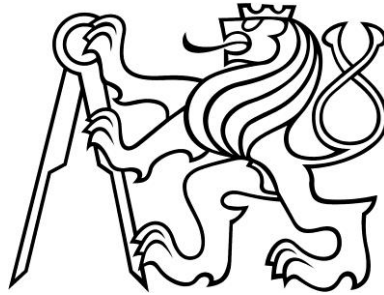


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
FAKULTA STAVEBNÍ
KATEDRA ZDRAVOTNÍHO A EKOLOGICKÉHO INŽENÝRSTVÍ



STUDIE ODVÁDĚNÍ A ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD
OBCE NEBAHOVY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

EVA ŠTROBLOVÁ

Vedoucí bakalářské práce: Ing. MARCELA SYNÁČKOVÁ, CSc.

Květen 2017

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Štroblová** Jméno: **Eva** Osobní číslo: **423754**
Fakulta/ústav: **Fakulta stavební**
Zadávající katedra/ústav: **Katedra zdravotního a ekologického inženýrství**
Studijní program: **Stavební inženýrství**
Studijní obor: **Vodní hospodářství a vodní stavby**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Studie odvádění a čištění odpadních vod obce Nebahovy

Název bakalářské práce anglicky:

Study of waste water disposal of Nebahovy village

Pokyny pro vypracování:

Práce v rozsahu 40 stran s grafickými přílohami. Rešerše literatury k problematice stokování a čištění odpadních vod. Variantní návrh řešení odvádění a čištění odpadních vod z obce. Vyčíslení investičních nákladů. Závěr.

Seznam doporučené literatury:

Hlavínek P., Mičín J., Prax P.: Příručka stokování a čištění. NOEL 2000, s.r.o., Brno Nysl V., Synáčková M.: Zdravotně inženýrské stavby 30 - Stokování. ČVUT, 2002, ISBN 80-01-01729-X, 2001, ISBN 80-86020-30-4 Slavíčková, K. - Slavíček, M.: Vodní hospodářství obcí 1 úprava a čištění vody. Praha: ČVUT, 2013

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

Ing. Marcela Synáčková CSc., katedra zdravotního inženýrství

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **20.02.2017**

Termín odevzdání bakalářské práce: **28.05.2017**

Platnost zadání bakalářské práce: _____

Podpis vedoucí(ho) práce

Podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

Podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Studentka bere na vědomí, že je povinna vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

Datum převzetí zadání

Podpis studentky

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracovala samostatně a že jsem uvedla veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze dne 28. 5. 2017

.....

Eva Štroblová

Poděkování

V první řadě bych chtěla poděkovat vedoucí mé bakalářské práce Ing. Marcele Synáčkové, CSc. za její odborné vedení, trpělivost a cenné rady, bez kterých by tato bakalářská práce nemohla vzniknout. Dále bych chtěla poděkovat starostovi obce Nebahovy Františku Mrázovi za veškeré poskytnuté informace a podklady pro obec Nebahovy. Poděkování patří i mé rodině a příteli za trpělivost a morální podporu.

Anotace:

Tato bakalářská práce se zabývá studií odvádění a čištění odpadních vod z obce Nebahovy. Ke zpracování tohoto tématu dochází z důvodu špatného stavu dosavadní kanalizace v obci a chybějící čistírny odpadních vod. Studie ukazuje možné řešení těchto problémů. V teoretické části studie je podrobněji zpracováno téma stokování a čištění odpadních vod. V poslední části práce jsou navržena řešení odvádění a čištění odpadních vod pro jednotlivé části obce. Obec Nebahovy se skládá z pěti obcí – Nebahovy, Zdenice, Jelemek, Kralovice, Lažišťka. V obci Nebahovy jsem navrhla kanalizaci tlakovou, v obci Zdenice kanalizaci oddílnou splaškovou. Ve zbylých třech obcích se pro nízký počet obyvatel nevyplatí budovat novou kanalizaci. Čistírny odpadních vod by byly umístěny v obci Nebahovy a Zdenice. V závěru práce jsem vyčíslila orientační investiční náklady.

Klíčová slova

stoková síť, čištění odpadních vod, oddílná splašková soustava, tlaková kanalizace, Nebahovy

Annotation:

This bachelor thesis solves study of drainage and wastewater treatment from village Nebahovy. This subject is solved because there is a sewerage system in a bad condition and no sewage treatment plant in the village Nebahovy. The study shows some of the solutions to solve these problems. There is detailed description of sewerage system and sewage treatment in the theoretical part of study. In the last part of study there are some solutions of drainage and wastewater treatment for individual parts of village. The village Nebahovy is comprised of five other villages – Nebahovy, Zdenice, Jelemek, Kralovice and Lažišťka. I have designed pressure sewerage system for village Nebahovy and separate sewage system for village Zdenice. In the other three villages there are low population and it is not efficient to build a new sewage system. Wastewater treatment plants should be located in villages Nebahovy and Zdenice. In the conclusion of my thesis I have counted orientation investment costs.

Keywords

sewer network, waste-water treatment plant, separate sewerage system, pressure drainage system, Nebahovy

Obsah

1. Úvod	9
2. Stoková síť	10
2.1. Odpadní vody	10
2.1.1. Druhy odpadních vod	10
2.1.2. Nežádoucí látky ve stokové síti	11
2.2. Stokové soustavy	11
2.2.1. Jednotná stoková soustava	12
2.2.2. Oddílná stoková soustava	13
2.2.3. Modifikovaná stoková soustava	14
2.3. Systémy stokových sítí	15
2.3.1. Radiální systém	15
2.3.2. Větevový systém	15
2.3.3. Úchytný systém	15
2.3.4. Pásmový systém	15
2.4. Doprava odpadních vod	16
2.4.1. Gravitační způsob dopravy odpadních vod	16
2.4.2. Alternativní způsoby dopravy odpadních vod	16
2.5. Dimenzování stokové sítě	19
2.5.1. Oddílná splašková soustava	19
2.5.2. Tlaková kanalizace	21
3. Čištění odpadních vod	22
3.1. Podklady pro návrh a výpočet ČOV	22
3.1.1. Odpadní vody od obyvatelstva	22
3.1.2. Odpadní vody z průmyslu a zemědělství	23
3.1.3. Balastní vody	23
3.1.4. Průtok biologickou ČOV	24
3.2. Mechanické čištění odpadních vod	24

3.2.1. Filtrace, cezení.....	25
3.2.2. Flotace	25
3.2.3. Usazování (sedimentace) a zahušťování	25
3.2.4. Vzplývání	26
3.2.5. Odstředování (centrifugace).....	26
3.3. Biologické čištění odpadních vod	26
3.3.1. Aerobní čištění.....	26
3.3.2. Aktivace.....	27
3.3.3. Odstraňování dusíku a fosforu.....	30
3.3.4. Biofilmové reaktory.....	30
3.3.5. Aerace	30
3.3.6. Anaerobní biologické čištění	30
3.4. Třetí stupeň čištění odpadních vod.....	31
3.5. Kalové hospodářství	31
3.5.1. Typy kalů.....	32
3.5.2. Zahušťování kalu	32
3.5.3. Předúprava kalu	32
3.5.4. Stabilizace kalu.....	32
3.5.5. Odvodnění kalu	33
3.5.6. Konečné zpracování kalu.....	33
4. Zájmové území obec Nebahovy	34
4.1. Charakteristika obce	34
4.2. Historie obce.....	35
4.3. Geologické a hydrologické poměry.....	36
4.4. Klimatické poměry	36
4.5. Chráněná území	36
4.6. Občanská vybavenost obce.....	37
4.7. Průmysl a zemědělství.....	37

4.8. Technická infrastruktura.....	37
4.8.1. Vodovod	37
4.8.2. Kanalizace	38
4.8.4. Elektrická rozvodná síť	39
4.8.5. Sdělovací síť.....	39
5. Řešení odvádění a čištění odpadních vod.....	40
5.1. Nebahovy.....	40
5.2. Zdenice	41
5.3. Jelemek	42
5.4. Lažišťka	43
5.5. Kralovice	43
6. Vyčíslení investičních nákladů.....	44
6.1. Nebahovy.....	44
6.2. Zdenice	44
7. Závěr.....	45
8. Seznam použité literatury a podkladů	46
9. Přílohy	49

1. Úvod

Odvádění a čištění odpadních vod patří mezi základní obory vodního hospodářství urbanizovaných povodí. Bez těchto oborů nemůže novodobá společnost v její současné podobě existovat. Koncepce městského odvodnění zajišťuje rychlé odvedení odpadních vod z urbanizovaného území. Touto koncepcí se řeší hygienické problémy v daném území. [12]

V dnešní době je hlavním problémem u čištění odpadních vod množství a počet chemikálií. Tento problém má dopad na životní prostředí. Z tohoto důvodu dochází ke snaze o zlepšení kvality čištění odpadních vod. [12]

V první části mé bakalářské práce je cílem přiblížení problematiky stokování a čištění odpadních vod. Toto přiblížení je nezbytné k lepšímu pochopení následné praktické části. Více budou rozepsány systémy, soustavy, doprava a dimenzování stokových sítí. U čištění odpadních vod budou rozpracovány jednotlivé části čistírny. Důležitou částí bude bližší charakteristika zájmového území obce Nebahovy. Obec se skládá z pěti obcí.

V praktické části bakalářské práce budou navrženy řešení odpadních vod pro jednotlivé obce. U každé z pěti obcí se posoudí současný stav odvádění a čištění odpadních vod. Následně se tento stav posoudí, a pokud to bude nutné, navrhne se nové řešení odvádění a čištění odpadních vod. Na závěr se vyčíslí investiční náklady. Cílem mé bakalářské práce je vytvořit studii o odvádění a čištění odpadních vod z obce Nebahovy.

2. Stoková síť

Stoková síť slouží k bezpečnému odvodnění dešťových, splaškových a průmyslových vod z urbanizovaného území. Spolu s čistírnou odpadních vod a recipientem tvoří systém, který zajišťuje maximální ochranu kvality vody v recipientu. Celá síť by měla být navržena optimálně technicky, ale zároveň i ekonomicky. [16]

2.1. Odpadní vody

Jako odpadní vody označujeme všechny vody, které mohou ovlivnit jakost podzemních i povrchových vod. Pro odpadní vody je typická změna jejich fyzikálních nebo chemických vlastností, a to po jejich použití. [6, 16]

Definice popisuje odpadní vody jako:

- jakýkoliv druh odváděné vody, který protéká stokovou sítí. Nebereme v potaz, jak se voda dostala do sítě,
- vody odčerpávané podzemní z hydraulické ochrany u rafinérií, odkališť, průzkumů těžební činnosti aj.,
- vody z výrobního provozu,
- tekuté odpady,
- vody z drenážních systémů u odvodnění pozemních staveb. [6, 16]

2.1.1. Druhy odpadních vod

Odpadní vody rozdělujeme na základě jejich původu a způsobu znečištění. [16]

Splaškové vody, jsou vody z domácností (kuchyně, koupelny, WC), jídelen, technické občanské vybavenosti. Tyto vody obsahují nečistoty z mytí a praní, odpady ze záchodů, zbytky jídel z mytí nádobí apod. Všechny tyto látky mají za následek vysoký podíl organických látek ve splaškové vodě. Splašky jsou charakterizovány nerovnoměrností odtoku. [2, 5, 16]

Mezi průmyslové odpadní vody řadíme nejen vody, které byly zpracovány při výrobním procesu, ale i vody využívané v zemědělství. Tyto vody se mohou čistit až společně s ostatními splašky na čistírně odpadních vod nebo mohou mít samostatné předčištění před odtokem do stokové sítě. Vždy záleží na daném druhu znečištění. Odtok vod je nerovnoměrný a zpravidla je určený směnností provozu. [2, 5, 16]

Infekční vody jsou veškeré vody, u kterých hrozí možnost výskytu choroboplodných zárodků v určitém množství. Jsou to vody z oddělení nemocnic, mikrobiologických laboratoří,

výroben očkovacích látek z infikovaných zvířat atd. Infekční vody jsou likvidovány samostatně a do stokové sítě se tak nedostávají. [2, 5, 16]

Oplachové odpadní vody slouží k oplachu silnic, chodníků a jiných veřejných komunikací. Jejich množství je zanedbatelné, a proto je neuvažujeme u dimenzování čistírny odpadních vod. Jejich znečištění odpovídá dešťovým vodám. [16]

Dešťové odpadní vody označené také jako vody srážkové odpovídají veškerým atmosférickým srážkám, které dopadnou na povrch. Dešťové vody mají v první chvíli stejnou hodnotu znečištění jako splaškové vody. Znečištění vod odpovídá povrchu, se kterým se srážky dostanou do kontaktu bývají znečištěné z průmyslových a zemědělských areálů, silničních komunikací, anebo neznečištěné ze střech, pěších zón a parků. Ve většině případů vody odvádíme jednotnou, anebo oddílnou dešťovou stokovou sítí. Neznečištěné dešťové vody se snažíme co nejvíce zasakovat nebo je můžeme odvádět přímo do recipientu. [2, 5, 16]

Ostatní odpadní vody jsou vody, které nespádají do žádné z předchozích skupin. [16]

Speciální skupinou jsou balastní vody. Tyto vody se dostanou do stokové sítě neplánovaně a zatěžují tak stokovou síť. Jedná se hlavně o podzemní vody, které se do systému dostanou netěsností. Balastní vody se v cizině označují pojmem infiltrace a uvažuje se zde i se srážkovými vodami. [2, 9, 16]

2.1.2. Nežádoucí látky ve stokové sítí

Po celou dobu provozu musíme dbát nejen na životnost stokové sítě a čistírny odpadních vod, ale také na zdraví lidí, kteří na těchto provozech pracují. Můžou se zde vyskytovat látky radioaktivní a infekční nebo s nadměrným zápachem. Také se zde objevují hořlavé nebo jedovaté látky, popřípadě látky ohrožující jinak zdraví a bezpečí pracovníků. Provoz stokové sítě a ČOV (čistírny odpadních vod) ohrožují kyselé vody, vody s vysokým obsahem síranů a lehce sedimentující nebo nabalující se látky. [16]

2.2. Stokové soustavy

V dnešní době rozeznáváme tři stokové soustavy. Jsou to soustavy jednotná, oddílná a modifikované soustavy. Všechny tyto soustavy jsou na principu soustav splachovacích. [5]

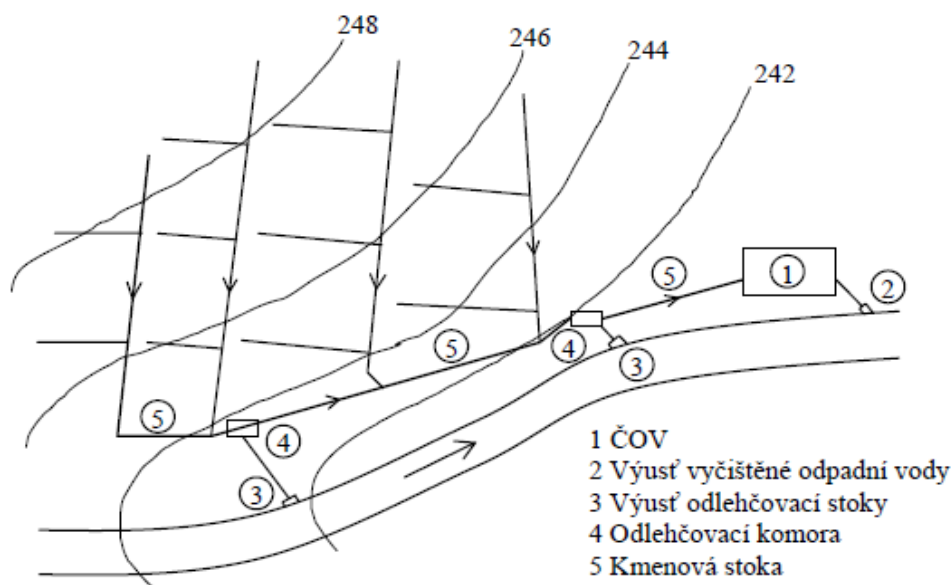
2.2.1. Jednotná stoková soustava

Do jednotné stokové soustavy jsou dopravovány všechny druhy odpadních vod. Tyto vody se zde směšují a jsou společně odváděny na čistírnu odpadních vod. Z pohledu ekonomické i technické stránky je jednotná soustava výhodná. To dříve vedlo k opomíjení rizik této soustavy např. dopad na životní prostředí v recipientu, hygiena stok nebo zatěžování ČOV při dešťových průtocích. [6, 16]

Další velkou nevýhodou jednotné soustavy jsou dešťové oddělovače (dále odlehčovací komory). Tyto komory slouží k odlehčení části průtoku smíšených vod ze stokové sítě při dešti a propojují tak stokovou síť přímo s recipientem. Bez těchto komor by stoky měly velké průměry, aby mohly pojmout dešťové průtoky, a zároveň by ČOV byly zatěžovány ve velikém rozsahu. V odlehčovacích komorách dochází za deště k navýšení na určitý průtok a přepadu vody do odlehčovací stoky, která pokračuje do recipientu. Průtoky při deštích mnohonásobně převyšují ostatní průtoky odpadních vod. Díky tomu dimenzujeme jednotnou stokovou síť většinou (průtok splaškových vod většinou činí méně než 10 % dešťového průtoku), pouze na srážkové odpadní vody a ostatní odpadní vody zanedbáváme. Aby se ekonomické a hydraulické hledisko vyrovnalo, navrhovaly se dříve odlehčovací komory ve velkém množství. Z odlehčovacích komor se do recipientu dostávají tzv. zředěné odpadní vody. Tyto vody mohou v prvních minutách deště nabývat stejného nebo i většího znečištění než vody splaškové. V těchto případech se do recipientu dostává velké množství znečištění, protože pouze některé odlehčovací komory mají zachycení hrubých nečistot (např. česle). [6, 12, 16]

Dobrou ochranou recipientu a ČOV je navrhnout na stokové síti akumulární nádrž. V této nádrži se zachycují dešťové průtoky a později jsou postupně vypouštěny na ČOV. [6]

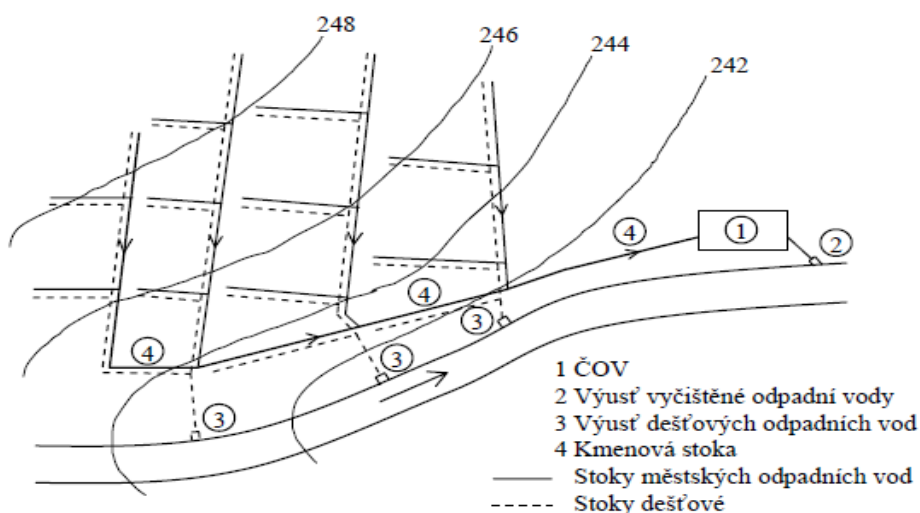
Jednotnou stokovou soustavu vedeme ve většině případů gravitačně. Z důvodu většího množství odpadních vod za dešťů není čerpání vod vhodnou variantou. Při návrhu musíme také dbát na větší hloubku založení stoky, protože jsou odvodňovány podzemní prostory domů. Problém může nastat i u přetížení sítě a zpětnému vzduťi vod do suterénních prostor. Stoková síť musí být s ohledem na splaškové vody zatrubněna. [16]



Obr. 2.1 – Jednotná stoková soustava [6]

2.2.2. Oddílná stoková soustava

Oddílná soustava slouží pro oddělení různých skupin odpadních vod. Vody se v tomto případě nesměšují a jsou vedeny v samostatných soustavách. Druhy odpadních vod se odvádějí stejnou stokovou sítí, pokud je jejich charakter podobný. Rozhoduje zde stejný princip čištění jako na ČOV. Nejčastěji navrhujeme oddílnou soustavu splaškovou (do které můžeme zaústit i průmyslové vody z menších podniků) a oddílnou soustavu dešťovou. Ve větších průmyslových a zemědělských podnicích máme oddílnou soustavu průmyslovou. [6, 16]



Obr. 2.2. - Oddílná stoková soustava [6]

Splašková oddílná soustava je výhodná z hlediska návrhů menších průměrů stok. Stokami protéká pouze malé množství vody bez větších výkyvů. Stoky musí být zatrubněné, jejich hloubka založení je rovna hloubce u jednotné soustavy. Zatížení čistírny odpadních vod je hydraulicky rovnoměrné a odpadá také znečištění recipientu splaškovými vodami. Způsob dopravy volíme, pokud možno, gravitačně s občasným přečerpáváním. U této soustavy můžeme využít i alternativní způsoby odvádění odpadních vod jako je tlaková, podtlaková nebo pneumatická doprava splašků. [16]

Dešťové vody odvádíme dešťovou oddílnou soustavou. Stoky jsou buď zatrubněny anebo jsou vedeny povrchově v příkopových rigolech. Soustava nemusí mít velkou hloubku založení, limitující je převážně napojení uličních vpustí a nezámrazná hloubka. Problémem dešťové oddílné sítě je znečištění srážkových vod, které se nedají považovat za vody čisté. Tyto vody se zpravidla při tzv. prvním splachu dostávají na stejný nebo i vyšší koncentraci znečištění. První splach odpovídá první části deště, kde je největší intenzita a probíhá tak oplach ploch. Znečištění dešťových vod je závislé na délce, intenzitě a opakování deště. Problém může být řešen různými typy čistících dešťových nádrží. Kvalita srážkových vod je technicky řešitelná, ale ekonomicky náročná. [6, 16]

2.2.3. Modifikovaná stoková soustava

Modifikovaná soustava je kombinací jednotné a oddílné stokové soustavy. Může mít více podob. U nás je nejvíce používaný princip modifikované soustavy odvodnění z méně znečištěných ploch (parky, neprašné vozovky, chodníků atd.) oddílnou dešťovou soustavou přímo do recipientu. Srážky z plochy, kde dochází k většímu znečištění, jsou svedeny do jednotné sítě. Takto odvodnit se můžou především menší obce. V zahraničí se modifikovaná soustava nazývá soustavou polooddílnou. Tato soustava využívá odvodnění dešťových vod v mělce uložené stoce, splaškové vody jsou pak vedeny ve stokách hlouběji uložených. Na začátku srážky se nejprve ze dna dešťové stoky srážkové vody odvádí spojovacím potrubím do stoky splaškové. Teprve až po zahlcení nad úroveň dna dešťové soustavy jsou srážkové vody odváděny dešťovou soustavou přímo do recipientu. Tím je zajištěno, že první splach je odveden na ČOV a do recipientu je přivedena relativně čistá dešťová voda. [6, 16]

2.3. Systémy stokových sítí

Systémy uspořádání stokových sítí vychází z daného terénu, rozptýlení zástavby, dispozicí recipientu a přizpůsobují se jim. Návrh systému je díky tomu do jisté míry daný. I přesto se dají najít jednotlivé zásady systémů. [5, 24]

Celý systém by měl být navržen tak, aby se odpadní vody co nejvýhodněji dostaly k čistírně odpadních vod, a to jak z technického, tak z ekonomického hlediska. Při návrhu se musí dbát na bezpečnost systému s ohledem na maximální rychlosti a minimální sklony. [6, 16]

Základními systémy podle tvaru uspořádání stok jsou radiální, větvový, úchytný a podle výškového uspořádání stok systém pásmový. V reálných situacích se stokové systémy kombinují. [6, 16]

2.3.1. Radiální systém

Radiální systém je tvořený stokami, které se paprskovitě sbíhají do nejnižšího bodu území. Odtud je odpadní voda přečerpávána nebo odváděna gravitačně na ČOV. Tento systém se hodí pro uzavřenější kotliny a území bez přímé návaznosti na recipient. [5, 6, 16]

2.3.2. Větvový systém

Pro členitější území s rozptýlenou zástavbou se více hodí větvový systém. Do hlavní kmenové stoky jsou sváděny vedlejší stoky. Hlavní kmenová stoka je vedena v nejnižším místě území. Je snaha stoky vést co nejkratším možným způsobem v závislosti na sklonu stok. [6, 16]

2.3.3. Úchytný systém

Systém funguje na principu hlavní úchytné stoky, která vede údolnicí a často tak kopíruje recipient. Do této stoky jsou postupně svedeny tzv. sběrače, tedy menší stoky. Na jednotné soustavě se navrhují odlehčovací komory, které umožňují snížit průřezy stok. Aby mohly být odlehčovací komory účinné při vyšších průtocích, musí být recipient dostatečně hluboký. Úchytný systém se hodí do dlouhých úzkých údolí. [5, 6, 16]

2.3.4. Pásmový systém

Pásmový systém jako jediný reaguje na výškové rozložení terénu. Je výhodný tam, kde bychom přečerpávali na ČOV příliš velké množství, jedná se hlavně o rozsáhlejší území. Z tohoto důvodu se síť rozdělí do několika výškových pásem, ve kterých se mohou objevovat všechny tři předchozí systémy. Nejvyšší pásmo svedeme přímo na čistírnu odpadních vod

gravitačně. Nejnižší pásmo je svedeno do jednoho bodu, odkud jsou splašky přečerpávány na ČOV, případně odvodněno do recipientu. V tomto pásmu už se nemůžou odpadní vody svést ve sklonu až k ČOV, ale musí se čerpat, proto je snaha o navržení oddílné soustavy. Středních pásem může být několik a odvod jejich odpadních vod bude závislý na konkrétních výškových podmínkách. [5, 6, 16]

2.4. Doprava odpadních vod

Způsoby dopravy odpadních vod můžeme dělit na dvě základní kategorie. Jsou to tradiční tedy gravitační způsoby a způsoby alternativní. Jako alternativní způsoby uvažujeme tlakovou kanalizaci, podtlakovou (vakuovou) kanalizaci, pneumatickou dopravu splašků a gravitační maloprofilovou kanalizaci. [6, 24]

2.4.1. Gravitační způsob dopravy odpadních vod

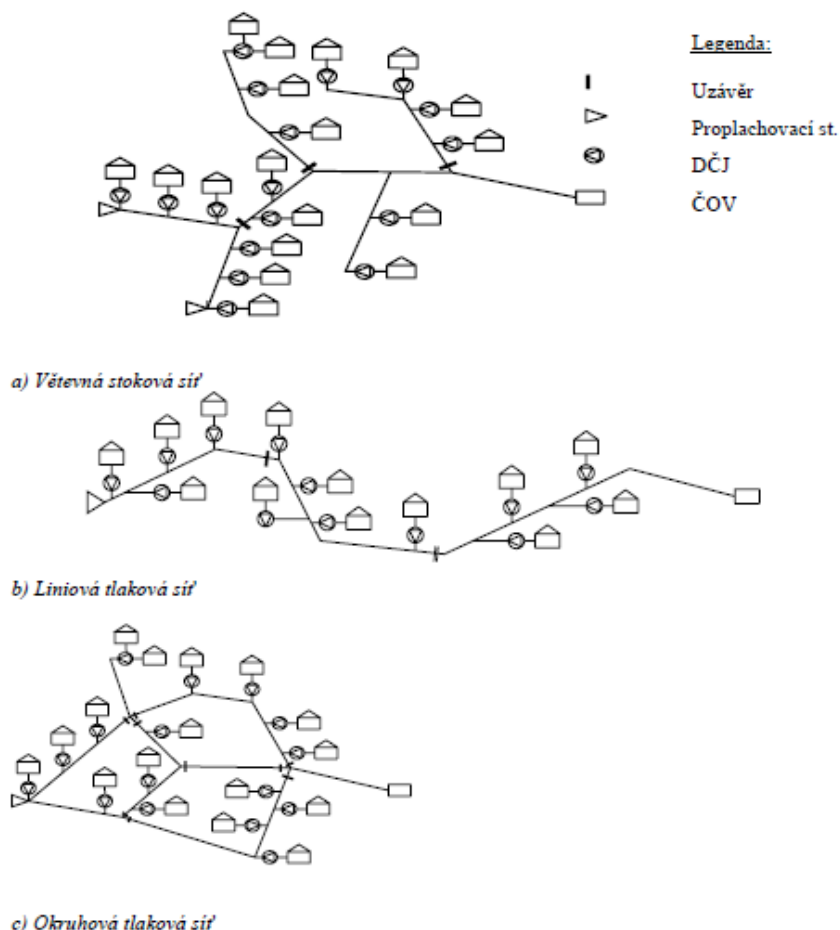
Tento způsob dopravy má v naší zemi tradici a je nejvíce využíván. Jedná se o systém, kde jsou odpadní vody svedeny gravitačně na ČOV nebo do recipientu. Tato doprava je využívána pro svoji spolehlivost a jednoduchost. Využívá se především při návrhu jednotné stokové soustavy, kde je větší množství čerpání vod ekonomicky nevýhodné. Tradiční způsob dopravy je využíván i pro oddílnou a modifikovanou soustavu. Přečerpávací stanice jsou zde umístěny pouze v místech, kde je to nezbytně nutné, a výtlaky jsou většinou na krátké vzdálenosti. [6]

2.4.2. Alternativní způsoby dopravy odpadních vod

Využití alternativních způsobů dopravy je v dnešní době čím dál tím větší. Má to za následek hlavně fakt, že oblasti, které zatím jsou bez stokové sítě, nemají ideální podmínky pro tradiční způsob dopravy OV (odpadních vod). Ten se v daných oblastech jeví jako značně nevhodný, těžko zpracovatelný nebo dokonce nerealizovatelný. Tyto území mají roztroušenou zástavbou, rovinatý nebo lehce zvlněný terén nebo malé sídelní celky. Jako výhody můžeme u alternativních způsobů brát využití při vysoké HPV, již velké hustotě inženýrských sítí, u bezvýkopových technologií, aj. Naopak nevýhodami jsou větší poruchovost systému, nízké zkušenosti s provozem na našem území, vyšší energetická náročnost, kratší životnost. [6, 24]

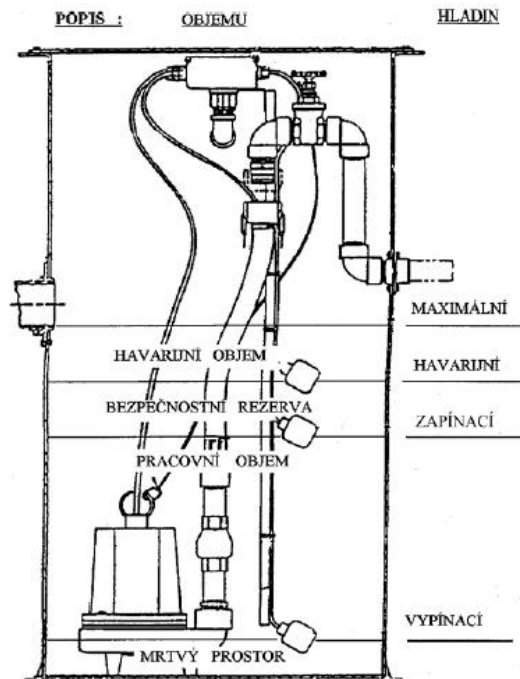
a) Tlaková kanalizace

Tlaková kanalizace funguje na principu přetlaku v síti. Běžný provozní pracovní přetlak je cca $20-50 \cdot 10^4$ Pa [1]. Síť může být okružová, liniiová nebo větvená. Přetlak v síti vytvářejí čerpadla, která jsou umístěna u domovních objektů. Čerpadla jsou umístěna v DČJ (domovní čerpací jímce). Z domovních objektů se odpadní vody do DČJ dostávají gravitačně. V DČJ se čerpadlo řídí na základě výšky hladiny v jímce. [1, 7]



Obr. 2.3 - Schémata topologie tlakové sítě [1]

V DČJ rozlišujeme maximální, havarijní, zapínací a vypínací hladinu. Tyto hladiny od sebe oddělují havarijní objem, bezpečnostní rezervu, pracovní objem a mrtvý prostor. Havarijní objem slouží jako rezerva pro výpadek sítě. Jeho velikost se určuje podle plnění jímky v době, za kterou je provozovatel schopen opravit výpadek elektrického proudu. Bezpečnostní rezerva zajišťuje rozdíl mezi maximálním přítokem odpadních vod do DČJ a dopravním množstvím čerpadla v době přítokové špičky. Mezi vypínací a zapínací hladinou je pracovní objem. Mrtvý prostor je v jímce z důvodu, aby čerpadlo nenasávalo vzduch. Tento prostor je určen výškou sacího hrdla nade dnem. [1]



Obr. 2.4 - Rozdělení objemů a hladin v DČJ [1]

Tlaková doprava odpadních vod je v současné době nejvíce používaný způsob z hlediska alternativních způsobů dopravy. Investice do této dopravy je po finanční stránce nejnižší ze všech druhů alternativní dopravy. Dnešní vysoká kvalita a spolehlivost čerpadel zajišťuje bezpečný provoz tlakové sítě i ve větších povodích. [6]

Velkým problémem u tlakové kanalizace jsou větší kusy pevných částic (hadry, plastové obaly, kusy potravin aj.). Z tohoto důvodu se před DČJ předsazují septiky, ve kterých se na mřížích nebo sítěch tyto částice zachycují. Systém se označuje jako SMP (systém mechanického předčištění). Druhou variantou ochrany před pevnými částicemi je tzv. mělnicí systém. V tomto systému jsou čerpadla vybavena předřazeným řezným nástavcem, který rozmělní pevné částice na kaši, která bez problémů projde trubní sítí. Dnes je více používán mělnicí systém, jelikož u SMP se musí odstraňovat nečistoty, které jsou zachyceny na sítěch. Navíc vlivem anaerobních procesů v septiku vzniká více amoniakálního dusíku a je zde možnost tvorby sirovodíku. [1, 7]

b) Podtlaková (vakuová) kanalizace

Pro vakuovou kanalizaci je specifické, že odpadní voda není dopravována jako vodní sloupec, ale po jednotlivých dávkách. Tyto dávky jsou tvořeny směsí kapek a vzduchu unášené ve směru většího podtlaku. Sací tlak o hodnotě 60-70 kPa oproti atmosférickému tlaku je trvale

udržován v podtlakových nádobách podtlakové stanice [6]. Z podtlakových nádob je poté odpadní voda čerpána na ČOV. Dalším charakterizujícím faktorem je rychlost, která se pohybuje od 6 do 8 m/s bez ohledu na sklony potrubí. [7]

c) Pneumatická doprava splašků

U tohoto typu můžeme dopravovat velké množství odpadní vody na velké vzdálenosti. Odpadní voda, která může být silně znečištěná, je sváděna do předšachty a následně do pracovní nádrže. Po naplnění nádrže je voda vytlačována tlakovým vzduchem pomocí kompresoru směrem na ČOV. Doporučuje se umístit 2 kompresory. Po určitém časovém období nebo vyprázdnění nádrže se prostředí odvzdušní a celý proces se může opakovat. V praxi se využívá dvou nádrží – jedna se plní, z druhé se odvádí odpadní voda. [16]

d) Maloprofilová kanalizace

Celá kanalizace je v tomto případě gravitační, s malými průřezy a nízkou drsností potrubí. Revizní šachty jsou nahrazeny kontrolními šachtami (odbočka DN80 vyvedená nad povrch). V systému je možnost využití násoskového systému. U každého domovního objektu musí být osazen septik pro předčištění. V některých případech musí být do septiku osazeno čerpadlo. Čistírna odpadních vod musí být umístěna níže než domovní objekty, aby do ní mohl být sveden hlavní sběrač. Do hlavního sběrače jsou svedeny odpadní vody ze septiků. [7]

2.5. Dimenzování stokové sítě

2.5.1. Oddílná splašková soustava

Při dimenzování splaškové oddílné soustavy se vychází z navrženého systému stok. Číslování stok probíhá od čistírny odpadních vod. Dimenzování stok je v opačném pořadí, tedy od nejbližšího okraje po ČOV. Pro snadnější výpočet je lepší využít tabulku. [16]

Základním parametrem pro výpočet je množství splaškových vod z domácností. Tento parametr se určuje v nejlepším případě měřením. Další variantou je určení podle skutečného vývoje spotřeby v dané lokalitě nebo platných směrnic. Množství splaškových vod z domácností se označuje jako potřeba vody q [l/(obyv.den)]. Potřeba vody závisí na výhledovém počtu obyvatel, technické a občanské vybavenosti obce. [16]

Pro každý dimenzovaný úsek se určí tzv. průměrný denní průtok splaškových vod Q_{24} .

$$Q_{24} = \frac{0 \cdot q}{1000} [m^3/den] = \frac{0 \cdot q}{24 \cdot 1000} [m^3/hod] = \frac{0 \cdot q}{86400} [l/s] \quad (1)$$

kde O je rovno počtu obyvatel napojených do dimenzovaného úseku stoky a q odpovídá potřebě vody. [16]

Maximální průtok splašků se určí jako průměrný denní průtok vynásobený součinitelem maximální denní nerovnoměrnosti k_h . Součinitel k_h , pokud není spočítáno jinak, se bere z tabulky určené v normě. Hodnota k_h pro daný úsek se zjistí pomocí lineární interpolace z tabulky. [3, 16]

$$Q_{max} = Q_{24} \cdot k_h [l/s] \quad (2)$$

Počet připojených obyvatel ¹⁾	30	40	50	75	100	300	400	500
Součinitel maximální hodinové nerovnoměrnosti $k_{h,max}$	7,2	6,9	6,7	6,3	5,9	4,4	3,5	2,6
Součinitel minimální hodinové nerovnoměrnosti $k_{h,min}$	0	0	0	0	0	0	0	0
Počet připojených obyvatel ^{1) 2)}	1 000	2 000	5 000	10 000	20 000	30 000	50 000	100 000
Součinitel maximální hodinové nerovnoměrnosti $k_{h,max}$	2,2	2,1	2,0	2,0	1,9	1,8	1,7	1,5
Součinitel minimální hodinové nerovnoměrnosti $k_{h,min}$	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5
POZNÁMKY								
¹⁾ Počet připojených obyvatel se uvažuje podle počtu obyvatel v příslušné sběrné ploše povodí stoky.								
²⁾ Součinitele hodinové nerovnoměrnosti pro větší počet připojených obyvatel než 100 000 se určují přímým měřením. Byly-li hodnoty součinitelů hodinových nerovnoměrností získány měřením, použijí se pro výpočet přednostně. (Mají být stanoveny ve vztahu k ročnímu průměrnému průtoku.)								

Tab. 2.1 - Součinitel maximální hodinové nerovnoměrnosti [3]

Konečný průtok, na který se stoky dimenzují, se vypočítá vynásobením Q_{max} dvěma.

$$Q_{dim} = 2 \cdot Q_{max} [l/s] \quad (3)$$

Počet obyvatel napojený na dimenzovaný úsek stoky může být zadaný přímo v mapovém podkladu. Může se ale i rozpočítat lineárně podle celkové délky sítě na délky jednotlivých úseků. Také se dá vypočítat podle bytových jednotek vynásobených počtem obyvatel pro jednu bytovou jednotku apod. [16]

Profil a sklon stoky se dimenzuje tak, aby nedocházelo k usazování splašků. Tečné napětí τ_u na dně stoky se počítá abychom zjistili, zda dochází k zanášení stok. Tečné napětí by mělo být větší než 4 Pa. [3]

$$\tau_u = R \cdot g \cdot \rho \cdot I [Pa] \quad (4)$$

Kde R odpovídá hydraulickému poloměru [m], g je gravitační zrychlení [m/s^2], ρ je rovno průměrné hustotě odpadní vody [kg/m^3], I odpovídá sklonu dna stoky [m/m]. [3]

U stok a kanalizačních přípojek malých profilů (menších než DN/ID 300 nebo DN/OD 315) se dostatečně zabrání zanášení, pokud se dosáhne průřezové rychlosti 0,7 m/s nebo sklonu (obvykle vyjadřovaném v mm/m) nejméně 1:D (kde D je vnitřní průměr potrubí v m) podle článku 9.6.3 ČSN EN 752:2008 [3].

2.5.2. Tlaková kanalizace

Dimenzování tlakového systému závisí na čerpané délce a průtoku v potrubí. Průtok určuje množství a četnost spínání čerpadel a zároveň přítok do sběrné jímky. Doba zdržení ve sběrné jímkce by měla být co nejkratší, aby nedošlo k tvorbě plynů. [4]

Pro správné fungování sítě musí být mezi začátkem a koncem potrubí nutná dopravní výška h_{celk} [m], která zaručí určité průtočné rychlosti. [4]

$$h_{celk} = h_s + h_z [m] \quad (5)$$

Kde h_z jsou tlakové ztráty, které se počítají jako součet ztrát třením a místních ztrát nebo pomocí rovnice:

$$h_z = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} + \xi \cdot \frac{v^2}{2g} [m] \quad (6)$$

Kde λ je součinitel závislý na Reynoldsově čísle a drsnosti potrubí [-], L je délka potrubí [m], D odpovídá DN potrubí [m], v je průtočná rychlost [m/s], g je rovno tíhovému zrychlení [m/s²] a ξ je součinitel pro místní ztráty [-]. [4]

Při výpočtu h_{celk} pro různé průtoky a grafické vynášení výsledků do diagramu dopravních výšek obdržíme křivku, která se obvykle nazývá charakteristika systému (charakteristika potrubí) [4].

Pracovní bod semůže brát pro zcela zaplněné tlakové potrubí i pro částečně plněné tlakové potrubí. U zcela zaplněného potrubí je pracovním bodem čerpadla průsečík charakteristiky systému a charakteristiky čerpadla (dodáno výrobcem). Z tohoto bodu se odvodí průtok a z něj následně dopočítá průtočná rychlost v potrubí. [4]

Pro samotný výpočet se nejprve vypočítá vnitřní průměr potrubí. Tento průměr se později nahrazuje průměrem, který je pro daný materiál k dispozici. Po celou dobu se dodržuje minimální průtočná rychlost v potrubí, která je rovna 0,7 m/s. Pro námi zvolený průměr a průtok se vypočte dopravní výška čerpadla h_{celk} a zvolí se vhodné čerpadlo. Pro ověření minimální průtočné rychlosti a výkonu čerpadla se nakonec přepočtou hodnoty za použití charakteristiky čerpadla. [4]

3. Čištění odpadních vod

Hlavním a nejdůležitějším kritériem pro čištění odpadních vod je jakost vody. S ohledem na toto kritérium vybíráme technologii čištění a skladbu celé čistírny. Další faktory pro výběr ČOV jsou investiční náklady, spolehlivost, stabilita a náklady na provoz. Při výběru a skladbě čistírny odpadních vod se snažíme o jednoduchost a spolehlivost strojních zařízení. [22]

3.1. Podklady pro návrh a výpočet ČOV

Množství odpadních vod, které přitéká na ČOV má velmi nerovnoměrný průtok. Kolísání průtoku je vyjádřeno součiniteli nerovnoměrnosti. I přes nerovnoměrnost lze u odpadních vod od obyvatelstva a z průmyslu určit pravidelnost přítoků. Množství OV je ovlivněno charakteristikou a uživateli obce a stavem stokového systému. [6, 23]

Čistírna se dimenzuje podle toho, zda jde o jednotnou či splaškovou oddílnou soustavu. U jednotné soustavy navrhujeme na průtok $Q_{max} > Q_{spl}$. Pro oddílnou soustavu dimenzujeme ČOV na Q_{spl} (průtok splašků). Celkové množství odpadních vod se vypočítá z odpadních vod od obyvatelstva, z průmyslu a zemědělství a vod balastních. [6, 23]

3.1.1. Odpadní vody od obyvatelstva

Průměrný denní průtok Q_{24}^o

$$Q_{24}^o = qO[l/den] \quad (7)$$

Kde q je rovno specifické spotřebě vody [l/(obyv.den)] a O odpovídá výhledovému počtu obyvatel. [23]

Maximální denní průtok Q_d^o

$$Q_d^o = qOk_d[l/den] \quad (8.)$$

Kde k_d vyjadřuje součinitel denní nerovnoměrnosti. [23]

do 1.000 obyvatel	1,5
od 1.000 do 5.000 obyvatel	1,4
od 5.000 do 20.000 obyvatel	1,35
od 20.000 do 10.0000 obyvatel	1,25
nad 100.000 obyvatel	individuálně

Tab. 3.1 - Součinitel denní nerovnoměrnosti dle ČSN 73 6701 [6]

Maximální hodinový průtok Q_{hmax}

Maximum hodinového průtoku se pohybuje mezi 11-15 hodinou (u menších obcí i ve večerních hodinách) a minimum nastává v nočních hodinách. Rozkolísanost průtoků je ošetřena součiniteli maximální a minimální hodinové nerovnoměrnosti, která závisí na velikosti obce. [23]

$$Q_{hmax}^o = k_{max} \frac{Q_d^o}{24} [l/hod] \quad (9)$$

Kde k_{max} je součinitel maximální hodinové nerovnoměrnosti. [23]

počet připojených obyvatel	30	40	50	75	100	300	400	500	1tis.	2 tis.	5 tis.	10 tis.	20 tis.	30 tis.	50 tis.	100 tis.
součinitel max. hodinové nerovnoměrnosti	7,2	6,9	6,7	6,3	5,9	4,4	3,5	2,6	2,2	2,1	2,0	2,0	1,9	1,8	1,7	1,5

Tab. 3.2 - Součinitel maximální hodinové nerovnoměrnosti dle ČSN 73 6701 [6]

Minimální hodinový průtok Q_{hmin}

$$Q_{hmin}^o = k_{min} \frac{Q_d^o}{24} [l/hod] \quad (10)$$

Kde k_{min} je součinitel minimální hodinové nerovnoměrnosti. [23]

počet připojených obyvatel	30	40	50	75	100	300	400	500	1tis.	2 tis.	5 tis.	10 tis.	20 tis.	30 tis.	50 tis.	100 tis.
součinitel min. hodinové nerovnoměrnosti	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7

Tab. 3.3- Součinitel minimální hodinové nerovnoměrnosti dle ČSN 73 6701 [6]

3.1.2. Odpadní vody z průmyslu a zemědělství

Průmyslové vody se dělí na vody odpadní (od zaměstnanců) a vody procesní vycházející z výrobního procesu. Průmyslové vody od zaměstnanců se dále rozdělují na potřebu pro mytí, pití a stravování. [6, 23]

3.1.3. Balastní vody

Tyto vody (Q_B) se nepočítají, ale určují se odhadem nebo měřením. Pro odhad se uvažuje 10-15 % z celkového množství odpadních vod. Při vyšším podílu je doporučená úprava stokové sítě. [23]

3.1.4. Průtok biologickou ČOV

Pro průtok biologickou ČOV se počítá bilance, kde se počítá průměrný denní průtok (Q_{24}), maximální denní průtok (Q_d), maximální hodinový průtok (Q_h) a minimální hodinový průtok (Q_{min}). [6, 23]

$$Q_{24} = Q^o_{24} + Q^p_{24spl} + Q^p_{24proc} + Q_B[m^3/den] \quad (11)$$

$$Q_d = Q^o_d + Q^p_{d spl} + Q^p_{d proc} + Q_B[m^3/den] \quad (12)$$

Větší z hodnot:

$$Q_h = Q^o_{hmax} + Q^p_{d spl} + Q^p_{d proc} + Q_B[m^3/hod] \quad (13)$$

$$Q_h = Q^o_d + Q^p_{h max} + Q^p_{h proc} + Q_B[m^3/hod] \quad (14)$$

$$Q_{min} = Q^o_{min} + Q_B[m^3/hod] \quad (15)$$

Pro jednotnou stokovou soustavu se dimenzuje ČOV na Q_d a posuzuje na $Q_{zř}$ průtok, který za deště přitéká z poslední odlehčovací komory před ČOV. U splaškové soustavy je čistírna dimenzována na maximální denní průtok. [6]

3.2. Mechanické čištění odpadních vod

Jedná se vždy o první stupeň čištění na čistírně odpadních vod. V některých případech může být použito i jako třetí stupeň, při vypouštění vyčištěné vody do recipientu. Při mechanickém čištění dochází k odstranění nerozpuštěných látek. Tyto látky by jinak mohli v dalších stupních čištění způsobit mechanické závady a zanášení objektů ČOV. [6, 23]

Způsob	Používaná zařízení
Cezení jsou zachycovány nerozpuštěné příměsi, rozměrově větší než otvory, kterými protéká voda	česle síta
Usazování a zahušťování využívá gravitační sílu a rozdíl hustot oddělovaných složek	lapák šterku, lapák písku usazovací nádrž, dosazovací nádrž zahušťovací nádrž
Vzplývání využívá vztlakovou sílu a rozdíl hustot oddělovaných složek	lapáky tuků odlučovač olejů a ropných látek
Filtrace jsou zachycovány nerozpuštěné příměsi, rozměrově větší než otvory, kterými protéká cezená voda	pískové (jiné) lože jemná síta, bubnové filtry sítopásové lisy, kalolisy, membrány
Flotace je uměle snižována hustota příměsí a vzniklý rozdíl hustot je využíván k oddělení složek (vztlakem)	flotační vany s tlakovým vzduchem elektroflotační vany
Odstředování (centrifugace) využívá odstředivou sílu a rozdíl hustot oddělovaných složek	kontinuální odstředivky

Tab. 3.4 - Přehled používaných mechanických způsobů čištění odpadních vod [23]

Používané způsoby mechanického čištění jsou cezení, usazování a zahušťování, vzplývání, filtrace, flotace a odstředování. [23]

3.2.1. Filtrace, cezení

Díky filtraci odstraňujeme z vody pevné částice větší než cca 1 μ m. Podle velikostí průlin rozlišujeme průchodnost: česle, síta – větší než 1 mm; mikrosíta – větší než 10 μ m; mikrofiltry – větší než 0,1 μ m. [23]

Filtraci využíváme v objektech, jako jsou česle, síta, bubnové filtry, sítopásové lisy, kalolisy, filtry s náplní, membránové procesy. [23]

3.2.2. Flotace

Při flotaci je voda provzdušňována. Drobné bublinky vzduchu se dostávají do kontaktu se suspendovanými částicemi v kapalině a následně stoupají k hladině. Komplex, který nově vznikne, má nižší měrnou hmotnost než voda. Z hladiny jsou částice odstraňovány. Vznik mikrobublin, jejichž optimální velikost je 10 až 100 μ m, se v disperzním prostředí dosáhne různými způsoby [7]. Flotaci dělíme na volnou, tlakovou a elektroflotaci. [23]

3.2.3. Usazování (sedimentace) a zahušťování

Usazování funguje na principu využití gravitační síly a rozdílu hustot kapaliny a pevných částic. Tento způsob mechanického čištění patří k nejrozšířenějším, lze při ní zachytit 60-80 % suspendovaných látek. Nevýhodou je, že u příliš jemných částic je doba trvání sedimentace příliš velká. Proto se doporučuje separovat částice s rychlostí nad 10⁻⁵ m/s. [23]

U sedimentace rozlišujeme dva druhy charakteru částic. První z nich jsou částice zrnité. Tyto částice mají při sedimentaci stále pevný tvar a rozhraní mezi kapalinou a pevnou částicí je pevně dané plochou povrchu částice. Druhým typem jsou částice vločkovité. U tohoto typu není pevně dané rozhraní, dochází u nich ke změně tvaru a velikosti částice během sedimentace. [6]

Usazování můžeme také dělit podle koncentrace suspenze. Rozeznává se usazování prosté, rušené a zahušťování. U prosté sedimentace se částice chovají podle vztahů určujících pád izolované částice. To znamená, že částice si zde zachovávají svůj charakter. Při rušeném sedimentování si částice uchovávají svůj tvar i velikost, ale dochází ke změně usazovací rychlosti a vzájemnému rušení pádu. Také dochází k nárůstu objemové koncentrace částic. Ke

změně individuálního charakteru částice dochází při zahušťování suspenze. Suspenze díky tomu klesá jako celek, mezi kapalinou a vrstvou kalu se objevuje viditelné rozhraní. [23]

3.2.4. Vzplývání

U vzplývání je rozhodující vztlaková síla a rozdílná hustota oddělovaných složek. Látka s nižší hustotou vzplývá k hladině, kde vytváří plovoucí vrstvu. Vzplývání se využívá k odstranění ropných látek. Voda proudí horizontálně nádrží, a přitom se látky usazují na hladině. Dobré funkci těchto nádrží zabraňují látky, které tvoří stabilní emulze. Ke snižování účinnosti dochází i vlivem intenzivního promíchávání před vpuštěním látek do gravitačního odlučovače. [23]

3.2.5. Odstředování (centrifugace)

Při tomto procesu dochází k odstředování kalu od kapaliny na základě rozdílu hustoty. Síla, která na částičky kalu působí je až 2000x větší než gravitační síla. Odstředování se využívá hlavně k zahuštění primárního kalu, přebytečného aktivovaného kalu a kalu z chemického čištění. Výhodou je malý nárok na prostor. Nevýhodou jsou náklady na energii a údržby. [23]

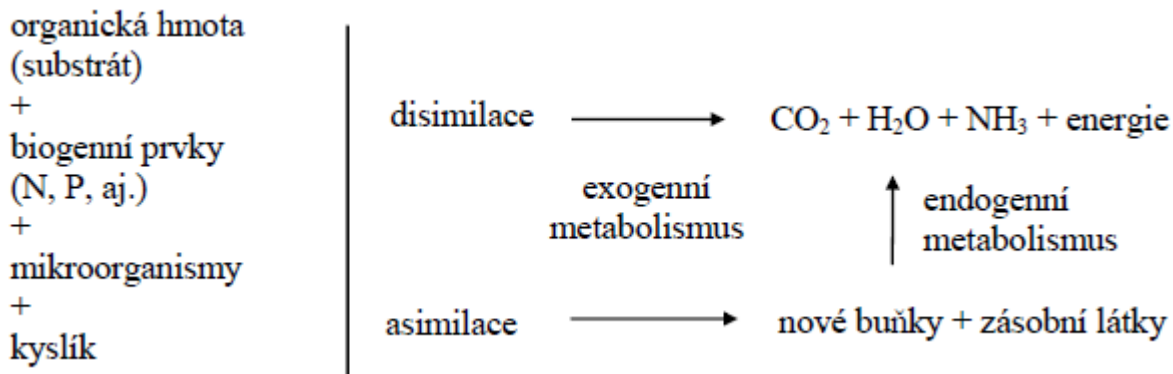
3.3. Biologické čištění odpadních vod

Při biologickém čištění se snažíme dosáhnout stejného účinku jako u procesů, které probíhají v přírodě. Tyto procesy jsou na čistírně urychleny. Pro biologické čištění je důležitá biochemická oxidačně redukční reakce. Dělení na jednotlivé reakce určuje konečný akceptor elektronů a s tím související hladiny oxidačně-redukčních potenciálů. [7, 23]

Biologické ČOV dělíme podle procesů na oxickou, anoxickou a anaerobní oblast. V oxické oblasti probíhá nitrifikace, konečným akceptorem elektronů je zde kyslík. Denitrifikace probíhá v anoxické oblasti. V této oblasti není kyslík, jako konečný akceptor slouží dusík. V poslední anaerobní oblasti se část molekuly oxiduje a část redukuje, konečným akceptorem je v tomto případě vlastní organická látka. [6]

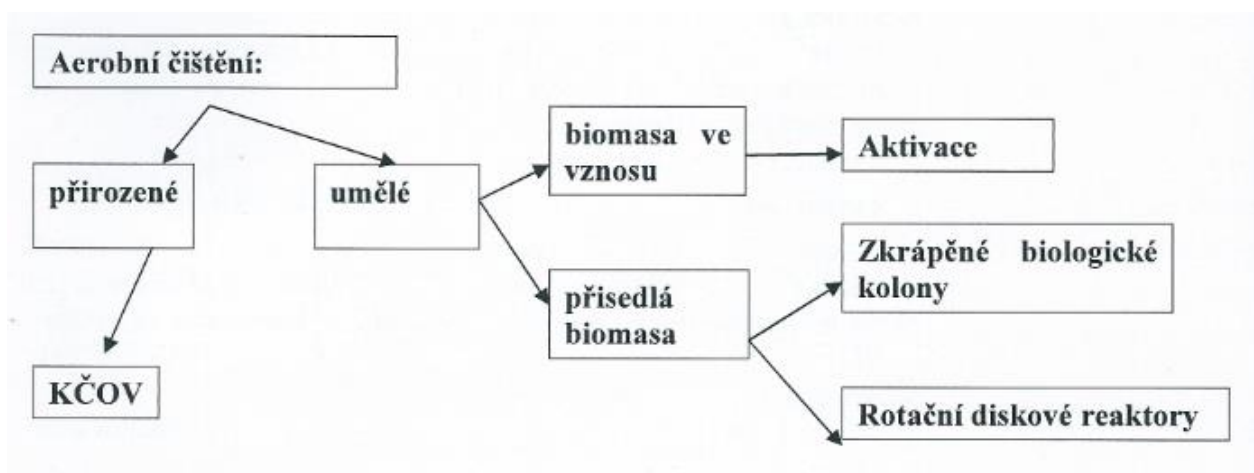
3.3.1. Aerobní čištění

V aerobním čištění probíhají za přítomnosti molekulárního kyslíku oxidační procesy. Tyto procesy rozkládají organické látky obsažené ve vodě tzv. substrátu. [6]



Obr. 3.1- Schéma rozkladu organické hmoty v aerobních podmínkách [6]

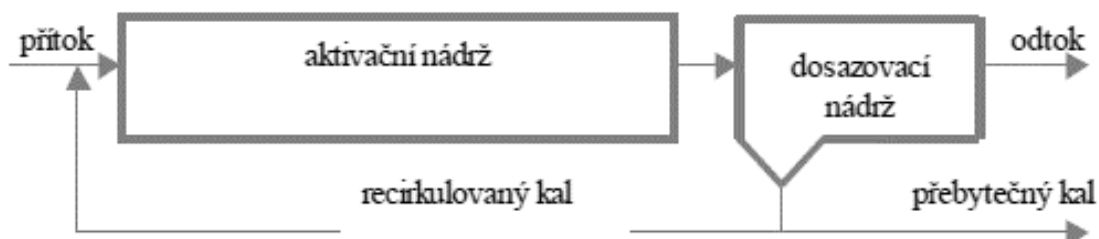
Nejdůležitější pro správné fungování aerobních procesů je dostatečné množství kyslíku v reaktorech. [23]



Obr. 3.2 - Základní rozdělení aerobního čištění [23]

3.3.2. Aktivace

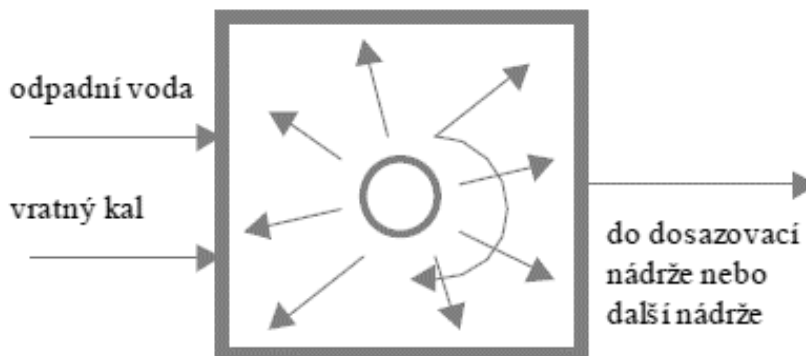
Při procesu aktivace vzniká v aktivační provzdušňované nádrži aktivovaný kal, který dále sedimentuje v dosazovací nádrži. Odpadní voda se v aktivační nádrži míší s recirkulovaným kalem, tím se zvýší množství biomasy. Aktivační nádrž musí být provzdušňována. Přebytný aktivovaný kal se periodicky odstraňuje. V dnešní době patří aktivace mezi nejrozšířenější způsoby biologického čištění. [7]



Obr. 3.3 - Schéma aktivačního procesu [6]

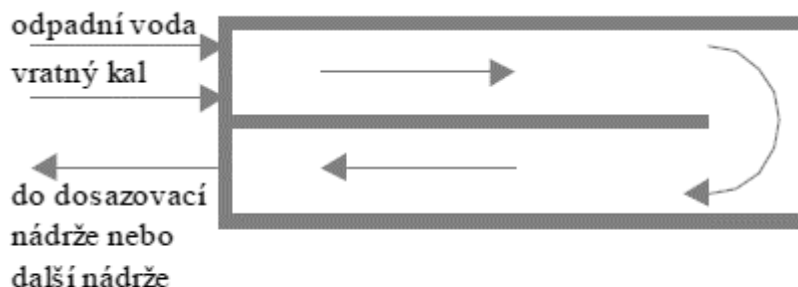
Základní technologické modifikace aktivace jsou SBR reaktor a systémy kontinuálního čištění. SBR reaktor funguje na principu, kdy všechny procesy probíhají v jedné nádrži s časovou návazností jednotlivých procesů (aerace a napouštění nádrže, usazení kalu, odčerpání vyčištěné vody). U SBR reaktorů je více nádrží, které zajišťují paralelní provoz. Kontinuální systémy čištění se dělí na aktivaci směšovací, aktivaci s postupným tokem, postupně zatěžovanou aktivaci, aktivaci s oddělenou regenerací kalu, aktivaci s cirkulací aktivační směsi, šachtovou aktivaci, věžovou aktivaci a selektorovou aktivaci. [6, 22]

Směšovací aktivace má konstantní rozložení aktivovaného kalu i rozpuštěného kyslíku. Nejčastěji má nádrž čtvercový tvar a je provzdušňována a promíchávána. Spotřeba kyslíku je konstantní v celé nádrži. Výhoda směšovací aktivace je okamžité zředění odpadní vody, což se uplatní u odpadní vody obsahující toxické látky. Zápor je podpora růstu vláknitých mikroorganismů. [2, 23]



Obr. 3.4 - Schéma směšovací aktivace – půdorys [6]

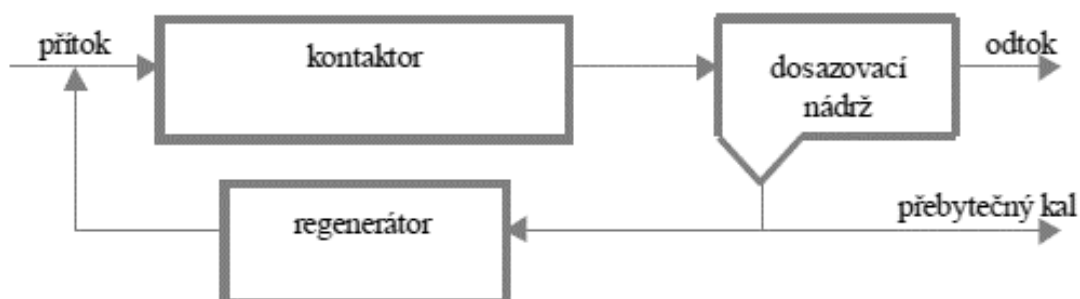
Aktivace s postupným tokem má malý průtočný profil v dlouhém korytě. Smíchání s vratným kallem probíhá hned na začátku nádrže. Rychlost spotřeby kyslíku a koncentrace rozpuštěného organického substrátu postupně s průtokem klesá. [23]



Obr.3.5 - Schéma aktivace s postupným tokem [6]

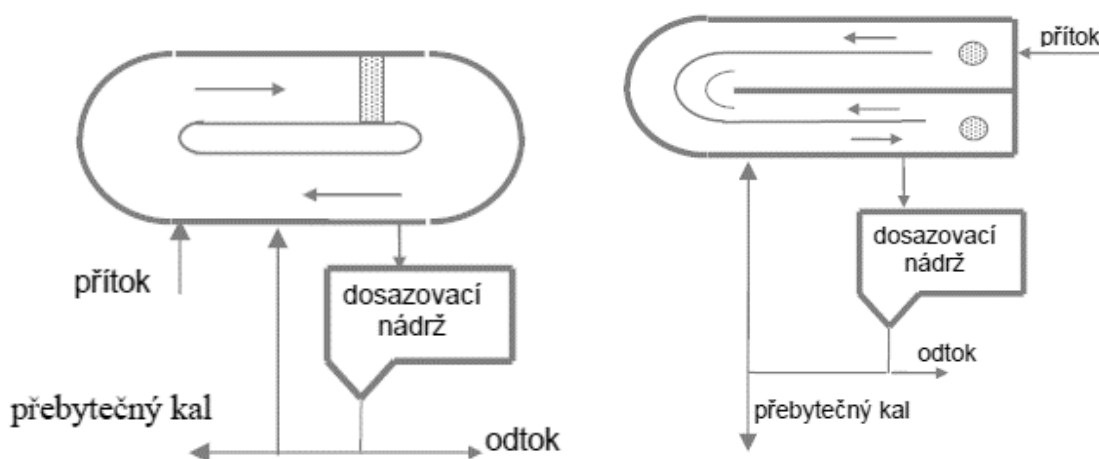
Do postupně zatěžované aktivace je odpadní voda přiváděna na několika místech nádrže. Díky tomu dochází k vyrovnání rychlosti spotřeby kyslíku. [23]

U aktivace s oddělenou regenerací kalu se nejprve krátkou dobu (0,5-1 hodina) provzdušňuje odpadní voda v aktivační nádrži. Poté se z dosazovací nádrže vede vratný kal do nádrže regenerační. V regenerační nádrži se kal provzdušňuje 2-4 hodiny. Regenerovaný kal se znovu přivádí do aktivační nádrže. [23]



Obr. 3.6 - Schéma aktivace s oddělenou regenerací kalu [6]

U aktivace s cirkulací aktivační směsi je uzavřené koryto, ve kterém odpadní voda cirkuluje společně s aktivační směsí. Do pohybu je směs uváděna aeračním zařízením, které do ní současně přivádí vzdušný kyslík. U aktivace s cirkulací rozlišujeme oxidační příkop a oběhovou aktivaci. U oxidačního příkopu se nestřídají oxická a anoxická zóna. Oběhová aktivace je nízkozatížený proces, kde se střídají oxické a anoxické fáze. V oxických zónách probíhá provzdušnění jemnobublinným aeračním systémem, v anoxických zónách jsou instalována pomaluběžná horizontální míchadla. Výhodou oběhové aktivace je vysoký stupeň odbourání dusíku. [22, 23]



Obr. 3.7 - a) Schéma oxidačního příkopu, b) Schéma oběhové aktivace [6]

Šachtovou aktivaci tvoří aktivační nádrž a je tvořena dlouhou rourou o délce 30-150 metrů. Uprostřed roury je vložena přepážka anebo roura o menším průměru, která nádrž

rozděluje na dvě části. V první části proudí aktivační směs dolů a ve druhé nahoru. Cirkulace funguje na principu rozdílu hustot obou směsí. Vzduch je vháněn do obou částí šachty – do vzestupné startovní vzduch, do sestupné pracovní vzduch. [23]

Dalšími druhy jsou aktivace věžová, selektorová aj. [23]

3.3.3. Odstraňování dusíku a fosforu

Dusík můžeme odstraňovat dvěma způsoby – biologickým a fyzikálně chemickým. Do biologického způsobu řadíme nitrifikaci a denitrifikaci. Mezi fyzikálně chemický způsobu řadíme například chloraci a membránové procesy. [23]

Odstraňování fosforu může probíhat biologicky nebo fyzikálně chemicky. Při chemickém srážení odstraňujeme fosfor pomocí přidání vápna, železitých, železnatých nebo hlinitých solí. Při použití vápna musí většinou následovat neutralizace, kvůli správné hodnotě pH. [23]

3.3.4. Biofilmové reaktory

Biofilmové reaktory fungují na stejném principu jako aktivace. Rozdílem je, že mikroorganismy smíšené kultury jsou přisedlé na pevném nosiči, kdežto u aktivace se vznášejí ve vločkách. Rozdělení biofilmových reaktorů může být podle nosiče biofilmu, směru průtoku odpadní vody filtrační náplní, druhu filtrační náplně, látkového objemového zatížení, typu aerace a technologického schématu. [7]

3.3.5. Aerace

Pro aerační procesy je důležitý kyslík, který je do nádrží přiváděn. Rozeznáváme spotřebu a potřebu kyslíku. Spotřeba kyslíku odpovídá reálné spotřebě kyslíku, potřeba kyslíku je rovna celkovému množství, které je do nádrže dovedeno. [23]

Způsoby aerace jsou pneumatická, mechanická, hydropneumatická a kombinovaná. [23]

3.3.6. Anaerobní biologické čištění

Při anaerobním čištění dochází k součinnosti několika mikrobiálních skupin, hlavně bakterií, jejichž metabolické procesy na sebe navzájem navazují. Při těchto procesech dochází k rozkladu organických látek, přičemž substrátem pro jednu skupinu jsou produkty metabolismu druhé skupiny. [23]

Výhodou anaerobních procesů oproti aerobním je nízká spotřeba energie, nižší produkce biomasy (není nutná stabilizace kalu), nízké požadavky na živiny, produkce bioplynu. Naopak nevýhodou je menší reakční rychlost, dlouhá doba zpracování procesu, vyšší zbytková koncentrace organických látek v odtoku. Z těchto důvodů se anaerobní čištění hodí pro stabilizaci kalu a čištění odpadních vod s vysokou koncentrací organického znečištění. [23]

3.4. Třetí stupeň čištění odpadních vod

Třetí stupeň čištění OV neboli dočišťování probíhá nejčastěji při odstraňování zbytkových nerozpuštěných látek nebo fosforu. Ve vodohospodářsky exponovaných lokalitách může dočištění požadovat vodoprávní orgán, kvůli zajištění kvality vody na odtoku do recipientu. Pro dočišťování se v praxi využívají tyto zařízení: zemní filtry, vegetační čistírny, stabilizační nádrže neboli biologické rybníky, dočišťovací gravitační nádrže, mikrosítové a pískové filtry. [22]

Zemní filtry se hodí pro čištění splaškových odpadních vod a odpadních vod jim podobných. Probíhají zde současně fyzikální, biochemické a fyzikálně chemické procesy. Životnost zemních filtrů je až 30 let. Probíhá zde pomalá filtrace s jednou nebo více vrstev. [22]

Stabilizační nádrže se řadí mezi přírodní způsoby čištění a dočišťování odpadních vod. Probíhají v nich procesy fyzikální, chemický a biochemický. Hodí se pro omezení eutrofizace vod. [22]

Na jednoduchém principu zachycení nerozpuštěných látek sedimentací fungují dočišťovací gravitační nádrže. V praxi se můžou využít na čistírně již stávající nádrže, které už neplní svůj účel, nebo se mohou vybudovat nové nádrže. [22]

3.5. Kalové hospodářství

Na každé čistírně odpadních vod musí být kalové hospodářství. Tuto kalovou koncovku určuje množství a produkce kalu na čistírně. Kal je směs odpadní vody a pevných látek, které jsou z vody odstraněny. Množství kalu závisí na zvolené technologii, velikosti a zatížení čistírny. V praxi se stává, že čistírna nevyhovuje legislativním a ekologickým požadavkům, protože její kalová koncovka není dostatečně vyřešená. Kalové hospodářství může tvořit až 40 % provozních a investičních nákladů. Problém může také nastat s likvidací nebo následným využitím kalu. Kalové hospodářství bývá často opomíjeno ve srovnání se samotným čištěním odpadní vody a může tak docházet k ohrožení životního prostředí. Velkým problémem je tzv. pěnivý kal. [10, 22]

3.5.1. Typy kalů

Při čištění odpadní vody dochází na čistírně postupně ke snížení obsahu znečišťujících látek. Na mechanickém stupni dojde k oddělení shrabků z česlí a usaditelných nerozpuštěných látek z lapáků písku. Na biologickém stupni dojde k odstranění biologicky odbouratelných látek, nazývaných čistírenské kaly. Kaly tvoří asi 1-2 % objemu čištěných odpadních vod, ale obsahují 50-80 % znečištění. Rozeznáváme primární, sekundární a terciální kal. [6]

Primární kal vzniká v usazovacích nádržích při primární sedimentaci. Primární kal odpovídá množství nerozpuštěných látek přitékajících na ČOV. Přebytný kal vznikající při aktivaci nebo kal ze systémů s přisedlou kulturou nazýváme sekundární kal. Se sekundárním kalem se může tvořit pěnivý kal neboli biologická pěna, která se může přenášet do konečného čistícího procesu nebo odtoku odpadních vod. Pěna se tvoří při provzdušňování na hladině biologické nádrže. Terciální kal vzniká nejčastěji při srážení fosforu nebo dočišťování odtoku na třetím stupni čištění. [23, 26]

3.5.2. Zahušťování kalu

První etapou ve zpracování kalu je zahušťování, proto ovlivňuje další průběh kalového hospodářství. Díky tomu určuje investiční a provozní náklady na zpracování kalu. [6]

Během zahušťování dochází k odstranění části vody a tím k snížení objemu kalu. Po zahuštění musí mít kal tekutou konzistenci, aby se dal dále čerpat. Zahušťování kalu rozdělujeme na gravitační a strojní. Pod gravitační způsoby řadíme flotaci nebo gravitační zahušťování. Strojní způsoby jsou zahušťovací odstředivky, rotační síta a sítopásové lisy. [6]

3.5.3. Předúprava kalu

Pokud chceme před stabilizací kalu snížit množství stabilizovaných kalů a zvýšit stupeň jejich stabilizace, provádíme předúpravu kalů. [23]

3.5.4. Stabilizace kalu

Po stabilizaci nesmí kal způsobovat škody na životním prostředí a neměl by vyvolat obtíže při jeho manipulaci. Stabilizace se provádí podle toho, jak se bude dál s kalem nakládat. Přesný pojem stabilizace není v normě určen, v zásadě může být stabilizace kalu biologická (aerobní, anaerobní), chemická, termická a stabilizace kompostováním. [22, 23]

3.5.5. Odvodnění kalu

Při odvodňování kalu dochází ke snížení obsahu vody, díky tomu se snižuje celkový objem kalu. Po odvodnění má kal konzistenci běžné zeminy a je tak snadno zpracovatelný. Odvodňování kalu je buď přirozené anebo strojní. Přirozené odvodnění se provádí na kalových polích a lagunách. Strojní odvodňování je sice výhodné díky nižším stavebním nákladům, ale jeho náklady rostou na energiích. Další nevýhodou je nutná předúprava kalu. Možné způsoby strojního odvodnění jsou kaolisy, sítopásové lisy, termické sušení, vakuová filtrace a odstředivky. [7, 23]

3.5.6. Konečné zpracování kalu

Pro zacházení s kaly platí vyhláška. V podstatě jsou dvě možnosti konečného zpracování kalů, prvním je využití a druhým je likvidace. Vše záleží na fyzikálních, biologických a chemických vlastnostech kalu. Pokud se bude kal likvidovat, musí se termicky zpracovávat (spalovat). Kaly se mohou využít v zemědělství (zde je nutná hygienická nezávadnost), zpracovávat společně s dalším biologickým odpadem v kompostárně nebo spalovat. [23]

4. Zájmové území obec Nebahovy

4.1. Charakteristika obce

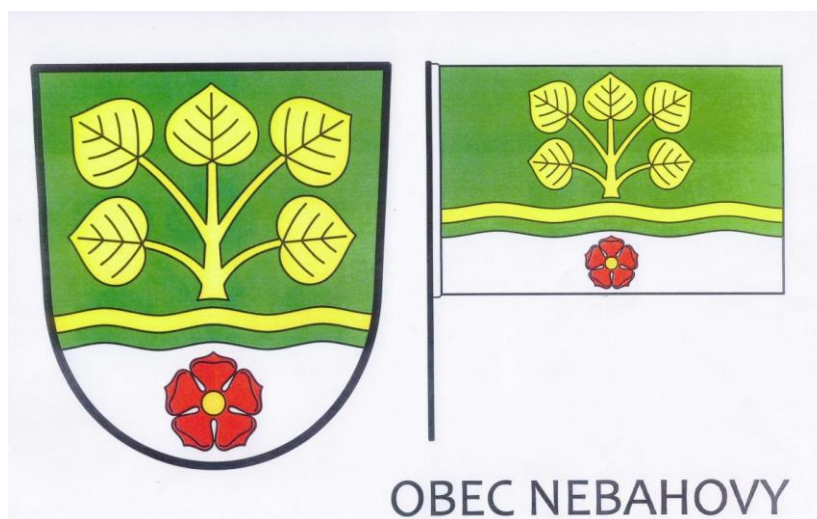
Obec se nachází v okrese Prachatice, 4 km východně od okresního města. Tvoří jí tato katastrální území s místními částmi:

Obec	Nadmořská výška [m n. m.]	Počet domů	Počet obyvatel	Katastrální území	Velikost k. území [km ²]
Jelemek	770	26	21	Jelemek	2,65
Kralovice	670	29	52	Kralovice	3,52
Lažišťka	670	14	17	Lažišťka	1,49
Nebahovy	750	93	279	Nebahovy	6,32
Zdenice	740	56	168	Zdenice	2,29

Tab. 4.1- Rozdělení místních částí obce Nebahovy [13]

Katastr obce sousedí s katastry obcí Prachatice, Chroboly, Mičovice a Žernovice. Podle posledního sčítání lidu žije v celé obci 537 obyvatel. [13]

Starostou obce je v roce 2017 František Mráz a místostarostou Josef Cinádr. Obecními symboly jsou znak a prapor. Tyto symboly byly Nebahovům uděleny na základě rozhodnutí Poslanecké sněmovny ze dne 9.12.1915. [13, 14]



Obr. 4.1- Znak a Prapor obce Nebahovy [14]

Obcí Nebahovy a Zdenice prochází silnice č. 122259/III spojující Prachatice se silnicí č. 122/II na křižovatce u Vadkova. Obec má pravidelné autobusové spojení z Prachatic na lince Prachatic – Lhenice. [13]

Aktivními spolky v obci jsou SDH Nebahovy, SDH Zdenice, SDH Kralovice, fotbalový klub Nebahovy, Sdružení myslivců. [13]

Nejstarší známá podoba názvu obce je Nebahov. Na mapách prvního až třetího vojenského mapování se objevují také podoby Nebachau a Nebachov. [13]

4.2. Historie obce

První písemná zpráva o obci pochází z roku 1317. Obec byla až do roku 1848 součástí Libějovického panství. [13]

První souhrnný přehled, tzv. Berná rula, ekonomicky činného obyvatelstva proběhl v roce 1654 a bylo zde napočítáno 27 hospodářů. V první třetině 18. století byl zpracován Tereziánský katastr, který aktualizoval údaje uvedené v Berní rule. V Nebahovech se tehdy vyskytovalo 25 hospodářů a 11 hospodářů v obci Jelemek. [13]

Z církevního hlediska patřila obec Nebahovy k Prachatické kolatuře. Tento stav trvá do současnosti (s výjimkou let okupace, kdy byla obec přiřazena k obci Vitějovice). Tehdy samostatné obce Kralovice a Lažišťka spadaly pod faru Frantol. V letech 1855-1857 vznikla náveská kaple v obci Nebahovy. Kaple je zasvěcena Korunování Panny Marie, patronem byla obec. Počátkem dvacátého století byla kaple rozšířena. Rozšíření bylo financováno z dobrovolné sbírky. Všechny následné opravy byly financovány stejným způsobem. [13]

Škola, která dnes již neexistuje, se prvně v análech objevuje roku 1793, je však více než jisté, že škola existovala již několik let předtím. Od roku 1880 do správy školy patřily obce Nebahovy, Zdenice, Jelemek, Lažišťka, Kralovice. Škola byla zrušena 30. 6. 1987. Mateřská škola, dříve nazývaná dětský útulek, byla otevřena v roce 1970. [13]

V roce 1930 byly místní části obce rozděleny následovně:

Obec	Počet domů	Počet obyvatel	Počet českých ob.	Počet německých ob.	Velikost k. území [km ²]
Jelemek	30	122	118	4	2,64
Kralovice	24	109	102	7	2,37
Lažišťka	19	93	81	12	1,49
Nebahovy	68	324	315	9	6,33
Zdenice	37	202	202	0	2,29

Tab. 4.2 - Rozdělení místních částí obce Nebahovy v roce 1930 [13]

Obce Lažišťka a Kralovice patřily pod správu obce Jelemek. [13]

K prvnímu sloučení dosud samostatných obcí Jelemek, Nebahovy a Zdenice do obce Nebahovy došlo v roce 1943. Obec Kralovice byla sloučena s Hoříkovicemi. V létě 1945 bylo toto nedobrovolné sloučení zrušeno. K dalšímu sloučení obcí Nebahovy a Jelemek došlo v roce 1960. Konečné sloučení všech obcí pod obec Nebahovy nastalo v roce 1971. [13]

4.3. Geologické a hydrologické poměry

Hlavní půdotvornou horninou na území obce jsou granulitové biotitické ruly. Zvětváváním těchto rul vznikly vrchní kvarterní pokryvy území. Pod cca 60 cm silným podzolovým horizontem se nachází ve spodních a středních částech svahů písčité kompaktní hlíny. V horních částech svahů přechází tyto hlíny až do hlinitopísčitých zemin, které obsahují skelet i velký štěrk. V údolí a pod svahy se nalézají hlavně splachové hlíny. V některých částech se můžou pod vrchní zrašeliněnou vrstvou nacházet jemné zvodnělé tekuté písky. [20]

Z hydrologického hlediska se většina území nachází v horní části povodí Žernovického potoka (pravostranný přítok Živného potoka). V obci Nebahovy pramení Nebahovský potok (levostranný přítok Zlatého potoka). V Kralovicích pramení bezejmenný potok, který protéká PR Kralovické louky a vlévá se jako pravostranný přítok do Zlatého potoka. [20]

4.4. Klimatické poměry

Obec Nebahovy spadá do mírně chladného až chladného podnebí. Průměrná roční teplota se pohybuje okolo 5 °C, průměrné roční srážky byly v dlouhodobém měření stanoveny na cca 800 mm. [8]

4.5. Chráněná území

Na území obce Nebahovy se nachází přírodní rezervace Kralovické louky. Rezervace má rozlohu asi 6 hektarů a nachází se západně od Kralovic. Důvodem ochrany jsou zrašeliněné svahové louky s vzácnými a ohroženými druhy rostlin a živočichů. Hlavně se jedná o populaci kriticky ohroženého druhu Hořeček mnohotvárný český. Rezervaci protéká bezejmenný potok, který pramení v Kralovicích a vlévá jako pravostranný přítok do Zlatého potoka. PR Kralovické louky byla vyhlášena v březnu 1992 v IUCN: IV – řízená rezervace. [19, 25]

Přírodní památky Pod vyhlídkou I a Pod vyhlídkou II se nacházejí přibližně 2,5 km jihovýchodně od Zdenic. PP Pod vyhlídkou I má rozlohu 1,29 ha a nalezneme v ní luční prameniště a rašelinou vegetaci a borový les. Památka je řazena mezi ekopedagogickou plochu – školní přírodní rezervaci. V IUCN je označena jako IV – řízená rezervace. PP Pod

vyhlídkou II navazuje na první chráněné území. Z přírodního hlediska jsou největšími prioritami tohoto území mezofilní až mezohygrofilní společenstva ovsíkových, pcháčových a ostřicových luk a květnatých pramenišť [17]. PP Pod vyhlídkou II slouží jako rezervoár vzácných a ohrožených rostlin. Tyto rostliny sem byly přemístěny již z několika zaniknutých míst. Na území Pod vyhlídkou II je vybudována naučná stezka, která stejně jako celé území slouží k vzdělávacím účelům. PP je řazena jako V kategorie – chráněná krajina. [17, 25]

Na území obce Nebahovy se na návsi nachází chráněný památný strom Lípa Malolistá. Lípa je dvacet metrů vysoká a má obvod kmene 576 cm. [13, 25]

4.6. Občanská vybavenost obce

Veškerá občanská vybavenost se soustředí v obci Nebahovy. V obci se nachází obecní úřad, pošta, prodejna smíšeného zboží, mateřská škola, hospoda s kulturním domem, kaple a hřiště. V obcích Zdenice, Jelemek a Lažištka se nacházejí kapličky. [15]

4.7. Průmysl a zemědělství

Průmysl v obci je tvořen z pár menších živnostenských firem. Zemědělská plocha v obci má 744 hektarů, orná půda má hektarů 267. Na severozápadě obce Nebahovy se nachází bývalé JZD, které dnes patří soukromému majiteli. [13, 15]

4.8. Technická infrastruktura

4.8.1. Vodovod

V obci Nebahovy je vybudován vodovod sloužící pro veřejnou potřebu. Vodovod je provozován přímo obcí. Zdrojem vody jsou dva dvacetimetrové vrty HJ1 a HJ2 s vydatností 0,25 - 0,28 l/s. Z vrtů je voda vedena řady rPE 63 do kruhového vodojemu o objemu 150 m³. Z tohoto vodojemu jsou zásobovány obce Nebahovy a Zdenice. V obci se také nachází starý vodojem ZD o objemu 30 m³, který je napojen na vodojem 150 m³. Starý vodojem je postaven přímo na prameni a slouží spíše jako nouzové řešení nedostatku vody. Zásobovací řad z trub IPE 110 je veden od vodojemu přes pozemkové parcely a podél komunikace směrem k obci Nebahovy. Potrubí vede směrem k novým bytovým jednotkám, kde se několikrát kříží s kanalizačním potrubím. Zásobovací řad je ukončen v armaturní šachtě v blízkosti nároží návsi a silnice směr Prachatice. Vodovod byl rekonstruován v roce 1995. [18]

Obec Zdenice, tedy cca 75 % obyvatel, je napojeno na stejný vodovod jako Nebahovy. Zbytek obyvatel je zásobovaný z domovních studní. Zásobovací řad IPE 90 je veden od armaturní rozdělovací šachty před areálem ZD podél silnice směrem na Zdenice. Dále je řad veden po pravé krajnici komunikace směrem k obci Zdenice, přes obec, kde se kříží se spojovacím kabelem a obecní kanalizací. V blízkosti zemědělské zástavby v obci dochází také ke křížení s vodovodem od studny ZD. Zásobovací řad je ukončen na vrcholu komunikace nad obcí armaturní šachtou. [18]

V obci Jelemek je vybudován vodovod, který provozuje družstvo PRIMA AGRI Prachatice. Vodovod je proveden z ocelových trub DN 50. Zdrojem vody je vrt s AT stanicí. Na vodovod je napojeno i bývalé JZD. Z vodovodu je zásobena celá obec. [18]

Obec Lažišťka nemá zavedený vodovod. Obyvatelé jsou zásobováni z domovních studní. Kvalita vody ve studních je vyhovující. [18]

V obci Kralovice jsou obyvatelé zásobováni vodou z domovních studní. Vodovod zde není zaveden. Voda ve studních má odpovídající kvalitu. [18]

4.8.2. Kanalizace

První zmínka o zavedení kanalizace v obci Nebahovy je z roku 1956. V obci je vybudovaná jednotná kanalizace s původními řady DN 600 a podružnými řady DN 400. Do kanalizace jsou svedeny přepady z domovních septiků, přepady ze studní a vody vytékající z rybníka nad obcí. Odpadní vody z obce jsou svedeny kanalizačním řadem do otevřené meliorační kostry, tu tvoří horní úsek Nebahovského potoka, který ústí na 14,5 km do Zlatého potoka. Odpadní vody z bytových jednotek jsou svedeny do jímky, odkud jsou vyváženy. Zemědělský areál na západním okraji obce je odkanalizován přes vlastní septik a soustavu stabilizačních nádrží do Žernovického potoka. [11, 13, 18]

V obci Zdenice je vybudovaná jednotná kanalizace. Stejně jako u obce Nebahovy jsou do ní svedeny přepady ze septiků. Kanalizace ústí do horního toku Žernovického potoka. Část odpadních vod je akumulovaná v jímkách a následně vyvážena na zemědělsky využívané pozemky. [18]

Obec Jelemek má asi 60 let starou jednotnou kanalizaci. Kanalizace z betonových trub DN 600 a 400 je ve velmi špatném stavu. Odpadní voda je vedena přes septiky do meliorační stoky. Na kanalizační síť je napojeno asi 60 % všech obyvatel obce Jelemek. [18]

V obci Lažišťka není vybudovaná kanalizace. Dešťové vody jsou svedeny pomocí příkopů do Zlatého potoka. Odpadní vody jsou zachycovány v bezodtokých jímkách, odkud jsou vyváženy. [18]

Kralovice mají poměrně novou jednotnou kanalizaci z roku 2003, do které jsou svedeny přepady ze septiků. Odpadní vody jsou vyústěny do bezejmenného přítoku, který se vlévá na říčním kilometru 15,5 do Zlatého potoka. Bezejmenný tok vede přes PK Kralovické louky. [18]

4.8.4. Elektrická rozvodná síť

Už v roce 1934 měla obec první snahu o elektrifikaci, ale díky finančním problémům došlo k zavedení elektřiny až roku 1954. V současné době je do každé z pěti obcí zavedeno vedení vysokého napětí. Pro vysoké napětí je stanovené ochranné pásmo a) pro vodiče bez izolace 7 m, b) pro vodiče s izolací základní 2 m a za c) pro závěsná kabelová vedení 1 m. Nadzemní a podzemní vedení elektrizační soustavy včetně ochranného pásma poskytuje obci společnost E.ON Česká republika, a.s., České Budějovice. [13]

4.8.5. Sdělovací síť

První telefonní spojení vzniklo v roce 1951. Šlo o spojení s okresním městem Prachatice. V roce 2008 byl na kopci Vršek vybudován vysílač, který zlepšil pokrytí signálu v celé obci. [13]

5. Řešení odvádění a čištění odpadních vod

5.1. Nebahovy

V obci by se podle mého návrhu měla vybudovat oddílná splašková soustava. Současná jednotná kanalizace by měla být ponechána, aby plnila funkci dešťové oddílné soustavy. Odpadní vody by byly svedeny na novou čistírnu odpadních vod, která se podle územního plánu bude nacházet východně od obce.

V původním návrhu splaškové kanalizace jsem počítala s gravitační dopravou odpadních vod viz 9. Přílohy – obrázek 9.4. Od tohoto návrhu jsem ale musela upustit, z důvodu negativních terénních podmínek. Při návrhu gravitační dopravy by se musela v několika místech obce přečerpávat odpadní voda. Díky těmto problematickým úsekům jsem nakonec navrhla kanalizaci tlakovou.

Tlakovou kanalizaci jsem navrhla z PE100+ průměru DN 90. Rychlost v návrhu je rovna 0,715 m/s a vyhovuje tak minimální rychlosti v tlakové kanalizaci 0,7 m/s. Minimální hloubka uložení je v nezámrzé hloubce 1,5 m. Ve výškových lomech kanalizace jsou umístěny vzdušňikové a výpustné šachty. Celková délka mnou navržené splaškové kanalizace je rovna 2,498 km, vzdušňikových šachet se na kanalizaci nachází 7 a výpustných šachet je 8.

Dešťová kanalizace v návrhu má celkovou délku 1,125 km. Jsou na ní napojeny uliční vpusti a přeпад z rybníka a domovních studní. Kanalizace vede přes soukromé pozemky a ústí do Nebahovského potoka.

Nově navržená kanalizace se na několika místech kříží s původní jednotnou kanalizací. Jelikož není k dispozici přesný zákres a podélný profil stávající kanalizace, je třeba se v těchto místech při stavbě nové splaškové kanalizace pohybovat opatrně.

K výpočtu rychlostí a ztrát byl využit program od firmy Pipelife. Podrobnější výpočet úseků a částí tlakové kanalizace je umístěn v části 9. Přílohy – tabulka 9.1., tabulka 9.2., obrázek 9.1. a obrázek 9.2.

Čistírna odpadních vod je podle mého návrhu umístěná u recipientu východně od obce. Pro výpočet ČOV jsem uvažovala s výhledovým počtem 279 obyvatel a specifickou denní spotřebou vody 130 l/(obyv.den). Předpokládaná produkce BSK₅ na den je 60 g/obyv, EO je rovno 279.

parametr	znečištění [kg/d]	koncentrace [mg/l]
BSK ₅	16.74	289.37
CHSK	33.48	578.73
NL	15.35	265.25
N _c	3.07	53.05
P _c	0.70	12.06

Tab. 5.1 - Parametry znečištění přitékající na navrženou ČOV Nebahovy

Navržená čistírna má dva bloky AS – VARIOcomp N 150.

AS-VARIOcomp N

Velikost ČOV	Počet [EO]	Jmenovitý denní průtok [m ³ /den]	Jmenovité látkové zatížení [kg BSK ₅ /den]	Délka x šířka x výška L x B x H [mm]	Výška nátoku/odtoku H _v [mm] / H _o [mm]	Hmotnost [kg]
150	136 - 155	20,4 - 23,25	8,16 - 9,3	8000x2160x2870	2700/2550	2950

Tab. 5.2 - Navržená čistírna odpadních vod pro obec Nebahovy

5.2. Zdenice

Nový návrh kanalizace v obci zahrnuje vybudovat oddílnou splaškovou kanalizaci. Současná jednotná kanalizace, která se v obci nachází, bude podle mého návrhu ponechána jako kanalizace oddílná dešťová. Díky tomu se ušetří investiční náklady na budování nové dešťové kanalizace. Odpadní vody dešťové kanalizace budou svedeny do recipientu, splaškové vody budou vedeny na novou ČOV. V návrhu oddílné splaškové soustavy se počítá s gravitační dopravou splaškových vod.

Potrubí nově navržené stokové sítě je z PVC DN 250. Sklony jsou v rozmezí 18 až 136 ‰ a tomu odpovídají rychlosti od 1,65 – 4,47 m/s. Minimální hloubka krytí odpovídá předepsané minimální vzdálenosti v komunikaci 1,8 m. podle mého návrhu je stoková síť rozdělena na úseky betonovými šachtami. Šachty jsou umístěny vždy při změně sklonu, DN potrubí nebo při maximální vzdálenosti šachet – 50 m. Šachty jsou betonové průměru 1000 mm. Počet šachet je 43. Celková délka nově navržené splaškové kanalizace je rovna 1,310 km.

Stávající jednotná kanalizace má délku 0,976 km. Do kanalizace jsou svedeny uliční vpusti. Kanalizace ústí do bezejmenného přítoku Žernovického potoka.

Nově navržená splašková kanalizace má vést ve většině případů podél původní kanalizace. Stávající situace k původní jednotné kanalizaci není příliš přesná, a tak není jisté,

kde přesně a v jaké hloubce se by se stoky měly křížit. Při pokládání nové kanalizace podél původní se mohou případné úseky dešťové kanalizace, které nevyhoví technickým požadavkům, vyměnit.

Výpočet mnou navržené stokové sítě byl proveden pomocí postupu, který je uveden v kapitole 2.5.1. a tabulek pro dimenzování stok. Pro zjištění usazování splašků ve stokové síti jsem vypočítala tečné napětí. Pokud je tečné napětí menší než 4 Pa, bude potřeba stoku proplachovat. Podrobnější výpočet úseků a částí tlakové kanalizace je umístěn v části 9. Přílohy – tabulka 9.3., obrázek 9.3.

Při výpočtu čistírny odpadních vod uvažuji 168 výhledových obyvatel. Specifická spotřeba vody je rovna 100 l/(obyv.den), předpokládaná produkce BSK₅ na den je 40 g/obyv, ekvivalentních obyvatel je 112.

parametr	znečištění [kg/d]	koncentrace [mg/l]
BSK ₅	6.72	250.78
CHSK	13.44	501.57
NL	6.16	229.89
N _c	1.23	45.98
P _c	0.28	10.45

Tab. 5.3 - Parametry znečištění přitékající na navrženou ČOV Zdenice

Navržená čistírna má jeden blok AS – VARIOcomp N 150.

AS-VARIOcomp N

Velikost ČOV	Počet [EO]	Jmenovitý denní průtok [m ³ /den]	Jmenovité látkové zatížení [kg BSK ₅ /den]	Délka x šířka x výška L x B x H [mm]	Výška nátoku/odtoku H _v [mm] / H _o [mm]	Hmotnost [kg]
150	136 - 155	20,4 - 23,25	8,16 - 9,3	8000x2160x2870	2700/2550	2950

Tab. 5.4 - Navržená čistírna odpadních vod pro obec Zdenice

5.3. Jelemek

Stávající jednotná kanalizace v obci Jelemek je ve špatném stavu a nevyhovující. S ohledem na nízký počet obyvatel se nevyplatí budovat zde novou kanalizaci. Odpadní vody budou podle mého návrhu svedeny do bezodtokých jímek a odtud vyváženy na čistírnu odpadních vod.

Výhledový počet obyvatel v obci je 22 a specifická spotřeba vody je rovna 100 l/(obyv.den). Předpokládaná produkce BSK₅ na den je 40 g/obyv, ekvivalentní obyvatelé jsou rovny 15. Splaškové vody v obci dosahují množství 803 m³/rok.

5.4. Lažišťka

V obci není vybudovaná kanalizace. Z důvodu nízkého počtu obyvatel se nevyplatí budovat zde novou kanalizaci. Odpadní vody by se podle návrhu svedeny do bezodtokých jímek a odtud vyváženy na čistírnu odpadních vod.

Výhledový počet obyvatel v obci je 17 a specifická spotřeba vody je rovna 100 l/(obyv.den). Předpokládaná produkce BSK₅ na den je 40 g/obyv., ekvivalentní obyvatelé jsou rovny 11. Splaškové vody v obci dosahují množství 620,5 m³/rok.

5.5. Kralovice

Obec má přibližně 10 let starou jednotnou kanalizaci. Tato kanalizace ústí do bezejmenného přítoku Zlatého potoka. V současném návrhu se uvažovalo, že budou odpadní vody čištěny biologicky v recipientu. Bezejmenný tok ovšem protéká přírodní rezervací Kralovické louky, což vede k zrušení tohoto stávající řešení. Z tohoto důvodu navrhuji odpadní vody svést do bezodtokových jímek, ze kterých budou následně odváženy na čistírnu. Původní jednotná kanalizace je v mém návrhu využívána jako oddílná dešťová kanalizace.

Výhledový počet obyvatel v obci je 52 a specifická spotřeba vody je rovna 100 l/(obyv.den). Předpokládaná produkce BSK₅ na den je 40 g/obyv., ekvivalentní obyvatelé jsou rovny 35. Splaškové vody v obci dosahují množství 1898 m³/rok.

6. Vyčíslení investičních nákladů

Vyčíslení investičních nákladů jsem dělala pouze v obcích, kde byla nově navržena kanalizace, tedy pro obce Nebahovy a Zdenice. Ceny, které jsou uvedené jsou pouze orientační.

6.1. Nebahovy

Veškeré informace k zemním pracím jsem našla na stránkách Ministerstva pro místní rozvoj ČR. Ceny pro tlakové potrubí PE100 jsem určila z ceníku firmy Pipelife. [21]

Popis	Měrná jednotka	Množství	Jednotková cena	Cena celkem
DN 90 z PE100	m	2 498	187	466 664
odstranění povrchu asfalt	m ²	2 434	730	1 777 162
odstranění povrchu sejmutí ornice	m ²	813	45	36 594
podsypaní z písku a ze štěrkopísku do 63 mm	m ³	250	742	185 366
obsyp potrubí ze písku	m ³	2 298	455	1 045 747
zásyp potrubí	m ³	974	77	75 021
obnova krytu komunikace asfaltová vozovka 1	m ²	489	2 280	1 115 913
obnova krytu komunikace asfaltová vozovka 2	m ²	1 383	1 500	2 074 849
šachty	ks	15	51 450	771 750
napojení kanalizace	ks	8	510	4 080
Celkem				7 553 146

Tab. 6.1 - Orientační náklady pro obec Nebahovy

6.2. Zdenice

Jako podklad pro investiční náklady jsem použila stránky Ministerstva pro místní rozvoj ČR. V ceně pro nezpevněnou plochu je zahrnuta hloubka výkopu 2,6 m + sejmutí ornice 0,2 m. Do ceny pro potrubí uložené v asfaltové vozovce se započítávají náklady na řezání asfaltového krytu, odstranění krytu a podkladních vrstev vozovky v celkové tloušťce 550 mm a hloubce výkopu 3 m. Do běžného metru kanalizace se také zahrnují šachty a jejich výkopy. [21]

Popis	Měrná jednotka	Množství	Jednotková cena	Cena celkem
DN 250 z polyethylenu včetně povrchu asfaltové vozovky a výkopu	m	1191.10	10900	12 983 021
DN 250 z polyethylenu včetně povrchu nezpevněné plochy a výkopu	m	118.84	6700	796 223
Celkem				13 779 243

Tab. 6.2 - Orientační náklady pro obec Zdenice

7. Závěr

V mé bakalářské práci jsem zpracovala studii na odvádění a čištění odpadních vod z obce Nebahovy. V současné době je ve čtyřech z pěti obcí jednotná kanalizace, která odvádí dešťové a odpadní vody ze septiků přímo do recipientu. Ve zbývajících obcích kanalizace úplně chybí. Současná jednotná kanalizace nemá žádnou projektovou dokumentaci a není tedy jasné, kde přesně a v jaké hloubce se nachází. Současný stav kanalizace není znám.

V obci Nebahovy jsem ve svém návrhu ponechala jednotnou kanalizaci jako kanalizaci dešťovou. Pro tuto obec jsem nejprve navrhovala oddílnou splaškovou kanalizaci s gravitační dopravou splašků. Při tomto návrhu by se musely odpadní vody z více míst přečerpávat a vzrostly by tak ekonomické nároky. Z tohoto důvodu jsem navrhla tlakovou kanalizaci. Tato kanalizace by měla sloužit k dopravě splaškových vod z obce. Na východním území obce je vyhrazeno místo v územním plánu pro novou čistírnu odpadních vod. Přibližný odhad investičních nákladů pro tlakovou kanalizaci obce Nebahovy je 7 553 146 Kč.

V obci Zdenice jsem navrhla oddílnou splaškovou kanalizaci s gravitační dopravou odpadních vod. Stávající jednotná kanalizace by byla podle mého návrhu ponechána jako kanalizace dešťová. Z nově navržené kanalizace jsem navrhla svést odpadní vody na novou čistírnu odpadních vod. ČOV by byla vybudována podle územního plánu na okraji východní části obce. Odhad investičních nákladů nově navržené kanalizace v obci Zdenice je roven 13 779 243 Kč.

Ve zbývajících třech obcích je příliš nízký počet obyvatel, proto se nový návrh stokové sítě nevyplatí. Z tohoto důvodu uvažuji v mém návrhu svést odpadní vody do bezodtokých jímek a odsud je vyvážet na čistírnu odpadních vod. Jednotná kanalizace v obci Kralovice a Jelemek by v tomto případě byla ponechána jako kanalizace dešťová.

Ve své bakalářské práci jsem zpracovala rešerši literatury k problematice stokování a čištění odpadních vod. Dále jsem navrhla řešení odvádění a čištění odpadních vod z obce. Na závěr jsem vyčíslila investiční náklady.

8. Seznam použité literatury a podkladů

- [1] BERÁNEK, Josef. Navrhování tlakové kanalizace. Vyd. 1. Brno: NOEL 2000, 1998. 110 s. ISBN 80-86020-08-8
- [2] ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA: ČSN 75 0161: Vodní hospodářství – Terminologie v inženýrství odpadních vod. 2008.
- [3] ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA: ČSN 75 6101: Stokové sítě a kanalizační přípojky. 2012.
- [4] ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA: ČSN EN 75 1671: Venkovní tlakové systémy stokových sítí. 1998.
- [5] ČÍŽEK, Pavel, HEREL, František a KONÍČEK, Zdeněk. Stokování a čištění odpadních vod. Vyd. 1. Praha: SNTL, 1970. 400 s.
- [6] HLAVÍNEK, Petr, MIČÍN, Jan a PRAX, Petr. Příručka stokování a čištění odpadních vod: popis principu a systémů odvádění odpadních vod: technologie čištění odpadních vod a zpracování kalů. Brno: Ardec, 2006.
- [7] HLAVÍNEK, Petr, MIČÍN, Jan a PRAX, Petr. Příručka stokování a čištění. 1. vyd. Brno: NOEL 2000, 2001. vi, 251 s. ISBN 80-86020-30-4
- [8] Charakteristika okresu Prachatice. Český statistický úřad [online]. Praha: Český statistický úřad, 2016 [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/xc/charakteristika_okresu_pt
- [9] Inflow and infiltration. Global water [online]. College Station: Global Water Instrumentation, 2011 [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: <http://www.globalw.com/support/inflow.html>
- [10] Introduction: Sludge management. *Good practices in sludge management* [online]. 2014 [cit. 2017-04-21]. Dostupné z: http://www.purebalticsea.eu/index.php/gpsm:good_practices
- [11] Kanalizační řád Nebahovy, říjen 2009
- [12] KREJČÍ V., a kolektiv: Odvodnění urbanizovaných území, NOEL 2000 s.r.o. Brno, 2002, ISBN 80-86020-39-8

- [13] MRÁZ, František. Starosta obce Nebahovy [ústní sdělení]. Nebahovy: Obecní úřad Nebahovy, 2017 [cit. 2017-04-26]
- [14] Nebahovy: oficiální stránky. Obec Nebahovy [online]. Nebahovy: Obec Nebahovy, 2014 [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: <http://www.nebahovy.cz/>
- [15] Nebahovy: Souhrnné informace. RISY [online]. Praha: Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2016 [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: <http://www.risy.cz/cs/vyhledavace/obce/detail?zuj=550434&zsj=101702>
- [16] NYPL, Vladimír, SYNÁČKOVÁ, Marcela. Zdravotně inženýrské stavby 30: Stokování. 1. vyd. Praha: ČVUT, 1998. 149 s. ISBN 80-01-01729-X
- [17] Péče o chráněná území. Sdružení dřípatka [online]. Prachatice: Sdružení Dřípatka, 2017 [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: <http://www.ngodripatka.cz/peceCHU.htm>
- [18] Plán rozvoje vodovodů a kanalizací na území Jihočeského kraje. Jihočeský kraj [online]. České Budějovice: Krajský úřad Jihočeského kraje, 2017 [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: http://www.kraj-jihocesky.cz/1230/plan_rozvoje_vodovodu_a_kanalizaci_na_uzemi_jihoceskeho_kraje.htm
- [19] PR Kralovické louky. BioLib.cz [online]. Praha: Český Podnikatelský Servis, 2017 [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: <http://www.biolib.cz/cz/locality/id2809/>
- [20] Projekt Rozšíření vodovodu pro obce Nebahovy a Zdenice, Projektová dokumentace, Autor Josef Slepíčka, Jerhot, 1995
- [21] PRŮMĚRNÉ CENY DOPRAVNÍ A TECHNICKÉ INFRASTRUKTURY. Ústav územního rozvoje [online]. Praha: Ústav územního rozvoje, 2017 [cit. 2017-04-30]. Dostupné z: <https://www.uur.cz/default.asp?ID=899>
- [22] PYTL, Vladimír a kol. Příručka provozovatele čistírny odpadních vod. 1. vyd. Praha: Medim pro SOVAK - Sdružení oboru vodovodů a kanalizací ČR, 2004. x, 209 s. ISBN 80-239-2528-8
- [23] SLAVÍČKOVÁ, Kateřina a SLAVÍČEK, Marek. Vodní hospodářství obcí 1: úprava a čištění vody. 2. přeprac. vyd. V Praze: ČVUT, 2013. 199 s. ISBN 978-80-01-05390-4

- [24] Systémy uspořádání gravitačních stokových sítí. Vodohospodářská zařízení II [online]. Ostrava: VŠB - TUO, 2014 [cit. 2017-04-21]. Dostupné z: http://hgf10.vsb.cz/546/VHZ2/6_gravitacni_stokove_site.html
- [25] Ústřední seznam ochrany přírody (ÚSOP). Agentura ochrany přírody a krajiny ČR [online]. Praha: T-MAPY, 2005 [cit. 2017-05-03]. Dostupné z: <http://drusop.nature.cz/>
- [26] Wastewater: Activated Sludge – Biological Foaming. *ESOC Environmental consultant* [online]. Ireland: ECOS, 2017 [cit. 2017-04-21]. Dostupné z: <http://www.ecos.ie/wastewater-activated-sludge-biological-foaming/>

9. Přílohy

Seznam příloh

Tabulka 9.1. – Výpočet tlakové sítě v obci Nebahovy

Tabulka 9.2. – Výpočet ztrát tlakové sítě v obci Nebahovy

Tabulka 9.3. – Výpočet splaškové oddílné kanalizace v obci Zdenice

Obrázek 9.1. – Schéma pro výpočet tlakové sítě v obci Nebahovy

Obrázek 9.2. – Schéma podélných profilů pro výpočet ztrát tlakové kanalizace v obci Nebahovy

Obrázek 9.3. – Schéma pro výpočet splaškové oddílné kanalizace v obci Zdenice

Obrázek 9.4. – Původní návrh gravitační kanalizace v obci Nebahovy

Výkres 9.1. – Přehledná situace pro podélný profil Nebahovy v měřítku 1:2000

Výkres 9.2. – Podrobný podélný profil Nebahovy č.1 v měřítku 1:2000

Výkres 9.3. – Podrobný podélný profil Nebahovy č.2 v měřítku 1:2000

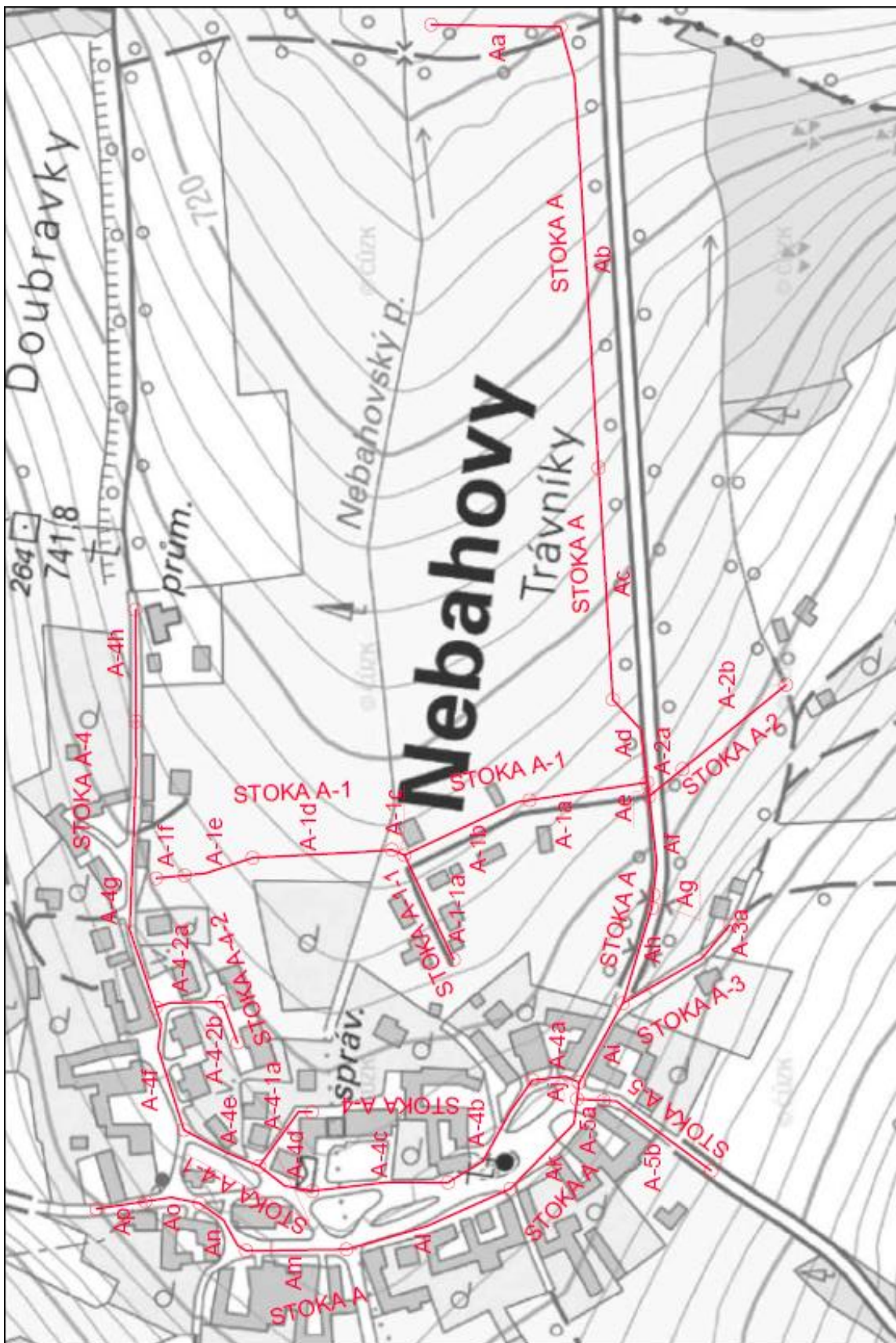
Výkres 9.4. – Přehledná situace pro podélný profil Zdenice v měřítku 1:2000

Výkres 9.5. – Podrobný podélný profil Zdenice v měřítku 1:2000

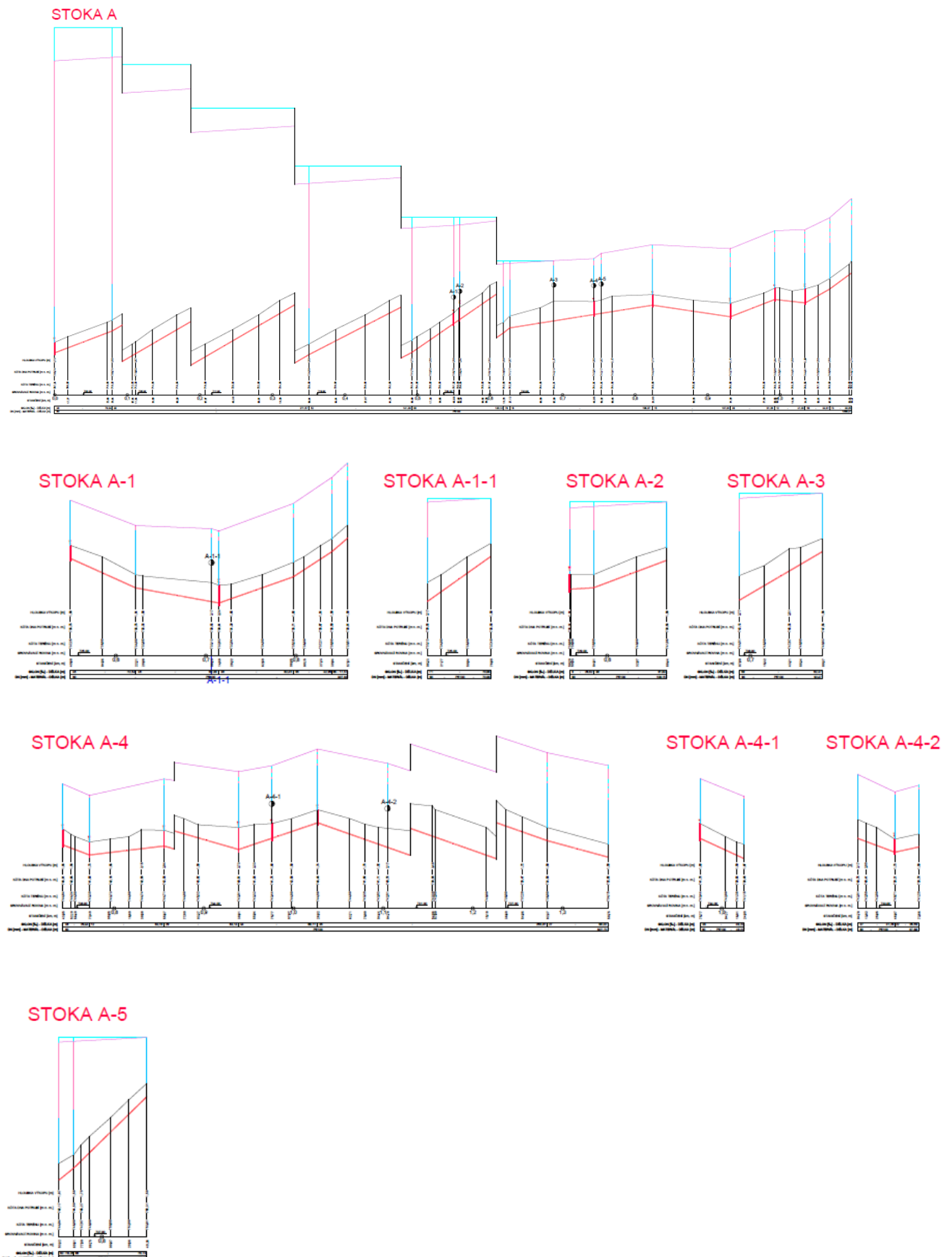
Tabulka 9.1. – Výpočet tlakové sítě v obci Nebahovy

úsek	Q	I	DN (vně)	DN (vni)	L	v	ΔP	
-	l/s	‰	mm	mm	m	m/s	mVs	bar
Ap	4	73	90	84.6	30.29	0.715	0.186	0.0186
Ao	4	56	90	84.6	33.61	0.715	0.207	0.0207
An	4	12	90	84.6	41.82	0.715	0.257	0.0257
Am	4	39	90	84.6	61.26	0.715	0.377	0.0377
Al	4	15	90	84.6	107.2	0.715	0.660	0.0660
Ak	4	16	90	84.6	70.77	0.715	0.436	0.0436
A-5b	4	98	90	84.6	79.73	0.715	0.419	0.0419
A-5a	4	82	90	84.6	16.29	0.715	0.100	0.0100
Aj	4	16	90	84.6	10.27	0.715	0.063	0.0063
A-4h	4	27	90	84.6	68.02	0.715	0.419	0.0419
A-4g	4	35	90	84.6	177.95	0.715	1.100	0.1100
A-4-2b	4	22	90	84.6	26.59	0.715	0.164	0.0164
A-4-2a	4	37	90	84.6	41.29	0.715	0.254	0.0254
A-4f	4	35	90	84.6	77.86	0.715	0.479	0.0479
A-4e	4	34	90	84.6	51.15	0.715	0.315	0.0315
A-4-1	4	46	90	84.6	49.22	0.715	0.303	0.0303
A-4d	4	34	90	84.6	36.96	0.715	0.227	0.0227
A-4c	4	29	90	84.6	83.14	0.715	0.512	0.0512
A-4b	4	12	90	84.6	83.18	0.715	0.512	0.0512
A-4a	4	38	90	84.6	29.44	0.715	0.181	0.0181
Ai	4	16	90	84.6	55.15	0.715	0.339	0.0339
A-3	4	58	90	84.6	92.47	0.715	0.569	0.0569
Ah	4	16	90	84.6	60.78	0.715	0.374	0.0374
Ag	4	76	90	84.6	8.34	0.715	0.051	0.0051
Af	4	69	90	84.6	60.49	0.715	0.372	0.0372
A-2b	4	38	90	84.6	81.63	0.715	0.502	0.0502
A-2a	4	6	90	84.6	26.52	0.715	0.163	0.0163
Ae	4	69	90	84.6	8.61	0.715	0.053	0.0053
A-1f	4	86	90	84.6	17.57	0.715	0.108	0.0108
A-1e	4	65	90	84.6	42.99	0.715	0.265	0.0265
A-1d	4	35	90	84.6	82.35	0.715	0.507	0.0507
A-1c	4	18	90	84.6	8.37	0.715	0.052	0.0052
A-1-1	4	71	90	84.6	70.66	0.715	0.435	0.0435
A-1b	4	18	90	84.6	84.02	0.715	0.517	0.0517
A-1a	4	45	90	84.6	72.53	0.715	0.446	0.0446
Ad	4	69	90	84.6	57.68	0.715	0.355	0.0355
Ac	4	52	90	84.6	141.39	0.715	0.870	0.0870
Ab	4	58	90	84.6	271.57	0.715	1.670	0.1670
Aa	4	38	90	84.6	79.04	0.715	0.486	0.0486

Obrázek 9.1. – Schéma pro výpočet tlakové sítě v obci Nebahovy



Obrázek 9.2. – Schéma podélných profilů pro výpočet ztrát tlakové kanalizace v obci Nebahovy



Tabulka 9.2. – Výpočet ztrát tlakové sítě v obci Nebahovy

Úsek Ai - Ap

úsek	ztráty - úsek	Σ ztrát
-	mVs	mVs
A-3	0.569	0.569
Ai	0.339	0.908
A-5	0.519	
Aj	0.063	1.427
Ak	0.436	1.863
Al	0.660	2.523
Am	0.377	2.900
An	0.257	3.157
Ao	0.207	3.364
Ap	0.186	3.550

Úsek A-4

úsek	ztráty - úsek	Σ ztrát
-	mVs	mVs
A-4a	0.181	0.181
A-4b	0.512	0.693
A-4c	0.512	1.205
A-4d	0.227	1.432
A-4-1	0.303	
A-4e	0.315	1.747
A-4f	0.479	2.226
A-4-2	0.418	
A4-g	1.100	3.326
A-4h	0.419	3.745

Úsek Aa - Ah

úsek	ztráty - úsek	Σ ztrát
-	mVs	mVs
Ah	0.374	0.374
Ag	0.051	0.425
Af	0.372	
A-2	0.665	1.090
Ae	0.053	1.143
Ad	0.355	1.498
Ac	0.870	2.368
Ab	1.670	4.038
Aa	0.486	4.524

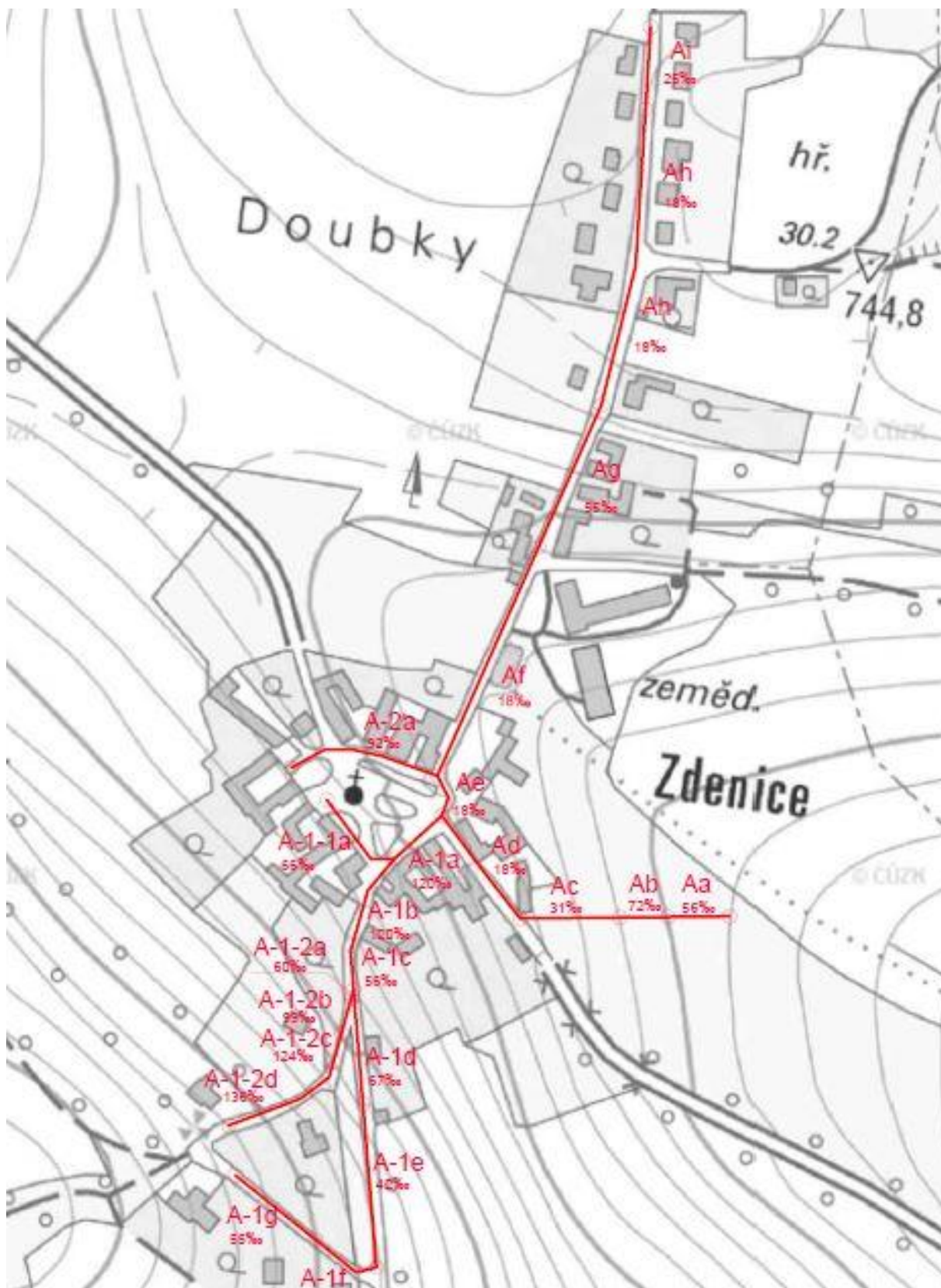
Úsek A-1

úsek	ztráty - úsek	Σ ztrát
-	mVs	mVs
A-1a	0.446	0.446
A-1b	0.517	0.963
A-1-1	0.435	
A-1c	0.052	1.015
A-1d	0.507	1.522
A-1e	0.265	1.787
A-1f	0.108	1.895

Tabulka 9.3. - Výpočet splaškové oddílné kanalizace v obci Zdenice

úsek	počet obyvatel		k	průtok splašků (l/s)			l	DN	Qkap	vkap	λ1	λ1	κ1	κ1	vs	λ2	h	h	h	R	τ
	úsek	větev		Q24	Qmax	Qdim															
Ai	15	7.2	0.017	0.125	0.250	25	250	95.6	1.95	0.000182	0.018	0.0990	0.193	0.0013	2.686	0.672	0.015399	0.00192	0.47		
Ah	33	48	6.74	0.056	0.374	0.749	18	250	81.1	1.65	0.000685	0.069	0.1354	0.223	0.0046	4.748	1.187	0.025341	0.00317	0.56	
Ag	15	63	6.44	0.073	0.470	0.939	55	250	142.0	2.90	0.000513	0.051	0.1225	0.355	0.0033	3.936	0.984	0.021832	0.00273	1.48	
Af	12	75	6.23	0.087	0.541	1.082	18	250	81.1	1.65	0.001070	0.107	0.1626	0.268	0.0067	5.704	1.426	0.032749	0.00409	0.73	
A-2a	27	7.2	0.031	0.225	0.450	92	250	183.7	3.74	0.000170	0.017	0.0982	0.367	0.0012	2.624	0.656	0.015204	0.00190	1.72		
Ae	3	105	5.86	0.122	0.712	1.424	18	250	81.1	1.65	0.001498	0.150	0.1739	0.287	0.0088	6.578	1.645	0.036575	0.00457	0.81	
A-1g	9	7.2	0.010	0.075	0.150	55	250	142.0	2.90	0.000073	0.007	0.0911	0.264	0.0005	2.190	0.548	0.013255	0.00166	0.90		
A-1f	0	9	7.2	0.010	0.075	0.150	85	250	176.6	3.60	0.000059	0.006	0.0904	0.325	0.0004	2.128	0.532	0.013060	0.00163	1.37	
A-1e	0	9	7.2	0.010	0.075	0.150	42	250	124.1	2.53	0.000084	0.008	0.0918	0.232	0.0006	2.252	0.563	0.013450	0.00168	0.69	
A-1d	3	12	7.2	0.014	0.100	0.200	67	250	156.8	3.20	0.000089	0.009	0.0925	0.296	0.0006	2.252	0.563	0.013645	0.00171	1.12	
A-1-2d	6	7.2	0.007	0.050	0.100	136	250	223.5	4.47	0.000031	0.003	0.0882	0.394	0.0002	2.004	0.501	0.012475	0.00156	2.09		
A-1-2c	0	6	7.2	0.007	0.050	0.100	124	250	213.3	4.34	0.000033	0.003	0.0882	0.383	0.0002	2.004	0.501	0.012475	0.00156	1.90	
A-1-2b	3	9	7.2	0.010	0.075	0.150	99	250	190.6	3.88	0.000055	0.005	0.0897	0.348	0.0004	2.128	0.532	0.012865	0.00161	1.57	
A-1-2a	0	9	7.2	0.010	0.075	0.150	60	250	148.3	3.02	0.000070	0.007	0.0911	0.275	0.0005	2.190	0.548	0.013255	0.00166	0.98	
A-1c	0	21	7.2	0.024	0.175	0.350	56	250	143.3	2.92	0.000170	0.017	0.0982	0.287	0.0012	2.624	0.656	0.015204	0.00190	1.05	
A-1b	18	39	6.93	0.045	0.313	0.626	120	250	209.9	4.28	0.000215	0.022	0.1018	0.436	0.0015	2.810	0.703	0.016179	0.00202	2.39	
A-1-1	9	7.2	0.010	0.075	0.150	66	250	155.6	3.17	0.000067	0.007	0.0911	0.289	0.0005	2.190	0.548	0.013255	0.00166	1.08		
A-1a	9	57	5.56	0.066	0.367	0.734	120	250	209.9	4.28	0.000314	0.031	0.1082	0.463	0.0017	2.934	0.734	0.017934	0.00224	2.65	
Ad	6	168	5.39	0.194	1.048	2.096	18	250	81.1	1.65	0.002398	0.240	0.1966	0.324	0.0129	8.022	2.006	0.044355	0.00554	0.98	
Ac	0	168	5.39	0.194	1.048	2.096	31	250	106.5	2.17	0.001826	0.183	0.1822	0.395	0.0098	6.996	1.749	0.039427	0.00493	1.50	
Ab	0	168	5.39	0.194	1.048	2.096	72	250	162.5	3.31	0.001197	0.120	0.1663	0.550	0.0064	5.578	1.395	0.033981	0.00425	3.01	
Aa	0	168	5.39	0.194	1.048	2.096	56	250	143.3	2.92	0.001357	0.136	0.1704	0.497	0.0073	5.956	1.489	0.035365	0.00442	2.44	

Obrázek 9.3. – Schéma pro výpočet splaškové oddílné kanalizace v obci Zdenice



Obrázek 9.4. – Původní návrh gravitační kanalizace v obci Nebahovy

