzuje hypotéza, že funkčnost ČOV je dána množstvím a kvalitou přitékajících a odtékajících vod.

V porovnání s ostatními čistírnami je jasné, že se čistírna odpadních vod v Semtěši podařila zprovoznit naprosto hladce. V úvahu je třeba brát i klimatické podmínky a již při výstavbě nasměrovat začátek zkušební provozu tak, aby teploty odpadních vod byly čistícímu procesu nakloněny. Zároveň lze konstatovat, že účinnost čistícího procesu nezávisí přímo na velikosti čistírny, i když obecně větší čistírna čistí lépe než malá. Všechny uvedené čistírny jsou v současné době v provozu a jejich výsledky jsou podobné i přes lišící se počet ekvivalentních obyvatel.

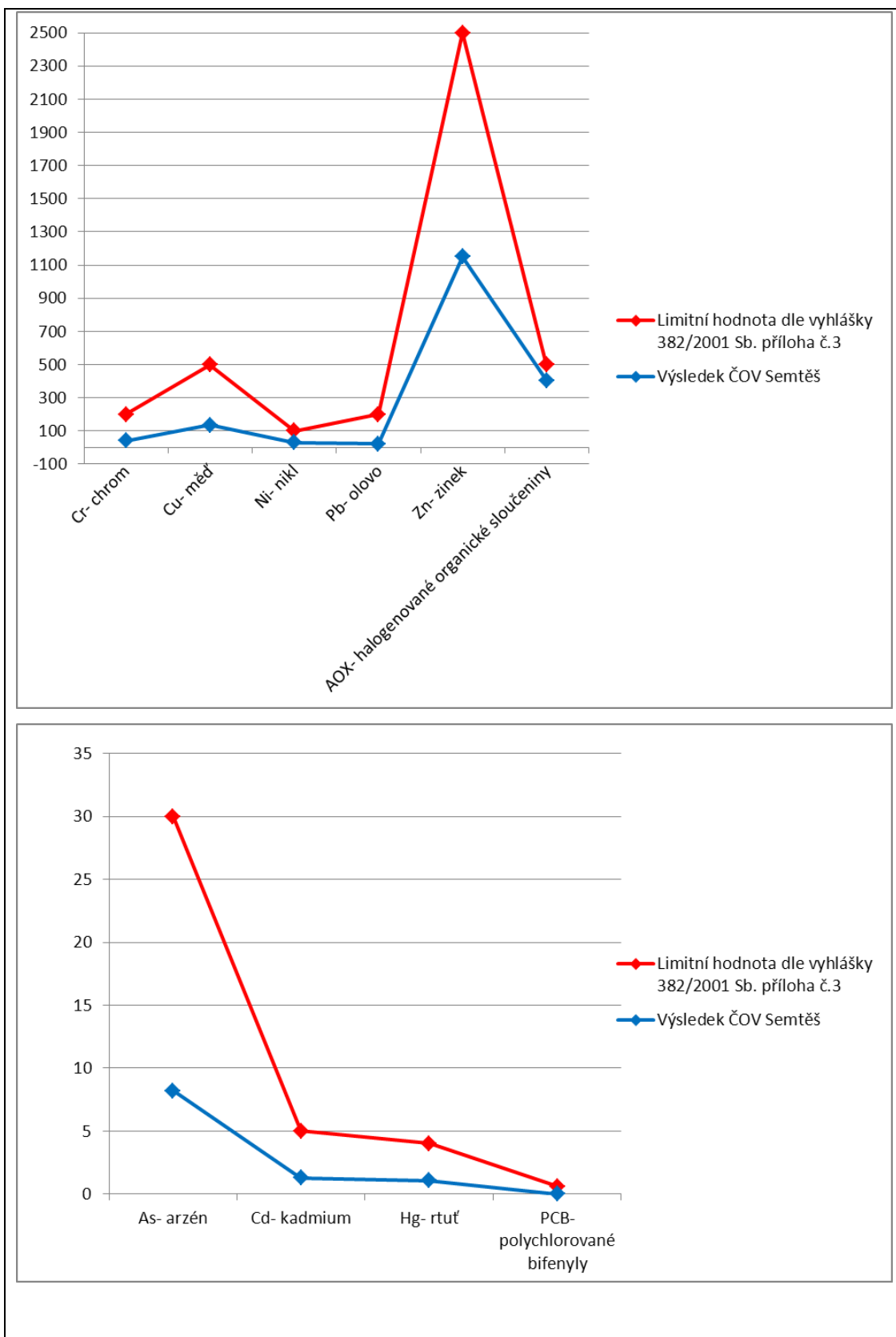
## 8.6 Výsledky rozboru kalů a porovnání s vyhláškou upravenými ukazateli

Tab. č. 13: Porovnání analýz odebraných vzorků kalu ČOV Semtěš s vyhláškou MŽP č. 382/2001 Sb. o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě.

Riziková látka	Limitní hodnota dle vyhlášky 382/2001 Sb. příloha č.3	Výsledek ČOV Semtěš	jednotky
As- arzén	30	8,2	mg/kg sušiny
Cd- kadmium	5	1,28	mg/kg sušiny
Cr- chrom	200	41,2	mg/kg sušiny
Cu- měď	500	135	mg/kg sušiny
Hg- rtuť	4	1,06	mg/kg sušiny
Ni- nikl	100	31,4	mg/kg sušiny
Pb- olovo	200	21,09	mg/kg sušiny
Zn- zinek	2500	1150	mg/kg sušiny
AOX- halogenované organické sloučeniny	500	404	mg/kg sušiny
PCB- polychlorované bifenyly	0,6	0,005	mg/kg sušiny

Odebrané vzorky kalů vyhovují ve všech zkoumaných parametrech. Rozbor prokázal, že vybrané rizikové látky a prvky obsažené v kalech nepřekračují limity stanovené vyhláškou č. 382/2001 Sb. Můžeme konstatovat, že ČOV Semtěš plní svoji funkce velmi dobře a upravený kal je možné využít na zemědělské půdě za dodržení dalších podmínek stanovených vyhláškou. V současné době jsou náklady na odběry vzorků pro obec příliš vysoké a to je důvod, proč jsou kaly vyváženy k dalšímu zpracování do ČOV Čáslav.

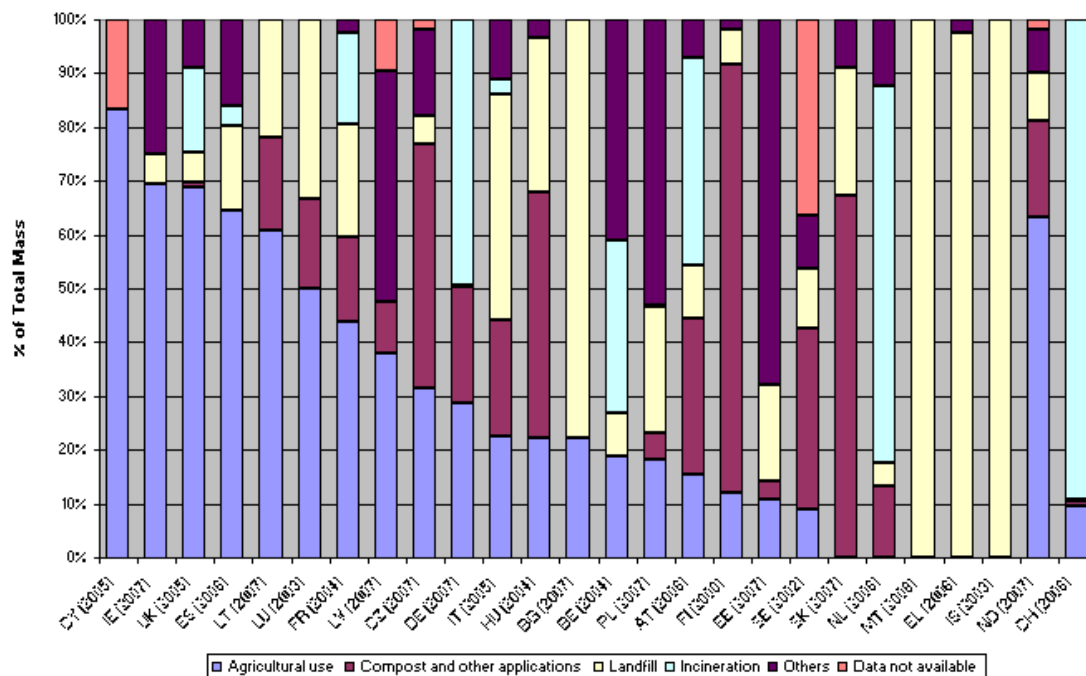
Obr. č. 21: Porovnání analýz odebraných vzorků kalu ČOV Semtěš s vyhláškou MŽP č. 382/2001 Sb. o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě v mg/kg sušiny.





## 8.7 Porovnání nakládání s kaly v zemích EU

Obr. č. 22: Způsob využití kalů v zemích EU za rok 2010



Zdroj: Eurostat

Jak je vidět na grafu, nakládání s kaly v jednotlivých zemích EU se značně liší. Objektivní posouzení mezi zeměmi je problematické, neboť závisí na ekonomické síle, systému nakládání s kaly a úrovni environmentálního povědomí každého státu.

Využití kalů na zemědělské půdě je zakázáno například v Holandsku, Belgii a Švýcarsku. Německo, Švédsko, Finsko a Lucembursko zákaz využití kalů na zemědělskou půdu stále řeší s ohledem na možná rizika. Naopak státy jižní Evropy se tímto problémem nezabývají nad rámec legislativních opatření Evropské unie.

Obr. č. 23: Procentuální počet obyvatel připojených na ČOV v zemích Evropy

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
<b>Belgium</b>	39	41	46	48	51	53	54	57	69	71	.
<b>Bulgaria</b>	36	37	38	39	40	40	41	41	42	44	45
<b>Czech Republic</b>	62	64	65	70	71	71	73	74	75	76	.
<b>Denmark</b>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<b>Germany</b>	.	.	93	.	.	94	.	.	95	.	.
<b>Estonia</b>	69	69	69	70	70	72	74	74	74	80	80
<b>Ireland</b>	66	.	70	.	.	.	84	.	.	.	.
<b>Greece</b>	.	.	.	.	.	.	.	.	85	.	87
<b>Spain</b>	.	.	.	.	.	.	.	91	.	92	.
<b>France</b>	.	.	79	.	.	80	.	.	.	.	.
<b>Italy</b>	69	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<b>Cyprus</b>	13	14	16	18	23	28	30	.	.	.	.
<b>Latvia</b>	.	.	.	65	70	66	66	65	65	.	.
<b>Lithuania</b>	.	.	.	57	59	.	69	69	69	70	71
<b>Luxembourg</b>	93	.	.	.	95	.	.	.	.	.	.
<b>Hungary</b>	29	46	50	57	.	.	54	57	.	.	.
<b>Malta</b>	13	36	36	36	36	36	36	36	35	42	48
<b>Netherlands</b>	98	98	98	99	99	99	99	99	99	99	99
<b>Austria</b>	.	85	86	86	89	89	.	92	.	93	.
<b>Poland</b>	52	54	55	57	58	59	60	61	62	63	64
<b>Portugal (1)</b>	.	.	.	57	60	.	65	72	69	70	.
<b>Romania</b>	.	.	.	.	.	27	27	28	28	29	29
<b>Slovenia</b>	21	23	25	25	26	34	37	52	51	52	52
<b>Slovakia</b>	50	51	51	52	53	54	55	55	57	.	.
<b>Finland</b>	80	80	81	81	.	.	.	.	.	.	.
<b>Sweden</b>	.	86	.	85	.	86	.	86	.	.	.
<b>United Kingdom (2)</b>	92	95	99	98	96	97	97	99	99	97	97
<b>Iceland</b>	16	33	33	50	50	50	57	.	.	.	.
<b>Norway</b>	73	73	74	74	75	76	77	78	78	77	79
<b>Switzerland</b>	96	96	96	96	.	.	97	.	.	.	.
<b>Croatia</b>	.	9	.	.	.	15	28	28	29	.	.
<b>FYR of Macedonia</b>	.	5	6	6	6	6	7	7	7	7	7
<b>Turkey</b>	23	26	27	28	30	36	36	42	.	46	.

(1) The totals for urban wastewater treatment also contain values for preliminary treatment and for undefined treatment. These values refer to the public urban wastewater treatment, including collective septic tanks.

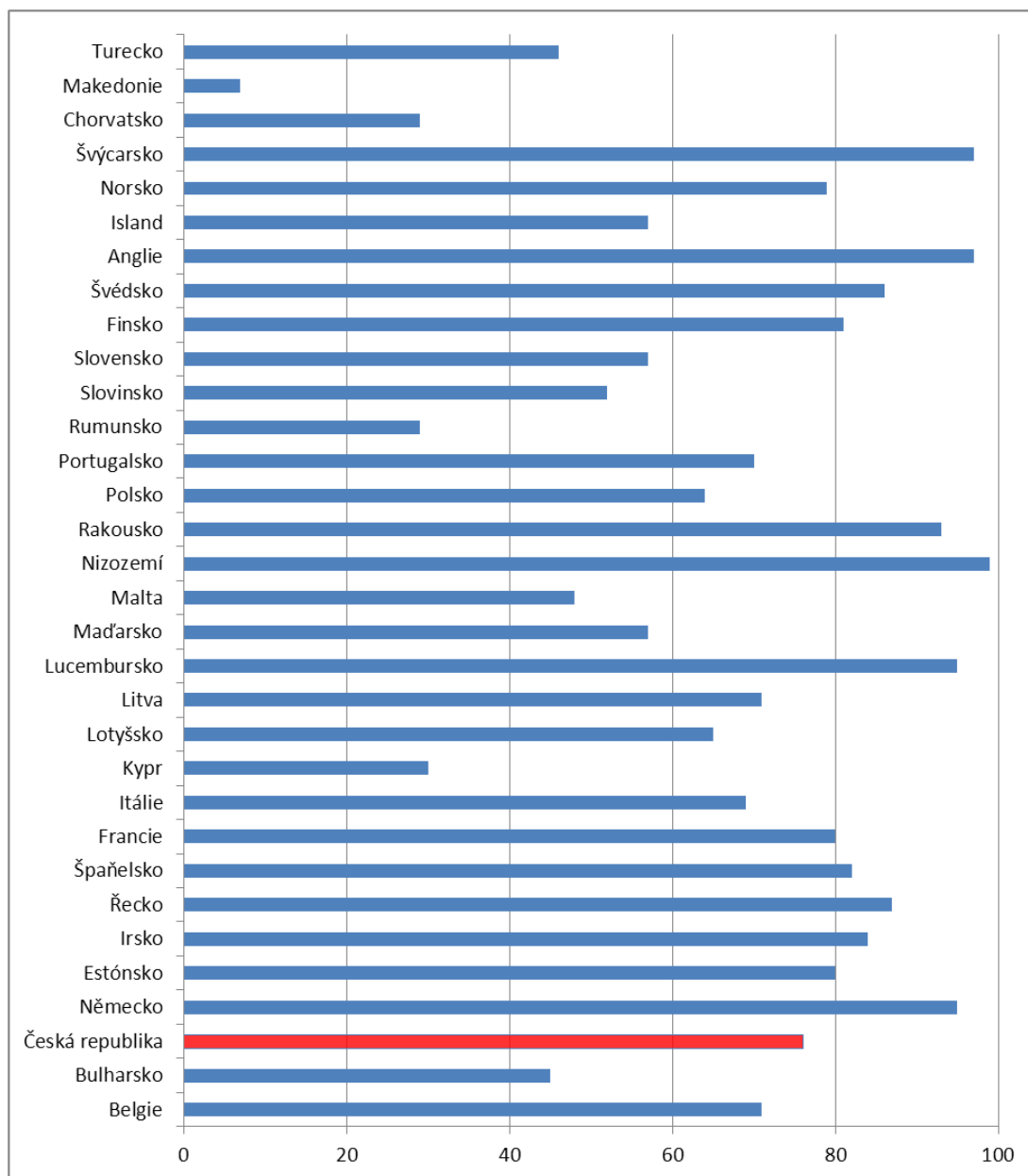
(2) England and Wales only.

Source: Eurostat (online data code: env\_watq4)

Zdroj: Eurostat

Napojení obyvatel v celé Evropě stoupá v souvislosti s plněním směrnice rady 91/271/EHS o čištění městských odpadních vod. Státy EU se zavázali směrnicí implementovat do svého práva. V ČR vznikl z projektu ministerstva zemědělství a ministerstva životního prostředí dokument s názvem „Aktualizace strategie financování požadavků na čištění městských odpadních vod“, který vláda schválila 11.8.2010.

Obr. č. 24: Procentuální počet obyvatel připojených na ČOV v zemích Evropy k roku 2009



[http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics\\_explained/index.php?title=File:Sewage\\_Sludge\\_Disposal\\_by\\_Type\\_of\\_Treatment\\_%28latest\\_available\\_year%29.png&filetime stamp=20101005095219](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php?title=File:Sewage_Sludge_Disposal_by_Type_of_Treatment_%28latest_available_year%29.png&filetime stamp=20101005095219)

V České republice má počet napojených obyvatel na kanalizaci a ČOV pozitivní směr. Například Slovensko, Polsko či Belgie zůstávají za námi, ale vyspělejší státy nám stále ukazují rezervy.

## 8.8 Kanalizace

Výkopové práce měly negativní vliv na hladinu podzemních vod. Provedené zemní práce na kanalizačním sběrači změnily úroveň erozivní základny území, byť v decimetrech a tím i odvodňovací cesty podzemní vody jímané studnami, resp. pramennými jímkami. Tyto studny neodpovídaly technickým parametrům (ČSN 75 5115 - Studny individuálního zásobování vodou). Z tohoto důvodu došlo i k poklesu hladiny vody v existujících studních a lze ho považovat za trvalý jev, který je nutné řešit nápravným opatřením.

Nápravná opatření jsou v důsledku omezených prostorových možností a tím i možnosti přístupu odpovídající techniky problematická, ale mohou spočívat v obnově původních poměrů zatěsněním stěny kanalizačního sběrače jílovým materiálem, prohloubení existujících studní o cca 2,0 m, vyhloubení náhradního zdroje vody – vrtané studny.

Použita byla první varianta a to zatěsnění stěny kanalizačního sběrače jílovým materiálem na jihovýchodní straně tzn. obnovou původní erozivní základny pro minipovodí daných studní.

## 9 Závěr

Cílem práce bylo objasnění pojmů souvisejících s odpadními vodami, nastínění procesu fungování a provozu biologické čistírny odpadních vod, její vliv na kvalitu odpadní vody na odtoku z ČOV a porovnání s podobnými projekty v ČR. Hlavním cílem bylo vyhodnocení zkušebního provozu kanalizace a ČOV v obci Semtěš s prezentací výsledků. Dílčími cíli bylo nakládání s kaly v obci Semtěš a orientační přehled o nakládání s kaly v zemích EU.

Cíle práce byly splněny na základě studia odborné literatury a ročním sledováním ČOV po dobu jejího zkušebního provozu. Použité metody byly adekvátní k řešenému problému. Archivování odebraných vzorků na přítoku i odtoku z čistírny a jejich porovnání se zákonem stanovenými limity, doporučením vodohospodářského úřadu. Dále porovnání výsledků s podobnými projekty v ČR z hlediska účinnosti čistícího procesu. Výsledky jsou zobrazeny formou grafů a tabulek.

V průběhu práce byly vysloveny hypotézy, které se postupně potvrdily. Tedy že provoz ČOV za zákonem stanovených podmínek významně neovlivňuje kvalitu vody v recipientu, funkčnost ČOV je dána množstvím a kvalitou přítékajících a odtékajících vod, účinnost čistícího procesu vždy nezávisí na velikosti čistírny, ale závisí na projektované kapacitě a skutečném počtu připojených ekvivalentních obyvatel.

V obci Semtěš trvale žije 267 obyvatel a víkendově se jejich počet zvýší až na 350. Rozvoj obce je přímo závislý na rozvoji infrastruktury, nejen v souvislosti s přilákáním nových obyvatel, ale je limitující například pro výstavbu veřejně prospěšných staveb. Náklady na vybudování kanalizace a ČOV jsou pro takto malou obec astronomické a bez poskytnutí dotace by nikdy vzniknout nemohly. Dotace od Státního zemědělského a investičního fondu činila 31.400.000,-Kč, celkové náklady se vyšplhaly do výše 35.460.124,-Kč a obec z vlastních prostředků financuje formou úvěru částku 4.060.124,-Kč.

Rozhodnutí, zda vybudovat kanalizaci a čistírnu odpadních vod podpořilo 87% všech obyvatel Semtěše. Důvodem byl již zmíněný rozvoj obce, ale hlavně celkový ekonomický přínos obyvatelům. Trvale žijící obyvatel zaplatí na stočném ročně 1.200,-Kč/osoba a rekreant ročně 1.200,-Kč/dům. Průměrná cena v místě za odvoz

žumpy či septiku byla 160,-Kč/m<sup>3</sup>. Obec ročně vynaloží okolo 160.000,- Kč za provoz čistírny (mzdy 92.940,-Kč, elektrická energie 56.000,-Kč, provozní materiál 6.000,-Kč, likvidace kalu 3.000,-), na stočném obec ročně inkasuje okolo 360.000,- Kč. Do budoucna obec neuvažuje o předání ČOV jinému provozovateli a hodlá provoz zabezpečit sama. Náklady spojené s opravami je Semtěš schopna ufinancovat. Z uvedených čísel je patrné, že pokud má obec ve svém čele schopné představitele, kteří se nebojí pustit do velkých projektů, dokáží zlepšit životní úroveň obyvatel a zatraktivnit lokalitu pro možné budoucí obyvatele a to je doporučením i pro obce, které jsou nyní ve fázi rozhodování.

Průběh výstavby měl ovšem i svá úskalí. Výkopové práce měly negativní vliv na hladinu podzemních vod. Provedené zemní práce na kanalizačním sběrači změnily úroveň erozivní základny území, byť v decimetrech a tím i odvodňovací cesty podzemní vody jímané studnami, resp. pramenními jímkami. Tyto studny neodpovídaly technickým parametrům (ČSN 75 5115 - Studny individuálního zásobování vodou). Z tohoto důvodu došlo i k poklesu hladiny vody v existujících studních a lze ho považovat za trvalý jev, který je nutné řešit nápravným opatřením. Nápravná opatření jsou v důsledku omezených prostorových možností a tím i možnosti přístupu odpovídající techniky problematická, ale mohou spočívat v obnově původních poměrů zatěsněním stěny kanalizačního sběrače jílovým materiálem, prohloubení existujících studní o cca 2,0 m, vyhloubení náhradního zdroje vody – vrtané studny. Použita byla první varianta a to zatěsnění stěny kanalizačního sběrače jílovým materiálem na jihovýchodní straně tzn. obnovou původní erozivní základny pro minipovodí daných studní.

Čistírna odpadních vod po celou dobu zkušebního provozu běžela bez závad. To ukazuje na kvalitně provedené stavební práce i vysokou kvalitu použité technologické linky. ČOV se poměrně hladce vyrovnávala s velkou časovou proměnlivostí průtoku a složení přitékajících odpadních vod.

Již při výběru technologické linky je třeba vzít v úvahu nároky na obsluhu. Příliš složitý systém není obec sama schopna svými silami a personálními opatřeními zvládnout. Jednoduchá funkční linka s nízkými provozními náklady i s nízkými nároky na obsluhu je jediným možným řešením.

Systém vzdělávání pracovníků na malých ČOV není nijak řešen, často proběhne krátké zaučení a provoz čistírny je v podstatě samovolný. Semináře zaměřené na

konkrétní problémy malých ČOV by jednoznačně přispěli ke zkvalitnění provozních výsledků čistíren.

Obci s vybudovanou kanalizací vznikají možnosti vázané na vyřešenou problematiku nakládání s odpadními vodami. Příkladem je možnost získání dalších dotačních titulů potřebných k rozvoji obce, na vybudování veřejně prospěšných staveb, škola, školka, nebo domov seniorů. Obci zároveň odpadají problémy s přetékáním žump, vyléváním splašků na pole a stává se atraktivnější pro investory.

Na základě dotačního titulu mohlo v obci dojít k obnově většiny komunikací, které byly dotčeny stavbou. Ostatní povrchy byly uvedeny do původního stavu a byla vysazena nová zeleň pro zkulturnění veřejných prostor. Výstavbou kanalizace byl celkově zvýšen vliv obce na okolní životní prostředí a její hygienické poměry. Negativním dopadem bylo ovlivnění hladiny podzemních vod.

# Soupis bibliografických citací

ALTMAN, V. *Odpadové hospodářství*. Ostrava: VŠB- TU Ostrava, 1996, 89 s.

*Analytika odpadních vod*, Praha : Česká vědeckotechnická vodohospodářská společnost, 1995 130 s.

BRONCOVÁ, D. *Historie kanalizací: dějiny odvádění a čištění odpadních vod v Českých zemích*. Praha : Milpo Media Milpo, 2004. 259 s.

BROŽA, V. et al. *Vodohospodářské stavby*. Praha: ČVUT, 1999, 162s.

CANTER, W; KNOX, R. C. *Ground water- pollution kontrol*. Michigan: Lewis Publishers. 1985, 526 s.

DOHÁNYOS, M.; KOLLER, J.; STRNADOVÁ, N. *Čištění odpadních vod*. Praha : VŠCHT, 2007. 177 s.

HENZE, M., et al. *Wastewater treatment: biological and chemical processes*. Berlin : Springer, 2002. 430 s.

HERLE, J. ; BAREŠ, P. *čištění odpadních vod z malých zdrojů znečištění*. Praha : Státní nakladatelství technické literatury, 1990. 207 s.

HERMANN, H. H. *Wassertechnologie*. Berlin: Springer-Verlag, 1987, 304s.

HETEŠA, J. SUKOP, I. *Ekologie vodního prostředí*, Brno: VŠZ, 1994, 132 s.

HLAVÍNEK, P., et al. *Stokování a čištění odpadních vod, modul 1*. Brno: FAST, 2006, 132 s.

HLAVÍNEK, P., et al. *Stokování a čištění odpadních vod, modul 2*. Brno: FAST, 2006, 142 s.

HLAVÍNEK, P.. NOVOTNÝ, D.. *Intenzifikace čistíren odpadních vod*. Brno : Noel 2000, 250 s.

HLAVÍNEK, P.; HLAVÁČEK, .. *Čištění odpadních vod : praktické příklady výpočtů* Brno : NOEL, 2000, 196 s.

HONNER, K. *Životné prostredie*. Bratislava: ALFA, 1983, 183 s.

HORÁKOVÁ, M.; LISCHKE, P.; GRÜNVALD A. *Chemické a fyzikální metody analýzy vod*. Praha: SNTL, 1986. 389 s.



HYŽÍK, J. Řešení konečného zpracování kalů jejich energetickým využíváním. In: HARTIG, K., DOHÁNYOS M. a VAČKÁŘ J. *Spalování kalů: z čistíren odpadních vod*. Brno 10.-11. září 2003. Ostrava: Cicero, 2003, s. 5. Asociace čistírenských expertů ČR: odborná skupina kaly a odpady.

CHUDOBA, J.; DOHÁNYOS, M.; WANNER, J.. *Biologické čištění odpadních vod*. Praha : Státní nakladatelství technické literatury, 1991. 465 s.

JUST, T. Zásady při výběru systému zneškodňování odpadních vod v malých sídlech a obcích. In: HLAVÍNEK, P. *Možnosti čištění odpadních vod z malých sídel a obcí*. Brno: Noel 2000, 1997, s. 13.

KALAVSKÁ, D.; HOLOUBEK I. *Analýza vod*. Bratislava: Alfa, 1987, 262 s.

KIZLINK, J. *Nakládání s odpady*. Brno: VUT- fakulta chemická, 2007, 284 s.

KRATOCHVÍL, J. a DOSTÁL, J. Využití kalů z čistíren odpadních vod v zemědělství: programy a zkušenosti. In: MATĚJŮ, L. *Kaly z čistíren odpadních vod*. 24.-25.2.2004 Seč- Ústupy. Pardubice: Callisto-96, 2004, s. 8. Ekomonitor s.r.o.: Kaly a odpady AČE ČR.

MALÝ, J. HLAVÍNEK, P. *Čištění průmyslových odpadních vod*. Brno: Noel, 2000. 255s.

MALÝ, J. ŠÁLEK, J. *Vodní hospodářství skládek domovního odpadu a čištění průsakových vod*. Brno : Akademické nakladatelství CERM, 2002 124 s.

MAREK, M. OPATOVÁ, H., VOLDŘICH, M. *Odpady a druhotné suroviny v zemědělsko - potravinářském komplexu*. Ostrava: VŠB- TU Ostrava, 1996, 125 s.

MŽP ČR. *Smluvní výkonové ukazatele v oboru VaK ČR: Praktická příručka*. Praha: MŽP, 2010.

PITTER, P. *Hydrochemie*. Praha : VŠCHT, 2009. 568 s.

POKORNÝ, J. *Vodní hospodářství*. Praha: Informatorium, 2009, 318 s.

POPL, M. FÄHNRIK, J. *Analytická chemie životního prostředí*. Praha: VŠCHT, 1999, 218 s.

RACLAVSKÁ, H. *Technologie zpracování a využití kalů z ČOV*. V Ostravě, 2007. 171 s

ROZMAN, J. POSPÍCHAL, Z. *Ekologické inženýrství*. Ostrava: VŠB- TU Ostrava, 1996, 135 s.

ROZMAN, J. SADOVSKÝ, P. ČERMÁK, D. *Diagnostika životního prostředí*. Brno: VUT, 2000, 136 s.

- RUSSELL, D. J. *Practical wastewater treatment*. Hoboken : John Wiley and Sons, 2006. 271 s.
- SIMMS, J. *Sewage Treatment Plant*. Ohio: Bowling Green State University, 2006, 43 s.
- SLÁDEČEK, V. [et al.]. *Příručka k mikroskopickému hodnocení čistíren odpadních vod*. Praha : Česká vědeckotechnická společnost, 1996 143 s.
- SOBOTA, J. *Stokování*. Praha: ČZU, 2006.17 s.
- SOBOTA, J. *Vodní hospodářství*. Praha : ČZU, 2007. 48 s.
- SOJKA, J. *Stavíme malé čistírny odpadních vod*. Brno: ERA, 2004, 98 s.
- STRÁNSKÝ, D. [et al.]. *Posouzení stokových systémů urbanizovaných povodí: metodická příručka*. Praha: Státní fond ŽP, 2009.83 s.
- SYNÁČKOVÁ, Marcela. *Čistota vod*. Praha: ČVUT, 1994, 208 s.
- ŠÁLEK, J. *Přírodní způsoby čištění odpadních vod*. Brno : Vysoké učení technické, 1995. 115 s.
- ŠILAR, J. *Hydrologie v životním prostředí*. Ostrava: VŠB- TU Ostrava, 1996, 136 s.
- ŠVEHLA, P.; TLUSTOŠ, P. BALÍK, J. *Odpadní vody*. Praha: ČZU, Katedra agrochemie a výživy rostlin, 2007, 142 s.
- VANÍČEK, I. SCHRÖFEL, J. *Životní prostředí- inženýrské stavby*. Praha: ČVUT, 1995, 154 s.
- WANG, L. K.; HUNG, Y.; SHAMMAS, N. K. *Physicochemical treatment processes*. Totowa : Humana Press, 2005. 723 s.
- WANG, L. K. et al.(edited). *Handbook of Industrial and Hazardous Wastes Treatment- Treatment of Dairy Processing Wastwatwrs*. BRITZ, T. J. SCHALKWYK, C. HUNG, Y. New York: Dekker, 2004, 1345 s.
- WANNER, J a kol: *Biologická kontrola čištění odpadních vod*. Praha: DIAN, 2000. 60 s.
- WANNER, J; RŮŽIČKOVÁ, I; OTTOVÁ, V. *Mikroskopický rozbor pro hodnocení a řízení separačních vlastností aktivovaného kalu*. Praha : Česká vědeckotechnická společnost, 1996, 96 s.
- WIESMANN, U.; CHOI, In Su; DOMBROWSKI, E. *Fundamentals of biological wastewater treatment*. Weinheim : Wiley-VCH, 2007. 362 s.
- WINKLER, M. A. *Biological treatment of waste-water*. Chichester : Ellis Horwood, 1981. 301 s.

## **Zákony, nařízení vlády, vyhlášky ČSN**

ČR. Vodní zákon. In *Životní prostředí*. 2010, 254/2001, s. 31-109.

ČR. O vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu. In *Životní prostředí*. 2010, 274/2001, s. 110-134.

ČR. Zákon č. 185/2001 Sb. o odpadech

*Nařízení vlády* č. 171/1992 Sb., kterým se stanoví ukazatele přípustného znečištění vod

*Nařízení vlády* č. 61/2003 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

*Nařízení vlády* č. 229/2007 Sb.: kterým se mění NV č. 61/2003 Sb.

*Nařízení vlády* č. 23/2011 Sb.: kterým se mění NV. 61/2003 ve smyslu NV č. 229/2007

*Vyhláška* 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 kanalizacích)

*Vyhláška MŽP* č. 382/2001 Sb.: o podmínkách použití čistírenských kalů na zemědělské půdě

*Vyhláška MŽP* č. 383/2001 Sb.: o podrobnostech nakládání s odpady

*Vyhláška* č. 293/2002 Sb., o poplatcích za vypouštění odpadních vod do vod povrchových

ČSN č. 75 6402. Čistírny odpadních vod do 500 ekvivalentních obyvatel

ČSN č. 75 6101. Stokové sítě a kanalizační přípojky

ČSN EN č. 1085. Čištění odpadních vod- Slovník

## Internetové zdroje

DOHÁNYOS, M. Efektivní využití a likvidace čistírenských kalů. *Biom.cz* [online]. [cit. 2012-02-15]. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/efektivni-vyuziti-a-likvidace-cistirenskych-kalu>

*Eagri.cz* [online]. 11.08.2010 [cit. 2011-08-26].  
<Http://eagri.cz/public/web/mze/voda/smernice-rady-o-cisteni-mestskych/aktualizace-strategie-financovani-1.html>. Dostupné z WWW: <eagri.cz>.

Kombinované hybridní biologické systémy. PRO- AGUA. *Pro-agua.cz* [online]. [cit. 2012-03-26]. Dostupné z: [http://www.pro-aqua.cz/bio\\_systemy.php](http://www.pro-aqua.cz/bio_systemy.php)  
Skripta kalové hospodářství. *Všcht.cz* [online]. [cit. 2011-10-12]. Dostupné z: [web.vscht.cz/starad/COV\\_Skripta\\_Kal\\_hosp.doc](http://web.vscht.cz/starad/COV_Skripta_Kal_hosp.doc)

VÁCLAVÍK, V. *Voda a životní prostředí Moravskoslezského kraje 2010* [online]. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita, 2010 [cit. 2011-09-26].  
Institut environmentálního inženýrství. Dostupné z: <http://rccv.vsb.cz/mostech/voda/data/Voda%20a%20zivotni%20prostredi%20Moravskoslezskeho%20kraje%202010.pdf>

Vodovody, kanalizace a vodní toky v roce. ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. *Czso.cz* [online]. [cit. 2012-03-26]. Dostupné z: <http://www.czso.cz/csu/2011edicniplan.nsf/p/2003-11>

Wastewater management and reuse in the Eastern Mediterranean Region. *WHO.INT* [online]. [cit. 2011-09-15]. Dostupné z: [http://translate.google.cz/translate?hl=cs&sl=en&u=http://www.who.int/&ei=B3ZwT96RF8Pa4QTgg4W\\_Ag&sa=X&oi=translate&ct=result&resnum=3&ved=0CGMQ7gEwAg&prev=/search%3Fq%3DWorld%2BHealth%2BOrganization%26hl%3Dcs%26biw%3D1680%26bih%3D837%26prmd%3Dimvnsb](http://translate.google.cz/translate?hl=cs&sl=en&u=http://www.who.int/&ei=B3ZwT96RF8Pa4QTgg4W_Ag&sa=X&oi=translate&ct=result&resnum=3&ved=0CGMQ7gEwAg&prev=/search%3Fq%3DWorld%2BHealth%2BOrganization%26hl%3Dcs%26biw%3D1680%26bih%3D837%26prmd%3Dimvnsb)

*Epa.gov* [online]. 10.06.2011 [cit. 2011-08-26]. Environmental Protection Agency (USEPA).  
<Http://translate.google.cz/translate?hl=cs&sl=en&u=http://www.epa.gov/&ei=zLWOT4nqO8uWotW27NAK&sa=X&oi=translate&ct=result&resnum=1&ved=0CDMQ7gEwAA&prev=/search%3Fq%3DEnvironmental%2BProtection%2BAgency%26hl%3Dcs%26biw%3D1680%26bih%3D837%26prmd%3Dimvns>

*Eurostat.eu* [online]. 05.10.2010 [cit. 2011-03-21].  
[http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics\\_explained/index.php?title=File:Sewage\\_Sludge\\_Disposal\\_by\\_Type\\_of\\_Treatment\\_%28latest\\_available\\_year%29.png&filetimestamp=20101005095219](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php?title=File:Sewage_Sludge_Disposal_by_Type_of_Treatment_%28latest_available_year%29.png&filetimestamp=20101005095219)

*Eurostat.eu* [online]. 05.10.2010 [cit. 2011-03-21].

[http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics\\_explained/index.php?title=File:Population\\_connected\\_to\\_urban\\_wastewater\\_treatment,\\_1999-2009\\_%28%25\\_of\\_total%29.png&filetimestamp=20111115184732](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php?title=File:Population_connected_to_urban_wastewater_treatment,_1999-2009_%28%25_of_total%29.png&filetimestamp=20111115184732)

*Mapy.cz* [online]. 02.10.2011 [cit. 2011-10-02].

[http://www.mapy.cz/#x=15.496791&y=49.983047&z=10&d=muni\\_3824\\_1&t=s&c=2-8-3-15-25](http://www.mapy.cz/#x=15.496791&y=49.983047&z=10&d=muni_3824_1&t=s&c=2-8-3-15-25)

# Seznam příloh

Příloha A: Příloha č. 1 k nařízení vlády č. 61/2003 Sb., (text)

Příloha B: Kvalita vypouštěných odpadních vod ČOV Semteš ,(tabulka)

Příloha C: ČOV Semtěš -účinnost čištění dle N-NH<sub>4</sub>, P<sub>celk</sub> a N-NO<sub>3</sub>, (tabulka)

Příloha D: ČOV Chlumec nad Cidlinou přítoky, odtoky a účinnost čištění v %, (tabulka)

Příloha E: ČOV Nové Hrady přítoky, odtoky a účinnost čištění v %, (tabulka)

Příloha F: ČOV Čeperka přítoky, odtoky a účinnost čištění v %, (tabulka)

Příloha G: ČOV Proseč u Skutče přítoky, odtoky a účinnost čištění v %, (tabulka)

# Přílohy (doplňující část)

Příloha A: Příloha č. 1 k nařízení vlády č. 61/2003 Sb.

## Emisní standardy ukazatelů přípustného znečištění odpadních vod

### A.

#### Městské odpadní vody

(hodnoty pro citlivé oblasti a ostatní povrchové vody)

**Tabulka 1a: Emisní standardy:** přípustné hodnoty (p)<sup>3)</sup>, maximální hodnoty (m)<sup>4)</sup> a hodnoty průměru<sup>5)</sup> koncentrace ukazatelů znečištění vypouštěných odpadních vod v mg/l

Kapacita ČOV (EO) <sup>1)</sup>	CHSK <sub>Cr</sub>		BSK <sub>5</sub>		NL		N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>		N <sub>celk</sub> <sup>2), 8)</sup>		P <sub>celk.</sub> <sup>8)</sup>	
	p <sup>3)</sup>	m <sup>4)</sup>	p <sup>3)</sup>	m <sup>4)</sup>	p <sup>3)</sup>	m <sup>4)</sup>	p <sup>3)</sup>	m <sup>4),6)</sup>	průměr <sup>5)</sup>	m <sup>4),6)</sup>	průměr <sup>5)</sup>	m <sup>4)</sup>
< 500 <sup>7)</sup>											-	-
500 - 2 000	125	180	30	60	35	70	-	-	-	-	-	-
2001 - 10 000	120	170	25	50	30	60	15	30	-		-	-
10 001 - 100 000	90	130	20	40	25	50	-	-	15	20	2	6
> 100 000	75	125	15	30	20	40	-	-	10	20	1	3

<sup>1)</sup> Rozumí se kapacita čistírny odpadních vod vyjádřená v počtu ekvivalentních obyvatel. Ekvivalentní obyvatel (EO) je definovaný produkcí znečištění 60 g BSK<sub>5</sub> za den. Zatížení vyjádřené v počtu ekvivalentních obyvatel se vypočítává z maximálního průměrného týdenního zatížení vstupu do čistírny odpadních vod během roku, s výjimkou neobvyklých situací, jako jsou např. silné deště a povodně.

<sup>2)</sup> Celkový dusík znamená sumu všech forem dusíku, tj. dusíku stanoveného Kjeldahlovou metodou (organický a amoniakální dusík), dusičnanového a dusitanového dusíku.

<sup>3)</sup> Uváděné přípustné koncentrace "p" nejsou roční průměry a mohou být v

překročeny v povolené míře podle hodnot v příloze č. 5 k tomuto nařízení. Stanovení se provede typem vzorku A nebo B nebo C podle poznámky 3) k tabulce 1 přílohy č. 4 v souladu s rozhodnutím vodoprávního úřadu.

4) Uváděné maximální koncentrace “m” jsou nepřekročitelné. Stanovení se provede typem vzorku A podle poznámky 3) k tabulce 1 přílohy č. 4.

5) Uváděné hodnoty jsou aritmetické průměry koncentrací za posledních 12 kalendářních měsíců a nesmí být překročeny. Počet vzorků odpovídá ročnímu počtu vzorků stanovenému vodoprávním úřadem. Stanovení se provede typem vzorku A nebo B nebo C podle poznámky 3) k tabulce 1 přílohy č. 4 v souladu s rozhodnutím vodoprávního úřadu.

6) Hodnota platí pro období, ve kterém je teplota odpadní vody na odtoku z biologického stupně vyšší než 12°C. Teplota odpadní vody se pro tento účel považuje za vyšší než 12°C, pokud z pěti měření provedených v průběhu dne byly tři měření vyšší než 12°C.

7) Přípustné limity ukazatelů CHSK<sub>Cr</sub>, BSK<sub>5</sub> a NL stanoví vodoprávní úřad přiměřeně k tomuto nařízení, na základě jakosti a stavu vody v toku a místních podmínek.

8) Při stanovení limitů pro dusík a fosfor vezme vodoprávní úřad v úvahu harmonogram výstavby a rekonstrukce technologických stupňů odstraňování dusíku a fosforu pro konkrétní aglomerace české republiky schválený vládou, na základě dohody ČR s EU o přechodném období pro implementaci směrnice 91/271/EHS, v rámci “Strategie financování implementace směrnice Rady 91/271/EHS o čištění městských odpadních vod”. Pro tam uvedené konkrétní aglomerace a do stanovené doby ukončení výstavby nebo rekonstrukce, maximálně však do 31.12.2010, stanoví vodoprávní úřad emisní limity podle následujících emisních standardů:

Kapacita ČOV (EO)	N <sub>anorg</sub> <sup>6)</sup>		P <sub>celk</sub>	
	p	m	p	m
10 001 - 100 000	20	30	3	6
> 100 000	15	20	1,5	3

N<sub>anorg</sub> je suma dusíku amoniakálního, dusičnanového a dusitanového. Význam ostatních parametrů je identický jak výše.



**Tabulka 1b: Emisní standardy: přípustná minimální účinnost čištění vypouštěných odpadních vod (minimální procento úbytku) <sup>1), 2)</sup> v procentech**

Kapacita ČOV (EO)	CHSK <sub>Cr</sub>	BSK <sub>5</sub>	NL	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> <sup>5)</sup>	N <sub>celk</sub> <sup>3)</sup>	P <sub>celk</sub>
< 500 <sup>4)</sup>					-	-
500-2000	70	80	80	-	-	-
2001-10000	75	85	90	70	-	-
10 001-100 000	75	85	90	-	75	80
> 100 000	75	85	90	-	75	80

<sup>1)</sup> Účinnost čištění vztažená k zátěži na přítoku do čistírny odpadních vod.

<sup>2)</sup> Přípustná účinnost čištění může být v povoleném počtu jednotlivých stanovení nedosahována podle hodnot v příloze č. 5 k tomuto nařízení. Pro stanovení hodnot minimální účinnosti čištění se použije typ vzorku A nebo B nebo C podle poznámky 3) k tabulce 1 přílohy č. 4 v souladu s rozhodnutím vodoprávního úřadu.

<sup>3)</sup> Celkový dusík znamená sumu všech forem dusíku, tj. dusíku stanoveného Kjeldahlovou metodou (organický a amoniakální dusík), dusičnanového a dusitanového dusíku.

<sup>4)</sup> Přípustné limity ukazatelů CHSK<sub>Cr</sub>, BSK<sub>5</sub> a NL stanoví vodoprávní úřad přiměřeně k tomuto nařízení, na základě jakosti a stavu vody v toku a místních podmínek.

<sup>5)</sup> Hodnota platí pro období, ve kterém je teplota odpadní vody na odtoku z biologického stupně vyšší než 12°C. Teplota odpadní vody se pro tento účel považuje za vyšší než 12°C, pokud z 5 měření provedených v průběhu dne byly 3 měření vyšší než 12°C.

Limity stanovené jako přípustné minimální účinnosti čištění pro jednotlivé ukazatele znečištění může použít vodoprávní úřad také pro městské odpadní vody v případech, kdy je použití tohoto druhu limitů vhodnější vzhledem k druhu odpadních vod, použité technologii čištění a místním podmínkám.

Tabulku 1b lze použít zejména při velkém množství průmyslových organicky znečištěných odpadních vod, tj. při vysokých koncentracích ukazatelů znečištění na přítoku do čistírny odpadních vod nebo přesahuje-li v celkovém objemu vypouštěných odpadních vod objem průmyslových odpadních vod 50 %.

**Příloha B**

**Kvalita vypouštěných odpadních vod ČOV Semteš**

Datum	pH	CHSK-Cr	BSK <sub>5</sub>	NL	P <sub>celk.</sub>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
23.9.2010	6,94	40,2	3,7	18	12,6	53,3	48,7
19.10.2010		41,7	3	12			
4.11.2010		45,1	8,4	16			
8.12.2010	7,22	38,5	3,74	8	3,7	0,03	
31.1.2011	6,35	<b>86,4</b>	7	18	7,88	21,4	
8.2.2011	7,36	37,6	0,8	26	5,45	0,13	30,7
31.3.2011	6,42	49,4	3,3	6		0,11	
22.4.2011		51,6	8	8			
11.5.2011	6,85	39,1	2,04	2	6,54	0,05	
23.6.2011		67	7,86	2	3,76	0,05	
21.7.2011	6,83	28	1,6	2	4,33	0,14	2,81
∅	6,85	47,69	4,49	10,73	6,32	9,40	27,40
Datum	Barva	Usazenina	Zákal	Zápach			
23.9.2010	žlutá	drobné vločky	matný	bez			
19.10.2010	nažloutlá	vločky	bez	znatelný			
4.11.2010	sv.nažloutlá	vločky	bez	zemitý			
8.12.2010	nažloutlá	vločky	bez	bez			
31.1.2011	x	x	x	x			
8.2.2011	žlutá	vločky	matný	slabý			
31.3.2011	nažloutlá	ojedin. vločky	matný	slabý			
22.4.2011	žlutá	drobné vločky	slabý	slabý			
11.5.2011	sv.žlutá	drobné vločky	bez	znatelný			
23.6.2011	nažloutlá	ojedin.vločky	bez	bez			
21.7.2011	žlutá	ojedin.vločky	bez	zemitý			

## Vysvětlivky k Tabulce ČOV Semtěš- odtok

PARAMETR	JEDNOTKA	NM	IDENTIFIKACE ZKUŠEBNÍ METODY	Akr.
Barva			subjektivní popis	N
Usazenina			subjektivní popis	N
Zákal			subjektivní popis	N
Zápach			subjektivní popis	N
pH (25°)		1%	ECH 01A: ČSN ISO 10523	A
Nerozpuštěné látky	mg/l	10%	GRA 01: ČSN EN 872	A
CHSK Cr	mg/l	20%	SPE 25: ČSN ISO 15705, TNV 757520	A
BSK 5	mg/l	20%	ECH 06: ČSN EN 1899-1,2	A
Amonikální dusík	mg/l	20%	SPE 12: ČSN ISO 7150-1	A
Dusičnanový dusík	mg/l	20%	SPE 08: ČSN ISO 7890-3	A
Fosfor celkový	mg/l	20%	SPE 04: ČSN EN ISO 6878	A

Příloha C

ČOV Semtěš -účinnost čištění dle N-NH<sub>4</sub>, P<sub>celk</sub> a N-NO<sub>3</sub>

Datum	Přítok do ČOV		Odtok z ČOV			Účinnost v % dle	
	P <sub>celk.</sub>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	P <sub>celk.</sub>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P <sub>celk.</sub>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
23.9.2010	17,9	112	12,6	53,3	48,7	29,61	52,41
19.10.2010							
4.11.2010							
7.12.2008	10,9	54,6	3,7	0,03		66,06	99,95
31.1.2011	16,5	116	7,88	<b>21,4</b>		52,24	81,55
8.2.2011	7,9	21,6	5,45	0,13	30,7	31,01	99,40
31.3.2011		41,1		0,11			99,73
22.4.2011	8,1	71,4				100,00	100,00
11.5.2011	20,6	107	6,54	0,05		68,25	99,95
23.6.2011	7,4	38,7	3,76	0,05		49,19	99,87
21.7.2011	10,4	41,5	4,33	0,14	2,81	58,37	99,66
∅	12,46	67,10	6,32	9,40	27,40	56,84	92,50

## Příloha D

ČOV Nové Hradky		Průměr	Min.	Max.	Vodoprávní rozhodnutí p-hodnota	Vodoprávní rozhodnutí m-hodnota
BSK <sub>5</sub>	mg/l	8,8	2,6	19	25	50
ChSK <sub>Cr</sub>	mg/l	21,6	10,3	34	120	170
NL	mg/l	5,8	5	12	30	60
N-NH <sub>4</sub>	mg/l	5,89	0,1	20,4	15	30

ČOV - Chlumeck nad Cidlinou - přítok				
Datum	CHSK <sub>Cr</sub>	BSK <sub>5</sub>	NL	N-NH <sub>4</sub>
9.1.2007	451	320	180	31,05
21.2.2007	890	780	508	43,1
28.3.2007	424	330	192	28
3.5.2007	1100	900	380	39,9
15.5.2007	448	300	148	58
15.6.2007	600	330	300	45
18.7.2007	574	360	208	29
9.8.2007	648	370	172	55,5
13.9.2007	434	360	40	31
11.10.2007	598	360	5	44,4
15.11.2007	202	126	36	19,2
12.12.2007	225	168	176	12,8
∅	<b>549,50</b>	<b>392,00</b>	<b>195,42</b>	<b>36,41</b>

ČOV - Chlumeck nad Cidlinou - odtok				
Datum	CHSK <sub>Cr</sub>	BSK <sub>5</sub>	NL	N-NH <sub>4</sub>
9.1.2007	33	5,6	5	20,4
21.2.2007	34	5	5	6,13
27.3.2007	26	19	5	13,6
4.5.2007	34	13,8	5	21,2
15.6.2007	31	7,8	5	6,87
18.7.2007	19,1	14,8	8	0,15
9.8.2007	10,3	6,4	12	1,23
22.8.2007	11,1	2,6	5	0,1
13.9.2007	12,3	7,2	5	0,1
11.10.2007	12,2	6,6	5	0,49
15.11.2007	24,8	13,6	5	0,1
12.12.2007	11,8	3,2	5	0,28
∅	<b>21,6</b>	<b>8,8</b>	<b>5,8</b>	<b>5,89</b>

ČOV-Chlumeck nad Cidlinou-účinnost čištění v procentech (%)				
Datum	CHSK <sub>Cr</sub>	BSK <sub>5</sub>	NL	N-NH <sub>4</sub>
9.1.2007	92,68	98,25	97,22	34,30
21.2.2007	96,18	99,36	99,02	85,78
28.3.2007	93,87	94,24	97,40	51,43
3.5.2007	96,91	98,47	98,68	46,87
15.5.2007	93,08	97,40	96,62	88,16
15.6.2007	96,82	95,52	97,33	99,67
18.7.2007	98,21	98,22	94,23	95,76
9.8.2007	98,29	99,30	97,09	99,82
13.9.2007	97,17	98,00	87,50	99,68
11.10.2007	97,96	98,17	0,00	98,90
15.11.2007	87,72	89,21	86,11	99,48
12.12.2007	94,76	98,10	97,16	97,81
∅	<b>95,30</b>	<b>97,02</b>	<b>87,36</b>	<b>83,14</b>

## Příloha E

ČOV Nové Hradý		Průměr	Min.	Max.	Vodoprávní rozhodnutí p-hodnota	Vodoprávní rozhodnutí m-hodnota
BSK <sub>5</sub>	mg/l	8,465	0,79	16	30	70
ChSK <sub>Cr</sub>	mg/l	51,15	14,5	86,4	140	200
NL	mg/l	10,67	6	18	40	70
N-NH <sub>4</sub>	mg/l	5,58	0,003	21,4	10	30

ČOV - Nové Hradý - přítok					
Datum	CHSK <sub>Cr</sub>	BSK <sub>5</sub>	NL	P <sub>celk.</sub>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
6.1.2010	1210	362	896	7,86	21,6
21.4.2010	489	226	352	12,5	35,5
25.7.2010	485	206	702	11	11,2
29.9.2010	594	340	410	7,45	34,9
31.1.2011	1200	301	484	16,5	116
12.5.2011	1620	264	1810	34,1	63,8
∅	<b>933,00</b>	<b>283,17</b>	<b>775,67</b>	<b>14,90</b>	<b>47,17</b>

ČOV - Nové Hradý - odtok					
Datum	CHSK <sub>Cr</sub>	BSK <sub>5</sub>	NL	P <sub>celk.</sub>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
6.1.2010	43,1	9,5	8	2,45	0,13
21.4.2010	69	16	12	4,45	2,5
25.7.2010	14,5	0,79	6	3,39	0,003
29.9.2010	49,4	4,3	10	3,6	1,59
31.1.2011	86,4	7	18	7,88	21,4
12.5.2011	44,5	13,2	10	1,91	7,84
∅	<b>51,15</b>	<b>8,465</b>	<b>10,67</b>	<b>3,95</b>	<b>5,58</b>

ČOV - Nové Hrady - účinnost čištění v procentech (%)					
Datum	CHSK-Cr	BSK <sub>5</sub>	NL	P <sub>celk.</sub>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
6.1.2010	96,44	97,38	99,11	68,83	99,40
21.4.2010	85,89	92,92	96,59	64,40	92,96
25.7.2010	97,01	99,62	99,15	69,18	99,97
29.9.2010	91,68	98,74	97,56	51,68	95,44
31.1.2011	92,80	97,67	96,28	52,24	81,55
12.5.2011	97,25	95,00	99,45	94,40	87,71
Ø	<b>93,51</b>	<b>96,89</b>	<b>98,02</b>	<b>66,79</b>	<b>92,84</b>



## Příloha F

ČOV Čeperka		Průměr	Min.	Max.	Vodoprávní rozhodnutí p-hodnota	Vodoprávní rozhodnutí m-hodnota
BSK <sub>5</sub>	mg/l	20,7	6,5	46	15	30
ChSK <sub>Cr</sub>	mg/l	62,89	32	94	60	110
NL	mg/l	8,61	2,5	21	20	30
N-NH <sub>4</sub>	mg/l	14,67	0,1	78	5	8

ČOV - Čeperka - přítok					
Datum	CHSK <sub>Cr</sub>	BSK <sub>5</sub>	NL	P <sub>celk.</sub>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
16.1.2008	993,00	248,00	142,00	10,10	38,00
12.2.2008	397,00	115,00	147,00	14,40	54,00
11.3.2008	991,00	235,00	152,00	12,00	41,00
22.4.2008	658,00	288,00	910,00	13,20	0,78
22.5.2008	650,00	254,00	178,00	9,80	82,00
13.8.2008	1200,00	820,00	904,00	4,70	67,90
12.9.2008	1440,00	1000,00	132,00	9,40	77,10
9.10.2012	542,00	360,00	120,00	9,30	83,20
5.11.2008	1360,00	800,00	204,00	26,60	78,50
∅	<b>914,56</b>	<b>457,78</b>	<b>321,00</b>	<b>12,17</b>	<b>58,05</b>

ČOV - Čeperka - odtok					
Datum	CHSK <sub>Cr</sub>	BSK <sub>5</sub>	NL	P <sub>celk.</sub>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
16.1.2008	83,00	22,00	9,00	1,20	0,10
12.2.2008	51,00	23,00	15,00	13,10	0,12
11.3.2008	62,00	14,00	21,00	6,70	2,10
22.4.2008	82,00	34,00	12,00	7,60	78,00
22.5.2008	94,00	46,00	5,00	0,90	51,00
13.8.2008	44,00	7,00	2,50	1,00	0,44
12.9.2008	50,00	14,80	2,50	12,20	0,10
10.10.2008	32,00	6,50	2,50	7,00	0,10
5.11.2008	68,00	19,00	8,00	6,20	0,10
∅	<b>62,89</b>	<b>20,70</b>	<b>8,61</b>	<b>6,21</b>	<b>14,67</b>

ČOV - Čeperka - účinnost čištění v procentech (%)					
Datum	CHSK-Cr	BSK <sub>5</sub>	NL	P <sub>celk.</sub>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
16.1.2008	91,64	91,13	93,66	88,12	99,74
12.2.2008	87,15	80,00	89,80	9,03	99,78
11.3.2008	93,74	94,04	86,18	44,17	94,88
22.4.2008	87,54	88,19	98,68	42,42	
22.5.2008	85,54	81,89	97,19	90,82	37,80
13.8.2008	96,33	99,15	99,72	78,72	99,35
12.9.2008	96,53	98,52	98,11		99,87
9.10.2012	94,10	98,19	97,92	24,73	99,88
5.11.2008	95,00	97,63	96,08	76,69	99,87
∅	<b>91,95</b>	<b>92,08</b>	<b>95,26</b>	<b>56,84</b>	<b>91,40</b>

## Příloha G

ČOV Proseč u Skutče		Průměr	Min.	Max.	Vodoprávní rozhodnutí p-hodnota	Vodoprávní rozhodnutí m-hodnota
BSK <sub>5</sub>	mg/l	17,1	7	77	30	70
ChSK <sub>Cr</sub>	mg/l	53,9	11	234	120	170
NL	mg/l	8,5	2	29	30	70
N-NH <sub>4</sub>	mg/l	0,43	0,01	2,3	20	40

ČOV - Proseč - přítok					
Datum	CHSK <sub>Cr</sub>	BSK <sub>5</sub>	NL	P <sub>celk.</sub>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
21.11.2001	140,00	48,00	36,00	1,80	4,32
28.11.2001	268,00	90,00	81,00	1,97	4,85
13.12.2001	87,00	24,00	31,00	3,25	0,76
9.1.2002	338,00	46,00	344,00	9,39	0,10
6.2.2002	87,00	23,00	-	0,92	0,28
12.2.2002	82,00	20,00	25,00	5,87	0,20
7.3.2002	427,00	110,00	20,00	1,95	3,13
3.4.2002	149,00	55,00	31,00	2,80	1,88
9.5.2002	11,00	4,00	50,00	14,45	4,13
5.6.2002	172,00	51,00	7,00	7,49	4,95
9.7.2002	111,00	38,00	74,00	4,77	36,60
1.8.2002	37,00	9,00	14,00	1,84	19,80
3.9.2002	140,00	55,00	60,00	2,90	35,70
1.10.2002	73,00	43,00	89,00	2,87	9,90
∅	<b>152,00</b>	<b>44,00</b>	<b>66,30</b>	<b>4,45</b>	<b>9,04</b>

ČOV - Proseč - odtok					
Datum	CHSK <sub>Cr</sub>	BSK <sub>5</sub>	NL	P <sub>celk.</sub>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
21.11.2001	43,00	10,00	11,00	1,76	2,11
28.11.2001	22,00	9,00	9,00	1,43	2,30
13.12.2001	82,00	23,00	20,00	1,87	0,44
9.1.2002	31,00	9,00	29,00	8,92	0,85
6.2.2002	67,00	19,00	-	1,88	0,02
12.2.2002	46,00	10,00	15,00	4,77	0,02
7.3.2002	234,00	77,00	2,00	1,46	0,02
3.4.2002	54,00	23,00	4,00	3,00	0,12
10.5.2002	45,00	9,00	4,00	9,05	0,03
5.6.2002	30,00	9,00	7,00	5,93	0,11
9.7.2002	11,00	4,00	4,00	3,38	0,01
1.8.2002	21,00	8,00	2,00	3,90	0,05
3.9.2002	19,00	7,00	2,00	2,29	0,01
1.10.2002	50,00	22,00	2,00	1,80	0,05
∅	<b>53,90</b>	<b>17,10</b>	<b>8,50</b>	<b>3,67</b>	<b>0,43</b>

ČOV - Proseč - účinnost čištění v procentech (%)					
Datum	CHSK-Cr	BSK <sub>5</sub>	NL	P <sub>celk.</sub>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
21.11.2001	69,29	79,17	69,44	2,22	51,16
28.11.2001	91,79	90,00	88,89	27,41	52,58
13.12.2001	5,75	4,17	35,48	42,46	42,11
9.1.2002	90,83	80,43	91,57	5,01	
6.2.2002	22,99	17,39	-		92,86
12.2.2002	43,90	50,00	40,00	18,74	90,00
7.3.2002	45,20	30,00	90,00	25,13	99,36
3.4.2002	63,76	58,18	87,10		93,62
9.5.2002		-	92,00	37,37	99,27
5.6.2002	82,56	82,35	0,00	20,83	97,78
9.7.2002	90,09	89,47	94,59	29,14	99,97
1.8.2002	43,24	11,11	85,71		99,75
3.9.2002	86,43	87,27	96,67	21,03	99,97
1.10.2002	31,51	48,84	97,75	37,28	99,49
∅	<b>59,03</b>	<b>44,00</b>	<b>66,30</b>	<b>24,24</b>	<b>85,99</b>

Záznam o diplomové práci

**Jméno a příjmení diplomanta:** Milena Bošková

**Název práce CZ:** Vyhodnocení zkušebního provozu kanalizace a čistírny odpadních vod obce Semtěš

**Studijní program:** Krajinné inženýrství

**Obor:** Hospodářská a environmentální správa

**Rok obhajoby:** 2012

**Počet stran:** 109

**Vedoucí práce:** doc. RNDr. Miroslav Martiš, CSc.

**Místo uložení:** ČZU Praha, FŽP

**Signatura:**