

Rekonstrukce čistírny odpadních vod Hlinsko

Jakub Machů

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: **Jakub MACHŮ**

Osobní číslo: **T09086**

Studijní program: **B 3909 Procesní inženýrství**

Studijní obor: **Technologická zařízení**

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

Zásady pro vypracování:

- 1) Provedte analýzu současného stavu**
- 2) Navrhňte technologické řešení současných nedostatků – rekonstrukci ČOV**
- 3) Provedte ekonomické zhodnocení rekonstrukce**

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

Dle doporučení vedoucího práce

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. František Volek, CSc.

Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

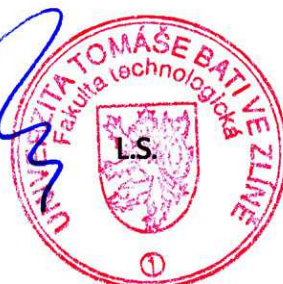
13. února 2012

Termín odevzdání bakalářské práce:

25. května 2012

Ve Zlíně dne 10. února 2012


doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan




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

Příjmení a jméno: Machů Jakub


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 ¹⁾;
- 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 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ 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 ³⁾ 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



.....

¹⁾ 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 nevdělečně 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.

²⁾ 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 vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³⁾ 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). Odpírá-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 přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Téma bakalářské práce popisuje rekonstrukci čistírny odpadních vod se zaměřením na kalové a plynové hospodářství. Požadavek vznikl na základě podlimitních čistících schopností čistírny. Účelem rekonstrukce je zvýšení účinnosti čistícího procesu v souladu s emisními limity znečištění s hlavním zaměřením na odbourání dusíku a fosforu. Předmětem je dále výměna zařízení, které je na konci životnosti, přizpůsobení kapacity zařízení dnešnímu množství a přiváděnému znečištění OV.

Teoretická část se zabývá všeobecnými pravidly pro provoz čistírny odpadních vod.

Praktická část se zabývá rekonstrukcí kalového, plynového hospodářství. Závěrem práce je zhodnocení tepelné bilance v závislosti na produkci bioplynu.

Klíčová slova: technologická rekonstrukce, čistárna odpadních vod, plynové a kalové hospodářství

ABSTRACT

The topic of the Bachelor thesis is description of the reconstruction of wastewater treatment plant focusing on the sludge and gas economy. The necessity for the reconstruction of the wastewater treatment plant was based on the poor efficiency of the cleaning process in accordance with current emission and future air pollution limits. The main purpose of the plant is to eliminate nitrogen substances and phosphorus with respect to the amount of waste water inlet and the capacitive parameters of the machinery.

The theoretical part will deal with the general rules applicable to the operation of wastewater treatment plants.

The practical part deals with the reconstruction of sludge, gas management. Finally, work is the evaluation of the heat balance in relation to the production of biogas.

Keywords: technology reconstruction, wastewater treatment plant, sludge and gas economy

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 kolegům z Centropjektu a.s. za cenné rady při zpracování mé bakalářské práce.

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

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 CHARAKTERISTIKA ÚZEMÍ STAVBY, URBANISTICKÉ, ARCHITEKTONICKÉ A STAVEBNĚ-TECHNICKÉ ŘEŠENÍ STAVBY	12
1.1 ZDŮVODNĚNÍ VÝBĚRU STAVENIŠTĚ A VÝSLEDKY PRŮZKUMŮ	12
1.2 VÝBĚR A POPIS STAVENIŠTĚ	12
1.3 PROVEDENÉ PRŮZKUMY	12
1.3.1 Zhodnocení geologických poměrů staveniště	12
1.3.2 Hydrologický průzkum	13
1.4 OCHRANA AREÁLU ČOV PŘED VELKÝMI VODAMI.....	13
1.5 SOUČASNÝ STAV ČOV	13
1.5.1 Dosavadní a předpokládané ochranné pásma.....	14
1.5.2 Geodetické a mapové podklady	15
1.5.3 Pozemky, zábory	15
1.5.4 Geologické poměry staveniště	15
1.6 POŽADAVKY NA CELKOVÉ URBANISTICKÉ A ARCHITEKTONICKÉ ŘEŠENÍ STAVBY	16
1.7 STAVEBNÍ OBJEKTY	17
2 SOUČASNÁ TECHNOLOGIE PROVOZU ČOV	20
2.1 ÚDAJE O KAPACITÁCH	20
2.2 BILANČNÍ ÚDAJE MNOŽSTVÍ A ZNEČIŠTĚNÍ OV NA PŘÍTOKU DO ČOV	21
2.2.1 Množství OV (přítok na ČOV)	21
2.2.2 Znečištění OV	22
2.3 PŘEDPOKLÁDANÁ INTENZIFIKACE ČOV	23
2.4 PŘEDPOKLÁDANÁ ČISTÍCÍ ÚČINNOST ČOV	27
2.5 TECHNOLOGICKÉ SOUBORY	31
2.5.1 Rekonstrukce plynového hospodářství	31
2.5.2 Plynový motor	32
2.5.3 Rekonstrukce kotelny	34
2.6 ZABEZPEČENÍ BUDOUCÍHO PROVOZU.....	35
2.6.1 Organizace provozu	35
2.6.1.1 Údaje o počtu pracovníků	35
2.6.1.2 Souhrnná bilance surovin, materiálů a odpadních látek	35
2.6.2 Vodní hospodářství	35
2.6.3 Doprava	36
3 ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ	37
3.1 VLIV STAVBY NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ	37
3.2 BEZPEČNOST A OCHRANA ZDRAVÍ PŘI PRÁCI	38
3.3 PŘEDPOKLÁDANÁ INTENZIFIKACE ČOV	39
II PRAKTICKÁ ČÁST	41
4 CÍLE ŘEŠENÍ PRAKTICKÉ ČÁSTI	42
5 KALOVÉ A PLYNOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ	43

5.1	KALOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ	43
5.2	PLYNOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ.....	46
6	ENERGETICKÉ HOSPODÁŘSTVÍ	47
6.1	ZÁSOBOVÁNÍ TEPEM, ÚDAJE O PALIVU, EMISE	48
6.1.1	Emise ze spalování plyných paliv	51
6.2	PRODUKCE KALU	52
7	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ TECHNOLOGICKÉ REKONSTRUKCE	53
	ZÁVĚR	56
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	57
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	58
	SEZNAM GRAFŮ	59
	SEZNAM TABULEK.....	60
	SEZNAM OBRÁZKŮ	61
	SEZNAM PŘÍLOH.....	62

ÚVOD

Čistírna odpadních vod je stavební objekt včetně strojního zařízení, kde dochází k čištění odpadních vod. Setkáváme se s nimi, jednak v blízkosti různých provozů, kde slouží k čištění průmyslových vod, odpadních vod ze zemědělské výroby, a dále u měst a obcí, kde čistí vody komunální a smíšené, tedy komunální s průmyslovými.

Čistírny mohou být mnoha typů. Rozdělují se hlavně podle velikosti a typu čistírenského procesu. Nejčastějším typem používaných ČOV v ČR je mechanicko-biologická čistírna odpadních vod. Velké čistírny kombinují většinou všechny dostupné čisticí procesy. Patří sem mechanické, biochemické a chemické procesy.

Vypouštění odpadních vod do recipientů se řídí zákony České republiky konkrétně Zákonem O vodách a Zákonem o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu. Povolení k vypouštění vydává Vodoprávní úřad, což je speciální stavební úřad při odborech životního prostředí místně příslušných Městských úřadů s rozšířenou působností.

V rámci čistírny jsou zřizovány další objekty na likvidaci vzniklých kalů a látek jako jsou kalová a plynová hospodářství. [11]



Obr. 1. ČOV Hlinsko – letecký pohled

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 CHARAKTERISTIKA ÚZEMÍ STAVBY, URBANISTICKÉ, ARCHITEKTONICKÉ A STAVEBNĚ-TECHNICKÉ ŘEŠENÍ STAVBY

1.1 Zdůvodnění výběru staveniště a výsledky průzkumů

1.2 Výběr a popis staveniště

Rekonstrukce ČOV se uskutečňuje v areálu stávající ČOV.

Staveniště je rovinné, na levém břehu řeky Chrudimky. Technologické vazby na stávající objekty a zařízení byly rozhodující pro umístění nových objektů a technologických souborů do jejich těsné blízkosti. Nově se realizují stavební objekty vč. terciálního stupně a k němu nezbytné kanalizace. Hlavním obsahem rekonstrukce je modernizace technologického zařízení, u stávajících objektů se většinou jedná o správu a modernizaci poškozených konstrukcí, nebo realizaci vestaveb a prostupů pro potřebu nově navrhovaných technologií.

Provádění stavby bude probíhat za plného provozu stávající ČOV, omezení pouze občasné – přerušení provozu zcela výjimečné.

Pro provoz stavby a zařízení staveniště se uvažuje využít volné plochy v prostoru mezi řekou Chrudimkou a pravou linkou biologického stupně, popř. plocha mezi podélnou usazovací nádrží pravé linky a neutralizační nádrží.

1.3 Provedené průzkumy

1.3.1 Zhodnocení geologických poměrů staveniště

Geologický průzkum byl proveden firmou Stavební geologie n.p.

Ze závěrečné zprávy vyplývá, že zájmové území se geologického hlediska nachází z části na fluviálních sedimentech údolní terasy, z části na mírném levobřežním svahu tvořeném deluviálně – eluviálními sedimenty podložního krystalinika. Nejvyšší vrstvy jsou tvořeny prachovými písky, hlinitými písky, písčítými hlínami s obsahem šterku, zařazenými dle ČSN 73 1001 do třídy D 19 – D 20.

Dále jsou písky s hlinitou příměsí třídy C 17 a C 18. Místa se vyskytují i polohy hnílokalových hlín, patřící do skupiny E, tj. k zeminám pro zakládání nevhodným. Níže je

uložena terasa tvořená ve svrchní části hlinitými písky hrubozrnnými se šterky třídy C 14, v dolní části hlinitopísčitémi a písčitémi šterky třídy B 10 i hrubozrnnými šterky B 8.

Báze této terasy se pohybuje v hloubce 3,5 – 6 m pod úrovní terénu.

Horniny skalního podloží patří k vitanovské serii, která tvoří nejnižší část hlinecké zóny. Nejvíce jsou zde zastoupeny migmatity, anatexity, dále biotitické ruly.

Hladina agresivní podzemní vody byla v údolí zastižena v hloubce okolo 1 m pod úrovní terénu a je závislá na úrovni hladiny toku. Ve svahu byla zjištěna zastižena hladina podzemní vody ojediněle a to v prostupných svahových sutích.

Zhodnocení staveniště z hlediska základových poměrů dle ČSN 73 1001 – jedná se o složité základové poměry.

V rámci rekonstrukce ČOV bude zakládána pouze čerpací jímka OV z mlékárny. Pro potřebu dokumentace pro stavební povolení nebyl prováděn geologický průzkum.

1.3.2 Hydrologický průzkum

Recipientem je řeka Chrudimka, říční kilometr 89,63.

Správce toku v místě vyústění je povodí Labe.

1.4 Ochrana areálu ČOV před velkými vodami

Navrhovaná stavba svým charakterem a rozsahem nezasahuje do stávajícího stavu ochrany areálu ČOV před velkými vodami.

1.5 Současný stav ČOV

Kalové hospodářství

- vyhnívací nádrže 2 ks, \varnothing 10,45 m, výška 21,6 m, užitný objem nádrže 1 450 m³, objem plynu 1 nádrži 20 m³, provozována je jedna nádrž, vyhnívání je jednostupňové a je provozováno v mezofilní oblasti při teplotě 34,5 °C - 36,0 °C. Obsah nádrže je míchán plynem, mezi vyhnívacími nádržemi je výstupní věž.

- uskladňovací nádrž 1 ks, \varnothing 10,45 m, výška 19,2 m, užitný objem nádrže 1 600 m³, součástí nádrže je strojovna, kde je nádoba pro odběr vzorků, kompresor, čerpadlo 100-GFHU-250.

- plynojem φ 10 m, $V = 300 \text{ m}^3$, součástí plynojemu je strojovna kde jsou umístěny vodní uzávěry, zásobníky vody, plynoměr, na severní straně od plynojemu jsou 2 hořáky přebytečného plynu
- kompresorovna kalového plynu, dva kompresory 1-JSK-120-P a příslušné rozvody, které slouží pro stlačování kalového plynu k promíchávání obsahu VN
- čerpací stanice VN, je řešena ve dvou podlažích 0,00 a -2,40. Na podlaží $\pm 0,00$ byla umístěna tři čerpadla 200-AFG-67,5, tři čerpadla 150-GFHU a dva spirálové kalové výměníky. Čerpadla typu AFG jsou demontována, cirkulační okruh VN zajišťují čerpadla typu GFHU
- kotelna, zdroj topné vody pro areál ČOV, jsou instalovány 3 ks kotlů, 1 ks je na zemní plyn, 2 ks jsou na bioplyn
- mechanické odvodnění kalu, původní pásové lisy byly nahrazeny odstředivkou Alfa-Laval umístěnou do haly mechanického předčištění, vyhnílý kal je z uskladňovací nádrže čerpán na mechanické odvodnění, do potrubí je dávkován roztok organického polyflokulantu, odvodněný kal je dopravníkem dopravován do kontejnerů umístěných v hale. Součástí odvodňovací linky je chemické hospodářství pro přípravu a dávkování roztoku organického poly-flokulantu, plnicí čerpadla odstředivky, řídicí rozvaděč.

1.5.1 Dosavadní a předpokládané ochranné pásma

Podle ČSN 75 6401 – Čistírny městských odpadních vod, článku 5.8 a 5.9, tabulky 2, bod c) je hodnota nejmenší vzdálenosti od vnějšího líce objektů čistírny k okraji souvislé bytové zástavby v mechanicko-biologických ČOV s pneumatickou aerací, s kalovým hospodářstvím je 100 m s možností prodloužení vzdálenosti na dvojnásobek ve směru převládajících větrů (200 m). Na základě informace provozovatele nebylo stanoveno pásmo hygienické ochrany. Vzdálenost od zastavěné oblasti je ve skutečnosti 350 – 400 m, zástavbu tvoří bytová zástavba. Podmínka z výše uvedené normy je splněna.

Splněna je rovněž podmínka hluku vznikajícího provozem čistírny. Zdroje hluku, dmyhadla a plynový motor jsou umístěny uvnitř stavebních objektů a opatřeny protihlukovými kryty.

1.5.2 Geodetické a mapové podklady

Pro potřebu technologické rekonstrukce ČOV Hlinsko bylo prováděno geotechnické zaměření. Podkladem byl výškopisný a polohopisný plán zaměřený firmou MDP GEO, s.r.o., Luhačovice v 04/2010.

Měření je připojeno do souřadnicového systému S-JTSK a výškového systému ČSJNS Balt po vyrovnání. Zaměřené body svoji přesností určení splňují podmínky pro 3. třídu přesnosti mapování.

1.5.3 Pozemky, zábory

Technologická rekonstrukce ČOV Hlinsko bude realizována na pozemcích, které jsou v majetku investora, Vodovody a kanalizace Chrudim, a.s., tři pozemky jsou v majetku České republiky, právo hospodařit s majetkem státu má Povodí Labe s.p.. Nejsou požadavky na dočasné ani trvalé zábory zemědělského půdního fondu. Všechno technologické zařízení je umístěno ve stávajícím areálu ČOV. Navržené stavební objekty obsahují sanace želbet. Konstrukcí, rekonstrukce stávajících objektů. Ani v samotném areálu ČOV nebudou zakládány žádné nové objekty. Na úrovni terénu budou osazeny dva přístřešky, jeden pro pračku písku, druhý pro míchací čerpadla vyhnívacích nádrží. V rámci rekonstrukce ČOV budou provedeny drobné liniové části stavby:

- osazení nového Parshallova žlabu s nezbytnou částí kanalizace – gravitační odtok z mikrosítových bubnových filtrů - je novým objektem.
- osazení nového Parshallova žlabu s nezbytnou částí kanalizace – nový odtok z dešťové zdrže s napojením na dva stávající odtoky DN 600 - je novým objektem.
- samostatné napojení předčištěných mlékárenských vod, osazení vyrovnávací jímky a propojení do armaturního prostoru dešťové zdrže.

1.5.4 Geologické poměry staveniště

Areál ČOV Hlinsko se nachází na k.ú. dvou obcí. Prostor samotné ČOV je na k.ú. města Hlinsko, severozápadní část ČOV – původní meandr řeky Chrudimky je na k.ú. obce Vítanov.

Stavební objekty ČOV se nacházejí na následujících parcelních číslech:

p.č.	název objektu	k.ú.	vlastnické právo
3469	Část objektu pískové filtrace	Hlinsko	ČR ¹⁾
3470	Objekt pískové filtrace, dmýchána	Hlinsko	VaK Chrudim, a.s. ²⁾
3471	Měření na odtoku, nádrž prací vody	Hlinsko	ČR
3472	Garáže	Hlinsko	VaK Chrudim, a.s.
3473	Trafostanice	Hlinsko	VaK Chrudim, a.s.
3474	Provozní budova	Hlinsko	VaK Chrudim, a.s.
3475	Provozní budova kalového hospodářství	Hlinsko	VaK Chrudim, a.s.
3476	Vyhňivací a uskladň. nádrže	Hlinsko	VaK Chrudim, a.s.
3477	Objekt mech. předčištění a odvodňování	Hlinsko	VaK Chrudim, a.s.
3478	Plynojem	Hlinsko	VaK Chrudim, a.s.
502/2	Nádvoří	Vítanov	VaK Chrudim, a.s.
515/8	Chlorovna	Vítanov	VaK Chrudim, a.s.
3007/27	Část objektu biologické linky	Hlinsko	ČR
2965/6	Linka biologického čištění	Hlinsko	VaK Chrudim, a.s.
2967/2	Nádrže a žlaby mech. předčištění	Hlinsko	VaK Chrudim, a.s.

Vysvětlivky:

¹⁾ Česká republika, právo hospodařit s majetkem státu má Povodí Labe s.p.

²⁾ Vodovody a kanalizace Chrudim, a.s., Novoměstská 626, 537 28 Chrudim

1.6 Požadavky na celkové urbanistické a architektonické řešení stavby

Situování stavby je zásadně dáno areálem stávající ČOV, umístěním stávajících technologických objektů; navazuje na stávající dopravní systém a ve své konečné podobě vytváří technologicky i funkčně propojený celek.

Z urbanisticko-architektonického hlediska je stavba ČOV investicí, kde určující úlohu zásadně sehrávají technologická a funkční hlediska čištění OV. Urbanistické řešení je jednoznačným výsledkem technologických návazností jednotlivých objektů.

Vstup do areálu pro pěší (zaměstnanci i návštěvníci) je přes hlavní bránu, v rámci stavby monitorovaném kamerou.

Vjezd pro vozidla ČOV přes hlavní bránu – rovněž snímán kamerou. Areál ČOV je oplocen.

Čistírna je začleněna do okolní přírody. Podél oplocení je sadová úprava. Na straně podél řeky Chrudimky je tvořena listnatými stromy, na druhé straně za vyhnívacími nádržemi a uskladňovací nádrží jsou jehličnany. V rámci technologické rekonstrukce není do stávající sadové úpravy zasahováno, v projektu pro stavební povolení se její úprava nebo rozšíření neřeší.

1.7 Stavební objekty

Provozní budova

Úprava stávající provozní budovy v areálu ČOV Hlinsko je navržena za účelem zlepšení stavebně-technického stavu objektu.

Provede se výměna stávajících oken za plastová okna a osadí se nové protipožární dveře. Součástí SO je osazení nových lamelových vrat ve filtraci, dmýchárně a garážích.

Budova plynového hospodářství

Obsahem stavebního řešení jsou úpravy stávajícího objektu mezi vyhnívacími nádržemi a budovy plynového hospodářství na ČOV Hlinsko.

Úpravy budovy plynového hospodářství zahrnují bourání stávajících betonových základů a výměna stávajících vrat v dílně za nové. V budově budou vybetonovány nové základy pro navržené zařízení energetiky.

Úpravy mezi vyhnívacími nádržemi zahrnují bourání stávajících konstrukcí, montovanou přístavbu z žárově pozinkované ocelové konstrukce s opláštěním ze sendvičových izolačních panelů a výměnu stávající ocelové lávky za novou lávku se zábradlím a žebříkem z kompozitových profilů.

Část elektroinstalace:

Stavební úpravy budovy plynového hospodářství, přístavek pro cirkulační čerpadla, bude provedena:

- elektroinstalace osvětlení a zásuvkové skříně v budově plynového hospodářství. Elektroinstalace bude napájena z rozvodnice RS603/1 a RS603/2 umístěné v budově plynového hospodářství.

- připojení stávajících spotřebičů TUV v budově plynového hospodářství
 - elektroinstalaci osvětlení v přístavku pro cirkulační čerpadla napojením na stávající rozvody.
 - napojení stávající elektroinstalace pro VN a UN do nového rozvaděče RS603/1
- Svítlidla budou osazena zářivková resp. žárovková.

Kanalizace

Stoka „PP1“ zajišťuje účelové a funkční propojení stávajících kanalizací. Je navržena z trub HOBAS DN 700 v dl. 3,9 m a z trub PVC DN 200 v dl. 12,0 m.

Měrný objekt – zahrnuje měrný žlab pro měření vypouštěných vod s instalací Parshallova žlabu P6. Měrný objekt š. 1,7 m, dl. 10 m – hl. 1,95 m, tl. stěn 250 mm, po osazení Parshallu P6 zabetonování dna a stěn prostým betonem.

Výměna topného systému ČOV

V celém areálu ČOV bude vybudován nový topný systém s centrálním rozvodem topné vody o konstantním tepelném spádu 80/60°C. Zdrojem topné vody bude rekonstruovaná plynová kotelna.

V jednotlivých objektech se kompletně vymění vytápěcí systémy. Otopnou plochu budou tvořit nástěnné vytápěcí soupravy a článková hliníková tělesa. Ústřední vytápění v provozní budově a v budově plynového hospodářství bude regulováno ekvitermně.

Rozvody topné vody se provedou z vícevrstvého potrubí spojovaného lisováním (do DN 32) a z ocelového svařovaného potrubí. Rozvody v kanálech a v nevytápěných prostorech budou izolovány podle platné vyhlášky.

Venkovní osvětlení

Projekt řeší osvětlení komunikací, chodníků a manipulačních ploch v areálu ČOV. Osvětlení bude provedeno výbojkovými svítlidly uzavřenými s výbojkou SHC 150W resp. 250W. Výbojky budou osazeny na bez paticových žárově pozinkovaných stožárech výšky 8m resp. 4m nebo na výložnicích osazených na fasádě. Napájení bude provedeno z rozvaděče RVO umístěného v elektrorozvodně nn provozní budovy. Stávající staré osvětlení bude v plném rozsahu demontováno.

Napojení stavby na inženýrské a ostatní sítě

Komunikační napojení ČOV na veřejnou silniční síť se ponechává v nezměněném stavu jako v současnosti. Příjezd je možný ze dvou stran. Z jihozápadní strany je možný příjezd přes betonárnu ZAPA, komunikace je napojena na státní silnici č. 34 Hlinsko – Ždírec nad Doubravou, z východní strany je možný příjezd po místní komunikaci z města Hlinsko.

Zásobování pitnou vodou a zemním plynem z veřejné distribuční sítě.

Zásobování el. energií – dílem z venkovní sítě vn, dílem z vlastní výroby (plynový motor).

Telefonní spojení – z venkovní sítě.

2 SOUČASNÁ TECHNOLOGIE PROVOZU ČOV

2.1 Údaje o kapacitách

a) Množství OV (přítok na ČOV), (tab. 1)

- Q_d 5 100 m³/d
 - $Q_{roční}$ 1 861,5 tis. m³/r

	Městské a průmyslové odpadní vody Hlinsko	Vortová, Hamry a Studnice		Celkem
		Specifické znečištění dle normy	znečištění na 982 EO	
		kg/d	g/(EO·d)	
BSK ₅	2 746	60	59	2 805
CHSK _{Cr}	4 537	120	118	4 655
NL	1 514	55	54	1 568
N-NH ₄ ⁺	134	9	8,8	143
N-NO ₃ ⁻	60,2	-	-	60,2
N _{org}	126	2	2,0	128
N _{celk}	320	11	10,8	331
P _{celk}	59,0	2,5	2,46	61,5
BSK ₅ /CHSK _{Cr}				0,60
BSK ₅ /N _{celk}				8,48
EO (BSK ₅)				46 750

Tab. 1. Znečištění OV (přítok na ČOV)

Populační ekvivalent	46 750 EO
Počet připojovaných obyvatel (10 300 + 1 000)	11 300 obyvatel
b) <u>Účinnost ČOV (dle BSK₅)</u>	97,27 %
c) <u>Odbourané znečištění (dle BSK₅)</u>	2 728,5 kg/d 995,9 t/rok

2.2 Bilanční údaje množství a znečištění OV na přítoku do ČOV

V plném rozsahu se přebírají hodnoty množství a znečištění OV předané objednatelem. Údaje zohledňují současný stav (r. 2009) se zřetelem na reálné připojení okolních obcí v příštích letech (Vortová, Hamry a Studnice).

V objemu množství a znečištění jsou zahrnuty OV z průmyslových závodů města (průmyslové a splaškové OV) – podílem cca 50 % látkového zatížení a blíže neurčený podíl balastních vod.

2.2.1 Množství OV (přítok na ČOV)

a) Bilance bezdeštných OV

- Denní průměr splaškových a průmyslových OV, včetně balastního podílu činí:

$$\begin{aligned} \text{- průměr} & & Q_d &= 5\,100 \text{ m}^3/\text{d} \\ & & &= 212,5 \text{ m}^3/\text{hod} \\ & & &= 59 \text{ l/s} \end{aligned}$$

b) Bilance dešťových vod

Poslední dešťový oddělovač na síti před ČOV odděluje přítok ředěných OV za deště na hodnotu $Q_{dešť.} = 870 \text{ l/s}$. Tento přítok představuje ředění:

$$\text{- pro } Q_d = 59 \text{ l/s} \quad 14,7 \text{ x}$$

Odlehčovacím bočním přepladem s délkou hrany 4,0 m bude přiváděno na dešťovou zadrž 670 l/s a žlabem šířky 800 mm bude přiváděno množství $Q_{d\check{C}OV} 200 \text{ l/s}$ do nátokové části šnekové čerpací stanice. Přítok do ČOV při $Q_{d\check{C}OV}$ představuje ředění:

$$\text{- pro } Q_d = 59 \text{ l/s} \quad 3,38 \text{ x}$$

Při dodržení max. průtoku přes biologický stupeň je limitujícím objektem z hlediska kapacity podélná usazovací nádrž. Uvedenému max. průtoku vyhoví zmenšený objem podélné usazovací nádrže na polovinu, tzn., že bude provozována podélná usazovací nádrž pouze v jedné lince. Druhá podélná usazovací nádrž plní funkci instalované rezervy.

2.2.2 Znečištění OV

(Tab. 2. a 3.)

	Hlinsko	Výhledové napojení	Celkem
Jednotky	kg/d	kg/d	kg/d
BSK ₅	2 746	59	2 805
CHSK _{Cr}	4 537	118	4 655
NL	1 514	54	1 568
N-NH ₄ ⁺	134	8,8	143
N-NO ₃ ⁻	60,2	-	60,2
N _{org}	126	2,0	128
N _{celk}	320	10,8	331
P _{celk}	59,0	2,46	61,5

Tab. 2. Přítok surových OV na ČOV

	Přítok na ČOV	Kalová voda	Účinnost UN	Přítok na biolo- gický stupeň
	kg/d	kg/d	%	kg/d
BSK ₅	2 805	3,71	31	1 938
CHSK _{Cr}	4 655	18,8	31	3 225
NL	1 568	9,39	62	599
N-NH ₄ ⁺	143	26,2	0	169
N-NO ₃ ⁻	60	0	0	60,2
N _{org}	128	8,74	31	94,3
N _{celk}	331	34,9	-	324
P _{celk}	61,5	0,95	22	48,7
BSK ₅ /CHSK _{Cr}				0,60
BSK ₅ /N _{celk}				5,99

Tab. 3. Po mechanickém stupni

Odtok z ČOV (Tab. 4.)

	p	m	bilanční hodnoty		
	mg/l	mg/l	g/s	kg/d	t/rok
BSK ₅	15	30	0,885	76,5	27,9
CHSK _{Cr}	60	100	3,542	306	112
NL	15	30	0,885	76,5	27,9
N _{celk.}	15*	30**	0,885	76,5	27,9
P _{celk.}	1*	2,5	0,059	5,10	1,86

Tab. 4. Odtok z ČOV

* maximum ročního průměru

** nepřekročitelné maximum pro období, kdy je teplota odpadní vody vyšší než 12°C.

a) Odbourané znečištění

BSK ₅	2 728,5 kg/d	995,9 t/rok
CHSK _{Cr}	4 349 kg/d	1 587,4 t/rok
NL	1 491,5 kg/d	544,4 t/rok
N _{Celk.}	331 kg/d	92,9 t/rok
P _{Celk.}	61,5 kg/d	20,6 t/rok

2.3 Předpokládaná intenzifikace ČOV**Mechanický stupeň****Biologický stupeň****Kalové a plynové hospodářství****Obtoky na ČOV**Průmyslové odpadní vody:

Na přivaděči není možnost obtoku, v ČOV je havarijní přeliv v šachtě 17 do řeky Chrudimky. Při spojení POV a MOV v šachtě před ČOV nelze tento havarijní přeliv použít. Pro odstavení průmyslového sběrače je nutné zastavit vypouštění v průmyslových závodech telefonickou výzvou.

Městské vody:

- Úplný obtok ČOV lze zajistit přes dešťovou zdrž do recipientu při vypnutí čerpací šnekové stanice.

Mechanický stupeň je zdvojen od jemných česlí přes lapáky písku až k usazovacím nádržím. Obtok je možný při použití druhé poloviny ČOV.

Biologický stupeň je zdvojen, obtok je možný při použití druhé poloviny, ovšem obtok musí začínat za usazovací nádrží.

Pro třetí stupeň čištění je možno navolit mikrosítovou filtraci nebo tlakovou filtraci. Tlakovou filtraci je možné obtékat buď přímo do měrného odtokového žlabu čerpáním ze sací jímky v hale filtrů, nebo přepuštěním vody havarijním obtokem do dešťové kanalizace a odtud přímo do recipientu.

Všechny popsané manipulace je nutné kvalifikovat jako mimořádné případy, které přímo ovlivňují kvalitu vypouštěné vody. K manipulaci může dát souhlas vedoucí ČOV, technolog nebo ředitel podniku. Pokud bude kvalita vody v rozporu s vodohospodářským povolením, musí s danou manipulací souhlasit vodohospodářský orgán (kromě případů nebezpečí z prodlení).

Kalové a plynové hospodářství**Kalová bilance, čerpání kalů:**

Primární kal bude z usazovací nádrže odkalován řízeně pomocí elektroarmatur do stávající čerpací jímky u usazovací nádrže. Z jímky u usazovací nádrže bude primární kal čerpán do vyhnívací nádrže na anaerobní stabilizaci. Přebytný biologický kal bude čerpán na strojní zahuštění umístěné v hale mechanického předčištění. Čerpané množství je na výtlaku u obou druhů kalů měřeno indukčním průtokoměrem.

Množství kalu:Primární kal

- při sušině	100 %	969,0 kg/d
- po zahuštění na	4 %	24 225,0 kg/d
tj. objemově		24,225 m ³ /d

Přebytečný a chemický kal

- při sušině	100 %	1 147 kg/d
- při odkalení z DN	0,6 %	191 166 kg/d
tj. objemově		191 m ³ /d
- po zahuštění	4 %	28 675 kg/d
tj. objemově		28,7 m ³ /d

Zahušťování přebytečného kalu:

Do haly hrubého předčištění je navrženo strojní zahušťování. Množství cca 191 m³/d o sušině 0,6 % sušině, tj. 191 166 kg/d bude čerpáno na pásový zahušťovač.

Do přívodního potrubí se počítá s alternativním dávkováním roztoku polyflokulantu. Fugát je zaústěn do nátokové části před šneková čerpadla.

Zahušťování přebytečného kalu je nutno časově zkoordinovat s odkalováním primárního kalu z důvodu dostatečné zásoby směsného kalu pro anaerobní stabilizaci, její plnění je v pravidelných dávkách po dobu 24 hodin do vyhnívací nádrže.

Vyhnívání kalu:

Pro anaerobní stabilizaci jsou na ČOV dvě stávající vyhnívací nádrže (VN) a uskladňovací nádrž (USN). V rámci rekonstrukce se provede následující rozsah prací:

- vyhnívací nádrž:

instalace nového míchacího okruhu do VN, výměna víka VN, výměna trubních rozvodů uvnitř VN, nová instalace čerpadel „velkého“ cirkulačního okruhu, výměna výměníku voda-kal, výměna trubních rozvodů cirkulačního okruhu a bioplynu

- uskladňovací nádrž :

výměna trubních rozvodů uvnitř USN, výměna kompresoru, čerpadla a trubního propojení v armaturním prostoru mezi VN a USN

Parametry vyhnívací nádrže:

Průměr nádrže	10,45 m
Výška nádrže	21,6 m
Užitný objem nádrže	1450 m ³
Celkový objem nádrží	2900 m ³
Objem plynu v 1 nádrži	20 m ³

Počet kusů

2 ks

Vyhnívání je jednostupňové a je provozováno v mezofilní oblasti při teplotě 35 °C - 38,0 °C.

Výstupní věž mezi VN a USN slouží pro výstup obsluhy na nádrže a umožňuje přístup k zařízení umístěném na víku VN.

Plynojem se strojovnou

Původní „mokřý“ plynojem byl nahrazen „suchým“ plynojemem, včetně výměny zařízení a trubních rozvodů ve strojovně plynojemu a hořáku zbytkového plynu. Rekonstrukce této části plynového hospodářství byla provedena dříve, není součástí zpracovávaného projektu pro stavební povolení.

Linka odvodňování kalu

Původní pásové lisy pro odvodňování kalu byly nahrazeny odvodňovací odstředivkou, která je umístěná v hale mechanického předčištění. Výměna odvodňování kalu byla provedena dříve, není součástí zpracovávaného projektu pro stavební povolení.

Plynový motor

Denní produkce bioplynu cca 700 m³ bude využita pro provoz ČOV. Provozem kogenerační jednotky dostaneme část energie z bioplynu v elektrické energii a část v teple. V době zpracování projektu pro stavební povolení nebyl k dispozici rozbor bioplynu, předpokládá se, že jeho složení nevyžaduje instalaci odsiřovací jednotky.

Umístění kogenerační jednotky bude v místnosti plynových kompresorů, jejich další využití pro míchání objemu vyhřívacích nádrží se neuvažuje. Získaná produkce tepla nebude pravděpodobně dostatečná pro potřebu ohřevu vyhřívací nádrže na provozní teplotu. Provoz kogenerační jednotky bude bezobslužný, pro pokrytí celkové potřeby tepla bude svázán s provozem kotelny.

Kotelna

Stávající kotle VP400, 3 ks budou vyměněny za nové, nižšího výkonu. Kotle zajišťují potřebné teplo pro anaerobní stabilizaci kalu, vytápění provozní budovy, temperování následujících provozních prostorů: hala mechanického předčištění, hala filtrace. Součástí rekonstrukce kotelny bude snížení výkonu kotlů na 300 kW, rovněž i rekonstrukce hlavní rozvodny tepla.

Kotle jsou vybaveny hořáky na zemní plyn, bioplyn a třetí kotel má hořák sdružený. Odvod spalin z kotlů je navržen samostatnými komíny, které jsou umístěné na západní stěně objektu kalového hospodářství.

2.4 Předpokládaná čistící účinnost ČOV

Pro garantování kvality vyčištěných vod z ČOV se vychází ze vstupního přivedeného znečištění do čistírny tj. 2 805 kg/d BSK₅ (46 750 EO).

Nařízením vlády č. 229/2007 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 61/2003 Sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, stanovuje pro ČOV v kategorii 10 001 – 100 000 EO, kam ČOV Hlinsko patří, limity uvedené v následující tabulce: (Tab. 5.)

ČOV 10 001 – 100 000 EO	Nařízení vlády č. 229/2007 Sb.			BAT		
	p přípustná koncentrace	m maximální koncentrace	minimální účinnost	p přípustná konc.	m maximální koncentrace	minimální účinnost
	mg/l	mg/l	%	mg/l	mg/l	%
BSK ₅	20	40	85	14	20	90
CHSK _{Cr}	90	130	75	60	100	80
NL	25	50	-	18	25	-
	maximální roční průměr	m maximální koncentrace	minimální účinnost	maximální roční průměr	m maximální koncentrace	minimální účinnost
N _{celk}	15	30*	70	12	25*	75
P _{celk}	2	6	80	1,5	3	80

Tab. 5. Zhodnocení funkce ČOV

*nepřekročitelné maximum jenom pro období, kdy je teplota odpadní vody vyšší než 12°C.

BAT - nejlepší dostupná technologie v oblasti zneškodňování odpadních vod. Nejúčinnější a nejpokročilejší stupeň vývoje použité technologie zneškodňování nebo čištění odpadních vod, která je vyvinuta v měřítku umožňujícím její zavedení za ekonomicky a technicky přijatelných podmínek a zároveň je nejúčinnější pro ochranu vod. Dle metodického pokynu MŽP č. 14 se pro kategorii ČOV do 10 001 – 100 000 EO považuje za nejlepší dostupnou

technologie nízko zatěžovaná aktivace s odstraňováním nutrietů, doplněná o terciární stupeň čištění včetně srážení eventuálně dávkování externího substrátu.

Rekapitulace vypouštěných odpadních vod do recipientu

Denní vypouštění odpadních vod

průměrné:	m ³ /d	5 100
	m ³ /h	212,5
	l/s	59
roční množství	m ³ /rok	1 861 500

Koncentrační a bilanční hodnoty vypouštěného znečištění v OV

Koncentrační limity převzaty z Povolení o vypouštění odpadních vod č.j. 32108-7/2007/OŽPZ/Šk s platností do 31.12.2012 (Tab. 6.)

	p	m	bilanční hodnoty		
	mg/l	mg/l	g/s	kg/d	t/rok
BSK ₅	15	30	0,885	76,5	27,9
CHSK _{Cr}	60	100	3,542	306	112
NL	15	30	0,885	76,5	27,9
	průměr				
N _{celk.}	15	30*	0,885	76,5	27,9
P _{celk.}	1	2,5	0,059	5,10	1,86

Tab. 6. Koncentrační a bilanční hodnoty vypouštěného znečištění v OV

* nepřekročitelné maximum pro období, kdy je teplota odpadní vody vyšší než 12°C.

Limity pro vypouštění jsou stanoveny přísně a to s ohledem na ochranu Chrudimky jako toku vodárenského, vhodného pro život lososovitých ryb a pro koupání.

Ovlivnění recipientu

Z ČOV Hlinsko se vypouští vyčištěné odpadní vody do toku Chrudimka:

- říční km 85,95

- hydrologické pořadí 1-03-03-013

Průtok Hamry (ČHP 1-03-03-009) průměr 0,74 m³/s

cca 82,67 ř.km	Q_{355}	0,086 m ³ /s
Chrudimka po soutok s tokem Slubice	průměr	1 m ³ /s
(ČHP 1-03-03-013) cca 94,08 ř.km	Q_{355}	0,110 m ³ /s

Požadavky na užívání vody toku Chrudimka:

vodárenské účely, koupání

Údaje o kvalitě vody toku Chrudimka byly získány na Vodohospodářském informačním portálu (Tab. 7.)

Vodní tok:	Chrudimka
Odběrný profil:	Blatno
Období:	2007-2008
Říční km:	89,63

ukazatel	jednotka	min.	max.	průměr	medián	C90	Průměrné imisní standardy
teplota vody	°C	6,8	7,7	7,2	7,3	7,6	11
reakce vody		9,5	13,1	11,7	12,2	12,9	6-8
BSK ₅	mg/l	1,1	3,0	1,8	1,8	2,3	2
CHSK _{Cr}	mg/l	16,0	35,0	23,0	22,5	27,9	25
N-NH ₄ ⁺	mg/l	<0,01	0,09	0,04	0,04	0,05	0,03
N-NO ₃ ⁻	mg/l	0,6	2,0	1,3	1,3	1,7	4,5
P _{celk}	mg/l	0,01	0,04	0,03	0,03	0,03	0,05

Tab. 7. Kvalita vody toku Chrudimka před ČOV

Průměrná kvalita vody v odběrovém profilu vyhovuje ve všech ukazatelích přípustnému znečištění vod vyjma amonných iontů, které překračují limit pro lososové vody.

Kvalita vody v recipientu po smíšení:

V následující tabulce jsou výsledky výpočtu zatížení Chrudimky při průměrném průtoku vodami vypouštěnými z ČOV. Výpočet byl proveden prostou směšovací rovnicí. (Tab. 8.)

		Tok Chrudimka průměry	OV vypouštěná z ČOV průměry	Tok za ČOV	Emisní standard Maximálně pří- pustná průměr- ná koncentrace
Průtok	l/s	$Q_{\text{prům}}$	Q_{24}	-	
		925	59	984	
BSK ₅	mg/l	1,8	8,8	2,2	2
CHSK _{Cr}	mg/l	23	43	24,2	25
NL	mg/l	-	8,8	0,53(p)	20
N-NH ₄ ⁺	mg/l	0,04	-	-	0,03
N _{celk.}	mg/l	-	15	0,90(p)	5
P _{celk.}	mg/l	0,03	1	0,09	0,05

Tab. 8. Kvalita vody toku Chrudimka za ČOV

(p) přírůstek

*Emisní standardy v příloze č. 1 nařízení vlády č. 229/2007 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 61/2003 Sb. mají pro různé ukazatele znečištění různou statistickou interpretaci. Hodnoty „p“ pro CHSK_{Cr}, BSK₅ a NL jsou hodnotami s pravděpodobností překročení 95 % (C95) ale naproti tomu přípustné množství amoniakálního dusíku a fosforu je stanoveno jako roční aritmetický průměr. Naproti tomu obecné požadavky na kvalitu vody v toku vyjádřené jako imisní standardy ukazatelů přípustného znečištění povrchových vod jsou v příloze č. 3 nařízení vlády č. 229/2007 Sb. stanoveny jako hodnoty s pravděpodobností překročení 90 % (C90).

Výpočet je tedy proveden pro průměrné hodnoty jak v množství, tak kvalitě vod v toku i vypouštěného znečištění, čímž se sjednocuje rozdílnost jednotlivých limitů a hodnot. Tento postup vychází z metodiky stanovení emisních limitů kombinovaným způsobem uvedené v příloze III metodického pokynu č. 14 odboru ochrany vod MŽP k nařízení vlády č. 229/2007 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 61/2003 Sb. Cílem přechodu na řešení pomocí ročních průměrů není snížit ekologické požadavky, ale učinit výpočet transparentnější.

Kvalita vody v toku Chrudimce bude po smíchání s vypouštěnou vyčištěnou odpadní vodou z ČOV Hlinsko překračovat imisní standardy v parametru BSK₅ pro vody vhodného

pro život lososovitých ryb a fosforu celkového pro toky nad nádrží využívanou pro koupání.

Vzhledem k aplikaci nejlepší dostupné technologie v oblasti zneškodňování odpadních vod (BAT) na ČOV Hlinsko a tomu odpovídajících stávajících limitů pro vypouštění znečištění není za ekonomicky a technicky přijatelných podmínek možné kvalitu vypouštěné odpadní vody dále zlepšovat. Na dosažení vysoké kvality vody v toku Chrudimce jako toku vodárenského, vhodného pro život lososovitých ryb a pro koupání se budou muset, v souladu s novelou č. 229/2007 Sb. nařízení vlády č. 61/2003 Sb., podílet všichni znečišťovatelé vypouštějící do tohoto toku své OV rovným dílem.

2.5 Technologické soubory

2.5.1 Rekonstrukce plynového hospodářství

Anaerobní stupeň mezofilní stabilizace kalu tvoří dvě ocelové vyhnívací nádrže (VN), každá o objemu 1 450 m³ a ocelová uskladňovací nádrž kalu (USN) s objemem 1 600 m³. Předmětem rekonstrukce plynového hospodářství je výměna cirkulačních čerpadel VN, tepelných výměníků, propojovacích potrubí, armatur a změna míchání objemu VN. Původně bylo míchání VN prováděno plynovými kompresory, tyto jsou nahrazeny speciálními čerpadly. Na výtlačném potrubí míchacích čerpadel ve VN jsou osazeny ve třech úrovních míchací trysky. Míchací čerpadla jsou umístěny v nově provedeném přístavku ke stávajícím VN.

Součástí rekonstrukce je nový nátěrový systém vnitřního povrchu VN a USN, výměna vnitřního potrubí VN a USN a výměna provozně bezpečnostních prvků víka VN, které obsahuje: průhledítko s osvětlením, stěračem a ostřikem, jímač plynu s příslušenstvím a kapalinovou pojistku.

Předmětem rekonstrukce není plynojem se strojovnou a hořák zbytkového plynu, výměna těchto části plynového hospodářství byla již provedena.

2.5.2 Plynový motor

Kogenerační jednotka:

Základní údaje o výrobní kapacitě.

Kogenerační jednotka je navržena tak, aby byla maximálně využita energie v bioplynu, který vzniká v technologii čistírny. V letním období je potřeba tepla pro technologii minimální, přebytek bioplynu je nutné spalovat bez využití energie.

V případě použití kogenerační jednotky se energie bioplynu využije pro výrobu energie tepelné a elektrické:

Předpokládaná denní produkce bioplynu	700 m ³ /den, tj. 30 m ³ /h
Nevyužitá tepelná energie při spalování	180 kW
Vyrobená tepelná energie při kogeneraci	92 kW
Vyrobená elektrická energie při kogeneraci	60 kW

Popis technologie:

V místnosti stávající kompresorovny kalového plynu se po demontáži kompresorů a po nutných stavebních úpravách bude instalovat soustrojí kogenerační jednotky. Bude použita verze s kapotáží, která jednak působí jako tlumič hluku, jednak zabraňuje přístupu k soustrojí nepovolaným osobám.

Bude se instalovat jedno soustrojí s plynovým motorem, synchronním generátorem a výměníky tepla, ke kterému bude jako palivo přiveden bioplyn. Jednotka bude opatřena protihlukovým krytem a bude usazena na vlastním základovém rámu. Součástí jednotky je elektrorozvaděč.

Přívod bioplynu ke kogenerační jednotce bude napojen na stávající rozvod bioplynu v místě instalace jednotky. Do přívodního potrubí se bude instalovat uzávěr, plynoměr a bezpečnostní membránový uzávěr.

Ve strojovně kotelny bude instalován rozdělovač a sběračem otopné vody, na který bude přivedena topná voda 80/60°C od jednotky. Zařízení na úpravu vody a doplňování otopného systému bude součástí plynové kotelny.

Množství odpadních látek:

Spaliny z kogenerační jednotky budou odváděny do atmosféry ocelovým kouřovodem vyvedeným jeden metr nad atiku střechy objektu. Instalované zařízení bude splňovat požadavky Nařízení vlády č. 352/2002 Sb., kterým se stanoví emisní limity a další podmínky provozování spalovacích stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší.

Množství spalin vzniklých při provozu kogenerační jednotky je 225 kg/h, teplota 540°C.

Průměrná hlučnost stroje ve vzdál. 1 m (s protihlukovou kapotou) 75 ±3 dB(A)

Hlučnost výfuku ve vzdálenosti 5m 73 ±3 dB(A)

Vzduchotechnická zařízení:Zařízení č.1 – Větrání místnosti plynového motoru

Stávající systém větrání je podtlakový pomocí dvou ventilátorů v nevýbušném provedení. Ventilátory jsou spouštěny dle čidla výskytu plynu.

S ohledem na umístění kogenerační jednotky v kompresorovně bude zajištěn přívod vzduchu pro její chlazení přes protidešťovou žaluzii z venkovního prostoru.

Odváděný chladicí vzduch bude v letním období vyfukován do venkovního prostoru, v zimním období bude část vzduchu vracena do místnosti.

Množství vyfukovaného a cirkulačního vzduchu bude řízeno termostatem, který bude na základě teploty ovládat regulační klapky na výfuku a cirkulaci vzduchu od kogenerační jednotky.

Větrání kotleny - s provozem kogenerační jednotky

Potřeba vzduchu pro chlazení kogenerační jednotky: 4000 m³ h⁻¹

Množství vyfukovaného vzduchu od kogenerační jednotky v letním období do venkovního prostoru: 4000 m³ h⁻¹

Množství cirkulačního chladicího vzduchu od kogenerační jednotky v zimním období pro možnost vytápění kompresorovny: 2000 - 4000 m³ h⁻¹

Výměna vzduchu v kompresorovně při provozu zařízení: 16x h⁻¹

2.5.3 Rekonstrukce kotelny

Část zařízení kotelny:

Základní údaje o výrobní kapacitě:

Kotelna bude zajišťovat požadovanou potřebu tepla pro technologii ČOV, vytápění objektu a přípravu TUV. Teplonosným médiem bude teplá voda o teplotním spádu 80/60°C. Jako palivo bude sloužit jednak bioplyn 1,8 kPa, který vzniká jako odpadní produkt čištění odpadních vod, jednak zemní plyn 2,0 kPa, který slouží jako záložní palivo.

V kotelně budou instalovány tři teplovodní kotle (3x 300 kW). Dva kotle budou osazeny hořáky na spalování bioplynu, jeden bude s hořákem na spalování zemního plynu. Přednostně budou uváděny do provozu kotle s hořáky spalujícími bioplyn.

Vyrobená topná voda bude přivedena na rozdělovač plynové kotelny. Ve strojovně kotelny se bude instalovat nová úpravna vody pro plnění systému topné vody a doplňování ztrát. Větrání kotelny bude řešeno jako přirozené. Vzhledem k tomu, že stávající zařízení bude nahrazeno novým o nižším tepelném výkonu, zůstane zachován stávající způsob a kapacita větrání kotelny.

V prostoru plynové kotelny budou indikátory úniku plynu s dvoustupňovou funkcí. Při dosažení 2. stupně dojde k uzavření přívodu paliva (bioplyn, zemní plyn) do kotelny.

Spaliny budou ocelovými izolovanými kouřovody svedeny od stávajícího zděného třítělesového komína o výšce 11,0 m.

Množství odpadních látek:

Spaliny z kotlů budou odváděny do atmosféry zděným komínem se třemi průduchy. Výška komínového tělesa je 11,0 m. Instalované zařízení bude splňovat požadavky Nařízení vlády č. 352/2002 Sb., kterým se stanoví emisní limity a další podmínky provozování spalovacích stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší. Množství spalin vzniklých při provozu jednoho kotle je 490 kg/h. Obsah CO₂ při jmenovitém výkonu bude 10%.

2.6 Zabezpečení budoucího provozu

2.6.1 Organizace provozu

2.6.1.1 Údaje o počtu pracovníků

Potřeba pracovních sil odpovídá metodické pomůcce zpracovanou Hydroprojektem Praha, která byla vypracována na základě rozsáhlého průzkumu městských ČOV. Současný stav zaměstnanců je 8 + vedoucí ČOV (1 žena + 8 mužů). Pro stav po rekonstrukci se počet pracovníků ČOV nemění.

2.6.1.2 Souhrnná bilance surovin, materiálů a odpadních látek

a) energie a suroviny

- elektrická energie	2 242 MWh/r
- voda pitná	400 m ³ /r
- voda užitková (studniční)	1 250 m ³ /r
- zemní plyn	43 000 m ³ /r
- chemikálie – POF	2 200 kg/r
- síran železitý (Preflok)	197 m ³ /r

odpadní látky

- odvodněný kal	2 737 t/rok
- šterk a písek z lapáku	304 t/rok
- shrabky	280 m ³ /rok

b) bilance hmot k dopravě

- odpadní látky	1 132 t/rok
- chemikálie	301,2 t/rok

2.6.2 Vodní hospodářství

Potřeba vody - pro areál ČOV je zajištěna pitná voda přípojkou DN 80 (polyetylén 90), která přichází ze severní strany podél původní neutralizační nádrže a naproti lapáku písku vstupuje do kolektoru pro spotřebiště:

provozní budova - pití, kancelář vedoucího, hygienická zařízení, oplachy

objekt odvodňování kalu – příprava roztoku polyflokulantu

Hlavní místa potřeby provozní vody:

hrubé předčištění, pro ostřík stíraného síta, oplachy

odvodňování kalu, proplach odstředivky, oplachy

armaturní prostor VN a USN, vodní uzávěry, ucpávky čerpadel, oplachy

strojovna plynojemu, pro vodní uzávěry, oplachy

V rámci stavby je řešena tlaková stanice provozní vody o výkonu 4 – 6 l/s, zdrojem je vyčištěná OV.

Odpadní vody

Splaškové OV z kanceláří a hygienických zařízení provozní budovy a provozní budovy kalového hospodářství jsou přivedeny vnitřní kanalizací ČOV před objekt mechanického předčištění a následně do nátokové části šnekové čerpací stanice. Dešťové vody jsou odváděny z dešťové zdrže samostatnou kanalizací se samostatným zaústěním do řeky Chrudimky.

Odpadní vody z technologie čištění – kalová voda, fugát apod. jsou zaústěny do vnitřní kanalizace ČOV před objekt mechanického předčištění. Zdroje a množství se vůči současnému stavu nemění.

2.6.3 Doprava

S provozem ČOV souvisí odvoz zachycených odpadních látek v množství:

- šinuté nečistoty písčitého a štěrkovitého charakteru	304 tun za rok
- odvodněné shrabky	281 tun za rok
- odvodněný kal (sušina 20 %)	547 tun za rok
celkem	1 132 tun za rok

Odpadní látky budou vyváženy:

šinuté nečistoty, shrabky – na městskou skládku

odvodněné kaly – smluvně odváží fa AVE na skládku Nasavrky

Pro provoz ČOV je nutno zajistit následující chemikálie:

– POF	2,2 tun za rok
– Síran železitý (40 %), Preflok	299 tun za rok
Roční doprava celkem	1 433,2 tun za rok

3 ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

3.1 Vliv stavby na životní prostředí

Stavba „ČOV Hlinsko – Technologická rekonstrukce“ je umístěna v areálu stávající ČOV. Nové objekty a soubory se svým charakterem neliší od zařízení stávajících. Současná situace není stavbou zhoršena, rekonstrukcí dojde ke zlepšení způsobu řízení provozu a k dosažení vyšší jakosti čištění odpadní vody.

Navrhovaný způsob čištění je na současné technické úrovni, jedná se o biologickou ČOV, zajišťující maximální redukci organického znečištění, zejména však odstraňování nutrientů. Realizací nového terciárního stupně čištění bude zaručena stanovená jakost vyčištěné vody a sníží se provozní náklady na čerpání na stávající filtraci. Separace biologického kalu, jeho zahušťování a odvodňování odpovídá dnešním požadavkům. Na odpovídající technické úrovni je rovněž manipulace s kaly.

I když je provoz ČOV v převážné části automatizován, dochází u obsluhy k případnému styku s OV, zachycenými hmotami, kaly či dalšími nečistotami, a to buď přímo, eventuelně přes kontaminované zařízení. Z těchto důvodů je nutno při práci používat předepsané nástroje, pomůcky a ochranné vybavení.

Vyčištěná OV splňuje vl. nařízení č.229/2007 Sb.

Kapacita ČOV činí 5 100 m³ OV denně.

Populační ekvivalent: 46 750 EO celkem.

Produkce pevných odpadů - odvodněný kal bude uložen na skládce komunálních odpadů.

Vyprodukovaný bioplyn bude spalován ve vlastní kotelně, doplňkovým palivem (při deficitu bioplynu v zimě) je zemní plyn.

Vzduchová aerace jemnobublinným systémem není zdrojem vodního aerosolu v ovzduší.

Zdrojem hluku jsou dmychadla a čerpadla. Dmychadla jsou vybavena krytem, který sníží hladinu akustického tlaku. Emise hluku do okolí je minimalizována na hygienicky přijatelnou míru – na hranici pásma hygienické ochrany, tj. do cca 40 dB. Čerpadla jsou podle projektového řešení navržena buď jako ponorná nebo horizontální do suché jímky. Horizontální čerpadla jsou umístěna uvnitř v podzemním koridoru, hluk způsobený jejich provozem je minimální.

Vliv stavby na životní prostředí lze eliminovat resp. omezit pečlivostí a odborností při vedení a řízení provozu a řádným zaškolením obsluhy, rovněž také svědomitým dodržováním provozních předpisů zařízení a provozního řádu.

3.2 Bezpečnost a ochrana zdraví při práci

a) Pracovní prostředí

Hlavním zařízením ČOV jsou železobetonové nádrže s otevřenou hladinou (čerp. jímky, aktivační nádrž, usazovací a dosazovací nádrže, žlaby, apod.), umístěné na volném prostranství. Zastřešené objekty jsou zejména pro umístění strojně-technologického zařízení a doplňující činnosti.

I když je provoz ČOV v převážné části automatizován, dochází u obsluhy ke styku s OV, kaly či dalšími nečistotami, a to buď přímo, ev. přes kontaminované zařízení. Z těchto důvodů je nutno při práci používat předepsané nástroje, pomůcky a ochranné vybavení.

b) Opatření pro zajištění bezpečnosti práce

Z hlediska bezpečnosti práce nejsou v areálu ČOV objekty a technologie, které by vyžadovaly obzvláště zvýšenou pozornost z hlediska nebezpečí úrazu. Veškeré nádrže s otevřenými hladinami musí být zajištěny technickým opatřením proti nahodilému pádu osob.

Při zabezpečení provozu ČOV je nutno věnovat zvláštní pozornost hledisku a požadavku bezpečnosti práce. Stejně tak je třeba zvýšené pozornosti k objektům, které nejsou přirozeně větratelné a kde může rovněž dojít k vývinu resp. úniku kalového plynu (šachty, čerpací jímka, zahušťovací nádrže).

Při dalším rozpracování návrhu projektového řešení a při vlastní realizaci musí být zohledněny a dodržovány veškeré platné předpisy a vyhlášky týkající se BOZP a PO pro jednotlivé konkrétní práce a činnosti (vyhláška ČÚBP č. 48/1982 Sb., kterou se stanoví základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení – v platnosti již jen vybrané paragrafy, zvláště pak NV č. 101/2005 Sb., o podrobnějších požadavcích na pracoviště a pracovní prostředí, NV č. 362/2005 Sb. o bližších požadavcích na BOZP na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky a do hloubky a všech souvisejících jiných vyhlášek, norem a předpisů, popř. ve znění pozdějších prováděcích a změnových vyhlášek). Dodavatel je povinen z hlediska BOZP ve smyslu zákoníku práce (od 1. 1. 2007

z. č. 262/2006 Sb.) a souvisejícího z. č. 309/2006 Sb. (platností od 1. 1. 2007), upravujícím další požadavky BOZP (ve smyslu EHS), o ochraně veřejného zdraví (ve znění pozdějších předpisů a zvláště NV č. 148/2006 o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací), vyhl. MZ č.432/2003 Sb., kterou se stanoví podmínky pro zařazování prací do kategorií, limitní hodnoty ukazatelů biologických expozičních testů a náležitosti hlášení prací s azbestem a biologickými činiteli, a NV č. 378/2001 Sb., kterým se stanoví bližší požadavky na bezpečný provoz a používání strojů, technických zařízení, přístrojů a náradí.

3.3 Předpokládaná intenzifikace ČOV

Technologická rekonstrukce celé čistírny odpadních vod je požadována v těchto úsecích.

Mechanický stupeň

Odpadní vody z průmyslu

- hrubé strojně stírané česle
- měrný Parshallův žlab
- akumulární jímka mlékárenských vod
- homogenizační nádrž, $V = 490 \text{ m}^3$

splaškové odpadní vody

- přítokový sběrač DN 1 000
- hrubé strojně stírané česle
- lapák štěrku
- dešťová zdrž, $V = 490 \text{ m}^3$
- čerpací stanice kalu z dešťové zdrže
- šneková čerpací stanice
- jemné strojně stírané česle
- dvoukomorový provzdušňovaný lapák písku, $V = 180 \text{ m}^3$

Biologický stupeň

- denitrifikační část aktivace, $V = 1 361 \text{ m}^3$
- nitrifikační část aktivace, $V = 3 477 \text{ m}^3$
- podélná dosazovací nádrž, $V = 2 376 \text{ m}^3$

- mikrosítová bubnová filtrace
- zahušťování přebytečného kalu
- dmychárna
- simultánní chemické srážení fosforu

Kalové a plynové hospodářství

- akumulční nádrž přebytečného kalu včetně čerpací stanice
- vyhnívání kalu
(2 ks vyhnívacích nádrží $V = 2\,900\text{ m}^3$, 1 ks uskl. nádrž kalu $V = 1\,300\text{ m}^3$)
- plynojem se strojovnou
- plynové motory
- kotelna

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 CÍLE ŘEŠENÍ PRAKTICKÉ ČÁSTI

V praktické části se zaměřím po dohodě s vedoucím bakalářské práce na část čistírny odpadní vody a to plynové a kalové hospodářství. Vznik a produkci bioplynu ve vyhnívacích nádržích jako vedlejší produkt a jeho možnosti použití při procesu vyhnívání směsného kalu. Který je potřeba vždy buď ekologicky (biologickou stabilizací – aerobní či anaerobní) nebo chemickou stabilizací hygienizovat. Další možnost je termická (pasteurizace, sušení). V našem případě zde bude použita anaerobní stabilizace při teplotě mezofilní (35°C - 38°C), ve které dochází k mikrobiálním procesům v bezkyslíkatém anaerobním prostředí k rozkladu biologicky rozložitelné organické hmoty – směsného kalu. Tento proces je právě doprovázen produkcí bioplynu. Součástí řešení bude rovněž zhodnocení jeho využití a dopadu na produkci anaerobně stabilizovaného kalu.

5 KALOVÉ A PLYNOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ

5.1 Kalové hospodářství

Kalové hospodářství na ČOV bude tvořit:

- akumulační nádrž směsného kalu včetně čerpací stanice
- mezofilní stabilizace kalu (2 ks stabilizačních nádrží každá 1 450 m³, 1 ks uskladňovací nádrže kalu objemu 1 300 m³)
- linka odvodňování kalu (odvodňovací odstředivka s přípravou a dávkováním organického polyflokulantu)

Odpadním produktem jemného mechanického předčištění je primární kal. Při čištění odpadní vody v aktivaci bude vznikat přebytečný kal jako směs přebytečného biologického kalu a chemického kalu ze srážení fosforu. Přebytečný kal bude, jako v současné době, veden do usazovací nádrže, kde se zahustí spolu s primárním kalem. Takto zahuštěný směsný kal (tab. 9) bude veden jako v současné době do kalového hospodářství k anaerobní stabilizaci.

Produkce směsného kalu	Rozměr	Hodnota
Množství sušiny primárního kalu	kg/d	972
Množství sušiny přebytečného biologického kalu	kg/d	932
Množství sušiny chemického kalu ze srážení fosforu	kg/d	193
Množství sušiny kalu celkem	kg/d	2 097
Předpokládaná sušina směsného kalu	%	2,6
	g/l	26
Objem směsného kalu	m ³ /d	80,7
	m ³ /h	3,36

Tab. 9. Produkce směsného kalu

Do stabilizační (vyhňovací) nádrže bude rovněž přiváděna odpadní voda bohatá na mléčné tuky (OVT) ze stávající flotační stanice mlékárenských vod. Údaje jsou převzaty z podkladů provozovatele. (tab. 10)

Množství OVT	Rozměr	Hodnota
Objemové množství OVT	m ³ /d	20
	m ³ /h	1
Počet hodin produkce OVT denně	h/d	20
Předpokládaná sušina OVT	%	3
	g/l	30
Hmotnostní množství sušiny OVT	kg/d	600
Množství organických NL	kg/d	400

Tab. 10. Množství OVT

Po rekonstrukci ČOV zůstane tento stávající technologický postup zpracování surového směsného kalu nezměněn.

V kalovém hospodářství je surový směsný kal včetně OVT anaerobně stabilizován za mezofilních podmínek a následně odvodněn na odstředivce.

Odvodňování kalu je v provozu týdně 80 až 120 hodin, tedy 3 až 5 dnů týdně.

Zpracováváno je 5 až 8 m³/h kalu, maximálně až 12 m³/h (≈ 3,33 l/s).

Výsledným produktem je anaerobně stabilizovaný odvodněný kal. (tab. 11)

Předpokládaná produkce anaerobně stabilizovaného kalu	Rozměr	Hodnota
Množství surového kalu celkem (v 100% sušině)	kg/d	2 697
Předpokládaný organický podíl surového kalu	%	71
	kg/d	1 915
Odbourané množství organických látek		1 090
Množství anaerobně stabilizovaného kalu (v 100% sušiny)	kg/d	1 607
Předpokládaný organický podíl v anaerobně stabilizovaném kalu	%	51,3
	kg/d	825

Tab. 11. Předpokládaná produkce anaerobně stabilizovaného kalu

Parametry mezofilní anaerobní stabilizace kalu	Rozměr	Hodnota
Počet stabilizačních (vyhňvacích) nádrží	ks	2
Užitný objem 1 stabilizační (vyhňvací) nádrže	m ³	1 450
Teplota stabilizace	°C	35 - 38
Doba zdržení surového kalu v 1 stabilizační (vyhňvací) nádrži	d	14,3

Tab. 12. Parametry mezofilní anaerobní stabilizace kalu

Pro zajištění dostatečného stupně stabilizace kalu se jeví jako nutné provozovat obě stabilizační (vyhňvací) nádrže. U standardní nízko zatěžovaná stabilizace se předpokládá doba zdržení 20 až 30 dnů.

5.2 Plynové hospodářství

Plynové hospodářství na ČOV bude tvořit:

- plynovem se strojovnou (stávající již zrekonstruovaný)
- plynové motory (instalace kogeneračních jednotek)
- kotelna (výměna stávajících kotlů za nové 3 ks nižšího výkonu a rekonstrukce hlavní rozvodny tepla)

6 ENERGETICKÉ HOSPODÁŘSTVÍ

Bilance výkonů, spotřeby technologický zařízení a stavební instalace	Instalovaný výkon Pi (kW)	Pv (kW)	Spotřeba (kWh/d)
Hrubého předčištění	145,62	91,21	370
Biologický stupeň	361,4	273,8	4808
Plynové hospodářství	113,45	87,4	606
Plynový motor	3,5	3,5	84
Kotelna	4,82	4,82	116
Písková filtrace	122	70	Další provoz se nepředpokládá
Provozní budova	10	8	-
Vyhnívací a uskladňovací nádrže	5	3	-
Venkovní osvětlení	4,55	4,55	-
Celkem	770,4	545,3	6548
Celkem spotřeba el. energie	Q = 2 242 MWh za rok		

Tab. 13. Bilance výkonů, spotřeby technologický zařízení a stavební instalace

6.1 Zásobování teplem, údaje o palivu, emise

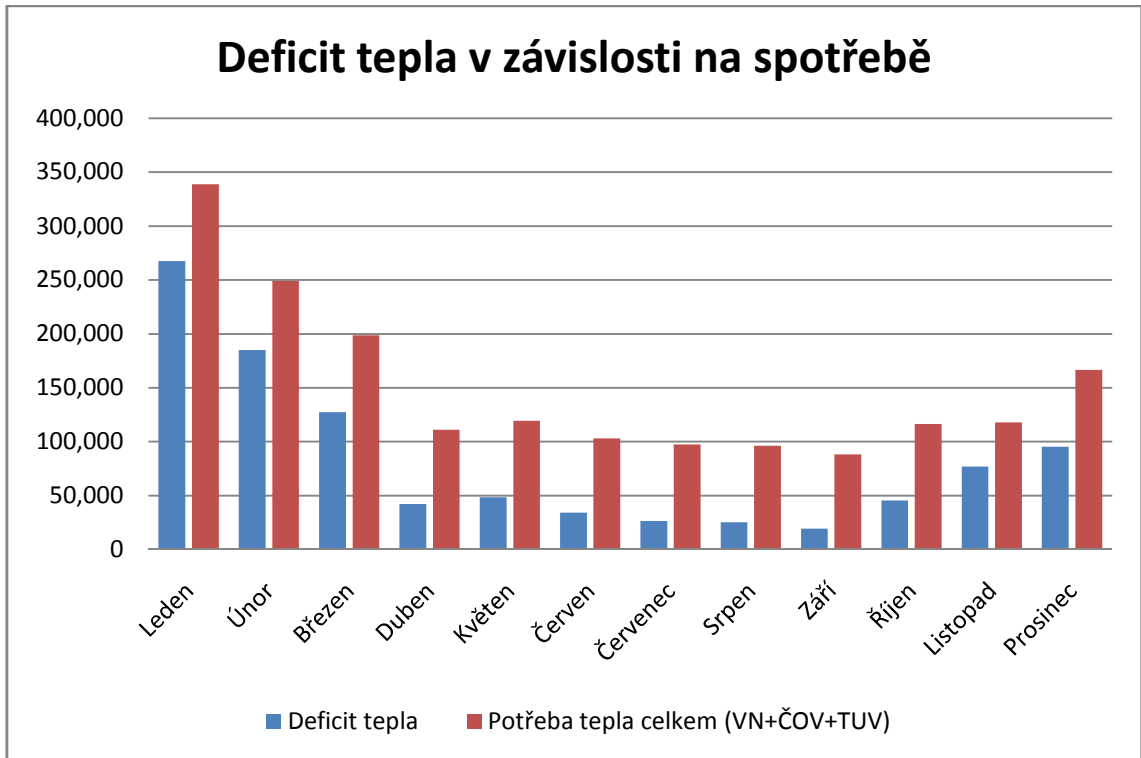
Provoz ČOV vyžaduje pokrytí nároku na teplo pro vytápění objektů, pro ohřev teplé užitkové vody, pro vzduchotechniku, pro ohřev kalu na procesní teplotu, pro pokrytí tepelných ztrát vyhřívacích nádrží.

V současné době jsou tyto potřeby pokryty teplem vyráběným ve stávající kotelně. Zde jsou instalovány 3 ks kotlů, každý o výkonu 400 kW. Ve dvou kotlích je spalován bioplyn, třetí kotel je na zemní plyn. Na základě předaných tepelných bilancí za rok 2008 a 2009 bude v rámci rekonstrukce technologické části snížen výkon kotelny. Nově instalované kotle budou každý o výkonu 300 kW, ve dvou kotlích bude spalován bioplyn, jeden kotel bude na zemní plyn. V následující tabulce je uvedena tepelná bilance na rok 2009, tabulka obsahuje množství spotřebovaného bioplynu a zemního plynu v jednotlivých měsících:

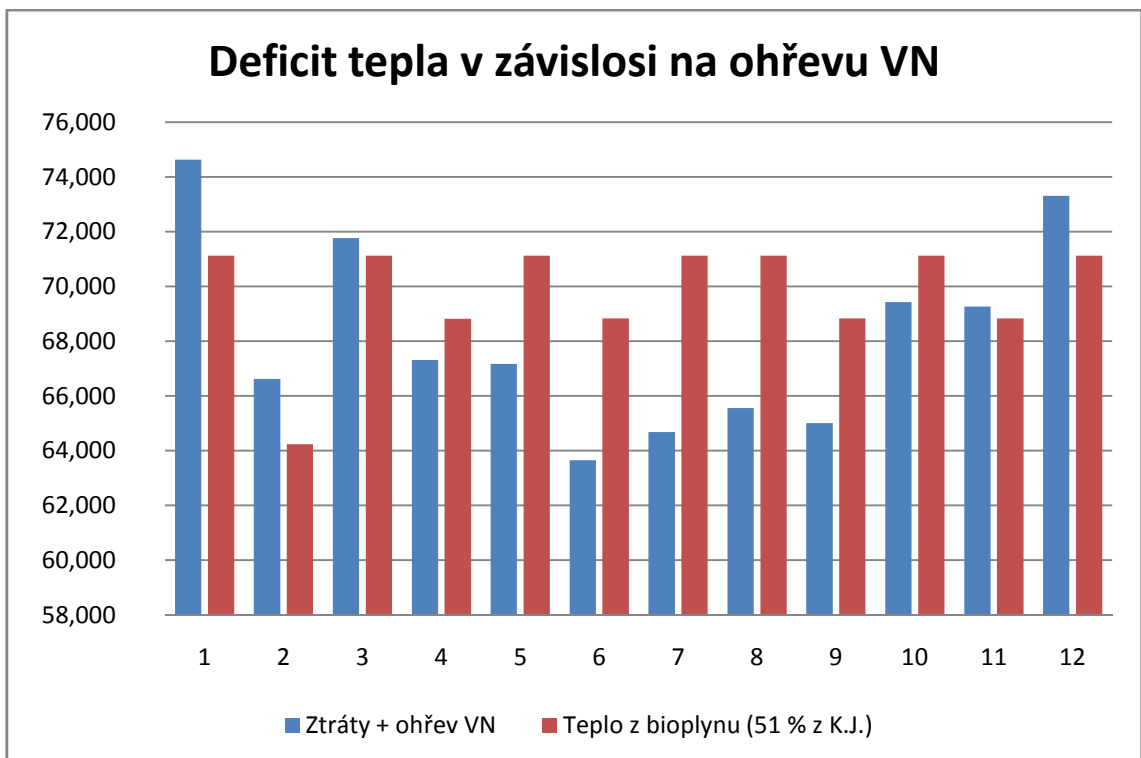
BILANCE TEPLA ČOV

Měsíc	Teplota vzduchu	Teplota kalu	Ztráty VN	Ohřev kalu	Ztráty + ohřev VN	Potřeba tepla celkem (VN+ČOV+TUV)	Teplo z bio- plynu (51 % z K.J.)	El. energie z bioplynu (30% z K.J.)	Deficit tepla	Počet dní v měsíci
	°C	°C	kWh/měsíc	kWh/měsíc	kWh/měsíc	kWh/měsíc	kWh/měsíc	kWh/měsíc	kWh/měsíc	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Leden	-4	8	9 734	64 895	74 629	338 768	71 117	42 560	267 651	31
Únor	-2,5	8,35	8 690	57 931	66 621	249 270	64 235	38 441	185 035	28
Březen	2,2	9,15	9 361	62 408	71 769	198 600	71 117	42 560	127 483	31
Duben	7,3	10,04	8 780	58 531	67 311	111 068	68 823	41 187	42 245	30
Květen	12,7	11	8 761	58 406	67 167	119 483	71 117	42 560	48 366	31
Červen	15,3	11,56	8 302	55 349	63 651	103 036	68 832	41 187	34 204	30
Červenec	17	12	8 436	56 243	64 679	97 466	71 117	42 560	26 349	31
Srpen	16,2	11,65	8 550	57 000	65 550	96 293	71 117	42 560	25 176	31
Září	13,1	11	8 478	56 522	65 000	88 173	68 832	41 187	19 341	30
Říjen	7,9	10,09	9 056	60 374	69 430	116 450	71 117	42 560	45 333	31
Listopad	2,8	9,23	9 034	60 227	69 261	118 034	68 832	41 187	76 847	30
prosinec	-1,2	8,53	9 562	63 749	73 311	166 489	71 117	42 560	95 372	31
Celkem:			106 745	711 635	818 380	1 803 130	837 373	501 109	993 402	365

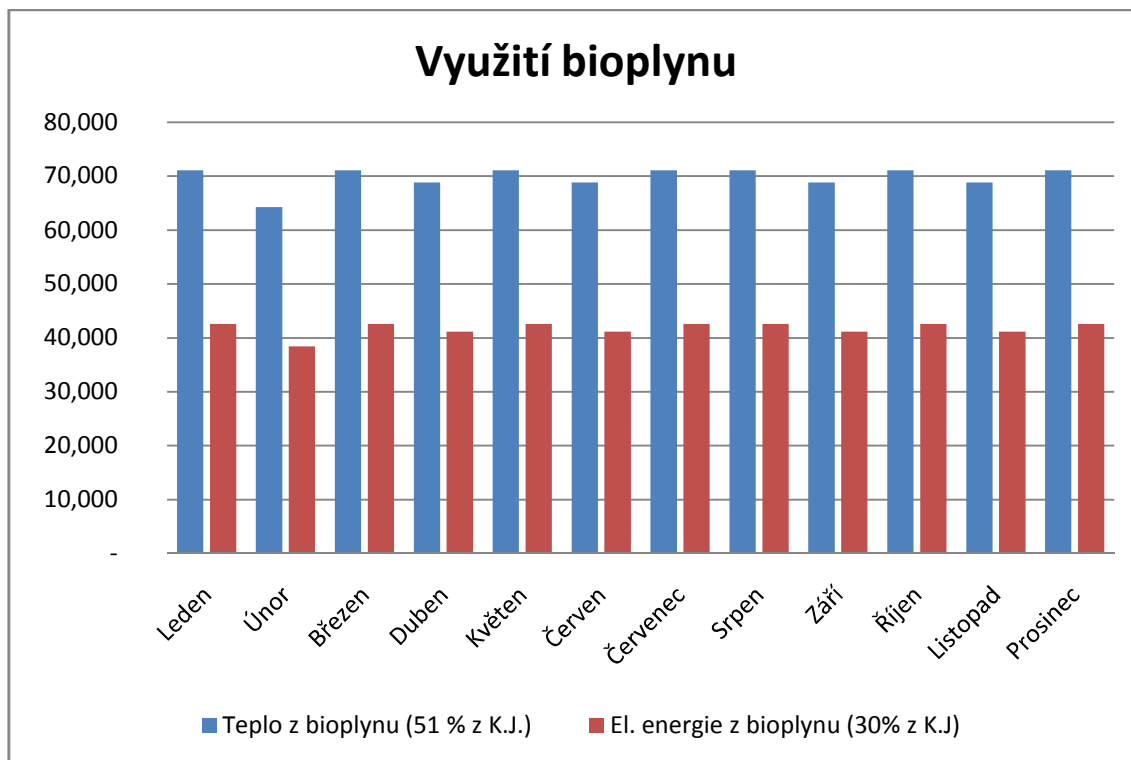
Tab. 14. Bilance tepla ČOV



Graf. 1. Deficit tepla v závislosti na spotřebě



Graf. 2. Deficit tepla v závislosti na ohřevu VN



Graf. 3. Využití bioplynu

V rámci rekonstrukce ČOV bude prioritním cílem využití bioplynu pro spalování v plynovém motoru (kogenerační jednotce). Denní produkce bioplynu se předpokládá do 700 m³. Z roční produkce dostaneme následující:

- produkce bioplynu	700 m ³ /den,	255 500 m ³ /rok
- energie z bioplynu	4 472 kWh/den,	1 632 MWh/rok

Při provozu kogenerační jednotky se transformuje energie z bioplynu na elektrickou energii 30,7 %, na tepelnou energii 51,3 %:

- kogenerační jednotka	30,7 %	501 109 kWh/rok – el. energie
	51,3 %	837 373 kWh/rok – tepl. energie

6.1.1 Emise ze spalování plyných paliv

Pro spalování plyných paliv v kogeneračních jednotkách platí dle vyhlášky č. 117/1997 Sb. emisní limity pro:

NO ₂	500 mg/m ³
CO	650 mg/m ³
jiné org. látky	150 mg/m ³

Celkový obsah síry v palivu nesmí být vyšší než 2 200 mg/m³ v přepočtu na obsah metanu, resp. 60 mg/MJ tepla přivedeného v palivu. Pro výhřevnost bioplynu 23,5 MJ/m³ je emisní limit pro obsah síry 1 410 mg/m³. Tento limit bude splněn.

Výrobce Tedom s.r.o. Třebíč ve své technické specifikaci potvrzuje splnění výše uvedených emisních limitů.

Množství spalin ze spálení celkové produkce bioplynu:

hodinové množství	375 m ³ /h
denní	9 000 m ³ /den
roční	3,285 mil. m ³ /rok

6.2 Produkce kalu

Při procesu vyhnívání ve vyhnívací nádrži dochází k úbytku organických látek v důsledku přeměny na bioplyn. 100 kg Směsného kalu, který se čerpá do vyhnívací nádrže se skládá ze 70 % a tedy 70 kg z organických látek a 30 % - 30 kg anorganických látek. Anorganické svůj stav nijak nezmění. Za to organické látky se během procesu vyhnívání změní na 40 % - 40 kg bioplynu a 30% - 30 kg organických látek. Z tohoto jednoduchého schéma je patrné, že 100 kg směsného kalu se ve vyhnívací nádrži zhruba 40% přemění na bioplyn a 60% zůstane jako směsný kal. Výsledkem je více jak 1/3 úspora kalu odvezeného z čistírny odpadních vod.

7 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ TECHNOLOGICKÉ REKONSTRUKCE

Ekonomické hodnocení vychází z cen zařízení a kalkulací prací spojených s jeho instalací a stavebních úprav. Pro srovnání nákladů na rekonstrukci jednotlivých úseků ČOV viz příloha PII a PIII jsou tyto uvedeny v tabulkách 15, 16, 17, jejich rekapitulace pak v tab. 18. Náklady v době rekonstrukce mohou být ovlivněny změnou DPH a výběrem dodavatele strojního zařízení a stavebních prací.

MECHANICKÝ STUPEŇ	
<i>NÁZEV ZAŘÍZENÍ</i>	<i>CENA v (Kč)</i>
Hrubé strojně stírané česle - OV z průmyslu	1,062,000
Hrubé strojně stírané česle - OV	1,050,000
Vstupní ČS a jemné česle	3,870,000
Lapák písku	3,090,000
Dešťová zdrž a homogenizační nádrž	4,154,400
Trubní propojení	2,375,000
Usazovací nádrž a ČS kalu do VN	4,318,795
Demontáže	3,810,000
<i>CELKEM ZA MECHANICKÝ STUPEŇ</i>	23,730,195

Tab. 15. Ekonomické zhodnocení - Mechanický stupeň

BIOLOGICKÝ STUPEŇ	
<i>NÁZEV ZAŘÍZENÍ</i>	<i>CENA v (Kč)</i>
Denitrifikační nádrž	795,038
Nitrifikační nádrž	4,249,141
Dosazovací nádrž	6,692,877
Nádrž regenerace kalu	1,169,370
Instalační kolektor	1,980,113
Terciární stupeň čištění	3,930,598
Chemické hospodářství	996,257

Zahušťování biologického kalu	2,200,800
Trubní propojení	8,714,065
Demontáže	
CELKEM ZA BIOLOGICKÝ STUPEŇ	30,728,259

Tab. 16. Ekonomické zhodnocení – biologického stupně

KALOVÉ A PLYNOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ	
<i>NÁZEV ZAŘÍZENÍ</i>	<i>CENA v (Kč)</i>
Rekonstrukce vyhnívacích nádrží	13,152,683
Čerpací stanice vyhnívacích nádrží	3,714,432
Trubní propojení	6,188,808
Rekonstrukce kotelny	3,322,793
Plynový motor	2,673,200
Demontáže	869,094
CELKEM ZA KALOVÉ A PLYNOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ	29,921,010

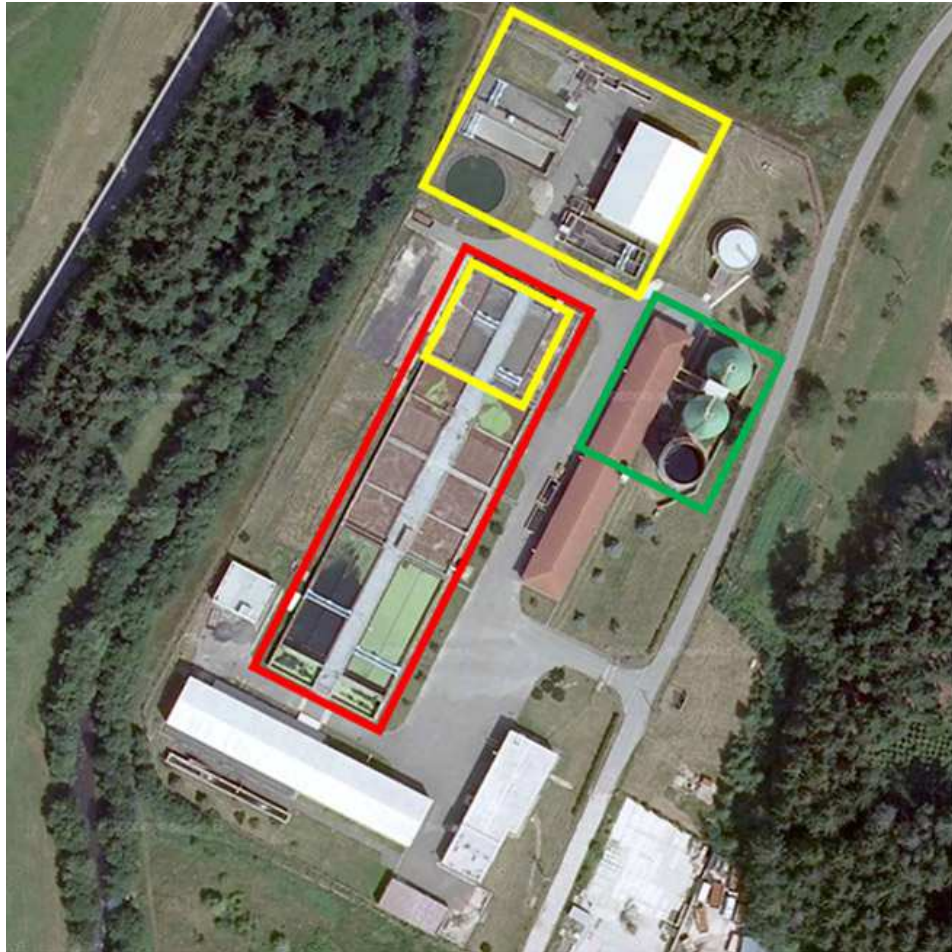
Tab. 17. Ekonomické zhodnocení – kalového a plynového hospodářství

REKAPITULACE	
MECHANICKÝ STUPEŇ	23,730,195
BIOLOGICKÝ STUPEŇ	30,728,259
KALOVÉ A PLYNOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ	29,921,010
Elektrotechnická zařízení, Měření a regulace	20,000,000
Řídicí systém, Slaboproudé rozvody, Trafostanice	18,490,000
Komplexní vyzkoušení, GZS, provozní vlivy, Ostatní náklady (pojištění, garance, revize atd.)	22,184,000
TECHNOLOGICKÁ REKONSTRUKCE CELKEM	145,053,464

Tab. 18. Ekonomické zhodnocení – rekapitulace

Na obrázku č. 1 je vidět situace čistírny odpadních vod v Hlinsku. Na této mapě jsou vyznačeny jednotlivé stupně (mechanický, biologický, kalový a plynový), které se budou rekonstruovat. Tak jak jsou uvedeny v ekonomickém zhodnocení. (tab. 15, 16, 17)

Bližší informace najdete v příloze PII, PIII – tedy na technologický schématech jednotlivých stupňů.



Obr. 2. ČOV Hlinsko – Situace [8]

Legenda :

- Mechanický stupeň

- Biologický stupeň

- Kalové a plynové hospodářství

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo přiblížení kalové i plynové koncovky u středně velké komunální čistírny odpadních vod s přítokem průmyslových vod z mlékárenské výroby. Předmětem této BP není rozbor čištění odpadní vody před i po rekonstrukci.

Směsný kal je dopravován čerpadly do vyhnívací nádrže, kde po dobu nutné k aerobní stabilizaci a především hygienizaci kalu dochází také jako vedlejší produkt k uvolňování bioplynu. Bioplyn je dopraven do kogeneračních jednotek, kde se využívá z 51,3 % jako teplo pro potřebný ohřev a 30,7 % jako elektrická energie. 18 % je účinnost stroje. Hlavní produkt a to je hygienizovaný kal je možné použít např. ke kompostování, je tedy ekologicky nezávadný a to je velmi důležité. Jedná se tedy o ekologickou likvidaci kalu.

Při porovnání se spotřebou tepla za rok 2009 (tabulka č. 14, graf č. 1) je zřejmé, že teplo z kogenerační jednotky nepokryje roční potřebu tepla. Z grafu č. 2 je patrné, že deficit tepla vzniká i při samotném ohřevu vyhnívací nádrže (kalu) v zimním období. Jedná se zhruba o 4 nejchladnější měsíce v roce – listopad, prosinec, leden, únor. Tento deficit bude pokrývat teplo ze zemního plynu. Roční množství nakoupeného plynu bude 105 233 m³/rok. Vyrobená el. energie bude spotřebována zařízením provozovaným v areálu ČOV, která jsou v provozu nepřetržitě – dmyhadla, čerpadla vstupní čerpací stanice, míchadla denitrifikace apod.

Pro provozovatele ČOV je tento provoz čistírny s vyhnívacími nádržemi výhodný a to hned z několika důvodů - Likvidace kalu ekologickou cestou, vznik bioplynu a pokrytí teplem většiny stavebních objektů, výroba elektrické energie dotované státem. Tzv. zelená energie. Úbytek kalu v důsledku procesu vyhnívání je až 40%, pro provozovatele je to dobrá zpráva, ušetří za odvoz kalu.

Návratnost vynaložených prostředků, závisí na řadě proměnných jako je finální suma za kompletní rekonstrukci, kvalita zařízení s tím spojené další výdaje na opravy naproti tomu jsou ku prospěchu, žádné pokuty za nevyhovující vyčištěnou odpadní vodu odtékající do recipientu, účinnější zařízení, nižší spotřeba elektrické energie ČOV a výše uvedené výhody vyhnívacích nádrží. Tyto okolnosti je nutné ověřit a stanovit jejich vliv na ekonomiku celé ČOV po ověřovacím provozu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ČSN 756401 Čistírny odpadních vod pro více než 500 ekvivalentních obyvatel
Český normalizační institut, vydáno listopad 1998
- [2] ČSN EN 12255-1 – Čistírny odpadních vod – všeobecné požadavky, Český
normalizační institut, vydáno Březen 2003
- [3] ČSN 756101 – Stokové sítě a kanalizační přípojky, Český normalizační institut,
vydáno říjen 2004
- [4] ČSN EN 752 (75 6110) - Venkovní systémy stokových sítí a kanalizačních
přípojek, český normalizační institut, vydáno Březen 1997
- [5] ČSN 750905 – Zkoušky vodotěsnosti vodárenských a kanalizačních nádrží,
Český normalizační institut, vydáno leden 1992
- [6] ČSN EN 12255-10 – Čistírny odpadních vod – Zásady bezpečnosti,
Český normalizační institut, vydáno duben 2002
- [7] Dohányos M., Zábranská J., Jeníček P.: Anaerobní technologie v ochraně
životního prostředí, Vysoká škola chemicko-technologická, Praha, 1996
- [8] Mapy.cz. COPYRIGHT © 1996–2012 SEZNAM.CZ, a.s. *Mapy.cz* [online].
[cit. 2012-01-18]. Dostupné z: www.mapy.cz
- [9] Pytl V. a kol.: Příručka provozovatele čistírny odpadních vod. SOVAK ČR,
Sdružení oboru vodovodů a kanalizací ČR, Praha 2004
- [10] Slavíčková K., Slavíček M.: Vodní hospodářství obcí 1, Úprava a čištění vody
nakladatelství ČVUT, Praha 6, říjen 2006
- [11] Příspěvatelé Wikipedie, *Čistírna odpadních vod* [online], Wikipedie: Otevřená
encyklopedie, c2012, Datum poslední revize 14. 03. 2012, 11:55 UTC, [citováno
15. 01. 2012]
http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=%C4%8Cist%C3%ADrna_odpadn%C3%ADch_vod&oldid=8260514>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Bioplyn	Plynná směs s obsahem cca 60% CH ₄ (metanu), 30% CO ₂ (oxid uhličitý), 5% vodní páry a 5% N ₂ , H ₂ , O ₂ s výhřevnou hodnotou 18 až 25 MJ·m ⁻³
BSK5	Biochemická spotřeba kyslíku, 5 denní zkouška
ČOV	Čistírna odpadních vod
ČS	Čerpací stanice.
DN	Denitrifikační nádrž
EO	Ekvivalentní obyvatel
GZS	Globální zařízení staveniště
Kč	Korun českých.
S-JTSK	Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
CHSK _{Cr}	Chemická spotřeba kyslíku stanovená pomocí dichromanu draselného, je mírou celkového organického znečištění vody
NL	Nerozpuštěné látky
N-NH ₄ ⁺	Amoniakální dusík
N _{celk}	Celkový dusík
OV	Odpadní voda
P _{celk}	Celkový fosfor
Směsný kal	Směs komunálních a mlékárenských odpadních vod
Q	Průtok, výkon.
Q ₂₄	Průměrný denní přítok.
Q _d	Maximální denní přítok.
Q _h	Maximální hodinový přítok.
Q _{max}	Maximální denní přítok na ČOV.

SEZNAM GRAFŮ

Graf. 1. Deficit tepla v závislosti na spotřebě.....	50
Graf. 2. Deficit tepla v závislosti na ohřevu VN	50
Graf. 3. Využití bioplynu	51

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Znečištění OV (přítok na ČOV)	20
Tab. 2. Přítok surových OV na ČOV	22
Tab. 3. Po mechanickém stupni	22
Tab. 4. Odtok z ČOV	23
Tab. 5. Zhodnocení funkce ČOV	27
Tab. 6. Koncentrační a bilanční hodnoty vypouštěného znečištění v OV	28
Tab. 7. Kvalita vody toku Chrudimka před ČOV	29
Tab. 8. Kvalita vody toku Chrudimka za ČOV	30
Tab. 9. Produkce směsného kalu	43
Tab. 10. Množství OVT	44
Tab. 11. Předpokládaná produkce anaerobně stabilizovaného kalu	45
Tab. 12. Parametry mezofilní anaerobní stabilizace kalu	45
Tab. 13. Bilance výkonů, spotřeby technologický zařízení a stavební instalace	47
Tab. 14. Bilance tepla ČOV	49
Tab. 15. Ekonomické zhodnocení - Mechanický stupeň	53
Tab. 16. Ekonomické zhodnocení – biologického stupně	54
Tab. 17. Ekonomické zhodnocení – kalového a plynového hospodářství	54
Tab. 18. Ekonomické zhodnocení – rekapitulace	54

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. ČOV Hlinsko – letecký pohled.....	10
Obr. 2. ČOV Hlinsko - Situace	55

SEZNAM PŘÍLOH

- P I.** CD disk obsahující - textovou část bakalářské práce
- výkresovou dokumentaci P II. a PIII.
- P II.** Technologické schéma Mechanického a Biologického stupně
- P III.** Technologické schéma Kalového a Plynového hospodářství