

MORAVSKÁ VYSOKÁ ŠKOLA OLMOUC

Ústav ekonomie

Lenka Kučerová

**Racionalizace systému odkanalizování obce Břasy se
zhodnocením environmentálního dopadu**
Development Engineering of the Sewerage System in the
Municipality Břasy and Assessment of Its Environmental
Impact

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Ing. Tomáš Hloušek, Ph.D.

Olomouc 2012

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a použila jen uvedené informační zdroje.

Olomouc 16. 2. 2012

Lenka Kučerová

Děkuji Ing. Tomáši Hlouškovi, Ph.D, pod jehož vedením vznikala tato bakalářská práce, za odborné rady, připomínky a konzultace. Dále pak děkuji všem svým spolupracovníkům z VODÁRNY PLZEŇ a.s., kteří mi poskytli potřebné informace.

Obsah

ÚVOD	6
1 TEORETICKÁ ČÁST	7
1.1 Odpadní vody	7
1.1.1 Druhy odpadních vod	7
1.1.2 Vlastnosti a složení odpadních vod	8
1.1.3 Hodnocení znečištění odpadních vod	10
1.2 Čistírny odpadních vod.....	11
1.2.1 Ochranná část ČOV a hrubé předčištění.....	11
1.2.2 Úplné mechanické čištění	12
1.2.3 Biologické čištění odpadních vod.....	12
1.2.4 Kalové hospodářství	14
1.2.5 Plynové hospodářství.....	15
1.2.6 Intenzifikace ČOV	17
1.3 Technicko - ekonomické hodnocení ČOV	18
1.3.1 Náklady a nákladové položky spojené s provozem ČOV	18
1.3.2 Výnosy.....	19
1.4 Legislativní rámec čištění odpadních vod	19
2 PRAKTICKÁ ČÁST	20
2.1 Popis území a charakteristika obce Břasy	20
2.1.1 Technický popis a stav stokové sítě a ČOV Břasy.....	21
2.2 Technické údaje o ČOV- Vranov Břasy po intenzifikaci.....	22
2.2.1 Základní popis ČOV Břasy - Vranov	23
2.2.2 Přehled hlavních objektů, účel a parametry.....	24
2.2.3 Údaje o projektovém zatížení ČOV.....	26
2.2.4 Kontrola a sledování provozu.....	26
2.2.5 Nakládání s odpady	27
2.3 Vyhodnocení zkušebního provozu	27
2.4 Manažersko - ekonomické zhodnocení ročního provozu ČOV.....	28
2.4.1 Technická bilance čistíren odpadních vod Břasy	29
2.4.2 Ekonomická bilance čistíren odpadních vod Břasy.....	30

2.4.3	Měrné spotřeby a měrné náklady.....	31
2.5	Problematika volných kanalizačních výustí v aglomeraci obce Břasy.....	34
2.5.1	Teoretické látkové zatížení odpadních vod	35
2.5.2	Produkce odpadních vod ve výhledu- Vranovice, Kříše	35
2.5.3	Bilanční znečištění odpadních vod ve výhledu- Vranovice, Kříše.....	36
2.6	Investiční náklady	37
2.6.1	Metody pro vyhodnocení investic	39
2.6.2	Volba vhodné metody.....	40
	ZÁVĚR	43
	ANOTACE	45
	LITERATURA A PRAMENY	47
	SEZNAM ZKRATEK	48
	SEZNAM OBRÁZKŮ	50
	SEZNAM TABULEK	51
	SEZNAM PŘÍLOH	52
	PŘÍLOHY	53

ÚVOD

Tato bakalářská práce je manažersko - ekonomickým posouzením intenzifikace a reorganizace čištění odpadních vod pro obec Břasy. Obec se nachází v Plzeňském kraji 10 km na sever od města Rokycany. Správní obvod obce tvoří čtyři katastrální území: Břasy, Stupno, Vranovice a Kříše. Zástavba obce je realizována převážně rodinnými domy a v centru Břas i domy bytovými (sídliště). V Břasích se nachází průmyslový podnik Primalex a.s. Břasy vyrábějící malířské a nátěrové hmoty.

Kanalizační síť obce Břasy tvořily tři samostatné kanalizační systémy zakončené čistírnami odpadních vod (ČOV Břasy - Vranov, ČOV Břasy - Bytové jednotky, ČOV Stupno) a dva samostatné systémy zakončené volnými kanalizačními výustmi v částech obce - Vranovice a Kříše. Po intenzifikaci, která probíhala v roce 2010 na ČOV Břasy - Vranov jsou v obci pouze dva kanalizační systémy a dvě čistírny. Zrušená čistírna Břasy - Bytové jednotky z šedesátých let minulého století, která sloužila k odvádění vod z oblasti sídliště, byla opakovaně látkově přetížena, nebyly plněny limity povolení k vypouštění odpadních vod a měla zastaralou technologii.

Teoretická část pojednává o technologické problematice čistíren odpadních vod. Praktická část se zabývá porovnáním nákladů na provoz všech tří čistíren v obci Břasy v roce 2010 a nákladů vynaložených v roce 2011, poté co byl provoz na ČOV Břasy - Bytové jednotky ukončen a nátok odpadních vod byl přesměrován na zintenzifikovanou čistírnu Břasy - Vranov, jako i možností napojení obcí Kříše a Vranovice na tutéž ČOV s následným dopadem na životní prostředí.

Cílem bakalářské práce je vyhodnocení efektivity environmentální investice do intenzifikace ČOV pomocí různých, k tomu vhodných metod.

1 TEORETICKÁ ČÁST

1.1 Odpadní vody

„Odpadní vody jsou vody použité v obytných, průmyslových, zemědělských, zdravotnických a jiných stavbách, zařízeních nebo dopravních prostředcích, pokud mají po použití změněnou jakost (složení nebo teplotu), jakož i jiné vody z nich odtékající, pokud mohou ohrozit jakost povrchových nebo podzemních vod. Odpadní vody jsou i průsakové vody z odkališť, s výjimkou vod, které jsou zpětně využívány pro vlastní potřebu organizace, a vod, které odtékají do vod důlních, a dále jsou odpadními vodami průsakové vody ze skládek odpadu.“¹

Odpadní vody jsou stokovou sítí odváděny k jejich vyčištění do čistírny odpadních vod, zde je odstraněno požadované znečištění, aby nebyly znehodnoceny vody recipientů.

1.1.1 Druhy odpadních vod

Rozdělení odpadních vod:

- splaškové
- průmyslové
- srážkové
- balastní

„Splaškové odpadní vody jsou odpadní vody z domácností a za sociálních zařízení škol, podniků apod. Jejich množství se prakticky rovná spotřebě pitné nebo užitkové vody na obyvatele a den.“²

¹ Česko. Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon). In: č. 254/2001 Sb.

² KLUIBR, Josef, *Odpadní vody*, s. 4.

„ Průmyslové odpadní vody jsou kapalné odpady vznikající při zpracování nebo těžbě anorganických a organických surovin. Řadí se mezi ně i odpadní vody ze zemědělství.“³

Tyto vody na rozdíl od splaškových mají rozmanité složení dle použité technologie výroby. Charakter průmyslových vod vznikajících v zemědělství závisí na specializaci zemědělského podniku.

Srážkové odpadní vody jsou přiváděny do kanalizace uličními vpustmi. Vznikají při dešťových srážkách odtokem ze střech, parkovišť, náměstí, komunikací, zahrad atd. Jelikož mají jiné složení znečištění než splaškové a průmyslové jsou vhodné pro jejich ředění.

Balastní vody jsou podzemní vody, které se dostávají do kanalizace vlivem její netěsnosti. Tyto vody do kanalizace nepatří, přesto se svým množstvím významně podílí na složení odpadní vody (závisí na kvalitě stokové sítě a výšce hladiny podzemní vody).

„Množství odpadních vod kolísá v průběhu dne, týdne a roku. Je ovlivňováno nerovnoměrností spotřeby vody a srážkami.“⁴ Z tohoto důvodu se pro navrhování stoky používá součinitel hodinové nerovnoměrnosti. V obcích do 500 obyvatel činí 5,2, v obcích do 1000 obyvatel 4,4 atd. Se zvyšujícím se počtem obyvatel součinitel hodinové nerovnoměrnosti klesá.

1.1.2 Vlastnosti a složení odpadních vod

Odpadní vody podle typu znečištění:

Fyzikální (hlína, písek, listí)

- nerozpuštěné: usaditelné, neusaditelné
- rozpuštěné
- plovoucí

³ KOUKOLÍK, Otta, *Provozování čistíren odpadních vod*, s. 8.

⁴ KLUIBR, Josef, *Odpadní vody*, s. 4.

Chemické (kyseliny, zásady)

- anorganické (minerální): rozpuštěné sloučeniny s obsahem iontů dusíku a fosforu nebo i těžkých kovů
- organické: rozpuštěné sloučeniny z jedné třetiny, dvě třetiny jsou látky nerozpuštěné (koloidní a suspendované)

Biologické (bakterie, organismy)

Původ látek obsažených ve splaškových vodách:

- v pitné vodě, kterou je zásobeno obyvatelstvo
- v produktech metabolismu (exkrementech)
- v produktech lidské činnosti v domácnostech, které jsou splachovány do veřejné kanalizace (zbytky jídel, prací a čisticí prostředky)

Znečištění splaškových vod:

Chloridy- pocházejí z moče, ze zimního posypu vozovek

Sloučeniny dusíku- zdrojem je močovina, amoniakální dusík, aminokyseliny

Sloučeniny fosforu- původem jsou prací a čisticí prostředky, fekálie, moč, zbytky potravy

Sloučeniny síry, sacharidy, lipidy (tuky, vosky), léčiva (hormonální antikoncepce)

Splaškové vody mají šedou nebo šedohnědou barvu, jsou silně zakalené, po pár hodinách začínají intenzivně páchnout a tmavnout. Jejich teplota je závislá na roční době. V létě se jejich teplota pohybuje kolem 20 °C, v zimě většinou neklesá pod 4 až 6 °C.⁵

Složení a množství průmyslových odpadních vod závisí na druhu výroby, použitých surovinách, technologii, přísadách atd.

Podle druhu znečištění:

- anorganicky (těžba uhlí a rud, hutní průmysl, keramický průmysl, sklářský průmysl, výroba hnojiv)

⁵ Srov. KOUKOLÍK, Otta, *Provozování čistíren odpadních vod*, s. 7.

- organicky (potravinářský průmysl, zemědělská výroba, textilní průmysl, ropný průmysl)

V průmyslových vodách se vyskytuje velké množství chloridů. V těchto vodách je nutné sledovat obsah sloučenin dusíku a fosforu, aby jejich forma výskytu byla využitelná mikroorganismy.

Srážkové odpadní vody (déšť, tající sníh) mohou být:

- znečištěné - podle složení ovzduší a charakteru terénu
- neznečištěné

Množství srážkových vod přitékajících kanalizací na čistírny odpadních vod závisí na intenzitě a době trvání dešťových srážek, dále na průměrném součiniteli odtoku v daném území, na ploše odkanalizovaného území a na povrchové retenci.

„Vody balastní jsou převážně málo znečištěné, a proto jejich přítomnost v městských odpadních vodách je příčinou jejich zředování, a to tím více, čím větší podíl tvoří. Někdy může být ředění tak velké, že pro nízkou koncentraci znečištění je jejich biologické čištění na čistírnách odpadních vod problematické.“⁶

1.1.3 Hodnocení znečištění odpadních vod

Vlastnosti odpadních vod se posuzují dle prováděných rozborů a musí splňovat kritéria daná kanalizačním řádem, nařízením vlády o přípustném znečištění vod a zákona o poplatcích za vypouštění odpadních vod do vod povrchových.

Ukazatele pro hodnocení organického znečištění:

- BSK₅- biochemická spotřeba kyslíku
- CHSK_{Cr}- chemická spotřeba kyslíku

Mezi další ukazatele patří celkový dusík, celkový fosfor, rozpuštěné anorganické soli, nerozpuštěné látky a další.

⁶ WANNER, Jiří, a HLAVÍNEK, Petr, *Moderní trendy v čištění odpadních vod*, s. 11.

1.2 Čistírny odpadních vod

„Vysoká koncentrace obyvatelstva i průmyslu na našem území a zároveň relativně malá vodnost našich toků vyžadují zneškodňování všech zdrojů znečištění povrchových i podzemních vod. To především platí pro odpadní vody.“⁷

Stále rozvíjejícím se oborem, ve kterém jsou hledány a zaváděny nové, efektivnější způsoby je právě čištění odpadních vod. Z tohoto důvodu je intenzifikace čistíren aktuální problematikou, k čemuž velkou měrou přispěl i vstup České republiky do Evropské unie.

„Moderní ČOV se v ČR začaly budovat po roce 1990 a jejich technologická skladba se již zaměřila na zvýšené odstraňování biogenních prvků dusíku a fosforu.“⁸

Nejdůležitějším kritériem, který ČOV musí splnit je požadovaná jakost vyčištěné vody. Při výběru vhodného typu čistírny odpadních vod jsou brány v potaz také její investiční a provozní náklady, nároky na pracnost a kvalifikaci obsluhy a spolehlivost čistícího procesu.

Čistírna odpadních vod je samostatný provozní celek skládající se z dílčích souborů a je umístována před vyústěním vod do recipientu.

1.2.1 Ochranná část ČOV a hrubé předčištění

Prvním článkem čištění odpadních vod je hrubé předčištění. Ochranná část ČOV se skládá z lapáku šterku, česlí a lapáku písku popřípadě i tuků.

Lapák šterku je umístěn na přítoku odpadních vod na ČOV, zachycuje nejhrubší nerozpuštěné látky (například kusy stavebního materiálu, šterk, dlažební kostky). Toto znečištění se z lapáku odstraňuje těžbou drapáky.

Česle slouží k zachycení hrubších plovoucích a unášených nečistot. Další možností je použití sít, mēlnicích česlí nebo dezintegrátorů. Nečistoty z česlí se nazývají shrabky a odstraňují se ručním nebo strojovým shrabováním do kontejnerů.

⁷ KLUIBR, Josef, *Odpadní vody*, s. 61.

⁸ PYTL, Vladimír a kol., *Příručka provozovatele čistírny odpadních vod*, s. 41.

Lapák písku zajišťuje oddělení minerálních látek od organických pomocí gravitační nebo odstředivé síly. Tyto vertikální či horizontální lapáky mohou být i provzdušňované. Písek je těžen zpravidla mamutovými čerpadly a pomocí šnekových dopravníků ukládán do kontejnerů.

1.2.2 Úplné mechanické čištění

„Nejúčinnějším, ale také nejvyužívanějším způsobem mechanického čištění odpadních vod je usazování (sedimentace). Využitím gravitace se může u městských odpadních vod dosáhnout patrného zlepšení. Odstraní se usaditelné látky, které po usazení se označují jako čistírenský kal.“⁹

Typy usazovacích nádrží: horizontálně protékané kruhové nádrže s radiálním prouděním nebo obdélníkové s podélným prouděním a vertikální protékané kruhové nádrže. V těchto nádržích dojde k usazení nerozpuštěných látek a ke stírání plovoucích nečistot z povrchu nádrže.

Z usazovacích nádrží se vzniklý primární kal odčerpává a dopravuje se k dalšímu zpracování.

„Mechanickým čištěním dojde k odstranění 1/3 obsahu látek spotřebovávajících kyslík. Je tedy zřejmé, že použití pouze tohoto způsobu je pro čištění odpadních vod zcela nedostačující a lze ho užít jen jako předčištění. Nedochozí při něm ani k odstranění rozpuštěných látek obsahujících dusík a fosfor.“¹⁰

1.2.3 Biologické čištění odpadních vod

Technologické návrhy biologického stupně odpadních vod dříve vycházely pouze z požadavku odstranění organického znečištění. Změna nastala až zavedením biologických procesů na odstraňování nutrietů, dusíku a fosforu. Z důvodu zavedení

⁹ KLUIBR, Josef, *Odpadní vody*, s. 67.

¹⁰ PYTL, Vladimír a kol., *Příručka provozovatele čistírny odpadních vod*, s. 54.

procesu nitrifikace a denitrifikace se zvýšily požadavky a na aerační systém, respektive celkový objem nádrží.

„Biologické čištění odpadních vod je technologický proces, založený na schopnosti mikroorganismů stravovat a mineralizovat znečišťující látky. Tento proces je obdobou přirozených samočisticích pochodů probíhajících samovolně v přírodě. Biologické čištění následuje po mechanickém čištění (předčištění). Odstraňuje rozpuštěné a koloidní látky organického původu včetně choroboplodných zárodků.“¹¹

Biologické čistící pochody:

- aerobní - nitrifikace (probíhající za přístupu vzduchu)
- anoxické - denitrifikace (probíhající za nepřístupu vzduchu)

Principem biologického čištění odpadních vod je působení organismů v biologickém reaktoru.

Rozdělení biologických reaktorů dle způsobu kultivace biomasy

- polykultura ve formě suspenze (aktivovaný kal)
 - aktivační nádrž (aktivační proces)
- polykultura ve formě nárostu na vhodném nosiči (biofilm)
 - zkrápěné biologické kolony (biofiltry)
 - rotační biofilmové reaktory
 - reaktory s expandovaným a fluidizovaným ložem
- reaktory s kombinovanou kultivací biomasy
 - aktivace s vestavěným nosičem biomasy
 - nosič biofilmu ve vzhledu

Celý čistírenský proces odpadních vod uzavírají dosazovací nádrže. Z aktivačních nádrží do nich odtéká aktivační směs.

Jejich úkolem je oddělit kal a případně látky vzplývající po hladině od vyčištěné vody. Většina kalu ze dna dosazovacích nádrží se vrací do čistícího procesu a přebytečný kal se dále zpracovává mimo vodní linku ČOV.

¹¹ KLUIBR, Josef, *Odpadní vody*, s. 69.

Dosazovací nádrž slouží jako prostředí, které dovoluje aktivovanému kalu jeho separaci flokulací a gravitační sedimentací od vyčištěné vody.

Druhy dosazovacích nádrží

- pravoúhlé horizontálně protékané
- kruhové s radiálním průtokem
- nádrže s vertikálním průtokem

Separace aktivovaného kalu je konečnou fází biologického čištění. Finálním efektem je dosažení dobře vyčištěného a stabilně kvalitního odtoku z čistírny, tj. s nízkou koncentrací organického znečištění a suspendovaných látek.¹²

Vyčištěná voda odtéká přes měrný objekt osazený Parshallovým žlabem (nebo jiným průtokoměrem). Voda je pravidelně analyzována (je měřena její kvalita) a je vypouštěna do recipientu.

1.2.4 Kalové hospodářství

Nedílnou součástí každé technologické linky čištění odpadních vod je zpracování kalu. Důkazem toho, že kalové hospodářství je závažná problematika ČOV jsou náklady na zpracování kalu, které činí cca 40% celkových investičních i provozních nákladů čistírny odpadních vod.

Čistírenské kaly lze rozdělit na primární a sekundární. Primární vznikají v usazovací nádrži a sekundární (aktivované) se tvoří při biologickém čištění.

Ke stanovení správných technologických postupů pro zpracování kalu a jeho zneškodnění je potřeba znát jeho jednotlivé vlastnosti. Mezi nejdůležitější patří jejich separační vlastnosti, které ovlivňují jejich zahušťování a odvodnění. Zahušťování kalu probíhá na rotačních zahušťovačích, zahušťovacích sítích nebo odstředivkách s malou dávkou fakulantu. Cílem zahušťování kalu je dosažení sušiny 5-6%.

„Platná norma ČSN 75 6401 stanoví, že vyprodukovaný kal má být aerobně nebo anaerobně stabilizován. Obecně lze pokládat za stabilizovaný kal takový, který

¹² Srov. PYTL, Vladimír a kol., *Příručka provozovatele čistírny odpadních vod*, s. 90.

nezpůsobuje škody na životním prostředí a nevyvolává obtíže při manipulaci s ním. V praxi by se stabilizace kalu měla provádět s ohledem na to, jak se bude dál s kalem nakládat.“¹³

Aerobní stabilizace se provádí provzdušňováním a promícháváním kalu v nádržích (kalojemech) po dobu asi 25 dnů. Po stabilizaci jsou kaly odvodňovány pásovými lisami nebo odstředěním.

Anaerobní stabilizace se navrhuje pouze na velkých ČOV od cca 25 000 EO jako dvoustupňová, v oddělených, uzavřených, stabilizačních nádržích s jímáním bioplynu. V prvním stupni stabilizačních nádrží dochází k míchání a vyhřívání, druhý stupeň je pouze míchaný bez vyhřívání.¹⁴

Možnosti nakládání s kalem v ČR:¹⁵

- přímá aplikace do půdy v zemědělství po předepsané úpravě
- kompostování kalu podle zákona o hnojivech
- energetické využívání v samostatné bioplynové stanici
- sušení kalu (výroba paliva z biomasy)
- spalování jako doplňkové palivo (v cementářských pecích)
- spalování, obsahuje-li kal škodliviny, které brání jeho materiálovému využití

1.2.5 Plynové hospodářství

Primární a aktivované kaly se ve větších čistírnách zpracovávají methanizací. Při tomto nejdokonalejším způsobu stabilizace kalů dochází k hmotnostnímu a

¹³ PYTL, Vladimír a kol., *Příručka provozovatele čistírny odpadních vod*, s. 109.

¹⁴ Srov. ČSN 75 6401. *Čistírny městských odpadních vod*. Praha: ČNI, 1993.

¹⁵ Srov. MICHALOVÁ, Marie, Možnosti a způsoby využití kalů a sedimentů z ČOV. In *Komunální odpady a kaly z čistíren odpadních vod*, s. 56.

objemovému úbytku organických látek, přičemž se uvolňuje velká část organického uhlíku v plynné formě (CO_2 , CH_4) a voda.¹⁶

Kalový plyn je produkován v závislosti na množství odbouratelných látek ve vyhnívací nádrži. U velkých čistíren se staví několik nádrží, které jsou v provozu paralelně. Nejvhodnější jsou nádrže vejčitého tvaru s kuželovým dnem a s hrdlem. Míchání a teplota patří mezi nejdůležitější faktory ovlivňující průběh methanizace. Míchání methanizačních nádrží může být: mechanické (míchadla), recirkulací kalu (kal je kontinuálně čerpán z jednoho místa nádrže na opačný konec), bioplynem (plyn je vháněn do nádrže pod tlakem).

Methanizační nádrže se nejčastěji vytápějí:

- teplou vodou nebo párou a topnými tělesy uvnitř nádrže
- teplou vodou nebo párou ve výměnících tepla vně nádrže
- přímým injektováním vodní páry do nádrže

Posloupnosti fází anaerobních procesů:

- hydrolýza
- acidogeneze
- acetogeneze- tvorba kyseliny octové, CO_2 , H_2
- methanogeneze- tvorba CO_2 a CH_4

„Bioplyn je produkován v množství $1\text{m}^3 \times \text{kg}^{-1}$ odbourané organické sušiny. Obvyklé složení bioplynu je 65% CH_4 , 35% CO_2 . Redukce odbouratelné organické hmoty je asi 35-60%, čas zdržení 10-15 dní, koncentrace kalu na vtoku do vyhnívací nádrže je 4-6%.“¹⁷

Bioplyn lze využít k ohřevu vyhnívacích nádrží, k pohonu dieselelektrických agregátů a k výrobě elektřiny, kterou čistírna pokrývá svojí spotřebu elektrické energie apod., přebytek bioplynu se spaluje na hořácích zbytkového plynu.

¹⁶ Srov. CHUDOBA, Jan; DOHÁNYOS, Michal, a WANNER, Jiří, *Biologické čištění odpadních vod*, s. 430.

¹⁷ HLAVÍNEK, Petr, a NOVOTNÝ, Dušan, *Intenzifikace čistíren odpadních vod*, s. 224.

1.2.6 Intenzifikace ČOV

V průběhu posledních deseti let došlo k intenzivnímu vývoji v čištění odpadních vod. Cílem je dosažení vysoké a stabilní účinnosti čistících procesů při současné minimalizaci nákladů. V současné době je celá řada ČOV hydraulicky i látkově přetížená.

„Mezi požadavky na intenzifikace ČOV patří zejména:“¹⁸

- snížení hodnot základních posuzovacích ukazatelů účinnosti čištění (snížení obsahu BSK₅, CHSK, obsahu dusíku, obsahu fosforu a NL)
- zvýšení objemové kapacity čistírenských zařízení
- stabilita čistícího účinku při proměnném množství a látkovém zatížení
- snížení produkce kalu, zlepšení jeho zpracovatelnosti a využitelnosti
- snížení nároků na energii a snížení pracnosti obsluhy

„K dosažení těchto požadavků jsou preferovány následující postupy:“¹⁹

- modifikace aktivačního procesu potlačující vláknité bytění aktivovaného kalu
- procesy umožňující nitrifikaci s následnou denitrifikací
- procesy umožňující biologické odstranění fosforu
- zvýšení provozní koncentrace biomasy
- kombinace dvoustupňového čištění v biologické části čistírny sériovým zapojením vysoko a nízkozátěžového stupně s případným vynecháváním primární sedimentace
- kombinace anaerobního a následného aerobního stupně zvláště u průmyslových odpadních vod
- zvyšování průměrné doby zdržení biomasy v aktivačním systému
- používání provzdušňovacích zařízení s vyšším využitím kyslíku

Mezi metodické postupy návrhu intenzifikace ČOV patří komplexní analýza ČOV, určení faktorů limitujících účinnost ČOV, výběr možností intenzifikace a vyhodnocení doporučené varianty intenzifikace.

¹⁸ HLAVÍNEK, Petr, a NOVOTNÝ, Dušan, *Intenzifikace čistíren odpadních vod*, s. 3.

¹⁹ Tamtéž

1.3 Technicko - ekonomické hodnocení ČOV

V oddílném modelu provozování musí být mezi vlastníkem a provozovatelem ČOV provozní smlouva, která zajišťuje rozsah a komplexnost provozování, práva a povinnosti, financování provozu a rozvoje ČOV, způsob stanovení ceny a plateb nájemného, ale i podmínky evidence majetku, rozvoj majetku, GIS atd.

K zajištění funkce ČOV jsou nutné finanční zdroje. Zdrojem pro pokrytí provozních nákladů je stočné, které je vypočteno jako součin ceny za 1m³ odváděné odpadní vody a množství fakturovaných odvedených odpadních vod. Další možnost, jak krýt náklady jsou různé dotace.

„Požadované ekonomické a technické údaje, určené pro hodnocení čistíren v současné době určuje vyhláška MZ č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu (§ 5). Prováděcí vyhláška tuto povinnost stanovuje ve třetím oddíle - provozní evidence v § 7 a konkrétně v příloze vyhlášky č. 8- odstavec 4 ekonomické a technické údaje.“²⁰

Mezi nejsledovanější údaje, které se využívají pro technicko - ekonomické hodnocení čistíren odpadních vod patří: celkové poplatky za vypouštění odpadních vod z ČOV (tis. Kč), náklady na 1m³ vyčištěných odpadních vod (Kč x m⁻³) a spotřeba elektrické energie (MWh).

1.3.1 Náklady a nákladové položky spojené s provozem ČOV

„Nákladovost provozu ČOV je odvislá jednoznačně od její velikosti, použité technologie a kvality přiváděných odpadních vod. Důležitým faktorem pro náklady a spotřebu je vybavenost uspořádání jednotlivých stupňů ČOV. Provoz čistírny odpadních vod svou nákladovostí přesahuje hodnotu nákladů na provoz kanalizačních řadů.“²¹

Nákladové položky:

- spotřeba materiálu (údržba, provoz, opravy, havárie)

²⁰ PYTL, Vladimír a kol., *Příručka provozovatele čistírny odpadních vod*, s. 174.

²¹ Tamtéž

- elektrická energie (funkce točivých strojů – čerpání, aerace, technické zabezpečení, regulace, měření, vytápění, osvětlení)
- mzdy, zdravotní a sociální pojištění
- dodavatelské opravy (plánované opravy, poruchovost zařízení)
- ostatní provozní náklady (nákup služeb, vnitropodnikové výkony pracovníků, laboratorní výkony)
- poplatky za vypouštění odpadních vod do vod povrchových
- nájemné
- výrobní režie
- správní režie

1.3.2 Výnosy

„Výnosy jsou zdrojem krytí provozních nákladů ČOV, finančních investičních potřeb vlastníka infrastrukturního majetku a zisku podnikatelské jednotky. Výnosy se vytvářejí fakturací ceny za služby spojené s odváděním, čištěním případně zneškodňováním odpadních vod.“²²

1.4 Legislativní rámec čištění odpadních vod

Nejdůležitější právní předpisy pro provozovatele a majitele kanalizačních řadů a čistíren odpadních vod:

- zákon č.17/1992 Sb., o životním prostředí, v platném znění
- zákon č.254/2001 Sb., o vodách, ve znění zákona č.20/2004 Sb., v platném znění
- zákon č.274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu, v platném znění
- zákon č.185/2001 Sb., o odpadech, v platném znění
- vyhláška MZ č.428/2001 Sb., která provádí zákon o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu
- vyhláška MŽP č.293/2002 Sb., o poplatcích za vypouštění odpadních vod do vod povrchových

²² PYTL, Vladimír a kol., *Příručka provozovatele čistírny odpadních vod*, s. 173.

- nařízení vlády č.61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod

2 PRAKTICKÁ ČÁST

2.1 Popis území a charakteristika obce Břasy

Obec Břasy se nachází v Plzeňském kraji přibližně 10 km na sever od Rokycan. Rozkládá se na území 21,5 km² a v obci žije asi 2100 obyvatel. Správní obvod obce tvoří tato katastrální území: Břasy, Stupno, Vranovice a Kříše. Obec leží v radnické pánvi, její území je značně členité a to i spádově. Zástavba je realizována převážně rodinnými domy, v centrální části Břas i bytovými domy (sídliště). V Břasích se nachází průmyslový podnik Primalex a.s. Břasy, který vyrábí malířské a nátěrové hmoty. Dále se v obci nachází stavby běžného občanského a technického vybavení. Obcí je vedena trať ČD Chrást-Radnice se stanicí v části obce Stupno. Břasy mají vybudovaný veřejný vodovod. Území obce odvodňuje Korečný potok a jeho přítoky, Direcký potok a bezejmenný přítok radnického potoka, přičemž vlastní obec Břasy leží na rozvodí těchto vodotečí.

Katastrální území Stupno přímo navazuje na obec Břasy a je stokovou sítí odkanalizováno do vlastní čistírny odpadních vod. Převážně rodinné domy jsou zásobovány vodou z obecního vodovodního řadu.

Obec Vranovice leží severozápadně od Břas. Je to typická venkovská obec se zástavbou bývalých zemědělských usedlostí a rodinných domů, na západním okraji obce leží zemědělský podnik. Intravilán obce se nachází v nadmořské výšce v rozmezí 370 až 430 m. n. m. Spádové poměry jsou dobré. Je zde vybudován veřejný vodovod.

Kříše je obec ležící na západ od Břas. Je zastavěna rodinnými domy se zemědělským podnikem na severním okraji. Nachází se v nadmořské výšce v rozmezí 406 až 460 m. n. m. Místní obyvatelé jsou vodou zásobováni z veřejného vodovodu.

2.1.1 Technický popis a stav stokové sítě a ČOV Břasy

Celková délka provozované kanalizační sítě v obci činí 21,68 km z toho je 21,19 km v majetku obce a 0,49 km v majetku ostatních vlastníků. Kanalizační síť je vybudována převážně z kameninového a betonového potrubí a nově také z plastového potrubí v kruhových profilech DN 300-800. Na síti jsou umístěny 4 odlehčovací komory, 1 čerpací stanice, 1 přechod potoka a 1 dešťová zdrž.

Kanalizační síť obce Břasy tvořily tři samostatné kanalizační systémy zakončené čistírnami odpadních vod (ČOV Vranov - Břasy, ČOV- bytové jednotky Břasy, ČOV Stupno) a dva samostatné systémy zakončené volnými kanalizačními výustmi v částech obce- Vranovice a Kříše. Po intenzifikaci, která probíhala v roce 2010 na ČOV Břasy - Vranov jsou v Břasích kanalizační systémy pouze dva, jakož i čistírny.

ČOV Břasy - Vranov je mechanicko - biologická čistírna odpadních vod s anaerobní stabilizací kalu. V prosinci 2010 byla dokončena rekonstrukce a intenzifikace ČOV. Poté probíhal na čistírně roční zkušební provoz a v současné době je ČOV Vranov - Břasy uvedena do trvalého provozu. Manažersko - ekonomické zhodnocení této intenzifikace je hlavním tématem této bakalářské práce.

ČOV bytové jednotky - Břasy byla opakovaně látkově přetížena, překročila limity povolení k vypouštění odpadních vod (NV č.61/2003 Sb.). Provoz ČOV měl zastaralou technologii a časté provozní problémy a proto v důsledku rekonstrukce ČOV Vranov byl nátok na ČOV- bytové jednotky přesměrován na ČOV- Vranov a provoz byl 22.11.2010 ukončen. Následně byl zlikvidován obsah anaerobní nádrže, dosazovací nádrže, kalojemu a odvezen na ČOV Plzeň, poté byl objekt čistírny předán majiteli (obec Břasy).

Mechanicko - biologická ČOV Stupno s prodlouženou dobou zdržení a s aerobní stabilizací kalu typu oxidační příkop vykazuje stabilně vysokou kvalitu vypouštěných odpadních vod a vysokou účinnost. Na kanalizační síť je připojen jeden průmyslový producent odpadních vod (Primalex a.s.).

Kal vyprodukovaný čistírnami je odvážen na ČOV Plzeň, kde je zpracováván termofilním vyhníváním a poté předán k dalšímu využití. Vytěžený písek a shrabky likviduje společnost ELIOD servis s.r.o.

2.2 Technické údaje o ČOV- Vranov Břasy po intenzifikaci

Stavba intenzifikace ČOV- Vranov Břasy byla povolena rozhodnutím příslušného vodoprávního úřadu v Rokycanech č.j. 161-2/OŽP/07, jehož platnost byla prodloužena rozhodnutím č.j. 572-1/OŽP/09 do 6.2.2011. Následně byla rozhodnutím č.j. 3202-1/OŽP/09 provedena změna stavebníka na Obec Břasy.



Obr. 1 - ČOV Vranov - Břasy ve zkušebním provozu 6.5.2011

Původním stavebníkem byl Svazek obcí Povodí Berounky Plzeň. Vlivem změn podmínek Státního fondu životního prostředí pro přiznání dotace došlo k vyřazení uvedeného projektu z realizace skupinového projektu Čistá Berounka, II. etapa. Na základě toho se obci Břasy podařilo zařadit tento projekt do dotačního programu Ministerstva zemědělství. Z této dotace byla financována stavba kanalizace, která přivádí odpadní vody na čistírnu a samotná intenzifikace pak z rozpočtu obce (výsledek hospodaření minulých let).

Pro obsluhu a údržbu čistírny byl vypracován provozovatelem čistírny provozní řád podle ustanovení §59 zákona č.254/2001 Sb. o vodách, ustanovení vyhlášky MZ č.195/2002 Sb. a ustanovení odvětvové technické normy vodního hospodářství ČR

TNV 756911. Aktualizace se provádí při každé změně technologie a podmínek provozu, rekonstrukci, přístavbě nebo každých 5 let. Provozní řád schvaluje provozovatel a vlastník.

2.2.1 Základní popis ČOV Břasy - Vranov

Mechanicko - biologická čistírna s nízkým zatížením aktivovaného kalu je určena ke zneškodňování splaškových odpadních vod z části obce Břasy a skládá se ze dvou technologických linek pracujících samostatně nebo v paralelním propojení. Každá linka se skládá z těchto dílčích celků:

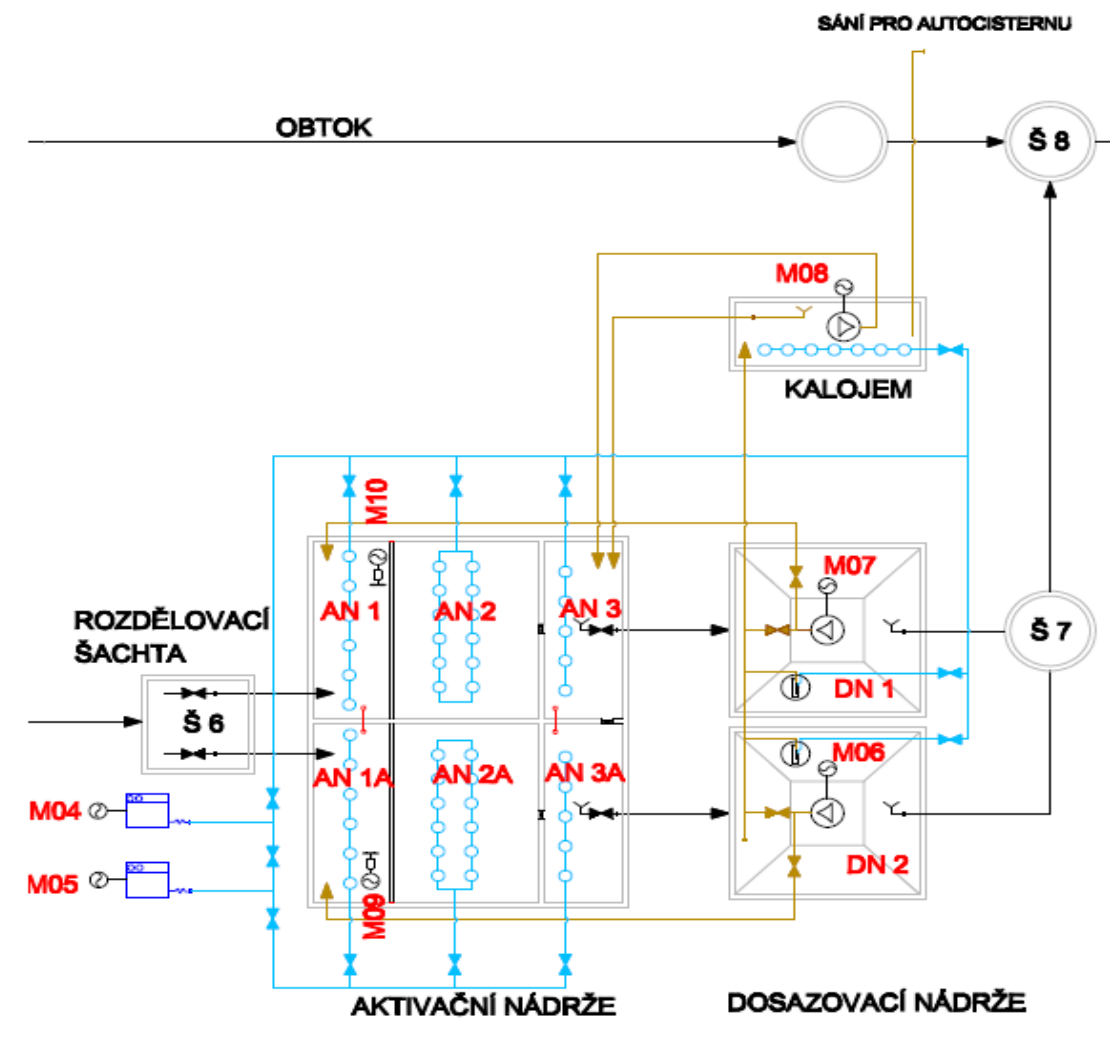
- AN 1 (AN 1A)
- AN 2 (AN 2A)
- AN 3 (AN 3A)
- DN 1, DN 2

Zóna AN 1, AN 1A je osazena mechanickým míchadlem a současně i jemnobublinným aeračním systémem, může být provozována jako oxická nebo anoxická. Účelem zařazení této zóny je potlačení případného vláknitého bytneňi aktivovaného kalu a částečné snížení koncentrace fosforu.

Zóna AN 2, AN 2A- hlavní objem provzdušňované části aktivační nádrže, AN 2A je osazena jemnobublinným aeračním systémem.

Zóna AN 3, AN 3A- pomocná část aktivační nádrže, součást aerobní části aktivace a je to rovněž provzdušňovaná část. Slouží pro rovnoměrné rozdělení nátok mezi obě dosazovací nádrže, v případě potřeby lze nastavit nátok aktivační směsi z levé poloviny AN do pravé dosazovací nádrže a naopak. Rovněž umožňuje omezený režim provozu ČOV (provoz jedné poloviny AN a obou dosazovacích nádrží).

DN 1, DN 2 (dosazovací nádrže)- klasické vertikální o velikosti 4 x 4 m, osazené žlabem pro odtok vyčištěné vody, čerpadlem vratného a přebytečného kalu a zařízením pro odtah plovoucího kalu. Hloubka dosazovacích nádrží je 5 m.



Obr. 2 - Značení objektů biologické části ČOV

2.2.2 Přehled hlavních objektů, účel a parametry

- dešťová zdrž

rozměr: 5,7 x 8,6 m, hladina: 1,5 m, využitelný objem: 70 m³

Technologické vybavení: čerpadlo dešťových vod, výtlačné potrubí, plovákový spínač, ultrazvukový snímač výšky hladiny.

- objekt mechanického předčištění

ruční ochranné česle: nerez, průřez 40 mm, šířka 800 mm

strojní česle: vyhřivan e, samočistící, šírka 400 mm, hloubka 1000 mm, pr ulina 3 mm, sklon 70 , elektrický rozvaděč pro ovládání automatického chodu

ruční z aloჄn i česle: nerez, pr ulina 20 mm, šírka 300 mm, pouჄit i při poruše strojních

lapač písku: vertikální kruhový s vystrojením (mamutov e čerpadlo, dmychadlo, rozvod vzduchu), průměr 0,8 m, hladina vody 3,6 m

- rozdělovací šachta

slouჄi k rozdělení nátoku mezi obě aktivace: dvojice nerez hradítek, šírka 200 mm

- aktivac n i n adrჄe: dmychadlo, čerpadlo vratného a přebytečného kalu, ponorné míchadlo, jemnobublinn y aerační systém

celkový objem n�adrჄi B�OV:	2 x 116 m ³
objem AN 1, AN 1A:	2 x 21 m ³
objem AN 2, AN 3 (AN 2A + AN 3A):	2 x 95 m ³
l�atkov�e zat�iჄen�i �OV:	59,4 kg x d ⁻¹ , 990 EO
hydraulické zat�iჄen�i:	Q ₂₄ = 120 m ³ x d ⁻¹
hloubka vody v aktivaci:	2,8 m

AN je přebudována z původní n adrჄe s p risazen ymi dosazov aky a kalojemem. K aeraci slouჄila turbína Sigma BSK Gigant. Při rekonstrukci  OV byly vybourány p i cky mezi AN a DN. T m se navýšil pouჄiteln y objem AN a dno n adrჄe zůstalo v původní hloubce.

koncentrace aktivovaného kalu:	4,0 kg x m ⁻³
externí recirkulace (vratný kal):	50% Q ₂₄
zásoba kalu v aktivaci:	760 kg
max. zat�iჄen�i kalu BSK ₅ v aerobní �asti AN:	0,078 kg x kg ⁻¹ x d ⁻¹
plocha DN:	32 m ²
max. povrchov�e zat�iჄen�i plochy DN:	1,0 m/h
max. hydraulická kapacita DN:	32 m ³ /h, 8,8 l/s

- kalojem: st redobublinn y aerační systém, čerpadlo kalové vody, atypický vrátek pro čerpadlo kalové vody

2.2.3 Údaje o projektovém zatížení ČOV

Kapacita ČOV

Látkové zatížení ČOV: max. 59,4 kg x d⁻¹, 990 ekvivalentních obyvatel

Hydraulické zatížení (mechanické předčištění): max. 240 m³ x d⁻¹

Hydraulické zatížení (biologická část): max. 120 m³ x d⁻¹

2.2.4 Kontrola a sledování provozu

ČOV je vybavena řídicím systémem a pracuje v automatickém režimu. Případné poruchy dílčích zařízení, ohrožujících funkci ČOV jako celku jsou automaticky hlášeny na telefonní číslo odpovědného pracovníka. Provoz čistírny nevyžaduje trvalou přítomnost obsluhy, doporučuje se kontrola 1 x za den.

Čistírna je vybavena měřením koncentrace rozpuštěného kyslíku dvojicí sond v AN 1 a AN 1A.

Výchozí provozní parametry byly nastaveny dodavatelskou organizací a následně upravovány podle aktuálního vývoje.

Obsluha čistírny denně stanovuje podle provozního řádu 30 minutový sedimentační vzorek pro orientační vyhodnocení kalového indexu. Do skleněného válce o objemu 1 litr je z prostoru aktivace odebrán 1 litr kalu a po 30 minutách sedimentace se provede odečtení množství usazeného kalu a tím se zjistí objemová koncentrace kalu. Pokud je zjištěná objemová koncentrace kalu větší než 70%, dochází k odkalování tj. odčerpání přebytečného kalu do kalojemu.

Čtyřiašedesátihodinové vzorky na nátoku a odtoku jsou odebírány automatickými odběráky a dopraveny odběrovou skupinou do akreditované laboratoře.

2.2.5 Nakládání s odpady

Tab. 1 - Nakládání s odpady

katalogové číslo odpadu	název odpadu	kategorie odpadu	způsob nakládání
19 08 01 19 08 02	shrabky z česlí písek z lapáku	O	předání oprávněné osobě
19 08 05	přebytečný kal	O	odvoz na ČOV Plzeň

Zdroj: Interní materiál VODÁRNÝ PLZEŇ, a.s. - Provozní řád ČOV - Vranov Břasy

2.3 Vyhodnocení zkušebního provozu

Čistírna odpadních vod Břasy - Vranov byla pro zahájení zkušebního provozu v listopadu roku 2010 naočkována a zapracována s pomocí dovezené aktivační směsi a ihned po zapracování vykazovala velmi vysokou kvalitu na odtoku (CHSK 18 mg/l). Celý rok, kdy probíhal zkušební provoz, nenastaly žádné problémy, co se týče kvality vyčištěné odpadní vody a provoz čistírny vykazoval stabilně vysokou účinnost. V ukazateli CHSK_{cr} 95%, 98% na odstranění BSK₅ a N- NH₄- 86%. Tomu odpovídá i kvalita odtoku CHSK_{cr} - prům. 22 mgO₂/l, BSK₅- prům 3 mgO₂/l, NL- prům. 2,9 mg/l, N- NH₄- prům. 3,2 mg/l. Po celé období zkušebního provozu nedošlo k překročení limitu vodoprávního rozhodnutí.

Optimální hodnotu vykazoval i kalový index aktivační směsi v průměru 100 ml/l. Největším problémem v období s vyšším srážkovým úhrnem byl vysoký podíl balastních vod. Za období zkušebního provozu bylo odvezeno na skládku firmy Lindrone v Břasích 1,1t shrabků a písku. Množství vyprodukovaného přebytečného kalu zahuštěného v kalojemu činilo 440 m³. Kal je odvážen ke strojnímu odvodnění na ČOV Plzeň.

Zjištěné nedostatky v průběhu zkušebního provozu:

- vibrace míchadla v levé denitrifikaci
- nedostatečný spád na potrubí vratného a přebytečného kalu
- praskání pojistných kroužků na pásu automatických česlí během mrazu

Tyto závady dodavatel stavby odstranil výměnou vrtule, upravením spádu potrubí a zakrytím žlabu před a za česlemi, čímž omezil pronikání studeného vzduchu.

V prosinci 2011 byl vyhodnocen zkušební provoz jako úspěšný a ČOV byla uvedena do trvalého provozu.

Údaje o místě vypouštění odpadních vod:

Název obce:	Břasy
Název vodního toku:	Radnický potok
Říční kilometr:	12,7

Údaje o požadovaném vypouštění odpadních vod do vod povrchových:

Druh vypouštěných vod:	městské, čištěné
Způsob čištění:	mechanicko - biologická ČOV
Počet napojených EO:	874
Způsob měření objemu:	Q- Parshalův žlab, ultrazvuková sonda
Četnost odběrů:	12 x ročně
Nakládání s vodami:	do 31.12.2021

2.4 Manažersko - ekonomické zhodnocení ročního provozu ČOV

Pro zhodnocení ročního provozu všech čistíren odpadních vod obce Břasy z hlediska manažersko - ekonomického byly použity naměřené hodnoty za rok 2010 a 2011.

2010: ČOV Břasy Vranov, ČOV Břasy Bytové jednotky, ČOV Stupno

2011: ČOV Břasy Vranov (po intenzifikaci, zrušení ČOV Bytové jednotky), ČOV Stupno

2.4.1 Technická bilance čišření odpadních vod Břasy

Tab. 2 - Technická bilance čišření odpadních vod Břasy

		2010	2011
přítok odpadních vod			
objem	m³	155 500	155 794
NL	t	25,00	17,81
	mg/l	161,00	114,32
CHSK	t	72,10	44,70
	mg/l	463,90	286,92
BSK ₅	t	26,43	21,26
	mg/l	170,00	136,46
odtok odpadních vod			
NL	t	1,50	0,64
	mg/l	9,60	4,11
CHSK	t	7,87	4,53
	mg/l	50,60	29,08
BSK ₅	t	0,97	0,55
	mg/l	6,20	3,53
účinnost ČOV			
NL	%	94,00	96,40
CHSK	%	89,10	89,90
BSK ₅	%	96,30	97,40
další ukazatele			
produkce kalů	t sušiny	15,60	23,10
shrabky	t	1,20	1,10
písky	t	1,00	0,90

Zdroj: Interní materiál VODÁRNY PLZEŇ, a.s.

Z této bilance je patrné, že došlo v roce 2011 ke zvýšení kvality odpadní vody na odtoku z ČOV při srovnatelném průtoku v roce 2010 (155 500 m³) a v roce 2011 (155 794 m³).

2.4.2 Ekonomická bilance čistíren odpadních vod Břasy

Spotřeba elektrické energie

2010 104 654 kWh

2011 66 601 kWh

Náklady na elektrickou energii

2010 419 314 Kč

2011 226 247 Kč

Likvidace pevných odpadů

2010 581 Kč

2011 600 Kč

Vnitropodnikové opravy

2010 112 320 Kč

2011 98 955 Kč

Dodavatelské opravy

2010 12 303 Kč

2011 5 894 Kč

Osobní náklady

2010 366 769 Kč

2011 346 558 Kč

Přímé provozní náklady celkem

2010 1 236 172 Kč

2011 1 028 656 Kč

Výrobní režie

2010 4 000 Kč

2011 1 000 Kč

Správní režie

2010 171 000 Kč

2011 202 000 Kč

Ve většině výše uvedených položek ekonomické bilance došlo v roce 2011 k úsporám oproti roku 2010.

Výrazná úspora byla zjištěna ve spotřebě elektrické energie 38 053 kWh neboli 193 067 Kč.

Částka za likvidaci pevných odpadů byla v obou letech totožná z důvodu téměř srovnatelného průtoku odpadních vod čistírnami.

Na provedených vnitropodnikových opravách zhotovených vlastními pracovníky bylo ušetřeno 13 365 Kč.

Dodavatelské opravy, které prováděli externí firmy, vyšli společností o 6 409 Kč laciněji.

Mezi osobní náklady náleží mzdy, penzijní a sociální přípojištění, zákonné sociální a zdravotní pojištění, příspěvek na stravování a náklady na pořízení ochranných pomůcek. I zde došlo k úspoře a to 20 211 Kč vlivem technické a personální koncepce na čistírnách v obci Břasy.

Největší úspora byla zjištěna ušetřením přímých provozních nákladů celkem, kde je zahrnuto: nájemné, poplatky za vypouštění odpadních vod, spotřeba materiálu, chemické laboratorní rozborů, likvidace kalu, vnitropodnikové přepravné, vnitropodnikové opravy, silniční daň, mzdové náklady, zákonné sociální náklady, ostatní služby. Tato úspora činila 207 516 Kč.

Výrobní režie je součet nákladů souvisejících s funkcí výrobního střediska, které má ve svých povinnostech zajištění provozu dané ČOV. Správní režie je vypočtena jako suma nákladů souvisejících s funkcí správy společnosti, které má k dané ČOV provozní smlouvy a s tím spojené povinnosti.²³

2.4.3 Měrné spotřeby a měrné náklady

Spotřeba elektrické energie na 1 m³ OV

2010 104 654 kWh : 155 500 m³ = 0,67 kWh/m³

2011 66 601 kWh : 155 794 m³ = 0,43 kWh/m³

²³ Srov. PYTL, Vladimír a kol., *Příručka provozovatele čistírny odpadních vod*, s. 175.

Spotřeba elektrické energie na 1 kg odstr. BSK₅

2010 104 654 kWh : 26 430 kg= 3,96 kWh/kg

2011 66 601 kWh : 21 260 kg= 3,13 kWh/kg

Přímé náklady na 1 m³ OV

2010 419 314 Kč : 155 500 m³= 2,70 Kč/m³

2011 226 847 Kč : 155 794 m³= 1,46 Kč/m³

Přímé náklady na 1 kg odstr. BSK₅

2010 419 314 Kč : 26 430 kg= 15,87 Kč/kg

2011 226 847 Kč : 21 260 kg= 10,67 Kč/kg

Náklady na opravy na 1 m³ OV

2010 (112 320 + 12 303) Kč : 155 500 m³= 0,80 Kč/m³

2011 (98 955 + 5 894) Kč : 155 794 m³= 0,67 Kč/m³

Náklady na opravy na 1 kg odstr. BSK₅

2010 (112 320 + 12 303) Kč : 26 430 kg= 4,72 Kč/kg

2011 (98 955 + 5 894) Kč : 21 260 kg= 4,93 Kč/kg

Osobní náklady na 1 m³ OV

2010 366 769 Kč : 155 500 m³= 2,36 Kč/m³

2011 346 558 Kč : 155 794 m³= 2,22 Kč/m³

Osobní náklady na 1 kg odstr. BSK₅

2010 366 769 Kč : 26 430 kg= 13,88 Kč/kg

2011 346 558 Kč : 21 260 kg= 16,30 Kč/kg

Celkové náklady na 1 m³ OV

2010 1 236 172 Kč : 155 500 m³= 7,95 Kč/m³

2011 1 028 656 Kč : 155 794 m³= 6,60 Kč/m³

Celkové náklady na 1 kg odstr. BSK₅

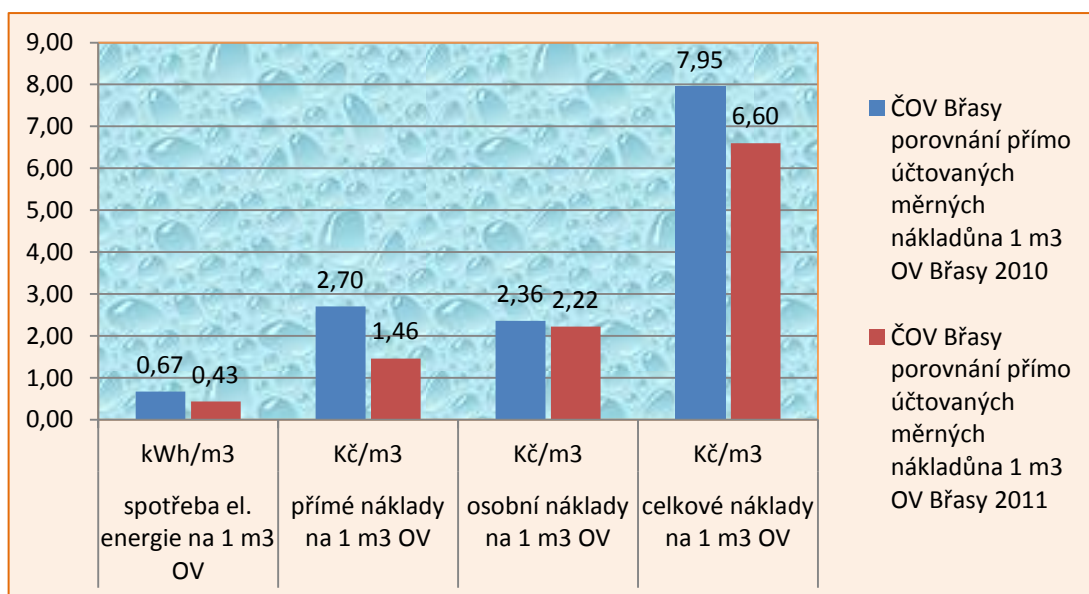
2010 1 236 172 Kč : 26 430 kg= 46,77 Kč/kg

2011 1 028 656 Kč : 21 260 kg= 48,38 Kč/kg

Tab. 3 - Porovnání měrných nákladů ČOV Břasy celkem

ČOV Břasy porovnání přímo účtovaných měrných nákladů								
	spotřeba el. energie na 1 m ³ OV	spotřeba el. energie na 1 kg odstr. BSK ₅	přímé náklady na 1 m ³ OV	přímé náklady na 1 kg odstr. BSK ₅	osobní náklady na 1 m ³ OV	osobní náklady na 1 kg odstr. BSK ₅	celkové náklady na 1 m ³ OV	celkové náklady na 1 kg odstr. BSK ₅
	kWh/m ³	kWh/kg	Kč/m ³	Kč/kg	Kč/m ³	Kč/kg	Kč/m ³	Kč/kg
Břasy 2010	0,67	3,96	2,70	15,89	2,36	13,88	7,95	46,77
Břasy 2011	0,43	3,13	1,46	10,67	2,22	16,30	6,60	48,38

Zdroj: Interní materiál VODÁRNY PLZEŇ, a.s.



Obr. 3 - Grafické znázornění porovnání přímo účtovaných měrných nákladů ČOV Břasy

2.5 Problematika volných kanalizačních výustí v aglomeraci obce Břasy

Po dostavbě kanalizačních stok v Břasích a intenzifikaci ČOV Břasy- Vranov, zůstává hlavním úkolem řešení problematiky volných kanalizačních výustí v lokalitách Vranovice a Kříše. Vhodným řešením je odvádění odpadních vod z těchto obcí do ČOV Břasy- Vranov. V praxi to znamená vybudování přívodních kanalizačních stok a dvou čerpacích stanic. Odpadní voda by byla čerpána na rekonstruovanou čistírnu, která má pro tuto alternativu dostačující kapacitu. Zároveň se zruší tři volné kanalizační výusti. Toto řešení se z environmentálního hlediska jeví jako nejpříjemnější.

Před napojením by byla nezbytná podrobná revize, v jejímž důsledku by došlo k odstavení starého, nevyhovujícího zařízení u producentů, jako jsou přepady z žump, septiky a domácí čistírny odpadních vod.

Kanalizace v obci Vranovice je vybudovaná jako jednotná síť ukončená volnou kanalizační výustí. Větev ukončená volnou kanalizační výustí VV1 v délce 280 m odvádí odpadní vody od cca 70 napojených obyvatel a ze zpevněných ploch 450 m². Větev ukončená výustí VV2 v celkové délce 920 m odvádí odpadní vody z plochy o velikosti 700 m². Území obce odvodňuje Direcký potok. Producenti vypouští do kanalizace odpadní vody předčištěné v biologických septicích nebo odpadní vody z domácích čistíren odpadních vod.

Jednotná kanalizační síť v obci Kříše je ukončená volnou kanalizační výustí do drenážního příkopu na soukromém pozemku svedeného dále do bezejmenné vodoteče zaústěné do Korečného potoka. Do této kanalizační stoky jsou vypouštěny předčištěné odpadní vody v biologických septicích a dále pak odpadní vody z domácích čistíren odpadních vod vyprodukovaných cca 220 obyvateli.

2.5.1 Teoretické látkové zatížení odpadních vod

Norma ČSN 75 6401 uvádí orientační hodnoty specifické produkce znečištění odpadních vod:²⁴

BSK₅= 60 g/d na 1 obyvatele

CHSK= 120 g/d na 1 obyvatele

NL= 55 g/d na 1 obyvatele

2.5.2 Produkce odpadních vod ve výhledu- Vranovice, Kříše

V závislosti na počtu potencialních producentů a průměrné spotřebě vody na osobu byl stanoven plánovaný roční průtok odpadních vod na 16 608 m³.

350 (obyvatel) x 130 (průměrná spotřeba vody l/obyvatel/den) x 365 dní= 16 608 m³.

Tab. 4 - Produkce odpadních vod ve výhledu- Vranovice, Kříše

základní parametry	jednotky	za 1 den	za 1 rok
počet napojených obyvatel	obyvatel	350	
specifická produkce OV	l/os.	130	47 450
produkce OV	m ³	45,50	16 608
BSK ₅	kg	21,00	7 665
CHSK	kg	42,00	15 330
NL	kg	19,25	7 026,25

Výpočty:

130 l x 365 dní= 47 450 l/os. za rok

350 obyv. x 130 l/1 000= 45,50 x 365 dní= 16 608 m³

350 obyv. x 60 g/d/obyv. /1 000= 21,00 x 365 dní= 7 665 kg

350 obyv. x 120 g/d/obyv. /1 000= 42,00 x 365 dní= 15 330 kg

350 obyv. x 55 g/d/obyv. /1 000= 19,25 x 365 dní= 7 026,25 kg

²⁴ Srov. ČSN 75 6401. *Čistírny městských odpadních vod*. Praha: ČNI, 1993.

2.5.3 Bilanční znečištění odpadních vod ve výhledu- Vranovice, Kříše

Pro teoretický výpočet množství odstranění znečištění odpadních vod a výpočet vypouštěného zbytkového znečištění odpadních vod byla použita skutečná účinnost ČOV v roce 2011.

Tab. 5 - Bilanční znečištění odpadních vod ve výhledu- Vranovice, Kříše

základní parametry	vyprodukované znečištění OV za rok (t)	předpokládaná účinnost ČOV (%)	odstraněné znečištění OV za rok (t)	vypouštěné zbytkové znečištění OV za rok (t)
BSK ₅	7,67	97,40	7,47	0,20
CHSK	15,33	89,90	13,78	1,55
NL	7,02	96,40	6,77	0,25

Výpočty:

vyprodukované znečištění OV za rok:

$$\text{BSK}_5 = 350 \text{ obyv.} \times 60 \text{ g/d/obyv.} / 1000 = 21,00 \times 365 \text{ dní} = 7665 \text{ kg} = 7,67 \text{ t}$$

$$\text{CHSK} = 350 \text{ obyv.} \times 120 \text{ g/d/obyv.} / 1000 = 42,00 \times 365 \text{ dní} = 15330 \text{ kg} = 15,33 \text{ t}$$

$$\text{NL} = 350 \text{ obyv.} \times 55 \text{ g/d/obyv.} / 1000 = 19,25 \times 365 \text{ dní} = 7026,25 \text{ kg} = 7,02 \text{ t}$$

odstraněné znečištění OV za rok:

$$\text{BSK}_5 = 7,67 \text{ t/rok} \times 97,40\% \text{ účinnost ČOV}/100 = 7,47 \text{ t}$$

$$\text{CHSK} = 15,33 \text{ t/rok} \times 89,90\% \text{ účinnost ČOV}/100 = 13,78 \text{ t}$$

$$\text{NL} = 7,02 \text{ t/rok} \times 96,40\% \text{ účinnost ČOV}/100 = 6,77 \text{ t}$$

vypouštěné zbytkové znečištění OV za rok:

$$\text{BSK}_5 = 7,67 \text{ t} - 7,47 \text{ t} = 0,20 \text{ t}$$

$$\text{CHSK} = 15,33 \text{ t} - 13,78 \text{ t} = 1,55 \text{ t}$$

$$\text{NL} = 7,02 \text{ t} - 6,77 \text{ t} = 0,25 \text{ t}$$

V případě uskutečnění plánovaného zrušení tří volných kanalizačních výustí v obcích Vranovice a Kříše vzroste vypouštěné zbytkové znečištění z čistírny odpadních vod Břasy - Vranov v ukazatelích BSK₅ o 0,20 t; CHSK o 1,55 t a NL o 0,25 t. Současné znečištění po předčištění v septicích a domácích čistírnách odpadních vod činí v ukazatelích BSK₅ 0,93 t; CHSK 2,31 t a NL 0,78 t. O tyto hodnoty by připojením na ČOV Břasy - Vranov, pokleslo celkové vypouštěné znečištění v aglomeraci Vranovice a Kříše.

2.6 Investiční náklady

„Podnikové investice lze charakterizovat jako jednorázově (krátkodobě) vynaložené zdroje, které budou přinášet peněžní příjmy během delšího časového období.“²⁵

Druhy investic z účetního hlediska:²⁶

- Finanční investice- nákup nemovitostí, nákup dlouhodobých cenných papírů, dlouhodobé půjčky a to vše za účelem zisku
- Nehmotné investice- patří sem nákup licencí, autorských práv, softwaru, know - how ale i výdaje na výzkum a vzdělání, výdaje na řízení podniku
- Hmotné investice- výstavba nových budov, staveb, dopravních cest, nákup pozemků, strojů, výrobního zařízení, dopravních prostředků

Financování investic:

- Vlastní zdroje- vklady vlastníků nebo společníků, odpisy, výnosy z prodeje majetku a zásob a další možností je nerozdělený zisk
- Cizí zdroje- investiční úvěr, dlouhodobé rezervy, obligace, splátkový prodej, leasing, dotace ze státního nebo místního rozpočtu

²⁵ KISLINGEROVÁ, Eva, a kol., *Manažerské finance*, s. 263.

²⁶ Srov. SYNEK, Miloslav, *Manažerská ekonomika*, s. 288.

V případě intenzifikace ČOV Břasy - Vranov se jedná o hmotnou investici. Došlo k výměně zařízení za účelem snížení nákladů, neboli investor (obec Břasy) přistoupil k výměně provozuschopného, ale zastaralého zařízení. Pomineme-li význam pro životní prostředí, výrazné zlepšení kvality vypouštěné odpadní vody, tak dalším důležitým aspektem je úspora provozních nákladů.

Tuto investici obec financovala z vlastních zdrojů. Projekt intenzifikace byl samofinancován z výsledků hospodaření minulých let.

Tab. 6 – Investiční náklady intenzifikace ČOV Břasy - Vranov

Stavební objekty	Cena	Zařízení staveniště	Kompletační činnost	Celkem
Hrubé předčištění	545 391	5 454	5 454	556 299
Biologické čištění	3 301 101	33 011	33 011	3 367 123
Oprava stávající dešťové nádrže	1 072 556	10 726	10 726	1 094 008
Přívod vody	135 894	1 359	1 359	138 612
Stavební objekty celkem bez DPH	5 054 942	50 550	50 550	5 156 042

Provozní soubory	Dodávka	Montáž	Celkem
Hrubé přečištění	444 548	66 682	511 230
Biologické čištění	2 131 363	213 136	2 344 499
Dešťová zdrž	74 074	11 111	85 185
Technologická elektroinstalace	223 240	295 390	518 630
Měření a regulace, řídicí systém	302 600	115 850	418 450
Provozní soubory celkem bez DPH	3 175 825	702 169	3 877 994

Náklady celkem bez DPH	9 034 036
DPH 20%	1 806 807
Náklady celkem s DPH	10 840 843

Zdroj: Interní materiál VODÁRNY PLZEŇ, a.s.

V tabulce č. 6 jsou uvedeny investiční náklady v Kč, které byly zapotřebí k pořízení stavebních objektů a provozních souborů včetně dodávek a montáže v rámci intenzifikace ČOV Břasy - Vranov.

2.6.1 Metody pro vyhodnocení investic

V současné době existuje velká řada metod hodnocení investic. Pro environmentální investici není finanční návratnost nákladů prioritním kritériem.

Statické metody, které nepřihlíží k faktoru času a nezahrnují ani faktor rizika, jsou používány u méně významných projektů s krátkou dobou životnosti.

Mezi tyto metody patří:

- průměrný roční výnos tj. součet všech cash flow spojených s investicí dělený počtem let životnosti investice
- průměrná doba návratnosti: za jakou dobu dojde ke splacení investice
- průměrná procentní výnosnost udává, kolik % investovaného kapitálu se ročně průměrně vrátí
- doba návratnosti: počet let potřebných aby se peněžní toky vyrovnaly počáteční investici

Dynamické metody respektují působení času i rizika:

- čistá současná hodnota: nejsprávnější způsob hodnocení investic, bere v úvahu časovou hodnotu peněz, jedná se o porovnání kapitálových výdajů a příjmů z investice v jejich současné hodnotě
- vnitřní výnosové procento: výnos, který poskytuje projekt během svého života, nevhodné použití u investic s dobou životnosti delší než dva roky
- index ziskovosti: poměr přínosů a počátečních kapitálových výdajů
- doba návratnosti (splacení): počet let, za které cash flow přinese hodnotu rovnající se počátečním kapitálovým výdajům na investici
- průměrný výnos z účetní hodnoty: poměr průměrných zisků a průměrné čisté účetní hodnoty investice²⁷

²⁷ Srov. KISLINGEROVÁ, Eva, a kol., *Manažerské finance*, s. 268.

2.6.2 Volba vhodné metody

Při rozhodování o možných investicích se musí postupovat s rozmyslem, jelikož se pracuje s očekávanými hodnotami a je nutné brát v úvahu riziko i časový faktor. Přijetí nevhodné investice může mít fatální důsledky. Význam investic není ve vynakládání peněz, ale v zajištění budoucích příjmů.

K hodnocení vynaložené investice pro intenzifikaci ČOV Břasy - Vranov byly zvoleny tyto metody:

- průměrná procentní výnosnost
- doba návratnosti
- čistá současná hodnota

Použité hodnoty:

investiční náklady - 9 034 036 Kč

2010 - příjmy: 1 518 000 Kč

náklady: 1 411 172 Kč

2011 - příjmy: 1 604 460 Kč

náklady: 1 231 656 Kč

rozdíl čistých ročních zisků - 265 976 Kč

předpokládaná životnost ČOV- 40 let

Průměrná procentní výnosnost (metoda výnosnosti investice)

Použitím této metody zjistíme, jak velká suma z investovaného kapitálu se za rok vrátí v procentech.

$$r_i = Z_r / IN \times 100 (\%)$$

r_i - výnosnost investice (rentabilita), (Kč)

Z_r - průměrný čistý roční zisk vyplývající z investice (Kč)

IN - investiční náklady (Kč)

$$r_i = 265\,976 / 9\,034\,036 \times 100 = 2,94 \%$$

Jednoduchým výpočtem bylo zjištěno, že každý rok se vrátí 2,94 % investovaného kapitálu.

Doba návratnosti (metoda doby splacení):

představuje dobu, která je zapotřebí, aby byly splaceny vložené kapitálové výdaje.

Doba návratnosti = investiční náklady (Kč) / úspora nákladů (Kč) = 1 / r_i

9 034 036 / 265 976 = 33,97 let

Při hodnocení investice touto metodou byla zjištěna poměrně vysoká doba, za kterou se vložený kapitál vrátí. Krátká doba splacení ovšem není při investicích do životního prostředí primárním cílem. Tím je, v případě intenzifikace čistíren odpadních vod, především environmentální dopad. Výsledná doba návratnosti se může podstatně změnit v důsledku napojení většího počtu nových producentů, jako následek realizace nových stavebních obvodů v aglomeraci Břasy. Dalším faktorem, který může ovlivnit dobu splacení je stále rostoucí cena elektrické energie.

Čistá současná hodnota:

je rozdíl mezi současnou hodnotou očekávaných výnosů a nákladů na investici

$$\text{ČSHI} = \sum_{t=1}^n \text{CF} / (1 + k)^t - \text{IN}$$

ČSHI – čistá současná hodnota investice (Kč)

CF – hodnota cash flow v období t (Kč)

IN – náklady na investici (Kč)

k – kapitálové náklady na investice (Kč)

t – období 1 až n

n – doba životnosti investice

(40 x 265 976) – 9 034 036 = 1 605 004 Kč

Výsledkem výpočtu čisté současné hodnoty je kladné číslo, které udává, kolik získáme peněz nad investovanou částku. Z toho vyplývá, že investici je možné přijmout a ta se nám v průběhu životnosti ČOV vrátí. Cílem investování do reorganizace odvádění a čištění odpadních vod je především kvalita vypouštěné vody do recipientů, co možná největší množství producentů a přijatelná cena stočného na základě snížení přímých nákladů.

První dvě použité techniky hodnocení efektivnosti investic patří do skupiny statických metod, které neberou vůbec v úvahu to, že peníze, které máme k dispozici v současnosti, mají větší hodnotu než ty, obdržené v dalších obdobích. Výhoda statických metod je, že jsou rychlé, snadné a pro vyloučení nevhodných investic dostačující.

Dynamická metoda – čistá současná hodnota je metodou nejpoužívanější, která zohledňuje časovou hodnotu peněz.

ZÁVĚR

Významnou roli v oblasti vodních toků a tedy i životního prostředí hrají kanalizační sítě a čistírny odpadních vod. Z dlouhodobého hlediska je třeba si klást za cíl modernizace stávajících čistíren odpadních vod, zařízení na likvidaci kalů, vylepšení procesů čištění odpadních vod a rozšiřování stávajících kanalizačních sítí, jakož i rušení volných kanalizačních výustí.

S postupně rostoucí tendencí napojování nových producentů odpadních vod se zvyšuje koncentrace i nebezpečnost látek vypouštěných do kanalizace. Stávající zařízení i technologie mnoha čistíren odpadních vod jsou zastaralé.

Toto byl také problém ČOV Břasy - Bytové jednotky. Čistírna byla opakovaně látkově přetížena, překračovala limity povolení k vypouštění odpadních vod. Z tohoto důvodu se obec - majitel vodovodu a kanalizace v Břasích rozhodla přistoupit k rekonstrukci ČOV Břasy - Vranov a přesměrovala sem i nátok z ČOV- Bytové jednotky, na níž byl 22.11.2010 provoz ukončen.

Po zhodnocení ročního provozu všech čistíren v Břasích před a po intenzifikaci vranovské ČOV byla zjištěna vyšší účinnost a zároveň vyšší kvalita vypouštěné odpadní vody. Dále pak tato bakalářská práce v ekonomické bilanci za rok 2011 hodnotí nemalou úsporu elektrické energie, nákladů a to především přímých provozních nákladů. V roce 2011 oproti roku 2010 klesly i měrné spotřeby a měrné náklady na 1 m³ odpadní vody.

Dále bakalářská práce pojednává o možnosti zrušení tří volných kanalizačních výustí v obcích Vranovice a Kříše s možností čerpání odpadní vody do intenzifikované čistírny odpadních vod Břasy - Vranov. Teoretickými výpočty množství vyprodukovaného znečištění odpadních vod a množství odstraněného znečištění z odpadních vod bylo určeno množství vypouštěného zbytkového znečištění. Z environmentálních aspektů to znamená menší zatížení recipientů i životního prostředí ve sledovaných ukazatelích a zvýšení kvality vypouštěné odpadní vody.

Hodnocením efektivnosti investice byla zjištěna dlouhá doba splacení s nízkým procentem výnosnosti, což je typické pro veřejně prospěšné projekty. Investice ve výši 9 034 036 Kč bude splacena za téměř 34 let, přičemž každý rok se vrátí 2,94 % z hodnoty této investice. Absolutní výnos peněz po uplynutí čtyřicetileté životnosti ČOV bude 1 605 004 Kč.

Vodohospodářské projekty jsou poměřovány, nejen po stránce ekonomické, ale i sociálními a regionálními požadavky a ekologickou účinností. V případě environmentálních investic není finanční návratnost nákladů prioritním kritériem. Racionalizace systému odkanalizování obce Břasy, snížila negativní dopady, umožnila zlepšit ohleduplný přístup k životnímu prostředí a zajistila zvýšení kvality poskytovaných služeb. Výsledkem toho je podpora udržitelného rozvoje a stále spokojenější obyvatelstvo.

ANOTACE

Příjmení a jméno autora:	Kučerová Lenka
Instituce:	Moravská vysoká škola Olomouc
Název práce v českém jazyce:	Racionalizace systému odkanalizování obce Břasy se zhodnocením environmentálního dopadu
Název práce v anglickém jazyce:	Development Engineering of the Sewerage System in the Municipality Břasy and Assessment of Its Environmental Impact
Vedoucí práce:	Ing. Tomáš Hloušek, Ph.D.
Počet stran:	55
Počet příloh:	2
Rok obhajoby:	2012
Klíčová slova v českém jazyce:	Čistírna odpadních vod, technologie čištění odpadních vod, provozní náklady
Klíčová slova v anglickém jazyce:	Wastewater treatment plant, wastewater treatment technology, operating costs

Tato bakalářská práce se zabývá racionalizací systému odkanalizování obce Břasy. Teoretická část pojednává o termínu odpadní voda a čistírna odpadních vod. Praktická část formou deskripce popisuje situaci kanalizační sítě, odkanalizování v obci Břasy a o čistírnách odpadních vod Vranov a BJ před a po intenzifikaci. Manažersko-ekonomickým porovnáním nákladů na provoz ČOV Vranov, ČOV BJ a situací po zrušení ČOV BJ jako i možností napojení okolních obcí s následným dopadem na životní prostředí.

This thesis deals with the sewerage system rationalization of the municipality Břasy. The theoretical part introduces the terms, such as waste water and wastewater treatment. The practical part describes the situation in the sewerage network situation in general, the local situation in Břasy and shows the situation of the sewage treatment

plants in Vranov and BJ before and after intensification. The practical part is also focused on the comparison of their operational cost from both the economical and management point of view as well as on the situation after the closing of the wastewater treatment plant BJ. Also the possibility to connect the neighbouring municipalities to this sewerage system with a subsequent impact on the environment is included in this part.

LITERATURA A PRAMENY

HLAVÍNEK, Petr, a NOVOTNÝ, Dušan. *Intenzifikace čistíren odpadních vod*. 1. vyd. Brno: NOEL 2000 s.r.o., 1996. 250 s. ISBN 80-86020-01-0.

CHUDOBA, Jan, DOHÁNYOS, Michal, a WANNER, Jiří. *Biologické čištění odpadních vod*. 1. vyd. Praha: SNTL- nakladatelství technické literatury, 1991. 468 s. ISBN 80-0300611-2.

KISLINGEROVÁ, Eva, a kol. *Manažerské finance*. 3. vyd. Praha: C.H.Beck, 2010. 811 s. ISBN 978-80-7400-194-9.

KLUIBR, Josef. *Odpadní vody*. 1. vyd. Vodňany: Střední rybářská škola a Vyšší odborná škola vodního hospodářství a ekologie Vodňany, 2003. 133 s. ISBN 978-80-87096-03-1.

KOUKOLÍK, Otta. *Provozování čistíren odpadních vod*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1985. 111 s.

MICHALOVÁ, Marie. Možnosti a způsoby využití kalů a sedimentů z ČOV. *Komunální odpady a kaly z čistíren odpadních vod*. 1. vyd. Praha: IREAS, Institut pro strukturální politiku, o.p.s., 2005. 74 s. ISBN 80-86684-28-8. S. 56.

PYTL, Vladimír, a kol. *Příručka provozovatele čistírny odpadních vod*. 1. vyd. Praha: Medim, spol. s r.o., 2004. 209 s. ISBN 80-239-2528-8.

SYNEK, Miloslav. *Manažerská ekonomika*. 5. vyd. Praha: Grada, 2011. 471 s. ISBN 978-80-247-3494-1.

WANNER, Jiří, a HLAVÍNEK, Petr. *Moderní trendy v čištění odpadních vod*. Brno: Ústav vodního hospodářství obcí, fakulta stavební VUT, 1997. 150 s.

Česko. Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon). In: č. 254/2001 Sb.

ČSN 75 6401. *Čistírny městských odpadních vod*. Praha: ČNI, 1993.

Interní materiály společnosti VODÁRNA PLZEŇ a.s.

SEZNAM ZKRATEK

°C- stupeň celsia

A_n- separační plocha dosazovací nádrže

AN- aktivační nádrž

BSK₅- biochemická spotřeba kyslíku pětidenní s potlačením nitrifikace

B_v- objemové zatížení kalu

B_x- látkové zatížení kalu

CO₂- oxid uhličitý

č.j.- číslo jednací

ČOV- čistírna odpadních vod

ČR- Česká republika

ČSN- česká technická norma

d- den

DN- dosazovací nádrž

EO- ekvivalentní obyvatel

GIS- geografický informační systém

h, hod.- hodina

H₂O- voda

CH₄- methan

CHSK_{cr}- chemická spotřeba kyslíku Dichromanovou metodou

kg- kilogram

km, km²- kilometr

l- litr

m, m², m³- metr

m.n.m.- metr nad mořem

mg- miligram

ml- mililitr

mm- milimetr

MWh- spotřeba elektrické energie

MZ- Ministerstvo zemědělství

MŽP- Ministerstvo životního prostředí

N- dusík

NH₄- amoniakální dusík
NL- nerozpuštěné látky
NV- nařízení vlády
O₂- kyslík
OŽP- odbor životního prostředí
P- fosfor
pH- potenciál vodíku
Q- množství
Q_h- průtok za hodinu
Q_o- průměrný průtok
S_o- koncentrace substrátu v odpadní vodě
s- sekunda
Sb.- sbírka
t- tuna
t_s- střední doba zdržení
V- objem
V_{DN}- objem dosazovací nádrže
v_n- hydraulické zatížení plochy dosazovací nádrže
X- koncentrace sušiny kalu v aktivaci

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 - ČOV Vranov- Břasy ve zkušebním provozu 6.5.2011	22
Obr. 2 - Značení objektů biologické části ČOV Vranov- Břasy.....	24
Obr. 3 - Grafické znázornění porovnání přímo účtovaných měrných nákladů ČOV Břasy.....	33

SEZNAM TABULEK

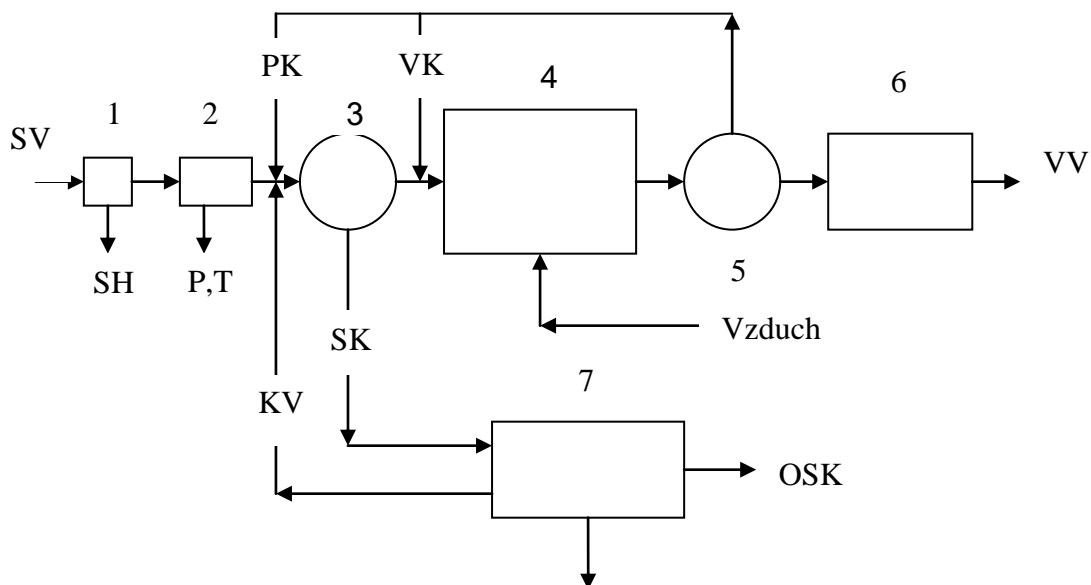
Tab. 1 - Nakládání s odpady.....	27
Tab. 2 - Technická bilance čistíren odpadních vod Břasy.....	29
Tab. 3 - Porovnání měrných nákladů ČOV Břasy celkem.....	33
Tab. 4 - Produkce odpadních vod ve výhledu- Vranovice, Kříše.....	35
Tab. 5 - Bilanční znečištění.....	36
Tab. 6 - Investiční náklady	38

SEZNAM PŘÍLOH

Příl. 1 - Obecné blokové schéma velké ČOV.....	54
Příl. 2 - Situace kanalizace Břasy.....	55

PŘÍLOHY

Příl. 1 – Obecné blokové schéma velké ČOV



1- česle, 2- lapák písku a tuku, 3- usazovací nádrž, 4- biologický reaktor, 5- dosazovací nádrž,

6- případné terciární čištění, 7- kalové hospodářství

SV- surová voda, SH- shrabky, P, T- písek, tuk, VV- vyčištěná odpadní voda, VK- vratný aktivovaný kal, PK- přebytečný aktivovaný kal, SK- surový smíšený kal, OSK- odvodněný stabilizovaný kal, BP- bioplyn, KV- kalová voda

Příl. 2 - Situace kanalizace Břasy

