

# Rekonstrukce čistírny odpadních vod Cheb

Pavel Hančík

---

Bakalářská práce  
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická  
Ústav výrobního inženýrství  
akademický rok: 2011/2012

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Pavel HANČÍK**  
Osobní číslo: **T09072**  
Studijní program: **B 3909 Procesní inženýrství**  
Studijní obor: **Technologická zařízení**

Téma práce: **Rekonstrukce čistírny odpadních vod Cheb**

Zásady pro vypracování:

- 1. Analýza současného stavu čistírny odpadních vod Cheb**
- 2. Návrh opatření k dosažení stanovených parametrů**
- 3. Technologické provedení úprav**
- 4. Ekonomické zhodnocení**

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

**Dle doporučení vedoucího práce Normy ČSN**

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. František Volek, CSc.**  
Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

**13. února 2012**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**25. května 2012**

Ve Zlíně dne 13. února 2012

  
doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.  
*děkan*



  
prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D.  
*ředitel ústavu*

Příjmení a jméno: Hančík Pavel

Obor: Procesní inženýrství

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby <sup>1)</sup>;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 <sup>2)</sup>;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 25.5.2012

  
.....

<sup>1)</sup> zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

<sup>1)</sup> zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

<sup>2)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

<sup>3)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpirá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídně k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

## **ABSTRAKT**

Předkládaná bakalářská práce pojednává o popisu rekonstrukce městské čistírny odpadních vod v Chebu. Důvodem rekonstrukce byla zejména potřeba rozšíření kapacity a potřeba přizpůsobit se současné i připravované legislativě v České republice, která v souladu s direktivami Evropské unie nutí provozovatele čistíren odpadních vod připravovat a realizovat projekty intenzifikací čistíren odpadních vod. Hlavním požadavkem je odstraňování nejenom organického znečištění ( $BSK_5$ ), ale především znečištění tvořené formami dusíku a fosforu. V teoretické části se okrajově seznámíme s historií, současností, aktuálními problémy v čistírenství, druhy odpadních vod a zejména se stávajícími technologickými zařízeními na ČOV Cheb. V praktické části bude nastíněn návrh opatření ke splnění všech předepsaných parametrů, který následně bude rozepsán do konkrétní technologické podoby. Závěrem bude provedeno celkové ekonomické zhodnocení všech potřebných úprav.

Klíčová slova: rekonstrukce, intenzifikace, čistírna odpadních vod

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis deals with a reconstruction of a city wastewater treatment plant in Cheb. The main reason of this reconstruction was a need to extend a capacity and a need to comply with a contemporary and forthcoming legislation in the Czech Republic, which in accordance with directives of EU forces keepers of sewage plants to implement a wastewater treatment plant intensification projects. The main requirement is an elimination of organic pollution ( $BSK_5$ ) and especially nitrogen and phosphorus pollution. The theoretical part is focused on a history, the present, actual problems in sewage disposal, types of waste water and current technological equipments of sewage plant in Cheb. Practical part is focused on suggestions to fulfil all required parameters and their concrete technological description. The end of this thesis presents economical assessment of all required modifications.

Keywords: reconstruction, intensification, wastewater treatment plant

Touto cestou bych velmi rád poděkoval mému vedoucímu bakalářské práce Ing. Františkovi Volkovi CSc. za ochotu, pomoc a cenné rady při vedení a realizaci této bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat zaměstnancům firmy CHEVAK a.s., zejména Ing. Patriku Filingerovi (vedoucímu ČOV Cheb) za konzultace a poskytnutí potřebných materiálů, bez kterých by tato práce nemohla vzniknout.

*„V čisté vodě může člověk spatřit odraz své podoby, ve víně srdce jiného člověka a v odtoku z čistírny odpadních vod svědomí společnosti.“*

autor neznámý

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>1 VÝVOJ ČISTÍRENSTVÍ A POPIS ODPADNÍCH VOD</b> .....	<b>12</b>
1.1 HISTORICKÝ VÝVOJ .....	12
1.2 SOUČASNOST .....	13
1.3 AKTUÁLNÍ PROBLÉMY V ČISTÍRENSTVÍ.....	14
1.4 ODPADNÍ VODY .....	15
1.4.1 Druhy odpadních vod .....	16
1.4.2 Vliv odpadních vod na vodní recipient .....	17
<b>2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU ČOV CHEB</b> .....	<b>18</b>
2.1 ZÁKLADNÍ ÚDAJE STAVBY .....	18
2.2 ROZDĚLENÍ ČOV NA PROVOZNÍ SOUBORY .....	21
2.2.1 Přítok na ČOV, lapák šterku a čerpací stanice OV .....	22
2.2.1.1 Přivaděče odpadní vody na ČOV .....	22
2.2.1.2 Lapák šterku.....	22
2.2.1.3 Čerpací stanice OV .....	23
2.2.2 Hrubé předčištění .....	24
2.2.2.1 Hrubé česle .....	24
2.2.2.2 Jemné strojně stírané česle.....	25
2.2.2.3 Lapák písku a tuků .....	26
2.2.2.4 Rozdělovací objekt .....	27
2.2.3 Mechanické předčištění.....	27
2.2.3.1 Usazovací nádrž .....	27
2.2.4 Biologický stupeň, odtok .....	29
2.2.4.1 Aktivační nádrže – aktivace.....	29
2.2.4.2 Dosazovací nádrže .....	32
2.2.4.3 Odtok vyčištěné vody z ČOV .....	34
2.2.5 Chemické hospodářství .....	35
2.2.6 Kalové hospodářství.....	35
2.2.6.1 Zahušťovací nádrž .....	35
2.2.6.2 Vyhnívací nádrže .....	36
2.2.6.3 Uskladňovací nádrže.....	37
2.2.6.4 Odvodnění kalu .....	37
2.2.7 Plynové hospodářství .....	38
2.2.7.1 Plynojem .....	38
2.2.7.2 Kogenerační jednotka .....	38
2.2.7.3 Kotelna.....	39
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>41</b>
<b>3 CÍL ÚPRAV</b> .....	<b>42</b>
3.1 ROZDĚLENÍ NOVÉ ČOV NA PROVOZNÍ SOUBORY .....	42
3.2 ZÁKLADNÍ NAVRHOVANÉ PARAMETRY ČOV .....	43
3.3 NÁVRH INTENZIFIKACE DLE JEDNOTLIVÝCH PS .....	44
3.3.1 PS 01 Úpravy na přítokových stokách .....	44
3.3.2 PS 02 Hrubé předčištění .....	44



3.3.2.1	Stáčení fekálních vod.....	44
3.3.2.2	Lapák šterku.....	45
3.3.2.3	Vstupní čerpací stanice.....	45
3.3.2.4	Česlovna.....	46
3.3.2.5	Dešťová zdrž.....	47
3.3.3	PS 03 Mechanické čištění.....	48
3.3.3.1	Lapák písku.....	48
3.3.3.2	Rozdělovací objekt.....	51
3.3.3.3	Usazovací nádrž.....	51
3.3.4	PS 04 Biologické čištění.....	52
3.3.4.1	Aktivační nádrže.....	52
3.3.4.2	Dosazovací nádrž.....	55
3.3.4.3	Regenerační nádrž.....	58
3.3.4.4	Mikrofiltrace.....	59
3.3.4.5	Dávkování chemikálií.....	61
3.3.5	PS 05 Kalové a plynové hospodářství.....	62
3.3.5.1	Zahuštění kalu.....	62
3.3.5.2	Odvodnění kalů – homogenizační a fugátová nádrž.....	64
3.3.5.3	Vyhňivací nádrž VN I°.....	65
3.3.5.4	Vyhňivací nádrž VN II° a uskladňovací nádrž UsN.....	66
3.3.5.5	Kompresorovna.....	68
3.3.5.6	Plynojem, strojovna plynojemu.....	68
<b>4</b>	<b>EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ REKONSTRUKCE .....</b>	<b>69</b>
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>70</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>72</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>73</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>75</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>76</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>77</b>

## ÚVOD

Ve své bakalářské práci se zabývám rekonstrukcí čistírny odpadních vod v Chebu. Problematika čistírenství nabývá na důležitosti ve všech vyspělejších zemích světa. Voda patří k základním životním potřebám lidí, zvířat i rostlin, a proto je třeba o její čistotu náležitě pečovat.

K největším znečišťovatelům vody patří zejména obyvatelstvo, které během svého života vyprodukuje velké množství splaškové odpadní vody, a dále také firmy a instituce různého zaměření, které v souvislosti se svou činností produkují jak vody splaškové, tak i průmyslové odpadní vody. S růstem počtu obyvatel, zlepšováním životní úrovně a rozvojem průmyslu je tak velmi důležité budovat a modernizovat čistírny odpadních vod, které se s využitím nejrůznějších technologií snaží o navrácení znečištěné vody do původního stavu.

Čistírny odpadních vod jsou zařízení, která slouží k udržení ekologické rovnováhy v recipientu. Čistírny odpadních vod budované v minulých letech však velmi často, a ve velké míře, nejsou schopny plnit předepsané ukazatele, které jsou dány dnešní platnou legislativou. Vyžadují tak, takové technické a technologické úpravy objektů, které umožní tyto ukazatele splnit a zajistí příslušnou technickou úroveň.

Stávající i připravovaná legislativa v České republice nutí v souladu s direktivami Evropské unie provozovatele čistíren odpadních vod připravovat a realizovat projekty intenzifikací čistíren odpadních vod. Základním a zároveň nejdůležitějším požadavkem je odstraňování nejenom organického znečištění ( $BSK_5$ ), ale především znečištění tvořené formami dusíku a fosforu. Toto platí v nezměněné míře i pro popisovanou čistírnu odpadních vod v Chebu.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 VÝVOJ ČISTĚNÍ A POPIS ODPADNÍCH VOD

*„Úroveň odvádění splaškových vod od obyvatelstva i kapalných odpadů vznikajících při průmyslové a zemědělské činnosti vypovídá mnohdy více o kulturním, sociálním, technickém a ekonomickém stupni rozvoje dané společnosti, než počet vystavěných chrámů, tuny produkce určité komodity na hlavu či počet prosperujících bankovních domů v zemi. Stokování a čištění odpadních vod je odrazem péče dané společnosti o to, co se dnes nazývá poněkud módním termínem  $\square$ trvale udržitelný rozvoj‘. Zasedání řídicího výboru projektu Evropské unie COST 682 Integrované hospodaření s odpadními vodami v lednu 1996 v Budapešti sice ukázalo, že zejména z energetického hlediska nejsou současné způsoby odvádění a čištění odpadních vod vhodné pro rozšíření v celosvětovém měřítku i za hranici roku 2000, ale představují z technického i ekonomického hlediska ten nejschůdnější způsob hygienicky přijatelného nakládání s odpadními vodami na současném stupni rozvoje civilizované společnosti.“ [4]*

### 1.1 Historický vývoj

Průmyslová revoluce přinesla společnosti mnoho pozitivního, ale i nové problémy. Jak se civilizace vyvíjela, lidé se shromažďovali na menším území, města a průmyslové části byly provázeny upadajícími hygienickými podmínkami. Cholera, mor a jiné nemoci patřily mezi nejvíce rozšířené choroby, které se šířily znečištěnou vodou.

Odvádění odpadních vod tak, jak jej známe dnes, neexistovalo. Dříve se používaly pouze suché záchody. Voda, která byla přiváděna do domu, pocházela většinou ze studny nebo vodního toku. Jediné kanály odváděly špinavou vodu z ulic do nejbližšího vodního toku. Velmi málo vody se používalo pro hygienické účely a odpadky byly vyhazovány přímo z domu na ulici. V takových podmínkách lidé žili. Ulice byly špinavé a zaplněné zápachajícími odpadky, které přitahovaly hmyz a krysy.

Čištění odpadních vod jako takové před rokem 1900 existovalo pouze ve formě závlah. Toto čištění bylo prováděno na tzv. farmách, kde byla odpadní voda používána k zavlažování. Tento způsob nebyl zrovna perspektivní. Bylo stále těžší najít dostatečné množství půdy na zavlažování odpadními vodami. Navíc s rozvojem průmyslu, zvláště chemického, vznikl problém znečišťování odpadních vod.

V roce 1887 vznikla myšlenka, že správnou cestou je pravděpodobně čištění odpadní vody nejprve separovat kal, poté vybrat správný organismus a speciálně jej kultivovat, dále držet tuto vodu po určitou dobu, kdy bude aerována, a následně ji vypouštět do řek jako vyčištěnou. Nápad, že se jednou bude čistit kal biologicky, byl v té době dost odvážný, ale praxe ukazovala, že odpadní voda, která protéká přes písčitoštěrkovou půdu se stává méně znečištěnou. Vznikla tak myšlenka, která dále vedla přes kompaktní lože k moderním biologickým filtrům. [2]

## 1.2 Současnost

Vodní politika se stala součástí globální politiky životního prostředí. Svým významem a dopady široce souvisí s celkovou hospodářskou politikou státu a spokojeností obyvatelstva. Od roku 1989 se situace ve vodním hospodářství postupně vyvíjela ve prospěch zlepšování vodních poměrů, což výrazně ovlivnilo jakost povrchových vod. Příčin bylo několik:

- restrukturalizace průmyslu;
- úsporná opatření s vodou v průmyslu a u obyvatelstva;
- výstavba a modernizace čistíren odpadních vod. [9]

V České republice bydlelo v roce 2004 přibližně 79 % obyvatel v domech připojených na kanalizaci pro veřejnou potřebu. Celkové množství odpadních vod vypuštěných do kanalizace pro veřejnou potřebu činilo v roce 2004 545,9 milionu m<sup>3</sup> a z tohoto množství bylo 512,1 milionu m<sup>3</sup> čištěno v městských čistírnách odpadních vod (tj. 93,8 %). Z toho vyplývá, že téměř 34 milionů m<sup>3</sup> odpadních vod oteklo z této kanalizace do recipientů bez patřičného čištění. V současné době bydlí ještě více než dva miliony lidí v domech nepřipojených na kanalizaci pro veřejnou potřebu a určitá část jimi produkovaných odpadních vod je vypouštěna do vodních toků bez čištění. S tím souvisí i riziko nekontrolovaného znečištění unikajícího z technicky nevyhovujících stávajících žump, které používá část obyvatel nepřipojených na kanalizaci. [6]

S ohledem na současný stav v zabezpečení čištění odpadních vod v ČR je zřejmé, že výstavba nových čistíren odpadních vod se bude týkat hlavně aglomerací menších než 5 000 EO. Odpadní vody z těchto menších aglomerací jsou však často vypouštěny

do málo vodných toků, kde se účinek takového zatížení projeví velmi výrazně. Vypouštění nečištěných odpadních vod přispívá ke zhoršování jakosti povrchových, a za určitých okolností i podzemních vod ve všech sledovaných ukazatelích. Zhoršuje se celkový stav vod, a tím se znemožňuje normální a vyvážený život populace vodních organismů. Tento stav přispívá k nežádoucímu stavu dotčených vodních útvarů. [6]

Základními právními předpisy v oblasti čistírenství jsou:

- **zákon č. 254/2001 Sb.**, o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) v platném znění;
- **nařízení vlády č. 61/2003 Sb.**, dnes **229/2007**, 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;
- **zákon č. 274/2001 Sb.**, o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích) v platném znění. [6]

### 1.3 Aktuální problémy v čistírenství

Z historického vývoje čistírenství u nás vyplývá, že bychom se měli setkávat s obdobnými technologickými a technickými problémy jako vodohospodářsky vyspělé evropské státy. Mezi nejvýznamnější problémy patří především:

Vyrovnaní se se zpřísňujícími se nároky legislativy na ochranu vod před znečištěním: důraz je kladen zejména na snížení zátěže recipientů, tedy řek a příbřežních částí kontinentálních moří, nutrienty a omezení jejich eutrofizace. Tímto je vyvoláván značný tlak na modernizaci existujících ČOV.

Nutnost dosahování úspor při odvádění a čištění odpadních vod: provozní i investiční náklady v oblasti čištění odpadních vod neustále rostou. Proto je třeba hledat úspory tak, aby se ceny držely v ekonomicky únosných mezích jak pro průmysl, tak i pro obyvatelstvo.

Efektivní řízení provozu z hlediska čistícího účinku i ekonomického: k efektivnímu řízení je potřeba zejména dostatek relevantních informací o probíhajících procesech.

Závislost ČOV na legislativě týkající se zpracování odpadů: technologie zpracování kalů a možnosti jejich konečné likvidace dnes hrají dominantní roli v celé Evropě. Pracovníci čistíren jsou v této oblasti závislí na legislativě, kterou je třeba se řídit.

Problematika čištění odpadních vod z malých zdrojů i z rozptýlené zástavby: čištění odpadních vod z malých zdrojů je v celé Evropě velmi akceptována. Tito znečišťovatelé ovšem patří k ekonomicky nejslabším, což ovlivňuje možnosti v použití čistírenských technologií, u malých znečišťovatelů taktéž není možné zaručit požadovanou kvalitu čistírny.

Atraktivnost čistíren z pohledu pracovního prostředí: vinou nepříliš atraktivního pracovního prostředí a často i nízkým výdělkům není vždy jednoduché získat dostatečně kvalifikované pracovníky. [4]

## 1.4 Odpadní vody

Za odpadní vody považujeme ty, které po použití změni své vlastnosti, byť jen fyzikální. Tyto vody jsou většinou vypouštěny do vod povrchových. Před vypuštěním ovšem musí být vyčištěny na požadovanou míru stanovenou tzv. vodohospodářským rozhodnutím. To obsahuje mimo jiné především povolené množství odpadní vody a kvalitativní, případně bilanční limity pro jednotlivé složky znečištění. Při tvorbě vodohospodářského rozhodnutí je nutné vycházet z celostátně platné legislativy (nařízení vlády), která stanovuje:

- a) **emisní limity** – maximálně přípustné koncentrace ve vypouštěné odpadní vodě, které jsou závazně stanoveny pro jednotlivá odvětví průmyslu i pro městské odpadní vody. U městských odpadních vod jsou takto limitovány koncentrace  $BSK_5$ ,  $CHSK_{Cr}$ ,  $N-NH_4$ ,  $NL$  a  $P_{celk}$  v hodnotách diferencovaně podle velikosti zdroje. Způsob hodnocení emisních limitů se vymezi například ze slévaného vzorku po dobu 24 hodin;
- b) **imisní limity** – jedná se o koncentrace ve vodním recipientu, které by při vypouštění odpadní vody neměly být překročeny ani za nejméně příznivých hydrologických poměrů. Povolené koncentrace ve vypouštěné odpadní vodě jsou taktéž stanoveny ve vodohospodářském rozhodnutí. Berou se v úvahu, ale nejsou závazné. Poukazují

spíše na cílový stav, ke kterému by mělo vodní hospodářství v souladu s ekonomickými možnostmi státu směřovat. [7]

#### 1.4.1 Druhy odpadních vod

Podle svého původu rozdělujeme odpadní vody na:

- a) **splaškové odpadní vody** – jedná se o odpadní vody vypouštěné do veřejné kanalizace z bytů a obytných domů, a dále také odpadní vody z městské vybavenosti, jako jsou školy, restaurace, hotely, kulturní zařízení a podobně, které mají podobný charakter jako odpadní vody od obyvatel. Specifické množství splaškových vod, tzn. množství od jednoho obyvatele za den, se odvíjí od bytové vybavenosti (koupelny, sprchy, přívod teplé vody aj.) a je prakticky shodné se spotřebou pitné vody. Průměrně se počítá se specifickou produkcí splaškových vod 150 litrů na jednu osobu za den;
- b) **odpadní vody průmyslové** – tyto vody jsou vypouštěny do veřejné kanalizace z průmyslových závodů a výroben, případně jsou předčištěny v závodě, tzn., že jsou zbaveny toxických a pro provoz veřejné kanalizace a čistírny odpadních vod, případně i pro vodní recipient, jinak škodlivých látek. Spadají sem také odpadní vody ze zemědělství. Průmyslové odpadní vody jsou po vyčištění vypouštěny do vodních recipientů buď samostatně, nebo spolu se splaškovými vodami prostřednictvím veřejné kanalizace. Tyto smíšené odpadní vody se bez ohledu na velikost obce nazývají městskými odpadními vodami. Podíl průmyslových vod v našich podmínkách činí obvykle 80 až 100 % z vod městských;
- c) **odpadní vody srážkové** – tyto vody jsou odváděny z intravilánu obce jednotnou kanalizací. Jejich množství je závislé na intenzitě srážek, velikosti odvodňované plochy a její kvalitě (sklonu, povrchu). I při krátkodobém působení srážky dosahují v maximech hodnot zdaleka převyšujících průtok splaškových a průmyslových odpadních vod. Proto na ně musí být kanalizace dimenzována;
- d) **vody balastní** – tyto vody v pravém slova smyslu nejsou odpadními vodami. Přesto se ale dostávají do kanalizace a často svým objemem tvoří významný podíl v odpadních vodách. Jedná se o podzemní vody, a někdy také o vody povrchové, které se do veřejné kanalizace dostávají netěsnostmi kanalizace. [7]



### 1.4.2 Vliv odpadních vod na vodní recipient

Odpadní vody způsobují zejména:

- a) zanášení koryta řek suspendovanými usaditelnými látkami, případně také znečišťování břehů řek makroskopickými látkami unášenými vodou;
- b) estetické a organoleptické (pachové) závady;
- c) vyčerpání rozpuštěného kyslíku, zejména mikrobiálním rozkladem organických látek, což vede ke znemožnění života vodních organismů;
- d) epidemiologické závady vlivem přítomnosti patogenních organismů – virů, bakterií, protozoí, červů a jiných;
- e) kontaminaci vody toxickými nebo jinak škodlivými látkami, například těžkými kovy, chlorovanými organickými látkami, fenoly a jinými;
- f) přívod látek způsobujících eutrofizaci povrchových vod a zvyšování solnosti vody;
- g) změnu teploty, především její zvyšování, což může být významné při vypouštění velkého množství vod chladících (odtok z elektráren). [7]

## 2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU ČOV CHEB

Původní mechanicko-biologická čistírna odpadních vod pro město Cheb byla vybudována v letech 1968 až 1972. Její zkušební provoz byl zahájen v září 1972. Původní čistírna odpadních vod pro město Cheb (označovaná jako "ČOV 72") je v současné době mimo provoz. Od doby uvedení do zkušebního provozu nedosahovala ČOV 72 projektem předpokládaných provozních výsledků. Po celou dobu jejího provozu byly prováděny na čistírenských objektech a zařízeních různé úpravy, jejichž cílem bylo dosažení trvale spolehlivějšího a vyššího efektu čištění. S tím spojené náklady, jakož i výše náhrad za nedostatečné čištění odpadních vod vypouštěných do recipientu a zvýšené nároky na nepřekročení limitů stanovených ukazatelů vypouštěných odpadních vod, byly pro provozovatele podnětem k zahájení příprav akce s názvem "Rozšíření ČOV Cheb".

Společenské a hospodářské změny po roce 1989 ovlivnily rozsah uvažované výstavby (v daném smyslu měly za následek omezení rozsahu plánované výstavby s ohledem na ekonomickou situaci investora). Zohledněna byla i snížená produkce odpadních vod ve vztahu k útlumu průmyslové činnosti, odsunu dříve početného stavu vojsk v odkanalizovaném území a v neposlední řadě i snížení spotřeby vody u drobných odběratelů. Investor a ostatní účastníci na výstavbě rozhodli o kompromisním rozsahu výstavby, což bylo dokumentačně zpracováno v červnu 1991 jako projekt "Rozšíření ČOV Cheb - změna". [5]

### 2.1 Základní údaje stavby

Čistírna odpadních vod přísluší k systému jednotné kanalizace pro město Cheb a Františkovy Lázně.

#### **Základní údaje stavby:**

Kapacita čistírny odpadních vod:	45 000 EO
Lokalizace čistírny odpadních vod:	pravý břeh řeky Ohře
Název příslušné obce:	Cheb
Katastrální území:	Hradiště u Chebu 651028
Název vodního recipientu:	Ohře - 239,5 říční kilometr
Správce vodního toku:	Povodí Ohře, s. p.

**Čistírna odpadních vod je určena pro katastrální území:**

- Cheb 650919;
- Dolní Dvory 651052;
- Františkovy Lázně 634646;
- Hradiště u Chebu 651028;
- Háje u Chebu 636576;
- Horní Ves u Třebeně 769517;
- Horní Lomany 634654;
- Slatina u Františkových Lázní 634689;
- Skalka u Chebu 650862. [5]

Další údaje uvádějí následující tabulky.

*Tab. 1. Povolené množství vypouštěných vod z ČOV Cheb [5]*

$Q_{\max}$ pro aktivaci	$Q_{24}$	$Q_{\text{měs}}$	$Q_{\text{roční}}$
[l/s]	[l/s]	[m <sup>3</sup> /měsíc]	[m <sup>3</sup> /rok]
340	160	420 000	5 000 000

*Tab. 2. Hydraulické zatížení - přítok na ČOV Cheb [5]*

		[l/s]	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /den]
Přítok průměrný denní	$Q_{24}$	156	-	-
Přítok max. denní	$Q_d$	-	-	13 450
Přítok max. hodinový	$Q_h$	-	560	-
Přítok max. na ČOV	$Q_{\max.}$	1 400	-	-
Přítok max. do biologické části	$Q_{\max.\text{biol.}}$	170	612	-

Tab. 3. Látkové zatížení - přítok na ČOV Cheb [5]

Ukazatel	[mg/l]	[kg/den]	počet
BSK <sub>5</sub>	186,8	2 305	-
EO (60 g BSK <sub>5</sub> / (EO.d))	-	-	38 414
CHSK	428	5 447	-
NL	203,5	2 606	-
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	23,9	286	-
N <sub>celk</sub>	35,4	373	-
P <sub>celk</sub>	6,0	72,9	-

Tab. 4. Povolené vypouštění znečištění odpadních vod z ČOV Cheb do recipientu [5]

Ukazatel	Vodoprávní povolení 5014/ZZ/RO/SP/04			NV č. 61/2003 Sb.	
	„p“	„m“	produkce	„p“	„m“
	typ C			typ C	
	[mg/l]	[mg/l]	[t/rok]	[mg/l]	[mg/l]
CHSK <sub>Cr</sub>	90	130	355	90	130
BSK <sub>5</sub>	20	40	80	20	40
NL <sub>S</sub>	20	40	80	25	50
N <sub>anorg</sub>	20	30	80	20 (do r. 2010)	30 (do r. 2010)
N <sub>celk</sub>	3	6	12	15 (průměr) (od r. 2011)	20 (od r. 2011)
P <sub>celk</sub>	3	6	12	3 (do r. 2010)	6 (do r. 2010)
				2 (průměr) (od r. 2011)	6 (od r. 2011)

„p“                      přípustná hodnota koncentrací pro rozборы směsných vzorků  
vypouštěných odpadních vod

„m“                      max. přípustná hodnota koncentrací pro rozборы prostých vzorků  
vypouštěných odpadních vod

**Vzorek – „typ C“** čtyřiadvacetihodinový směsný vzorek získaný sléváním dvanácti objemově úměrných dílčích vzorků odebíraných v intervalu dvou hodin

Tab. 5. Vypouštěné znečištění odpadních vod z ČOV Cheb do recipientu [5]

Ukazatel	Koncentrační hodnoty v r. 2007		Koncentrační hodnoty v r. 2009		Koncentrační hodnoty v r. 2010	
	průměr	max.	průměr	max.	průměr	max.
	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
<b>BSK<sub>5</sub></b>	7,2	16,9	7,5	17,5	8,1	17,8
<b>CHSK</b>	40,3	67,8	43,2	69,2	42,5	65,2
<b>NL</b>	16,4	42	15,6	42,2	16,4	42
<b>N<sub>anorg</sub></b>	15,9	23,4	14,3	21,9	16,7	25,1
<b>P<sub>celk</sub></b>	1,3	3,5	1,2	2,9	1,4	3,7

## 2.2 Rozdělení ČOV na provozní soubory

Jednotlivé části čistírny lze rozdělit do několika základních částí:

- přítok na ČOV, lapák šterku a čerpací stanice OV;
- hrubé předčištění;
- mechanické předčištění;
- biologický stupeň, odtok z ČOV;
- chemické hospodářství;
- kalové hospodářství;
- plynové hospodářství.

Stávající čistírna odpadních vod byla uvedena do provozu v roce 1996 a nahradila původní ČOV z roku 1972. ČOV je postavena jako mechanicko-biologická čistírna s kapacitou 45 000 EO. Je konstruována se systémem denitrifikace a nitrifikace s kalovým a plynovým hospodářstvím, doplněna technologií chemického srážení fosforu. Kapacita biologického stupně ČOV je 340 l/s. V případě větších přítoků, zejména dešťových, jsou odpadní vody odlehčovány přímo do řeky Ohře. Princip technologického řešení je patrný ze schématu technologických procesů (Příloha I).

## 2.2.1 Přítok na ČOV, lapák štěrku a čerpací stanice OV

### 2.2.1.1 Přivaděče odpadní vody na ČOV

Odpadní voda se na ČOV dostává pomocí několika přivaděčů (stoka A, B, C, F), nebo svozy fekálními vozy s odpadními vodami a kaly ze žump a septiků, zároveň jsou dováženy i kaly z malých čistíren z okolí.

**Stoka A** slouží k odvádění odpadních vod z dolního pásma města Cheb a je souběžná s tokem řeky Ohře, její odlehčovací komory jsou v dosahu hladiny řeky při průtoku velkých vod.

**Stoka B** odvádí odpadní vody z horního pásma města Cheb. Úsek mezi objekty měrné šachty a odlehčovací komory je veden nad úroveň terénu.

**Stoka C** slouží k odvodu odpadních vod z města Františkovy Lázně a je na ni napojena **stoka F**, kterou se odvádí odpadní vody z průmyslového parku v Dolních Dvorech.

Na všech stokách je osazeno měření průtoku a jsou vybaveny odlehčovacími komorami.

#### Odlehčovací komory

Odlehčovací komory patří k nejdůležitějším a zároveň k nejsložitějším objektům stokových sítí z hlediska hydraulického, hydrologického, hygienického i konstrukčního, přičemž tato jednotlivá hlediska se vzájemně ovlivňují a úzce spolu souvisejí. Konstrukčně musí být odlehčovací komora uspořádána tak, aby oddělovala z celkového průtoku nad ní množství vody, o které má být průběžná stoka odlehčena, a toto množství aby odváděla odlehčovací stokou do recipientu. [4]

### 2.2.1.2 Lapák štěrku

Lapák štěrku se navrhuje vždy u stokové sítě jednotné soustavy. Nutnost osazení lapáku štěrku se doporučuje posoudit se zřetelem na místní podmínky i u stokové sítě oddílné soustavy. Úkolem lapáku štěrku je zachycovat jen hrubé a těžké předměty přinášené odpadními vodami. [1]

Lapák štěrku na ČOV Cheb je vybudován za účelem ochrany strojně stíraných česlí v objektu hrubého předčištění. Lapák štěrku pro stoky A a C je upraven prohlubní ve dně soutokové komory, která tvoří jeden stavební celek s čerpací stanicí dolního pásma.

Komora má vnitřní rozměry 8,9 x 5,4 m. Žlab pro zachycení hrubých, sunutých nečistot je v celé šíři komory na straně při dělící stěně nátoku na šneková čerpadla. Jeho hloubka činí jeden metr, sklony boků jsou v poměru 1:0,6. Pro vyklízení obsahu je instalována mechanická jeřábová drážka s drapákem o nosnosti jeden tuny s kabelovým ovládním. Rameno pojezdu drážky je vyloženo nad sousední odstavnou plochu, kde je umístěn kontejner pro ukládání vytěženého materiálu. Na opačné straně přesahuje drážka nad lapáč šterku stoky B a slouží i pro jeho vyklízení. V ose jeřábové drážky je nadzemní potrubní vedení stoky B v délce 5,8 m přerušeno a propojení je provedeno monolitickým betonovým žlabem s úpravou pro zachycení hrubých sunutých nečistot. Šterková prohlubeň je zapuštěná jeden metr pod úroveň dna a sklony boků jsou 1:2. [5]



*Obr. 1. Stoka B, lapák šterku a čerpací stanice OV na ČOV*

### **2.2.1.3 Čerpací stanice OV**

Pro dopravu odpadní vody z nátokové jímky u lapáku šterku jsou použita tři šneková čerpadla, která jsou konstruována pro silně znečištěné kapaliny, kaly apod. do teploty 50 °C. Odpadní voda za šnekovými čerpadly již protéká celou čistírnou až do odtoku v recipientu gravitačně bez dalšího potřeby přečerpávání.

Čerpadla mají schopnost dopravovat kapaliny s většími, případně i vláknitými přímíseninami bez nutnosti jejich předchozího mechanického předčištění.

Jsou konstruována pro sklon 30° až 38°. Patří do skupiny čerpadel zdvižných. Jsou jednoduché robustní konstrukce, s vysokou provozní spolehlivostí, velkou životností, jednoduchou obsluhou a vysokou účinností. [11]

Ovládání čerpadel se řídí od výšky hladiny v nátokové jímce, kde dvě čerpadla jsou provozní a třetí je namontováno jako rezerva.

Použitá čerpadla YBA 1280-12806 o výkonu:

- průtok  $Q = 450 \text{ l/s}$
- dopravní výška  $H = 5,90 \text{ m}$
- otáčky šneku  $n = 47 \text{ /min}$
- sklon šneku  $\beta = 30^\circ$
- vnější průměr šneku  $D = 1\,280 \text{ mm}$
- účinná délka šneku  $L = 12\,806 \text{ mm}$
- informativní účinnost  $\eta = 76 \%$

### 2.2.2 Hrubé předčištění

Objekt za čerpací stanicí odpadních vod se nazývá hrubé předčištění. Úkolem hrubého předčištění je odstranit z odpadních vod převážně hrubé a makroskopické látky, jejichž přítomnost je nežádoucí v dalších stupních čištění z důvodu zanášení a vzniku mechanických závad použitého zařízení. Na ČOV Cheb se k tomuto stupni řadí hrubé a jemné česle, následované lapákem písku a tuků, a v neposlední řadě rozdělovací objekt.

Tab. 6. Orientační množství zachycených materiálů dle ČSN 75 6401 [7]

Zachycený materiál	Jednotka	Množství
Shrabky z česlí	kg.obyv <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup>	4 – 6
Písek	litrů.obyv <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup>	5,5 – 7,3
Tuky	kg.obyv <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup>	3 – 8

#### 2.2.2.1 Hrubé česle

V nátokovém kanále odpadní vody jsou napříč osazeny hrubé česle. Hrubé česle se skládají z nakloněných tyčí umístěných ve stejných vzdálenostech od sebe (tuto vzdálenost



označujeme jako průlinu). Primárním úkolem je zachytit objemnější předměty unášené odpadní vodou, které by mohly způsobit poškození následujících zařízení. Sklon česlí na ČOV Cheb je 70° a vzdálenost průlin 100 mm. Česle jsou stírány ručně obsluhou v pravidelných intervalech.

#### **2.2.2.2 Jemné strojně stírané česle**

Za hrubými česlemi následují jemné strojně stírané česle. Toto zařízení slouží k zachycení hrubých plovoucích hmot, papírů, hadrů, dřeva, odpadků z domácností, zbytků potravin atd. Jedná se o česle EMU FR 6/1000 L 75, se šířkou mezi česlicemi 6 mm. Provoz je stálý, řízený od rozdílu tlaků vyvolaných výškou hladiny vody před a za česlemi.

Strojně stírané česle jsou složeny ze segmentů tvořících nekonečný pás jako síto s průlinami, jejichž velikost je určena šíří segmentu. Pás se otáčí, přičemž zubová část segmentů vynáší zachycené shrabky a v horní části pásu (která je nad vodou), při změně směru jeho pohybu dolů, padají shrabky na dopravník nebo jsou vytlačeny šnekovým zařízením. Provedení segmentů bývá z kovu nebo z umělé hmoty. [4]

Na ČOV je instalována samostatně dvojice česlí, kde jedny jsou trvale v provozu a druhé začnou pracovat automaticky při vyšších průtocích v nátokovém kanále před česlemi. Nečistoty zachycené česlemi (shrabky) padají do korýtkového dopravníku, který je zaústěn do hydraulického pístového odvodňovacího lisu EMU P80, který pomocí vynášecího potrubí dopraví shrabky do přistaveného kontejneru.



Obr. 2. Hrubé a jemné strojně stírané česle [6]

### 2.2.2.3 Lapák písku a tuků

Lapák písku slouží k zachycení písku a minerálních částic do velikosti 0,2 až 0,25 mm. Je konstruován jako podélný, provzdušňovaný, příčné proudění zajišťuje centrální vzduchový rozvod. Jedná se o sdružení dvou lapáků písku a tuků typu LPT 375. Půdorysný rozměr celého objektu je 23,8 x 18,35 metrů. Vlastní typová jednotka má šířku 8,65 m, sestává ze dvou osově symetrických podélných nádrží se samostatnými vtoky a odtoky a s úpravou pro zachycení tuků. Ve vzdálenosti 1,25 m od vnější zdi je po celé délce nádrže protékána příčka pro oddělení tuků. Každá jednotka (dvojice nádrží) má vlastní pojezdový most, na kterém je upevněna mamutka, osazeno dmychadlo pro mamutkové čerpadlo a zavěšena škrabka pro stírání tuků z hladiny do jímky za dělicí příčkou na straně odtoku. Pro vyklízení tuků z jímek je zřízena jeřábová drážka s drapákem a tuk je ukládán do přistaveného kontejneru. Odloučený písek je těžen mamutkovým čerpadlem do ocelového žlabu a gravitačně odtéká do kontejneru v hale hrubého předčištění. Vzduch pro mamutkové čerpadlo dodává dmychadlo ARZENER GM o výkonu  $Q = 5 \text{ m}^3/\text{min}$ . Rozvod vzduchu pro pohyb vody v nádrži je veden nad střední dělicí zdi a je dodáván dmychadly ze strojovny dmyhární v hale hrubého předčištění. Zajišťují ho tři dmychadla ARZENER GM 7 L, kde dvě jsou provozní a třetí je instalováno jako záloha.



Obr. 3. Lapák písku a tuků

#### 2.2.2.4 Rozdělovací objekt

Z lapáků písku a tuků natéká odpadní voda do rozdělovacího objektu, který slouží k rozdělení toku odpadních vod do dvou nezávislých linek tvořených z usazovací nádrže, denitrifikace, nitrifikace a dosazovací nádrže.

#### 2.2.3 Mechanické předčištění

Z hrubého předčištění natékají odpadní vody do dvou linek, tzv. bloku sdružených čistírenských nádrží, které jsou od sebe rozděleny obsluhovaným prostorem, kde je uloženo zařízení a potrubí. Tento prostor se nazývá kolektor. Samotný blok je tvořen dvěma linkami o šířce 12 m a délce 135 m. Každá z linek je rozdělena příčnými přepážkami na jednotlivé čistírenské procesy. Do mechanického předčištění se v našem případě ČOV Cheb řadí jediný stavební objekt, a to usazovací nádrž.

##### 2.2.3.1 Usazovací nádrž

Proces usazování se řadí k nejrozšířenějším separačním procesům, kde samotná separace je dána gravitací závislejší na tvaru, velikosti částic a hustotě dané kapaliny.

Nerozpuštěné částice v odpadní vodě lze charakterizovat jako zrnité a vločkovité. Zrnité částice při usazování nemění svůj tvar, velikost, hmotnost a usazují se konstantní rychlostí. U vločkovitých částic, které se během sedimentace shlukují (koagulují), dochází ke změně velikosti a tvaru částic. Tyto vzniklé shluky částic pak obvykle sedimentují s rychlostí vyšší než jednotlivé částice. [9]

Pro usazovací nádrž je vyčleněna první sekce každého bloku o rozměrech 24 x 12 x 3,4 m o sedimentačním objemu 942,8 m<sup>3</sup> (pro jednu nádrž). V usazovacích nádržích dochází k usazení primárního a přebytečného kalu. Odpadní voda natéká do UN několika ponořenými otvory v celé šířce nádrže z nátokového žlabu, aby bylo zaručeno rovnoměrné rozdělení odpadní vody po celé ploše nádrže. Odpadní voda protéká podélným profilem k přeпадové hraně nádrže, která je vybavena ocelovou pilovou hranou.

Před přeпадovou hranou je na úrovni hladiny instalován ruční naklápací žlab pro shrabování plovoucích nečistot, které jsou následně gravitačně odvedeny zpět do objektu šnekové čerpací stanice odpadních vod. Usazený kal se shrabuje do jehlanové kalové prohlubně na vtokové straně. Ke stírání usazeného i plovoucího kalu (nečistot) je na koruně instalován pojezdový most se stěrkami dna a hladiny. Pro odčerpání kalu z kalových jímek jsou v kolektoru pod přítokovou částí osazena kalová čerpadla 80 GFHU ( $Q = 15$  l/s,  $H = 8,6$  m). Čerpadla jsou dvě pro každou linku. Každá kalová prohlubeň má samostatnou větev sání a společný výtlač. Výtlačné potrubí pokračuje do strojovny zahušťovací nádrže kalu.

Z usazovacích nádrží dále voda pokračuje do aktivačních nádrží, konkrétně části denitrifikační. Při zvýšených průtocích, větších než 170 l/s na jednu nádrž, dochází ve žlabu na odtoku ke vzduť hladiny odpadní vody a k přeпадání do žlabu dešťového odlehčení.



*Obr. 4. Usazovací nádrže s pojezdovým mostem*

#### **2.2.4 Biologický stupeň, odtok**

Biologický stupeň následuje po mechanickém předčištění, a je tedy poslední a nejdůležitější v řadě procesů čištění odpadních vod na ČOV. Skládá se z aktivačních nádrží a dosazovacích nádrží. Aktivační nádrže se dále dělí na denitrifikační a nitrifikační zónu.

##### **2.2.4.1 Aktivační nádrže – aktivace**

###### Princip procesu

Aktivace je dnes nepoužívanějším způsobem biologického čištění odpadních vod. Princip biologického čištění aktivací spočívá ve vytvoření aktivovaného kalu v provzdušňované aktivační nádrži. Skládá se z biologické jednotky (aktivační nádrže) a z jednotky separační (dosazovací nádrže). Surová nebo odsazená odpadní voda natéká do aktivační nádrže, ve které se mísí s recirkulovaným (vratným) kalem. Směs se intenzivně provzdušňuje tlakovým vzduchem nebo mechanickými aerátory. Recirkulací se dosahuje vyšší koncentrace biomasy v biologickém reaktoru. Po protečení směsi aktivační nádrží se aktivovaný kal separuje od vyčištěné vody v separační nádrži (tzv. dosazovací nádrži). Zahuštěný aktivovaný kal se recirkuluje zpět na začátek aktivační nádrže. Odstraňování nerozpuštěných a rozpuštěných organických látek má za následek kontinuální tvorbu nové biomasy, která se ze systému musí periodicky odstraňovat ve formě přebytečného aktivovaného kalu. [3]

Pro využití kyslíku z dusičnanů k oxidaci organických látek, a tím úsporu přiváděného kyslíku, se v některých systémech doporučuje zařazení denitrifikačního stupně před nitrifikační. V tomto případě je však nutná velká recirkulace (200 % i více z přítoku), která se řeší tzv. vnitřním (interním) recyklem ještě před dosazovací nádrží, aby tato nebyla hydraulicky přetěžována. [7]

### Denitrifikační zóna

Do denitrifikace přitéká odpadní voda z usazovací nádrže a jde o neprovzdušňovanou nádrž. V nádrži probíhá anoxický proces, který má za cíl redukci dusitanů a dusičnanů. Denitrifikační zóna má rozměry 10 x 12 m při výšce hladiny 4,85 m a je od zóny nitrifikační oddělena příčkou z polypropylénových desek, upevněných na ocelové konstrukci.

Potrubí interní recyklace a recirkulace kalu je do denitrifikační zóny vedeno podélným kolektorem. Pro míchání obsahu nádrže je na stěně kolektoru osazeno ponorné míchadlo MAXITROP TR 250 s vrtulí o průměru 2,5 m. Míchadlo je osazeno ve výšce 2 m nad dnem nádrže, ve vzdálenosti 3,3 m od dělicí příčky. Vrtule je směřována 20° proti směru průtoku.

### Nitrifikační zóna

Z denitrifikace natéká odpadní voda do nitrifikační části, která je trvale provzdušňována. V nitrifikaci probíhá aerobní proces, oxidace amoniakálního dusíku na dusitany a dusičnany. Nitrifikační zóna má rozměry 12 x 30,4 m při výšce hladiny 4,85 m.

Pro provzdušnění (okysličení) aktivační směsi je instalován systém ACON v "plovoucí verzi". V nádrži je osazeno 28 roštů ve dvou řadách s odstupňovanou roztečí ve směru průtoku. V pracovní poloze jsou rošty uloženy na podpěrách upevněných k betonové desce dna nádrže a proti vyplavání jsou v této poloze jištěny dvojicí lanek tahem směrem ke dnu. Příčná poloha je jištěna zámkem. Vzduch od dmychadel, instalovaných v podélném kolektoru, je přiveden potrubím přibližně uprostřed zóny. Hlavní rozvod je při stěně kolektoru a je spádován ve směru proudění vzduchu. Napojení řady roštů při vnější obvodové stěně je zajištěno ponořenými přípojkami. V prostoru mezi nornou stěnou na odtoku a stěnou přepadu do dosazovací nádrže je osazeno potrubí interní recyklace. Tři dmychadla LUTOS DITL pro aktivační nádrže a dvě čerpadla interní recyklace 200 AFG jsou osazena v podélném kolektoru. Přibližně ve vzdálenosti 10 m od odtoku

z nádrže jsou na stěně ke kolektoru osazena čidla pro sledování obsahu kyslíku a teploty vody v nádrži nitrifikace. Před přepadem odtoku do dosazovací nádrže je ve vzdálenosti jeden metr instalována norná stěna ve shodném provedení jako dělicí stěna obou zón.

**Použitá dmyhadla:**

Dmyhadlo LUTOS typ DI 70T - 3

Jmenovitá kapacita  $Q = 3\,457 / 1\,578 \text{ m}^3/\text{hod}$

Pracovní rozdíl tlaku  $\Delta p = 50 \text{ kPa}$

Otáčky  $n = 2\,955 / 1\,480 \text{ /min}$

Výkon  $P = 70 \text{ kW}$

Dmyhadlo LUTOS typ DI 70T - 3

Jmenovitá kapacita  $Q = 2\,670 \text{ m}^3/\text{hod}$

Pracovní rozdíl tlaku  $\Delta p = 60 \text{ kPa}$

Otáčky  $n = 2\,588 \text{ /min}$

Výkon  $P = 63 \text{ kW}$

Dmyhadlo LUTOS typ DI-66T - 3

Jmenovitá kapacita  $Q = 1\,850 / 815 \text{ m}^3/\text{hod}$

Pracovní rozdíl tlaku  $\Delta p = 50 \text{ kPa}$

Otáčky  $n = 3\,000 / 1\,647 \text{ /min}$

Výkon  $P = 37 \text{ kW}$

Tab. 7. Technologické parametry aktivace – projektové parametry

Technologické parametry aktivace		
Objem sekce denitrifikace (D)	m <sup>3</sup>	2 × 579
Objem sekce nitrifikace (N)	m <sup>3</sup>	2 × 1 765
Objem celé aktivační nádrže	m <sup>3</sup>	2 × 2 401
Koncentrace kalu (aktivační směsi) v aktivaci	g/l	5,96
Zásoba kalu v aktivaci – celkem (4 802 m <sup>3</sup> )	kg	28 623
Produkce přebytečného (biologického) kalu	kg/den	3 570
Minimální teplota aktivační směsi (podle sledování)	°C	6,2
Minimální stáří kalu pro proces nitrifikace	D	18,4



Obr. 5. Denitrifikace, rozdělující příčka, nitrifikace

#### 2.2.4.2 Dosazovací nádrže

##### Popis funkce

Dosazovací nádrže jsou nezbytnou součástí kontinuálně provozovaných systémů s aktivovaným kalem, jejich hlavní funkcí je separovat aktivovaný kal od vyčištěné vody. Separace aktivovaného kalu je finálním krokem biologického čištění k dosažení dobře



vyčištěného a stabilně kvalitního odtoku z ČOV, tj. s nízkou koncentrací organického znečištění a suspendovaných látek. [4]

Dosazovacím nádržím je vyčleněna poslední sekce každého bloku o rozměrech 60 x 12 m při výšce hladiny 4,7 m. Dno nádrže je v příčném řezu střechovitě spádováno ve sklonu 15° do dvou podélných žlábků. V podélné ose nádrže je po hřebeni spádového betonu vedena dělicí příčka z polypropylenových desek. Odtok z nádrže je přes ocelovou pilovou hranu, osazenou z obou stran na ocelových odtokových žlabech. Žlaby jsou osazeny podél stěny na straně odtoku, podél vnější obvodové stěny a podél stěny na straně kolektoru. Napojení žlabů na odpad z ČOV je provedeno dvěma přípojkami z kameninových trub v rozích nádrže. Pojezdový most dosazovací nádrže nese škrabky pro shrnování kalu ze dna nádrže do žlábků, ze kterého je kal trvale odčerpáván dvěma čerpadly FLYGT L 3085 (o výkonu  $Q = 20$  l/s,  $H = 1,4$  m) zavěšenými na mostě pod úrovní hladiny. Vratný kal je čerpán do ocelového žlabu osazeného podél celé nádrže. Odpad ze žlabu prochází stropem kolektoru a po vnitřní straně podélného kolektoru je veden do denitrifikační zóny aktivační nádrže. Na mostě je dále zavěšeno čerpadlo 32 GFTU 95 a potrubí upravené pro postřik hladiny.

Tab. 8. Technologické parametry dosazovací nádrže - projektové parametry [5]

Technologické parametry dosazovací nádrže		
Počet nádrží	ks	2
Objem dosazovacích nádrží	m <sup>3</sup>	6 768 (2 × 3 384)
Separáční plocha	m <sup>2</sup>	1 371 (2 × 685,64)
Provozní pracovní hloubka	m	4,7
Přítok do nádrže $Q_{\text{prům}}$ (bez recirkulace)	m <sup>3</sup> /h	255,6
Přítok do nádrže $Q_{\text{max}}$ (bez recirkulace)	m <sup>3</sup> /h	612,5
Hydraulické zatížení plochy (pro $Q_{\text{prům}}$ )	m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> .h)	0,64
Hydraulické zatížení plochy (pro $Q_{\text{max}}$ )	m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> .h)	1,16
Doba zdržení (pro $Q_{\text{prům}}$ )	h	6,9
Doba zdržení (pro $Q_{\text{max}}$ )	h	3,85
Zatížení plochy NL (pro $Q_{\text{prům}}$ )	kg/(m <sup>2</sup> .h)	3,8
Zatížení plochy NL (pro $Q_{\text{max}}$ )	kg/(m <sup>2</sup> .h)	7,0
Celková délka přelivných hran	m	2 × 135,8 = 271,6

### 2.2.4.3 Odtok vyčištěné vody z ČOV

Vyčištěná odpadní voda z dosazovacích nádrží odtéká do řeky Ohře. Průtok vypouštěných vod je měřen ve Venturiho měrném žlabu (měření používané pro otevřené kanály). Na odtoku z ČOV je vybudován objekt povodňové čerpací stanice, který slouží k převedení odváděných vod za vysokých stavů hladiny v řece Ohři. V povodňové čerpací stanici jsou osazena dvě čerpadla SIGMA 500 AQT o výkonu  $Q = 480 \text{ l/s}$  a výtlačné výšce  $H = 5,5 \text{ m}$ .

Tab. 9. Technologické údaje o vodním recipientu [5]

	Symbol	Jednotka	Hodnota
<b>Vodní recipient nad ČOV</b>			
Průtok Q355	$Q_{355}$	l/s	970
Zatížení organickými látkami	$BSK_5$	mg/l	3,50
Zatížení organickými látkami	CHSK	mg/l	29,8
Zatížení nerozpuštěnými látkami	NL	mg/l	12,8
Zatížení amoniakálním dusíkem	$N-NH_4^+$	mg/l	0,23
Zatížení celkovým fosforem	$P_{\text{celk.}}$	mg/l	0,09
<b>Odtok z ČOV</b>			
Denní výpočtový průtok	$Q_d$	l/s	168
Maximální hodinový průtok	$Q_h$	l/s	
Organické znečištění	$BSK_5$	mg/l	15
Organické znečištění	CHSK	mg/l	80
Nerozpuštěné látky	NL	mg/l	20
Celkový fosfor	$P_{\text{celk.}}$	mg/l	1,50
<b>Vodní recipient pod ČOV</b>			
Zatížení organickými látkami pro $Q_d$	$BSK_5$	mg/l	5,20
Zatížení organickými látkami pro $Q_d$	CHSK	mg/l	37,2
Zatížení nerozpuštěnými látkami pro $Q_d$	NL	mg/l	13,9
Zatížení celkovým fosforem pro $Q_d$	$P_{\text{celk.}}$	mg/l	0,30

### 2.2.5 Chemické hospodářství

Pro zvýšení účinnosti odstranění fosforu na odtoku odpadní vody do recipientu a odstranění pění v biologických nádržích je instalováno zařízení pro dávkování vodních roztoků  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  a  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ . Roztoky se dávkuje před dosazovací nádrže (za účelem srážení fosforu, nebo zvýšení sedimentačních rychlostí aktivovaného kalu) a před usazovací nádrže (za účelem zvýšení účinnosti sedimentace a zahuštění surového kalu). Zařízení se skládá ze dvou dvouplášťových zásobních nádržích z materiálu PE-HD o objemu  $20 \text{ m}^3$  s hlídáním průsaku vnitřní nádrže a sady dávkovacích membránových čerpadel.

### 2.2.6 Kalové hospodářství

Každá biologická čistírna produkuje určité množství kalu v závislosti na velikosti, zatížení a zvolené technologii. Vyprodukované kaly se zpracovávají v kalové koncovce. Z hlediska provozu, obecných ekologických požadavků i současné legislativy se jedná o velmi důležitý provozní soubor. Závažnost kalové problematiky ČOV zdůrazňuje skutečnost, že náklady na zpracování kalu činí cca 40 % z celkových investičních i provozních nákladů ČOV, a že technologické problémy na řadě čistírenských provozů způsobuje právě nedořešená nebo nevyhovující kalová koncovka. [9]

Na ČOV Cheb jsou kaly odváděny a zpracovávány v objektech zahušťovacích, vyhnívacích a uskladňovacích nádržích a dále v objektu strojního odvodnění. Kal dělíme na primární a sekundární a to podle toho, odkud jej ze systému přivádíme.

#### 2.2.6.1 Zahušťovací nádrž

Zahušťovací nádrž slouží pro zahuštění přebytečného kalu z dosazovacích nádržích procesem flotace. Jedná se o ocelovou nádrž o objemu  $200 \text{ m}^3$ . Zahuštěný kal je z flotační jednotky dopravován pomocí vyhrnovacího šneku do jímky zahuštěného surového kalu o objemu  $30 \text{ m}^3$ , do které je rovněž přiveden primární kal z usazovacích nádržích. Takto získaný kal nazýváme směsný (surový) kal a je následně čerpán do vyhnívacích nádržích.

#### Proces flotace

Je to proces oddělování suspendovaných částic z vody za působení plynu. Do kalové suspenze je dodáván plyn (nejčastěji vzduch), který tvoří mikrobublinky. Ty se nabalují na kalové částice a vynášejí je k hladině, kde tak vzniká zahuštěná plovoucí vrstva – vzos

(float). Vyflotovaný zahuštěný kal má charakter husté kalové pěny, která se z hladiny odebírá stíráním. [4]

### 2.2.6.2 Vyhnívací nádrže

Vyhnívací nádrže jsou dvě vodotěsné a plynotěsné železobetonové nádrže s ocelovými vrchlíky, které jsou neustále míchány a zahřívány na teplotu 40 °C. Probíhá zde anaerobní stabilizace, konkrétně mesofilní vyhnívání. Výsledkem je tzv. stabilizovaný kal (vyhnilý). Objem jedné nádrže je 1 320 m<sup>3</sup>, vnitřní průměr je 10 m. Objem nádrží je míchán bioplynem, o jehož dopravu se starají pístové kompresory umístěné v objektu uskladňovacích nádrží. Stojatý, jednoválcový, jednostupňový, dvojčinný kompresor má při 730 ot./min výkon 92 m<sup>3</sup>/s při přetlaku 0,4 MPa. Vznikající bioplyn je zachycen v ocelových vrchlících a následně veden do suchého plynojemu. Vyhnilý kal je odváděn do uskladňovacích nádrží.



Obr. 6. Vyhnívací nádrže, strojní odvodnění, plynojem

### Anaerobní stabilizace

Při anaerobní stabilizaci (vyhnívání) dochází mikrobiálními procesy v bezkyslíkatém anaerobním prostředí k rozkladu biologicky rozložitelné organické hmoty, provázené produkcí bioplynu – kalového plynu. Anaerobní stabilizace se nejčastěji objevuje na velkých městských ČOV. Provádí se v semikontinuálně provozovaných reaktorech – methanizačních, neboli vyhnívacích nádržích při teplotě mesofilní (27 až 45 °C) nebo méně běžně termofilní (45 až 60 °C), příp. i psychofilní v nádržích nevyhříváných. Obsah nádrží je míchán nepřetržitě nebo jen přerušovaně, a to čerpadly, bioplynem vháněným dovnitř nádrže nebo mechanickými míchadly. [8]

### Stabilizace kalu

Stupeň stabilizace kalu se chápe jako míra určitých jeho vlastností, vyjadřující vhodnost kalu pro daný způsob jeho využití. Pro posouzení stability kalu tedy neexistuje univerzální kritérium. Obecně lze říci, že ve stabilizovaném kalu již neprobíhají intenzivní biologické pochody, které by způsobovaly senzoričké a hygienické problémy. Stabilizovaný kal je nepáchnoucí, hygienicky nezávadný a lze jej snadno odvodnit. [4]

#### **2.2.6.3 Uskladňovací nádrže**

Uskladňovací nádrže slouží k uložení stabilizovaného kalu z vyhnívacích nádrží, před jeho následnou dopravou k odvodnění nebo k odvážení z ČOV v tekutém stavu. Jde o dvě železobetonové nádrže o objemu 2 x 2 030 m<sup>3</sup>.

#### **2.2.6.4 Odvodnění kalu**

Jedná se o dvoupodlažní objekt, kde v přízemí jsou osazeny homogenizační nádrže se svým chemickým hospodářstvím a halou kontejnerů pro odvoz odvodněného kalu z ČOV. V druhém podlaží je instalováno zařízení k finálnímu odvodnění kalu.

Vyhníly kal je čerpán z uskladňovacích nádrží do dvou ocelových homogenizačních nádrží o objemu 16 m<sup>3</sup>, kde se mísí s práškovým polymerním flokulantem. Ten slouží k vytvoření vloček a zároveň snižuje specifickou hodnotu filtračního odporu, který je u vyhnílého kalu poměrně vysoký. Takto připravená homogenizovaná směs je čerpána k dvěma sítopásovým lisům CENED 1501 o maximálním výkonu 18 m<sup>3</sup>/hod, ze kterých následně kal gravitačně odchází do připravených kontejnerů v přízemí. Výstupní sušina kalu za použití srážedel se pohybuje v rozmezí 25 až 32 % a v množství o průměru 3 200 t/rok.



Obr. 7. Sítopásové lisy CENED 1501, homogenizační nádrže

### 2.2.7 Plynové hospodářství

Bioplyn produkovaný při anaerobní stabilizaci ve vyhnívacích nádržích je odváděn a uskladňován v plynojemu, odkud je následně odváděn do kotelny, kde je spalován v kotlích a v kogenerační jednotce. Průměrná produkce bioplynu se na ČOV pohybuje kolem hodnoty 59 m<sup>3</sup>/hod.

#### 2.2.7.1 Plynojem

Základ pro plynojem tvoří železobetonová deska. V půdorysu má tvar pravidelného osmiúhelníku. Ocelová konstrukce plynojemu P 1500 o průměru 16,6 m je po obvodě kotvena do základové desky. Vrchol obvodového pláště má výšku 12,2 m, teleskopické vedení přesahuje plášť o 8,6 m. Těsnicí membrána je k plášti upevněná ve výšce 5 m. Na plynojemu je instalováno měření obsahu, ochrana proti přeplnění (přetlaková pojistka) a odvodušňovací hrdlo. Celkový objem plynojemu je 1 500 m<sup>3</sup>.

#### 2.2.7.2 Kogenerační jednotka

Kogenerační jednotka slouží k výrobě tepelné a elektrické energie pro potřeby ČOV. Instalována je jedna jednotka s označením MOTORGAS TGB 125, která se skládá z plynového zdrojového soustrojí s motorem MAN, synchronního alternátoru LEROY SOMER, z tepelného modulu zahrnujícího tepelné výměníky a čerpadla a z elektrického rozvaděče s řídicí a silovou částí.

Kogenerační jednotka MOTORGAS TGB 125:

Elektrický výkon	123 kW
Tepelný výkon	183 kW

### 2.2.7.3 *Kotelna*

Kotelna slouží pro ohřev kalu ve vyhnívací nádrži, přípravu teplé užitkové vody a pro vytápění komplexu objektů ČOV Cheb a sousedních objektů správy CHEVAK Cheb, a.s. V kotelně jsou osazeny čtyři kotle typu KDVE (ČKD DUKLA Praha) s účinností 90 až 92 %. Jako palivo lze použít kapalná a plynná paliva. Spalování je přetlakové s přirozeným odvodem spalin.

Nízkotlaký teplovodní kotel KDVE 40 PHD 8 PZ – dva kusy (zemní plyn):

Tepelný výkon	420 kW
Max. spotřeba plynu	82,5 m <sup>3</sup> /h
Tlakový rozsah	15 kPa

Nízkotlaký teplovodní kotel KDVE 40 PHD 8 PZ (bioplyn):

Tepelný výkon	400 kW
Max. spotřeba plynu	65 m <sup>3</sup> /h
Tlakový rozsah	2,5 kPa

Nízkotlaký teplovodní kotel KDVE 25 PHD 5 PZ (bioplyn):

Tepelný výkon	250 kW
Max. spotřeba plynu	42 m <sup>3</sup> /h
Tlakový rozsah	2,5 kPa



*Obr. 8. Nízkotlaké teplovodní kotle KDVE*



## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

### 3 CÍL ÚPRAV

Základními prvky rekonstrukce stávající ČOV je potřeba rozšíření kapacity ze stávajících 45 000 EO na 65 000 EO a potřeba přizpůsobit se současné i připravované legislativě v České republice. Mezi hlavní požadavky rekonstrukce řadíme odstranění organického znečištění (BSK<sub>5</sub>) a znečištění tvořené formami dusíku a fosforu.

Navrhovanými úpravami stávajících provozních objektů ČOV a zařazením nových objektů dojde ke zkvalitnění provozu čistírny a ke zvýšení čistícího účinku na přiváděné OV, a tím budou zároveň splněna ustanovení příslušné legislativy České republiky a Evropské unie. Na zřetel byly brány i úpravy stávající ČOV, které byly z provozních důvodů provedeny v nedávné době a lze je použít v rámci navržené celkové rekonstrukce ČOV. Základem pro intenzifikaci bude především podstatné rozšíření biologického stupně a přílehlého kalového hospodářství. Při návrhu nových objektů ČOV je nutno zohlednit inženýrské sítě a stávající objekty z hlediska ochranných pásem. Nové trasy a objekty je třeba budovat ve volných místech mezi objekty a případně i v komunikacích, pokud tyto nelze situovat do zelených ploch. Princip nového technologického řešení je patrný ze schématu technologického procesu po intenzifikaci (Příloha II).

#### 3.1 Rozdělení nové ČOV na provozní soubory

*PS 01 Úpravy na přítokových stokách*

*PS 02 Hrubé předčištění*

- stáčení fekálních vod;
- lapák štěrku;
- vstupní čerpací stanice;
- česlovna;
- dešťová zdrž.

*PS 03 Mechanické předčištění*

- lapáky písku;
- rozdělovací objekt;
- usazovací nádrže.

*PS 04 Biologické čištění*

- aktivační nádrže;
- zdroj vzduchu pro aktivační nádrže;
- dosazovací nádrže;
- regenerační nádrž;
- mikrofiltrace;
- dávkování chemikálií.

*PS 05 Kalové a plynové hospodářství*

- zahuštění kalu;
- odvodnění kalů – homogenizační a fugátová nádrž;
- vyhnívací nádrže VN I°;
- vyhnívací nádrž VN II° a uskladňovací nádrž;
- kompresorovna;
- plynojem, strojovna plynojemu.

**3.2 Základní navrhované parametry ČOV***Tab. 10. Základní navrhované parametry*

Množství a znečištění OV	Značka	Jednotka	Výhled
Počet ekvivalentních obyvatel	EO60	-	65 000
Přítok průměrný denní	$Q_{24}$	l/s	168
Přítok max. denní	$Q_d$	m <sup>3</sup> /den	18 144
Přítok max. hodinový	$Q_h$	m <sup>3</sup> /h	1 285
Přítok max. na ČOV	$Q_{max.}$	l/s	1 400
Přítok max. do biologické části (1 linka)	$Q_{max.biol.}$	l/s	225
Organické znečištění	BSK <sub>5</sub>	mg/l	275
Organické znečištění	CHSK	mg/l	665
Nerozpuštěné látky	NL	mg/l	310
Amoniakální dusík	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	35
Celkový dusík	N <sub>celk</sub>	mg/l	46,5
Celkový fosfor	P <sub>celk</sub>	mg/l	9,0

### 3.3 Návrh intenzifikace dle jednotlivých PS

#### 3.3.1 PS 01 Úpravy na přítokových stokách

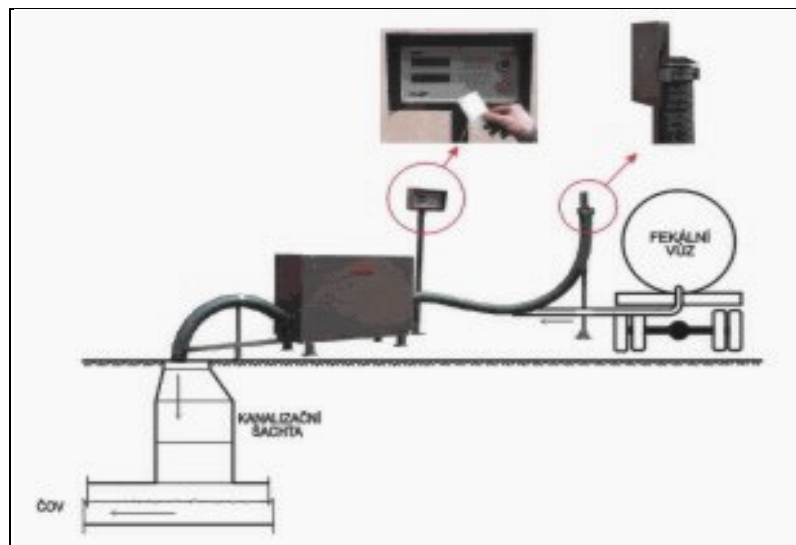
Na všech stokách proběhne modernizace instalované technologie, tj. měřící zařízení a uzávěrů s elektropohonem. Všechny stávající uzávěry budou umožňovat regulaci a elektropohonem budou dovybaveny vysílačem polohy pro přenos signálu do centrálního řídicího systému ČOV.

#### 3.3.2 PS 02 Hrubé předčištění

##### 3.3.2.1 Stáčení fekálních vod

Pro přejímku dovážených odpadních vod na ČOV bude před nátokovou jímkou u vstupní čerpací stanice vybudována nová akumuláční jímka fekálních vod. Jímka bude tvořena podzemní akumuláční nádrží o rozměrech 3,8 x 6,4 m s maximální hladinou 2,5 m a užitečným objemem 60 m<sup>3</sup>. Pro zamezení sedimentace v jímce bude instalováno ponorné vrtulové míchadlo se spouštěcím zařízením firmy WILO s.r.o. Následná manipulace s míchadlem bude možná za použití přenosného jeřábku instalovaného na stropě jímky. Pro samotnou přejímku dovážených odpadních vod bude osazena na stropě nádrže, ve výšce okolního terénu, přejímací stanice fekálních vod typu SPOV 4 firmy Schulze s.r.o. Stanice je osazena v temperovaném boxu pro venkovní použití a je určena pro přejímku odpadních vod do průtoku 100 l/s. Umožňuje měření průtoku, pH, vodivosti a dalších veličin. Při překročení kontrolovaných hodnot jednotlivých veličin se stanice automaticky uzavře a zamezí dalšímu vypouštění odpadních vod do fekální jímky. Pro připojení a následnou aktivaci přejímací stanice budou vydány magnetické karty pro identifikaci a registraci příjíždějících zákazníků. Po vyprázdnění obsahu cisterny obdrží každý ze zákazníků doklad o množství vypuštěných odpadních vod s datem a hodinou záznamu. Cisterna bude připojena pomocí vlastní hadice na vstupní potrubí přejímací stanice opatřené pevnou spojkou. Výtlačné potrubí z přejímací stanice je zavedeno do jímky fekálních vod.

Fekální vody budou gravitačně přepouštěny do nátokové jímky u vstupní čerpací stanice pomocí kanálového uzávěru s elektropohonem DN200 u dna jímky. Vypouštění bude probíhat automaticky v průběhu nočních hodin, kdy je látkové zatížení ČOV nejmenší. Veškeré hodnoty a pochody budou přenášeny do řídicího systému ČOV.



Obr. 9. Schéma zapojení přijímací stanice OV SPOV 4 [10]

### 3.3.2.2 Lapák štěrku

Stávající lapáky štěrku po stavební stránce budou dále využívány beze změn. Společné zařízení pro vyklízení obou lapáků štěrku zůstává zachováno, bude provedeno celkové otryskání konstrukce včetně nových ochranných nátěrů. Dále bude provedena výměna elektromotorů, brzdy, spojky, převodovky, bubnu a celého lanového ústrojí zařízení. Pro elektrické zařízení budou nataženy nové kabely a nové místní ovládání.

### 3.3.2.3 Vstupní čerpací stanice

Bude provedena celková výměna stávajících kanálových uzávěrů s elektropohonem na vstupu před jednotlivými šnekovými čerpadly za nové. Nové nástěnné uzávěry DN800 budou vybaveny elektropohony pro plně automatický chod v závislosti na množství přítékajících odpadních vod z jednotlivých stok. Uzávěry bude možno ovládat z místa i z dozorny obsluhy přes řídicí systém (ŘIS).

#### Šneková čerpadla

V nedávné době byla u dvou čerpadel provedena výměna šneků, proto bude instalován pouze jeden nový šnek u posledního čerpadla. U zbylých čerpadel bude provedena výměna mazacích lisů, spodního a horního ložiska, proběhne modernizace spojek, převodovek a motorů. Šneková čerpadla jsou „samoregulovatelná“, průtok čerpadla bude řízen jako doposud, a to dle výšky hladiny před šnekovou čerpací stanicí, kde dvě z čerpadel jsou provozní a třetí je rezervní.

Ve stavební části proběhne obložení všech žlabů pro šneky čedičem. Čedičové dlaždice se budou ukládat podle šablony, kterou dodává výrobce čerpadel, aby byla zachována stávající osa žlabů pro následné bezproblémové usazení všech šneků. Po všech stavebních a technologických úpravách budou všechny šneky opatřeny odnímatelnými kryty.

#### 3.3.2.4 Česlovna

V hale hrubého předčištění bude provedena výměna veškerého technologického zařízení kromě stávajícího portálového jeřábu, který bude nadále využíván k manipulaci s kontejnery se shrabky a odseparovaným pískem z lapáku písku a tuků.

Stávající stavítka v nátokových kanálech před a za česlemi budou demontována a nahrazena novými s elektropohony, které bude možno ovládat z místa i z dozorny obsluhy přes ŘIS.

##### Hrubé česle

Stávající hrubé česle osazené před strojně stíranými jemnými česlemi budou demontovány a nahrazeny novými s průlinou 80 mm. Zachycené shrabky budou ručně vyhrabovány pomocí hrabla do odvodňovacího žlábků, který lze vyprazdňovat lopatou, nebo lze celý žlábek vyjmout a vysypat do připraveného kontejneru.

##### Jemné strojně stírané česle

Stávající jemné česle budou demontovány včetně dodatečného zařízení na transport shrabků a nahrazeny novými samočisticími pásovými česlemi. Nové česle typu 1000 CP 23 - 70, dodávané firmou IN-EKO TEAM s.r.o., mají průlinu 6 mm a maximální průtok 800 l/s na kus. Čištění pásu česlic zajišťuje rotující kartáč, který stírá povrch česlic a smetá zachycené shrabky přes výsypku mimo česle. K dokonalejšímu čištění pásu česlic jsou česle vybaveny ostřikovacím zařízením pásu. Spotřeba užitkové vody činí 2 l/s v okamžiku oplachu. Z bezpečnostních důvodů jsou česle chráněny proti přetížení tenzometry, které v případě možného nebezpečného zvýšení zatížení zabrání poškození pásu česlic.

Pro následný transport shrabků z česlí do kontejneru bude pod česle instalován společný šroubový dopravník typu 1000-CP-2370, dodávaný firmou IN-EKO TEAM s.r.o. Výkon tohoto dopravníku je 1,5 m<sup>3</sup>/h. Z dopravníku budou shrabky padat do šroubového lisu na shrabky, jedná se o typ LS-5000 250x500/5000, dodávaný firmou IN-EKO TEAM s.r.o. Stupeň odvodnění shrabků by měl být cca 45 % objemu o výkonu 1,5 m<sup>3</sup>/h. Lis je vybaven promývacím zařízením, které částečně slouží k odstranění organických částí ze shrabků.

Spotřeba užitkové vody je 2 l/s v okamžiku oplachu. Odpadní voda z lisu bude zaústěna do interní kanalizace ČOV v objektu česlovny. Vylisované shrabky budou pomocí vynášecího potrubí dopravovány do připraveného kontejneru. Celkové ovládání česlí, dopravníku a lisu bude automaticky řízeno z instalovaného elektrického rozvaděče. Řízení se bude odvíjet od času a hladinového plovákového spínače, kde impulz plováku je nadřazen.

Objem vylisovaných shrabků z česlí činí cca 0,4 m<sup>3</sup>/den. Ve smyslu vyhlášky MŽP č. 381/2001 Sb. - „Katalog odpadů“ jsou odpady z ČOV zařazeny do kategorie O (shrabky z česlí kód 19 08 01). Odvodněné shrabky se musí odvážet na skládku komunálního odpadu v intervalu zdržení max. 5 dní v létě a 10 dní v zimě a řídí se pokyny vyhlášky MŽP o nakládání s odpady 383/2001 Sb.

### 3.3.2.5 Dešťová zdrž

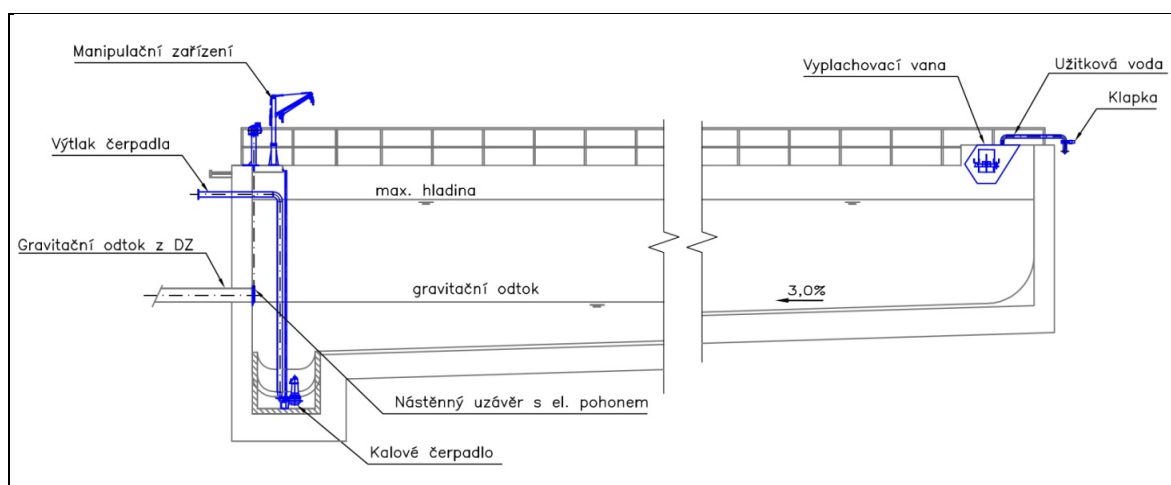
Za normálních průtokových stavů odpadní voda protéká rozdělovacím objektem do jednotlivých biologických nádrží, pouze v případě zvýšených dešťových nátoků bude část těchto vod odvedena do nově vybudovaného objektu dešťové zdrže.

Tab. 11. Parametry dešťové zdrže

Parametry dešťové zdrže		
Počet komor	-	3
Šířka komory	m	7
Délka zdrže	m	50
Hloubka zdrže	m	4,1
Celkový objem zdrže	m <sup>3</sup>	3 900

Odpadní voda bude do nové dešťové zdrže natékat přes novou rozdělovací šachtu budovanou před rozdělovacím objektem na hraně lapáku písku. Šachta bude vybavena dvěma nástěnnými uzávěry s elektropohonem pro nátok do dešťové zdrže a obtok biologické linky ČOV. Dešťová zdrž bude při maximálních průtocích na přítoku do ČOV přijímat 550 l/s po dobu dvou hodin. Po naplnění zdrže bude nátok uzavřen a odpadní voda bude odlehčována do recipientu. Dešťová zdrž bude vybavena bezpečnostním přelivem. Oba uzávěry v rozdělovací šachtě budou řízeny automaticky z ŘIS.

Vyprazdňování zdrže se bude provádět při nižších průtocích ČOV. Při vyšší hladině ve zdrži bude odpadní voda odváděna gravitačně před vstupní čerpací stanicí potrubím DN200 pomocí kanálového nástěnného uzávěru s elektropohonem. Pro úplné vyčerpání dešťové zdrže bude instalováno kalové čerpadlo o parametrech  $Q = 30 \text{ l/s}$ ,  $H = 7 \text{ m}$  firmy WILO s.r.o., které bude řízeno od hladiny v dešťové zdrži. Čištění zdrže bude prováděno po celkovém vyčerpání pomocí vyplachovacích van (1 ks / 1 komoru). Vyplachovací vana je otevřená nádoba šestihranného průřezu, o objemu 1 200 litrů na 1 m délky, otočně uložená na ložiscích s možností vyklopení o  $90^\circ$ . Vyklopení vany směrem k čelní stěně nádrže proběhne po jejím naplnění užitkovou vodou změnou polohy těžiště. Usazeniny budou spláchnuty do jímky na protilehlé straně a odčerpány. Vyplachovací vana se po vyprázdnění automaticky vrací do výchozí polohy. Vyplachovací vana bude vybavena snímačem vyprázdnění obsahu. Pro plnění vyplachovacích van bude použita užitková voda. Na přívodu vody do jednotlivých vyplachovacích van budou osazeny klapky s elektropohony, které budou řízeny automaticky jakožto i počet vypláchnutí.



Obr. 10. Technologické uspořádání dešťové zdrže

### 3.3.3 PS 03 Mechanické čištění

#### 3.3.3.1 Lapák písku

Voda z hrubého předčištění natéká dvěma kanály do stávajících samostatných lapáků písku a tuků. Stávající stavítka v nátokových kanálech před jednotlivými lapáky budou demontována a nahrazena novými s elektropohony, které bude možno ovládat z místa i z dozorny obsluhy přes ŘIS.



Tab. 12. Parametry lapáků písku a tuků

Parametry lapáku písku a tuků		
Počet lapáků	-	2
Počet komor v jednom lapáku	-	2
Celková světlá šířka jedné komory	m	3,75
Šířka jedné tukové komory	m	1,15
Délka komory	m	18
Hloubka komory	m	4
Průtok jedním lapákem	l/s	500

U lapáků písku bude provedena výměna veškerého technologického zařízení včetně dmychadel a potrubních rozvodů. Zachován bude pouze pojezdový most, který bude otryskán a opatřen novým nátěrem, pochůzná plocha mostu bude opatřena novými kompozitovými pororošty. Čerpání písku bude zajišťováno pomocí dvou mamutkových čerpadel na jeden lapák písku. Potrubí od mamutek bude zaústěno do nového odtokového žlabu, umístěného v meziprostoru obou lapáků, žlabem bude dopravována hydrosměs do nového zařízení (pračky písku) na separaci vody a písku umístěného v hale hrubého předčištění. Jako zdroj vzduchu pro mamutková čerpadla budou na pojezdovém mostě osazena dvě dmychadla (na jednu nádrž) typu 3D28A-050K firmy Kubíček VHS, s.r.o. Maximální kapacita dopravovaného vzduchu dmychadla je  $Q = 153 \text{ m}^3/\text{hod}$  při pracovním rozdílu tlaku 50 kPa. Stávající lamelová dřevěná vestavba lapáku písku bude kompletně včetně kovových částí demontována, kromě hlavních nosníků a stojek, které budou otryskány a opatřeny nátěrem. Na stávající nosnou konstrukci bude přidán spodní vodorovný „trám“ s šikmými úchyty. Lamely budou uchyceny ke konstrukci nerezovými šrouby. Ze strany škrabky tukového prostoru je na lamely uchycena normá stěna tvořící vyhrnovací prostor škrabky.

Součástí dodávky zařízení lapáku je provzdušňovací zařízení, které je tvořeno přívodní tvarovkou pro každou komoru s odbočkami opatřenými uzávěry. Vlastní vyjímatelný středobublinný provzdušňovací element je tvořen děrovanou trubkou. Vzduch pro provzdušnění dodají tři nová dmychadla osazená ve stávající dmychárně pro lapáky písku. Dvě z dmychadel jsou provozní, třetí je rezervní. Dmychadla jsou v uspořádání pro sání z prostoru dmychány, typ 3D28C-080K společnosti Kubíček VHS, s.r.o. Maximální kapacita dopravovaného vzduchu dmychadla je  $Q = 360 \text{ m}^3/\text{hod}$  při pracovním

rozdílu tlaku 50 kPa. Pro likvidaci a vyklízení tuků ze záchytných jímek bude i nadále sloužit stávající jeřábová drážka s drapákem, u které bude provedeno celkové otryskání konstrukce, včetně nových ochranných nátěrů. Dále bude provedena výměna elektromotoru, výměna brzdy, spojky, převodovky, bubnu a celého lanového ústrojí zařízení. Pro elektrické zařízení budou nataženy nové kabely a nové místní ovládání.

V hale hrubého předčištění bude umístěna nová pračka písku typu SP-N10-PZ dodávaná firmou IN-EKO TEAM s.r.o. Hydrosměs bude natékat společným odtokovým žlabem, který bude připojen na vstupu do pračky písku. V případě poruchy pračky bude možno hydrosměs odvést obtokem přímo do přistaveného kontejneru, který je určen pro odseparovaný písek padající z pračky písku. Pračka písku je schopna separovat i velmi jemný písek do velikosti zrn 0,2 mm, zároveň je vybavena systémem praní písku, kdy je písek automaticky v nastavených intervalech vnější vodou vypírán. Zbylé nepískové částice jsou odnášeny do odtoku, který je zaústěn do nátokového žlabu z hrubého předčištění. Veškerý provoz lapáku písku a jeho částí bude řízen plně automaticky a bude přenášán do centrálního ŘIS.



*Obr. 11. Vystrojení lapáku písku a tuků č. 2*

### 3.3.3.2 Rozdělovací objekt

Rozdělovací objekt je situován za stávajícími lapáky písku a bude i nadále sloužit pro rovnoměrné rozdělení nátoků na aktivační linky. Nově bude k rozdělovacímu objektu přistavena rozdělovací šachta, určena k odlehčení dešťových vod do nové dešťové zdrže nebo k obtoku ČOV do recipientu. Na nátocích na jednotlivé biologické linky budou osazeny pro hrazení stávajících otvorů o šířce 2 700 mm přepadová spouštěcí stavidla s elektropohonem. Stavidla budou sloužit pro regulaci a uzavření nátoků na jednotlivé biologické linky. Maximální nátok na biologické linky bude 2 x 225 l/s.

### 3.3.3.3 Usazovací nádrž

Z rozdělovacího objektu natéká odpadní voda rovnoměrně do usazovacích nádrží pomocí nátokových žlabů.

Tab. 13. Parametry usazovacích nádrží

Parametry usazovacích nádrží		
Počet nádrží	-	2
Délka nádrže	m	24
Šířka nádrže	m	12
Hloubka nádrže	m	4
Maximální průtok jednou nádrží	l/s	225
Množství primárního kalu k zahuštění	m <sup>3</sup> /den	75

V objektu usazovacích nádrží bude provedena výměna veškerého technologického zařízení a potrubních rozvodů. Zachován bude pouze pojezdový most, který bude otryskán a opatřen novým nátěrem, pochůzná plocha mostu bude opatřena novými kompozitovými pororošty. Nové shrabovací zařízení uložené na pojezdovém mostu dopravuje usazený kal ze dna nádrže do stávajících kalových prohlubní, které se nacházejí na straně vtoku odpadní vody do nádrže. Při zpětném pohybu mostu je aktivována stěrka hladiny, která dopraví plovoucí nečistoty z hladiny k odtokové rouře plovoucích nečistot uložené na protější hraně nádrže. Odtoková roura plovoucích nečistot bude ovládána pomocí servopohonu, který bude řízen v závislosti na poloze pojezdového mostu. Naklopením roury plovoucích nečistot servopohonem budou staženy všechny plovoucí nečistoty nacházející se na hladině do jímky plovoucích nečistot. Z usazovací nádrže přepadá odpadní voda do odtokového žlabu, který bude opatřen novou přepadovou pilovou hranou.

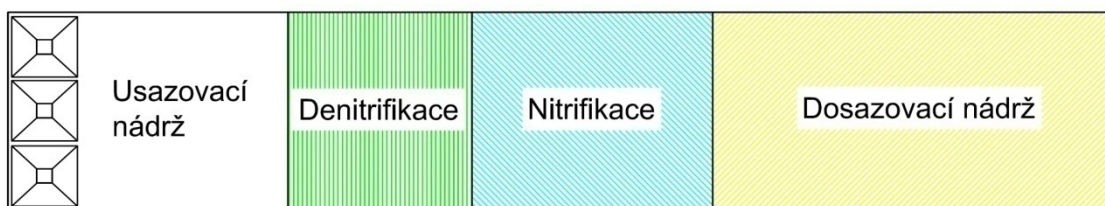
Primární kal z kalových prohlubní usazovacích nádrží bude čerpán jako doposud pomocí čerpadel v čerpací stanici primárního kalu osazené v kolektoru. U čerpací stanice bude provedena kompletní obnova technologického zařízení. Na každou nádrž budou instalována dvě kalová čerpadla, kde jedno bude provozní a druhé rezervní. Parametry osazených čerpadel pro primární kal jsou  $Q = 15 \text{ l/s}$ ,  $H = 9 \text{ m}$ , dodavatelem je firma WILO s.r.o. Čerpání bude probíhat v nastaveném časovém intervalu postupně z jednotlivých kalových prohlubní. Na odtahovém potrubí kalu z jednotlivých prohlubní budou instalována šoupata s elektropohony, která budou ovládána společně s čerpadlem dle zvoleného režimu. Výtlak primárního kalu je společný pro obě usazovací nádrže a je zaústěn to objektu zahuštění kalu (PS05). Předpokládané množství primárního kalu na zahuštění je cca  $75 \text{ m}^3/\text{den}$ .

### 3.3.4 PS 04 Biologické čištění

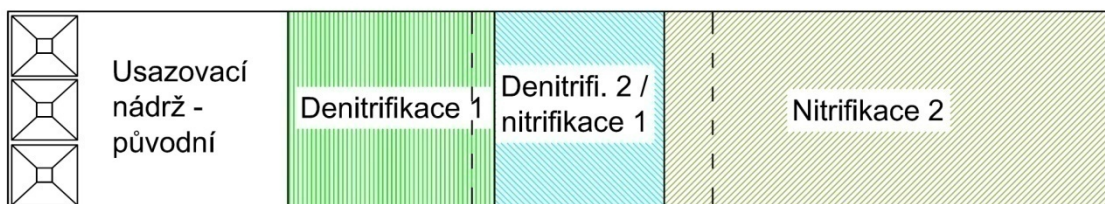
#### 3.3.4.1 Aktivační nádrže

Aktivační nádrže jsou umístěny ve stávajícím čistírenském monobloku a jsou rozděleny na denitrifikační a nitrifikační zónu. Za aktivačními nádržemi následují podélné dosazovací nádrže. Při rekonstrukci se počítá zejména s podstatným rozšířením biologické linky jako stěžejního článku celé ČOV. Denitrifikační zóna bude zachována a následně zvětšena o část stávající nitrifikační zóny. Nitrifikační zóna bude také zachována a rozšířena o stávající podélnou dosazovací nádrž.

Stávající uspořádání linky č.1



Nové uspořádání linky č.1



Obr. 12. Schéma uspořádání čistírenského monobloku

Denitrifikační nádrž – denitrifikace 1

Odpadní voda z mechanického čištění (usazovací nádrže) přitéká do denitrifikace 1. Rovnoměrné rozdělení odpadní vody na jednotlivé linky je již řešeno před usazovacími nádržemi. Pro míchání obsahu denitrifikační nádrže budou na stěnu kolektoru osazena dvě ponorná míchadla WILO TR 226 s vrtulí o průměru 2,6 m. Míchadla budou osazena ve výšce 2 m nade dnem nádrže a vrtule budou směřovány 45° proti směru průtoku. Následná manipulace s míchadly bude možná za použití přenosných jeřábků instalovaných na koruně nádrže. Odpadní voda z denitrifikace 1 odtéká do denitrifikace 2 / nitrifikace 1.

*Tab. 14. Parametry denitrifikačních nádrží*

Parametry denitrifikačních nádrží		
Počet nádrží	-	2
Délka nádrže	m	30
Šířka nádrže	m	12
Hloubka nádrže	m	4,93
Objem nádrže	m <sup>3</sup>	1 772,5
Počet míchadel v nádrži	ks	2

Denitrifikace 2 / nitrifikace 1

V nádrži se počítá s osazením aeračního systému pro posílení nitrifikace v zimním období. Pro míchání obsahu nádrže bude na stěně kolektoru osazeno ponorné míchadlo WILO TR 226 s vrtulí o průměru 2,6 m. Míchadlo bude osazeno ve výšce 2 m nade dnem nádrže a vrtule bude směřována 45° proti směru průtoku. Následná manipulace s míchadlem bude možná za použití přenosného jeřábku instalovaného na koruně nádrže. Pro zajištění potřebného vnosu kyslíku je navržena jemnobublinná aerace s rošty vyjímatelnými za provozu. Přívod vzduchu ke každé nádrži je veden dvěma větvemi z každé strany nádrže. Na vzduchovém potrubí je osazeno měření průtoku a regulační klapka s elektropohonem. Odpadní voda z denitrifikace 2 / nitrifikace 1 odtéká do nitrifikace 2.

Tab. 15. Parametry denitrifikace 2 / nitrifikace 1

Parametry denitrifikace 2 / nitrifikace 1		
Počet nádrží	-	2
Délka nádrže	m	11
Šířka nádrže	m	12
Hloubka nádrže	m	4,91
Objem nádrže	m <sup>3</sup>	648
Počet míchadel v nádrži	ks	1
Standardní oxygenační kapacita	kgO <sub>2</sub> /den	1 144
Předpokládané množství vzduchu	m <sup>3</sup> /h	660

Nitrifikace 2

Pro zajištění potřebného vnosu kyslíku je navržena jemnobublinná aerace s rošty vyjímatelnými za provozu. Přívod vzduchu ke každé nádrži je veden dvěma větvemi z každé strany nádrže. Odpadní voda z nitrifikace odtéká přes odtokový žlab vybavený stavitelnou pilovou hranou do spojovací komory a následně na nové objekty kruhových dosazovacích nádrží.

Tab. 16. Parametry nitrifikace 2

Parametry nitrifikace 2		
Počet nádrží	-	2
Délka nádrže	m	60
Šířka nádrže	m	12
Hloubka nádrže	m	4,86
Objem nádrže	m <sup>3</sup>	648
Počet míchadel v nádrži	ks	1
Standardní oxygenační kapacita zimní období	kgO <sub>2</sub> /den	4 450
Standardní oxygenační kapacita letní období	kgO <sub>2</sub> /den	5 590
Předpokládané množství vzduchu zimní období	m <sup>3</sup> /h	2 580
Předpokládané množství vzduchu letní období	m <sup>3</sup> /h	3 245

Na konci nitrifikační nádrže je osazeno ponorné vrtulové čerpadlo WILO RZP 50-3.43, které slouží jako interní recirkulace. Parametry čerpadla jsou  $Q = 225$  l/s,  $H = 1,5$  m. Potrubí interního recyklu DN600 je vedeno uvnitř kolektoru a vyústěno na vstup

denitrifikace 1. Na potrubí interního recyklu je osazen indukční průtokoměr. Čerpadlo bude možno řídit automaticky pomocí frekvenčního měniče v rozsahu 100 až 225 l/s. Řízení otáček čerpadla bude dle  $N-NO_3$  na odtoku z anoxické části denitrifikace.

#### Zdroj vzduchu pro nitrifikaci

Stávající dmyhadla pro nitrifikaci instalována uvnitř kolektoru budou demontována, a to včetně potrubních rozvodů, aby se uvnitř kolektoru uvolnilo místo pro potrubí interního recyklu a potrubí vratného kalu. Bude vybudován nový stavební objekt dmyhárný, kde budou instalovány tři kompresory s magnetickými ložisky typu HST 2500-1-H dodavatele ABS Group. Kompresory jsou bez převodovky s oběžnými koly přímo na hřídeli motoru. Hřídel je uložena v bezkontaktních magnetických radiálních a axiálních ložiscích. Dva kompresory jsou provozní, třetí je rezervní. Kompresory jsou v uspořádání pro sání z prostoru. Kapacita dopravovaného vzduchu kompresoru je  $Q = 1131$  až  $3075$   $m^3/hod$  při pracovním rozdílu tlaku 65 kPa. Vzduch z každého kompresoru je veden samostatným potrubím DN300 k jednotlivým nádržím nitrifikace 1 a 2, kde bude potrubí vedeno po koruně nádrže. Pro každou linku bude instalováno samostatné potrubí vzduchu. Při poruše provozního kompresoru je možno rezervní stroj připojit do příslušného směru pomocí klapky s elektropohonem. Řízení množství dodávaného vzduchu se bude řídit dle koncentrace rozpuštěného kyslíku na odtoku z nitrifikace 2 (požadavek max. 2 mg/l).

#### **3.3.4.2 Dosazovací nádrž**

Pro separaci kalu od vyčištěné odpadní vody budou vybudovány dva nové kruhové objekty dosazovacích nádrží za stávajícím čistírenským monoblokem.

Dosazovací nádrže budou vybaveny pojezdovým mostem, zařízením pro shrabování dna a hladiny, technologickým zařízením na vstupu a odtoku z nádrží. Pojezdový most je otočně uložen na středovém ložisku kotveném na středovém sloupu dosazovací nádrže. Most pojíždí po kolejnici uložené na koruně pomocí dvou ocelových kol, z nichž jedno je poháněno převodovkou s elektromotorem. Aby se zabránilo prokluzu kol, zejména v zimním období je u hnacího kola umístěno ozubené kolo, které zabraňuje prokluzu pomocí ozubeného hřebene umístěného na koruně nádrže vedle kolejnice. Shrabování kalu ze dna nádrže do kalové jímky ve středu dosazovací nádrže je provedeno spirálovým shrabovákem opatřeným gumovými stěrkami. Plovoucí nečistoty jsou pomocí ventilátoru, který čeří hladinu, posouvány k obvodu nádrže a stěrkou hladiny dopravovány do jímky

plovoucích nečistot u odtokového žlabu. Z jímky odtékají do nádržky osazené v čerpací stanici vratného kalu. Vybavení dosazovací nádrže tvoří flokulační válec s nátokovým a výtokovým deflektorem, odběr plovoucích nečistot, kruhový ocelový odtokový žlab s jednostrannou pilovou přepadovou hranou a normou stěnou uchycenou na stěnu nádrže pomocí chemických kotev.

Tab. 17. Parametry dosazovací nádrže

Parametry dosazovací nádrže		
Počet nádrží	ks	2
Průměr nádrže	m	30
Hloubka vody u stěny	m	4,2
Sklon dna	%	8
Objem dosazovacích nádrží	m <sup>3</sup>	6 790 (2 × 3 395)
Separáční plocha	m <sup>2</sup>	1 414 (2 × 707)
Hydraulické zatížení plochy (pro Q <sub>h</sub> )	m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> .h)	0,909
Hydraulické zatížení plochy (pro Q <sub>max biol.</sub> )	m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> .h)	1,146
Hydraulické zatížení plochy (pro Q <sub>d</sub> )	m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> .h)	0,535
Doba zdržení (pro Q <sub>h</sub> )	h	5,28
Doba zdržení (pro Q <sub>max biol.</sub> )	h	4,19
Doba zdržení (pro Q <sub>d</sub> )	h	8,98
Zatížení plochy NL (pro Q <sub>h</sub> )	kg/(m <sup>2</sup> .h)	5,41
Zatížení plochy NL (pro Q <sub>max biol.</sub> )	kg/(m <sup>2</sup> .h)	6,24
Zatížení plochy NL (pro Q <sub>d</sub> )	kg/(m <sup>2</sup> .h)	4,10
Průměrná sušina aktivační směsi	g/l	3,5

#### Čerpací stanice vratného kalu

V prostoru mezi novými dosazovacími nádržemi bude vybudován nový stavební objekt čerpací stanice (ČS) vratného kalu. Čerpací stanice bude sloužit pro čerpání vratného kalu z DN, čerpání přebytečného kalu z DN, čerpání plovoucích nečistot z DN a osazení automatické tlakové stanice pro čerpání užitkové vody.

Do ČS je zaústěno přívodní potrubí odpadní vody DN800 z nitrifikací 2, kde se pomocí kalhotového rozdělovacího kusu dělí na dvě větve o světlosti DN600 do jednotlivých dosazovacích nádrží.



Pro čerpání vratného kalu budou osazena tři kalová čerpadla typu FA 25.31Z, kde dvě budou provozní a třetí pak rezervní. Parametry osazených čerpadel pro čerpání vratného kalu jsou  $Q = 125 \text{ l/s}$ ,  $H = 5 \text{ m}$ , dodávané firmou WILO s.r.o. Čerpadla budou řízena frekvenčním měničem s možností regulace v rozsahu 50 až 100 % výkonu. Na výtlačném potrubí z každé dosazovací nádrže bude osazen průtokoměr. Oba výtlačky se následně spojí do společného výtlačného potrubí DN500, které bude zaústěno do nového stavebního objektu regenerace kalu.



*Obr. 13. Čerpadla vratného kalu*

Pro čerpání přebytečného kalu odebíraného z potrubí vratného kalu budou osazena dvě vřetenová čerpadla typu NM 053 BY 01 P 05 B, kde jedno bude provozní a druhé rezervní. Parametry osazených vřetenových čerpadel pro čerpání přebytečného kalu  $Q = 25 \text{ m}^3/\text{hod}$ ,  $p = 4 \text{ bar}$ , dodávané firmou SIWATEC, a.s. Přebytečný kal se bude čerpat na linku zahuštění kalu (PS05) a bude řízen automaticky. Předpokládané množství čerpaného vratného kalu je  $387 \text{ m}^3/\text{den}$ .

Plovoucí nečistoty jsou stěrkou hladiny v dosazovací nádrži dopravovány do jímky plovoucích nečistot u odtokového žlabu. Z jímky v usazovací nádrži je zavedeno potrubí do ČS vratného kalu, kde je zaústěno do nádrže plovoucích nečistot. K nádrži je napojeno kalové čerpadlo typu FA 08.52 o parametrech  $Q = 5 \text{ l/s}$ ,  $H = 7 \text{ m}$ , dodávané firmou WILO s.r.o. Výtlaček čerpadla bude zaústěn do sání čerpadel přebytečného kalu. Čerpadlo bude ovládáno tlakovým spínačem osazeným na nádrži plovoucích nečistot.

Automatická tlaková stanice (ATS) užitkové vody bude umístěna v ČS vratného kalu. Voda do automatické tlakové stanice bude přivedena z nového stavebního objektu mikrofiltrace. Kompaktní automatická čerpací stanice užitkové vody typu Comfort-Vario COR-3 je tvořena třemi membránovými čerpadly s parametry  $Q = 25 \text{ l/s}$ ,  $p = 0,6 \text{ MPa}$ , dodávané firmou WILO s.r.o. ATS bude sloužit pro zásobování užitkovou vodou následujících zařízení:

- ostřík sít kalolisů;
- lis shrabků v hrubém předčištění;
- pračku písku, ostřík sít zahušťovače přebytečného kalu;
- vyplachovací vany dešťové zdrže.

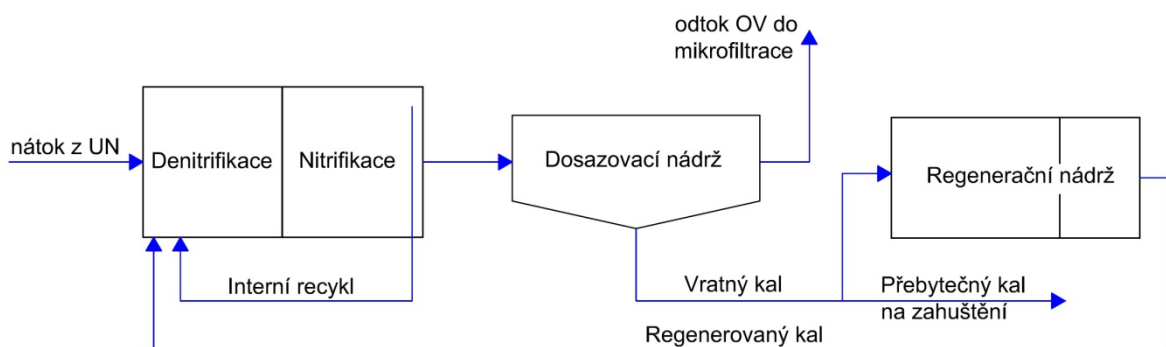
### 3.3.4.3 Regenerační nádrž

Vratný kal čerpaný z nových dosazovacích nádrží bude čerpán do nového objektu regenerační nádrže. Regenerační nádrž bude rozdělena na anoxickou a oxickou část. V anoxické části regenerační nádrže bude osazeno ponorné míchadlo WILO TR 226 s vrtulí o průměru 2,6 m. Míchadlo bude osazeno ve výšce 2 m nad dnem nádrže a vrtule bude směřována  $15^\circ$  proti směru průtoku. Následná manipulace s míchadlem bude možná za použití přenosného jeřábku instalovaného na obslužné lávce regenerační nádrže.

Tab. 18. Parametry regenerační nádrže

Parametry regenerační nádrže - anoxická část		
Délka nádrže	m	6,9
Šířka nádrže	m	14
Hloubka nádrže	m	6,2
Objem nádrže	$\text{m}^3$	600
Parametry regenerační nádrže - oxická část		
Délka nádrže	m	21
Šířka nádrže	m	14
Hloubka nádrže	m	6,2
Objem nádrže	$\text{m}^3$	1 764
Standardní oxygenační kapacita	$\text{kgO}_2/\text{den}$	3 720
Předpokládané množství vzduchu	$\text{m}^3/\text{h}$	1 940

Pro zajištění potřebného vnosu kyslíku je navržena jemnobublinná aerace s rošty vyjímatelnými za provozu. Přívod vzduchu k nádrži je veden z obou stran nádrže. Na konci regenerační nádrže bude vybudován nový přepadový objekt, pomocí kterého dojde k rovnoměrnému rozdělení nátoků na jednotlivé biologické linky. V tomto objektu budou instalovány dva nástěnné kanálové uzávěry DN400 s elektropohonem a potrubím stejné světlosti, které bude vedeno uvnitř kolektoru a vyústěno na vstup denitrifikace 1 jednotlivých linek. O vzduch pro provzdušňování se starají dvě nová dmychadla osazená v dmychárně, která je součástí regenerační nádrže. Jedno dmychadlo je provozní, druhé rezervní. Dmychadla jsou v uspořádání pro sání z prostoru dmychány. Je zde navrženo dmychadlo typu 3D55B-151K společnosti Kubíček VHS, s.r.o. Maximální kapacita dopravovaného vzduchu dmychadla  $Q = 1\,940 \text{ m}^3/\text{hod}$  při pracovním rozdílu tlaku 75 kPa. Dmychadla jsou navržena s regulací otáček pomocí frekvenčního měniče v rozsahu 50 až 100% výkonu. M dodávaného vzduchu se bude řídit dle koncentrace rozpuštěného kyslíku na odtoku z regenerační nádrže (požadavek max. 0,5 mg/l).



Obr. 14. Schéma navrhované aktivace

#### 3.3.4.4 Mikrofiltrace

Pro zachycení zbytkových nerozpuštěných látek za dosazovacími nádržemi jsou navrženy čtyři mikrosítové filtry typu 15\_BMF\_30-BK3 firmy IN-EKO TEAM s.r.o. Tři filtry jsou provozní, jeden je rezervní. Filtr je v provedení do betonové šachty, která je doplněna o obslužný kanál. Jedná se o otevřené, gravitační filtrační zařízení. Mikrosítové filtry neobsahují žádná místa, která by bylo nutno mazat a údržba se omezuje pouze na výměnu použitých filtračních plachetek. Každý filtr je vybaven samostatným pohonem bubnu. Pro ostřík bubnu slouží dvojice instalovaných ostříkovacích čerpadel na výstupu z filtru. Voda vtéká do vnitřního prostoru bubnu, nečistoty se zachytávají na vnitřní straně plachetky a vyčištěná voda protéká přes plachetku ven. Při zanášení plachetky se zvyšuje

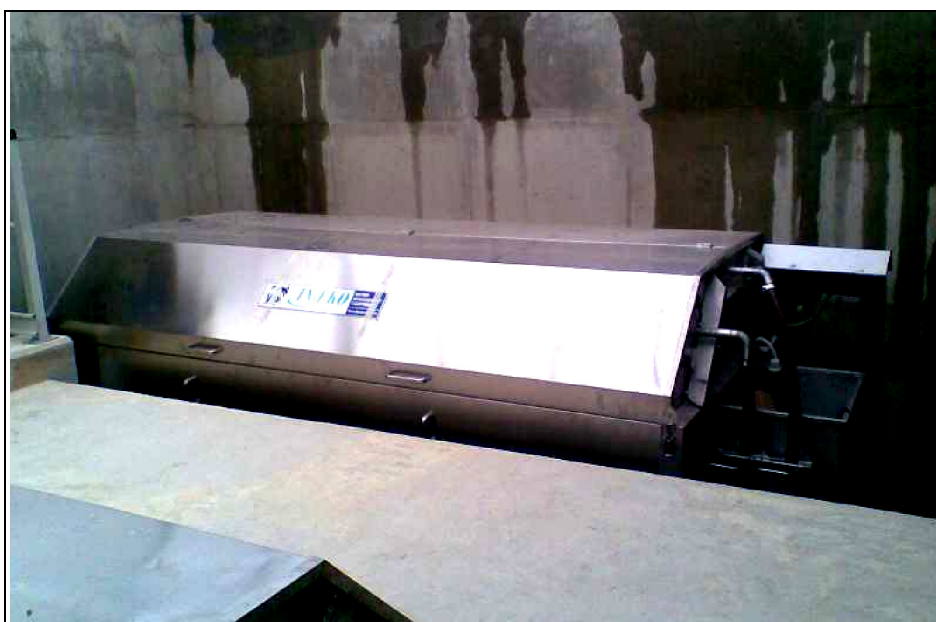
hladina v bubnu. Při dosažení zvoleného rozdílu hladin se automaticky zapne pohon bubnu a ostřikovací čerpadlo propláchne filtrační plachetky. Po proplachu klesne hladina v bubnu a automaticky se odstaví pohon a ostřikovací čerpadlo filtru. Každý filtr má instalovanou kalovou jímku s čerpadlem, které čerpá kal z proplachů plachetek do akumulární jímky kalu v ČS mikrofiltrace.

Mikrosítový bubnový filtr 15\_BMF\_30-BK3:

Výkon filtru	Q = 180 l/s
Filtrační tkanina	60 µm, (PA)
Očekávané zatížení na vstupu	30 mg/l NL

#### Čerpání kalu z mikrofiltrace

Z kalových jímek jednotlivých filtrů je čerpán terciální kal do akumulární jímky kalu o objemu 6 m<sup>3</sup>. Pro zamezení sedimentace v akumulární jímce bude instalováno ponorné vrtulové míchadlo se spouštěcím zařízením firmy WILO s.r.o. Následná manipulace s míchadlem bude možná za použití přenosného jeřábku instalovaného na stropě jímky. Po naplnění jímky bude kal jednorázově odčerpán na zahuštění kalu. K tomu budou sloužit dvě vřetenová čerpadla typu NM 045 BY 01 L 06 B, kde jedno bude provozní a druhé je rezervní. Parametry osazených vřetenových čerpadel pro čerpání terciálního kalu Q = 15 m<sup>3</sup>/hod, p = 4 bar, dodávané firmou SIWATEC, a.s.



Obr. 15. Mikrosítový bubnový filtr osazený v betonové šachtě

### 3.3.4.5 Dávkování chemikálií

Pro chemické odstraňování fosforu bude i nadále využíváno stávajících chemikálií používaných na ČOV, a to 40% síranu železitého a 40% síranu hlinitého. Při provozu se bude vždy používat pouze jedna chemikálie, a to dle rozhodnutí technologa dohlížejícího na proces. Pro skladování chemikálií budou využívány stávající dvouplášťové nádrže o objemu 20 m<sup>3</sup>, které budou přemístěny k nově budovanému zastřešenému objektu se záchytnou jímkou v případě poruchy některé z nádrží. K dávkování požadovaného množství budou osazeny kontejnerové dávkovací stanice venkovního provedení se třemi membránovými dávkovacími čerpadly o výkonu  $Q = 0,1$  až 50 l/h,  $p = 10$  bar. Veškeré rozvody a osazené armatury budou z materiálu PE-HD. Chemikálie se budou dávkovat vždy na jedno místo, a to před provzdušňované lapáky písku, do nátok na aktivace nebo před odtok z aktivační nádrže.

#### Dávkování externího substrátu

Pro zajištění potřebné intenzity denitrifikace je nově navrženo dávkování externího substrátu do denitrifikačních nádrží v každé lince. Jako vhodná chemikálie z technických a ekonomických důvodů byl zvolen 100% metanol. Jedná se o chemikálii toxickou, s vysokým stupněm hořlavosti a platí pro její skladování a manipulaci zvláštní předpisy.

Pro skladování je navržena tříplášťová nádrž o objemu 45 m<sup>3</sup>. Tato nádrž je standardně vybavena pro skladování PHM a vyznačuje se vysokou odolností proti požáru a mechanickému poškození. Nádrž bude vybavena armaturami, měřením výšky hladiny, uzemněním, protizášlehovými uzávěry, odvětráním a bleskosvody. K dávkování požadovaného množství bude osazena dávkovací stanice venkovního provedení se třemi membránovými dávkovacími čerpadly o výkonu  $Q = 0,1$  až 50 l/h,  $p = 10$  bar. Dávkovací čerpadla budou řízena automaticky dle N-NO<sub>3</sub> na odtoku z anoxické části denitrifikace.

#### Vlastnosti metanolu:

- hustota: 792 kg/m<sup>3</sup>;
- metylalkohol má specifickou hodnotu CHSK = 1,5 kg CHSK/kg;
- metylalkohol má specifickou hodnotu CHSK = 1,188 kg CHSK/l;
- skladování a manipulace dle ČSN 65 02 01;
- třída nebezpečnosti dle ČSN 65 02 01.

### 3.3.5 PS 05 Kalové a plynové hospodářství

Stávající stav kalového hospodářství je pro další bezproblémový chod ČOV nevyhovující. Vyhnívací nádrže jsou provozovány vedle sebe a surový kal na vstupu je nedostatečně zahuštěn, proto dochází k odpouštění zvýšeného množství kalové vody s vysokým obsahem nerozpuštěných látek z vyhnívacích nádrží zpět do čistírenské linky. Tento zpětný vnos kalu do systému se projevuje zvýšenými hodnotami vykazované naměřené produkce kalu. Cílem rekonstrukce je především zahuštění surového kalu na cca 5,5 % a následné omezení vypouštění kalových vod zpět do čistírenské linky. Provoz nových vyhnívacích nádrží bude v termofilní oblasti teplot za účelem dosažení vyšší hygienizace kalu a hlubšího rozkladu organických látek.

#### 3.3.5.1 Zahuštění kalu

Zahuštění primárního a přebytečného kalu bude probíhat v novém zařízení, které bude umístěno na místě stávající flotační nádrže. Flotační nádrž s veškerým příslušenstvím proto bude demontována. K zahuštění se předpokládá umístění těchto zařízení:

- zahušťovací nádrž primárního kalu;
- strojní zahuštění přebytečného kalu;
- míchadlo do nádrže surového kalu;
- nová čerpadla surového kalu.

#### Zahuštění primárního kalu

Primární kal bude čerpán do nové zahušťovací nádrže pomocí kalových čerpadel odtahu primárního kalu z UN (PS 03). Zahušťovací nádrž bude stojatý válcový ocelový míchaný tank o objemu 25 m<sup>3</sup>. Odsazený kal bude cyklicky odpouštěn do jímky surového kalu, kalová voda bude gravitačně odpouštěna do kanalizace. Nádrž bude pracovat v cyklu čerpání primárního kalu – sedimentace – odtah kalové vody – odtah zahuštěného kalu.

Tab. 19. Parametry zahuštění primárního kalu

Parametry zahuštění primárního kalu		
Hmotnostní produkce primárního kalu	kg/den	2 250
Koncentrace sušiny	%	3
Objemové množství primárního kalu	m <sup>3</sup> /den	75
Koncentrace sušiny zahuštěného kalu	%	5,5
Objemové množství zahuštěného kalu	m <sup>3</sup> /den	41
Objem kalové vody	m <sup>3</sup> /den	34
Objem jímky surového kalu	m <sup>3</sup>	30

Zahuštění přebytečného kalu

Přebytečný kal čerpaný z nových dosazovacích nádrží (PS 04) bude zahušťován na pásovém zahušťovači o výkonu 25 m<sup>3</sup>/h za přídavku organického flokulantu. Zařízení na zahušťování bude osazeno v novém temperovaném objektu. Z důvodu nutnosti nepřetržitého provozu musí být zařízení strojního zahuštění kalu zdvojeno. Zahuštěný kal bude gravitačně zaveden do stávající jímky směsného kalu. Odpadní voda ze zahušťování bude gravitačně odtékat do kanalizace ČOV a následně do vstupní čerpací stanice ČOV.

Tab. 20. Parametry zahuštění přebytečného kalu

Parametry zahuštění přebytečného kalu		
Hmotnostní produkce přebytečného kalu	kg/den	2 710
Koncentrace sušiny	%	0,7
Objemové množství přebytečného kalu	m <sup>3</sup> /den	387
Koncentrace sušiny zahuštěného kalu	%	5,5
Objemové množství zahuštěného kalu	m <sup>3</sup> /den	49
Objem kalové vody	m <sup>3</sup> /den	338

Stávající jímka surového kalu

Jímka surového kalu bude zachována a používána jako doposud. Proběhne pouze výměna stávajícího ponorného míchadla za nové. Nové ponorné míchadlo firmy WILO s.r.o. bude instalováno se spouštěcím zařízením. Následná manipulace s míchadlem bude možná za použití přenosného jeřábku instalovaného na stropě jímky.

Čerpací stanice surového kalu

Surový kal z jímky surového kalu bude dopravován novou potrubní trasou do vyhnívacích nádrží. K tomu účelu budou osazena dvě vřetenová čerpadla, kde jedno bude provozní a druhé rezervní. Parametry osazených vřetenových čerpadel pro čerpání surového kalu  $Q = 30 \text{ m}^3/\text{hod}$ ,  $p = 5 \text{ bar}$ , dodávané firmou SIWATEC, a.s. Předpokládané množství surového kalu je  $90 \text{ m}^3/\text{den}$ .

**3.3.5.2 Odvodnění kalů – homogenizační a fugátová nádrž**

Strojní odvodnění vyhnílého kalu bude nadále prováděno na kalolisech, kde jeden bude vyměněn za nový o výkonu  $25 \text{ m}^3/\text{h}$  a druhý projde celkovou modernizací. Ta bude obnášet nový pohon pásu, nové napínání lisu, výměna všech ložisek a revize válců. Pro stávající lis bude repasována původní obslužná plošina. Pro nový lis bude třeba instalovat novou pochozí a ovládací plošinu. Pro strojní odvodnění je navrženo dávkování práškového flokulantu, který bude připravován v automatické stanici chemického hospodářství. Pro každý lis bude instalována nová flokulační stanice. Odvodněný kal z kalolisů bude nadále odváděn do kontejnerů v přízemí budovy strojního odvodnění.

Tab. 21. Parametry odvodnění kalu

Parametry odvodnění kalu		
Produkce vyhnílého kalu	kg/den	3 185
Koncentrace	% hmot.	3,53
Organický podíl ve vyhnílém kalu	%	45,5
Objem vyhnílého kalu	$\text{m}^3/\text{den}$	90,3
Vyhnílý kal k odvodnění	kg/den	4 460
Množství odvodněného kalu	$\text{m}^3/\text{den}$	17,5
Požadovaná koncentrace sušiny odvodněného kalu	%	25
Množství fugátu	$\text{m}^3/\text{den}$	203

Fugátová nádrž

Fugát z odvodnění bude zaveden do nové podzemního objektu akumulární nádrže o objemu  $250 \text{ m}^3$ . Součástí nádrže jsou potrubní bezpečnostní přepady zaústěny do kanalizace v areálu ČOV. Pro zamezení sedimentace ve fugátové nádrži bude



instalováno ponorné vrtulové míchadlo se spouštěcím zařízením firmy WILO s.r.o. Následná manipulace s míchadlem bude možná za použití přenosného jeřábků instalovaného na stropě nádrže. Z nádrže bude fugát rovnoměrně čerpán do regenerační nádrže. K tomuto účelu budou osazena dvě vřetenová čerpadla vybavena regulací pomocí frekvenčního měniče, kde jedno bude provozní a druhé rezervní. Parametry osazených vřetenových čerpadel pro čerpání fugátu  $Q = 20$  až  $41 \text{ m}^3/\text{hod}$ ,  $p = 4 \text{ bar}$ , dodávané firmou SIWATEC, a.s.

#### Homogenizační nádrž

K homogenizaci vyhnílého kalu před jeho následným strojním odvodněním je zařazen nový stavební objekt homogenizační nádrže o objemu  $150 \text{ m}^3$ , do které je kal gravitačně přepouštěn z uskladňovací nádrže. Nová homogenizační nádrž nahrazuje původní dvě homogenizační nádrže o objemu  $2 \times 16 \text{ m}^3$ , které budou následně demontovány. Součástí nádrže jsou potrubní bezpečnostní přepady zaústěné do kanalizace v areálu ČOV. Pro zamezení sedimentace v homogenizační nádrži budou instalována dvě ponorná vrtulová míchadla se spouštěcím zařízením firmy WILO s.r.o. Následná manipulace s míchadly bude možná za použití přenosných jeřábků instalovaných na stropě nádrže. Z homogenizační nádrže bude kal čerpán do budovy strojního odvodnění. K tomu účelu budou osazena dvě vřetenová čerpadla vybavena možností regulace pomocí frekvenčního měniče, kde jedno bude provozní a druhé rezervní. Parametry osazených vřetenových čerpadel pro čerpání homogenizovaného kalu  $Q = 13$  až  $25 \text{ m}^3/\text{hod}$ ,  $p = 4 \text{ bar}$ , dodávané firmou SIWATEC, a.s.

#### **3.3.5.3 Vyhnívací nádrž VN I°**

Na ČOV Cheb jsou momentálně v provozu dvě vyhnívací nádrže v mezofilním procesu při teplotě  $40 \text{ }^\circ\text{C}$  a jim přiřazeny dvě uskladňovací nádrže. Vyhnívací nádrže jsou uzavřené, míchané bioplynem i pomocí čerpadla. Tvořící se bioplyn je odebírán z obou nádrží a je odváděn k dalšímu zpracování v části plynového hospodářství. Při rekonstrukci se počítá s přebudováním stávajících vyhnívacích nádrží z mezofilního procesu na termofilní proces (teplota procesu  $55 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Takto upravené vyhnívací nádrže budou

tvořit první stupeň a kal bude následně veden do druhého stupně vyhnívání, který vznikne přebudováním jedné z uskladňovacích nádrží.

Tab. 22. Parametry vyhnívacích nádrží VN I°

<b>Parametry vyhnívacích nádrží VN I°</b>		
Množství vstupujícího kalu	kg/den	4 959
Koncentrace vstupujícího kalu	kg/m <sup>3</sup>	55
Denní množství vstupujícího kalu	m <sup>3</sup> /den	90
Organická sušina na vstupu	%	65
Průměrná teplota při stabilizaci kalu	°C	55
Užitečný objem jedné nádrže	m <sup>3</sup>	1 320
Doba zdržení kalu	den	29,3

Veškeré technologické zařízení včetně potrubí bude vyměněno za nové. Na stávajících vrchlících obou nádrží VN I° bude instalováno nové ocelové víko, vybavené kompletním novým plynovým zařízením obsahující kapalinovou pojistku, jímač bioplynu, průhledítka a rozvody bioplynu pro míchání VN I°. Surový kal bude do vyhnívacích nádrží VN I° přiváděn samostatným potrubím, zaústěným do výtlaku cirkulace kalu přes výměník ve strojovně VN I°. Pro efektivnější využití tepla v odváděném vyhnilém kalu bude na výtlaku z ČS surového kalu do VN I° provedena odbočka k zařízení pro využití zpětného tepla osazené v uskladňovací nádrži. Předehřátý surový kal bude přiváděn potrubím do strojovny VN I° a zaústěn do přírodního potrubí surového kalu z ČS surového kalu. Ohřev kalu ve VN I° budou zajišťovat dva nerezové spirálové výměníky tepla voda – kal. Topná voda pro ohřev kalu bude přiváděna potrubím z kotelny. Míchání nádrží VN I° bude možno mechanicky pomocí čerpadla nebo pneumaticky za použití kompresorů na bioplyn. Vyhnilý kal bude z VN I° do VN II° přepouštěn gravitačně, v případě potřeby pomocí čerpadla. Obě nádrže VN I° budou vybaveny bezpečnostním přepadem.

#### 3.3.5.4 Vyhnívací nádrž VN II° a uskladňovací nádrž UsN

Na základě návrhu termofilního systému anaerobní stabilizace kalu bude jedna ze dvou stávajících uskladňovacích nádrží zařazena do celku kalového hospodářství jako uzavřená vyhnívací nádrž VN II°. Druhá uskladňovací nádrž bude zachována a používána jako doposud.

Vyhnívací nádrž II °

Na stávající betonové koruně VN II° bude instalován nový ocelový vrchlík kuželovitého tvaru, včetně nového ocelového víka. Ocelové víko bude vybaveno plynovým zařízením obsahující kapalinovou pojistku, jímač bioplynu, průhledítka a rozvod bioplynu pro míchání VN II°. Aby bylo zajištěno gravitační přepouštění kalu z VN I° do VN II°, bude třeba snížit stávající provozní hladinu v nádrži VN II°. Míchání nádrží VN II° bude možno mechanicky pomocí čerpadla nebo pneumaticky za použití kompresoru na bioplyn. Vyhníly kal bude z VN II° do uskladňovací nádrže přepouštěn gravitačně, v případě potřeby pomocí čerpadla.

Tab. 23. Parametry vyhnívacích nádrží VN II °

<b>Parametry vyhnívacích nádrží VN II°</b>		
Užitečný objem	m <sup>3</sup>	1 500
Doba zdržení ve VN II	den	16,6
Doba zdržení ve VN I + II	den	45,9

Uskladňovací nádrž USN

Maximální provozní hladina uskladňovací nádrže USN bude proti stávající snížena, aby bylo zajištěno gravitační přepouštění kalu z VN II°. Technologické vybavení uskladňovací nádrže bude vyměněno za nové, tj. potrubí kalu, potrubí pro míchání vzduchem a bezpečnostní přepady.

Tab. 24. Produkce vyhnílého kalu

<b>Produkce vyhnílého kalu</b>		
Organický podíl ve směsném kalu	%	65
Organického podíl ve vyhnílého kalu	%	45,5
Produkce vyhnílého kalu	kg/den	3 185
Koncentrace	% hmot.	3,53
Objemové množství	m <sup>3</sup> /den	90

### 3.3.5.5 *Kompresorovna*

Stávající bioplynová kompresorovna je vybavena dvěma stávajícími pístovými kompresory pro míchání vyhnívacích nádrží, které budou modernizovány, a veškeré propojovací potrubí bude vyměněno za nové. Z vyhnívacích nádrží VN I° a VN II° bude potrubím přiveden bioplyn do kompresorovny, kde budou osazeny kapalinové uzávěry včetně zásobníků vody. Dále bude bioplyn odváděn do strojovny plynojemu.

Modernizace kompresorů budou obnášet nové potrubní připojení s kompenzátory, nové lapače kapek, odlučovače oleje a měřicí přístroje. Parametry kompresoru jsou  $Q = 92 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $p = 0,4 \text{ MPa}$ , kde jeden je provozní a druhý slouží jako rezervní. Z technických důvodů bude bioplyn před vstupem do kompresorovny zbaven nadměrné vlhkosti. K tomuto účelu bude instalován výměník sestávající se z chladicí části a ohřívací části bioplynu. Plyn se ochlazuje z  $55 \text{ }^\circ\text{C}$  na  $23 \text{ }^\circ\text{C}$  a následně ohřívá na  $35 \text{ }^\circ\text{C}$ . Zkondenzovaná voda se bude odlučovat v dolní části výměníku, odkud bude odváděna. Pro ohřev bioplynu bude realizován přívod topné vody a odvod vratné vody zpět do kotelny. K ochlazení bioplynu bude použito chladicí zařízení s uzavřeným okruhem.

### 3.3.5.6 *Plynojem, strojovna plynojemu*

V současné době je v provozu stávající ocelový suchý plynojem o objemu  $1\,500 \text{ m}^3$  a provozním přetlakem  $1,9 \text{ kPa}$  v nastavitelném rozmezí  $1,0$  až  $2,5 \text{ kPa}$ . Stávající plynojem bude i nadále používán. Na plynojemu bude provedena výměna opotřebovaných částí, což představuje modernizace poškozených částí zvonu, výměnu plynové membrány včetně těsnění a spojovacího materiálu, doplnění vystýlající membrány dna, výměnu stávající hydraulické pojistky za novou, splňující současné technické požadavky, a dále opravu nátěrů na připojovacích přírubách, odplynění, vyzkoušení a odvzdušnění. Technologické zařízení strojovny plynojemu bude kompletně vyměněno za nové. Součástí objektů budou rovněž bezpečnostní detekční systémy s přímou automatickou vazbou na větrací systémy.

#### 4 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ REKONSTRUKCE

Rekonstrukce čistírny odpadních vod v okresním městě Chebu na západě Čech v Karlovarském kraji patří mezi velké vodohospodářské projekty schválené Operačním programem životního prostředí a Evropskou komisí. Rekonstrukce dané čistírny spadá pod skupinový projekt "Chebsko - environmentální opatření", které se skládá z těchto projektů:

- Intenzifikace čistírny odpadních vod v Chebu;
- Výstavba kanalizace v městě Chebu – městská část Švédský vrch;
- Intenzifikace čistírny odpadních vod v Mariánských Lázních.

Celkové náklady na projekt „Chebsko – environmentální opatření“ jsou vyčísleny na 646 156 125 Kč. Z toho podpora Fondu soudržnosti Evropské unie činí 381 047 497 Kč a podpora Státního fondu životního prostředí České republiky činí 22 414 559 Kč.

Náklady na technologickou část ČOV Cheb jsou následující:

Tab. 25. Náklady dle jednotlivých PS elektro část ČOV Cheb

<i>Náklady dle jednotlivých PS a elektro část ČOV Cheb</i>	
<b>Provozní soubor</b>	<b>Cena bez DPH</b>
PS 01 Úprava na přítokových stokách	1 457 827 Kč
PS 02 Hrubé předčištění	8 907 467 Kč
PS 03 Mechanické čištění	9 759 837 Kč
PS 04 Biologické čištění	16 443 488 Kč
PS 05 Kalové a plynové hospodářství	54 835 296 Kč
Elektrotechnologická část	21 853 775 Kč
Trafostanice, venkovní kabelové rozvody	15 474 144 Kč
Systém řízení technologických procesů (SŘTP)	20 558 947 Kč
Telefonní ústředna, zabezpečení, kamerový systém	408 510 Kč
<b>Cena celkem za technologickou část díla</b>	<b>149 699 291 Kč</b>

## ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo navrhnout rekonstrukci čistírny odpadních vod v Chebu. Úkolem celkové rekonstrukce bylo potřeba dosáhnout vyšší kapacity čistírny odpadních vod ze stávajících 45 000 EO na 65 000 EO a zvýšit spolehlivost provozu z důvodu zastaralého a nevyhovujícího technologického zařízení.

Bakalářská práce je rozdělena do dvou částí. V první, teoretické části, proběhlo seznámení s historií, současností, problémy provázené oblastí čištění odpadních vod a druhy odpadních vod, se kterými se můžeme setkat. Hlavním cílem teoretické části bylo celkové seznámení se zařízením a technologií používanou doposud na čistírně odpadních vod. Druhá, praktická část, se zabývá samotnou změnou stávajícího uspořádání a návrhem nových objektů, které jsou nezbytné pro splnění požadavků na rekonstrukci včetně zajištění plnění ustanovení legislativy České republiky a Evropské unie, která klade na provozovatele nemalé nároky. Pro splnění všech požadavků je nezbytné razantní rozšíření biologického stupně, jakožto stěžejního článku celé čistírny odpadních vod a následné úpravy na kalovém hospodářství.

Stávající dosazovací nádrže umístěné v čistírenském monobloku budou zrušeny a přebudovány na nitrifikační zónu s následným rozšířením denitrifikační zóny. Za aktivační linkou budou vybudovány nové kruhové dosazovací nádrže s odtahem vratného kalu do nové regenerační nádrže s dávkováním regenerovaného kalu zpět do denitrifikační nádrže. Pro zachycení zbytkových nerozpuštěných látek za dosazovacími nádržemi bude instalován terciální stupeň čištění skládající se z mikrosítových bubnových filtrů. Pro chemické srážení fosforu budou nadále používány roztoky síranu železitého a hlinitého. Nově bude instalováno dávkování externího substrátu pro zvýšení intenzity odbourávání znečištění tvořené formami dusíku. V kalovém hospodářství je důležité zejména řešit nedostatečné zahuštění surového kalu a následné odpouštění zvýšeného množství kalové vody z vyhnívacích nádrží zpět do čistírenského procesu. Proto je třeba vybudovat nové zahuštění kalu a dojde ke změně procesu vyhnívacích nádrží z mezofilní na termofilní oblast teplot s dosažením vyšší hygienizace kalu a hlubšího rozkladu organických látek. Stávající vyhnívací nádrže budou tvořit první stupeň vyhnívání a následně přebudování jedné z uskladňovacích nádrží na vyhnívací nádrž druhého stupně. Kal ke strojnímu odvodnění bude čerpán z nové homogenizační nádrže a odváděný fugát bude zaústěn do nové fugátové nádrže, odkud bude přečerpáván do regenerační nádrže

k dalšímu využití. Pro maximální účinnost a množství čištěné vody v době zvýšených dešťových nátoků bude sloužit nová dešťová zdrž, která bude schopna pojmout 3 900 m<sup>3</sup> odpadní vody, která by za stávajícího stavu přepadla nevyčištěna do recipientu.

V závěru práce bylo uvedeno ekonomické zhodnocení technologické části rekonstruované čistírny odpadních vod, kde náklady na zhotovení technologické části díla včetně elektroinstalací a měřícího zařízení jsou předběžně vyčísleny na částku 149 699 291 Kč.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] ČSN 75 6401. *Čistírny odpadních vod pro více než 500 ekvivalentních obyvatel*. Praha: Český normalizační institut, červenec 2006.
- [2] HLAVÍNEK, Petr, HLAVÁČEK, Jiří, JEŽ, Martin. *Čištění odpadních vod - praktické příklady výpočtů*. vydání 1. Brno: VUT, 1995, 135 s.
- [3] HLAVÍNEK, Petr. *Příručka stokování a čištění*. vydání 1. Brno: NOEL 2000 s.r.o., 2001, 251 s. ISBN 80-86020-30-4.
- [4] HLAVÍNEK, Petr. *Stokování a čištění odpadních vod*. Vydání 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2003, 253 s. ISBN 80-214-2535-0.
- [5] Interní materiály společnosti CHEVAK Cheb, a.s.
- [6] Katalog opatření - katalogové listy. *Portál eAGRI - resortní portál Ministerstva zemědělství* [online]. c2009-2011 [cit. 2012-02-19]. Dostupné z: <[http://eagri.cz/public/web/file/36963/\\_1\\_vystavba\\_cistirny.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/36963/_1_vystavba_cistirny.pdf)>
- [7] MALÝ, Josef, MALÁ, Jitka. *Chemie a technologie vody*. 1. vydání Brno: Noel 2000, 1996, 197 s. ISBN 80-860-2013-4.
- [8] Multimediální výukový program pro předmět Čištění odpadních vod (projekt FRVŠ 2715/2006/F1/d - Fond rozvoje vysokých škol).
- [9] PYTL, Vladimír. *Příručka provozovatele čistírny odpadních vod*. 1. vyd. Praha: Medim pro SOVAK - Sdružení oboru vodovodů a kanalizací ČR, 2004, 209 s. ISBN 80-239-2528-8.
- [10] Stanice pro přejímku odpadní vody. *Schulzep.cz* [online]. Neuvedeno [cit. 2012-05-06]. Dostupné z: <<http://schulzep.cz/>>
- [11] Šneková čerpadla. *GESS-CZ, s.r.o.* [online]. c2005-2007 [cit. 2012-02-19]. Dostupné z: <<http://www.gess.cz/cz/snekova-cerpadla.html>>



**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

%	Procento, procentuální.
°	Stupeň.
°C	Celsiův stupeň.
ATS	Automatická tlaková stanice.
BSK <sub>5</sub>	Biochemická spotřeba kyslíku, pětidenní zkoušení.
ČOV	Čistírna odpadních vod.
ČS	Čerpací stanice.
DN	Dosazovací nádrž.
EO	Ekvivalentní obyvatel.
H	Dopravovaná výška.
CHSK <sub>Cr</sub>	Chemická spotřeba kyslíku stanovená pomocí dichromanu draselného, je mírou celkového organického znečištění vody.
Kč	Korun českých.
kg	Kilogram.
l	Litr.
m	Metr.
mm	Milimetr.
max.	Maximálně.
MŽP	Ministerstvo životního prostředí.
n	Počet otáček.
NL	Nerozpuštěné látky.
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Amoniakální dusík.
ot.	Otáčky.
OV	Odpadní voda.
P	Výkon.

---

$P_{\text{CELK}}$	Celkový fosfor.
PE-HD	Vysokohustotní polyetylén.
pH	Míra kyselosti.
PHM	Pohonné hmoty.
PS	Provozní soubor.
Q	Průtok, výkon.
$Q_{24}$	Průměrný denní přítok.
$Q_d$	Maximální denní přítok.
$Q_h$	Maximální hodinový přítok.
$Q_{\text{max}}$	Maximální denní přítok na ČOV.
ŘIS	Řídicí systém.
UN	Usazovací nádrž.
UsN	Uskladňovací nádrž.
$\Delta p$	Pracovní rozdíl tlaku.

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

<i>Obr. 1. Stoka B, lapák šterku a čerpací stanice OV na ČOV</i> .....	23
<i>Obr. 2. Hrubé a jemné strojně stírané česle</i> .....	26
<i>Obr. 3. Lapák písku a tuků</i> .....	27
<i>Obr. 4. Usazovací nádrže s pojezdovým mostem</i> .....	29
<i>Obr. 5. Denitrifikace, rozdělující příčka, nitrifikace</i> .....	32
<i>Obr. 6. Vyhňivací nádrže, strojní odvodnění, plynojem</i> .....	36
<i>Obr. 7. Sítopásové lisy CENED 1501, homogenizační nádrže</i> .....	38
<i>Obr. 8. Nízkotlaké teplovodní kotle KDVE</i> .....	40
<i>Obr. 9. Schéma zapojení přejímací stanice OV SPOV 4</i> .....	45
<i>Obr. 10. Technologické uspořádání dešťové zdrže</i> .....	48
<i>Obr. 11. Vystrojení lapáku písku a tuků č. 2</i> .....	50
<i>Obr. 12. Schéma uspořádání čistírenského monobloku</i> .....	52
<i>Obr. 13. Čerpadla vratného kalu</i> .....	57
<i>Obr. 14. Schéma navrhované aktivace</i> .....	59
<i>Obr. 15. Mikrosítový bubnový filtr osazený v betonové šachtě</i> .....	60

**SEZNAM TABULEK**

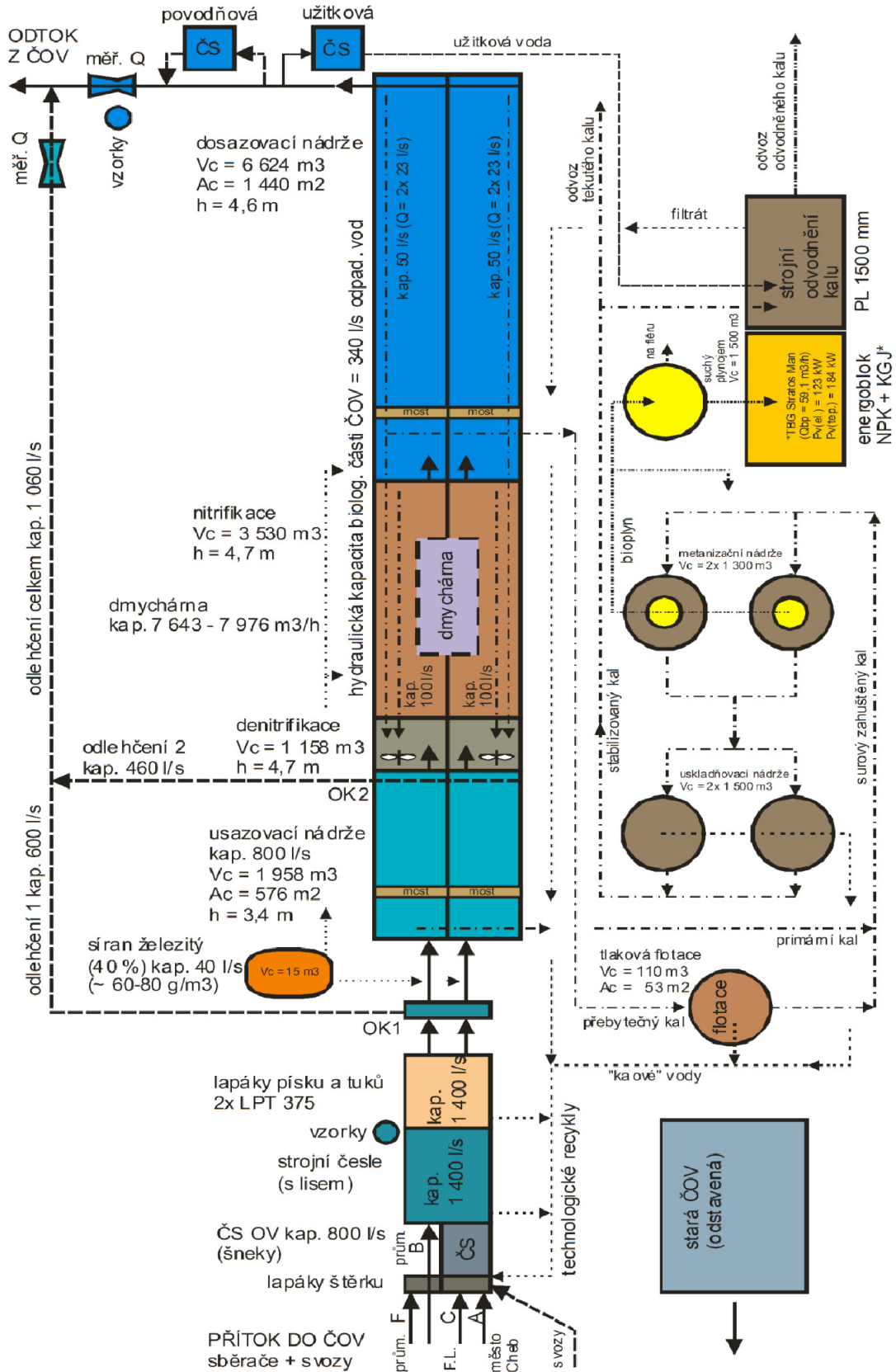
<i>Tab. 1. Povolené množství vypouštěných vod z ČOV Cheb .....</i>	19
<i>Tab. 2. Hydraulické zatížení - přítok na ČOV Cheb .....</i>	19
<i>Tab. 3. Látkové zatížení - přítok na ČOV Cheb .....</i>	20
<i>Tab. 4. Povolené vypouštění znečištění odpadních vod z ČOV Cheb do recipientu .....</i>	20
<i>Tab. 5. Vypouštěné znečištění odpadních vod z ČOV Cheb do recipientu .....</i>	21
<i>Tab. 6. Orientační množství zachycených materiálů dle ČSN 75 6401 .....</i>	24
<i>Tab. 7. Technologické parametry aktivace – projektové parametry .....</i>	32
<i>Tab. 8. Technologické parametry dosazovací nádrže - projektové parametry .....</i>	33
<i>Tab. 9. Technologické údaje o vodním recipientu .....</i>	34
<i>Tab. 10. Základní navrhované parametry .....</i>	43
<i>Tab. 11. Parametry dešťové zadržky .....</i>	47
<i>Tab. 12. Parametry lapáků písku a tuků .....</i>	49
<i>Tab. 13. Parametry usazovacích nádrží .....</i>	51
<i>Tab. 14. Parametry denitrifikačních nádrží .....</i>	53
<i>Tab. 15. Parametry denitrifikace 2 / nitrifikace 1 .....</i>	54
<i>Tab. 16. Parametry nitrifikace 2 .....</i>	54
<i>Tab. 17. Parametry dosazovací nádrže .....</i>	56
<i>Tab. 18. Parametry regenerační nádrže .....</i>	58
<i>Tab. 19. Parametry zahuštění primárního kalu .....</i>	63
<i>Tab. 20. Parametry zahuštění přebytečného kalu .....</i>	63
<i>Tab. 21. Parametry odvodnění kalu .....</i>	64
<i>Tab. 22. Parametry vyhnívacích nádrží VN I ° .....</i>	66
<i>Tab. 23. Parametry vyhnívacích nádrží VN II ° .....</i>	67
<i>Tab. 24. Produkce vyhnílého kalu .....</i>	67
<i>Tab. 25. Náklady dle jednotlivých PS elektro část ČOV Cheb .....</i>	69

## SEZNAM PŘÍLOH

P I Schéma stávajícího technologického procesu

P II Schéma technologického procesu po intenzifikaci

# PŘÍLOHA P I: SCHÉMA STÁVAJÍCÍHO TECHNOLOGICKÉHO PROCESU [5]



# PŘÍLOHA P II: SCHÉMA TECHNOLOGICKÉHO PROCESU PO INTENZIFIKACI

