

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**  
**FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**  
**KATEDRA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ A ENVIROMENTÁLNÍHO**  
**MODELOVÁNÍ**



**ČISTÍRNA ODPADNÍCH VOD CHÁNOV**  
**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Vedoucí práce: Ing. Marcela Synáčková, CSc.

Bakalant: Jana Heindlová

Praha, 2016

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jana Heindlová

Územní technická a správní služba

Název práce

**Čistírna odpadních vod Chánov**

Název anglicky

**Sewage treatment plant in Chánov**

---

### Cíle práce

- 1) Shromáždíte rešeršní odkazy o obecném čištění odpadních vod
- 2) Popište ČOV Chánov
- 3) Posuďte změny na čistírně po případné rekonstrukci

### Metodika

- 1) Zpracování rešerše o čištění odpadních vod
- 2) Uskutečnění rekognoskace ČOV Chánov a zabezpečení potřebné dokumentace
- 3) Konzultace s provozovateli ČOV
- 4) Sepsání bakalářské práce

**Doporučený rozsah práce**

bude upřesněn v průběhu zpracování

**Klíčová slova**

Čistírna odpadních vod, mechanické čištění, biologické čištění, aktivace, odpadní voda.

---

**Doporučené zdroje informací**

Dohányos, M.-Koller, J.-Strnadová, N. (1998): Čištění odpadních vod. VŠCHT Praha  
Pytl V. – a kolektiv (2004): Příručka provozovatele čistírny odpadních vod, SOVAK ČR Praha  
Slaviček, M.-Slavičková, K. (2013): Vodní hospodářství obcí 1, ČVUT Praha  
Sobota, J. (2008): Úprava pitných a čištění odpadních vod. Studijní texty ČZU Praha

---

**Předběžný termín obhajoby**

2015/16 LS – FŽP

**Vedoucí práce**

Ing. Marcela Synáčková, CSc.

**Garantující pracoviště**

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

---

Elektronicky schváleno dne 12. 2. 2016

**prof. Ing. Pavel Pech, CSc.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 17. 2. 2016

**prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.**

Děkan

V Praze dne 08. 03. 2016

## **PROHLÁŠENÍ**

Autor tímto prohlašuje, že práci vypracoval samostatně, že všechny použité prameny a literaturu řádně citoval a že práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

V Praze 30.4.2016

.....

## **PODĚKOVÁNÍ**

Touto cestou bych ráda poděkovala své vedoucí bakalářské práce Ing. Marcele Synáčkové, CSc. za odbornou pomoc, rady a vstřícnost. A rovněž předešlému vedoucímu práce Ing. Josefu Sobotovi CSc.

Moje díky patří dále zaměstnancům čistírny spadající pod společnost SČVK, především panu Ing. Marcelovi Gomézovi, Ph.D., Ing. Jindřichovi Zajíci, a Ing. Marcele Koubové, kteří mi poskytli podklady pro mou práci a cenné rady.“ Dále bych chtěla poděkovat zaměstnanci PVK Eduardovi Stokláskovi za osobní prohlídku Ústřední čistírny odpadních vod Praha, kolegům ze Skanska a.s. Ing. Janu Chlubnovi, Ing. Františkovi Valentovi za doporučení a cenné rady.

V Praze 30.4.2016

.....

## **Abstrakt**

Práce popisuje a analyzuje čistírnu odpadních vod Chánov a to se zaměřením na její rekonstrukce, které se na ní udály. Toto zkoumání a analýza jsou opřeny o teoretické poznatky, jimiž jsou taktéž části práci.

Přitom se zejména vyjde z teoretických poznatků uvedených především v odborné literatuře. Tyto teoretické poznatky jsou poté aplikovány na zkoumání konkrétní čistírny odpadních vod.

Za účelem zjištění principů fungování čistírny odpadních vod byly též navštíveny Ústřední čistírna odpadních vod Praha a historická čistírna Praha, Bubeneč.

Přínosem práce je srovnání technologie čistírny před a po provedené rekonstrukci.

## **Klíčová slova**

Čistírna odpadních vod, mechanické čištění, biologické čištění, aktivace, odpadní voda

## **Abstract**

The thesis describes and analyzes of the wastewater treatment Chánov and focusing on its reconstruction, which took place on it.

This examination and analysis are based on the theoretical findings which are also part of the thesis. These findings comes mainly form ther scientific literature. These theoretical findings are then applied on investigated wastewater treatment plant.

In order to establish principles of operation of wastewater treatment plants were also visited severel other wastewater treatment plant: Prague, Troja and historical wastewater treatment Prague, Bubeneč.

The benefit study is to compare technology treatment before and after reconstruction.

## **Key words**

Wastewater treatment, mechanical treatment, biological treatment, activated sludge, wastewater

## **Obsah**

<b><u>1</u></b>	<b><u>ÚVOD</u></b>	<b><u>10</u></b>
<b><u>2</u></b>	<b><u>CÍLE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE</u></b>	<b><u>11</u></b>
<b><u>3</u></b>	<b><u>METODIKA ZPRACOVÁNÍ PRÁCE</u></b>	<b><u>12</u></b>
<b><u>4</u></b>	<b><u>OBECNÉ ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD</u></b>	<b><u>13</u></b>
<b>4.1</b>	<b>ODPADNÍ VODA</b>	<b>13</b>
<b>4.2</b>	<b>ZPŮSOBY ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD</b>	<b>14</b>
4.2.1	MECHANICKÉ ČIŠTĚNÍ	14
	Lapák šterku	14
	Česle	14
	Lapák písku	15
	Lapák tuků a olejů	16
	Usazovací nádrže	16
	Dosazovací nádrže	17
4.2.2	BIOLOGICKÉ ČIŠTĚNÍ	17
	Aerobní biologické procesy	18
	Aktivační nádrže	18
	Regenerace kalu	18
	Nitrifikace	18
	Denitrifikace	19
	Aktivace s předřazenou denitrifikací a regenerací vratného aktivovaného kalu	19
	Biologické filtry	19
	Anaerobní biologické procesy	19
	Kalové hospodářství	20
	Vyhnívací nádrže	21
<b><u>5</u></b>	<b><u>POPIS ČISTÍRNY ODPADNÍCH VOD CHÁNOV</u></b>	<b><u>22</u></b>

<b>5.1 ČISTÍRNA ODPADNÍCH VOD CHÁNOV</b>	<b>22</b>
5.1.1 PŘÍTOK NA ČOV	23
<b>5.2 OBJEKTY ČOV</b>	<b>23</b>
5.2.1 LAPÁK ŠTĚRKU	23
5.2.2 HRUBÉ ČESLE	24
5.2.3 PŘEJÍMACÍ MÍSTO FEKÁLNÍCH VOD	25
5.2.4 JÍMKA SPLAŠKOVÝCH VOD	25
5.2.5 ČESLOVNA	25
Jemné česle	25
Lis na shrabky	26
Šneková čerpadla	26
Dmychadla u lapáku písku	28
5.2.6 USAZOVACÍ NÁDRŽE	28
5.2.7 AKTIVAČNÍ NÁDRŽE	29
Denitrifikační selektor	29
Denitrifikační nádrž	30
Nitrifikační nádrž	30
Regenerační nádrž	30
Předřazená denitrifikace	30
5.2.8 DOSAZOVACÍ NÁDRŽE	31
5.2.9 DMYCHÁRNA	32
5.2.10 KALOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ	32
OHŘEV KALU	33
Kogenerační jednotka TBG 140	33
Kotle	34
ODVODNĚNÍ KALU	34
DOPRAVA ODVODNĚNÉHO KALU	35
5.2.1 PLYNOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ	35
<b>5.3 CHEMICKÉ HOSPODÁŘSTVÍ</b>	<b>36</b>
<b><u>6 REKONSTRUKCE ČOV CHÁNOV</u></b>	<b><u>37</u></b>
<b>6.1 REKONSTRUKCE V ROCE 1996</b>	<b>37</b>



<b>6.2</b>	<b>REKONSTRUKCE V ROCE 1997</b>	<b>38</b>
<b>6.3</b>	<b>REKONSTRUKCE V ROCE 1999</b>	<b>38</b>
<b>6.4</b>	<b>REKONSTRUKCE V ROCE 2011</b>	<b>39</b>
<b>6.5</b>	<b>REKONSTRUKCE V ROCE 2012</b>	<b>40</b>
<b><u>7</u></b>	<b><u>VYHODNOCENÍ REKONSTRUKCE</u></b>	<b><u>41</u></b>
<b><u>8</u></b>	<b><u>DISKUZE</u></b>	<b><u>43</u></b>
<b><u>9</u></b>	<b><u>ZÁVĚR</u></b>	<b><u>45</u></b>
<b><u>10</u></b>	<b><u>POUŽITÁ LITERATURA</u></b>	<b><u>46</u></b>
<b><u>11</u></b>	<b><u>SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK:</u></b>	<b><u>49</u></b>

# 1 ÚVOD

---

Bakalářská práce na téma čistírny odpadních vod byla zvolena z důvodů její neustálé aktuálnosti. Při volbě tématu bylo též přihlédnuto k přínosu pro profesní život autora práce, neboť toto téma jistě slouží ke zlepšení praktické a teoretické výbavy v zaměstnáních, ve kterých má Fakulta životního prostředí uplatnění.

Na obdobné téma tj. analýzu procesů v konkrétní čistírně odpadních vod je psána celá řada bakalářských nebo diplomových prací.

Vzhledem k velmi konkrétnímu, praktickému a jednoúčelnému zaměření těchto typů prací, je toto doménou právě bakalářských prací. Bakalářská práce na obdobné téma byla například: (Kříž, 2012).

V tomto kontextu (zejména velmi úzkého zaměření práce) je tedy tato práce do jisté míry unikátní.

Po úvodu, cílech a metodice práce následuje část o obecném čištění odpadních vod, která obsahuje základní obecné a teoretické poznatky o čištění odpadních vod čerpané především z odborné literatury.

Poté následuje praktická část o všeobecných informacích a o technologii čistírny odpadních vod Chánov. Poslední částí práce je popis rekonstrukce čistírny odpadních vod Chánov.

## 2 CÍLE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

---

Cíle práce jsou tři a dají se formulovat následujícím způsobem:

- *shromáždit rešeršní odkazy o obecném čištění,*
- *popsat čistírnu odpadních vod Chánov,*
- *pospat změny na čistírně po případné rekonstrukci.*

Tyto cíle nestojí zcela samostatně, ale do jisté míry spolu souvisejí, resp. jeden vychází často z druhého. Jinými slovy, aby bylo možné posoudit dopady rekonstrukce konkrétní čistírny, je nutné znát její popis. A aby bylo možné čistírnu popsat, je nutné znát obecnou teorii čištění.

Z těchto důvodů je tedy navržena souslednost plnění cílů tak, jak je navržena.

### 3 METODIKA ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

---

Metodika odpovídá stratifikaci dílčích cílů práce, tj. každému cíli je poplatná jiná metodologie.

Obecně je se lze řídit následujícími milníky:

1. Zpracování rešerše o čištění odpadních vod
2. Uskutečnění rekognoskace ČOV Chánov a zabezpečení potřebné dokumentace
3. Konzultace s provozovateli ČOV
4. Sepsání bakalářské práce.

K prvnímu cíli, tj. zpracování rešerše o čištění odpadních vod, které odpovídají spíše metody vědecké práce pro teoretický výzkum. Jedná se o téma, které je velmi obecné, abstraktní, tj. hlavním způsobem jeho zpracování bude vyhledávání teoretických poznatků z odborné literatury a jiných publikací. Jako další vedlejší pramen poznání lze identifikovat návštěva specializovaných expozi: Stará čistírna odpadních vod v Bubenči a Ústřední čistírna odpadních vod Praha.

Ke splnění tohoto cíle též dopomůže osobní setkání se zaměstnanci vybrané čistírny odpadních vod, kteří jsou nadáni bez pochyby těmito teoretickými znalostmi o čištění odpadních vod, tj. mohou být i pro tuto část práce přínosem.

K druhému cíli budou použiti praktičtější metody a to dominantně osobní návštěva a prohlídka čistírny odpadních vod. Na této prohlídce budou též pořízeny fotografie, které jsou v příslušné části této práce. Dalším zdrojem budou technické informace a materiály získané od provozovatele čistírny odpadních vod a konzultace s příslušnými zaměstnanci.

K naplnění posledního cíle, tj. rekonstrukce čistírny odpadních vod Chánov bude použita především dokumentace získána ohledně dotčené rekonstrukce. V tomto směru se též bude vycházet ze dvou předcházejících cílů.

## 4 OBECNÉ ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD

---

### 4.1 ODPADNÍ VODA

Odpadními vodami ve smyslu zákona (§ 38 odst. 1 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů):

*„Odpadní vody jsou vody použité ve stavbách, zařízeních nebo dopravních prostředcích, pokud mají po použití změněnou jakost (složení nebo teplotu)“.*

Rovněž jsou to i jiné odtékající vody z těchto staveb zařízení nebo prostředků, pokud mohou ohrozit jakost povrchových nebo podzemních vod.

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

Odpadní voda se skládá z nerozpuštěných a rozpuštěných látek. Rozpuštěné látky jsou organické (biologicky rozložitelné a biologicky nerozložitelné) a anorganické (např. fosforečnany). Nerozpuštěné látky jsou organické (biologicky rozložitelné, biologicky nerozložitelné, usaditelné, neusaditelné) a anorganické (usaditelné a neusaditelné). (Komínková, Benešová, Šťastná, 2014)

Odpadní vodu čistíme v **čistírnách odpadních vod**, které by se daly specifikovat jako zařízení sloužící právě k tomuto účelu. Legální definici poskytuje v tomto ohledu vyhláška Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb. (ve změně Vyhlášky č. 48/2014 sb.), kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů. Dle § 1 písm. h) se čistírnou odpadních vod rozumí: *"objekty a zařízení sloužící k čištění odpadních vod s mechanickým, biologickým, popřípadě dalším stupněm čištění; za čistírny se nepovažují zařízení pro hrubé předčištění odpadních vod, septiky, žumpy a jednoduchá zařízení s mechanickou funkcí, která nejsou pravidelně sledována a obsluhována"*.

Jde o v zásadě velmi obecnou definici, do které bude spadat řada různorodých zařízení. Ty se pak dle různých kritérií mohou dělit např. dle velikosti, účelu použití, dle užitého způsobu čištění atd.

## **4.2 ZPŮSOBY ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD**

### **4.2.1 MECHANICKÉ ČIŠTĚNÍ**

Mechanické čištění je proces, jehož úkolem je odstranit tuhé pevné částice plovoucí v odpadní vodě. Mohly by narušit následující čistící procesy a poškodit mechanizaci v těchto následujících procesech. Jedná se o takzvané mechanické předčištění a obsahuje zařízení, jakými jsou lapák štěrku, česle, lapák písku, lapák tuků, usazovací nádrže. Všechna zařízení si popíšeme jednotlivě níže. (Dohányos, Koller, Strnadová, 2011)

#### **Lapák štěrku**

V lapáku štěrku se zachytávají velké, hrubé částice. Jedná se například o štěrk, kusy dřeva, cihel atd. V lapáku štěrku je odstraňován štěrk, který se sestává z písku, štěrku, popela (škváry) nebo jiných těžkých pevných materiálů, které mají polevující rychlost nebo váhu větší než organické hnilobné pevné látky v odpadní vodě. (Lenntech, 2016)

Nedisponují jím všechny čistírny. Lapáky štěrku jsou strojně vyklízené, jednokomorové a nebo vícekomorové. Strojní vyklízení lapáku se provádí za pomoci drapáku, sacího vozu nebo sacího bagru. Štěrk je umístěn do kontejneru a odvážen na skládku. (Pytl a kolektiv, 2004)

#### **Česle**

Funkcí hrubých česlí je, aby zadržovaly jemnější nečistoty, které prošly přes lapák štěrku. Mezi tyto nečistoty patří například toaletní papír, kusy dřeva, velké kamení, hadry a tak dále. Týká se to všech nerozpustitelných nečistot, které neprojdou přes velikost průlin.

Česle se dělí na hrubé, jemné a velmi jemné podle velikosti průlin, jimiž disponují. Některé čistírny jsou vybaveny jemnými a hrubými česlemi zároveň. Hrubé česle se

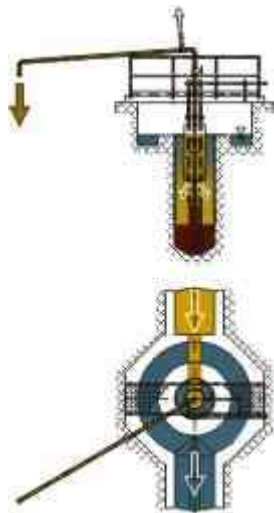
osazují v případě jednotné kanalizace. V malých čistírnách se osazují převážně jen jemné česle. Jsou strojně nebo ručně stírané. Odstraněné nečistoty z česlí se nazývají shrabky, které putují do kontejneru, a ten je následně vyvážen na skládku. (Pytl a kolektiv, 2004)

### **Lapák písku**

Zde dochází k sedimentaci písku, a k jeho oddělování od odpadní vody.

Lapáky písku jsou děleny na:

- Horizontální a vertikální - podle směru průtoku,
- Vírové a podélné - podle typu konstrukce.
- Provzdušňované - podle způsobu odstraňování organických látek. Provzdušňováním dochází k propírání zrněk písku a k separaci kalu od těchto zrněk.
- Ručně a strojně vyklízené - ručně vyklízené se vyskytují jen na malých čistírnách odpadních vod. Strojně vyklízené jsou vybaveny čerpadlem hydrosměsí (směs vody a písku) tzv. mamutkou, čerpadlem pro rozvířování písku do kterého vzduch přivádí dmychadlo a řetězovým shrabovákem, který shrabuje písek do žlabu, aby ho mamutka mohla přečerpat do sesparátoru písku. (Pytl a kolektiv, 2004)



Obrázek 1 - Vertikální lapák písku (zdroj: Fontana R s.r.o., 2016)

### **Lapák tuků a olejů**

Zachytávají tuky, které se buď dávají do jímky surového kalu, kde slouží pro účely kalového hospodářství (Sobota, 2006) nebo se tuky spalují a vyváží.

Některé čistírny jsou vybaveny lapáky tuků, a některé tuky odstraňují manuálně. Primárně mají být lapáky tuků umístěny u každého zařízení, kde se setkávají s tuky - například u restaurací, hotelů atd. Dohled provádí vodoprávní orgán. (Pytl a kolektiv, 2004)

### **Usazovací nádrže**

Nazývány také jako primární usazovací nádrže. (Dohányos, Koller, Strnadová, 2011)  
V usazovacích nádržích dochází k odstraňování zbylých nerozpuštěných látek a k usazování kalu. Nerozpuštěné látky jsou například tuky, pěna a další, stahují se shrabovákem z hladiny do jímky plovoucích nečistot. Kal sedá ke dnu a je odtahován do kalové jímky. Usazovací nádrže jsou s horizontálním průtokem (pravoúhlé, kruhové), vertikálním průtokem (pravoúhlé, kruhové), šterbinové a lamelové. (Pytl a kolektiv, 2004)

V této fázi může být odstraněno přibližně 60% suspendovaných pevných látek a (Partech instruments, 2016).



**Obrázek 2 - Usazovací nádrže (zdroj: City of Fairfield, Ohio, 2016)**



### Dosazovací nádrže

Dochází zde k oddělení aktivovaného kalu od vyčištěné odpadní vody a následně k odčerpání kalu. Nádrže jsou vybaveny pojezdovým mostem, na němž jsou umístěny lišty, které stírají kal ze dna do jímky. Vyčištěná voda odtéká přes přeřadovou hranu s předřazenou normou stěnou do odtokového žlabu. Z odtokového žlabu odtéká rovnou do recipientu, v případě dočišťovacího stupně odtéká do tohoto procesu. (Pytl a kolektiv, 2004)

### **4.2.2 BIOLOGICKÉ ČIŠTĚNÍ**

Je zajištěno mikroorganismy, které rozkládají organické znečištění. V přírodě takové čištění probíhá samovolně, ale mnohem pomaleji. Jedná se v podstatě o **biologické aerobní a anaerobní procesy**. Funkčnost biologického čištění ovlivňuje mnoho faktorů, jsou jimi například: obsah kyslíku ve vodě, pH vody, teplota, typ znečištění, případné toxické látky ve vodě a metoda čištění. (Ekomonitor, spol. s.r.o., 2015)

Měli bychom se také zmínit o přírodním biologickém čištění, které je věrnou simulací čistícího procesu ve volné přírodě.

Organické látky z vody odstraňují bakterie a kyslík jim dodávají rostliny. Na dně se usazují sedimenty, ty zajišťují anaerobní procesy. Vznikají organické kyseliny a metan. (Chudoba, Dohányos, Wanner, 1991)

Přírodní biologické čištění zajišťují:

- **Stabilizační nádrže** (tzv. biologický rybník) – využívají se jak v případě čištění, tak i k dočištění (ASIO spol. s.r.o., 2015). Čistící proces zajišťují mikroorganismy, plankton, makroskopičtí živočichové a rostliny, které se běžně vyskytují v přírodních nádržích. (Kučerová, Fečko, Lyčková, 2010)
- **Vegetační kořenové čistírny** – jsou uměle vytvořené mokřady, kdy je znečištění zachycováno vybraným rostlinstvem, jehož kořeny spolu s bakteriemi provádějí čistící proces. Kořeny rostlin dodávají kalu potřebný kyslík, který je usazen na povrchu šterku. (Vymazal, 2004)

## **Aerobní biologické procesy**

Probíhají za přístupu vzduchu a za využití jedné ze dvou technologií v:

- aktivačních nádrží
- biologických filtrech.

Rozdíl mezi těmito dvěma technologiemi je v tom, že v aktivačních nádržích se kultura mikroorganismů vznáší v nádržích a v biologických filtrech se usazuje na povrchu různých materiálů, které jsou pro to dané čištění určeny. (Kučerová, Fečko, Lyčková, 2010).

### **Aktivační nádrže**

V aktivačních nádržích probíhá aktivace, jejím cílem je vytvořit aktivovaný kal, který se skládá z mikroorganismů, převážně bakterií, které jsou kultivovány v zařízeních k rozbytí organických sloučenin na oxid uhličitý, vodu a další anorganické komponenty (The world bank group, 2016).

Finálním cílovým procesem je oddělit kal od vody. K oddělování kalu od vody dochází v dosazovacích nádržích, zde kal vytváří tzv. vločky, díky nimž je schopen sedimentace. (Kučerová, Fečko, Lyčková, 2010).

Aktivačních procesů existuje mnoho typů, které se od sebe různě liší, ale nás zajímá především aktivace s předřazenou denitrifikací a regenerací vratného aktivovaného kalu, vzhledem k obsahu druhé části této bakalářské práce.

Nejprve si, ale ve stručnosti vysvětlíme, co znamená regenerace, denitrifikace, nitrifikace, která s tímto procesem úzce souvisí.

### **Regenerace kalu**

Při tomto procesu dochází k regeneraci kalu. Do regenerace je dopravována odpadní a kalová voda a vratný kal. V regeneraci dochází k provzdušňování a díky tomu k množení mikroorganismů. (Pytl a kolektiv, 2004)

### **Nitrifikace**

Amoniakální dusík oxiduje na dusitany (například za pomoci bakterie rodu Nitrosomonas, která je neznámější) a poté dusitany oxidují na dusičnany (například za pomoci bakterie rodu Nitrobacter, která je neznámější). (Pollert, 2012)

### **Denitrifikace**

Redukce dusičnanů a dusitanů za pomoci bakterií na oxidy dusíku a plynný dusík. (Dohányos, Koller, Strnadová, 2011)

Denitrifikaci a nitrifikaci využíváme z důvodu nutného odstraňování anorganického dusíku. (Chudoba, Dohányos, Wanner, 1991)

### **Aktivace s předřazenou denitrifikací a regenerací vratného aktivovaného kalu**

Z dosazovacích nádrží se oddělí kal, vznikne vratný a přebytečný kal. Vratný kal je odváděn do regenerace. Přebytečný kal do kalového hospodářství. Z regenerace putuje odpadní voda do předřazené denitrifikace, poté do nitrifikace a poté do dosazovacích nádrží. Celý tento proces je nazýván jako R - D - N systém. (Pytl a kolektiv, 2004)

### **Biologické filtry**

Fungují na principu biologické přisedlé vrstvy na tzv. "médiu filtru" (Vigneswaran, 2009). Příkladem těchto biofiltrů mohou být otevřené válcové nádrže vyplněné kamením, šterkem, plastem a dalšími materiály s pevným povrchem. Shora je tento materiál skrácen odpadní vodou za pomoci Segnerova kola, jak voda stéká po náplni, tak se usazují bakterie, které zajišťují čištění. (Kučerová, Fečko, Lyčková, 2010)

### **Anaerobní biologické procesy**

Jedná se o proces, ve kterém probíhá tak zvaná metanizace, což znamená, že mikroorganismy skládající se z více kultur rozkládají biologicky rozložitelnou organickou hmotu (nečistoty v odpadní vodě, které prošly mechanickým a aktivačním procesem). Vše probíhá bez přístupu vzduchu a vzniká biomasa, plyny ( $\text{CH}_4$  -metan,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ) a nerozložitelný zbytek organické hmoty. Metanizace je v podstatě souhrn dvou procesů: methanového a kyselého kvašení. (Chudoba, Dohányos, Wanner, 1991)

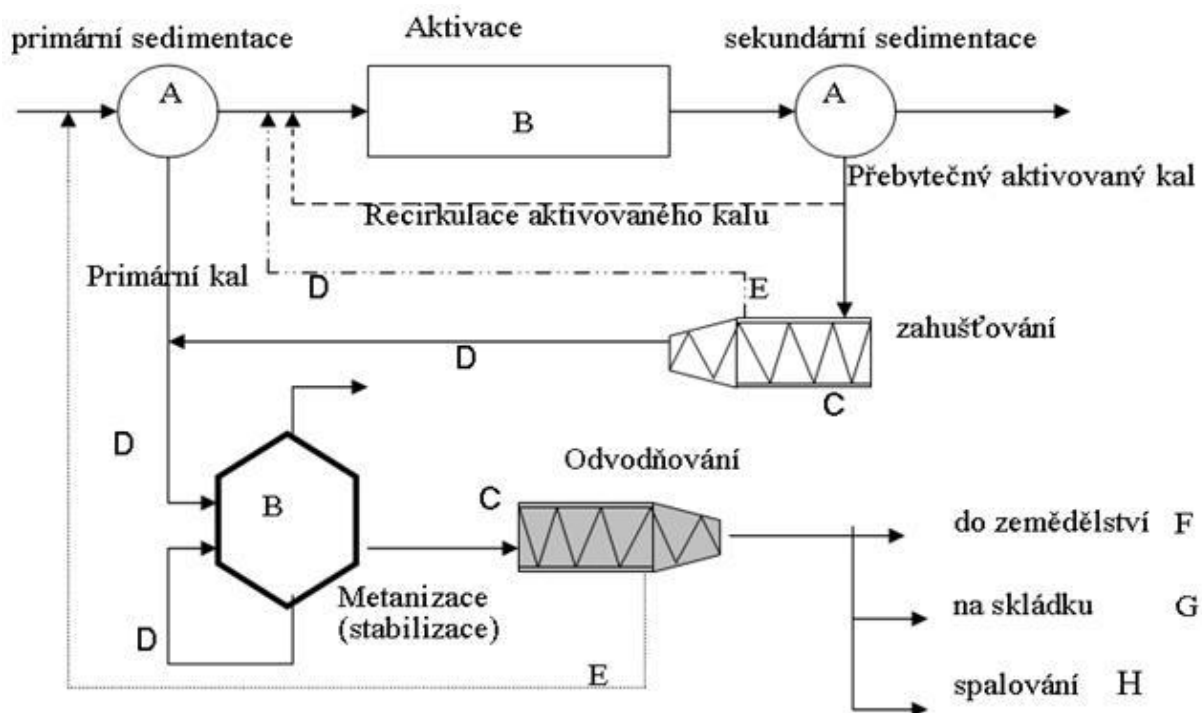
Anaerobní proces může být užit na celou řadu organických materiálů od zbytků jídla, trávy až po papírový odpad či odpad ze zvířat. (RWL Walter LLC 2016)

## Kalové hospodářství

Soubor procesů zpracování, využití a likvidace kalu. Při tomto procesu se kal nejdříve separuje, zahustí, zahřeje, odvodní, odveze (do zemědělství, na skládku, spálí).

Kal obsahuje patogenní mikroorganismy a velké množství organických látek (přibližně 70 % z celkové sušiny kalu), které tvoří zápach (BIONERGY a.s., 2015). Je zpracováván tak, aby byl stabilizován, čili aby byl hygienicky nezávadný. (Sobota, 2006).

Byť kalové hospodářství je de facto jen proces nakládání s vedlejším produktem čištění (tj. přímo již nejde o proces čištění vody), jedná se o velmi významnou součást kompletního řešení čištění odpadních vod, která je velmi problematická, neboť náklady na zpracování kalu činí cca 40 % provozních výdajů čistírny a dodnes není u mnoha čistíren kalové hospodářství zcela dořešeno (Slavíčková, Slavíček, 2013).



Obrázek 3 - Schéma kalového hospodářství (zdroj: Lyčková B., Fečko P, Kučerová R., 2008)

Popis schématu: v primární sedimentaci (usazovací nádrže) se kal usadí, vznikne primární kal, který se odtáhne na začátek procesu metanizace, odpadní voda je poté

odváděna do aktivace. V aktivaci čili v aktivačních nádržích vzniká aktivovaný kal, ten je čerpán do sekundární sedimentace (dosazovacích nádrží). Vznikne přebytečný a vratný kal. Přebytečný kal jde na zahuštění. Vratný kal jde zpátky na začátek aktivace. Po zahuštění se smísí s primárním kalem a jde na začátek procesu metanizace (do vyhnívacích nádrží). Po vyhnití/stabilizaci, se nechá odvodnit, dopraví se do kontejnerů a je odvezen buď na skládku, ke spalování nebo je využit pro potřeby zemědělství.

### ***Vyhnívací nádrže***

Dochází, zde k vyhnívání kalu. Nádrže jsou ohřívány, je v nich zajištěno míchání (míchadly, cirkulací kalu, atd.), odtahem plynu, který se tvoří nahoře u vrchlíků. Plyn je odtahován pryč z nádrže do plynového hospodářství. Míchání a ohřívání se zajišťuje z důvodu rychlejšího procesu vyhnívání. Nádrže se navrhují v současné době dvoustupňové a uzavřené.

V prvním stupni probíhá míchání, vyhřívání na určitou teplotu a z tohoto prvního stupně se kal dopraví do druhého stupně, kde je také míchán. Odtud se kal pošle do uskladňovací nádrže, ze které je poté posílán do odstředivek, kde se odvodní a vysuší. Kalová voda tzv. fugát z odvodnění je odváděn do aktivace. Stabilizovaný, odvodněný kal se naloží do kontejnerů a společnost pověřená k jeho likvidaci si ho odveze. Následné využití stabilizovaného kalu – skládky, spalování a opět se vrací použití v zemědělství.



**Obrázek 4 - Vyhnívací nádrže (zdroj: Doprastav a.s., 2016)**

## 5 POPIS ČISTÍRNY ODPADNÍCH VOD CHÁNOV

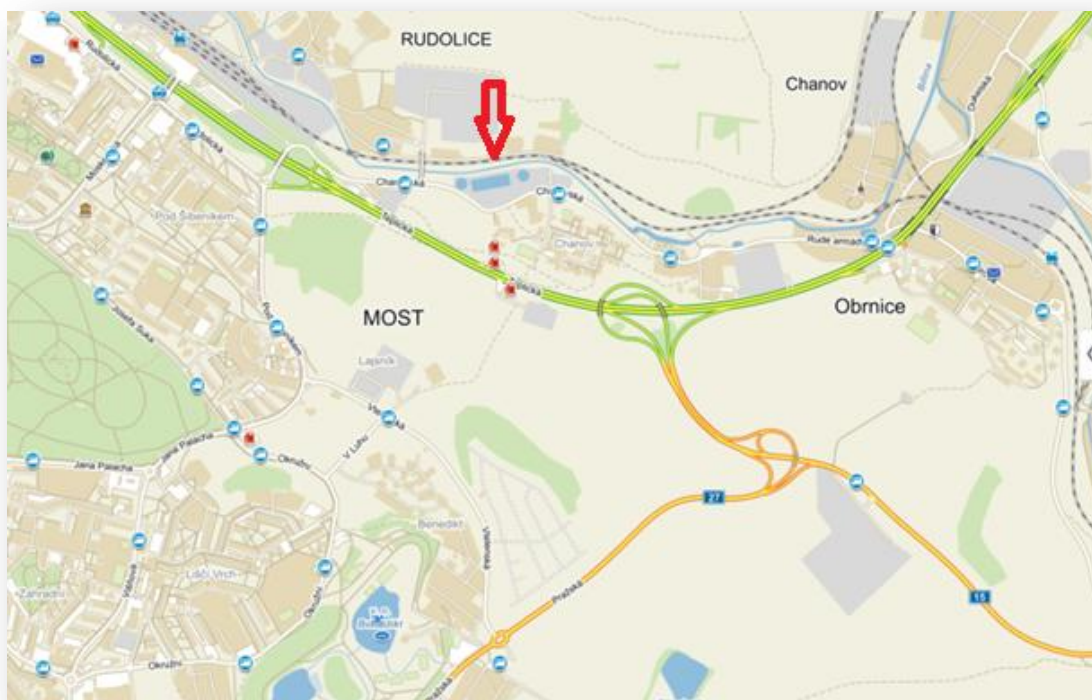
---

### 5.1 ČISTÍRNA ODPADNÍCH VOD CHÁNOV

Oficiální název (název stavby) čistírny je Čistírna odpadních vod MOST – CHÁNOV (mluví se o ní jako o ČOV Chánov). Nachází se v městě Most, městské části Chánov v Ústeckém kraji. Vlastníkem je Severočeská vodárenská společnost a.s., provozovatelem Severočeské vodovody a kanalizace a.s.

Tato čistírna odpadních vod se skládá z mechanického a biologického čištění, kalového hospodářství a chemického hospodářství. V biologickém čištění je využita aktivace s předřazenou denitrifikací a s aktivací vratného kalu.

Recipientem, do kterého odtéká vyčištěná voda, je řeka Bílina. ČOV je konstruována pro 95 000 EO a je v provozu od roku 1975. Technologické schéma ČOV Chánov v příloze č. 1. (Provozní řád, 2012)



Obrázek 5 - Umístění čistírny (zdroj: [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz))

### ***5.1.1 PŘÍTOK NA ČOV***

Odpadní voda je přiváděna do čistírny jednotnou kanalizací. Průměrný stávající denní přítok je 17 500 m<sup>3</sup>/d, denní maximální přítok je 22 260 m<sup>3</sup>/d. Na přítoku je odlehčovací a vypínací komora. Odlehčení je vedeno rovnou do recipientu. Za odlehčovací a vypínací komorou směrem k lapáku štěrků je vypouštěcí místo na vypouštění dovážených odpadních vod, kapitola 5.2.3 Přejímací místo fekálních vod. (Provozní řád, 2012)

## **5.2 OBJEKTY ČOV**

### ***5.2.1 LAPÁK ŠTĚRKU***

Je umístěn na přítokovém potrubí před hrubými česlemi. Vybaven je hydraulickým jeřábem s drapákem. Štěrk se pomalu usazuje na dně a lehčí částice jsou odplavovány k dalším strojům mechanického předčištění. Vybírá se za pomoci drapáku, který obsluhuje pověřený zaměstnanec čistírny. Před sběrem štěrků se musí nejprve zavřít nátok, který je vybaven uzavíratelným stavidlem s elektropohonem a otevřít obtokové potrubí, které je vybaveno kanálovým šoupětem s elektropohonem. Znamená to tedy, že při čištění je nátok uzavřen, obtok otevřen a v době, kdy neprobíhá čištění, tak je následně nátok otevřen a obtok uzavřen. Štěrk se ukládá do kontejneru, který je pravidelně vyvážen pověřenou společností. (Provozní řád, 2012)



Obrázek 6 - Lapák štěrku s drapákem

### ***5.2.2 HRUBÉ ČESLE***

Jedná se o strojní zakryté hrubé česle, které jsou vyhřívané, protiproudé s průlinami o rozměru 50 mm, sklon 80 stupňů, šířka činné části česlí je 1 400 mm, výška česlicové mříže 1 400 mm. Jejich umístění je ve žlabu před lapákem štěrku a za šachtou Š3. Shrabky z česlí jsou strojně stírány a dopravovány dopravníkem shrabků, který je vybaven lisovacím košem. V lisovacím koši se shrabky slisují, odvodní, zahřejí a dopraví do kontejneru, který je umístěný vedle česlí. U hrubých česlí je obtok odpadní vody, který začíná před lapákem štěrku. Před česlemi a za česlemi je umístěno ultrazvukové zařízení, které měří výšku hladiny. (Provozní řád, 2012)





Obrázek 7 - Hrubé česle s dopravníkem

### ***5.2.3 PŘEJÍMACÍ MÍSTO FEKÁLNÍCH VOD***

Nachází se na začátku lapáku šterku. Slouží k přejímání fekálních vod z fekálních vozů za pomoci propojovací hadice, která se vloží do ústí potrubí. Fekální vody jsou potrubím dopraveny do lapáku šterku. Dovoz fekálních kalů je měřen a registrován. (Provozní řád, 2012)

### ***5.2.4 JÍMKA SPLAŠKOVÝCH VOD***

Do této jímky se dováží kaly z okolních čistíren odpadních vod. Nachází se mezi hrubými a jemnými česlemi. (Provozní řád, 2012)

### ***5.2.5 ČESLOVNA***

Je zděný objekt, ve kterém jsou umístěny česle, lapák písku, dvě dmychadla sloužící k provzdušňování lapáku písku a vzorkovna, nebo-li odběrné místo. (Provozní řád, 2012)

### **Jemné česle**

Čistírna disponuje jedněmi jemnými česlemi, jejichž průlina je 6 mm. Česle jsou výklopné, strojně stíratelné s možností vyklápění do horizontální polohy.

Horizontální poloha se využívá pouze v případě údržby a poruch. Vedle česlí je umístěna jeřábová dráha, která slouží pro jejich údržbu.

Kolmo na jemné česle a přímo pod přepadovou hranou je umístěn šnekový bezhřídelový dopravník shrabků. Z dopravníku putují shrabky do hydraulického lisu na shrabky s částečným promýváním (propíráním). Je umístěn podél kanálu na podestě, která je tvořená z kompozitního roštu. Shrabky jsou odvodňovány, zhutňovány, zahřívány a dopravovány do kontejneru. Kontejner se nachází vedle objektu česlovny. Vylisovaná voda z lisu na shrabky je odváděna zpět do prostoru jemných česlí. (Provozní řád, 2012)



Obrázek 8 - Jemné česle

### **Lis na shrabky**

Složen z otevřeného násypného žlabu, který je instalován pod výsypkou česlí, tlačného šneku, promývacího zařízení a výtlačného potrubí. Šnek je poháněn elektropřevodovkou. (Provozní řád, 2012)

### **Šneková čerpadla**

Čerpadla jsou tříchodová s ostříkovými lištami a s výkonem: 400 l/s. Usazeny jsou za jemnými česlemi. Čerpají odpadní vodu do lapáku písku. Čerpadla se střídají a

během bezdeštného průtoku funguje na 100% jedno a druhé slouží jen jako záloha.  
(Provozní řád, 2012)



Obrázek 9 - Šneková čerpadla

### **Lapák písku**

Vertikální provzdušňovaný lapák písku je řízen časovým a dešťovým provozem s automatickou vazbou na separátor písku. Je vybaven pojezdovým mostem, čerpadlem hydrosměsi a rozvířovacím čerpadlem. Čerpadlo hydrosměsi se také nazývá jako „Mamutka“ a je podle dotázaného zaměstnance čistírny bezporuchové a spolehlivé. Čerpá hydrosměs (písek s vodou) ze žlabu, který je na dně lapáku písku. Žlab je napojen na odtokové potrubí do separátoru písku, kde dochází k oddělování písku od odpadní vody a k částečnému propírání. Poté se prací voda vrací zpátky do lapáku písku a suchý písek je dopravován do kontejneru. Kontejner je umístěný vedle objektu česlovny. Je poté odvážen na skládku.

Rozvířovací čerpadlo slouží k rozvířování písku v nádrži a čerpá vzduch z dmychadel, která jsou umístěná vedle lapáku písku. Jedno z dmychadel slouží jako rezerva. Dochází zde k průběžnému provzdušňování.

Lapák písku je v případě přetížení vybaven odlehčením (obtokovým potrubím), voda teče rovnou do recipientu. Na tomto potrubí jsou ruční uzavírací armatury.(Provozní řád, 2012)



Obrázek 10 - Lapák písku s pojezdovým mostem v objektu česlovny

### **Dmyhadla u lapáku písku**

Do lapáku písku dodávají množství vzduchu:  $150 \text{ m}^3/\text{h}$ . Jsou jednotáčková. Jedno je provozní, druhé slouží jako záloha. Na výtlačku jsou umístěny mechanicky uzavíratelné klapky. Výtlačné potrubí dodává vzduch k provzdušňovacím roštům lapáku písku. (Provozní řád, 2012)

### ***5.2.6 USAZOVACÍ NÁDRŽE***

Do usazovací nádrže jde převážná většina odpadní vody z mechanického předčištění, ale část jde vedena rovnou do nádrže regenerace.

Usazovací nádrže jsou dvě a nacházejí se v prostoru aktivačních nádrží. Pravoúhlý řetězový shrabovák, je vybaven lištami v horní a dolní části nádrže. Dole na dně stahuje usazený kal a nahore na hladině plovoucí nečistoty. Nečistoty z hladiny jdou do naklápěcího žlabu vybaveným elektropohonem. Žlab ústí do gravitačního potrubí DN 150, které ústí do jímky plovoucích nečistot. V jímce jsou dvě čerpadla. Jedno čerpá odsazenou vodu do usazovací nádrže. Druhé čerpadlo čerpá plovoucí nečistoty z jímky plovoucích nečistot do jímky surového kalu. Primární kal ze dna je čerpán také do jímky surového kalu.



Usazovací nádrže jsou vybaveny odlehčovacím žlabem, který odvádí nadbytečné množství odpadní vody do recipientu. Je umístěn na odtoku z nádrže na přepadové hraně. Z usazovacích nádrží je odpadní voda vedena do zóny předřazené denitrifikace. Přes nastavitelnou přelivnou hranu. (Provozní řád, 2012)

### **5.2.7 AKTIVAČNÍ NÁDRŽE**

Odpadní voda z usazovacích nádrží je vedena do denitrifikačního selektoru pak teprve do denitrifikace poté do zóny nitrifikace a poté do dosazovacích nádrží. Do zóny regenerace je odváděn kal z předřazené denitrifikace, který je původem z dosazovacích nádrží a také je do této zóny odváděna část odpadní vody z usazovacích nádrží. (Provozní řád, 2012)



Obrázek 11 - Aktivační nádrž (Nitrifikace)

### **Denitrifikační selektor**

Z usazovacích nádrží putuje odpadní voda do denitrifikačního selektoru, kde se smísí s kalem z regenerace a teprve poté je dopravována do předřazené denitrifikace. (Kal z regenerace je dopravován potrubím DN 600). (Provozní řád, 2012)

### **Denitrifikační nádrž**

Jenom nepatrná část odpadní vody z usazovacích nádrží cca 0,5% jde rovnou do nádrže denitrifikace. Zbytek jde do denitrifikačního selektoru.

Nádrže se nacházejí po obvodu biologických linek za denitrifikačním selektorem. Denitrifikační zóna je rozdělena na čtyři části, která nesou označení: D1 (nachází se u regenerace), D2a, D2b, D3 (po obvodu biologických linek).

Míchání v nádrži zajišťují pomaloběžná míchadla, která se spouštějí a vytahují po vodící tyči. Jejich spouštění a vytahování zajišťuje jeřábek na elektropohon. (Provozní řád, 2012)

### **Nitrifikační nádrž**

Je zde odstupňovaný jemnobublinný aerační systémem, který se skládá z čerpadel, dmychárny, rozvodů vzduchu, odvodňovacího potrubí. V zóně nitrifikace dochází k odplyňování.

Cirkulace kalu tzv. interní recirkulace je vedena mezi nádrží nitrifikace a denitrifikace. Od bodu nitrifikace, přesně v bodě, kde dochází k odplyňování směrem k začátku denitrifikace. Z nitrifikační nádrže jde poté voda do dosazovací nádrže potrubím DN 800 přímo do středu dosazovací nádrže. (Provozní řád, 2012)

### **Regenerační nádrž**

Do regenerace je dopravována odpadní a kalová voda, vratný kal z předřazené denitrifikace. Z regenerace je kal veden do denitrifikačního selektoru (potrubím DN 600). Do zóny regenerace je přiváděn výtlačkem vzduch z dmychárny potrubím DN 400, jsou, zde samostatné rozvody DN 300, uzavírací armatura s elektropohonem a odvodňováním potrubí. Vzduchové potrubí je ukotveno po lávkách a na koncích zaslepeno. Odbočky pro rošty mají uzavírací armaturu. (Provozní řád, 2012)

### **Předřazená denitrifikace**

Do zóny předřazené denitrifikace je přiváděn fugát čili znečištěná voda, která je z procesu odvodnění stabilizovaného kalu, kalová voda z jímky kalové vody a vratný kal z dosazovacích nádrží. Z předřazené denitrifikace jde voda do regenerace.

Z jímky přebytečného kalu je kalová voda čerpána do jímky kalových vod, ze které je čerpána do předřazené denitrifikace. (Provozní řád, 2012)

### ***5.2.8 DOSAZOVACÍ NÁDRŽE***

Dosazovací nádrže má čistírna Chánov dvě. Jedná se konkrétně o kruhové nádrže s průměrem 37 m, hloubkou 3,6 m, které jsou vybaveny pojezdovým mostem, na kterém jsou lišty sloužící ke stírání kalu ze dna nádrže. Stíraný vratný kal je dopravován potrubím do regenerace. Přebytečný kal je čerpán do jímky přebytečného kalu. Oba kaly jsou čerpány do jednotného potrubí a poté se oddělí. Jeden do regenerace a druhý do jímky přebytečného kalu. Čerpání zajišťují dvě čerpadla a jedno slouží vždy jako rezerva. V jímce přebytečného kalu dochází k homogenizaci kalu. Je, zde možnost vracet kal zpět do nátoky usazovací nádrže.

Po obvodu nádrže je přepadová hrana, kterou odtéká vyčištěná voda do odtokového žlabu zaústěného do odtokového potrubí, které odvádí vyčištěnou vodu do recipientu. Odtokový žlab je tzv. parshallův žlab, který měří průtočnost.

Na odtoku, který je společný pro obě nádrže, je umístěno zařízení pro odběr vzorků.

Obě nádrže jsou vybaveny zavodňovacími studněmi, které slouží jako ochrana proti vyplavení. (Provozní řád, 2012)



**Obrázek 12 - Dosazovací nádrž s pojezdovým mostem**

### **5.2.9 DMYCHÁRNA**

Dmýchána dodává vzduch pro tvorbu jemnobublinné aerace do nádrží nitrifikace a regenerace. Fungování dmychárny zajišťují čtyři dmychadla. Dvě dmychadla dodávají vzduch do nádrže nitrifikace, jedno do nádrže regenerace, zbylé čtvrté dmychadlo je pouhou rezervou. (Provozní řád, 2012)

### **5.2.10 KALOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ**

Kalové hospodářství se skládá ze dvou vyhnívacích nádrží a uskladňovací nádrže. Vyhnívací nádrže jsou dvoustupňové, 1 650 + 1 580 m<sup>3</sup>. Uskladňovací nádrž 1 470 m<sup>3</sup>. Vyhnívací nádrže jsou vybaveny ocelovými zateplenými vrchlíky, které mají víka s prostupy pro shromažďování plynu. Víka jsou pevná a nepohyblivá. Uskladňovací nádrž je otevřená bez vrchlíku. Jednostupňová nádrž je vyhřívána, dvoustupňová nikoliv. Míchání kalu dochází gravitačně a přečerpáváním mezi nádržemi. Dříve se míchalo bioplynem, ale to se v současné době nevyužívá. V uskladňovací nádrži se uskladňuje kal z dvoustupňové nádrže.

Přebytečný kal z dosazovacích nádrží je dopravován do jímky přebytečného kalu a je zahuštěn na odstředivce, poté vzniká zahuštěný přebytečný kal, který se odčerpává do jímky surového kalu. Do stejné jímky je čerpán i surový kal z usazovacích nádrží. Zde se tyto kaly smísí a přečerpají se do jednostupňové vyhnívací nádrže. Do jednostupňové nádrže jdou i nečistoty z jímky plovoucích nečistot.

Z jímky přebytečného kalu je kalová voda čerpána do jímky kalových vod, ze které je čerpána do předřazené denitrifikace.

Dále se kal přečerpá z jednostupňové vyhnívací nádrže do dvoustupňové vyhnívací nádrže a poté do uskladňovací nádrže, dále jde do odstředivek, kde se odvodní a potom jde do kontejneru. Fugát jde zpět do aktivačních nádrží.

Přečerpávání mezi nádržemi zajišťuje čerpadlo FLYGHT. Pro rychlejší vyhnívání se k cirkulaci přidává ohřev kalu, který probíhá tak, že se kal přečerpá přes kalový výměník, přes který se kal ohřeje. Vzniklý bioplyn z procesu vyhnívání je odváděn do plynojemu. (Provozní řád, 2012)



### **Ohřev kalu**

Kal se ohřívá ve výměníku teplem z kogenerační jednotky nebo díky kotlům, ale prioritně se k ohřevu využívá kogenerační jednotka. Obsluha rozhoduje o způsobu ohřevu. (Provozní řád, 2012)



Obrázek 13 - Vyhnivací nádrže a uskladňovací nádrž

### **Kogenerační jednotka TBG 140**

Vytváří teplo a elektrickou energii pro provoz ČOV. Palivem je bioplyn z plynojemu (viz plynové hospodářství), při jeho nedostatku se využívá zemní plyn. (Provozní řád, 2012)



**Obrázek 14 - Kogenerační jednotka**

### **Kotle**

Kotle jsou dva a jsou značky VIESSMANN Vitoplex 300 o výkonu 285 kW. Jeden kotel s názvem K1 je pouze na zemní plyn, druhý kotel s názvem K2 je na bioplyn a v případě potřeby lze také využít na zemní plyn. V první řadě se využívá bioplyn. (Provozní řád, 2012)

### **Odvodnění kalu**

Vyhnilý kal se odvodňuje v odstředivkách a poté jde do dopravníku odvodněného kalu. (Provozní řád, 2012)



Obrázek 15 – Odstředivka

### **Doprava odvodněného kalu**

Odvodněný kal se dopravuje za pomoci dopravníku do tří kontejnerů. Dopravník je otočný teleskopický pásový. Kontejnery se naplňují rovnoměrně, díky možnosti prodlužování délky dopravníku. Možno posouvat pás do 4 poloh plnění. (Provozní řád, 2012)



Obrázek 16 - Doprava odvodněného kalu



Obrázek 17- Doprava odvodněného kalu

### ***5.2.1 PLYNOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ***

Čistírna využívá 50 – 60% vlastní vyrobené elektrické energie a tepla z bioplynu. (Informace od zaměstnance ČOV).

Plynové hospodářství se skládá z plynové kompresorovny, kombinovaného plynojemu a hořáku zbytkového plynu.

Plyn je čerpán ze zóny nitrifikace a z vyhnívacích nádrží a dříve se využíval k míchání kalu ve vyhnívacích nádržích. Plyn se shromažďuje v plynojemu, v případě, že ho je příliš a nestíhá se spotřebovat, tak se nechá shořet v hořáku zbytkového plynu. (Provozní řád, 2012)

### **5.3 CHEMICKÉ HOSPODÁŘSTVÍ**

Čistírna dávkuje do zóny nitrifikace síran železitý (koagulant). Zásobní nádrž na síran železitý je polyetylenová dvouplášťová o objemu 20 m<sup>3</sup>. Dávkování do nádrží je možno řídit časově, dle průtoku ČOV a lze i manuálně. Dávkuje se na začátek a na konec zóny nitrifikace. Odtah zajišťují tři čerpadla, z toho jedno slouží jen jako rezerva. (Provozní řád, 2012)

## 6 REKONSTRUKCE ČOV CHÁNOV

---

Toto hodnocení vychází z dokumentů, které jsou k dispozici (tj. které měl k dispozici provozovatel ČOV a které byl ochoten poskytnout).

V částech, kde není ohledně průběhu rekonstrukce jistota, jsou explicitně uvedeny poznámky, že se jedná o názor autora práce či že data nebylo možné z uvedených důvodů získat.

Dále se tato část práce soustřeďuje na nejvýznamnější úpravy, které byly na ČOV provedeny, tj. méně významné úpravy nejsou výslovně zmíněny s tím, že se práce zabývá rekonstrukcemi od roku 1996.

Samotná ČOV byla zprovozněna roku 1975. Od této doby prošla řadou rekonstrukcí. Poslední rekonstrukce, která proběhla na ČOV se uskutečnila v roce 2012 na mechanickém předčištění.

### 6.1 REKONSTRUKCE V ROCE 1996

Do roku 1996 fungovaly na čistírně kalové laguny, které sloužili k sedimentaci kalu. Laguny byly o velikosti 208 000 m<sup>3</sup>, byly zaplněny na 70%. Bylo zapotřebí kal vytěžit a předat k dalšímu zpracování. Této činnosti se zúčastnila společnost Chemopetrol Litvínov, která kal měla odvázet a spalovat.

Laguny byly nahrazeny dvoustupňovými vyhnívacími nádržemi a uskladňovací nádrží. Důvod této změny se dá spojit zejména s neekonomičností provozu vyhnívacích lagun, neboť zabírají v porovnání s nádržemi obrovskou plochu, tj. jejich provoz není zpravidla dlouhodobě udržitelný (UNEP, 1997).

V uskladňovací nádrži docházelo k homogenizaci kalu, kde byl kal míchán a přepouštěn do jímky. Poté byl vyhnílý kal přečerpáván dvěma vřetenovými čerpadly k odvodnění na odstředivku. K odstředivování se přidával flokulant. V případě poruchy zůstala zachována možnost čerpání kalu na kalovou lagunu.

K zahušťování přebytečného kalu docházelo na odstředivce bez použití flokulantu. Zahuštěný kal byl poté čerpán do jímky surového kalu, kde zůstala zachována možnost čerpání přebytečného kalu do usazovací nádrže.

Odvodněný kal byl dopravován zakrytými pásovými dopravníky do kontejnerů, které byly odváženy do společnosti Chemopetrol ke spalování.

Bioplyn byl zpracováván třemi plynovými motory, které se nacházely v objektu pro zahušťování a odvodňování kalu.

Kaly z malých ČOV se dováželi do jímky, ve které se nacházel drtič, a od drtiče byly kaly čerpány do jednostupňové vyhnívací nádrže. Poté následoval proces, který jsme si uváděli výše. (Technická zpráva, 1996)

## **6.2 REKONSTRUKCE V ROCE 1997**

Přestože byla v tomto roce rekonstrukce také zásadní, nebylo možno získat pro její řádné vyhodnocení dostatek podkladů.

Dle informací, které jsou k dispozici lze usuzovat, že byly osazeny hrubé česle. Byla vybudována jímka přebytečného kalu a flokulační stanice umístěná u odstředivek pro dávkování flokulantu.

## **6.3 REKONSTRUKCE V ROCE 1999**

V roce 1999 proběhla poslední významnější rekonstrukce ČOV, která je od té doby v podstatě po technologické stránce ve stavu v jakém vypadá dodnes.

V tomto roce se vybuďoval lapák šterku, jehož funkčnost a podoba s drobnými obměnami je stejná dodnes. Na česle bylo osazeno zařízení pro praní shrabků a podle technické zprávy i pytlovací zařízení shrabků, ale v současnosti toto zařízení není.

V té době byly usazovací nádrže na způsob tzv. šterbinových nádrží. Provedlo se jejich zkrácení na délku 32,2m oproti původnímu stavu. Byl změněn objem při hloubce 2,85 m a byl zajištěn na 1296 m<sup>3</sup>, pořídila se přepadová hrana, před kterou se umístili odlehčovací žlaby se stavitelnými přepady a normou stěnou. Shrabování plovoucích nečistot a kalu zajišťoval buď původní opravený pojezdový most, nebo nový řetězový shrabovák, který shrabovali nečistoty a kal do jímek.

Biologické čištění bylo zrekonstruováno. Denitrifikační zóna a regenerace kalu rozdělena z původních aktivačních nádrží. Byl zaveden přítok vratného kalu z usazovacích nádrží, kalové voda z odvodnění kalu a část nátohu odpadní vody. Bylo zajištěno u regenerace míchání ponornými míchadly, na jejímž konci byla umístěna příčka pro oddělení s denitrifikačními nádržemi. Z jednoho konce byl čerpán kal do denitrifikačního selektoru. Regenerační nádrže byly vybaveny jemnobublinným provzdušňovacím systémem. Nové nitrifikační nádrže se vytvořili

místo původních dosazovacích nádrží. Vytvořily se taktéž odplyňovací zóny a odtok přepadem. Nátok aktivační směsi z denitrifikačních nádrží do nitrifikace potrubím DN 1000. Denitrifikace míchána ponornými pomaloběžnými míchadly.

Dmychárna fungovala původně jako ventilátorovna se čtyřmi ventilátory a místo ventilátorů se pořídili čtyři nová dmychadla.

Dosazovací nádrže byly pořízeny nové. Bylo zajištěno, aby byl vratný kal z dosazovacích nádrží odtahován vrtulovými čerpadly a veden gravitačně do regenerace. Přebytečný kal čerpán kalovými čerpadly do homogenizační jímky přebytečného kalu. Byla zde, zřízena možnost vracet přebytečný kal do nátoků usazovacích nádrží.

Vybudovala se jímka fekálních vod, která funguje na stejném principu jako nyní. Příjem fekálních vod, jejich předčištění, měření, kontrola kvality, identifikace dovozce umístěno v objektu hrubého předčištění. Funguje takto i v současnosti.

Rekonstrukce u vyhnívacích nádrží se týkala pouze ohřívání jednostupňové nádrže přes výměník. Druhá nádrž zůstala nevyhřívána.

Chemické hospodářství fungovalo pořízením nového zásobníku na dávkování síranu železitého o velikosti 20 m<sup>3</sup>. Takto funguje až dodnes.

Někdy v tomto období nebo v předešlých několika letech byly pořízeny plynojemy a celý současný funkční stav plynového hospodářství. K těmto údajům nemáme potřebné doložené informace. (Souhrnná technická zpráva, 1999)

## **6.4 REKONSTRUKCE V ROCE 2011**

V roce 2011 proběhlo zkapacitnění: biologické linky, dmychárny a dopravy odvodněného kalu.

Do dmychárny byla pořízena dvě nová objemová dmychadla s rotujícími písty pro nádrž nitrifikace. Původní dvě rotační odstředivá dmychadla byla vyřazena a uskladněna.

Byly kompletně zrekonstruovány rozvody vzduchu, demontáž elementů Magnum 2000, jemnobublinný aerační systém v nitrifikaci, nové rošty včetně uzavíracích armatur s elementy Magnum 2000 .

Doprava odvodněného kalu byla doplněna o teleskopický dopravník viz. Doprava odvodněného kalu, kapitola 5.2.10. Stávající otočný pásový dopravník byl aretován v

jedné poloze a na jeho výsypku navazuje nový otočný teleskopický pásový dopravník. (Provozní řád, 2012)

## **6.5 REKONSTRUKCE V ROCE 2012**

Tato rekonstrukce se týkala hrubého přečištění: strojně stíraných hrubých česlí, jemných česlí a lapák písku.

Výměna hrubých česlí za celonerezové protiproudé, zakryté a vyhřívané. Vloženy byly za lapák štěrku.

V česlovně se vyměnily jemné česle za nové stejných parametrů jako předešlé česle. Pouze s tím rozdílem, že mechanicky stíratelné česle byly osazeny na nerezový práh a na čepy s konstrukcí pro ukotvení a díky tomu jsou česle s možností vyklopení do horizontální polohy. Byla provedena rekonstrukce podesty z kompozitního roštu, provedeno spojení z boku s dopravníkem a násypkou. Výtlačné potrubí shrabků z hydraulického lisu do kontejneru bylo nahrazeno novým hydraulickým lisem s vyhříváním, zateplením a těsněními prostupu.

Lapák písku byl kompletně zrekonstruován, na něj byl osazen nový pojezdový most, nasazena nová kolejnice 40x40 mm a osazen provzdušňovací systém. Na provzdušňování pořízena dvě dmychadla. Na dně lapáku písku nový odtokový žlab hydrosměsi se spádem jako u původního žlabu do stávajícího separátoru písku. Pořízena nová čerpadla: čerpadlo hydrosměsi a rozviřovací čerpadlo. (Provozní řád, 2012)



## 7 VYHODNOCENÍ REKONSTRUKCE

Níže uvedená tabulka shrnuje uplynulé rekonstrukce v podobě srovnání původního a nového stavu.

Rekonstruované části	Stav před	Stav po	Rok rekonstrukce
Vyhnutí kalu	Štěrbinové nádrže (typ usazovacích nádrží)	Vyhňivací dvoustupňové nádrže	1996 - 1997
Odvodňování kalu	Kalové laguny	Odstředivka	1996-1997
Doprava odvodněného kalu	Zakryté pásové dopravníky	Teleskopické pásové dopravníky	2012
Lapák štěrku	Neexistoval, byly jen hrubé česle	Vybudován	1999
Zpracování shrabků	Shrabky byly bez odvodnění.	Praní shrabků	1999
Usazovací nádrže	Štěrbinové usazovací nádrže	Zrušeny štěrbinové nádrže=zkráceny na 32,2 m, hloubka změněna	1999
Stírání plovoucích nečistot a kalu	Pojezdový most	Pojezdový most a řetězový shrabovák	1999
Biologické čištění	Aktivační nádrže - pouze nitrifikace	Rozděleny na denitrifikační a regenerační nádrže	1999
Dosazovací nádrže	Obdélníkové	Vybudovány nové kruhové dosazovací nádrže. Původní dosazovací nádrže nově předělány na nitrifikační	1999
Jímka fekálních vod	Nebyla	Vybudována	1999
Vyhňivací nádrž	Jednostupňová -neohřívána	Jednostupňová - ohřívána přes výměník	1999
Chemické hospodářství		Vybudován zásobník na síran železitý	1999
Biologická linka		Zkapacitnění – výměna aer. elementů	2011
Dmychárna	4 ventilátory	4 dmychadla	1999

Tabulka 1 - Vyhodnocení rekonstrukce

Z uvedeného je patrný poměrně velký rozsah rekonstrukcí, který si mimo jiné vyžádal i nutnost dočasně nepoužívat vyměňované/rekonstruované zařízení. Z těchto důvodů byly několikrát příslušným státním orgánem povoleny vyšší hodnoty vypouštění odpadních vod do recipientu (řeky Bíliny).

Jen díky ukončení rekonstrukce je tedy kvalita vody vypouštěné do recipientu lepší.

## 8 DISKUZE

---

Současným společenským trendem je zvyšování kvality životního prostředí, což se promítá do stále přísnějších požadavků na efektivitu čištění odpadních vod. Tento trend přitom není ryze tuzemskou záležitostí, ale zapadá do trendu, který je obecně akceptovaný v rámci Evropské unie.

Výrazným trendem je také chování domácností, které si v poslední době uvědomují stále více potřebu ochrany životního prostředí. Kromě třídění odpadu se tento trend může též projevit v omezení plýtvání pitnou vodou, tj. v zásadě snížení množství odpadních vod.

Zvyšování efektivity čištění je však obecně i důsledek technického pokroku v rámci čištění (možnost využít efektivnějších technologií). Zčásti však spočívá v zintenzivnění investici do tohoto odvětví.

Větší investice s sebou nesou také větší náklady, které jsou v podobě stočného uvalovány na domácnosti. V tomto kontextu mají tyto v zásadě ekologické náklady svůj strop z hlediska společenské akceptovatelnosti. Díky ekonomickému růstu se však tento strop plynule posouvá. Ostatně potřebu vždy volit optimální úroveň sanitace vzhledem k socio-ekonomickým podmínkám akcentuje též Guidelines pro zacházení s odpadní vodou, výkaly a šedou vodou. (WHO, 2006)

V kontextu čistírny odpadních vod Chánov bude určitě do budoucna sledován výše uvedený trend, který bude potenciálně umocněn též citlivostí tématu životního prostředí v regionu, který byl a dosud je těžce postižen povrchovou těžbou hnědého uhlí a též znečištěními způsobeným jeho spalováním a též petrochemickým průmyslem.

Zmíněnými znečištěními jsou zasahovány též i povrchové vody, včetně vodního toku Bílina, která je recipientem z čistírny odpadních vod Chánov. Mnohdy se tak stává, že vyčištěná odpadní voda odtékající z čistírny odpadních vod Chánov, má lepší kvalitu než voda ve zmíněném vodním toku. To samo o sobě může vyznívat velmi líbivě ve vztahu k samotné čistírně odpadních vod, nicméně v kontextu ochrany

životního prostředí obecně to znamená, že prostředky na vyčištění odpadní vody jsou v takové situaci vynakládány zčásti bezúčelně.

Naproti tomu nelze očekávat, že bude nutné provádět dodatečné investice do zkapacitnění čistírny odpadních vod Chánov. Současný demografický vývoj v České republice totiž spíše směřuje ke stagnaci počtu obyvatel, přičemž v lokalitě, která je spádovou oblastí této čistírny odpadních vod, dochází spíše ke snižování počtu obyvatel.

Na základě výše uvedeného, lze tedy formulovat obecnou koncepci rozvoje čistírny odpadních vod Chánov, která by se tedy mohla zaměřovat na zlepšování efektivity čištění (proti tomu samozřejmě stojí nákladovost takového počínu). Byť byl deklarován spíše úbytek počtu obyvatel, nelze očekávat, že by byl natolik výrazný, že by bylo vhodné či nutné snižovat kapacitu čistírny.

V kontextu obecných problematik čištění pak platí, že se v dané lokalitě bude potýkat s obdobnými koncepčními problémy, jako kdekoliv jinde. Jde například o omezené možnosti čištění v případě některých látek (např. hormonů) a dále důsledky čištění na úbytek některých důležitých látek ve volné přírodě (např. fosfor).

## 9 ZÁVĚR

---

Cíle práce byly naplněny. Nejdříve byly shromážděny rešeršní odkazy o obecném čištění odpadních vod.

Rovněž byla podrobně popsána čistírna odpadních vod Chánov a popsány změny na této čistírně v rámci jejich rekonstrukcí.

Samotná ČOV byla zprovozněna roku 1975. Od této doby prošla řadou rekonstrukcí.

První nám známá rekonstrukce proběhla z důvodu nevyhovujícího kalového hospodářství, kdy byly zaplněné laguny, a probíhalo pomalé odvodňování kalu. Kalové laguny se zrušily a byly nahrazeny vyhnívacími nádržemi s dvoustupňovým vyhníváním. Odvodňování a zahušťování kalu zajistili odstředivky.

Následující podstatná rekonstrukce proběhla v roce 1999 na biologickém čištění. Zrušili se šterbinové nádrže tím, že se zkrátily a změnila se jejich hloubka a vznikly současné usazovací nádrže. Z původních dosazovacích nádrží vznikly nitrifikační nádrže a z původních aktivačních nádrží, kde probíhala pouze nitrifikace, se vytvořily denitrifikační a regenerační nádrže.

Vybudoval se lapák šterku a jemné česle. U hrubých česlí se zavedlo odvodňování shrabků.

Poslední podstatná rekonstrukce proběhla z důvodu přísnějších limitů vypouštění vstupem do EU, takže proběhlo zkapacitnění biologické linky. Dmychárna byla posilněna o dvě dmychadla, byly pořízeny nové aerační rošty do zóny regenerace.

V době, kdy se rozdělili aktivační nádrže a vznikla regenerace a denitrifikace, se vybudoval zásobník na síran železitý pro dávkování do nitrifikace ke srážení fosforu.

Někdy během těchto uvedených rekonstrukcí proběhla i rekonstrukce na plynovém hospodářství, které funguje takto i v současnosti - s plynojemy, plynovým hořákem na bioplyn atd.

Všechny tyto změny pochopitelně vedou ke zvýšení efektivity čištění, tj. ke zlepšení dopadů existence aglomerace na životní prostředí.

# 10 POUŽITÁ LITERATURA

---

- ASIO SPOL. S.R.O., 2015: Biologické nádrže využívané k čištění a dočišťování odpadních vod, Brno, online: (<http://www.asio.cz/cz/356.biologicke-nadrze-vyuzivane-k-cisteni-a-docistovani-odpadnich-vod>), cit. 8.3.2016.
- BIONERGY A.S., 2015: Technológia, Spracovanie stabilizovaného kalu, online: <http://www.bionergy.sk/index.php?page=technologia>, cit. 8.3.2016.
- CITY OF FAIRFIELD, OHIO, 2016: The City of Fairfield's Wastewater Treatment Process, Fairfield, online: <http://www.fairfield-city.org/wastewater/tour.cfm>, cit 8.3.2016.
- DOHÁNYOS M., KOLLER J. et STRNADOVÁ J 2001.: Čištění odpadních vod, Vydavatelství VŠCHT Praha, Praha, 177 s., ISBN 80-7080-207-3.
- DOPRASTAV A.S., 2016: Čistiareň odpadových vôd Zvolen, Bratislava online: <http://www.doprastav.sk/2/cistiaren-odpadovych-vod-zvolen/>, cit. 8.3.2016.
- EKOMONITOR SPOL. S.R.O., 2015: Čistička odpadních vod - Vodní zdroje Ekomonitor spol. s.r.o., Chrudim, online: <http://www.cisticka-odpadnich-vod.eu/otazky-a-odpovedi/biologicke-cisteni-vod>, cit. 12.11.2015.
- FONTANA R S.R.O., 2016: Separace a praní písku, Brno cit. <http://www.fontanar.cz/separace-a-prani-pisku.php#vp201>, cit. 12.11:2015.
- CHUDOBA J., DOHÁNYOS M. et WANNER J., 1991: Biologické čištění odpadních vod, Nakladatelství technické literatury, Praha, 463 s.
- KOMÍNKOVÁ D., BENEŠOVÁ L. et ŠTASTNÁ G., 2014: Úprava pitných a čištění odpadních vod, Praha, 238 s.
- KRÍŽ J., 2013: Čistírna odpadních vod Most, bakalářská práce, 62 s.
- KUČEROVÁ R, FEČKO P. et LYČKOVÁ B., 2010: Úprava a čištění vody, Multimediální učební texty zaměřené na problematiku úpravy a čištění vody, Ostrava, online: [http://homen.vsb.cz/hgf/546/Materialy/Radka\\_2010/bio.html](http://homen.vsb.cz/hgf/546/Materialy/Radka_2010/bio.html), cit. 12.11.2015.

- LENNTECH, 2016: Biological Wastewater Treatment with Activated-Sludge Process, Delft, online: <http://www.lenntech.com/wwtp/wwtp-overview.htm#ixzz417pbA8c7>, cit. 1.2.2016.
- LYČKOVÁ B., FEČKO P. et KUČEROVÁ R., 2008: Zpracování kalů, Multimediální učební texty zaměřené na problematiku zpracování kalů, Schéma kalového hospodářství, <http://hgf10.vsb.cz/546/ZpracovaniKalu/>, cit. 12.11.2016.
- PARTECH INSTRUMENTS, 2016: Applications, Primary Settlement tank (PST) Cornwall, online: <http://www.partech.co.uk/application/primary-settlement-tanks/>, cit. 8.3.2016.
- POLLERT J., 2012: Biologická část ČOV, ČVUT, online: [kzei.fsv.cvut.cz/pdf/COV\\_pr\\_5.pdf](http://kzei.fsv.cvut.cz/pdf/COV_pr_5.pdf), cit. 9.3.2016.
- PYTL V. a kol., 2004: Příručka provozovatele čistírny odpadních vod, Medim, spol. s.r.o., Praha, 209 s., ISBN 80-239-2528-8.
- RWL WATER LLC, 2016: What is anaerobic digestion? New York, online: <https://www.rwlwater.com/anaerobic-digestion/>, cit. 8.3.2016.
- SČVK A.S. TEPLICE, 1996: Technická zpráva 1996.
- SČVK A.S. TEPLICE, 1999: Souhrnná technická zpráva 1999.
- SEVEROČESKÉ VODOVODY A KANALIZACE A.S., 2013: Provozní řád, Čistírna odpadních vod Most - Chánov, Liberec, 140 s.
- SLAVÍČKOVÁ K.et SLAVÍČEK M., 2013: Vodní hospodářství obcí 1, Úprava a čištění vody, Nakladatelství ČVUT, Praha, 199 s., ISBN 978-80-01-05390-4.
- SOBOTA J., 2006: Studijní texty předmětu Úprava pitných a čištění odpadních vod, 2. část, Čištění odpadních vod, Praha, 20 s.
- THE WORLD BANK GROUP, 2016: Activated Sludge Treatment Process, Washington DC, online: <http://water.worldbank.org/shw-resource-guide/infrastructure/menu-technical-options/activated-sludge>, cit. 1.2.2016.
- UNEP, 1997: Source Book of Alternative Technologies for Freshwater Augmentation in Latin America and the Caribbean, Unit of Sustainable

Development and Environment General Secretariat, Organization of American States, Washington D.C: online: <http://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea59e/ch01.htm#preface>, cit. 1.2.2016.

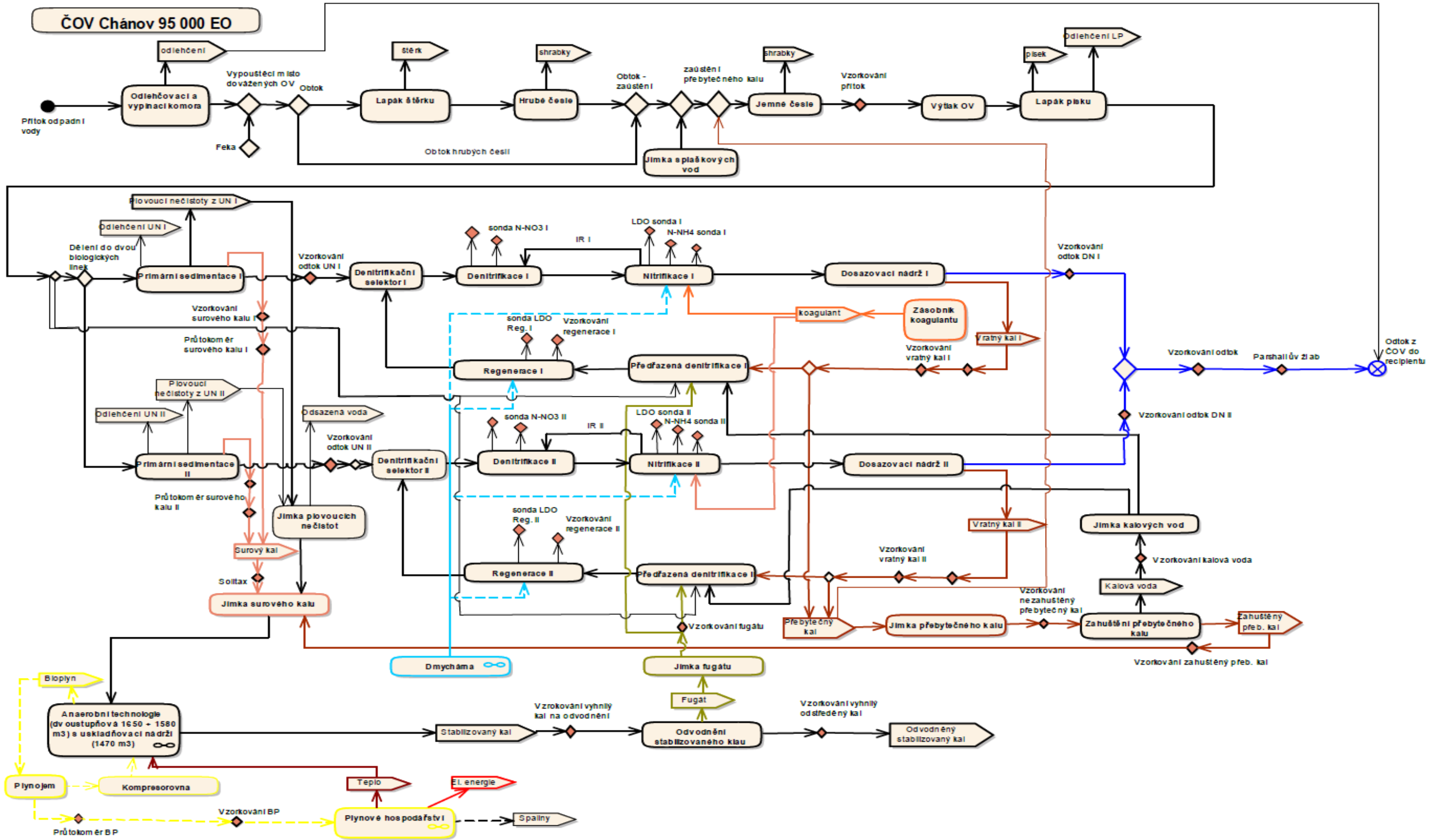
- VIGNESWARAN S., 2009: Adsorbition and biological filtration in wastewater treatment. In Kandasamy J., Vigneswaran S., Hoang T.T.L., Chaudbary D.N.S.: (eds.): Waste Water Treatment Technologies - Volume I Encyclopedia of life support systems: Water sciences, engineering and technology resources). Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS), Oxford, 173 - 187.
- VYMAZAL J., 2004: Kořenové čistírny odpadních vod, ENKI o.p.s., Třeboň, 14 s.
- WHO, 2006: Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater, Volume 4, Excreta and greywater use in agriculture, WHO, 47 s., ISBN 92 4 154685 9.
- MAPY.CZ, 2016: <http://www.mapy.cz>, online: <https://mapy.cz/zakladni?x=13.6880779&y=50.3231283&z=10&q=ch%C3%A1nov>, cit. 1.2.2016.
- Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů.
- Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů.



# 11 SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK:

---

Obrázek 1 - Vertikální lapák písku (zdroj: Fontana R s.r.o., 2016)	15
Obrázek 2 - Usazovací nádrže (zdroj: City of Fairfield, Ohio, 2016)	16
Obrázek 3 - Schéma kalového hospodářství (zdroj: Lyčková B., Fečko P, Kučerová R., 2008)	20
Obrázek 4 - Vyhňivací nádrže (zdroj: Doprastav a.s., 2016)	21
Obrázek 5 - Umístění čistírny (zdroj: www. mapy. cz)	22
Obrázek 6 - Lapák šterku s drapákem	24
Obrázek 7 - Hrubé česle s dopravníkem	25
Obrázek 8 - Jemné česle	26
Obrázek 9 - Šneková čerpadla	27
Obrázek 10 - Lapák písku s pojezdovým mostem v objektu česlovný	28
Obrázek 11 - Aktivační nádrž (Nitrifikace)	29
Obrázek 12 - Dosazovací nádrž s pojezdovým mostem	31
Obrázek 13 - Vyhňivací nádrže a uskladňovací nádrž	33
Obrázek 14 - Kogenerační jednotka	34
Obrázek 15 – Odstředivka	35
Obrázek 16 - Doprava odvodněného kalu	35
Obrázek 17- Doprava odvodněného kalu	35
Tabulka 1 - Vyhodnocení rekonstrukce .....	41



Příloha č. 1 Technologické schéma ČOV Chánov