



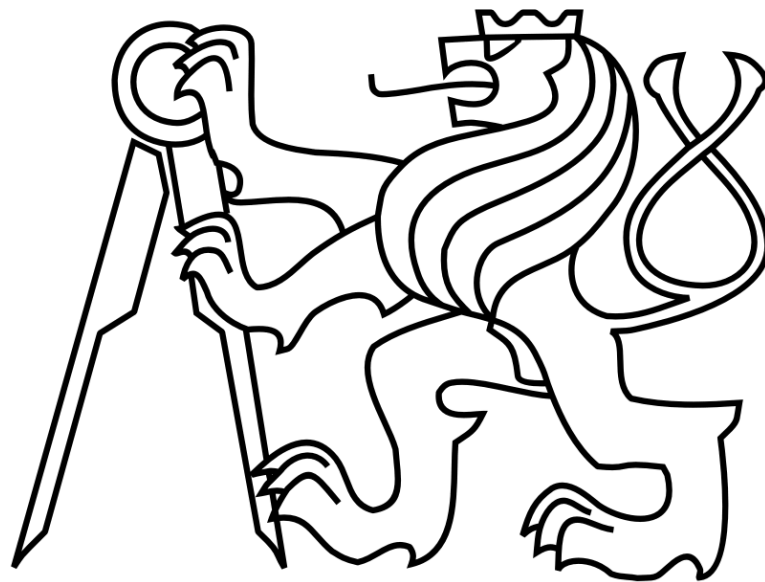
ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra zdravotního a ekologického inženýrství

Studie zpracování odpadních vod z obce Úhonic

Waste water treatment study in the vilage Úhonic



Diplomová práce

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Inženýrství životního prostředí

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Jaroslav Pollert ml., Ph.D.

Bc. Zuzana Sobolíková

Praha 2013



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Tháškurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

studijní program: Stavební inženýrství
studijní obor: Inženýrství životního prostředí
akademický rok: 2013/2014

Jméno a příjmení diplomanta: Bc. Zuzana Sobolíková

Zadávací katedra: Katedra zdravotního a ekologického inženýrství K144

Vedoucí diplomové práce: Doc. Ing. Jaroslav Pollert, Ph.D.

Název diplomové práce: Studie zpracování odpadních vod z obce Úhonice

Název diplomové práce
v anglickém jazyce: Study of waste water treatment in vilage Úhonice

Rámcový obsah diplomové práce: Práce bude obsahovat řešerši současných způsobů zpracování a
čištění odpadních vod. Na základě této řešerše bude navrženo několik možných variant čištění
odpadních vod z obce Úhonice. Jednotlivé varianty budou posouzeny z hlediska proveditelnosti a
ekonomické náročnosti.

Datum zadání diplomové práce: 24.9.2013 Termín odevzdání: 20. 12. 2013
(vyplňte poslední den výuky přísl. semestru)

Diplomovou práci lze zapsat, kromě oboru A, v letním i zimním semestru.

Pokud student neodevzdal diplomovou práci v určeném termínu, tuto skutečnost předem písemně zdůvodnil a omluva byla děkanem uznána, stanoví děkan studentovi náhradní termín odevzdání diplomové práce. Pokud se však student řádně neomluvil nebo omluva nebyla děkanem uznána, může si student zapsat diplomovou práci podruhé. Studentovi, který při opakovaném zápisu diplomovou práci neodevzdal v určeném termínu a tuto skutečnost řádně neomluvil nebo omluva nebyla děkanem uznána, se ukončuje studium podle § 56 zákona o VŠ č.111/1998 (SZŘ ČVUT čl 21, odst. 4).

Diplomant bere na vědomí, že je povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.


vedoucí diplomové práce


vedoucí katedry

Zadání diplomové práce převzal dne: 24.9.2013


diplomant

Formulář nutno vyhotovit ve 3 výtiscích – 1x katedra, 1x diplomant, 1x studijní odd. (zašle katedra)

Nejpozději do konce 2. týdne výuky v semestru odešle katedra 1 kopii zadání DP na studijní oddělení a provede zápis údajů týkajících se DP do databáze KOS.

DP zadává katedra nejpozději 1. týden semestru, v němž má student DP zapsanou.

(Směrnice děkana pro realizaci stud. programů a SZZ na FSv ČVUT čl. 5, odst. 7)

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci s názvem „Studie zpracování odpadních vod z obce Úhonic“ vypracovala samostatně na základě vlastních zjištění a materiálů, které uvádím v seznamu použitých zdrojů. Nemám námitek proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, pokud bude toto dílo řádně citováno.

V Praze dne 20. prosince 2013

Bc. Zuzana Sobolíková

.....

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu své diplomové práce doc. Ing. Jaroslavu Pollertovi ml., Ph.D. za odborné vedení a podporu při vypracování této diplomové práce. Dále bych poděkovala Ing. Janu Topolovi, Ph.D. za odborné rady a poskytnutí potřebných materiálů a za čas, který mi během vypracování mé diplomové práce věnoval.



Abstrakt

Diplomová práce je zaměřena na návrh a porovnání možných variant zpracování odpadních vod z obce Úhonic. Vzájemné porovnání variant a porovnání s již zpracovaným řešením čištění odpadních vod z obce Úhonic je provedeno na základě ekonomické náročnosti a z hlediska proveditelnosti. Navržené varianty jsou centrální ČOV typu SBR se splaškovou kanalizací oddílné stokové soustavy s gravitační a tlakovou dopravou splaškových vod, odvedení splaškových vod na ČOV ve vedlejší obci Rudná, systém domovních čistíren a sběrného potrubí TOP-PRESS a centrální kořenová čistírna odpadních vod. Součástí studie je přehled současných způsobů zpracování a čištění odpadních vod.

Klíčová slova

Čistírna odpadních vod, odpadní voda, čištění odpadních vod, stoková soustava, domovní čistírna odpadních vod

Abstract

The diploma thesis is focused on the proposal of possible variants of wastewater drainage and treatment from the municipality Úhonic. Study focuses on comparison with exist study of wastewater treatment of Úhonic. Comparison parameters were with respect to feasibility and economical demands. The suggested variants include a central SBR type wastewater treatment plant with a gravity separate sewer system or pressure sewage transport, sewerage to the wastewater treatment plant in the neighbouring village Rudná, a system of domestic wastewater treatment plants and collecting pipes called TOP-PRESS and a central root zone wastewater treatment plant. The study includes an overview of the possible ways of wastewater drainage and treatment.

Keywords

Wastewater treatment plant, wastewater, wastewater treatment, sewer system, domestic wastewater treatment plant



Obsah

ÚVOD.....	9
Cíl práce.....	9
1 ODPADNÍ VODY A JEJICH SLOŽENÍ.....	10
1.1 Druhy odpadních vod.....	10
1.2 Ukazatele znečištění odpadních vod.....	12
1.3 Množství odpadních vod.....	15
2 ODVÁDĚNÍ ODPADNÍCH VOD Z URBANIZOVANÝCH ÚZEMÍ.....	17
2.1 Stokové soustavy.....	17
2.2 Způsob dopravy odpadních vod.....	20
2.2.1 Tradiční způsob dopravy odpadních vod.....	20
2.2.2 Alternativní způsoby dopravy odpadních vod.....	21
2.3 Návrh stokové sítě.....	24
3 ZNEŠKODŇOVÁNÍ ODPADNÍCH VOD V OBCÍCH DO 2000 EO.....	25
3.1 Reálné možnosti čištění odpadních vod v malých obcích do 2000 EO.....	27
3.1.1 Bezodtoká jímka – žumpa.....	28
3.1.2 Septik.....	29
3.1.3 Zemní filtr.....	30
3.1.4 Vegetační (kořenová) čistírna odpadních vod.....	31
3.1.5 Stabilizační nádrž (biologický rybník).....	34
3.1.6 Mechanicko-biologické čistírny odpadních vod.....	35
3.1.7 Domovní čistírny odpadních vod (5-50 EO).....	46
3.1.8 Systém domovních čistíren TOP-PRESS.....	51
4 LEGISLATIVNÍ RÁMEC.....	54
4.1 Obecná struktura legislativy vodního hospodářství ČR.....	54
4.2 Nejdůležitější zákony a nařízení vlády v oblasti ochrany vod před znečištěním.....	57
5 OBEC ÚHONICE.....	59



5.1	Poloha, popis obce Úhonice	59
5.2	Současný stav vodního hospodářství v obci.....	62
5.3	Množství a složení splaškových odpadních vod z obce Úhonice	63
5.4	Dimenzování profilu potrubí oddílné splaškové stokové sítě s gravitační dopravou odpadních vod obce Úhonice	64
5.5	Radotínský potok	64
5.5.1	Vliv znečištění na recipient – Radotínský potok	65
6	VARIANTY ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD OBCE ÚHONICE.....	69
6.1	Stávající návrh gravitační splaškové kanalizace a centrální mechanicko-biologické ČOV v obci Úhonice	70
6.2	Centrální ČOV typu SBR.....	73
6.2.1	Centrální ČOV typu SBR s gravitační splaškovou kanalizací.....	77
6.2.2	Centrální ČOV typu SBR s tlakovou splaškovou kanalizací.....	78
6.3	Odvedení splaškových vod do obce Rudná	80
6.3.1	Odvedení splaškových vod do vedlejší obce Rudná s gravitační splaškovou kanalizací v obci Úhonice	84
6.3.2	Odvedení splaškových vod do vedlejší obce Rudná s tlakovou splaškovou kanalizací v obci Úhonice	85
6.4	Systém domovních čistíren a sběrného potrubí TOP-PRESS.....	87
6.5	Centrální kořenová ČOV.....	92
7	POROVNÁNÍ NAVRŽENÝCH VARIANT ZPRACOVÁNÍ ODPADNÍCH VOD Z OBCE ÚHONICE	93
7.1	Porovnání z hlediska proveditelnosti	93
7.2	Porovnání z hlediska ekonomického.....	95
7.3	Vyhodnocení variantních návrhů pro zpracování odpadních vod z obce Úhonice	97
	ZÁVĚR	99
	Seznam použitých zdrojů.....	101
	Seznam použitých zkratek	105



Seznam obrázků	106
Seznam tabulek	109
Seznam příloh	111
Slovníček základních pojmů oboru zdravotního inženýrství.....	112



ÚVOD

Každý živý organismus, tedy i člověk, potřebuje ke své existenci takové životní prostředí, které mu zajistí uspokojování základních životních potřeb. Mezi tyto potřeby patří i voda v určité kvalitě, kterou člověk nezbytně potřebuje.

V důsledku růstu počtu obyvatel Země a se stále se rozšiřujícím průmyslem, se zhoršuje jakost vody. Jedním z hlavních zdrojů antropogenního znečištění vody, a to jak vody podzemní tak povrchové, jsou bodové zdroje znečištění (města, obce, průmyslové závody a objekty soustředěné zemědělské výroby). Použitá voda v těchto bodových zdrojích znečištění se nazývá vodou odpadní. Tato odpadní voda vypouštěná do povrchových vod způsobuje nejen estetické problémy (zákal), ale především vnáší do recipientů organické a anorganické látky, toxiny, patogenní mikroorganismy a další látky působící negativně na vodní ekosystém. Proto se v rámci ochrany životního prostředí a především ochrany vodních ekosystémů vyžaduje čištění odpadních vod v bodových zdrojích znečištění na míru přijatelnou pro ekosystém daného vodního toku.

Variant způsobů zneškodňování odpadních vod je v současné době velké množství. Při řešení možných variant zpracování odpadních vod vhodných pro použití v konkrétní lokalitě, je vždy nutné zhodnotit jejich výhody a nevýhody s propočtem investičních a provozních nákladů. Dále je třeba zvážit celkovou spolehlivost daných řešení.

Cíl práce

Předmětem diplomové práce je návrh a porovnání možných variant řešení pro zpracování odpadních vod z obce Úhonice. Porovnání již zpracovaného projektu čištění odpadních vod z obce Úhonice s variantními návrhy bude provedeno z hlediska proveditelnosti a ekonomické náročnosti. Součástí práce bude přehled současných způsobů zpracování a čištění odpadních vod.

Cílem práce je stanovení nejvíce vhodné varianty pro zpracování odpadních vod z obce Úhonice.



1 ODPADNÍ VODY A JEJICH SLOŽENÍ

Definice odpadních vod podle ustanovení § 38 odst. 1 zákona č. 254/2001Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů:

„Opadní vody jsou vody použité v obytných, průmyslových, zemědělských, zdravotnických a jiných stavbách, zařízeních nebo dopravních prostředcích, pokud mají po použití změněnou jakost (složení nebo teplotu), jakož i jiné vody z těchto staveb, zařízení nebo dopravních prostředků odtékající, pokud mohou ohrozit jakost povrchových nebo podzemních vod. Odpadní vody jsou i průsakové vody z odkališť, s výjimkou vod, které jsou zpětně využívány pro vlastní potřebu organizace, a vod, které odtékají do vod důlních, a dále jsou odpadními vodami průsakové vody ze skládek odpadu.“ [21]

1.1 Druhy odpadních vod

Opadní vody lze rozlišit na několik druhů. Jejich dělení závisí především na způsobu vzniku a v návaznosti na vzniku i na obsahu znečišťujících látek.

Podle původu a způsobu znečištění můžeme odpadní vody rozdělit dle ČSN 75 6101:

- Splaškové (domovní) odpadní vody
- Infekční odpadní vody
- Průmyslové odpadní vody
- Odpadní vody ze zemědělství a zemědělské výroby
- Srážkové vody (dešťové vody včetně vod z tání sněhu a ledu)
- Ostatní odpadní vody (odpadní vody, které nelze zařadit do některé s předchozích skupin nebo které se dostaly do stokové sítě za nepředvídaných okolností – balastní vody)

Splaškové odpadní vody

Vody splaškové (domovní) jsou odpadní vody z domácností, sociálních zařízení, kuchyní, umýváren, prádelen, WC, restaurací, hotelů, apod. Mají většinou ustálenou kvalitu s převahou organického znečištění.



Infekční odpadní vody

Infekční vody jsou vody, které obsahují nebo by mohly obsahovat choroboplodné zárodky zvláště nebezpečné povahy. Vznikají v infekčních odděleních nemocnic, léčebnách a sanatoriích, v mikrobiologických laboratořích, ve výrobnách sér a očkovacích látek apod.

Infekční odpadní vody musí být před vypouštěním do veřejné stokové sítě hygienicky zabezpečeny tak, že jsou zničeny choroboplodné zárodky. Často jsou infekční vody likvidovány samostatně a do stokové sítě nepřicházejí.

Průmyslové odpadní vody

Průmyslové odpadní vody jsou vody, které byly použity při výrobním procesu v průmyslových závodech (včetně vod chladících) a jsou ze závodu vypouštěny.

Složení i vlastnosti průmyslových odpadních vod jsou značně nestálé. Jejich znečištění je ovlivňováno charakterem a uspořádáním výrobních procesů v průmyslovém podniku. Tyto vody musí být před vypuštěním ze závodu do veřejné kanalizace upraveny tak, aby vyhovovaly provoznímu řádu kanalizace, respektive byly čistitelné technologií komunální ČOV. Obecně však platí, že by průmyslové odpadní vody měly být odděleny a čištěny na samostatných průmyslových ČOV.

Průmyslové odpadní vody smíšené se splaškovými a srážkovými odpadními vodami se nazývají městské odpadní vody (bez ohledu na velikost obce).

Odpadní vody ze zemědělství

Odpadní vody zemědělské jsou druhem vod průmyslových, pocházejí ze zemědělské výroby.

Srážkové odpadní vody

Srážkové odpadní vody jsou vody, které ve formě všech druhů atmosférických srážek spadnou na povrch území (včetně vod z tání sněhu a ledu) a po povrchu stékají do kanalizačních stok.

Kvalita srážkových vod je velice proměnlivá a závisí na mnoha okolnostech. Podle stavu ovzduší v dané lokalitě, může srážková voda obsahovat různé znečišťující látky ještě dříve, než se dotkne povrchu země. Avšak toto znečištění je z pohledu odpadních vod zanedbatelné. Větší problém činí látky, které srážkovou vodu znečistí po



dopadu na povrch země. Nejproblematictější je srážková voda, která spadla ve městech nebo na silnicích, a může obsahovat stopy ropných nebo jiných chemických látek.

Balastní odpadní vody

Balastní vody jsou vody podzemní nebo povrchové, které vnikají do kanalizace především netěsnostmi v potrubí.

Vody balastní jsou převážně málo znečištěné, a proto je jejich přítomnost v odpadních vodách příčinnou ředění, které může snížit celkovou koncentraci vyjádřenou parametrem BSK₅ pod 50 mg/l, kdy už je biologické čištění v čistírně odpadních vod problematické. Je-li balastní voda podzemní, dochází k ochlazení odpadní vody, což negativně působí zvláště v zimních měsících (vyšší teplota vody urychluje rozkladnou činnost mikroorganismů).

Preventivní ochranou před balastními vodami je především provádění normovaných zkoušek těsnosti před zasypáním jednotlivých úseků kanalizace při její výstavbě. [1][2][7][11][15]

1.2 Ukazatele znečištění odpadních vod

Při rozhodování o způsobu dopravy a postupu čištění odpadních vod je vhodné znát jejich jakost a množství. Množství splaškových odpadních vod se uvádí v jednotkách toku l/s, m³/d, případně v m³/rok a závisí na spotřebě vody u producenta. Pro posuzování znečištění komunálních odpadních vod jsou z vodohospodářského hlediska nejvýznamnějšími složkami: BSK₅, CHSK, nerozpuštěné látky, sloučeniny P a N.

Základním měřítkem pro vyjadřování znečištění je tzv. Ekvivalentní obyvatel (EO). „Ekvivalentní obyvatel (EO) je definovaný produkcí znečištění 60 g BSK₅ za den. Počet ekvivalentních obyvatel se pro účel zařazení čistírny odpadních vod do velikostní kategorie vypočítává z maximálního průměrného týdenního zatížení na přítoku do čistírny odpadních vod během roku s výjimkou neobvyklých situací, přivalových dešťů a povodní.“ [19]



Tabulka 1 Průměrné znečištění vytvořené 1 obyvatelem za den

NL [g/(os.den)]	BSK ₅ [g/(os.den)]	CHSK [g/os.den]	N _{celk} [g/(os.den)]	P _{celk} [g/(os.den)]
55	60	120	11	2,5

Zdroj: JÁGLOVÁ, Veronika, et. al. - Odbor ochrany vod Ministerstva životního prostředí. *Zneškodňování odpadních vod v obcích do 2000 ekvivalentních obyvatel – metodická příručka*. Ministerstvo životního prostředí České republiky. Praha, 2009.

Nerozpuštěné látky (NL)

Nerozpuštěné látky vyjadřují obsah pevných nebo kapalných látek (emulze, povlaky na hladině) v odpadní vodě a jsou udávány v mg/l nebo kg/den. Z vody je lze odstranit většinou mechanickou cestou (sedimentací). Z tohoto hlediska je rozlišujeme na usaditelné (které do cca 2 hodin sedimentují) a neusaditelné (které tvoří trvalý zákal – velmi malé částice nebo částice s $\rho \approx 1000 \text{ kg/m}^3$). Mohou být původu organického či anorganického.

Biochemická spotřeba kyslíku (BSK₅)

Biochemická spotřeba kyslíku vyjadřuje obsah biologicky rozložitelných organických látek v odpadních vodách (biologicky rozložitelné znečištění narušuje přirozenou rovnováhu kyslíku ve vodách). Je rovna množství rozpuštěného molekulárního kyslíku spotřebovaného za určitý časový interval mikroorganismy při biochemickém rozkladu organických látek ve vodě, aniž by přitom byl kyslík dodáván. Standardně se provádí stanovení za časový interval 5 x 24 hodin, a proto se setkáváme s označením BSK₅. Vyjadřuje se v mg/l kyslíku.

Chemická spotřeba kyslíku (CHSK)

Chemická spotřeba kyslíku (oxidovatelnost) je mírou obsahu látek schopných chemické oxidace. Stanovení slouží především k informaci o celkovém obsahu organických (oxidovatelných) látek ve vodě. Výsledek stanovení se udává v množství kyslíku, které je ekvivalentní spotřebě použitého oxidačního činidla (manganistan draselný nebo dichroman draselný) a vyjadřuje se v mg/l kyslíku.

Ale protože výsledky stanovené oběma metodami nejsou shodné, je nutné u výsledku uvádět, jakou metodou byla CHSK stanovena (CHSK_{Mn} nebo CHSK_{Cr}). Hodnoty CHSK_{Cr} jsou většinou vyšší než hodnoty CHSK_{Mn}, protože za podmínek stanovení je CHSK_{Cr} silnějším oxidovadlem. Z tohoto důvodu je oxidační činidlo



dichroman draselný, vhodný pro stanovení CHSK ve všech druzích vod, zatímco manganistan draselný je vhodný pro přírodní a pitné vody.

Poměr CHSK/BSK vyjadřuje stupeň biologické rozložitelnosti organických látek. Nízké hodnoty poměru CHSK/BSK (< 2) ukazují na přítomnost snadno rozložitelných látek, zatímco vysoké hodnoty tohoto poměru znamenají přítomnost látek rozložitelných značně obtížně.

Fosfor (P) a dusík (N)

Dusík a fosfor jsou označovány jako živiny (nutrienty). Jejich vlivem dochází k masovému nárůstu řas, sinic, vodního květu, které svojí činností narušují kyslíkový režim ve vodním ekosystému a znehodnocují ho. Dochází ke změnám v populaci živočichů a rostlin a ke snížení kvality vody.

Fosfor je prvek, který se ve vodách vyskytuje v organických nebo anorganických sloučeninách. Antropogenním zdrojem anorganického fosforu je zejména aplikace fosforečnanových hnojiv a také odpadní vody z prádelen a dalších provozů, do kterých se fosforečnany dostávají z pracích prostředků. Dalším zdrojem jsou polyfosforečnany používané v čistících a odmašťovacích prostředcích a jako protikorozní a protiinkrustační přísady. Zdrojem organického fosforu je fosfor obsažený v živočišných odpadech. Celkový fosfor (P_{celk}) je součtem forem fosforu organicky a anorganicky vázaných, ve vodách se obvykle vyjadřuje mg/l.

Dusík je v odpadních vodách přítomen jak ve formě organických sloučenin, tak v anorganických formách. Mezi hlavní formy dusíku anorganicky vázaného patří dusík amoniakální ($N-NH_4^+$), dusík dusitanový ($N-NO_2^-$) a dusík dusičnanový ($N-NO_3^-$). Z organických dusíkatých látek je ve vodě nejvíce zastoupena močovina. Významným zdrojem organických i anorganických sloučenin dusíku ve vodách jsou splaškové odpadní vody. Dalším významným zdrojem jsou odpady ze zemědělství (z živočišné výroby a splachy z obdělávané půdy hnojené dusíkatými hnojivy) a z potravinářského průmyslu. Celkový dusík (N_{celk}) je dán součtem koncentrací dusíku anorganicky a organicky vázaného. Množství dusíku v odpadních vodách se obvykle vyjadřuje v mg/l. [8][9][11][15][16]



1.3 Množství odpadních vod

Při výpočtu množství splaškových odpadních vod oddílné stokové soustavy je nutno brát v úvahu odpadní vody od obyvatelstva, odpadní vody ze zemědělství a průmyslu a vody balastní.

Obyvatelstvo:

Průměrný denní průtok získáme vynásobením počtu obyvatel (O) průměrnou denní produkcí odpadních vod na 1 obyvatele (q)

$$Q_{24}^o = q \times O \text{ [l/den]}$$

Maximální denní průtok získáme vynásobením průměrného denního průtoku (Q_{24}^o) koeficientem denní nerovnoměrnosti (k_d)

$$Q_d^o = q \times O \times k_d \text{ [l/den]}$$

Maximální hodinový průtok získáme vynásobením maximálního denního průtoku (Q_d^o) koeficientem maximální hodinové nerovnoměrnosti (k_{max})

$$Q_{h,max}^o = k_{max} \times \frac{Q_d^o}{24} \text{ [l/hod]}$$

Minimální hodinový průtok získáme vynásobením maximálního denního průtoku (Q_d^o) koeficientem minimální hodinové nerovnoměrnosti (k_{min})

$$Q_{h,min}^o = k_{min} \times \frac{Q_d^o}{24} \text{ [l/hod]}$$

Průmysl, zemědělství:

Odpadní vody z průmyslu a ze zemědělství se rozdělují na vody procesní a vody pro zaměstnance. Spotřeba vod procesních vychází z výrobního procesu. Vody pro zaměstnance se dělí na potřebu pro stravování, pití a pro potřebu mytí.

Balastní vody:

Balastní vody (Q_b) se stanovují měřením nebo odhadem. V našich podmínkách uvažujeme vody balastní 10-15% z celkového množství vod. Pokud je množství balastních vod výrazně vyšší doporučuje se provést úpravy na stokové síti.



Bilance:

Pro návrh ČOV je potřeba vypočítat průměrný denní bezdeštný průtok (Q_{24}) a maximální a minimální hodinový bezdeštný průtok ($Q_{h,max}$, $Q_{h,min}$).

$$Q_{24} = Q_{24}^0 + Q_{24,spláš}^{prům} + Q_{24,proces}^{prům} + Q_b \text{ [l/den]}$$

$$Q_{h,max} = Q_{h,max}^0 + Q_{h,max,spláš}^{prům} + Q_{h,max,proces}^{prům} + Q_b \text{ [l/hod]}$$

$$Q_{h,min} = Q_{h,min}^0 + Q_{h,min,spláš}^{prům} + Q_{h,min,proces}^{prům} + Q_b \text{ [l/hod]}$$

ČOV se dimenzuje na návrhový průtok (Q_{dim}), který se získá vynásobením maximálního hodinového průtoku ($Q_{h,max}$) a hodnoty n . Návrh hodnoty n je otázka ekonomická a ekologická. Čím vyšší je hodnota n , tím větší náklady, ale současně i účinnost soustavy kanalizační sítě a ČOV. Pro podmínky ČR se doporučuje volit hodnotu $n=2$.

$$Q_{dim} = 2 \times Q_{h,max} \text{ [l/hod]}$$

Znečištění odpadních vod:

Znečištění přitékající na ČOV se získá součinem počtu ekvivalentních obyvatel (ΣEO) a specifického znečištění (průměrné znečištění vytvořené 1 obyvatelem za den)

$$Z = \Sigma EO \times \text{specifické znečištění [g/den]}$$

Koncentrace znečištění přitékající na ČOV se získá podělením znečištění přitékající na ČOV (Z) a průměrného bezdeštného denního průtoku (Q_{24}) [7][10][13]

$$c = \frac{Z}{Q_{24}} \text{ [g/m}^3\text{]}$$



2 ODVÁDĚNÍ ODPADNÍCH VOD Z URBANIZOVANÝCH ÚZEMÍ

2.1 Stokové soustavy

„Účelem stokových sítí a kanalizačních přípojek je spolehlivé, hospodárné a zdravotně neškodné odvádění odpadních vod z určeného území nebo připojené nemovitosti do zařízení na čištění odpadních vod (čistírny odpadních vod, dešťové nádrže) a posléze do vodního recipientu. Tím stokové sítě a kanalizační přípojky zajišťují ochranu vodního recipientu před znečištěním odpadními vodami (tj. i znečištěnými dešťovými odpadními vodami) z urbanizovaných povodí.“ [2]

Dle způsobu odvádění odpadních vod rozeznáváme 3 základní stokové soustavy:

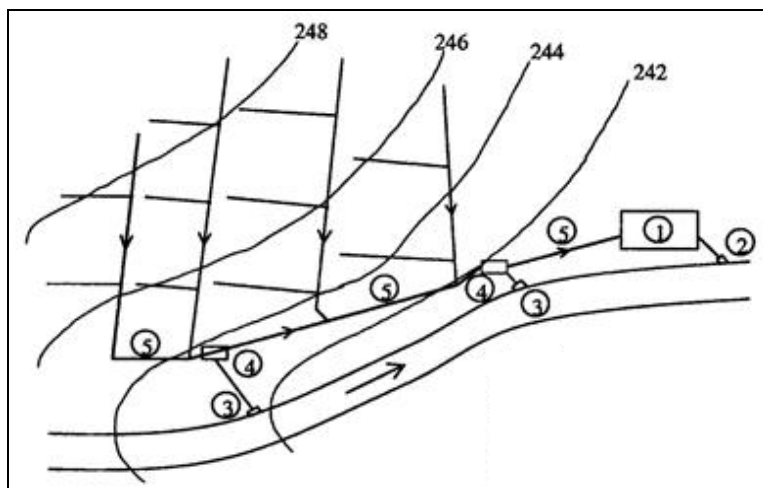
- Jednotná stoková soustava
- Oddílná stoková soustava
- Modifikovaná stoková soustava

Jednotná stoková soustava

V rámci jednotné stokové soustavy jsou odváděny veškeré druhy odpadních vod, které se na odvodňovaném území vyskytují, společnou trubní sítí stok směrem na ČOV. Jednotlivé druhy odpadních vod se tedy ve stokové síti směšují.

Jednotná stoková soustava musí být navržena na průtok, který se rovná součtu průtoků jednotlivých druhů odpadních vod. Mezi odpadními vodami jsou druhy, které mají značnou stabilitu průtoku v průběhu roku (např. splaškové odpadní vody) a vody, které se vyznačují nerovnoměrností průtoku během roku (srážkové odpadní vody).

ČOV se musí před nárazovým vyplavením odpadními vodami při přívalových deštích chránit odlehčením odpadních vod již na stokové síti. Odlehčení odpadních vod je během dešťového odtoku provedeno zaústěním části zředěných odpadních vod ze stokové sítě do recipientu přes odlehčovací komoru, bez přítomnosti čištění odpadních vod, nebo pouze s nižším stupněm předčištění v dešťových nádržích. Nejefektivnějším způsobem zamezení úniku znečištění do recipientu za dešťových průtoků je využití přirozené nebo uměle vytvořené akumulace na stokové síti a její postupné vypouštění na ČOV.



Vysvětlivky:

1- ČOV; 2- výúst' vyčištěné odpadní vody; 3- výúst' odlehčovací komory; 4- odlehčovací komora; 5- kmenová stoka

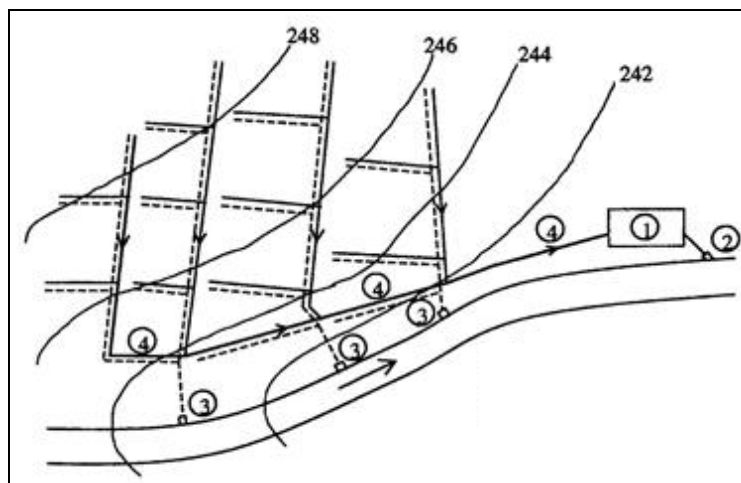
Obrázek 1 Schéma jednotné stokové soustavy

Zdroj: JÁGLOVÁ, Veronika, et. al. - Odbor ochrany vod Ministerstva životního prostředí. *Zneškodňování odpadních vod v obcích do 2000 ekvivalentních obyvatel – metodická příručka*. Ministerstvo životního prostředí České republiky. Praha, 2009.

Oddílná stoková soustava

Oddílná stoková soustava odvádí různé druhy odpadních vod samostatnými trasami stokové sítě. V zájmovém území jsou položeny dvě i více stokových soustav, z nichž každá je určena pro odvádění jiného druhu odpadních vod. Nejčastěji se jedná o dva systémy, z nichž jeden odvádí vody splaškové (případně i vody z drobných průmyslových provozoven) a druhý odvádí vody srážkové. Jednotlivé druhy odpadních vod se tedy ve stokové síti nesměšují.

Splaškové odpadní vody jsou přiváděny stokovou sítí do ČOV k dalšímu zpracování. Dešťové odpadní vody, které mohou v první fázi splachu obsahovat vysoké koncentrace znečišťujících látek (splachy minerální i organické povahy), jsou odváděny do recipientu. Snížení koncentrace znečišťujících látek v dešťových odpadních vodách je možné na dešťových nádržích zařazených na trase stokové sítě. Dalším účelem dešťových nádrží je tlumení nárazů srážkových odtoků a tím ochránění koryta vodního toku před vymíláním.



Vysvětlivky:

- 1- ČOV; 2- výúst' vyčištěné odpadní vody; 3- výúst' dešťových odpadních vod; 4- kmenová stoka
—— stoky splaškových odpadních vod
- - - - stoky dešťové

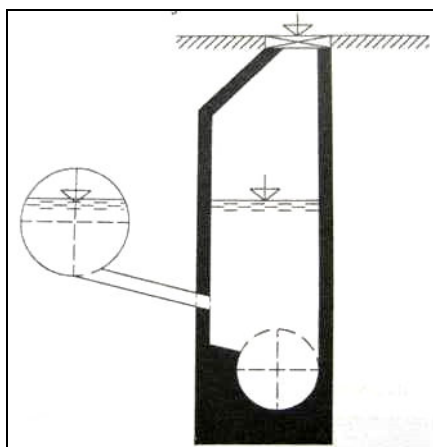
Obrázek 2 Schéma oddílné stokové soustavy

Zdroj: JÁGLOVÁ, Veronika, et. al. - Odbor ochrany vod Ministerstva životního prostředí. *Zneškodňování odpadních vod v obcích do 2000 ekvivalentních obyvatel – metodická příručka*. Ministerstvo životního prostředí České republiky. Praha, 2009.

Modifikovaná stoková soustava

Modifikovaná stoková soustava vzniká kombinací výhod jednotné a oddílné stokové soustavy v rámci soustavného odvodnění jednoho urbanizovaného celku.

Příkladem modifikovaného stokového systému je soustava polo-oddílná. Princip tohoto systému spočívá v odvedení splaškové vody hluboko uloženými stokami a dešťové vody mělce uloženým potrubím. Při přívalu nejvíce znečištěné dešťové vody na počátku deště, se vyprázdní spojovací potrubí ze dna dešťových stok v šachtách do stok splaškových. Po jejich zahlcení nad úroveň dna dešťových stok dochází k odtoku srážkové vody dešťovými stokami přímo do recipientu. Největší znečištění z oplachu terénu na začátku deště a z výplachu dešťových stok je takto odvedeno splaškovými stokami (za deště pod tlakem) do ČOV. Do recipientu je tak odváděna poměrně čistá voda. [1][7][9]



Obrázek 3 Šachta modifikované stokové soustavy

Zdroj: HLAVÍNEK, Petr, Jan MIČÍN, Petr PRAX. *Stokování a čištění odpadních vod*. Vysoké učení technické v Brně. Brno, 2003. ISBN 80-214-2535-0

2.2 Způsob dopravy odpadních vod

Způsob dopravy odpadní vody je závislý na mnoha faktorech, zejména však na morfologii terénu a použité soustavě odkanalizování.

Způsoby dopravy odpadních vod:

- Tradiční způsob dopravy odpadních vod
- Alternativní způsob odvádění odpadních vod
- Svoz

2.2.1 Tradiční způsob dopravy odpadních vod

Za tradiční způsob dopravy odpadních vod u soustavného odvodnění urbanizovaných území považujeme jednotné či oddílné stokové soustavy s gravitační dopravou odpadních vod. U tradičního způsobu odvodnění je důraz kladen zejména na jednoduchost a spolehlivost provozování.

Gravitační kanalizace

Gravitační odkanalizování je nejčastější používaný systém transportu splaškových vod. Podmínkou správné funkce je nezbytný sklon dna stoky ve směru od zdroje odpadní vody až k ČOV. Přečerpávací stanice, tlakové úseky jsou u gravitační kanalizace použity jen v nezbytně nutných případech a to na krátkých úsecích. U gravitační kanalizace proudí odpadní vody ve stokách s volnou hladinou.



Výhody

- Provozně velmi jednoduchý systém, nevyžaduje žádnou součinnost od majitelů napojených nemovitostí
- Minimální nároky na obsluhu při provozu
- Nízké provozní náklady

Nevýhody

- Nutnost dodržovat minimální spád, větší hloubky uložení – prodražení výstavby
- V členitém terénu – nutnost přečerpávacích stanic [7][9][16]

2.2.2 Alternativní způsoby dopravy odpadních vod

Zvláštní způsoby dopravy odpadních vod se používají tam, kde není možný gravitační způsob odkanalizování. Obvykle se používají pro splaškové stoky oddílné stokové soustavy. Nejčastěji se v těchto případech používá podtlaková (vakuová) kanalizace a tlaková kanalizace, které vyžadují příkon elektrické energie.

Alternativní způsoby dopravy odpadní vody se zpravidla používají při:

- Nedostatku sklonu v rovinném území
- Rozptýlené zástavbě
- Občasném přítoku odpadních vod, např. ze sezónních rekreačních zařízení, autokempů
- Vysoké hladině podzemní vody
- Nepříznivých geologických podmínkách v podloží
- Nutnosti provádění úzkých výkopů, malých hloubek uložení a malých profilů potrubí
- Nemožnosti umístění vstupních a revizních šachet [2]

Podtlaková (vakuová) kanalizace

Podtlakové (vakuové) odkanalizování je založeno na principu vyvození podtlaku v hlavním uličním stokovém potrubí, do kterého se přes sací ventily domovních kanalizačních přípojek nasávají odpadní vody z napojené nemovitosti.

Systém má centrální podtlakovou stanici, která udržuje pod podtlakem celou potrubní síť až k ventilům ve sběrných šachtách. Odpadní voda prochází přes sběrné šachty a potrubí v síti do podtlakových nádob. Do podtlakových nádob (zásobníku) se

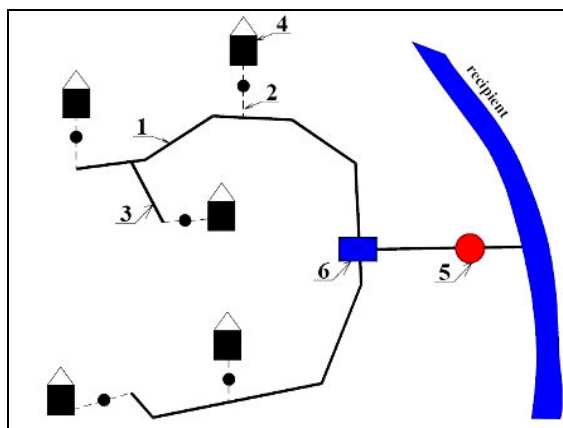
nasávají odpadní vody při každém otevření sacího ventilu v některé z akumulčních domovních jímek umístěných na domovních přípojkách. Sací ventily zajišťují otevření a nasátí odpadních vod z domovní jímky do hlavního kanalizačního potrubí při dosažení určité hladiny splašků v šachtě a po jejím vyprázdnění opětovně uzavření tak, aby nedošlo ke snížení podtlaku a ohrožení funkce systému. Z vakuové stanice jsou odpadní vody dopravovány na ČOV gravitačně nebo čerpáním. Systém podtlakové kanalizace se doporučuje navrhovat na rovinných územích (dopravní výška pouze do cca 5-6 m).

Výhody

- Delší životnost podtlakového ventilu oproti domovním čerpadlům tlakové kanalizace
- Vysoká rychlost přepravy splašků zcela vylučuje jejich usazování v potrubí či ucpání kanalizace (až 6 m/s)
- Po otevření sacího ventilu se nasaje odpadní voda a vzduch do potrubního systému – odpadní voda je provzdušněna

Nevýhody

- Možnost ucpání ventilů
- Dodávky elektrické energie



Vysvětlivky

1- hlavní vedení; 2- kanalizační přípojka s akumulční jímkou a sacím ventilem; 3- vedlejší větev; 4- napojená nemovitost; 5- ČOV; 6- vakuová stanice

Obrázek 4 Schéma podtlakové (vakuové) kanalizace

Zdroj: Podtlaková vakuová kanalizace, In. *Fonhit*. [online]. © 2002 Fonhit s.r.o. [cit. 22. 9. 2013]. Dostupný z: <http://www.fonhit.sk/infoocov.htm>

Tlaková kanalizace

Jedná se o nejrozšířenější způsob z alternativních způsobů odvádění odpadních vod, především díky pořizovacím nákladům, které jsou z uvedených metod nejnižší.

Tlaková kanalizace je založena na principu vyvození přetlaku uvnitř stokové sítě. Do stokové sítě jsou přes domovní čerpací stanice s akumulací jímky na kanalizačních přípojkách čerpány pod tlakem odpadní vody. Obvykle se používají vysokotlaká kalová čerpadla s drtičem splašků, která se napojují přes zpětné klapky na sběrné tlakové potrubí v ulicích. Do akumulací jímky natékají odpadní vody gravitačně. Na jednu akumulací jímku může být napojena jedna nebo více nemovitostí podle kapacity čerpadel. Splaškové odpadní vody se pak dopravují tlakově stokovou sítí na centrální ČOV. Systém tlakové kanalizace se doporučuje pro plochá či mírně zvlněná území pro maximálně cca. 15 000 připojených obyvatel.



Obrázek 5, 6 Domovní čerpací stanice s vysokotlakým kalovým čerpadlem

Zdroj: Vlastní foto

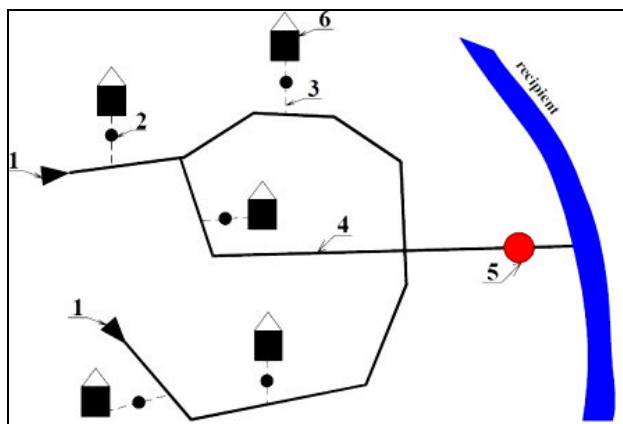
Výhody

- Snadno zjistitelné poruchy na kanalizační síti
- Nižší pořizovací náklady
- Nižší energetická náročnost systému (ve srovnání s kanalizací podtlakovou)
- Možnost překonání větších protispádů v území (ve srovnání s kanalizací podtlakovou)
- Porucha čerpadla v domovní šachtě neovlivní celý kanalizační systém

Nevýhody

- Čerpání malých množství odpadních vod velkým počtem čerpadel
- Odpadní voda je dopravována v anaerobních podmínkách, intenzivně zapáchá
- Omezená životnost čerpadel domovní kanalizace
- V noci minimální rychlosti v potrubí – sedimentace, fermentační (vyhňovací) procesy v tlakovém systému

- Dodávky elektrické energie [7][9][15][16]



Vysvětlivky

1- tlaková provzdušňovací stanice; 2- akumulární a čerpací jímka; 3- kanalizační přípojka; 4- sběrné tlakové vedení; 5- ČOV; 6- napojená nemovitost

Obrázek 7 Schéma tlakové kanalizace

Zdroj: Tlaková kanalizace, In. *Fonhit*. [online]. © 2002 Fonhit s.r.o. [cit. 22. 9. 2013]. Dostupný z: <http://www.fonhit.sk/infoocov.htm>

2.3 Návrh stokové sítě

Rozhodující pro dimenzování průtočných profilů stokové sítě jsou návrhové množství protékajících odpadních vod, sklon dna stoky a hydraulická drsnost použitého materiálu. Splaškové potrubí oddílné stokové sítě je navrhováno na maximální hodinový průtok odpadních vod ($Q_{h,max}$) se 100% rezervou za předpokladu ustáleného rovnoměrného proudění.

Při ustáleném rovnoměrném proudění ve stoce s volnou hladinou se pro návrh potrubí používá vzorec podle Chéziho.

$$Q = S \times v = S \times C \times \sqrt{R \times i}$$

kde: Q průtok odpadních vod [m^3/s]
S plocha průtočného průřezu [m^2]
v průřezová rychlost [m/s]
C rychlostní součinitel [$m^{0,5}/s$] vypočítán dle Manninga

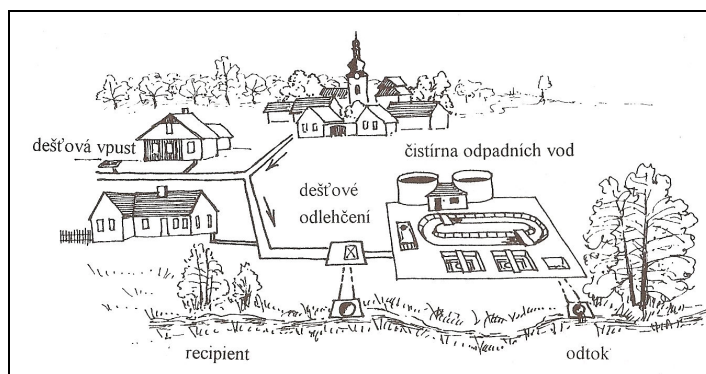
$$C = \frac{1}{n} \times R^{\frac{1}{6}}$$

n součinitel (stupeň drsnosti) [-]
R hydraulický poloměr (radius) [m]
i sklon nivelety potrubí [m/m] [7][10]

3 ZNEŠKODŇOVÁNÍ ODPADNÍCH VOD V OBCÍCH DO 2000 EO

Čistírny odpadních vod existují v různých velikostech, v závislosti na počtu připojených obyvatel. Podle normovaných zásad navrhování se rozlišují čistírny odpadních vod na malé o velikosti do 500 EO (ČSN 75 6402) a na čistírny odpadních vod pro více než 500 EO – označované jako čistírny městské (ČSN 75 6401).

Zneškodňování odpadních vod v malých obcích cca do 2 000 EO lze rozdělit na dva způsoby řešení: decentralizované a centralizované. Centralizované zneškodňování odpadních vod je založeno na principu sběru a odvádění produkovaných odpadních vod od více zdrojů znečištění do jedné centrální ČOV přes rozsáhlý kanalizační systém, jehož pořízení je několikanásobně nákladnější než pořízení samotné ČOV (patří sem např. mechanicko-biologické čistírny odpadních vod, stabilizační nádrže atd.).

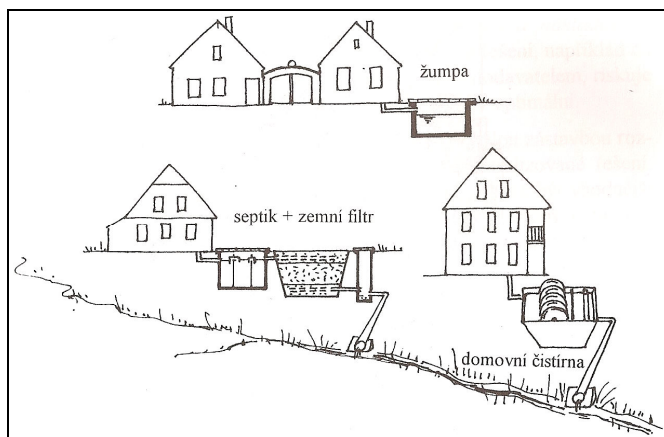


Obrázek 8 Schéma centralizovaného systému odvádění a čištění odpadních vod s jednotnou kanalizací
Zdroj: JUST, Tomáš, Petr FUCHS a Miroslava PÍSAŘOVÁ. *Odpadní vody v malých obcích*. Výzkumný ústav vodohospodářství T.G.Masaryka ve spolupráci s Agenturou ochrany přírody a krajiny ČR. Praha, 1999. ISBN 80-859000-31-9



Obrázek 9 Schéma centralizovaného systému odvádění a čištění odpadních vod s oddílnou kanalizací
Zdroj: JUST, Tomáš, Petr FUCHS a Miroslava PÍSAŘOVÁ. *Odpadní vody v malých obcích*. Výzkumný ústav vodohospodářství T.G.Masaryka ve spolupráci s Agenturou ochrany přírody a krajiny ČR. Praha, 1999. ISBN 80-859000-31-9

Decentralizovaný systém zneškodňování odpadních vod je určen pro individuální zneškodnění odpadních vod z jednotlivých domů nebo i ze skupiny domů přímo u zdroje znečištění (patří sem např. žumpa, domovní čistírny odpadních vod, septik se zemním filtrem atd.).



Obrázek 10 Schéma prvků decentralizovaného systému nakládání s odpadními vodami

Zdroj: JUST, Tomáš, Petr FUCHS a Miroslava PÍSAŘOVÁ. *Odpadní vody v malých obcích*. Výzkumný ústav vodohospodářství T.G.Masaryka ve spolupráci s Agenturou ochrany přírody a krajiny ČR. Praha, 1999. ISBN 80-859000-31-9

Čištění odpadních vod lze rozdělit na dva způsoby: intenzivní a extenzivní.

Intenzivní způsob čištění odpadních vod

Jako intenzivní způsob čištění odpadních vod je označováno čištění v mechanicko-biologických čistírnách odpadních vod. Z technologického hlediska nejsou rozdíly mezi mechanicko-biologickými ČOV různých velikostí příliš podstatné. Jejich společnými rysy jsou soustředění technologických zařízení v homogenním stavebním objektu a závislost na dodávce elektrické energie.

Výhodami mechanicko-biologických ČOV jsou vysoká intenzita a říditelnost procesů, relativně malé nároky na plochu a vyrovnané a garantované účinky. Mechanicko-biologické čistírny jsou také bez problémů akceptovány vodohospodářskými orgány. Nevýhodami jsou zejména potřeba soustavné obsluhy, jednoúčelovost, cizorodost v krajině a poměrně vysoké investiční náklady.

Extenzivní způsoby čištění odpadních vod

Extenzivní způsoby čištění odpadních vod využívají v přírodě se vyskytující samočisticí procesy probíhající v půdním, vodním a mokřadním prostředí k čištění odpadních vod. Extenzivní způsoby nacházejí uplatnění při čištění i dočištění odpadních



vod z menších zdrojů bodového i plošného znečištění. Tomuto způsobu čištění musí však předcházet mechanické předčištění odpadních vod.

Základní extenzivní postupy:

- Decentralizované, uplatňované po jednotlivých domech
 - Vyvážení obsahů žump
 - Septik se zemním filtrem
- Postupy použitelné v centralizovaných i decentralizovaných sestavách:
 - Stabilizační rybník
 - Vegetační (kořenová) čistírna odpadních vod
 - Čistírna odpadních vod na principu zemního filtru

Jen některé z extenzivních způsobů čištění odpadních vod lze svými účinky, hygienickým standardem a mírou ochrany podzemních vod srovnávat s mechanicko-biologickým čištěním. Jsou to vyvážení žump, malé nebo domovní ČOV se zemními filtry, vegetační čistírny a stabilizační nádrže. Ostatní postupy mají spíše provizorní charakter, nebo se mohou uplatnit při dočišťování odtoků z čistíren.

Extenzivní postupy zneškodňování odpadních vod oproti mechanicko-biologickému čištění nevyžadují trvalé napojení na elektrickou energii a mají jednodušší obsluhu s delšími obslužnými intervaly. V některých případech mohou být pořízeny s menšími investičními náklady, to však není pravidlem. Zpravidla mají i oproti mechanicko-biologickým ČOV menší provozní náklady. Nevýhodami jsou větší nároky na plochu, horší ovladatelnost až neovladatelnost procesů, proměnlivost a ztížená garantovatelnost účinků. [7][11]

3.1 Reálné možnosti čištění odpadních vod v malých obcích do 2000 EO

Při řešení potenciálních způsobů zpracování odpadních vod, vhodných k použití v konkrétní oblasti, je vždy nutné zvážit jejich výhody a nevýhody s propočtem investičních a provozních nákladů. Dále je třeba zvážit celkovou spolehlivost daných řešení.

Reálných způsobů čištění odpadních vod je nepřehledné množství, do této diplomové práce jsou zahrnuty ty nejvíce v ČR rozšířené.



3.1.1 Bezodtoká jímka – žumpa

Žumpa je tradičním prvkem decentralizovaného systému odvádění odpadních vod. Jedná se o bezodtokou jímku, umístěnou v zemi, shromažďující odpadní vody z obytného objektu.

Žumpa neřeší likvidaci ani čištění odpadních vod, pouze odpadní vody akumuluje před dalším zpracováním. Obsah žumpy se musí pravidelně vyvážet ke zneškodnění, popřípadě k dalšímu využití. Běžné je vyvážení obsahu žump fekálním vozem do čistíren odpadních vod. Nejvhodnější je však využití obsahu žump k hnojivové závlaze, toto využití je však omezeno v době vegetace, kdy není dovoleno obsahem žump přihnojovat zahrady, louky a pole. Dále není dovoleno obsah žumpy vypouštět ani ve zředěném stavu do vodních toků nebo příkopů.

Žumpa je nejčastěji provedena jako betonová jímka, v současnosti jsou běžné také továrně vyráběné nádrže z polypropylenu. Je překryta neprodyšným stropem a větrána připojenou vnitřní kanalizací nebo samostatným větracím potrubím vyvedeným nad střechu budovy.

Umístění žumpy na pozemku je nutné volit tak, aby k ní byl umožněn příjezd fekálním vozem pro její vyklizení a aby byly dodrženy minimální, normou udané vzdálenosti žumpy od stěny budovy a vodního zdroje. Do žumpy není dovoleno přivádět dešťové vody.

Vhodnost použití:

- Rekreační objekty nebo domy bez vodovodů
- Obytné domy nebo rekreační objekty bez možnosti napojení na centrální ČOV
- Obytné domy a rekreační objekty, kde chybí recipient pro vypouštění vyčištěné odpadní vody
- Obytné domy, které budou v blízkém časovém horizontu napojeny na centrální ČOV

Nevýhody:

- Vysoké provozní náklady (periodické vyvážení obsahu žumpy)
- Poměrně velký zastavěný prostor
- Možnost zápachu při manipulaci s odpadem [8][11][16]



Obrázek 11 Betonová žumpa

Zdroj: Betonová žumpa. In. *Stojizazminku.cz* [online]. © 2010 StojíZaZmínku.cz. [cit. 22. 10. 2013]. Dostupný z: <http://www.stojizazminku.cz/clanek/betonova-zumpa-pro-rodinny-dum-nebo-rekreacni-objekt/>

3.1.2 Septik

Septik je průtočná zakrytá nádrž, umístěná v zemi, sloužící k odsedimentování splašků. Zařazuje se jako mechanické a biologické předčištění před hlavním čistícím stupněm, kterým je obvykle zemní filtr, vegetační čistírna nebo stabilizační nádrž. Ve výjimečných a odůvodněných případech lze septik navrhnout jako samostatný čistící článek, obvykle pro samostatně stojící objekt do 5 EO.

Septik je stavebně jednoduchý a provozně nenáročný čistící objekt. Septik musí být vždy zakryt pevným víkem. Vnitřní prostor je odvětrán stejným způsobem jako u žumpy, a to připojenou vnitřní kanalizací, nebo samostatným větracím potrubím vyvedeným nad střechu budovy. Prostor nádrže septiku je rozdělen přepážkami na dvě až tři postupně protékané komory, v nichž se hromadí usazující se kal. Do každé z těchto komor musí být umožněn přístup pro vybírání usazeného kalu.

Septik musí být pravidelně vyklízen v souladu s provozním řádem (minimálně 1 krát ročně). Při vyklízení septiku se ponechává přibližně 0,15 m vrstvy vyhnílého kalu jako kal očkovací. Kal vyvážený ze septiku se převáží k dalšímu zpracování, například ke kompostování, nebo ke zneškodnění na čistírnu s biologickým čištěním odpadních vod. Do septiku se nesmějí zavádět dešťové vody.

V septiku probíhá anaerobní rozklad zachycených pevných a plovoucích látek. Doporučená doba zdržení odpadní vody v septiku by měla být 3 – 5 dní, aby bylo dosaženo účinnosti čištění alespoň 30% (na odstranění organického znečištění).

Vhodnost použití

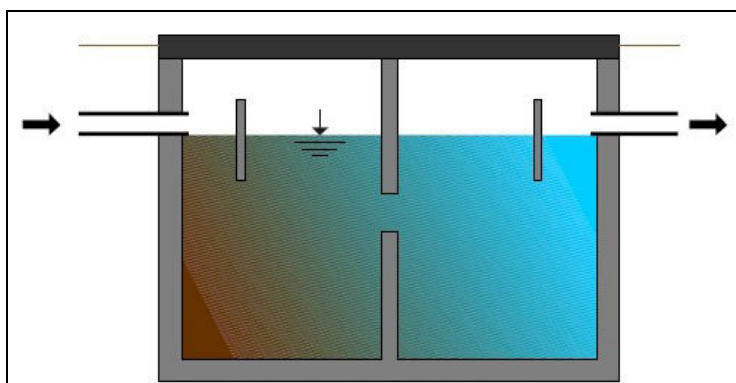
- Rekreační objekty
- Obytné domy, které budou v blízkém časovém horizontu napojeny na centrální ČOV

Výhody

- Nízké provozní náklady
- Nulová spotřeba elektrické energie
- Provozní nenáročnost

Nevýhody

- Nízká účinnost čištění
- Nutnost dalšího stupně čištění [4][8][11][16]



Obrázek 12 Schéma septiku

Zdroj: SOJKA, Jan. *Čistírny odpadních vod pro rodinné domy*. Grada publishing. Praha, 2013. ISBN 978-80-247-4504-6

3.1.3 Zemní filtr

Zemní filtr je zařízení určené pro pomalou biologickou filtraci odpadní vody předčištěné v hrubém předčištění, v septiku, usazovací nebo šterbinové nádrži. Může též sloužit k dočišťování odtoku z klasické mechanicko-biologické čistírny odpadních vod.

Zemní filtrace využívá schopnosti porézního prostředí zeminy a podobných materiálů podporovat fyzikální, chemické a biologické procesy k odstranění znečištění z odpadních vod. Rozhodujícím procesem odbourávání organického znečištění jsou mikrobiální nárosty, žijící na povrchu filtrační náplně. Pro správnou funkci je žádoucí převaha organismů žijících v prostředí s volným kyslíkem, proto musí být filtrační náplň provzdušněná (je třeba filtr chránit před částicemi, které by jej mohly ucpat).

Vhodnost použití

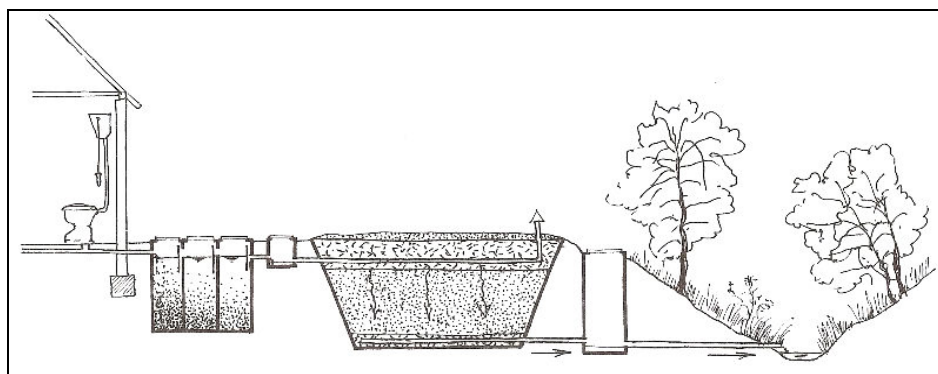
- V objektech se sezónním provozem (rekreační střediska apod.)
- Dočištění po mechanickém předčištění odpadních vod

Výhody

- Minimální nároky na obsluhu
- Minimální provozní náklady
- Nezávislost na elektrické energii
- Povrch filtru lze zatravnit

Nevýhody

- Vliv vnějších činitelů – proměnlivost výsledků čištění
- Absence možnosti ovlivňovat čistící proces
- Větší nároky na plochu
- Nároky na nutný spád (který činí kolem 1 m) [11][14][16]



Obrázek 13 Schéma septiku se zemním filtrem

Zdroj: JUST, Tomáš, Petr FUCHS a Miroslava PÍSAŘOVÁ. *Odpadní vody v malých obcích*. Výzkumný ústav vodohospodářství T.G.Masaryka ve spolupráci s Agenturou ochrany přírody a krajiny ČR. Praha, 1999. ISBN 80-859000-31-9

3.1.4 Vegetační (kořenová) čistírna odpadních vod

Vegetační (kořenové) čistírny odpadních vod představují přírodní způsob čištění, založený na mechanických, fyzikálně-chemických a biologických pochodech, probíhajících v porézním půdním prostředí a ve vodě za spoluúčasti mokřadních rostlin.

Samotnému čištění odpadních vod v kořenových čistírnách musí předcházet úplné mechanické předčištění. V případě nekvalitního předčištění by mohlo docházet k ucpávání filtračního lože. U jednotlivých domů nebo skupin domů lze jako první stupeň



čištění (mechanické předčištění) použít septik. U obcí je třeba zařadit úplné mechanické předčištění zahrnující hrubé a jemné česle, lapák písku, případně lapák tuků a usazovací nádrž.

Po předčištění vtéká odpadní voda do kořenového pole. Kořenové pole tvoří zemní jámka, která je vyplněná filtračním materiálem (filtrační lože) a osázena mokřadními rostlinami. Filtračním médiem je nejběžněji štěrk a kamenná drť o velikosti 4 - 8 mm nebo 8 - 16 mm. Ve filtračním tělese čistírny se uplatňují přirozené samočisticí procesy využívající kombinace vodního a zemního prostředí, jakož i kombinace aerobních a anaerobních poměrů. Rozhodující je činnost mikroorganismů porůstajících povrchy filtrační náplně a kořenů rostlin. Obzvláště tyto organismy zajišťují destrukci organického znečištění.

Hlavní význam rostlin spočívá v ochraně filtračního tělesa před teplotními extrémy, ve vytváření členitějšího podpovrchového prostředí pro rozvoj čistících mikroorganismů a ve zlepšování vzhledu čistírny. Žádoucí jsou vytrvalé kořenící druhy rostlin s trvale bohatou podzemní (kořenovou) částí, spolehlivé a nenáročné na prostředí. Jako nejvhodnější se osvědčily tyto rostliny: rákos obecný, chrastice rákosovitá, orobinec úzkolistý i širokolistý nebo kosatec žlutý.

Vhodnost použití

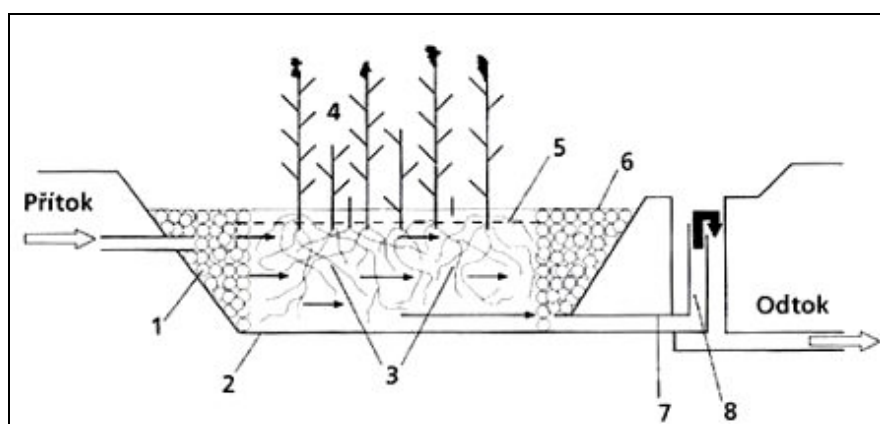
- V objektech se sezónním provozem (rekreační střediska apod.)
- Dočišťování odpadních vod za mechanicko-biologickými ČOV
- Dočištění po mechanickém předčištění odpadních vod

Výhody

- Malé nároky na speciální technologie a vybavení
- Minimální spotřeba elektrické energie
- Nízké provozní náklady (krátkodobé)
- Nepříliš vysoké nároky na obsluhu
- Možnosti krátkodobého i dlouhodobého přerušovaného provozu
- Schopnost čistit i silně naředěné odpadní vody
- Krajinná multifunkčnost (zadržení vody v krajině, zvýšení vlhkosti, krajinoformující efekt)
- Možnost zvýšení estetické hodnoty rostlinami – zejména u domovních čistíren

Nevýhody

- Vliv vnějších činitelů – proměnlivost výsledků čištění
- Absence možnosti ovlivňovat čistící proces
- Velké nároky na plochu (dům, město: 5 m²/1EO, venkovská obec: 8-10 m²/1 EO – vyšší koncentrace BSK₅)
- Závislost čistícího účinku na klimatických podmínkách
- Možnost zápachu
- Nevhodné pro čištění příliš koncentrovaných odpadních vod [4][11][14]



Vysvětlivky

1- distribuční zóna (kamenivo 50-200 mm); 2- nepropustná bariéra (PE/PVC); 3- filtrační materiál (kačírek, štěrk, kamenivo); 4- vegetace; 5- výška vodní hladiny v kořenovém loži nastavitelná v odtokové šachtě; 6- odtoková zóna (shodná s distribuční zónou); 7- sběrná drenáž; 8- regulace výšky hladiny

Obrázek 14 Schéma kořenové čistírny odpadních vod

Zdroj: Kořenová čistírna odpadních vod, In. *iReceptář.cz* [online]. © 2013 VIZUS & Reader's Digest Výběr. [cit. 1. 10. 2013]. Dostupný z: <http://www.ireceptar.cz/domov-a-bydleni/stavba-a-rekonstrukce/zumpa-nebo-domovni-cistirna-odpadnich-vod/>



Obrázek 15, 16 Kořenová ČOV v obci Chrástce (ještě před uvedením do provozu)

Zdroj: Vlastní foto



3.1.5 Stabilizační nádrž (biologický rybník)

Stabilizační nádrž je mělká vodní nádrž sloužící k čištění nebo dočišťování odpadních vod převážně přírodními procesy. Jedná se o jednoduché a provozně nenáročné zařízení na mechanické a biologické čištění odpadních vod.

Ve stabilizačních nádržích dochází především k usazování nerozpuštěných látek, k biologickému odbourání organického znečištění a k zapojování minerálního znečištění do přirozeného oběhu látek. Podstatným procesem je vazba fosforu na usazující se pevné částice.

Čištění odpadních vod ve stabilizačních nádržích je rozděleno na dva stupně. V prvním stupni se silně usazují prvotní pevné částice a na dně pak vyhnívají. Ve vodním sloupci převažují bezkyslíkaté poměry a dochází k intenzivnímu rozkladu organického znečištění. Následující, druhý stupeň má dočišťovací charakter. Měly by v něm převažovat kyslíkaté poměry, intenzita procesů a tvorba sedimentů je podstatně mírnější. Stabilizační nádrže by tedy měly být navrhovány jako nejméně dvoustupňové systémy s postupným průtokem. Je-li k dispozici jediná nádrž, lze v ní oddělené stupně vytvořit dělicími hrázemi, popř. plovoucími stěnami.

Vhodnost použití

- V malých obcích (cca. do 500 EO) s jednotnou kanalizací a s vysokým podílem balastních vod
- V objektech se sezónním provozem (rekreační střediska apod.)
- Dočišťování odpadních vod za mechanicko-biologickými ČOV

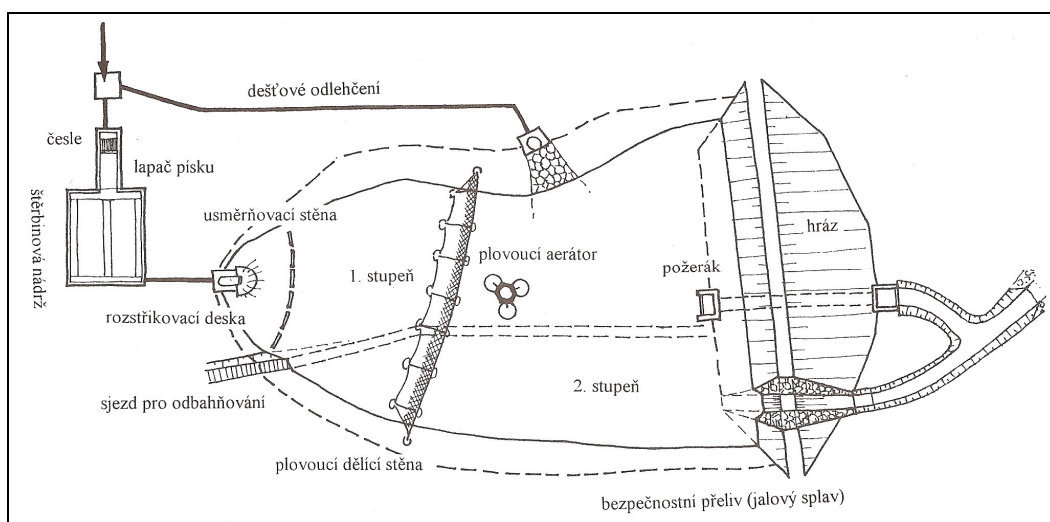
Výhody

- Nepříliš vysoké náklady na obsluhu
- Poměrně malé provozní a stavební náklady
- Schopnost zvládnout nárazové přetížení
- Dobrý čistící účinek (především v létě)
- Využitelnost stávajících či bývalých rybníků, terénních sníženin, důlních propadlin
- Vodohospodářská a krajinná multifunkčnost

Nevýhody

- Velké nároky na plochu

- Vliv vnějších činitelů – proměnlivost výsledků čištění
- Absence možnosti ovlivňovat čistící proces
- Možnost zápachu
- Při nevhodně zvoleném podloží hrozí možnost kontaminace podzemní vody
- Pravidelné odstraňování řas a sedimentů [8][11][14]



Obrázek 17 Schéma stabilizační nádrže (dvoustupňová nádrž dělená plovoucí stěnou)

Zdroj: JUST, Tomáš, Petr FUCHS a Miroslava PÍSAŘOVÁ. *Odpadní vody v malých obcích*. Výzkumný ústav vodohospodářství T.G.Masaryka ve spolupráci s Agenturou ochrany přírody a krajiny ČR. Praha, 1999. ISBN 80-859000-31-9

3.1.6 Mechanicko-biologické čistírny odpadních vod

Mechanicko-biologická čistírna odpadních vod je v ČR nejčastěji používaným typem ČOV. Tvoří jí hrubé předčištění, mechanický stupeň čištění, biologický stupeň a kalové hospodářství. V některých případech, jsou-li větší nároky na kvalitu čištění, může sestavu doplňovat chemický stupeň pro vysrážení fosforu.

3.1.6.1 Stupně čištění

Předčištění

Hlavním úkolem hrubého předčištění je odstranit z odpaní vody především hrubé, makroskopické látky, jejichž přítomnost by mohla vést v dalším stupni čištění k mechanickým závadám a zanášení objektů a zařízení ČOV. Zařízení zajišťující předčištění jsou česle, lapák písku a šterku a lapák tuků a olejů.

Česle

Česle zachycují nejhrubší znečišťující látky přinášené odpadními vodami.

Doporučuje se přednostně navrhovat česle strojně stírané s minimální náročností na obsluhu. Použití ručně stíraných česlí je možné, ale vyžaduje soustavnější obsluhu. Podle velikosti průlin se česle rozdělují na hrubé (50 až 200 mm) a jemné (15 až 20 mm). Shrabky z česlí se pravidelně odvázejí ke zneškodnění (kompostování, spálení, uložení na určenou skládku, nebo na místo jiného nezávadného zneškodnění).



Obrázek 18 Hrubé česle ručně stírané – ČOV Němčice (500 EO)

Zdroj: Vlastní foto



Obrázek 19 Jemné česle strojně stírané – ČOV Rudná (9800 EO)

Zdroj: Vlastní foto

Lapák písku a štěrku

Lapák písku a štěrku slouží k zachycení písku a jiných minerálních částic o velikosti zrn nad 0,2 mm. Navrhuje se u jednotné stokové soustavy. U stokové soustavy oddílné je nutno posoudit využití lapáku štěrku a písku individuálně s přihlédnutím ke kvalitě stokové sítě, délce stokové sítě, složení odpadních vod a možnostem vnikání písku do odpadních vod. Vytěžený písek se odváží na tomu určenou skládku.



Obrázek 20, 21 Lapák písku a šěrku – ČOV Rudná (9800 EO)

Zdroj: Vlastní foto

Lapák tuků a olejů

Lapák tuků a olejů slouží k zachycení látek s hustotou menší než je voda, patří sem především ropné látky a tuky. Tuky a oleje nepříznivě působí na čerpadla a potrubí (zalepení), na biologické filtry (zanášení) a na aktivační nádrže (bránění pronikání kyslíku do vody). Lapák tuků je potřebný, přitékají-li do ČOV vody z masné výroby, nebo z větších kuchyní. Vhodnější je však lapák tuků umístit ještě před vstupem odpadní vody do veřejné kanalizace (přímo u zdroje znečištění).

Mechanický stupeň čištění

Základním úkolem mechanického stupně čištění je zachycení jemnějších kalových částic. Objekty primárního (mechanického stupně) čištění jsou objekty primární sedimentace (tj. usazovací nádrže) a šěrbinové nádrže, které se v ČOV zařazují za objekty předčištění.

Usazovací (sedimentační) nádrž

Primární usazovací nádrže jsou určeny k odstraňování nerozpuštěných látek organické povahy z odpadní vody. Jedná se o kontinuálně protékané nádrže, v nichž separace nerozpuštěných látek probíhá na principu prosté sedimentace. Zachycené látky se nazývají primární kal.

Podle průtoku a tvaru rozlišujeme usazovací nádrže:

- Pravoúhlé a kruhové s horizontálním průtokem
- Pravoúhlé a kruhové s vertikálním průtokem
- Šěrbinová usazovací nádrž (s kalovým prostorem)



Obrázek 22 Kruhová usazovací nádrž s vertikálním průtokem a s lapákem plovoucích nečistot

Zdroj: Usazovací nádrž, In. *Kunst* [online]. [cit. 12. 10. 2013]. Dostupný z: <http://www.kunst.cz/typizovana-vyroba/usazovaci-nadrze/>

Štěrbínová nádrž

Zvláštním typem usazovacích nádrží je štěrbinová nádrž (dříve též emšerská nádrž). Jedná se o hluboko založený objekt, výškově rozdělený štěrbinou. V horní části probíhá usazování, kal propadá štěrbinou do níže položeného kalového prostoru.

Štěrbínová nádrž se používá u ČOV pro obce do 5000 EO. Navrhuje se pro separaci nerozpuštěných látek z odpadní vody, zahuštění a uskladnění primárního nebo směsného kalu za účelem dosažení co nejmenší koncentrace nerozpuštěných látek na odtoku vody z usazovacího prostoru a co nejlepší anaerobní stabilizaci kalu. Výhodou této nádrže je jednorázové odstranění kalu po delší době.

Biologický stupeň čištění

V zásadě rozlišujeme dva procesy biologické čištění: aerobní (probíhající za přístupu molekulárního kyslíku) a procesy anaerobní (probíhající v prostředí bez přístupu kyslíku). V aerobních podmínkách se jedná o oxidační rozklad organických sloučenin molekulárním kyslíkem, přičemž konečným produktem je oxid uhličitý (CO_2), a voda (H_2O). V případě anaerobního procesu se jedná o směs methanu (CH_4), oxidu uhličitého (CO_2) a vodní páry označovanou jako bioplyn.

Anaerobního rozkladu se v technologii vody používá jako jednoho ze způsobů likvidace organických kalů (primární kal, aktivovaný kal) a při čištění některých koncentrovaných průmyslových odpadních vod.

Drtivá většina komunálních ČOV však pracuje v aerobních podmínkách, kdy se uplatňují biochemické procesy podmíněné činností mikroorganismů. Využívá se

schopnosti mikroorganismů zčásti rozkládat a z části na sebe vázat organické znečištění obsažené v odpadní vodě za přítomnosti kyslíku.

Objekty biologického čištění odpadních vod (aktivační nádrž, biologické filtry a biodisky, dosazovací nádrž) se zařazují na ČOV za objekty předčištění nebo za primární usazovací nádrže, popř. šterbinové nádrže.

Aktivační nádrž

Nejrozšířenější a nejběžnější způsob biologického čištění odpadních vod je čištění biologickým (aktivovaným) kalem, též čištění aktivační. Aktivace se skládá z aerované nádrže, v níž dochází k procesu čištění odpadní vody za současného vzniku aktivovaného kalu. Kultura mikroorganismů, tedy aktivovaný kal (suspendované vločky) se volně vznáší v čištěné odpadní vodě. Po ukončení pracovního cyklu směs vyčištěné odpadní vody a kalu odtéká do separační nádrže (dosazovací nádrže), v níž se tyto složky oddělí sedimentací.



Obrázek 23 Aktivační nádrž – ČOV Rudná (9800 EO)

Zdroj: Vlastní foto

Biologické filtry a biodisky

Biologické filtry a biodisky využívají, oproti aktivačním procesům, kultury mikroorganismů žijící pevně přisedlé na pevném nosiči obtékaném čištěnou odpadní vodou. Je-li nosičem hrubozrnná filtrační náplň, kterou čištěná odpadní voda protéká, jedná se o biologické filtry (biofiltry). Jsou-li nosičem různě provedené rotující disky, zčásti zanořené do hladiny čištěné vody, jedná se o tzv. biodisky.

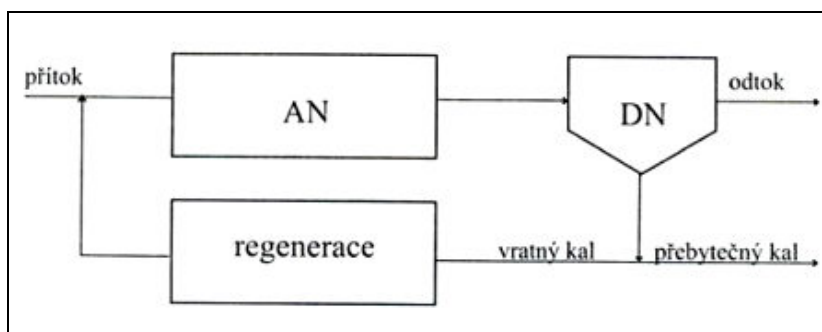
Aktivovaný kal i přisedlé kultury rozkládají organické znečištění především na oxid uhličitý (CO_2) a vodu (H_2O). Vyžadují tedy pro svou činnost kyslík (O_2). Proto jsou aktivační nádrže provzdušňovány a biologické filtry konstruovány tak, aby se

v jejich náplni udržoval tah vzduchu. Zčásti ponořené biodisky se zvolna otáčejí, takže jejich biologicky aktivní povrch je střídavě pod vodou a na vzduchu.

V obou případech je znečištění transformováno v částice biologického kalu, resp. odchlupující se části nárostů, které jsou na rozdíl od jeho prvotní podoby usaditelné. Proto za aktivační nádrží, biofiltrem nebo biodiskovým reaktorem následuje dosazovací nádrž.

Dosazovací nádrž

Dosazovací nádrž slouží pro separaci biologického kalu z vyčištěných odpadních vod sedimentací a zařazuje se za objekty biologického čištění. Principiálně je dosazovací nádrž obdobou nádrže usazovací, avšak zachycuje se v ní již kal sekundární. V případě aktivačního čištění se část kalu z dosazovacích nádrží vrací zpátky do aktivačních nádrží, v kterých je udržována jeho dostatečná koncentrace, neboť je nositelem čistícího procesu (vratný kal). Před opětovným přidáním aktivního vratného kalu k vodě přitékající do aktivační nádrže je často prováděna jeho regenerace (jakési "ozdravení" bakterií). Kal se podle potřeby dořídí vodou a intenzivně se provzdušní. Z dosazovací nádrže se odstraňují pouze růstové přebytky kalu, a to pod označením přebytečný kal. V případě přisedlých kultur není důvod zachycený kal vracet do procesu, a je tedy přímo z dosazovací nádrže všechn předáván ke zpracování do kalového hospodářství čistírny.



Vysvětlivky

AN – aktivační nádrž; DN – dosazovací nádrž

Obrázek 24 Schéma biologického stupně čištění s aktivační nádrží

Zdroj: Schéma aktivace s regenerací vratného kalu, In. *Úprava a čištění vody*. [online]. [cit. 23. 9. 2013]. Dostupný z: http://homen.vsb.cz/hgf/546/Materialy/Radka_2010/bio.html

Odstraňování dusíku z odpadních vod

Při odstraňování dusíku z odpadní vody se aplikují procesy nitrifikace a denitrifikace. Nitrifikace je biochemická reakce probíhající v oxických podmínkách ve



dvou stupních: oxidace amoniakálního dusíku na dusitany (nitritace) a dále dusitanů na dusičnany (nitratice). Denitrifikace probíhá v anoxickém prostředí a měla by navazovat na nitrifikaci. Denitrifikace je biochemická redukce dusičnanů na oxidy dusíku a dále na elementární dusík, který je odvětráván do ovzduší a tedy z vody odstraňován.

Odstraňování fosforu z odpadních vod

Při chemickém odstraňování fosforu z odpadní vody se využívá zejména srážení. Při srážení fosforu se převádí rozpuštěný anorganický fosfor na málo rozpustné fosforečnany kovů a současně probíhá tvorba hydroxidů kovů. Vznikají vločky, které tyto fosforečnany váží a současně dochází i k odstraňování organických látek. Tento proces se nazývá koagulace a přidané chemické látky jsou koagulanty. Koagulantem mohou být soli železa a hliníku, nebo vápno. Při použití vápna je nutná následná neutralizace, aby se příliš nezvýšilo pH směsi. K separaci chemického kalu se může kromě sedimentace použít i filtrace nebo flotace (proces oddělování suspendovaných částic z vody za působení plynu).

Srážedlo (koagulant) může být dávkováno v různých místech ČOV. Podle toho se rozlišuje:

- Předsrážení (primární srážení) – srážedlo se dávkuje do přítoku na ČOV ještě před usazovací nádrží. To je vhodné v případě, že je třeba snížit látkové zatížení biologického stupně čištění.
- Srážení v aktivaci (sekundární srážení) – srážedlo se dávkuje před aktivaci, do aktivace nebo za aktivaci, případně do recirkulace aktivovaného kalu. Odstraňování fosforu probíhá tedy současně s biologickým čištěním. Koagulace probíhá v aktivační nádrži.
- Následné srážení (terciální srážení) – Terciální stupeň čištění je nejběžnější metodou v odstraňování fosforu. Řadí se za klasickou technologickou linku a aktivaci. V míchací nádrži probíhá homogenizace, ve flokulační nádrži dochází k agregaci vzniklých vloček do větších komponentů, následuje jejich separace v separačním zařízení (usazovací nádrže, bubnové filtry, filtrace vrstvou zrnitého materiálu). Terciální srážení je velmi vhodné tam, kde je prvořadým zájmem zlepšení kvality odtoku. Je nejdůležitější co do spotřeby srážedla.



Obrázek 25, 26 Nádrž na koagulant – ČOV Vyžlovka (1000 EO), ČOV Němčice (500 EO)

Zdroj: Vlastní foto

Kalové hospodářství

Kalové hospodářství čistírny odpadních vod zpracovává produkované kaly do podoby, v níž mohou být dále využity nebo zneškodněny.

Kal je disperzní systém, obsahující látky rozpuštěné, koloidní a suspendované. Kal, který ještě nebyl stabilizován, se nazývá surový kal. Podle toho, odkud je ze systému odebírán, rozlišujeme kal primární, sekundární a terciální. Terciální kal je kal z chemického srážení fosforu.

Primární kal se odděluje z odpadní vody v usazovacích nádržích nebo jiných separačních zařízeních v mechanickém stupni čištění, ze kterých je také odebírán. Je převážně biologické povahy a jeho složení je dáno především složením přitékající odpadní vody a poměry ve stokové síti.

Sekundární kal (nejčastěji označován jako přebytečný aktivovaný kal) je oddělován z biologického stupně čištění v dosazovací nádrži. Obsahuje nerozložené zbytky organických látek a přebytečnou biomasu. Jeho složení je ovlivněno nejen složením surové odpadní vody, ale také použitým způsobem čištění.

Oba typy kalů mají odlišné složení i vlastnosti a mohou být dále zpracovány odděleně nebo společně. Zpracování kalu zahrnuje jeho zahušťování, stabilizaci, odvodnění a finální stabilizaci. Často se do tohoto procesu zařazuje i hygienické zabezpečení kalů.

Zahušťování kalu

Zahušťování kalu je první etapou zpracování kalu v kalovém hospodářství ČOV. Při zahušťování dochází ke snížení objemového množství kalu tím, že se z něj odstraní část volné vody. Zahušťování lze provádět gravitačně nebo strojně. Mezi gravitační metody patří zahušťování sedimentací v gravitačních nádržích a flotace. Strojní zahušťování probíhá v zahušťovacích odstředivkách nebo rotačních, pásových, šnekových a štěrbínových zahušťovačích.



Obrázek 27 Gravitační zahušťování kalu v zahušťovacích nádržích – ČOV Rudná (9800 EO)

Zdroj: Vlastní foto

Stabilizace kalu

Stabilizace kalu je takové zpracování kalu, které zajišťuje jeho hygienickou nezávadnost. Surový kal obsahuje velké množství bakterií a virů a je tedy materiálem hygienicky vysoce závadným. Proto se požaduje, aby byl čistírenský kal před odvedením mimo ČOV stabilizován. Stabilizace kalu se provádí biologicky v aerobním nebo anaerobním prostředí, nebo chemicky. Stabilizovaný kal je nepáchnoucí, hygienicky nezávadný kal, který lze snadno odvodnit.

Odvodnění kalu

Odvodňování kalu bývá zařazeno za jeho stabilizaci a slouží k dalšímu podstatnému snížení obsahu vody v kalu a tedy i ke snížení celkového objemu kalu. Výsledkem odvodnění je kal s obsahem sušiny 20 – 50 %, pevné konzistence. Odvodňování může být přirozené nebo strojní. Přirozené odvodňování kalu se provádí na kalových polích a lagunách, strojní pomocí pásových lisů, kalolisů a dekantačních odstředivek.



Obrázek 28, 29 Strojní odvodnění kalu (dekantační odstředivka) s valníkem na odvoz kalu – ČOV Rudná (9800 EO)

Zdroj: Vlastní foto

Hygienizace kalu

Před finální likvidací kalu je nutno zničit, nebo alespoň snížit množství patogenních mikroorganismů na přijatelnou hodnotu podle zamýšleného využití kalu. Metody zaměřené pouze na zneškodňování patogenů jsou fyzikální (využívající teplotu, radiaci, ultrazvuk, mechanickou destrukci buněk mikroorganismů) nebo chemické (využívají účinků silných činidel, jako je chlor, ozon, formaldehyd nebo fenol).

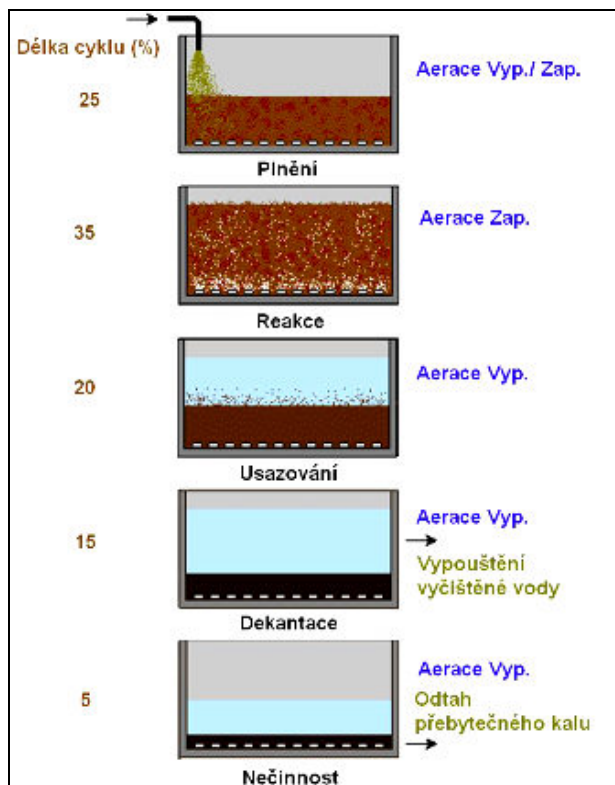
Využití kalů nebo jejich finální likvidace

Odvodněný a stabilizovaný kal je třeba nějakým způsobem z ČOV odstranit. Nejlepším řešením je jeho další využití, nejčastěji v zemědělství. To se provádí buď použitím kalu jako hnojiva (bez dalších úprav), nebo zpracováním v průmyslových kompostech. Jinou variantou využití kalu je jeho zakomponování do stavebních materiálů (cihel, cementu). Finální likvidací kalu se rozumí jeho spalování nebo skládkování. [3][4][5][7][8][11][12][14][17]

3.1.6.2 Technologie SBR

Při biologickém čištění odpadních vod kulturou mikroorganismů aktivovaného kalu ve vznosu se používají ČOV s kontinuálním nebo diskontinuálním průtokem. U kontinuálních systémů čištění je nutné za aktivační nádrž zařadit nádrž dosazovací. U systémů s diskontinuálním (přerušovaným) průtokem odpadá nutnost použití dosazovací nádrže. Funkce dosazovací nádrže je nahrazena přerušením činnosti reaktoru SBR a odčerpáním vyčištěné vody po odsazení kalu.

Technologie SBR (Sequencing Batch Reactor) je charakteristická tím, že procesy čištění odpadních vod se odehrávají v jednom reaktoru (nádrži) v následně na sebe navazujících periodách. Tedy v jednom reaktoru dochází ke střídání jednotlivých fází v průběhu času. Systém SBR má obvykle 5 procesní fáze.



Obrázek 30 Schématické znázornění jednotlivých fází SBR

Zdroj: *Alternativní technologie čištění odpadních vod pro malé a střední obce* [online]. [cit. 26. 11. 2013]. Dostupný z: http://www.kr-ustecky.cz/VismoOnline_ActionScripts/File.ashx?id_org=450018&id_dokumenty=1672190

V první fázi plnění vstupuje odpadní voda do reaktoru smíchána s aktivovaným kalem. Během následující provzdušňované fáze, fáze reakce dochází k biodegradaci organických látek a k transformaci amoniakálního dusíku až na dusík dusičnanový. Délka aerační fáze významnou měrou určuje stupeň biodegradace organických látek. Odstraňování fosforu z odpadní vody je prováděno dávkováním síranu hlinitého či železitého, který je často přidáván v průběhu této fáze. Další fáze, je fáze usazovací, během níž dochází ke gravitační separaci vyčištěné odpadní vody a aktivovaného kalu. Aerobní bakterie využívají zbytek rozpuštěného kyslíku, kdežto blízko dna nádrže jsou již podmínky vhodné spíše pro anoxické a anaerobní bakterie, což vede zpravidla k zahájení procesu denitrifikace, tj. transformace vzniklých dusičnanů (během nitrifikace) na plynný dusík. Odpouštění vyčištěné odpadní vody z reaktoru je ve fázi dekantace.



Odpouštění vody musí být prováděno pomalu, aby nedocházelo ke vzniku turbulencí. To by mohlo způsobit následný únik části usazeného aktivovaného kalu do odtoku a zhoršit tak významnou měrou jeho kvalitu. Vyčištěná odpadní voda je poté vypouštěna do recipientu. V poslední fázi – fázi nečinnosti je odstraňován přebytečný kal (nadbytek kalu, který vzniká jeho růstem). Přebytečný kal je obvykle čerpán do kalových nádrží za účelem redukce jeho objemu a následné stabilizace.

Vhodnost použití

- Pro obce do cca 5000 EO
- Pro objekty (obce) s trvalým provozem

Výhody

- snadné ovládání – minimální obsluha a údržba
- jednoduchá konstrukce a automatizace
- vysoká míra flexibility provozu – docílení maximální efektivity procesů, regulace délky oxických-anoxických-anaerobních fází
- vysoká kvalita odtoku i při nevyrovnaném denním nátoku surové odpadní vody
- vysoká a stálá kvalita odtoku
- nižší prostorové nároky oproti kontinuálním systémům
- není zde přímé hydraulické propojení mezi přítokem a odtokem

Nevýhody

- v případě napojení na jednotnou kanalizaci může během nadměrných srážkových událostí docházet k hydraulickému přetížení systému
- prudké zvýšení množství nátoků může vyvolat nutnost urychlení jednotlivých fází procesu a tak vypuštění „nedočistěné“ odpadní vody [18][23]

3.1.7 Domovní čistírny odpadních vod (5-50 EO)

Domovní čistírny se používají k čištění odpadních vod z jednotlivých staveb nebo jejich skupin, přičemž počet napojených obyvatel nesmí převýšit hodnotu 50 EO.

DČOV jsou dodávány obvykle jako tzv. balené, přímo od výrobce a montují se namísto. Dodávají se v kontejnerovém provedení z plastů, laminátu a nerez. Výrobky bývají opatřeny certifikátem, který stanovuje použitelnost daného typu DČOV, dosažitelné hodnoty jakosti vod na odtoku apod.



Mezi základní způsoby čištění patří anaerobní a aerobní čištění, popřípadě jejich kombinace. Jsou založeny na principu biologického odbourávání přiváděného znečištění mikroorganismy. Anaerobní způsob lze charakterizovat jako proces bez přístupu kyslíku s nižší účinností čištění než aerobní, který vyžaduje dodávku kyslíku do aktivační směsi (dmychadlem, biokontaktorem, čerpadlem s ejektorem apod). [15][16]

3.1.7.1 Anaerobní domovní čistírny odpadních vod

Čistírnu tvoří kompaktní nádrž dělená na část usazovací, anaerobní reaktor s biofiltrem a dosazovací prostor. Mikrobiální rozklad organického znečištění probíhá bez přístupu vzdušného kyslíku a je zesílením přírodních procesů probíhajících samovolně na dně rybníků nebo jezer. Působením anaerobního mikrobiologického osídlení, které narůstá na členité ploše biofiltru, dochází k postupnému snižování obsahu organických látek v odpadní vodě.

Vhodnost použití

- Malé rekreační objekty
- Objekty s víkendovým provozem

Výhody

- Nízké provozní náklady
- Nulová spotřeba elektrické energie
- Možnost přerušovaného chodu

Nevýhody

- Omezená životnost dočišťovacích filtrů cca 15 let
- Vysoký spád dočišťovacího filtru cca 1 m
- Větší zastavěná plocha [15][16]

3.1.7.2 Aerobní domovní čistírny odpadních vod

Většina DČOV vod je založena na aerobním způsobu čištění odpadních vod. Čistírna má obvykle tři části. Hrubé předčištění, aerobní stupeň, kde dochází k vlastnímu biologickému čištění s následným oddělením kalu od vyčištěné vody, a nakonec prostor na skladování produktů čištění.

Příklady DČOV využívající aerobní způsob čištění odpadních vod: DČOV s biofiltry, DČOV s bionosiči a DČOV s aktivační nádrží (kontinuálně, diskontinuálně protékané a DČOV TOPAS).

Domovní čistírny s biofiltry

Základním principem čištění je činnost mikroorganismů přisedlých na pevném podkladu (bionosiči), na který se skrápěcím zařízením rozstříkuje voda.

Vhodnost použití

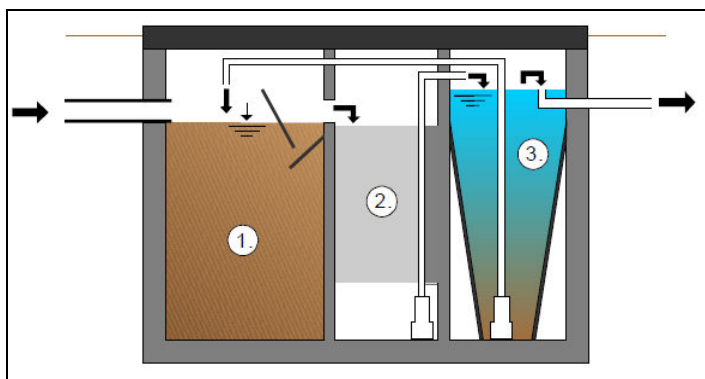
- Pro objekty trvale obydlené

Výhody

- Nízké provozní náklady
- Nenáročná obsluha

Nevýhody

- Možnost zanesení filtru při špatné funkci primární sedimentace [11][15][16]



Vysvětlivky:

1- primární sedimentace; 2- biologický filtr; 3- dosazovací nádrž

Obrázek 31 Schéma domovní čistírny odpadních vod s biofiltrem

Zdroj: Domovní čistírny s biofiltry, In. *Fonhit*. [online]. © 2002 Fonhit s.r.o. [cit. 22. 9. 2013]. Dostupný z: <http://www.fonhit.sk/infoocov.htm>

Domovní čistírny s biodisky

Rotační biodiskové čistírny podobně jako biofiltry využívají činnosti mikroorganismů přisedlých na bionosiči. Na rozdíl od biofiltrů však není tento nosič skrápěn, ale rotuje (otáčí se) částečně ponořen do odpadní vody.

Vhodnost použití

- Objekty trvalého obydlí
- Málo koncentrované odpadní vody

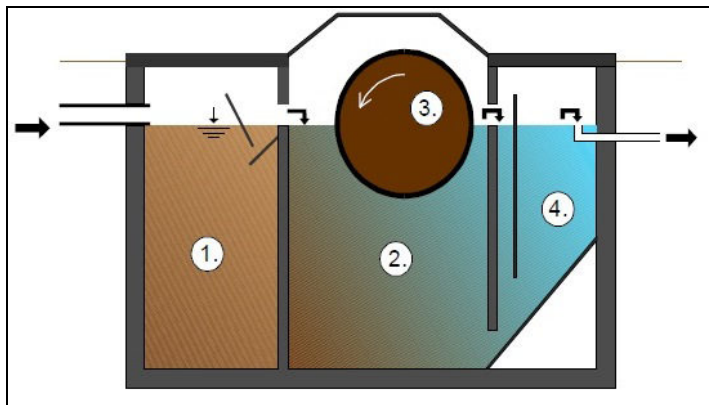
Výhody

- Nízké pořizovací náklady
- Nenáročná obsluha

- Stabilita provozu

Nevýhody

- Ve srovnání s aktivačními technologiemi vyšší spotřeba elektrické energie



Vysvětlivky:

1- primární sedimentace; 2- vana biodisků; 3- biodisk; 4- dosazovací nádrž

Obrázek 32 Schéma domovní čistírny odpadních vod s biodisky

Zdroj: SOJKA, Jan. Čistírny odpadních vod pro rodinné domy. Grada publishing. Praha, 2013. ISBN 978-80-247-4504-6

DČOV s biofiltry nebo s biodisky jsou nejrozšířenější typy domovních čistíren v ČR. Hlavní výhodou těchto čistíren s mikroorganismy pevně přisedlými na náplni filtru je, že jsou obecně odolnější proti vůči různým chemikáliím než mikroorganismy v aktivační směsi. [11][15][16]

Domovní čistírny s aktivační nádrží

Způsob čištění je založen výhradně na mikroorganismech udržovaných ve vznosu a aktivační nádrži pomocí provzdušňovacího zařízení. Patří sem systémy s kontinuálním a diskontinuálním průtokem a systém TOPAS.

Vhodnost použití

- Objekty trvalého bydlení

Výhody

- Nízké pořizovací náklady
- Malá energetická náročnost

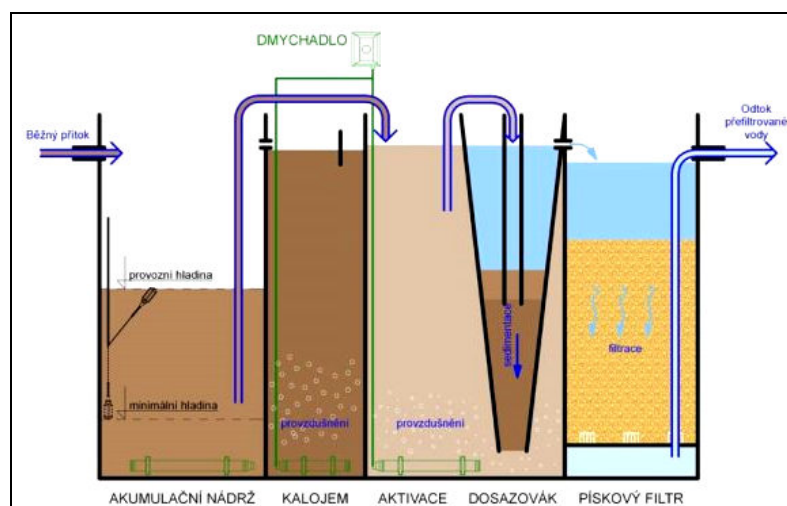
Nevýhody

- Citlivost na nárazové zatížení

DČOV s aktivační nádrží - systém TOPAS

Činnost čistírny TOPAS se zakládá na střídání dvou fází (fáze průtočné a fáze regenerace), které reguluje řídicí plovákový spínač umístěný v přítokové komoře.

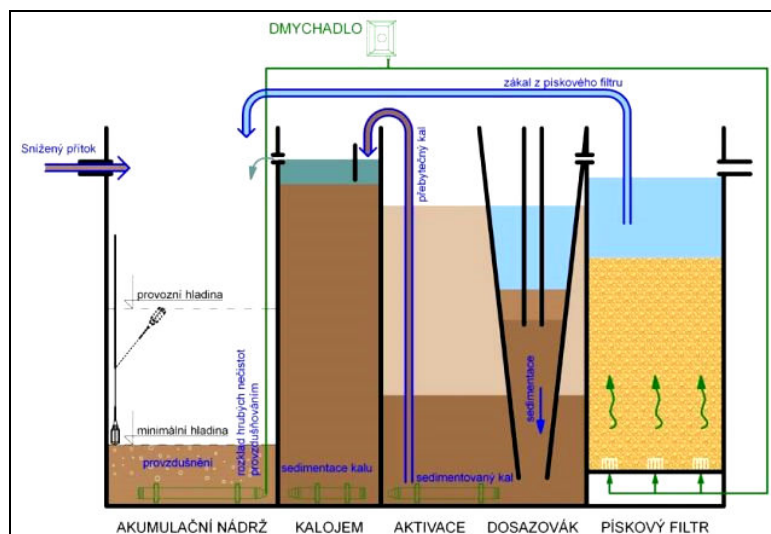
V první fázi, fázi průtočné dochází k samotnému čištění odpadní vody. Surové odpadní vody natékají do akumulární nádrže, kde dochází k usazení hrubých nečistot. Předčištěná odpadní voda je z akumulární nádrže přečerpávána vzduchovým čerpadlem (mamutkou) do aktivační nádrže, kde probíhá vlastní proces čištění odpadních vod aktivovaným kalem ve vlnosu. Poté je směs vyčištěné vody a kalu načerpávána do kónické dosazovací nádrže, kde kal sedá ke dnu a otvorem ve spodní části dosazovací nádrže, propadá zpět do aktivační komory. Vyčištěná voda přepadá do nádrže pískového filtru, kde gravitačně protéká ke dnu a současně se dočišťuje. Z mezidna pískového filtru je vyčištěná voda odčerpávána do odtoku z ČOV. Zároveň dochází k provzdušňování kalojemu proto, aby kal nezahnil a byl aerobně stabilizován.



Obrázek 33 Schéma fáze průtočné – DČOV TOPAS

Zdroj: ČOV TOPAS, In. *TOPOL WATER* [online]. © TopolWater, s.r.o. 2006 [cit. 5. 9. 2013] Dostupný z: <http://www.topolwater.com/domovni-cov-funkce.htm#3>

Druhá fáze, fáze regenerace nastává při nedostatečném přítoku splaškových vod, kdy hladina v akumulární nádrži dosáhne minimální výšky. Dojde k odčerpání usazeného přebytečného kalu z aktivační nádrže do kalojemu, kde kal sedimentuje. V horní části kalojemu přepadá přebytečná voda zpět do akumulární nádrže, která se provzdušňuje, aby nedocházelo k anaerobním procesům a ke vzniku zápachu. Jejím provzdušňováním současně dochází k rozmělnění usazených hrubých nečistot. V této fázi dále dochází k provzdušňování dosazovací nádrže a odtahu plovoucích nečistot z jejího povrchu zpět do aktivace. Zároveň probíhá automatické praní pískového filtru.



Obrázek 34 Schéma fáze regenerace – DČOV TOPAS

Zdroj: ČOV TOPAS, In. *TOPOL WATER* [online]. © TopolWater, s.r.o. 2006 [cit. 5. 9. 2013] Dostupný z: <http://www.topolwater.com/domovni-cov-funkce.htm#3>

Výhody

- Flexibilita na proměnlivé zatížení (Při dočasném nedostatku odpadních vod se častým přepínáním chodu ČOV doplňují živiny do aktivační nádrže z vyrovnávací komory, kde dochází k jejich uvolňování ze směsi primárního a přebytečného kalu.)
- Jednoduchá obsluha
- Automatický provoz [24]

3.1.8 Systém domovních čistíren TOP-PRESS

Systém domovních čistíren odpadních vod a sběrného potrubí TOP-PRESS optimálním způsobem kombinuje výhody tlakové kanalizace a domovních ČOV.

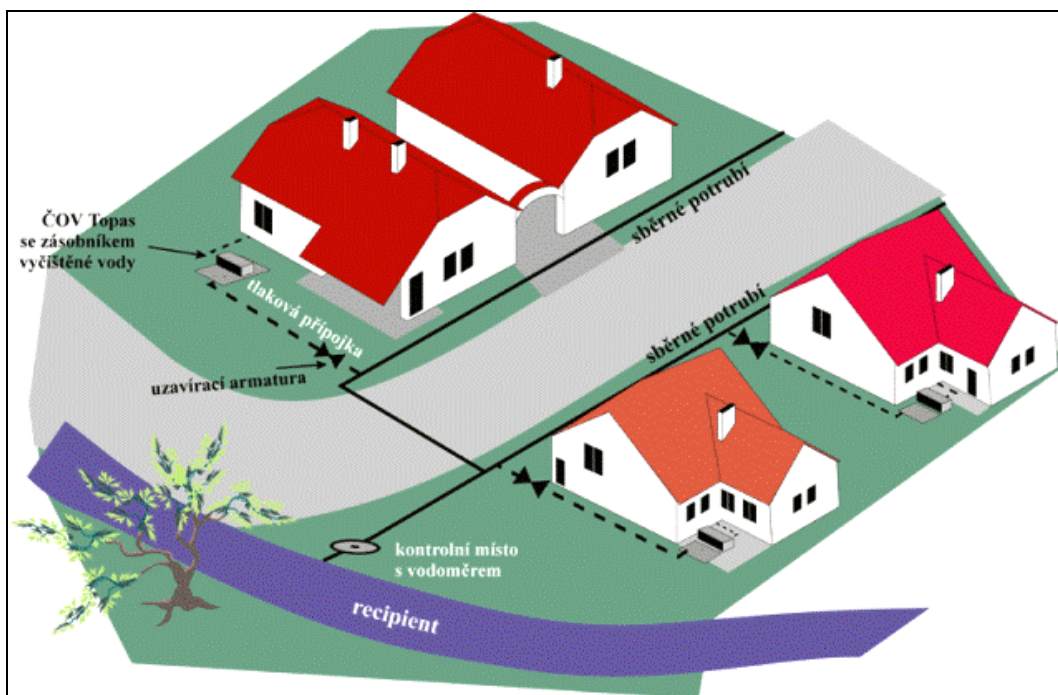
Princip tohoto řešení spočívá ve zřízení domovních ČOV se zásobníkem předčištěné vody a s čerpadlem o dostatečné dopravní výšce u každé nemovitosti. Předčištěné odpadní vody z domovní ČOV natékají do zásobníku, kde se buď akumulují, pokud je majitel využívá ve vegetačním období k závlisce, nebo se pravidelně odčerpávají do veřejného sběrného potrubí, které je vyústěno do recipientu. Chod čerpadla je plně automatizovaný v závislosti na naplnění zásobníku vyčištěné vody. Sběrné potrubí se ukládá do nezámrazné hloubky bez ohledu na konfiguraci terénu. V místě napojení domovní kanalizační přípojky předčištěné vody na sběrné potrubí je osazen ventil, který umožňuje odpojení domovní čistírny od sběrného potrubí, pokud

kvalita vody na odtoku z DČOV nedosahuje požadovaných hodnot. Tím je zajištěna ochrana vodního toku. Ucelená lokalita je pak jedním výústním objektem, který slouží ke kontrole kvality a množství vypouštěné vody, napojena na veřejnou vodoteč.

Provozovatel systému (zpravidla obec) obvykle 1 krát za 6 měsíců zajistí odkalení domovních ČOV fekálním vozem a zároveň zkontroluje jejich funkci. Jedna náplň fekálního vozu přitom postačí na odkalení cca 30 ks ČOV.

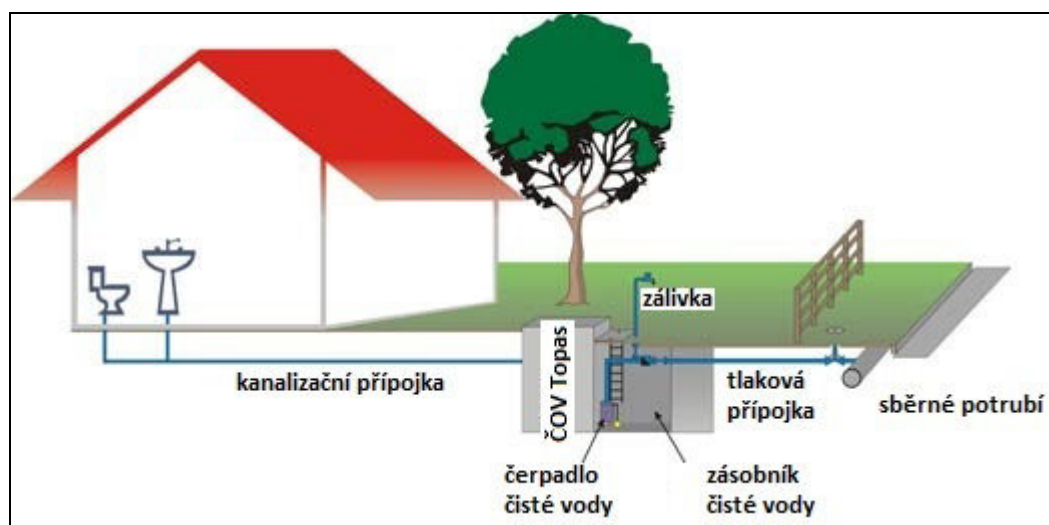
Výhody

- Postupné připojení jednotlivých uživatelů, dle jejich požadavků a finančních možností.
- Systém je vhodný i do ochranných pásem vodních zdrojů, neboť nemůže dojít k havárii centrální ČOV a kvalita na odtoku do vodoteče je zaručena možností odpojení nesprávně provozovaných domovních ČOV ze systému uzavřením zemního ventilu.
- Provozovatel systému (obvykle obec) má minimální provozní i investiční náklady [22][31]



Obrázek 35 Schéma systému TOP-PRESS

Zdroj: Systém TOP-PRESS, In. *TOPOL WATER* [online]. © TopolWater, s.r.o. 2006 [cit. 8. 9. 2013]
Dostupný z: <http://www.topolwater.com/domovni-cov-top-press.htm>



Obrázek 36 Systém TOP-PRESS

Zdroj: Systém TOP-PRESS, In. *TOPOL WATER* [online]. © TopolWater, s.r.o. 2006 [cit. 8. 9. 2013]
Dostupný z: <http://www.topolwater.com/domovni-cov-top-press.htm>



4 LEGISLATIVNÍ RÁMEC

Tato kapitola se zaměřuje na přehledné shrnutí legislativy vodního hospodářství ve vztahu k procesu čištění odpadních vod.

4.1 Obecná struktura legislativy vodního hospodářství ČR

Právní základ legislativy ve vodním hospodářství je ustanoven v ústavním zákoně č.1/1993 Sb., Ústava České republiky (čl. 7) a v ústavním zákoně č.2/1993 Sb., Listina práv a svobod (čl. 35).

V současné době patří právní úpravy ve vodním hospodářství do celé oblasti životního prostředí. Průřezovým a nadřazeným právním předpisem celé této oblasti je zákon č.17/1992 Sb., o životním prostředí, ve znění pozdějších předpisů.

Pro ČR jakožto člena Evropské unie platí v oblasti ochrany vod závazný právní předpis, kterým je tzv. Rámcová směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES, která ustanovuje závazky státu pro rámec činností v oblasti vodní politiky. Tato směrnice stanovuje několik cílů, mezi něž patří prevence a omezování znečišťování, podpora udržitelného užívání vod, ochrana životního prostředí, zlepšení stavu vodních ekosystémů a zmírnění účinků povodní a období sucha.

Mezi základní zákonné právní předpisy na úseku vodního hospodářství ČR (v oblasti odvádění a čištění odpadních vod a nakládání s odpady z čistírenských procesů) patří především zákon č.254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů, zákon č.274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů a zákon č.185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů.

V oblasti výkonu činností ve výstavbě musejí být plněny povinnosti dané zákonem č.183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním úřadu (stavební zákon), v platném znění, a jeho prováděcími předpisy.

Plnění úkolů v přenesené působnosti vykonávají obce a kraje v rozsahu stanoveném zákonem č.128/2000 Sb., o obcích (obecním řízení), a č.129/2000 Sb., o krajích (krajské řízení), ve znění pozdějších předpisů. Legislativní systém doplňují konkrétní rozhodnutí vodoprávních a stavebních úřadů, které jsou závazné pro ty činnosti, k nimž je rozhodnutí vydáno a nabude právní moci.



Tabulka 2 Seznam nejdůležitějších souvisejících zákonů

Předpis	Název
Zákon č. 254/2001 Sb.	Zákon o vodách a změně některých zákonů (vodní zákon), po novele zákonem č. 150/2010 Sb., účinné od 1.8.2010
Zákon č. 274/2001 Sb.	Zákon o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a změně některých zákonů
Zákon č. 460/2004 Sb.	Úplné znění zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny
Zákon č. 185/2001 Sb.	Zákon o odpadech a změně některých zákonů
Zákon č. 17/ 1992 Sb.	Zákon o životním prostředí
Zákon č. 183/2006 Sb.	Zákon o územním plánování a stavebním řádu

Tabulka 3 Seznam nejdůležitějších souvisejících vyhlášek

Vyhláška č. 432/2001 Sb.	o dokladech žádosti o rozhodnutí nebo vyjádření a o náležitostech povolení, souhlasů a vyjádření vodoprávního úřadu
Vyhláška č. 20/2002 Sb.	o způsobu a četnosti měření množství a jakosti vody
Vyhláška č. 216/2011 Sb.	o náležitostech manipulačních řádů a provozních řádů vodních děl
Vyhláška č. 590/2002 Sb.	o technických požadavcích pro vodní díla
Vyhláška č. 142/2005 Sb.	o plánování v oblasti vod
Vyhláška č. 428/2001 Sb.	kteřou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů
Vyhláška č. 123/2012 Sb.	o poplatcích za vypouštění odpadních vod do vod povrchových

Tabulka 4 Seznam nejdůležitějších souvisejících nařízení vlády

Nařízení vlády č. 23/2011 Sb.	o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech
Nařízení vlády č. 416/2010 Sb.	o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění odpadních vod a náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod podzemních

Hierarchie správy ve vodním hospodářství ČR

Správu ve vodním hospodářství vykonává Česká inspekce životního prostředí a příslušný vodoprávní úřad. Vodoprávní úřad je v oblasti provádění, povolování, užívání,



a v odstraňování vodních děl¹ speciálním stavebním úřadem, jehož pravomoci jsou ustanoveny zákonem č.254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů.

Vodoprávními úřady jsou:

- Ministerstva jako ústřední vodoprávní orgán
- Krajské úřady
- Obecní úřady obcí s rozšířenou působností
- Obecní úřady
- Újezdní úřady na území vojenských újezdů

Obecní úřady rozhodují ve věci obecného nakládání s vodami, nejde-li o vodní toky tvořící státní hranice.

Obecní úřady obcí s rozšířenou působností vykonávají působnost, která podle zákona č. 150/2010 Sb., o vodách, ve znění pozdějších předpisů, přísluší vodoprávnímu úřadu, pokud ji tento zákon nesvěřil jiným orgánům.

Krajské úřady

- Rozhodují ve věcech hraničních vod po projednání s příslušnými ministerstvy (zemědělství, životního prostředí, pokud má rozhodnutí vliv na průběh státní hranice, tak i ministerstvo vnitra)
- Vyjadřují se k stavbám, které mohou výrazně ovlivnit nakládání s vodami, ochranu vod a ochranu před povodněmi a ve věcech, které si vyhradí
- Povolují vypouštění odpadních vod do vod povrchových ze zdrojů znečištění větších nežli 10 000 EO
- Povolují vodní díla umožňující nakládání s vodami
- V případech, kdy jim přísluší povolovat vodní díla, rozhodují i o ostatních náležitostech, které se týkají těchto děl
- Schvalují manipulační a provozní řady vodních děl, která povolují
[9][12][14][15]

¹ Dle §55 vodního zákona je vodní dílo stavba, která slouží ke vzdouvání a zadržování vod, umělému usměrňování odtokového režimu povrchových vod, k ochraně a užívání vod, k nakládání s vodami, ochraně před škodlivými účinky vod, úpravě poměrů nebo k jiným účelům sledovaným vodním zákonem. V §55 je také uveden výčet vodních děl.



4.2 Nejdůležitější zákony a nařízení vlády v oblasti ochrany vod před znečištěním

Vodní zákon

Základní obecnou úpravou vod včetně vod odpadních se zabývá zákon č.150/2010 Sb., kterým se mění zákon č.254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů. V tomto zákoně je vymezen pojem odpadní vody a dále je zde upravena možnost nakládání s těmito vodami, včetně postupů při vydávání příslušných povolení. Dále tento zákon upravuje i způsob zjištění a vybírání poplatků za vypouštění odpadních vod do vod podzemních a povrchových. V zákoně se nachází i sankce.

Zákon o vodovodech a kanalizacích

Nakládání s odpadními vodami odváděnými do kanalizace upravuje zákon č.274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích, ve znění pozdějších předpisů. Jsou zde vyjma vymezení základních pojmů upraveny i vzájemná práva a povinnosti mezi producenty a vlastníky nebo provozovateli kanalizací včetně možných sankcí v případě porušení povinností.

Zákon o odpadech

Povinnosti při nakládání s kaly z čistíren odpadních vod a další biologicky rozložitelné odpady upravuje zákon č.185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů. Jsou zde kromě vymezení základních pojmů uvedeny i povinnosti při používání kalů.

Stavební zákon

V oblasti výkonu činností ve výstavbě musejí být plněny povinnosti dané zákonem č.183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním úřadu (stavební zákon), v platném znění, a jeho prováděcími předpisy. Stavební zákon včetně technických požadavků na stavby musí být respektován v územně plánovací a projektové činnosti, při povolování, provádění, užívání a odstraňování staveb. V oblasti povolování vodních děl je speciálním stavebním úřadem stanoven vodoprávní úřad, který při své činnosti používá odpovídající ustanovení zákona č.254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů. [9]



Zákon o životním prostředí

Zákon č.17/1992 Sb., o životním prostředí, ve znění pozdějších předpisů je hlavním pilířem v legislativě životního prostředí. Definiuje základní pojmy a stanovuje základní zásady ochrany životního prostředí a povinnosti právnických i fyzických osob při ochraně a zlepšování stavu životního prostředí a využívání přírodních zdrojů. Vychází přitom z principu trvale udržitelného rozvoje². [20]

Nařízení vlády o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod

Základním podzákoným předpisem je nařízení vlády č.61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, ve znění nařízení vlády č.229/2007 Sb. a nařízení vlády č.23/2011 Sb. Tento předpis vychází z požadavků obsažených ve směrnicích ES. Kromě úpravy základních pojmů a způsobu měření objemu vypouštěných odpadních vod jsou v přílohách obsaženy i konkrétní limity znečištění odpadních vod pro jednotlivé druhy odpadních vod. Dále jsou v nařízení vyhlášena citlivá území.

² Zákon č.17/1992 Sb., o životním prostředí, ve znění pozdějších předpisů definuje v § 6 trvale udržitelný rozvoj jako rozvoj, který současným i budoucím generacím zachovává možnost uspokojovat jejich základní životní potřeby a přitom nesnižuje rozmanitost přírody a zachovává přirozené funkce ekosystémů



5 OBEC ÚHONICE

5.1 Poloha, popis obce Úhonice

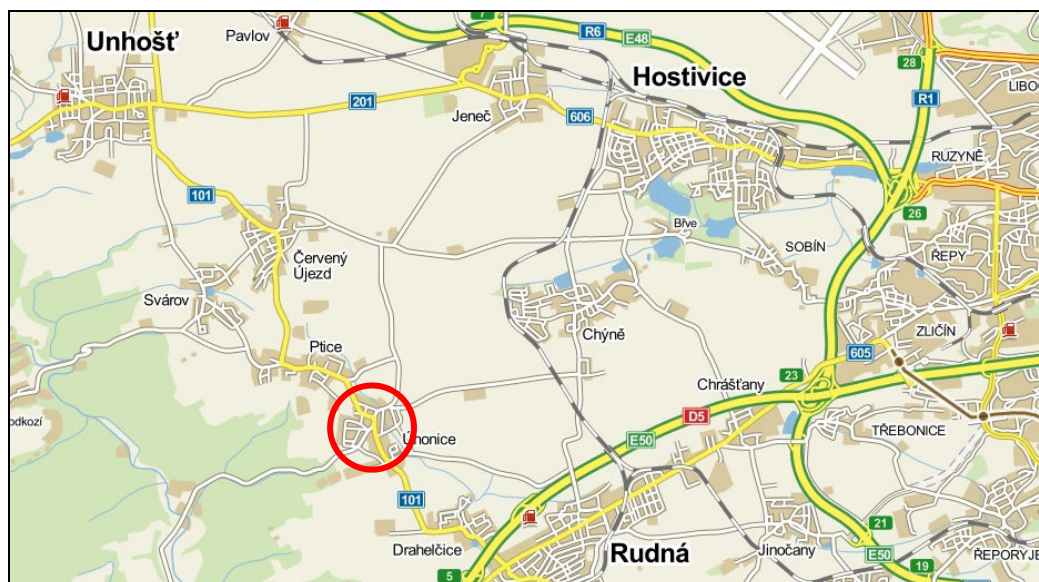
Obec Úhonice se nachází asi 20 km západně od Prahy na území okresu Praha západ a náleží pod kraj Středočeský.



Obrázek 37 Mapa ČR - poloha obce Úhonice

Zdroj: vlastní vyhotovení, podklad: *Slepé mapy* [online]. [cit. 19. 8. 2013]. Dostupný z: <http://www.slepamapa.cz/slepa-mapa-cr-kraje.html>

Obec Úhonice se rozkládá mezi obcí Ptice, vzdálené asi 2 km na severozápad a městem Rudná, vzdálené asi 3 km jihovýchod.



Obrázek 38 Zákres polohy obce Úhonice

Zdroj: vlastní vyhotovení, podklad: *Mapy.cz* [online]. [cit. 19. 8. 2013]. Dostupný z: www.mapy.cz



Tabulka 5 Obecné informace o obci Úhonice [33]

POÚ	Hostivice	
ORP	Černošice	
Okres	Praha západ	
Místní části	1	
Počet obyvatel (21.6.2013)	992	
Rozloha katastrálního území	994 ha	
Zastavěná plocha	18 ha	
Veřejný vodovod	ANO	
Plynofikace obce	ANO	
Kanalizace splašková	NE	
Kanalizace dešťová	ANO	
ČOV	NE	
ZCHÚ [27]	NE	
CHOPAV [27]	NE	
Chráněná ložiska [27]	NE	
Přírodní park	ANO	Povodí Kačáku (západní část katastru obce)
Odhad počtu obyvatel (20 let)	1900	
Vodní tok v sídle	ANO	Radotínský potok
Producenti průmyslových vod	NE	



Obrázek 39 Obecní úřad Úhonice

Zdroj: Vlastní foto

Obec Úhonice leží ve velmi mírně zvlněné krajině Radotínského potoka ve výšce 384 - 394 m nad mořem. První zmínku o obci nalezneme v historických pramenech již v roce 1143.

Celková katastrální plocha obce je 994 ha, z toho orná půda zabírá 61 % a



přibližně 33% tvoří lesy. Obcí protéká Radotínský potok, který pramení nedaleko sousední obce Ptice v nadmořské výšce 405 m a dále se vlévá do řeky Berounky.

V obci bylo k 21. 6. 2013 celkem 992 trvale hlášených obyvatel, 393 zkolaudovaných rodinných domů a 36 rekreačních objektů, především v chatové oblasti Chrbiny.

Obcí prochází frekventovaná silnice II/101, která tvoří páteř urbanistické struktury obce. Funkce obce v osídlení je a bude především obytná. V obci je 97 % trvale žijících obyvatel. Většina obyvatel v současné době dojíždí za prací a studiem do Prahy. Obytnou zástavbu tvoří převážně rodinné domy a adaptované zemědělské usedlosti soustředěné podél komunikačního systému. Příznivá poloha obce nedaleko hlavního města Prahy, spolu s krajinným zázemím, dává předpoklad nejen sídelní stability, ale i dalšího rozvoje obce. Předpokládá se v průběhu 20ti let zvýšení počtu obyvatel obce až na dvojnásobek, tedy přibližně na 1900. Svědčí o tom i rozvoj výstavby rodinných domů a vývoj počtu obyvatel v posledním desetiletí, kdy vzrost počet obyvatel o jednu čtvrtinu.

Na školní docházku využívají děti v obci základní školu nižšího stupně (1. až 5. ročník) a předškoláci mohou chodit do školy mateřské. Pro využití volného času je v obci k dispozici sportovní hřiště. Dále bychom v obci našli knihovnu, kostel a hřbitov. Z další občanské vybavenosti je zde poštovní úřad. Místní obyvatelé mohou využívat plynofikaci a vodovod. [32][33]



Obrázek 40, 41 Základní škola v obci Úhonic

Zdroj: Vlastní foto

5.2 Současný stav vodního hospodářství v obci

V roce 2007 byl v obci vybudován veřejný vodovod, který je napojen na stávající skupinový vodovod „Pavlov – Červený Újezd – Ptice“. Mimo veřejný vodovod jsou k zásobení obyvatel pitnou vodou využívány domovní a jedna obecní studna. Kvalita vody ve studních však nevyhovuje hygienickým požadavkům na pitnou vodu z důvodů vysokého obsahu dusičnanů.

Obec Úhonice nemá vybudovaný systém kanalizace pro veřejnou potřebu. Splaškové vody od trvale (v 87 % případech) i přechodně žijících obyvatel (ve 100 % případech) jsou akumulovány v bezodtokých jímkách (žumpách) a následně odváženy ke zpracování na ČOV v obcích Beroun, Rudná a Ledenice. Ostatní splaškové vody od trvale žijících obyvatel (v 10 % případech) jsou odváděny po předčištění v septicích do Radotínského potoka. V obci je 8 domovních čistíren, na kterých jsou čištěna 3 % splaškových vod od trvale žijících obyvatel.

Odvádění dešťových vod z intravilánu je částečně zajišťováno stávající dešťovou kanalizací. Recipientem je Radotínský potok. V některých částech obce jsou dešťové vody odváděny systémem příkopů, struh a propustků a zasakovány do terénu.

[28]



Obrázek 42, 43 Zaústění srážkových vod do dešťové kanalizace v obci Úhonice

Zdroj: Vlastní foto



5.3 Množství a složení splaškových odpadních vod z obce Úhonice

V následující tabulce jsou uvedeny vstupní hodnoty množství a znečištění odpadních vod, které jsou rozhodující pro dimenzování biologického stupně centrální ČOV.

Tabulka 6 Bilance množství a znečištění odpadních vod na přítoku ČOV Úhonice

Ukazatel	Měrná jednotka	Současný stav (I. etapa)	Výhledový stav (II. etapa)
Počet obyvatel			
Úhonice (EO)	os	1000	1900
Specifická potřeba vody (q)	l/os.den	110	110
Balastní vody (Q_b)	l/den	50 000	95 000
Množství odpadních vod			
Průměrný bezdeštný denní průtok (Q_{24})	l/den	160 000	304 000
Maximální bezdeštný hodinový průtok ($Q_{h,min}$)	l/hod	17 208	32 696
Minimální bezdeštný hodinový průtok ($Q_{h,min}$)	l/hod	6 208	11 796
Návrhový průtok (Q_n)	l/hod	34 417	65 392
Znečištění – přítok na ČOV			
BSK ₅	mg/l	375	375
	kg/den	60	114
CHSK _{cr}	mg/l	750	750
	kg/den	120	228
NL	mg/l	344	344
	kg/den	55	104,5
N _c	mg/l	69	69
	kg/den	11	20,9
P _c	mg/l	16	16
	kg/den	2,5	4,75



5.4 Dimenzování profilu potrubí oddílné splaškové stokové sítě s gravitační dopravou odpadních vod obce Úhonice

Tabulka 7 Výpočet profilu potrubí oddílné splaškové stokové soustavy v obci Úhonice

Číslo úseku	Počet obyvatel		k_{\max}	Q_{24} [l/den]	Q_d [l/den]	Q_{\max} [l/hod]	Q_{\dim} [l/hod]	i ‰	n PP	D [mm]	DN [mm]
	E_{oi}	ΣEO									
1	300	300	4,4	33000	49500	9075	18150	8	0,009	153	250
2	220	220	5	24200	36300	7563	15125	8	0,009	143	250
3	100	100	5,9	11000	16500	4056	8113	8	0,009	113	250
4	150	770	2,384	84700	127050	12620	25241	8	0,009	173	250
5	170	170	5,375	18700	28050	6282	12564	8	0,009	133	250
6	30	30	7,2	3300	4950	1485	2970	8	0,009	78	250
7	30	970	2,224	106700	160050	14831	29663	8	0,009	184	250

Minimální profil potrubí (DN) u oddílné splaškové kanalizace s gravitační dopravou odpadních vod se navrhuje 250 mm. V úseku číslo 5, 6, 7 se do budoucna plánuje s výstavbou nových rodinných domů. Navržený profil stokové sítě DN 250 v těchto úsecích pojme odpadní vody i od této nové zástavby.

Součástí výpočtu profilu potrubí oddílné splaškové stokové sítě s gravitační dopravou odpadních vod obce Úhonice je příloha 1: Mapa se schematickým zakreslením úseků pro výpočet profilu potrubí oddílné splaškové stokové sítě s gravitační dopravou odpadních vod obce Úhonice.

5.5 Radotínský potok

Radotínský potok je levostranný přítok Berounky. Do Berounky se vlévá v Radotíně zhruba 3,7 km před jejím ústím do Vltavy ve výšce 192 m n. m. Pramení u obce Ptice ve výšce 405 m n. m., délka toku je 22,6 km a plocha povodí 68,5 km². Protéká obcemi Ptice, Úhonice, Drahelčice, Rudnou, Krahulov, Nučice, Tachlovice, Chýnvice, Choteč, samotou Cikánka a obcí Radotín. Na horním toku protéká po náhorních rovinách Pražské plošiny, pod Tachlovicemi se zařezává do hlubšího údolí. Radotínský potok má pouze malé přítoky. Mezi významnější přítoky patří levostranný Mlýnský potok a pravostranný přítok Šachetský potok.



Základní informace

- Správce vodního toku: Povodí Vltavy, státní podnik, závod Dolní Vltava
- Radotínský potok patří mezi vody lososové³.
- Hydrologické povodí: 4. řádu (číslo: 1-11-05-047)

ČOV na toku od pramene k ústí

- ČOV Ptice (cca 1000 EO)
- ČOV Rudná (cca 9200 EO)
- ČOV Tachlovice (cca 800 EO)
- ČOV Chýnice (cca 700 EO)

Přehled vybraných hydrologických parametrů Radotínského potoka

- Průměrný roční úhrn srážek: 540 – 550 mm
- Územní výpar: 484 mm/rok
- Průměrný průtok (ústí): 135 l/s
- Koeficient odtoku: 0,11
- Specifický odtok: 1,88 l/km²
- Průměrný odtok (roční): 3 878 928 m³/rok

Geomorfologie toku je značně pozměněna od přirozeného stavu. Tok má většinou upravené koryto. V dolní části toku je koryto upraveno pro potřeby bývalých mlýnů, kde jsou průtočné rybníky s náhony. Díky infrastruktuře je tok na několika místech zatrubněn.

Radotínský potok je zčásti pstruhovým tokem (horní úsek toku). Druhotná ichtyocenóza je tvořena převážně uměle nasazovanými druhy především lososovitých ryb (*Salmonidae*), jejichž přirozená reprodukce v biotopu neprobíhá. Dále zde přežívá a reprodukuje se celá řada běžných druhů ryb (např. kapr obecný (*Cyprinus carpio carpio*), lín obecný (*Tinca tinca*), okoun říční (*Perca fluviatilis*)).[25]

5.5.1 Vliv znečištění na recipient – Radotínský potok

Dle §38 vodního zákona každý, kdo vypouští odpadní vody do vod povrchových

³ Vody lososové - jsou podle Nařízení vlády č.71/2003 Sb., o stanovení povrchových vod vhodných pro život a reprodukci původních druhů ryb a dalších vodních živočichů a o zjišťování a hodnocení stavu jakosti těchto vod, povrchové vody, které jsou nebo se stanou vhodnými pro život ryb lososovitých (*Salmonidae*) a lipana (*Thymallus thymallus*)



nebo podzemních, je povinen zajišťovat jejich zneškodňování v souladu s podmínkami stanovenými v povolení k jejich vypouštění. Podmínky stanoví příslušný vodoprávní úřad v souladu s nařízením vlády č.23/2011 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, ve kterém se mimo jiné stanoví množství vypouštěných odpadních vod a emisní limity.

Dle nařízení vlády č.71/2003 Sb., o stanovení povrchových vod vhodných pro život a reprodukci původních druhů ryb a dalších vodních živočichů a o zjišťování a hodnocení stavu jakosti těchto vod, povrchové vody, je Radotínský potok ve svém horním toku (po soutok s vodním tokem Zmrzlík) zařazen mezi vody lososové. Toto nařízení vlády stanovuje povrchové vody, které jsou vhodné pro život a reprodukci původních druhů ryb a dalších vodních živočichů, s rozdělením na vody lososové a kaprové, za účelem zvýšení ochrany těchto vod před znečištěním a zlepšení jejich jakosti tak, aby se staly trvale vhodnými pro podporu života ryb náležejících k původním druhům zajišťujícím přirozenou rozmanitost nebo k druhům, jejichž přítomnost je vhodná; dále toto nařízení upravuje způsob zjišťování a hodnocení stavu jakosti uvedených povrchových vod.

Ukazatel	Značka, zkratka nebo číslo CAS ^{A)}	Jednotka	Požadavky pro užívání vody (průměrná hodnota) ^{B) C)}			
			vodárenské účely (§ 31 zákona) ^{D)}	koupání (§ 34 zákona) ^{E)}	lososové vody (§ 35 zákona) ^{F)}	kaprové vody (§ 35 zákona) ^{G)}
Všeobecné ukazatele ^{J)}						
rozpuštěný kyslík	O ₂	mg/l				
biochemická spotřeba kyslíku	BSK ₅	mg/l			2	
chemická spotřeba kyslíku	CHSK _{Cr}	mg/l				
celkový organický uhlík	TOC	mg/l	8			
celkový fosfor	P _{celk.}	mg/l	0,05 ¹⁾	0,05 ²⁾		
celkový dusík	N _{celk.}	mg/l				
amoniakální dusík	N-NH ₄ ⁺	mg/l			0,03	0,16
dusitanový dusík	N-NO ₂ ⁻	mg/l			0,09	0,14
dusičnanový dusík	N-NO ₃ ⁻	mg/l				
teplota vody	t	°C				³⁾
reakce vody	pH	-				
rozpuštěné látky sušené	RL ₁₀₅	mg/l				
rozpuštěné látky žháné	RL ₅₅₀	mg/l				

Obrázek 44 Ukazatele vyjadřující stav vody ve vodním toku, normy environmentální kvality a požadavky na užívání vod

Zdroj: Příloha č.3 - Nařízení vlády č. 23/2011., In. *Ministerstvo životního prostředí ČR* [online]. © 2008 - 2012 Ministerstvo životního prostředí. [cit. 1. 11. 2013]. Dostupný z: <http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/categories?OpenView&Start=1&Count=30&Expand=2.1#2.1>



Tabulka 8 Ukazatele znečištění (tok nad plánovanou ČOV Úhonice) – Radotínský potok

Ukazatel	Q ₃₅₅ [l/s]	CHSK _{Cr} [mg/l]	BSK ₅ [mg/l]	NL [mg/l]	N-NH ₄ [mg/l]
Tok nad plánovanou ČOV Úhonice	1	25	4	7	1

Zdroj: Povodí Vltavy, státní podnik, závod Dolní Vltava

Vzhledem k zatížení Radotínského potoka již od pramenné části vlivem zemědělské činnosti a dále vypouštěním vod z ČOV Ptice, je dosaženo v recipientu v úseku pod ČOV Ptice koncentrace vyjádřené jako roční průměr v ukazateli BSK₅ 4 mg/l a N-NH₄ 1 mg/l. Není proto možné dodržet hodnoty uvedené v požadavcích na užívání vod pro lososové vody, které jsou stanoveny v tabulce 1a přílohy č. 3 k nařízení vlády č. 61/2003 Sb. ve znění NV 23/2011 Sb.

V takovém to případě, že kombinovaným způsobem vypočtené emisní limity nemohou být dosaženy ani za použití nejlepších dostupných technologií v oblasti zneškodňování odpadních vod a to z důvodu místních přírodních podmínek, stanoví vodoprávní úřad dle aktuálně platné NV 61/2003 Sb. ve znění poslední novelizace z dubna 2011 v NV 23/2011 Sb. emisní limity, pro danou velikost ČOV, ve výši nejpřísnějších limitů tzv. Batů, kterých lze použitím nejlepší dostupné technologie v oblasti zneškodňování odpadních vod nebo v místních přírodních podmínkách dosáhnout.[19]

Kategorie ČOV [EO]	Nejlepší dostupná technologie	CHSK _{Cr}			BSK ₅			NL		N-NH ₄ ⁺			N _{celk}			P _{celk}		
		koncentrace		účinnost [%]	koncentrace		účinnost [%]	koncentrace		průměr	m	účinnost [%]	koncentrace		průměr	m	účinnost [%]	
		p mg/l	m mg/l		p mg/l	m mg/l		p mg/l	m mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
< 500	Nízko až středně zatěžovaná aktivace nebo biofilmové reaktory	110	170	75	30	50	85	40	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500 - 2000	Nízko zatěžovaná aktivace se stabilní nitrifikací	75	140	75	22	30	85	25	30	12	20	75	-	-	-	-	-	-
2001 - 10 000	Nízko zatěžovaná aktivace se stabilní nitrifikací a se simultánním srážením fosforu + mikrosíta či jiná filtrace	70	120	80	18	25	90	20	30	8	15	80	-	-	-	2	5	75

Vysvětlivky

Koncentrace „p“ – přípustné hodnoty; koncentrace „m“ – maximální hodnoty (uváděné maximální koncentrace „m“ jsou nepřekročitelné); koncentrace „prům“ – hodnoty průměru (uváděné hodnoty jsou aritmetické průměry koncentrací za kalendářní rok a nesmí být překročeny)

Obrázek 45 Dosažitelné hodnoty koncentrací a účinností pro jednotlivé ukazatele znečištění při použití nejlepších dostupných technologií v oblasti zneškodňování městských odpadních vod

Zdroj: Nařízení vlády č. 23/2011, In. Ministerstvo životního prostředí ČR [online]. © 2008 - 2012 Ministerstvo životního prostředí. [cit. 1. 11. 2013]. Dostupný z: <http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/categories?OpenView&Start=1&Count=30&Expand=2.1#2.1>



Vzhledem ke skutečnosti, že Radotínský potok náleží dle NV č. 71/2003 Sb. ve svém horním toku mezi vody lososové, doporučuje Povodí Vltavy, státní podnik, závod Dolní Vltava stanovit přísnější emisní limity na odtoku z ČOV, dle následující tabulky.

Tabulka 9 Požadované emisní limity na odtoku z ČOV Úhonice

Ukazatelé	BSK ₅	CHSK _{Cr}	NL	N-NH ₄	P _{celk}
„p“ [mg/l]	15	70	20	prům. 8	prům. 2
„m“ [mg/l]	20	100	30	12	4

Vysvětlivky

Koncentrace „p“ – přípustné hodnoty; koncentrace „m“ – maximální hodnoty (uváděné maximální koncentrace „m“ jsou nepřekročitelné); koncentrace „prům“ – hodnoty průměru (uváděné hodnoty jsou aritmetické průměry koncentrací za kalendářní rok a nesmí být překročeny)

Zdroj: Povodí Vltavy, státní podnik, závod Dolní Vltava

Dle konzultace se správcem povodí – Povodí Vltavy, státní podnik, závod Dolní Vltava musí být do technologie čištění zařazeno zařízení na chemické srážení fosforu tak, aby byl splněn emisní limit pro ukazatele P_{celk}.



6 VARIANTY ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD OBCE ÚHONICE

V současné době je v obci Úhonice většina nemovitostí (98 %) vybavena bezodtokovou jímkou na akumulaci splaškových vod. Tyto vody jsou následně z jímky několikrát do roka vyváženy na ČOV v obcích Beroun, Rudná a Ledenice. Vzhledem k tomu, že vyvážení splašků na ČOV je nákladné, v praxi se občané vyvážení žump vyhýbají a vypouštějí jejich obsah do vodního toku, popřípadě zasakují na svém pozemku. Tuto skutečnost prokazují vysoké koncentrace dusičnanů v podzemních vodách zjištěné ve studních na území obce Úhonice (to svědčí o dlouhodobém fekálním znečištění podzemních vod).

Již od roku 2007 je v obci navržena výstavba splaškové kanalizace oddílné stokové soustavy s gravitační dopravou splaškových vod a centrální mechanicko-biologické ČOV. Bohužel vzhledem k vysokým investičním nákladům na výstavbu je toto řešení zpracování odpadních vod pro malou obec nereálné.

Proto se tato práce zaměřuje na návrh a porovnání možných variant zpracování splaškových odpadních vod z obce Úhonice, které by byly finančně výhodnější, dostatečně účinné a tedy realizovatelné.

Navržené varianty jsou centrální ČOV typu SBR se splaškovou kanalizací oddílné stokové soustavy s gravitační a tlakovou dopravou splaškových vod, odvedení splaškových vod na ČOV ve vedlejší obci Rudná, systém domovních čistíren a sběrného potrubí TOP-PRESS a centrální kořenová čistírna odpadních vod. U jednotlivých variant je popsáno technické řešení, včetně hrubých ekonomických odhadů.

Protože se v obci nenachází žádný průmysl a není zde ani plánován, předpokládá se čištění pouze komunálních vod z domácností. Odvádění dešťových vod z intravilánu bude zajišťovat stávající dešťová kanalizace.



6.1 Stávající návrh gravitační splaškové kanalizace a centrální mechanicko-biologické ČOV v obci Úhonice

Od roku 2007 je v obci Úhonice vypracován návrh pro výstavbu splaškové kanalizace oddílné stokové soustavy s gravitační dopravou vod a centrální mechanicko-biologické ČOV.

Technické řešení

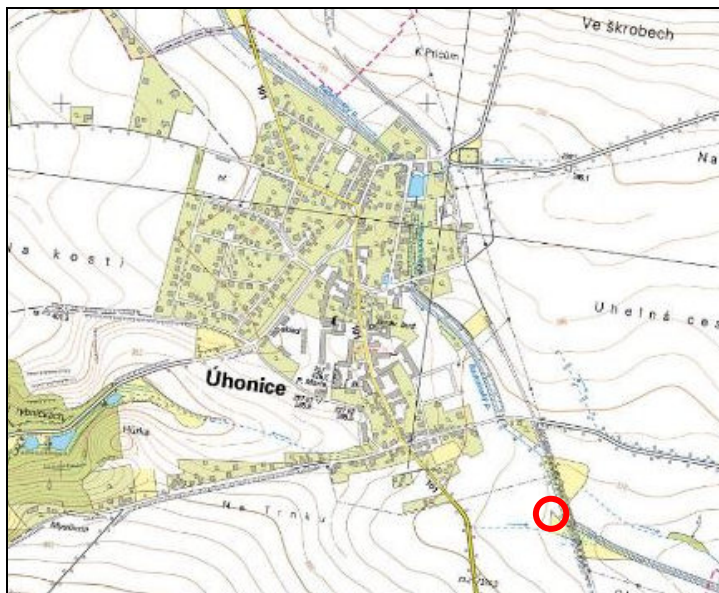
Stoky splaškové kanalizace jsou navrženy hrdlové kanalizační žebrované potrubí z PP DN 300. V úsecích, kde dochází ke křížení Radotínského potoka (4 místa), je jako materiál kanalizace navrženo tvárné litiny DN 300. Kanalizační síť je v celé délce vedena jako gravitační a celková délka navržených stok je 8960 m. Kanalizační přípojky jsou navrženy z PP DN 150 o celkové délce 1675 m. Stávající nesoustavná dešťová kanalizace vybudovaná na území obce Úhonice bude i nadále využívána k odvedení dešťových vod z intravilánu.

K centrální likvidaci splaškových odpadních vod je navržena mechanicko-biologická ČOV, budovaná ve dvou etapách. V rozsahu 1. etapy bude kapacita ČOV 950 EO. 2 etapa je řešena pouze ideově pro případ požadavku na zvýšení kapacity ČOV na cca 1900 EO.

ČOV je navržena jako mechanicko-biologická kontinuálně protékaná pracující jako nízkozatěžovaná aktivace s částečnou aerobní stabilizací kalu při aktivačním procesu a oddělenou aerobní stabilizací přebytečného kalu. Splaškové vody natékají gravitačně přes česlicový koš do čerpací šachty před ČOV, odkud se čerpají na objekt hrubého předčištění (jemné česle a lapák písku). Biologická část je tvořena nitrifikací s předřazenou denitrifikací. Biologicky vyčištěná voda se odděluje od aktivovaného kalu ve vertikální dosazovací nádrži. Z dosazovací nádrže budou předčištěné vody přes Parshallův žlab odtékat do výústního objektu (Radotínský potok). Součástí technologie ČOV je chemické srážení fosforu s dávkováním síranu železitého do aktivační nádrže. Na ČOV je navržena fekální jímka, do které budou přes česlicový koš vypouštěny obsahy žump a septiků. Fekálie budou postupně přečerpávány do ČOV, buď do kalojemu (kal ze septiků) nebo do procesu čištění (odpadní vody ze žump).

Lokalita určená pro výstavbu mechanicko-biologické ČOV je situována v jihovýchodní části řešeného území na hranici katastru obce Úhonice a Drahelčice na

pravém břehu Radotínského potoka na pozemku parcelní č. 378/3. Výstavbou ČOV a příjezdní komunikace dojde k trvalému vynětí plochy 1700 m² ze ZPF. Navržená lokalita pro umístění ČOV umožňuje gravitační odkanalizování zájmového území a je komunikačně přístupná po příjezdní komunikaci, která bude napojena na krajskou silnici II/101. Zároveň navržená lokalita vyhovuje i z hlediska ochranného pásma ČOV, které se navrhuje dle TNV 75 6011. [6]



Obrázek 46 Mapa se zakreslením pozemku č.378/3 k.ú.Úhonic pro umístění ČOV Úhonic

Zdroj: vlastní vyhotovení, podklad: Nahlížení do katastru, In. ČÚZK [online]. © 2004 - 2013 Český úřad zeměměřický a katastrální [cit. 26. 10. 2013]. Dostupný z:<http://nahliznidokn.cuzk.cz/VyberParcelu.aspx>



Obrázek 47, 48 Lokalita pro umístění ČOV Úhonic

Zdroj: Vlastní foto

Finanční náklady stávajícího návrhu zpracování odpadních vod

Náklady spojené s výstavbou a provozem splaškové kanalizace s gravitační dopravou odpadních vod a centrální mechanicko-biologické ČOV hradí provozovatel systému (obvykle obec).



Tabulka 10 Investiční náklady stávajícího návrhu centrální mechanicko-biologické ČOV s gravitační splaškovou kanalizací

	Cena [Kč]
Kanalizační stoky vč. uložení	85 273 300
Kanalizační přípojky vč. uložení	14 472 400
Cena celkem za kanalizaci	99 745 700
ČOV – technologická část	8 587 200
ČOV – stavební část	20 679 900
Cena celkem za ČOV	29 267 100
Cena celkem – investiční náklady	129 012 800

Zdroj: Dokumentace pro stavební řízení., In. *Kanalizace a ČOV v obci Úhonic*. Koneko, 2009

Do stavební části ČOV je zahrnut sdružený objekt ČOV (13 900 699 Kč), příjezdová komunikace a zpevněné plochy, terénní a sadové plochy, oplocení, venkovní osvětlení, přípojka NN, přípojka pitné vody, vnitřní kanalizace a odpad z ČOV, spojovací potrubí.

Tabulka 11 Provozní náklady stávajícího návrhu centrální mechanicko-biologické ČOV s gravitační splaškovou kanalizací

	Cena [Kč/rok]
Cena celkem - provozní náklady	800 000

Zdroj: Dokumentace pro stavební řízení., In. *Kanalizace a ČOV v obci Úhonic*. Koneko, 2009



6.2 Centrální ČOV typu SBR

Pro porovnání různých typů centrálních ČOV a porovnání možných způsobů dopravy splaškových vod je do této práce zahrnuta centrální ČOV systému SBR (firmy TopolWater) s gravitační a tlakovou dopravou splaškových vod. Centrální ČOV systému SBR bude porovnána s již zpracovaným stávajícím návrhem na centrální mechanicko-biologickou ČOV s kontinuálním průtokem v obci Úhonic.

Součástí návrhu varianty: Centrální ČOV typu SBR je příloha 2: Mapa se schematickým zakreslením splaškové kanalizace a ČOV, příloha 3: ČOV FLEXIDIBLOG 1900 EO – půdorys nadzemní části, příloha 4: ČOV FLEXIDIBLOG 1900 EO – půdorys podzemní části, příloha 5: ČOV FLEXIDIBLOG 1900 EO – řez A1 a příloha 6: ČOV FLEXIDIBLOG 1900 EO – řez A2.

Technické řešení

Splaškové vody z obce Úhonic jsou svedeny splaškovou kanalizací oddílné stokové soustavy s gravitační nebo tlakovou dopravou odpadních vod a dále likvidovány na centrální ČOV systému SBR, umístěné na stejném pozemku parcelní č. 378/3, který předpokládá stávající návrh ČOV Úhonic.

Navržená technologie pro ČOV Úhonic se skládá z hrubého předčištění, biologického čištění, kalového hospodářství a zařízení pro odstraňování fosforu. Z hrubého předčištění složeného z ručních česlí (popřípadě strojně stíraného válcové síta) je odpadní voda již zbavená nejhrubších částic vedena do rozdělovacího objektu, popřípadě do prostoru akumulací nádrže a následně do jednotlivých reaktorů SBR. Nátok je řízen elektroklopkami prostřednictvím počítače. Po napuštění reaktoru na nastavenou max. hladinu dojde k intenzivnímu provzdušňování – aktivaci. Při této fázi dochází k samotnému procesu čištění. Po aktivaci dochází k dosazování, kdy aktivovaný kal klesá ke dnu a na povrchu zůstává vyčištěná voda, která je následně odtažena z reaktoru. Posléze se odčerpá přebytečný kal do provzdušňovaného kalojemu (každý reaktor má svůj kalojem). Poté se cyklus opakuje. Kal může být odčerpáván fekálním vozem a vyvážen na kompostování, eventuálně na ČOV v blízkém okolí k dalšímu zpracování, nebo může být ČOV doplněna o strojní odvodnění kalu (snížení množství odváženého kalu).

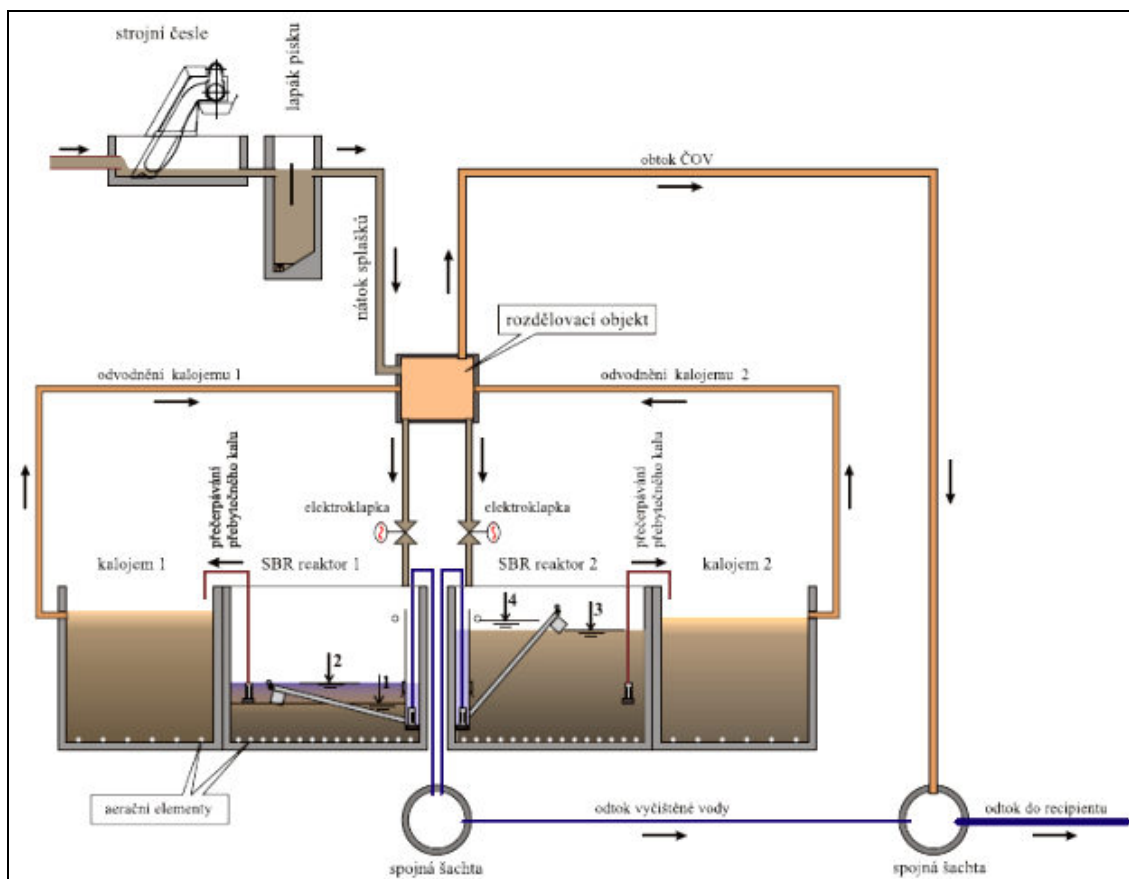
Stálá obsluha ČOV není zapotřebí. Obsluha představuje cca 1-2 hodiny denně a

spočívá především v pravidelné kontrole chodu ČOV (kontrola zařízení, vyklízení skládky shrabků a písku, odvoz stabilizovaného kalu a zápisů do provozního deníku).



Obrázek 49, 50 Strojně stírané válcové síto – ČOV Vyžlovka (cca 1000 EO)

Zdroj: Vlastní foto



Vysvětlivky:

1 – hladina kalu; 2 – hladina minimální; 3 – hladina maximální; 4 hladina denitrifikační

Obrázek 51 Schéma ČOV FLEXIDIBLOK (firmy TOPOLWATER)

Zdroj: ČOV FLEXIDIBLOG, In. *TopolWater* [online]. © TopolWater, s.r.o. 2006 [cit. 23. 10. 2013].
Dostupný z: <http://www.topolwater.com/obecni-cov-flexiblok.htm>

Výhodou tohoto systému je možnost dvouetapové výstavby, která je vhodná i

pro obec Úhonice, kde se předpokládá v průběhu 20ti let nárůst počtu obyvatel z dnešních 1000 EO až na 1900 EO. Systém spočívá ve výstavbě nádrží pro dvoulinkový systém FLEXIDIBLOG, avšak v I. etapě se vystrojí technologií pouze jedna linka, přičemž druhá nádrž slouží jako akumulární. Celá ČOV tak pracuje jako systém s poloviční kapacitou. Tím se zajistí správná funkce ČOV, úspora energie i úspora v opotřebení strojů. Takto postavená ČOV a vystrojená na technologii MONOBLOK-T je schopna vyčistit odpadní vodu od 1100 EO. Při potřebě zvýšení kapacity ČOV (II. etapa) na budoucích 1900 EO se vystrojí druhý SBR reaktor technologií a to bez přerušování čistícího procesu a hlavně bez nutnosti jakýkoliv dalších stavebních prací.[23]



Obrázek 52, 53 Dvojice reaktorů SBR – v jedné nádrži probíhá fáze dekantace, druhá nádrž je ve fázi aerace – ČOV Žehušice (2000 EO)

Zdroj: Vlastní foto

Tabulka 12 Kvalita vody na odtoku z biologického stupně

Ukazatel	CHSK _{Cr}	BSK ₅	NL	N-NH ₄
„p“ [mg/l]	70	15	15	3
„m“ [mg/l]	90	25	25	5

Zdroj: Firma TopolWater

Kvalita vody na odtoku z biologického stupně ČOV vyhovuje emisním limitům, pro danou velikost ČOV, kterou stanovuje vodoprávní orgán dle aktuálně platné NV 61/2003 Sb. ve znění poslední novelizace z dubna 2011 v NV 23/2011 Sb. a to ve výši nejpřísnějších limitů tzv. Batů, které lze použitím nejlepší dostupné technologie v oblasti zneškodňování odpadních vod nebo v místních přírodních podmínkách dosáhnout.



Tabulka 13 Kvalita vody po smísení v toku (I. etapa)

Ukazatel	CHSK _{Cr}	BSK ₅	NL	N-NH ₄
[mg/l]	57	16	19	8

Finanční náklady na centrální ČOV systému SBR

Tabulka 14 Cena technologické části ČOV Úhonic - Monoblog-T 1000 EO (I. etapa)

	Cena [Kč]
Projekt technologie a tvaru stavební části	82 000
<i>Statický návrh ŽB nádrží (odhad - pokud dodáváno)</i>	<i>(35 000)</i>
Technologie ČS před ČOV (česlicový koš, 2 ks čerpadel, jeřábek, rozvaděč, řízení, armatury, výtlaky)	255 000
Ruční česle ČR 600x1000/30x40° (nerez)	37 000
Technologie Monoblok-T 150 m ³ /den (1000 EO) (včetně dopravy, montáže, komplexních zkoušek a zaškolení obsluhy)	1 500 000
Technologie chemického srážení fosforu (2x dávkovací čerpadlo, zásobníky, zachytná vana, armatury, řízení, montáž)	145 000
Měrný objekt na odtoku – Parshallův žlab	156 000
<i>Doplnění technologie ČOV o dálkový přenos dat a připojení na SCADU a k internetu (pokud dodáváno)</i>	<i>(25 000)</i>
Cena celkem technologie (1000 EO)	2 175 000

Zdroj: Firma TopolWater

Tabulka 15 Cena rozšíření technologické části ČOV Úhonic na Flexidiblog 1900 EO (II. etapa)

	Cena [Kč]
Mechanické předčištění – Stírané válcové síto SVS	225 000
<i>Mechanické předčištění – Integrované předčištění IHPE</i>	<i>(580 000)</i>
<i>Mechanické předčištění – Integrované předčištění IHPELS – s integrovaným lisem na shrabky</i>	<i>(642 000)</i>
Technologie Flexidiblok 1900 EO; 285 m ³ /den - doplnění	1 350 000
<i>Strojní odvodnění kalu – dehydrátor Amcon ES-131, včetně chemického hospodářství a kalových čerpadel</i>	<i>(1 540 000)</i>
<i>Dálkový přenos dat (pokud dodáváno)</i>	<i>(35 000)</i>
Cena celkem technologie (rozšíření na 1900 EO)	1 575 000

Zdroj: Firma TopolWater



Tabulka 16 Cena stavební části ČOV Úhonic typu SBR

	Cena [Kč]
Odhad ceny stavební části	7 000 000 – 8 000 000
dle konkrétních podmínek zakládání a požadavků investora	

Zdroj: Firma TopolWater

6.2.1 Centrální ČOV typu SBR s gravitační splaškovou kanalizací

Stoky splaškové kanalizace jsou navrženy z PP DN 250. Kanalizační síť je v celé délce vedena jako gravitační a celková délka navržených stok je stejná jako u stávajícího návrhu tedy 8960 m. Kanalizační přípojky jsou navrženy z PP DN 150 a jsou uvažovány v průměrné délce 8 m u každé nemovitosti. Centrální ČOV typu SBR je navržena v I. etapě výstavby pro 1000 EO.

Hrubý ekonomický odhad

Veškeré náklady spojené s výstavbou a provozem splaškové kanalizace s gravitační dopravou odpadních vod a centrální ČOV investuje provozovatel systému (obvykle obec).

Tabulka 17 Investiční náklady návrhu centrální ČOV typu SBR s gravitační splaškovou kanalizací

	M.J.	Množství	Cena [Kč]	Cena celkem [Kč]
Kanalizace PP DN 250 vč. uložení – v nezpevněné ploše [29]	m	8 960	8 900	79 744 000
Domovní přípojky PP DN 150 vč. uložení v nezpevněné ploše [29]	m	3 144	3 700	11 632 800
Cena celkem za gravitační kanalizaci				91 376 800
Centrální ČOV typu SBR- technologická část (I. etapa)	ks	1	2 175 000	2 175 000
Centrální ČOV typu SBR - stavební část	ks	1	7 500 000	7 500 000
Cena celkem za centrální ČOV typu SBR				9 675 000
Cena celkem - investiční náklady				101 051 000

Tabulka 18 Celkové provozní náklady návrhu centrální ČOV typu SBR s gravitační splaškovou kanalizací

	Cena [Kč/rok]
Provozní náklady – ČOV typu SBR (1000 EO) a gravitační kanalizace	849 100
Cena celkem - provozní náklady	849 100

Zdroj: Firma TopolWater



6.2.2 Centrální ČOV typu SBR s tlakovou splaškovou kanalizací

Varianta centrální ČOV se splaškovou kanalizací oddílné stokové soustavy s tlakovou dopravou splaškových vod je zahrnuta do řešení variant zpracování odpadních vod z obce Úhonic z hlavního důvodu a to je snížení investičních nákladů na stokovou síť, která je vždy nejdražší v systému zpracování a odkanalizování odpadních vod.

Stoky splaškové kanalizace jsou navrženy z PP DN 100. Kanalizační síť je v celé délce vedena jako tlaková. Celková délka navržených stok je 8960 m. Kanalizační přípojky jsou navrženy z PP DN 100 a jsou uvažovány v průměrné délce 8 m u každé nemovitosti. Domovní čerpací stanice je navržena pro každou nemovitost v obci. Centrální ČOV typu SBR je navržena v I. etapě výstavby pro 1000 EO.

Hrubý ekonomický odhad

Výhodou tlakové kanalizace je významné snížení investičních nákladů na výstavbu. Nevýhodou tohoto systému jsou poměrně vysoké náklady na zřízení a vystrojení čerpací stanice u každé nemovitosti a fakt, že se čerpají surové splašky. I při použití kvalitních čerpadel je vždy čerpání surových splašků potencialem problému. Spolehlivost funkce čerpadel je částečně závislá na kázni občanů, kteří do kanalizace vhazují věci, které tam nepatří (igelitové tašky, textilní věci apod.).

Zpravidla není výhodné koncentrovat více nemovitostí do jedné čerpací stanice, jelikož pak může nastat problém mezi vlastníky připojených nemovitostí (s elektrickou přípojkou, obsluhou nebo opravou čerpací stanice). Proto je výhodnější zřízení samostatné čerpací stanice pro každou připojenou nemovitost v obci.

Provozovatel systému (obvykle obec) zainvestuje výstavbu sběrného potrubí a centrální ČOV. Provozní náklady spojené s provozem centrální ČOV hradí provozovatel systému. Zpravidla je u tlakové kanalizace majitelem domovní čerpací stanice vlastník připojené nemovitosti, z důvodu elektrické přípojky. Veškeré náklady energetické a provozní spojené s provozem čerpací stanice pak hradí přímý producent odpadních vod.



Tabulka 19 Investiční náklady návrhu centrální ČOV typu SBR s tlakovou splaškovou kanalizací

	M.J.	Množství	Cena [Kč]	Cena celkem [Kč]
Kanalizace PP DN 100 vč. uložení v nezpevněné ploše [11]	m	8 960	1 600	14 336 000
Domovní přípojky PP DN 100 vč. uložení v nezpevněné ploše [11]	m	3 144	1600	5 030 400
Domovní čerpací stanice	ks	393	78 000	30 654 000
Cena celkem za tlakovou kanalizaci				50 020 400
Centrální ČOV typu SBR- technologická část (I. etapa)	ks	1	2 175 000	2 175 000
Centrální ČOV typu SBR - stavební část	ks	1	7 500 000	7 500 000
Cena celkem za centrální ČOV typu SBR				9 675 000
Cena celkem – investiční náklady				59 695 400

Tabulka 20 Provozní náklady – hradí majitel

	Cena [Kč/rok]
El. energie spotřebovaná vysokotlakým kalovým čerpadlem domovní čerpací stanice	300
Odpisy a náklady na údržbu čerpací stanice	500
Cena celkem - provozní náklady spojené s kal. čerpadlem domovní čerpací stanice	800

Tabulka 21 Provozní náklady – hradí obec

	Cena [Kč/rok]
Provozní náklady – ČOV typu SBR (1000 EO) a tlaková kanalizace	899 100
Cena celkem - provozní náklady centrální ČOV	899 100

Tabulka 22 Celkové provozní náklady návrhu centrální ČOV typu SBR s tlakovou splaškovou kanalizací

	M.J.	Množství	Cena [Kč]	Cena celkem [Kč/rok]
Provozní náklady spojené s kal. čerpadlem domovní čerpací stanice	ks	393	800	314 400
Provozní náklady – ČOV typu SBR (1000 EO) a tlaková kanalizace				899 100
Cena celkem - provozní náklady				1 213 500



6.3 Odvedení splaškových vod do obce Rudná

Tato varianta zpracování odpadních vod z obce Úhonice se zaměřuje na odvedení splaškových vod z obce Úhonice do vedlejší obce Rudná. Obec Rudná plánuje výstavbu nové ČOV Rudná II pro čištění splaškových vod z obce Drahelčice a ze skladových areálů na jihozápadě obce Rudná. V budoucnosti v druhé etapě výstavby ČOV Rudná II by se na tuto ČOV mohla napojit i obec Úhonice.

Technické řešení

Splaškové vody z obce Úhonice jsou svedeny splaškovou kanalizací oddílné stokové soustavy s gravitační nebo tlakovou dopravou splaškových vod do nově navržené centrální čerpací stanice (umístěné na pozemku pro plánovanou ČOV Úhonice), odkud budou výtlačných řadem PP, DN 150 délky 2500 m přečerpávány a dále likvidovány na nové ČOV Rudná II.

Součástí návrhu varianty: Odvedení splaškových vod do obce Rudná je příloha 7: Mapa se schematickým zakreslením tlakového potrubí pro odvedení splaškových vod do obce Rudná.

Obec Rudná, poloha, popis

Město Rudná se nachází v okrese Praha západ ve Středočeském kraji. Rudná se rozkládá asi 3 km od obce Úhonice a dvanáct kilometrů severozápadně od města Černošice. Počet trvale žijících obyvatel města Rudná je cca 4662 (z roku 2011). Zástavba je soustředěná a převažují zde rodinné domy. Příslušnou obcí s rozšířenou působností je město Černošice.

Město Rudná se rozkládá v nadmořské výšce 360 – 393 m n. m. Celková katastrální plocha obce je 819 ha, z toho převažuje zemědělská půda zabírající 586 ha, zastavěná plocha tvoří 62 ha. Jihovýchodním okrajem města protéká Radotínský potok.

Místní obyvatelé mohou využívat plynofikaci, kanalizaci i veřejný vodovod. Městem prochází železnice. Na jihozápadním okraji města se nachází rozsáhlá komerční zóna s objekty několika firem, převážně se jedná o sklady.

Město Rudná je odkanalizováno systémem jednotné kanalizace s dešťovými odlehčovači na trase. Na kanalizaci je napojeno 99 % trvale žijících obyvatel města. Touto kanalizační sítí jsou přiváděny odpadní vody na stávající ČOV Rudná I. [28][30]



Obrázek 54 Přehledná mapa s polohou obce Rudná, Úhonice, Drahelčice

Zdroj: *Mapy.cz* [online]. [cit. 23. 9. 2013]. Dostupný z: <http://www.mapy.cz>

ČOV Rudná I

V roce 2012 původní ČOV mechanicko-biologického typu byla intenzifikována na budoucí stav obce 9200 EO a uvedena do provozu. Předpokládá se, že do budoucna v návaznosti na intenzifikaci ČOV Rudná budou provedeny úpravy na kanalizační síti v obci, a to tak aby postupně došlo k úplnému oddělení splaškové a dešťové kanalizace (tedy k výstavbě nové splaškové kanalizace).

ČOV Rudná I je čistírna mechanicko-biologického typu doplněná o zařízení na srážení fosforu a třetí stupeň čištění – mikrosítový bubnový filtr. Mechanický stupeň čištění tvoří hrubé česle, lapák šterku a písku, jemné strojně stírané česle. Biologické čištění se stavebně skládá z předřazené denitrifikace, aktivačních nádrží (2 jednotky) a dosazovacích nádrží dortmundského typu (4 jednotky). Kalové hospodářství se skládá ze zahušťovacích nádrží (2 jednotky) pro přebytečný kal, akumulární kalové nádrže a linky na strojní odvodnění kalu.

Na stávající ČOV v obci Rudná I je připojena ještě obec Drahelčice s cca 600 EO a bytové domy v Chrástanech cca 150 EO. [28]



Obrázek 55 ČOV Rudná I – pohled na aktivační nádrž

Zdroj: Vlastní foto

ČOV Rudná II

V rámci projektu oddělení splaškových a srážkových vod ve městě Rudná po ucelených funkčních etapách je navržena výstavba nové ČOV Rudná II. Na ČOV Rudná II by byly přiváděny pouze přítoky odpadních vod, které jsou odděleny od srážkových vod a to z areálu skladů na západním okraji města Rudná, kde je vybudována oddílná splašková kanalizace a splaškové vody z Drahelčic, které jsou nyní přiváděny tlakovou kanalizací do kanalizačního systému Rudná. ČOV Rudná I by po odpojení obce Drahelčice čistila pouze odpadní vodu z obce Rudná.

Dle návrhu je ČOV Rudná II umístěna v prostoru skladových areálů na pozemku parc.č. 189/1 v k.ú. Hořelice. Výstavba ČOV Rudná II je rozdělena do dvou etap. V I. etapě bude osazen blok o kapacitě 3000 EO, který pojme splaškové vody ze skladových areálů a Drahelčic. Předpokládaná výstavba je do roku 2019. Budoucí II. etapa výstavby umožní rozšíření o dalších 3000 EO, bude tak možno připojit obec Úhonic.

Technologické části ČOV Rudná II.: Mechanický stupeň - hrubé česle, lapák písku, jemné strojní česle, biologický stupeň – denitrifikace, nitrifikace, dosazovací nádrž. Přebytný kal bude odváděn do dvou zahušťovacích a skladovacích nádrží. Kal bude odvážen ke zpracování na kalolis ČOV Rudná I. Do technologie bude zařazeno chemické srážení fosforu a třetí stupeň čištění mikrosítový bubnový filtr. Vyčištěné vody budou odváděny do Radotínského potoka. [28]



Vysvětlivky

- Poloha plánované ČOV Rudná II
- Poloha ČOV Rudná I

Obrázek 56 Mapa se zákresem lokalit ČOV Rudná I a ČOV Rudná II

Zdroj: vlastní vyhotovení, podklad: *Mapy.cz* [online]. [cit. 19. 8. 2013]. Dostupný z: <http://www.mapy.cz>

Dimenzování kalového čerpadla (odstředivého)

Výtlačné potrubí je navrženo z materiálu PP (součinitel $n = 0,009$) o délce 2500 m. Geodetická výška - převýšení terénu (H_{gv}) je 16 m. Při výpočtu celkové dopravní výšky byly zanedbány ztráty místní ve výtlačném potrubí.

Tabulka 23 Dimenzování kalového čerpadla - odstředivého

Ukazatel	Značka	Měrná jednotka	1900 EO
Průtok čerpaný	$Q_{\text{čerp}}$	m^3/hod	81,7
Průřezová rychlost ve výtlačném potrubí	v_v	m/s	1,28
Navržený profil potrubí	DN	mm	150
Součinitel tření ve výtlačném potrubí	λ	-	0,01899
Celková dopravní výška	H	m	10,43
Výkon čerpadla	P_v	W	2 554,9

Kalové čerpadlo je již navrženo pro průtok od budoucích 1900 EO. Z důvodu bezpečnosti budou osazena 2 čerpadla (jedno čerpadlo bude sloužit jako záložní v případě poruchy).



6.3.1 Odvedení splaškových vod do vedlejší obce Rudná s gravitační splaškovou kanalizací v obci Úhonice

Stoky gravitační splaškové kanalizace a kanalizační přípojky jsou navrženy shodně s variantou návrhu centrální ČOV typu SBR s gravitační splaškovou kanalizací. Tlakové potrubí pro odvedení splaškových vod do obce Rudná je navrženo z PP, DN 150 délky 2500 m.

Hrubý ekonomický odhad

Provozovatel systému (obvykle obec) zainvestuje výstavbu a provoz splaškové kanalizace s gravitační dopravou odpadních vod a centrální čerpací stanice spolu s tlakovým potrubím pro odvedení splaškových vod do obce Rudná. Provozní náklady spojené s provozem centrální čerpací stanice a centr. ČOV hradí provozovatel systému.

Tabulka 24 Investiční náklady návrhu odvedení splaškových vod do obce Rudná s gravitační splaškovou kanalizací

	M.J.	Množství	Cena [Kč]	Cena celkem [Kč]
Kanalizace PP DN 250 vč. uložení v nezpevněné ploše [29]	m	8 960	8 900	79 744 000
Domovní přípojky PP DN 150 vč. uložení v nezpevněné ploše [29]	m	3 144	3 700	11 632 800
Cena celkem za gravitační kanalizaci				91 376 800
Kalové čerpadlo (AF 610) [26]	ks	2	84 900	169 800
Centrální čerpací stanice - stavební část [29]	ks	1	700 000	700 000
Cena celkem za centrální čerpací stanici				869 800
Tlakové potrubí PP DN 150 do obce Rudná vč. uložení v nezpevněné ploše [11]	m	2 500	2 600	6 500 000
Cena celkem - investiční náklady				98 746 600

Tabulka 25 Celkové provozní náklady návrhu odvedení splaškových vod do obce Rudná s gravitační splaškovou kanalizací

	Spotřebovaná el. energie [kWh/den]	Cena za el. energii [Kč/kWh]	Cena celkem [Kč/rok]
Kalové čerpadlo centrální čerpací stanice (AF 610)	4,5	5	8 210
Provozní náklady – ČOV			447 500
Provoz a opravy kanalizace, centrální čerpací stanice a tlakového potrubí			100 000
Cena celkem – provozní náklady			555 710

Provozní náklady plánované ČOV Rudná II. nejsou ještě známy (budou se odvíjet od finálně použité technologie ČOV). Pro účely této diplomové práce (možné



porovnání variant) byly použity stejné provozní náklady jako ČOV systému SBR.

Protože plánovaná ČOV Rudná II. by čistila splaškové odpadní vody nejen z obce Úhonice, ale i z obce Drahelčice a ze skladových areálů na okraji města Rudná, jsou provozní náklady ČOV Rudná II. rozděleny poměrem dle připojených obyvatel.

6.3.2 Odvedení splaškových vod do vedlejší obce Rudná s tlakovou splaškovou kanalizací v obci Úhonice

Stoky splaškové kanalizace s tlakovou dopravou odpadních vod a kanalizační přípojky jsou navrženy shodně s variantou návrhu centrální ČOV typu SBR s tlakovou splaškovou kanalizací. Domovní čerpací stanice je navržena pro každou nemovitost v obci. Tlakové potrubí pro odvedení splaškových vod do obce Rudná je navrženo z PP, DN 150 délky 2500 m.

Hrubý ekonomický odhad

Provozovatel systému (obvykle obec) zainvestuje výstavbu sběrného potrubí splaškové kanalizace a centrální čerpací stanice spolu s tlakovým potrubím pro odvedení splaškových vod do obce Rudná. Provozní náklady spojené s provozem centrální čerpací stanice a centrální ČOV hradí provozovatel systému. Obvykle je u tlakové kanalizace majitelem domovní čerpací stanice vlastník připojené nemovitosti, z důvodu elektrické přípojky. Veškeré náklady energetické a provozní spojené s provozem čerpací stanice pak hradí přímý producent odpadních vod.

Tabulka 26 Investiční náklady návrhu odvedení splaškových vod do obce Rudná s tlakovou splaškovou kanalizací

	M.J.	Množství	Cena [Kč]	Cena celkem [Kč]
Kanalizace PP DN 100 vč. uložení v nezpevněné ploše [11]	m	8 960	1 600	14 336 000
Domovní přípojky PP DN 100 vč. uložení v nezpevněné ploše [11]	m	3 144	1600	5 030 400
Domovní čerpací stanice	ks	393	78 000	30 654 000
Cena celkem za tlakovou kanalizaci				50 020 400
Kalové čerpadlo (AF 610) [26]	ks	2	84 900	169 800
Centrální čerpací stanice - stavební část [29]	ks	1	700 000	700 000
Cena celkem za centrální čerpací stanicí				869 800
Tlakové potrubí PP DN 150 do obce Rudná vč. uložení v nezpevněné ploše [11]	m	2 500	2 600	6 500 000
Cena celkem - investiční náklady				57 390 200



Tabulka 27 Provozní náklady – hradí majitel

	Cena [Kč/rok]
El. energie spotřebovaná vysokotlakým kalovým čerpadlem domovní čerpací stanice	300
Odpisy a náklady na údržbu čerpací stanice	500
Cena celkem - provozní náklady spojené s kal. čerpadlem domovní čerpací stanice	800

Tabulka 28 Provozní náklady – hradí obec

	Spotřebovaná el. energie [kWh/den]	Cena za el. energii [Kč/kWh]	Cena celkem [Kč/rok]
Kalové čerpadlo centrální čerpací stanice (AF 610)	4,5	5	8 210
Provozní náklady - ČOV			447 500
Provoz, opravy kanalizace, centrální čerpací stanice a tlakového potrubí			150 000
Cena celkem – provozní náklady spojené centrální ČOV a centrální čerpací stanicí			605 710

Tabulka 29 Celkové provozní náklady návrhu odvedení splaškových vod do obce Rudná s tlakovou splaškovou kanalizací za rok

	M.J.	Množství	Cena [Kč]	Cena celkem [Kč/rok]
Provozní náklady spojené s kal. čerpadlem domovní čerpací stanice	ks	393	800	314 400
Provozní náklady spojené centrální ČOV a centrální čerpací stanicí				605 710
Cena celkem - provozní náklady				920 110



6.4 Systém domovních čistíren a sběrného potrubí TOP-PRESS

Další navrženou variantou pro zpracování odpadních vod z obce Úhonice je systém domovních čistíren (nazývaný jako systém TOP-PRESS). Je to systém automatických DČOV instalovaných u každé nemovitosti v obci propojených tlakovým sběrným potrubím s jednotným vyústěním do recipientu (Radotínského potoka).

Součástí návrhu varianty: Systém domovních čistíren a sběrného potrubí TOP-PRESS (decentralizovaný systém) je příloha 8: Mapa se schematickým zakreslením sběrného potrubí systému TOP-PRESS a příloha 9: Schéma domovní přípojky systému TOP-PRESS.

Technické řešení

Odpadní vody z nemovitosti natékají gravitačně kanalizační přípojkou do domovní ČOV. Zde dojde k zachycení hrubých nečistot a k vyčištění odpadní vody, která poté natéká do zásobníku vyčištěné vody. Zásobníkem vyčištěné vody může být buď stávající žumpa, která se před tím vyčistí, nebo nádrž s akumulacním prostorem, která je součástí DČOV. Jímka na vyčištěnou vodu jako součást DČOV se používá v případě nové výstavby nemovitosti, kde není ještě žumpa vybudována, nebo pro případy, kdy je stávající žumpa ve špatném technickém stavu. V zásobníku na vyčištěnou vodu je umístěno tlakové čerpadlo s dostatečnou dopravní výškou. Po naplnění zásobníku na určenou hladinu se zapne čerpadlo vyčištěné vody a přečerpá obsah zásobníku do sběrného potrubí a tím i do recipientu. Je možné vyčištěnou vodu z akumulacní nádrže využít k zálivce přilehlých pozemků, na splachování WC apod.

Domovní přípojka z DČOV do sběrného potrubí je před připojením na potrubí, již na veřejném prostranství, opatřena zemní soupřavou s pojistkou proti tlaku v potrubí a ventilem. Tento ventil je možné uzavřít, pokud uživatel DČOV nedodrží smluvní ujednání (nedodrží provozní kanalizační řád).

Sběrné potrubí se pokládá do nezámrazné hloubky. Protože voda je do sběrného potrubí vháněna pod dostatečným tlakem, může být potrubí vedeno bez ohledu na spád terénu, při dodržení nezámrazné hloubky. Díky malému průměru a tlakovému systému je možné se bez větších problémů vyhnout již položeným sítím. Zakončení sběrného potrubí musí být doplněno o vodoměr a jímku k odběru vzorků pro kontrolu kvality



čistoty vody vypouštěné do recipientu – Radotínského potoka. Umístění vodoměrné a kontrolní šachty je navrženo na pozemku pro plánovanou ČOV Úhonic.

Vzhledem k napojení DČOV na sběrné potrubí, majitel nemovitosti nevypouští odpadní vody a tudíž nepotřebuje vodohospodářské povolení k instalaci ČOV a postačí mu jen povolení stavební. Rovněž tedy odpadá povinnost u každé DČOV odebírat vzorky. Povinnost odebírat vzorky pro kontrolu kvality a množství vypouštěné vody zůstává na provozovateli systému (obci), který tedy neodebírání vzorky z jednotlivých DČOV, ale pouze na vyústění sběrného potrubí do Radotínského potoka. Vodohospodářské povolení se tedy uděluje na systém jako celek (jedno vodní dílo). [22][31]

DČOV TOPAS

Navržené domovní čistírny odpadních vod TOPAS jsou určeny k čištění veškerých odpadních vod (včetně odpadních vod z praček a myček nádobí) z individuálních zdrojů znečištění (rodinné domy, rekreační objekty, hotely, penziony a restaurace). Čistírny jsou dodávány jako kompletní výrobky včetně víka, bez nutnosti dokupování dodatečných nástavců.

Navržené DČOV TOPAS 5 jsou kontejnerové čistírny typu SBR s vyrovnávací nádrží na přítoku určené pro čištění odpadních vod od 5 EO. Odpadní vody přitékají do vyrovnávací nádrže, ze které jsou přečerpávány do aktivace. Vlastní biologické čištění probíhá v aktivaci, která se při plnění provzdušňuje a následně uvádí do klidu. Po usazení kalu u dna se odčerpá podpovrchová vrstva vyčištěné vody speciálním dekantačním zařízením do odtoku z čistírny nebo k dočištění na automaticky praném pískovém filtru. Proces čištění je řízen řídicí jednotkou se speciálním programem. Aktivace se automaticky odkaluje do samostatného kalojemu, který se pravidelně vyčerpává.

Dávkovací zařízení pro chemické srážení fosforu pracuje v závislosti na řídicí jednotkou změřeném množství odpadní vody a požadované koncentraci P na odtoku.

U jednotlivých DČOV je garantován výstup v základním ukazateli BSK₅ do 15 mg/l. Nařízení vlády č.23/2011 Sb. určuje kvalitu vypouštěné vody pro obec do 2000 EO do 30 mg/l BSK₅. Kritérium kvality vody je tedy splněno. V případě zvýšených nároků na kvalitu vypouštěné vody je možné na vyústění sběrného potrubí nainstalovat dočištění (např. pískovým filtrem na hodnoty BSK₅ do 8 mg/l). [24]



Obrázek 57, 58 Domovní ČOV TOPAS (firmy TOPOLWATER)

Zdroj: ČOV TOPAS, In. *TopolWater* [online]. © TopolWater, s.r.o. 2006 [cit. 5. 9. 2013]. Dostupný z: <http://www.topolwater.com/domovni-cov-popis.htm>

Hrubý ekonomický odhad

Obec zpracuje projekt sběrného potrubí pro ucelenou část určenou k jednomu kontrolnímu místu s vyústěním do recipientu. Na toto vyústění a výhledový počet připojených obyvatel zajistí vodoprávní povolení stavby a povolení k vypouštění odpadních vod do Radotínského potoka a stane se nositelem vodoprávního rozhodnutí.

Provozovatel systému (zpravidla obec) má minimální provozní a investiční náklady. Obvykle zainvestuje výstavbu veřejného sběrného potrubí, které je možné budovat i po etapách. Dále může obec majitelům připojené nemovitosti podle finančních možností poskytnout příspěvek na pořízení DČOV. Majitelem DČOV je vždy majitel nemovitosti. Veškeré náklady energetické a provozní spojené s provozem DČOV zůstávají na přímém producentovi odpadních vod.

Malé profily sběrného potrubí (DN 40), které výrazně snižují investiční náklady na výstavbu, jsou umožněny tím, že dopravovaná voda je čistá bez jakýchkoli mechanických nečistot.

Dalším možným řešením na snížení investičních nákladů na výstavbu je propojení sběrného potrubí a stávající dešťové kanalizace s jedním kontrolním místem, pro hodnocení kvality a množství odtékané vody, před vyústěním do Radotínského potoka.



Tabulka 30 Investiční náklady systému TOP-PRESS

	M.J.	Množství	Cena [Kč]	Cena celkem [Kč]
Sběrné potrubí PE DN 40 vč. uložení	m	8 960	1 200	10 752 000
Domovní přípojky PE DN 32 vč. uložení	m	3 144	1 000	3 144 000
Uzavírací ventil na přípojkách	ks	393	2 500	982 500
Vodoměrná a kontrolní šachta	ks	1	45 000	45 000
Cena celkem za sběrné potrubí				14 923 500
DČOV TOPAS 5 s PF s ak. nádrží a čerpadlem čisté vody	ks	393	73 500	28 885 500
Cena celkem - investiční náklady				43 809 000

Zdroj: Podklady firmy TopolWater s.r.o.

Do nákladů DČOV TOPAS je zahrnuta i jímka na vyčištěnou vodu. Ne u každého domu je nutná, je možno místo jímky použít stávající vyčištěnou žumpu. Náklady na DČOV se tedy mohou snížit. Typ DČOV TOPAS s pískovým filtrem o velikosti pro 5 EO zahrnutý do nákladů je stejný pro každou nemovitost v obci. Vodoměrná a kontrolní šachta se umístí na vyústění sběrného potrubí do Radotínského potoka. Sběrné potrubí je navrženo z PE, DN 40, délky 8960 m. Domovní přípojky jsou navrženy z PE, DN 32 a jsou uvažovány v průměrné délce 8 m ke každé nemovitosti.

Tabulka 31 Provozní náklady pro jednu nemovitost – hradí majitel

	Spotřebovaná el. energie [kWh/den]	Cena za el. energii [Kč/kWh]	Cena celkem [Kč/rok]
Příkon DČOV	1,44	5	2 630
Příkon čerpadla	1,6	5	2 920
Odpisy a náklady na údržbu DČOV			800
Cena celkem – provozní náklady spojené s DČOV pro jednu nemovitost za rok			6 350

Zdroj: Podklady firmy TopolWater s.r.o.

Tabulka 32 Provozní náklady – hradí obec

	M.J.	Množství	Cena [Kč]	Cena celkem [Kč/rok]
Doprava montéra	km	200	11	2 200
Práce montéra	hod	400	10	4 000
Cena celkem za pravidelný servis - 2 krát ročně				12 400
Provoz a opravy sběrného potrubí				20 000

Zdroj: Podklady firmy TopolWater s.r.o.



Tabulka 33 Celkové provozní náklady systému TOP-PRESS

	M.J	Množství	Cena [Kč]	Cena celkem [Kč/rok]
Provozní náklady spojené s DČOV pro celou obec za rok	ks	393	6 350	2 495 550
Cena celkem za pravidelný servis - 2 krát ročně				12 400
Provoz a opravy sběrného potrubí				20 000
Cena celkem – provozní náklady				2 527 950

Zdroj: Podklady firmy TopolWater s.r.o.



6.5 Centrální kořenová ČOV

Varianta výstavby centrální kořenové ČOV je do variantního řešení zpracování odpadních z obce Úhonic zahrnuta z důvodu možnosti využití výhod extenzivního způsobu čištění odpadních vod, jako jsou jednodušší obsluha a z důvodu snížení investičních a provozních nákladů (není nutné trvalé napojení na elektrickou energii).

Součástí návrhu varianty: Centrální kořenová ČOV je příloha 10: Mapa se schematickým zakreslením kanalizace a plochy vegetační části kořenové ČOV pro 1000 EO a následným rozšířením plochy KČOV na 1900 EO.

„Základními návrhovými parametry filtračního tělesa jsou objem, plocha, hydraulické zatížení a doba zdržení. Tyto hodnoty je nutné odvodit v závislosti na vstupních parametrech, kterými jsou: průměrný denní průtok, kvalita odpadní vody v přítoku a kvalita požadovaná v odtoku, hydraulická vodivost filtračního materiálu, hloubka vody ve filtračním loži ve vtokové a odtokové části, doba zdržení v porézním materiálu. Běžně se však uvádí plocha vegetační části, potřebná na jednoho obyvatele cca 5 m². S vyššími nároky na čistící účinek podle zkušeností potřebná plocha roste. Z poznatků VÚV TGM vychází pro 70% účinek čištění ve vegetační části (v BSK₅) plocha 7 m² na obyvatele, pro 80% účinek až 9,6 m².“ [11]

Tabulka 34 Potřebná plocha vegetační části KČOV

Počet obyvatel EO	Potřebná plocha vegetační části [m ² /obyvatele]	Celková potřebná plocha pro vegetační část KČOV [m ²]
1 000	9,6	9 600
1 900	9,6	18 240

Při uvažování 9,6 m² potřebné plochy vegetační části na jednoho obyvatele, při dnešních 1000 EO v obci Úhonic, vychází nutná plocha pro centrální KČOV 9 600 m² a pro budoucích 1900 EO vychází 18 240 m².

Varianta centrální kořenové ČOV pro zpracování odpadních vod z obce Úhonic je z hlediska velké náročnosti na plochu pro obec, která se nachází v blízkosti Prahy (vysoké výkupní ceny pozemků), s dnešními 1000 EO a budoucím vývojem až na 1900 EO nereálná.

Pro nereálnost výstavby centrální kořenové ČOV v obci Úhonic není toto řešení zahrnuto do konečného porovnání navržených variant z hlediska ekonomického a z hlediska proveditelnosti.



7 POROVNÁNÍ NAVRŽENÝCH VARIANT ZPRACOVÁNÍ ODPADNÍCH VOD Z OBCE ÚHONICE

Porovnání navržených variant pro zpracování odpadních vod z obce Úhonice je provedeno z hlediska proveditelnosti a dle ekonomické náročnosti.

Mezi porovnávanými variantami jsou: stávající návrh gravitační splaškové kanalizace a centrální mechanicko-biologické ČOV, centrální ČOV typu SBR se splaškovou kanalizací oddílné stokové soustavy s gravitační a tlakovou dopravou splaškových vod, odvedení splaškových vod na ČOV ve vedlejší obci Rudná a systém domovních čistíren a sběrného potrubí TOP-PRESS. Pro nereálnost výstavby v obci Úhonice nebyla navržená varianta centrální kořenové ČOV zahrnuta do konečného porovnání variant.

7.1 Porovnání z hlediska proveditelnosti

Porovnání variant zpracování odpadních vod z obce Úhonice z hlediska proveditelnosti je zpracováno na základě stavební a provozní náročnosti dané varianty.

Tabulka 35 Porovnání variant z hlediska proveditelnosti

Varianta	Stavební náročnost	Provozní náročnost
Stávající návrh gravitační splaškové kanalizace a centrální mechanicko-biologické ČOV v obci Úhonice	****	***
Centrální ČOV typu SBR s gravitační splaškovou kanalizací	****	***
Centrální ČOV typu SBR s tlakovou splaškovou kanalizací	***	****
Odvedení splaškových vod do vedlejší obce Rudná s gravitační splaškovou kanalizací v obci Úhonice	***	**
Odvedení splaškových vod do vedlejší obce Rudná s tlakovou splaškovou kanalizací v obci Úhonice	**	***
Systém domovních čistíren a sběrného potrubí TOP-PRESS (decentralizovaný systém)	**	***

- * velmi malá
- ** malá
- *** středně velká
- **** velká

Stavební náročnost

Z hlediska stavební náročnosti jsou nejvíce náročné varianty



zahrnující gravitační kanalizaci. Gravitační kanalizace má velké nároky na výkopové práce (nutný spád potrubí, velké profily potrubí) a z toho vyplývající i delší dobu trvání výstavby. Po celou dobu trvání výstavby jsou se stavbou kanalizace spojeny problémy týkající se například zvýšené prašnosti a hluku a omezení dopravy v obci. Oproti tomu jsou varianty s tlakovou kanalizací stavebně méně náročné. Tlaková kanalizace se navrhuje s menšími profily potrubí a vzhledem k tomu že potrubí není závislé na konfiguraci terénu a ukládá se do nezámrzné hloubky, tak má i nižší nároky na výkopové práce. Proto se i doba výstavby zkracuje. Při výstavbě tlakové kanalizace je potřeba počítat s čerpací stanicí u každé připojené nemovitosti. Možnou variantou na omezení problémů vznikajících při výkopových pracích je využití bezvýkopového způsobu pokládky potrubí.

Varianty s centrální ČOV (stávající návrh a návrh ČOV typu SBR) oproti variantě odvedení splaškových vod do obce Rudná zahrnují výstavbu samostatné ČOV pro obec Úhonic. Výstavba ČOV je stavebně náročnější, co do času výstavby, než je výstavba centrální čerpací stanice a tlakového potrubí do obce Rudná. Centrální ČOV typu SBR má oproti stávajícímu návrhu na kontinuálně protékanou mechanicko-biologickou ČOV výhodu a to v absenci výstavby dosazovací nádrže (menší zastavěná plocha, kratší doba výstavby).

Varianta systému domovních čistíren a sběrného potrubí TOP-PRESS je stavebně málo náročná. Sběrné potrubí se ukládá se do nezámrzné hloubky a odvádí již vyčištěnou vodu do recipientu, proto může být profil potrubí ještě menší, než je u tlakové kanalizace. Nároky na výkopové práce jsou tedy nejmenší z navrhovaných trubních vedení (gravitačního a tlakového). Stavebně málo náročná je i výstavba DČOV u každé připojené nemovitosti. DČOV jsou dodávány jako kompletní výrobky včetně víka, bez nutnosti dokupování dodatečných nástavců. Výhodou tohoto systému je i možnost výstavby po etapách (postupné připojení jednotlivých uživatelů, dle jejich požadavků a finančních možností).

Provozní náročnost

Provozně méně náročné jsou varianty s gravitační kanalizací, která má minimální nároky na obsluhu při provozu. Naopak varianty s tlakovou kanalizací jsou více provozně náročné a to zejména s ohledem na nutnou dodávku elektrické energie k domovní čerpací stanici u každé připojené nemovitosti. Spolu s nutností pořízení



domovní čerpací stanice jsou problémy spojeny také s omezenou životností čerpadel a jejich častými poruchami. Další provozní problémy tlakové kanalizace vznikají v potrubí, kde je splašková odpadní voda dopravována v anaerobních podmínkách a intenzivně zapáchá.

Varianty s centrální ČOV (stávající návrh a návrh ČOV typu SBR) mají větší provozní náročnost oproti variantě odvedení splaškových vod do obce Rudná. Centrální ČOV vyžadují pravidelnou denní obsluhu spojenou s provozem ČOV (kontrola zařízení, vyklízení skládky shrabků a písku, odvoz stabilizovaného kalu a zápisů do provozního deníku). U varianty odvedení splaškových vod do obce Rudná se provozní náročnost soustředí pouze na centrální čerpací stanici, která nepotřebuje pravidelnou denní obsluhu (pouze kontrola správného chodu zařízení).

Provozní náročnost systému TOP-PRESS spočívá v nutné dodávce elektrické energie ke každé DČOV a v udržování správného chodu DČOV (hlavně v pravidelném odkalování). Výhodou systému TOP-PRESS oproti tlakové kanalizaci je čerpání a poté vedení již vyčištěné vody sběrným potrubím. Je tedy zabráněno případnému ucpání a poškození vysokotlakého čerpadla znečištěnou odpadní vodou a případnému vzniku zápachu při zahánění splaškových vod v kanalizaci.

7.2 Porovnání z hlediska ekonomického

Tabulka 36 Přehledné shrnutí investičních a provozních nákladů jednotlivých variant

Varianta	Investiční náklady [Kč]	Provozní náklady [Kč/rok]
Stávající návrh gravitační splaškové kanalizace a centrální mechanicko-biologické ČOV v obci Úhonice	129 012 800	800 000
Centrální ČOV typu SBR s gravitační splaškovou kanalizací	101 051 000	849 100
Centrální ČOV typu SBR s tlakovou splaškovou kanalizací	59 695 400	1 213 500
Odvedení splaškových vod do vedlejší obce Rudná s gravitační splaškovou kanalizací v obci Úhonice	98 746 600	555 710
Odvedení splaškových vod do vedlejší obce Rudná s tlakovou splaškovou kanalizací v obci Úhonice	57 390 200	920 110
Systém domovních čistíren a sběrného potrubí TOP-PRESS (decentralizovaný systém)	43 809 000	2 527 950

K jednotlivým variantám návrhu pro zpracování odpadních vod z obce Úhonice



byl zpracován hrubý ekonomický odhad investičních a provozních nákladů, podle kterého je provedeno porovnání z hlediska ekonomického.

Pro porovnání jednotlivých variant byl proveden součet provozních a investičních nákladů (návrstnost investic byla uvažována 20let).

Tabulka 37 Roční náklady spojené s jednotlivými variantami

Varianta	Investiční + provozní náklady [Kč/rok]
Stávající návrh gravitační splaškové kanalizace a centrální mechanicko-biologické ČOV v obci Úhonice	7 250 640
Centrální ČOV typu SBR s gravitační splaškovou kanalizací	5 901 650
Centrální ČOV typu SBR s tlakovou splaškovou kanalizací	4 198 270
Odvedení splaškových vod do vedlejší obce Rudná s gravitační splaškovou kanalizací v obci Úhonice	5 493 040
Odvedení splaškových vod do vedlejší obce Rudná s tlakovou splaškovou kanalizací v obci Úhonice	3 789 620
Systém domovních čistíren a sběrného potrubí TOP-PRESS (decentralizovaný systém)	4 718 400

Nejvíce ekonomicky náročná se jeví varianta stávajícího návrhu gravitační splaškové kanalizace a centrální mechanicko-biologické ČOV s kontinuálním průtokem v obci Úhonice s náklady 7 250 640 Kč/rok, která má oproti ostatním variantám vyšší investiční náklady. Oproti tomu nejméně náročné jsou ekonomicky srovnatelné varianty zahrnující tlakovou kanalizaci: varianta Centrální ČOV typu SBR s tlakovou splaškovou kanalizací s náklady 4 198 270 Kč/rok a varianta Odvedení splaškových vod do vedlejší obce Rudná s tlakovou splaškovou kanalizací v obci Úhonice s náklady 3 789 620 Kč/rok.

Varianty Centrální ČOV typu SBR s gravitační splaškovou kanalizací s náklady 5 901 650 Kč/rok a varianta Odvedení splaškových vod do vedlejší obce Rudná s gravitační splaškovou kanalizací v obci Úhonice s náklady 5 493 040 Kč/rok jsou také ekonomicky srovnatelné.

Varianta Systém domovních čistíren a sběrného potrubí TOP-PRESS (decentralizovaný systém) s náklady 4 718 400 Kč/rok má ve srovnání s ostatními variantami nejnižší investiční náklady 43 809 000 Kč, ale provozní náklady má vyšší. Vyšší provozní náklady má tato varianta především díky velkému množství DČOV, které jsou potřeba udržovat v provozu.

Z porovnání variant zpracování odpadních vod z obce Úhonice z hlediska ekonomického vyplývá, že použití tlakové kanalizace v systému dopravy splaškových vod výrazně snižuje investiční náklady na výstavbu. Dále je z porovnání variant patrné, že varianty odvedení splaškových vod do obce Rudná a výstavba centrální ČOV typu SBR jsou



ekonomicky srovnatelné.

7.3 Vyhodnocení variantních návrhů pro zpracování odpadních vod z obce Úhonic

Tabulka 38 Vyhodnocení variantních návrhů pro zpracování odpadních vod z obce Úhonic

Varianta	Stavební náročnost	Provozní náročnost	Ekonomické zhodnocení	
			Investiční náklady	Provozní náklady
Stávající návrh gravitační splaškové kanalizace a centrální mechanicko-biologické ČOV v obci Úhonic	****	***	129 012 800	800 000
Centrální ČOV typu SBR s gravitační splaškovou kanalizací	****	***	101 051 000	849 100
Centrální ČOV typu SBR s tlakovou splaškovou kanalizací	***	****	59 695 400	1 017 000
Odvedení splaškových vod do vedlejší obce Rudná s gravitační splaškovou kanalizací v obci Úhonic	***	**	98 746 600	907 310
Odvedení splaškových vod do vedlejší obce Rudná s tlakovou splaškovou kanalizací v obci Úhonic	**	***	57 390 200	1 075 210
Systém domovních čistíren a sběrného potrubí TOP-PRESS (decentralizovaný systém)	**	***	43 809 000	2 527 950

- * velmi malá
- ** malá
- *** středně velká
- **** velká

Z výše vypracovaného porovnání variantních návrhů zpracování odpadních vod z obce Úhonic, jsou vyhodnoceny jako nejvíce vhodné pro realizaci tři varianty návrhu a to: Centrální ČOV typu SBR s tlakovou splaškovou kanalizací, Odvedení splaškových vod do vedlejší obce Rudná s tlakovou splaškovou kanalizací v obci Úhonic a varianta Systém domovních čistíren a sběrného potrubí TOP-PRESS. Hlavním kritériem výběru nejvhodnějších variant k realizaci v obci Úhonic jsou investiční a provozní náklady.

Vzhledem k provozním problémům, které jsou spojeny s tlakovou kanalizací, bych doporučila pro zpracování odpadních vod v obci Úhonic variantu: Systém domovních čistíren a sběrného potrubí TOP-PRESS. Hlavním důvodem pro doporučení této varianty jsou poměrně nízké investiční náklady na výstavbu systému (43 809 000 Kč) a skutečnost, že jedná se o stavebně málo náročné řešení. Výhodná je i možnost výstavby systému po etapách s postupným připojením jednotlivých uživatelů,



dle jejich požadavků a finančních možností. Mezi další přednosti této varianty bych zařadila možnost druhotného využití vyčištěné vody majiteli nemovitosti (např. pro zálivku, nebo pro splachování WC). Při realizaci systému TOP-PRESS v obci Úhonice by došlo k úspoře investičních nákladů o 85 200 000 Kč oproti stávajícímu návrhu.



ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo navrhnout a porovnat možná variantní řešení zpracování odpadních vod z obce Úhonice. Porovnání bylo provedeno z hlediska ekonomického (na základě hrubých ekonomických odhadů) a z hlediska proveditelnosti (na základě stavební a provozní náročnosti).

Porovnány byly tyto varianty: stávající návrh gravitační splaškové kanalizace a centrální mechanicko-biologické ČOV, centrální ČOV typu SBR se splaškovou kanalizací oddílné stokové soustavy s gravitační a tlakovou dopravou splaškových vod, odvedení splaškových vod na ČOV ve vedlejší obci Rudná a systém domovních čistíren a sběrného potrubí TOP-PRESS. Pro nereálnost výstavby v obci Úhonice nebyla navržená varianta centrální kořenové ČOV zahrnuta do konečného porovnání variant.

Z porovnání variant z hlediska proveditelnosti bylo zjištěno, že varianty odvedení splaškových vod do vedlejší obce Rudná s gravitační a tlakovou splaškovou kanalizací v obci Úhonice jsou, oproti variantám předpokládající výstavbu centrální ČOV Úhonice, provozně i stavebně méně náročné. Nejméně náročnou variantou je z hlediska proveditelnosti varianta systému domovních čistíren a sběrného potrubí TOP-PRESS.

Z porovnání variant z ekonomického hlediska vyplývá, že použití tlakové kanalizace v systému dopravy splaškových vod výrazně snižuje investiční náklady na výstavbu. Varianty odvedení splaškových vod do obce Rudná a výstavba centrální ČOV typu SBR jsou ekonomicky srovnatelné. Nejméně ekonomicky náročná, z hlediska investičních nákladů s 43 809 000 Kč, je varianta systému domovních čistíren a sběrného potrubí nazývaná TOP-PRESS.

Vzhledem k vysokým investičním nákladům stávajícího návrhu centrální mechanicko-biologické ČOV s gravitační splaškovou kanalizací (129 012 800 Kč), který je pro malou obec nereálný, byly při rozhodování o nejvhodnější variantě pro zpracování odpadních vod z obce Úhonice významným měřítkem investiční a provozní náklady dané varianty.

Z vypracovaného porovnání variantních návrhů zpracování odpadních vod z obce Úhonice, byla vyhodnocena jako nejvíce vhodná k realizaci varianta návrhu systém domovních čistíren a sběrného potrubí TOP-PRESS. Důvody pro doporučení



této varianty byly nejen nízké investiční náklady na výstavbu (43 809 000 Kč), ale i skutečnost, že se jedná o stavebně málo náročné řešení. Při realizaci systému TOP-PRESS v obci Úhonice by došlo k úspoře investičních nákladů o 85 200 000 Kč oproti stávajícímu návrhu. Možným problémem systému TOP-PRESS je získání povolení od vodoprávního úřadu, který nebývá nakloněn novým způsobům zpracování odpadních vod.

Problematika čištění odpadních vod mě velice zaujala. Voda je nezbytnou potřebou člověka, používá ji, ale z velké části ji nespotřebuje. Největší část použité vody odtéká jako odpadní, kterou je nutné před vypouštěním do recipientu vyčistit. Měli bychom si uvědomit, že čištění odpadních vod je velmi důležitou složkou v ochraně životního prostředí.



Seznam použitých zdrojů

Tištěné zdroje

- [1] ČÍŽEK, Pavel, František HEREL, Zdeněk KONÍČEK. *Stokování a čištění odpadních vod*. SNTL – Nakladatelství technické literatury. Praha, 1970. ISBN 04-717-70
- [2] ČSN 75 6101, *Stokové sítě a kanalizační přípojky*, Český normalizační institut. Praha, 2004
- [3] ČSN 75 6401, *Čistírny odpadních vod pro více než 500 ekvivalentních obyvatel*, Český normalizační institut. Praha, 2006
- [4] ČSN 75 6402, *Čistírny odpadních vod do 500 ekvivalentních obyvatel*, Český normalizační institut. Praha, 1997
- [5] DOHÁNYOS, Michal, Jan KOLLER, Nina STRNADOVÁ. *Čištění odpadních vod*. Vysoká škola chemicko-technologická. Praha, 1998. ISBN 80-7080-316-9
- [6] Dokumentace pro stavební řízení., In. *Kanalizace a ČOV v obci Úhonic*. Koneko, 2009
- [7] HLAVÍNEK, Petr, Jan MIČÍN, Petr PRAX. *Stokování a čištění odpadních vod*. Vysoké učení technické v Brně. Brno, 2003. ISBN 80-214-2535-0
- [8] HOFFMAN, Pavel, Václav NOVÁK. *Zpracování exhalací a odpadů*. České vysoké učení technické v Praze. Praha, 1997. ISBN 80-01-01697-8
- [9] JÁGLOVÁ, Veronika, et. al. - Odbor ochrany vod Ministerstva životního prostředí. *Zneškodňování odpadních vod v obcích do 2000 ekvivalentních obyvatel – metodická příručka*. Ministerstvo životního prostředí České republiky. Praha, 2009.
- [10] JANDORA, Jan, Jiří HLAVÍNEK. *Hydraulika Čistíren odpadních vod*. NOEL 2000. Brno, 1996. ISBN 80-86020-04-5
- [11] JUST, Tomáš, Petr FUCHS, Miroslava PÍSAŘOVÁ. *Odpadní vody v malých obcích*. Výzkumný ústav vodohospodářství T.G.Masaryka ve spolupráci s Agenturou ochrany přírody a krajiny ČR. Praha, 1999. ISBN 80-859000-31-9



- [12] MILERSKI, Rudolf, Jan MIČÍN, Jaroslav VESELÝ. *Vodohospodářské stavby*. Vysoké učení technické v Brně. Brno, 2004. ISBN 80-214-2896-1
- [13] NYPL, Vladimír, Radovan HALOUN. *Komplexní projekt Z I (Stokování)*. České vysoké učení technické v Praze. Praha, 1991. ISBN 80-01-00245-4
- [14] POŠTA, Josef, et al.. *Čistírny odpadních vod*. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha, 2005. ISBN 80-213-1366-8
- [15] SOJKA, Jan. *Čistírny odpadních vod pro rodinné domy*. Grada publishing. Praha, 2013. ISBN 978-80-247-4504-6
- [16] SOJKA, Jan. *Stavíme malé čistírny odpadních vod*. Era. Brno, 2001. ISBN 80-86517-11-X
- [17] TUČEK, Ferdinand, Jan CHUDOBA, Zdeněk KONÍČEK. *Základní procesy a výpočty v technologii vody*. SNTL - Nakladatelství technické literatury. Praha, 1988. ISBN 04-643-88

Internetové zdroje

- [18] *Alternativní technologie čištění odpadních vod pro malé a střední obce* [online]. [cit. 26. 9. 2013]. Dostupný z: http://www.kr-ustecky.cz/VismoOnline_ActionScripts/File.ashx?id_org=450018&id_dokumenty=1672190
- [19] ČESKO, Nařízení vlády č. 23/2011., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, In. *Ministerstvo životního prostředí ČR* [online]. © 2008 - 2012 Ministerstvo životního prostředí. [cit. 1. 9. 2013]. Dostupný z: <http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/categories?OpenView&Start=1&Count=30&Expand=2.1#2.1>
- [20] ČESKO, Zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí, ve znění pozdějších předpisů, In. *Ministerstvo životního prostředí ČR* [online]. © 2008 - 2012 Ministerstvo životního prostředí [cit. 1. 9. 2013] Dostupný z:



- <http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/categories?OpenView&Start=1&Count=30&Expand=1.2#1.2>
- [21] ČESKO, Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů, In. *Ministerstvo životního prostředí ČR* [online]. © 2008 - 2012 Ministerstvo životního prostředí. [cit. 1. 9. 2013]. Dostupný z:
<http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/categories?OpenView&Start=1&Count=30&Expand=2.4#2.4>
- [22] ČOV – systém TOP PRESS, In. *SABTIKAS s.r.o.* [online]. © 2013 SABTIKAS.CZ [cit. 5. 9. 2013]. Dostupný z: <http://www.sabtikas.cz/vyrobky-a-sluzby/cov-system-top-press/>
- [23] ČOV FLEXIDIBLOG, In. *TOPOL WATER* [online]. © TopolWater, s.r.o. 2006 [cit. 22. 10. 2013]. Dostupný z: <http://www.topolwater.com/obecni-cov-flexiblok.htm>
- [24] ČOV TOPAS, In. *TOPOL WATER* [online]. © TopolWater, s.r.o. 2006 [cit. 5. 9. 2013]. Dostupný z: <http://www.topolwater.com/domovni-cov-funkce.htm#3>
- [25] Charakteristika ekosystému Radotínského potoka, In. *Plán ochrany vodních a mokřadních ekosystémů Českého krasu* [online]. [cit. 24. 10. 2013]. Dostupný z: http://ceskykras.agenda21.cz/doc/AP_VODA_I_OBSAH.PDF
- [26] Kalová čerpadla pro velká zatížení, In. *K+H čerpací technika s.r.o.* [online]. [cit. 2. 12. 2013]. Dostupný z: http://www.k-h.cz/kalova_cerpadla_pro_velka_zatizeni_af_5.html
- [27] Mapy, In. *Geoportal* [online]. [cit. 1. 11. 2013]. Dostupný z: <http://geoportal.gov.cz/web/guest/map>
- [28] Plán rozvoje vodovodů a kanalizací, In. *Středočeský kraj* [online]. © 2008 Středočeský kraj [cit. 23. 10. 2013]. Dostupný z: <http://www.kr-stredocesky.cz/portal/odbory/zivotni-prostredi-a-zemedelstvi/koncepce-v-oblasti-zp/Pl%C3%A1n+rozvoje+vodovod%C5%AF+a+kanalizac%C3%AD+St%C5%99edo%C4%8Desk%C3%A9ho+kraje/>



- [29] POLEŠÁKOVÁ, Marie, et al.. Odvádění a čištění odpadních vod, In. *Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury aktualizace 2012* [online]. [cit. 2. 11. 2013]. Dostupný z: <http://www.uur.cz/default.asp?ID=899>
- [30] Rudná, In. *Města, obce a vesnic v ČR* [online]. [cit. 17. 10. 2013]. Dostupný z: <http://www.obce-mesta.info/obec.php?id=Rudna-531723>
- [31] Systém TOP-PRESS, In. *TOPOL WATER* [online]. © TopolWater, s.r.o. 2006 [cit. 5. 9. 2013]. Dostupný z: <http://www.topolwater.com/domovni-cov-top-press.htm>
- [32] Úhonice, In. *Města, obce a vesnic v ČR* [online]. [cit. 17. 10. 2013]. Dostupný z: <http://www.obce-mesta.info/obec.php?id=Uhonice-532991>
- [33] Úhonice, In. *Regionální informační servis* [online]. © 2012 CRR ČR [cit. 17. 10. 2013]. Dostupný z: <http://www.risy.cz/cs/vyhledavace/obce/detail?zuj=532991&zsj=173240>



Seznam použitých zkratek

BAT	Nejlepší dostupná technologie
BSK ₅	Biochemická spotřeba kyslíku
ČOV	Čistírna odpadních vod
DČOV	Domovní čistírna odpadních vod
EO	Ekvivalentní obyvatel
CHOPAV	Chráněná oblast přírodní akumulace vod
CHSK	Chemická spotřeba kyslíku
KČOV	Kořenová čistírna odpadních vod
N	Dusík
NL	Nerozpuštěné látky
NV	Nařízení vlády
ORP	Obec s rozšířenou působností
OV	Odpadní voda
P	Fosfor
PE	Polyethylen
PF	Pískový filtr
POÚ	Pověřený obecní úřad
PP	Polypropylen
TNV	Technická norma vodního hospodářství
VÚV TGM	Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.Masaryka
ZCHÚ	Zvláště chráněné území
ZPF	Zemědělský půdní fond



Seznam obrázků

<i>Obrázek 1 Schéma jednotné stokové soustavy</i>	18
<i>Obrázek 2 Schéma oddílné stokové soustavy</i>	19
<i>Obrázek 3 Šachta modifikované stokové soustavy</i>	20
<i>Obrázek 4 Schéma podtlakové (vakuové) kanalizace</i>	22
<i>Obrázek 5, 6 Domovní čerpací stanice s vysokotlakým kalovým čerpadlem</i>	23
<i>Obrázek 7 Schéma tlakové kanalizace</i>	24
<i>Obrázek 8 Schéma centralizovaného systému odvádění a čištění odpadních vod s jednotnou kanalizací</i>	25
<i>Obrázek 9 Schéma centralizovaného systému odvádění a čištění odpadních vod s oddílnou kanalizací</i>	25
<i>Obrázek 10 Schéma prvků decentralizovaného systému nakládání s odpadními vodami</i>	26
<i>Obrázek 11 Betonová žumpa</i>	29
<i>Obrázek 12 Schéma septiku</i>	30
<i>Obrázek 13 Schéma septiku se zemním filtrem</i>	31
<i>Obrázek 14 Schéma kořenové čistírny odpadních vod</i>	33
<i>Obrázek 15, 16 Kořenová ČOV v obci Chrástce (ještě před uvedením do provozu)</i>	33
<i>Obrázek 17 Schéma stabilizační nádrže (dvoustupňová nádrž dělená plovoucí stěnou)</i>	35
<i>Obrázek 18 Hrubé česle ručně stírané – ČOV Němčice (500 EO)</i>	36
<i>Obrázek 19 Jemné česle strojně stírané – ČOV Rudná (9800 EO)</i>	36
<i>Obrázek 20, 21 Lapák písku a šterku – ČOV Rudná (9800 EO)</i>	37
<i>Obrázek 22 Kruhová usazovací nádrž s vertikálním průtokem a s lapákem plovoucích nečistot</i>	38
<i>Obrázek 23 Aktivační nádrž – ČOV Rudná (9800 EO)</i>	39
<i>Obrázek 24 Schéma biologického stupně čištění s aktivační nádrží</i>	40
<i>Obrázek 25, 26 Nádrž na koagulant – ČOV Vyžlovka (1000 EO), ČOV Němčice (500 EO)</i>	42



<i>Obrázek 27 Gravitační zahušťování kalu v zahušťovacích nádržích – ČOV Rudná (9800 EO).....</i>	<i>43</i>
<i>Obrázek 28, 29 Strojní odvodnění kalu (dekantační odstředivka) s valníkem na odvoz kalu – ČOV Rudná (9800 EO)</i>	<i>44</i>
<i>Obrázek 30 Schématické znázornění jednotlivých fází SBR</i>	<i>45</i>
<i>Obrázek 31 Schéma domovní čistírny odpadních vod s biofiltrem.....</i>	<i>48</i>
<i>Obrázek 32 Schéma domovní čistírny odpadních vod s biodisky.....</i>	<i>49</i>
<i>Obrázek 33 Schéma fáze průtočné – DČOV TOPAS.....</i>	<i>50</i>
<i>Obrázek 34 Schéma fáze regenerace – DČOV TOPAS</i>	<i>51</i>
<i>Obrázek 35 Schéma systému TOP-PRESS.....</i>	<i>52</i>
<i>Obrázek 36 Systém TOP-PRESS.....</i>	<i>53</i>
<i>Obrázek 37 Mapa ČR - poloha obce Úhonice</i>	<i>59</i>
<i>Obrázek 38 Zákres polohy obce Úhonice</i>	<i>59</i>
<i>Obrázek 39 Obecní úřad Úhonice</i>	<i>60</i>
<i>Obrázek 40, 41 Základní škola v obci Úhonice</i>	<i>61</i>
<i>Obrázek 42, 43 Zaústění srážkových vod do dešťové kanalizace v obci Úhonice</i>	<i>62</i>
<i>Obrázek 44 Ukazatele vyjadřující stav vody ve vodním toku, normy environmentální kvality a požadavky na užívání vod.....</i>	<i>66</i>
<i>Obrázek 45 Dosažitelné hodnoty koncentrací a účinností pro jednotlivé ukazatele znečištění při použití nejlepší dostupné technologie v oblasti zneškodňování městských odpadních vod</i>	<i>67</i>
<i>Obrázek 46 Mapa se zakreslením pozemku č.378/3 k.ú.Úhonice pro umístění ČOV Úhonice</i>	<i>71</i>
<i>Obrázek 47, 48 Lokalita pro umístění ČOV Úhonice</i>	<i>71</i>
<i>Obrázek 49, 50 Strojně stírané válcové síto – ČOV Vyžlovka (cca 1000 EO)</i>	<i>74</i>
<i>Obrázek 51 Schéma ČOV FLEXIDIBLOK (firmy TOPOLWATER)</i>	<i>74</i>
<i>Obrázek 52, 53 Dvojice reaktorů SBR – v jedné nádrži probíhá fáze dekantace, druhá nádrž je ve fázi aerace – ČOV Žehušice (2000 EO)</i>	<i>75</i>
<i>Obrázek 54 Přehledná mapa s polohou obce Rudná, Úhonice, Drahelčice</i>	<i>81</i>



<i>Obrázek 55 ČOV Rudná I – pohled na aktivační nádrž</i>	<i>82</i>
<i>Obrázek 56 Mapa se zákresem lokalit ČOV Rudná I a ČOV Rudná II</i>	<i>83</i>
<i>Obrázek 57, 58 Domovní ČOV TOPAS (firmy TOPOLWATER).....</i>	<i>89</i>



Seznam tabulek

<i>Tabulka 1 Průměrné znečištění vytvořené 1 obyvatelem za den</i>	13
<i>Tabulka 2 Seznam nejdůležitějších souvisejících zákonů</i>	55
<i>Tabulka 3 Seznam nejdůležitějších souvisejících vyhlášek.....</i>	55
<i>Tabulka 4 Seznam nejdůležitějších souvisejících nařízení vlády.....</i>	55
<i>Tabulka 5 Obecné informace o obci Úhonic [33]</i>	60
<i>Tabulka 6 Bilance množství a znečištění odpadních vod na přítoku ČOV Úhonic.....</i>	63
<i>Tabulka 7 Výpočet profilu potrubí oddílné splaškové stokové soustavy v obci Úhonic</i>	64
<i>Tabulka 8 Ukazatele znečištění (tok nad plánovanou ČOV Úhonic) – Radotínský potok</i>	67
<i>Tabulka 9 Požadované emisní limity na odtoku z ČOV Úhonic</i>	68
<i>Tabulka 10 Investiční náklady stávajícího návrhu centrální mechanicko-biologické ČOV s gravitační splaškovou kanalizací</i>	72
<i>Tabulka 11 Provozní náklady stávajícího návrhu centrální mechanicko-biologické ČOV s gravitační splaškovou kanalizací</i>	72
<i>Tabulka 12 Kvalita vody na odtoku z biologického stupně</i>	75
<i>Tabulka 13 Kvalita vody po smísení v toku (I. etapa)</i>	76
<i>Tabulka 14 Cena technologické části ČOV Úhonic - Monoblog-T 1000 EO (I. etapa)</i>	76
<i>Tabulka 15 Cena rozšíření technologické části ČOV Úhonic na Flexidiblog 1900 EO (II. etapa)</i>	76
<i>Tabulka 16 Cena stavební části ČOV Úhonic typu SBR.....</i>	77
<i>Tabulka 17 Investiční náklady návrhu centrální ČOV typu SBR s gravitační splaškovou kanalizací</i>	77
<i>Tabulka 18 Celkové provozní náklady návrhu centrální ČOV typu SBR s gravitační splaškovou kanalizací</i>	77
<i>Tabulka 19 Investiční náklady návrhu centrální ČOV typu SBR s tlakovou splaškovou kanalizací</i>	79
<i>Tabulka 20 Provozní náklady – hradí majitel</i>	79



<i>Tabulka 21 Provozní náklady – hradí obec</i>	<i>79</i>
<i>Tabulka 22 Celkové provozní náklady návrhu centrální ČOV typu SBR s tlakovou splaškovou kanalizací</i>	<i>79</i>
<i>Tabulka 23 Dimenzování kalového čerpadla - odstředivého.....</i>	<i>83</i>
<i>Tabulka 24 Investiční náklady návrhu odvedení splaškových vod do obce Rudná s gravitační splaškovou kanalizací</i>	<i>84</i>
<i>Tabulka 25 Celkové provozní náklady návrhu odvedení splaškových vod do obce Rudná s gravitační splaškovou kanalizací</i>	<i>84</i>
<i>Tabulka 26 Investiční náklady návrhu odvedení splaškových vod do obce Rudná s tlakovou splaškovou kanalizací</i>	<i>85</i>
<i>Tabulka 27 Provozní náklady – hradí majitel</i>	<i>86</i>
<i>Tabulka 28 Provozní náklady – hradí obec</i>	<i>86</i>
<i>Tabulka 29 Celkové provozní náklady návrhu odvedení splaškových vod do obce Rudná s tlakovou splaškovou kanalizací za rok</i>	<i>86</i>
<i>Tabulka 30 Investiční náklady systému TOP-PRESS</i>	<i>90</i>
<i>Tabulka 31 Provozní náklady pro jednu nemovitost – hradí majitel.....</i>	<i>90</i>
<i>Tabulka 32 Provozní náklady – hradí obec</i>	<i>90</i>
<i>Tabulka 33 Celkové provozní náklady systému TOP-PRESS.....</i>	<i>91</i>
<i>Tabulka 34 Potřebná plocha vegetační části KČOV</i>	<i>92</i>
<i>Tabulka 35 Porovnání variant z hlediska proveditelnosti</i>	<i>93</i>
<i>Tabulka 36 Přehledné shrnutí investičních a provozních nákladů jednotlivých variant</i>	<i>95</i>
<i>Tabulka 37 Roční náklady spojené s jednotlivými variantami</i>	<i>96</i>
<i>Tabulka 38 Vyhodnocení variantních návrhů pro zpracování odpadních vod z obce Úhonice</i>	<i>97</i>



Seznam příloh

- Příloha 1 Mapa se schematickým zakreslením úseků pro výpočet profilu potrubí oddílné splaškové stokové sítě s gravitační dopravou odpadních vod obce Úhonice
(podklad tvoří: Katastrální mapa 1:6500)
- Příloha 2 Mapa se schematickým zakreslením splaškové kanalizace a centrální ČOV
(podklad tvoří: Katastrální mapa 1:6500)
- Příloha 3 ČOV FLEXIDIBLOG 1900 EO – půdorys nadzemní části (1:85)
(zdroj: Firma TopolWater)
- Příloha 4 ČOV FLEXIDIBLOG 1900 EO – půdorys podzemní části (1:85)
(zdroj: Firma TopolWater)
- Příloha 5 ČOV FLEXIDIBLOG 1900 EO – řez A1 (1:85)
(zdroj: Firma TopolWater)
- Příloha 6 ČOV FLEXIDIBLOG 1900 EO – řez A2 (1:85)
(zdroj: Firma TopolWater)
- Příloha 7 Mapa se schematickým zakreslením tlakového potrubí pro odvedení splaškových vod z obce Úhonice do obce Rudná
(podklad tvoří: Katastrální mapa 1:15000)
- Příloha 8 Mapa se schematickým zakreslením sběrného potrubí systému TOP-PRESS
(podklad tvoří: Katastrální mapa 1:6500)
- Příloha 9 Schéma domovní přípojky systému TOP-PRESS
(zdroj: Firma TopolWater)
- Příloha 10 Mapa se schematickým zakreslením kanalizace a plochy vegetační části kořenové ČOV pro 1000 EO a následným rozšířením plochy KČOV na 1900 EO
(podklad tvoří: Katastrální mapa 1:6500)



Slovníček základních pojmů oboru zdravotního inženýrství

Absorpce – pohlcování plynů nebo par v kapalině, nedochází k chemické reakci a děj se neomezuje jen na povrchy látek (absorbentu), jako je tomu u adsorpce

Adsorpce – děj, při kterém se na povrchu tuhých látek, resp. fázovém rozhraní zachycují plyny, páry nebo rozpuštěné látky

Aerobní – v přítomnosti volného kyslíku

Agregace – vzájemné spojování primárních částic roztoku ve větší celky – agregáty, vločky

Aktivovaný kal – směsná kultura mikroorganismů (volně suspendované organismy a jejich vločky), která vzniká při biologickém čištění odpadních vod

Anaerobní – v nepřítomnosti vzduchu, respektive jakéhokoliv dostupného elementárního kyslíku (spojeno s existencí anaerobních bakterií)

Anorganické látky – chemické sloučeniny neobsahují organický uhlík s výjimkou oxidů uhlíku, uhličitánů a kyanidů

Anoxický – bez přítomnosti elementárního kyslíku, avšak značná část aerobních organismů využívá kyslík vázaný v dusičnanech a dusitanech (spojeno s existencí fakultativních bakterií)

Bakterie – po virech nejjednodušší jednobuněčné organismy o velikosti 1-10 μm vytvářející kolonie, nemá vytvořené pravé buněčné jádro, buněčná hmota je rozptýlena, množí se dělením, většinou parazituje

BAT – nejlepší dostupné technologie (Best Available Techniques)

Biologické vločky – shluky mikroorganismů

Bytnění aktivovaného kalu – zvyšování výskytu vláknitého kalu mikroorganismů a s tím spojené zhoršování separovatelnosti aktivovaného kalu provázené vzrůstem kalového indexu (KI) nad hodnoty 200 ml/g



Eutrofizace – zvýšení obsahu živin (fosfor, dusík) v povrchových vodách vyvolávající následné růst primárních producentů (řas, sinic)

Flokulace – proces, při němž se z destabilizovaných částic vzniklých při koagulaci tvoří usaditelné vločky

Flotace – separační metoda, která odstraňuje suspendované látky z vody pomocí mikrobublinek plynu, které ulpívají na suspendovaných látkách a vynášejí je k hladině, odkud je takto vzniklá pěna odstraňována

Inertní – netečný, neaktivní

Kal – suspenze jemných pevných částic v kapalině

Kalový index – vyjadřuje sedimentační vlastnost kalu (ml/g); objem, který zaujímá 1 g kalu po půlhodinové sedimentaci vztažený na celkovou koncentraci organické sušiny kalu

Kalový plyn – směs plynů vznikajících při anaerobní stabilizaci kalu vyhníváním, obsahuje především metan a oxid uhličitý

Koagulace – shlukování molekul, koloidů či částic do útvarů větších rozměrů za pomoci koagulantu

Koagulant – látka rozpustná ve vodě, která se suspendovanými a koloidními částicemi a molekulami obsaženými ve vodě vytváří fyzikálně-chemickými procesy vločky

Mikroorganismy – organismy mikroskopických rozměrů

Nutrienty – živiny (zejména fosfor a dusík)

Organické látky – chemické látky obsahující uhlík a vodík, popř. kyslík, dusík, fosfor, síru atd.

Oxidace – odštěpování elektronů z atomů nebo skupin, a tím zvyšování jejich kladného – resp. snižování záporného – oxidačního čísla (opak redukce)

Patogen – organismus způsobující onemocnění

Povrchové aktivní látky – látky, které snižují povrchové napětí kapalin



Primární kal – kal z mechanického stupně čištění odpadních vod

Prostá sedimentace – částice si při ní zachovávají individuální charakter a pro každou platí vztahy uvedené pro pád izolované částice (částice se navzájem neovlivňují)

Přebytečný kal – část biologického kalu vzniklého v aktivaci, který je ze systému odtahován

Recipient – je každý vodní útvar, do něhož vyúsťují povrchové vody nebo znečištěné odpadní vody

Regenerace – uvedení do původního stavu

Rušená sedimentace – částice se při ní navzájem ovlivňují, jejich rychlost sedimentace se snižuje

Sekundární kal – kal z biologického čištění odpadní vody

Surový kal – nezpracovaný, nestabilizovaný kal z čištění odpadní vody

Suspendované látky – jsou částice, které zůstávají v suspenzi ve vodě buď kvůli pohybu vody, nebo proto, že hustota částic je menší nebo stejná jako hustota vody (velikost částic 1-100 μm)

Tenzidy – povrchově aktivní látky, jejichž povrchová aktivita je dána stavbou jejich molekul

Terciální kal – chemický kal

Toxin – jedovatá látka produkovaná živými buňkami nebo organismy

Účinnost čištění – snížení koncentrace určité složky znečištění vyjádřené v procentech původní koncentrace

Vratný kal – kal z biologického čištění vrácený na vstup do biologického stupně čištění za účelem jeho opětovného využití v čistícím procesu [15][16]