

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

**Katedra vodního hospodářství a environmentálního
modelování**



Bakalářská práce

Porovnání gravitační a tlakové kanalizace

Michal Šinták

© 2020 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Michal Šinták

Krajinářství
Územní technická a správní služba

Název práce

Porovnání gravitační a tlakové kanalizace

Název anglicky

Comparison of gravity and pressure sewerage

Cíle práce

Cílem studie je porovnání splaškové gravitační kanalizace a splaškové tlakové kanalizace jak v obecné úrovni, tak na konkrétním případě.

V rešeršní části bude problematika gravitační a tlakové kanalizace popisována z aspektů jejich fungování, navrhování, provedení a objektů nacházejících se na stokové síti. V poslední kapitole bude proveden popis zákonů, které se problematiky týkají.

V části výsledkové budou získaná data a informace porovnávána a to v několika úrovních:

- investičních nákladů na realizaci, jejíž součástí bude porovnání finančních prostředků nutných pro stavbu a provoz kanalizačních sítí.
- provozních nákladů, kde budu porovnávat náročnost systémů na jejich udržení v provozu.

Cíli bakalářské práce bude porovnání obou možných systémů odkanalizování v těchto jednotlivých úrovních a příklad takto získaných závěrů na konkrétním případě.

Metodika

Literární rešerše bude vycházet z různých zdrojů, jak z odborné literatury, článků, norem, právní úpravy a bude se věnovat popisu výchozího stavu, popisu procesu navrhování a stavby. Při popisu právní zákonné úpravy bude dbáno na popis zákonů s dopadem na porovnávané parametry. Takto získané údaje budou dále využity k porovnání obou systémů a zjištění jejich výhod a nevýhod z pohledu životního prostředí, nákladů a udržitelnosti. Komparace bude probíhat pomocí porovnání vždy shodných nebo podobných parametrů obou systémů. Získané výhody a nevýhody budou komfrontovány s reálným případem u navrhovaného kanalizačního systému.

Doporučený rozsah práce

40

Klíčová slova

tlaková kanalizace, gravitační kanalizace, porovnání, vodní zákon

Doporučené zdroje informací

BERÁNEK, Josef a Petr PRAX. Navrhování tlakové kanalizace. Brno: NOEL 2000, c1998. ISBN 80-860-2008-8.

NOVÁK, J. – SDRUŽENÍ OBORU VODOVODŮ A KANALIZACÍ ČESKÉ REPUBLIKY. *Příručka provozovatele stokové sítě*. Líbeznice u Prahy: Vydalo Medim pro SOVAK ČR, 2003. ISBN 80-238-9947-3.

Sovak – ročenka 2018, Sdružení oboru vodovodů a kanalizací ČR: doplněná přehledem vybraných firem nabízejících výrobky a služby pro obor vodovodů a kanalizací. Jílové u Prahy: Silva, 2018.

Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Lenka Pavlíčková, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 2. 3. 2020

doc. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 4. 3. 2020

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 05. 03. 2020

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Porovnání gravitační a tlakové kanalizace vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů. Jsem si vědom, že na moji bakalářskou/závěrečnou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla. Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby. Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne 30.6.2020

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Lence Pavlíčkové, Ph.D. za odborné vedení, trpělivost a ochotu, kterou mi v průběhu zpracování bakalářské práce věnovala.

Porovnání gravitační a tlakové kanalizace

Abstrakt

Tato bakalářská práce řeší porovnání dvou systémů odkanalizování, a to gravitačního a tlakového systému odkanalizování. Cílem bylo porovnat oba systémy, zhodnotit jejich kladné a záporné stránky a ukázat výsledky porovnání na konkrétním případě. Vyhodnocení proběhlo po předchozí rešerši tlakové i gravitační kanalizace. Na konkrétním případě je poukázáno na rozdílné možnosti obou kanalizačních systémů při jejich navržení na stejném místě. V části výsledkové je předveden postup navrhování domovní přípojky tlakové kanalizace. Uvedené tlakové kanalizační přípojky jsem navštívil a následně zpracoval dle přání majitelů. Diskusní část obsahuje důležité výhody a nevýhody v kontextu dalších autorů. Porovnání ukazuje, že ani jeden systém odkanalizování není lepší a jejich vhodnost pro konkrétní lokalitu je nutné vždy samostatně posoudit. Pro konkrétní případ byla lépe vyhodnocena tlaková kanalizace.

Klíčová slova: tlaková kanalizace, gravitační kanalizace, porovnání

Comparison of gravity and pressure sewerage

Abstract

This bachelor thesis solves the comparison of two sewerage systems, namely gravity and pressure sewerage system. The aim was to compare both systems, evaluate their pros and cons and show the results of the comparison on a specific case. The evaluation took place after a previous search of pressure and gravity sewers. In the specific case, the different possibilities of both sewerage systems are pointed out when they are designed in the same place. The result part shows the procedure of designing a house connection of pressure sewerage. I visited the mentioned pressure sewer connections and subsequently processed them according to the owners' wishes. The discussion section contains important advantages and disadvantages in the context of other authors. The comparison shows that no sewerage system is better and their suitability for a particular location must always be assessed separately. The pressure sewer was better evaluated for the specific case.

Keywords: pressure sewer, gravity sewer, comparison

Obsah

1 Úvod.....	10
Cíl práce a metodika	11
2 Literární rešerše	12
2.1 Druhy odpadních vod	12
2.2 Gravitační kanalizace	13
2.2.1 Historie gravitační kanalizace	13
2.2.2 Soustavy a systémy stokových sítí gravitační kanalizace	13
2.2.3 Výpočet množství odpadních vod.....	17
2.2.4 Zásady směrového a výškového řešení stok	19
2.2.5 Tvary a rozměry stok	21
2.2.6 Objekty na stokové síti.....	26
2.3 Tlaková kanalizace	30
2.3.1 Historie tlakové kanalizace	30
2.3.2 Popis principu tlakové kanalizace.....	30
2.3.3 Systémy tlakové kanalizace	31
2.3.4 Popis konstrukčních prvků tlakové kanalizace	33
2.3.5 Materiály trubní sítě a přípojek	34
2.3.6 Navrhování tlakové sítě.....	35
2.4 Legislativa	36
3 Charakteristika studijního území.....	37
3.1 Městečko u Křivoklátu	37
4 Metodika.....	38
4.1 Příprava gravitační kanalizace a domovních přípojek.....	38
4.2 Příprava tlakové kanalizace a domovních přípojek.....	39
5 Současný stav řešené problematiky	43
5.1 Stávající stav.....	43
5.2 Projekt gravitační kanalizace.....	43
5.3 Projekt tlakové kanalizace	43
6 Výsledky	44
6.1 Gravitační kanalizace v Městečku u Křivoklátu	44
6.1.1 Hlavní řady a ocenění díla.....	44
6.1.2 Výsledky z místního šetření při navrhování gravitačních domovních přípojek	44
6.2 Tlaková kanalizace v Městečku u Křivoklátu	44
6.2.1 Hlavní řady a ocenění díla.....	44

6.2.2	Výsledky z místního šetření při navrhování tlakových domovních přípojek	44
6.3	Porovnání nákladů	51
6.3.1	Porovnání pořizovacích nákladů	51
6.3.2	Porovnání nákladů na provoz a údržbu v příštích deseti letech	51
7	Diskuse.....	51
7.1	Výhody a nevýhody gravitační kanalizace.....	51
7.1.1	Výhody gravitační kanalizace	51
7.1.2	Nevýhody gravitační kanalizace	52
7.2	Výhody a nevýhody tlakové kanalizace	53
7.2.1	Výhody tlakové kanalizace	53
7.2.2	Nevýhody tlakové kanalizace	54
8	Závěr a přínos práce	56
9	Seznam použitých zdrojů.....	57
10	Přílohy	59

1 Úvod

Lidská společnost již po několik staletí řeší způsob, jakým se budou zbavovat vyprodukovaných odpadních vod. Pokud nebereme v úvahu jímky, je prvním způsobem odvodu odpadních vod gravitační kanalizace, která nachází své uplatnění stále, a to i v dnešní době.

První splachovací záchody byly objeveny na Krétě a v západní Indii. Ohledně celkového odkanalizování měst měly velice pokročilou kanalizační síť některá města v starověkém Řecku nebo Římě. První kanalizační sítě pouze odváděly splaškové vody do nejbližšího vodního toku bez větších snah o jejich čištění. V průběhu středověku nebyla výstavba kanalizačních sítí v popředí zájmů, a pokud byl ve městech vůbec nějaký systém odkanalizování tak vedl ulicemi společně s odvodem dešťové vody. Toto řešení napomáhalo k šíření nemocí a infekcí. Situace se začala zlepšovat až v průběhu 16. století s výstavbou podzemních stokových sítí a vrcholí s výstavbou čistíren odpadních vod ve stolecí devatenáctém. V dnešní době je možné mít vlastní malou čistírnu odpadních vod přímo u nemovitosti, pokud připojení na lokální systém odkanalizování není možný nebo neexistuje.

V současnosti je snaha o zlepšení ochrany životního prostředí čím dál tím více intenzivní, což vede mimo jiné i ke snahám o výstavbu kanalizačních systémů v místech, kde dříve žádný takový systém postaven nebyl. Kromě gravitační kanalizace existují i jiné způsoby odvodu splaškových vod, která mají své specifické vlastnosti a rozdílnosti. Velmi zajímavé možnosti nabízí tlaková kanalizace, která je porovnána s kanalizací gravitační. Tlaková kanalizace je moderní systém odkanalizování, který využívá soustavu čerpacích stanic. Spínáním jednotlivých čerpadel dochází k posunu odpadních vod směrem na čistírnu odpadních vod.

Před výstavbou nové kanalizační sítě si mnohé vesnice nechávají zpracovat studii, aby se mohli rozhodnout, který kanalizační systém pro ně bude výhodnější. Obvykle se při takto zpracované studii porovnávají náklady na stavbu a případně provoz jak gravitační kanalizace, tak kanalizace tlakové.

V této práci byly oba systémy odvádění splaškových vod porovnány v obecné rovině i na konkrétním případě, což vedlo k získání kladů a záporů. Rozhodujícími parametry při závěrečné volbě kanalizačního systému tvoří lokalita stavby a počet připojovaných nemovitostí s návazností na celkovou nákladnost celého projektu.

Cíl práce a metodika

Cílem studie je porovnání splaškové gravitační kanalizace a splaškové tlakové kanalizace jak v obecné úrovni, tak na konkrétním případu celkového návrhu kanalizační sítě a několika přípojek.

V rešeršní části bude problematika gravitační a tlakové kanalizace popisována z aspektů jejich fungování, navrhování, provedení a objektů nacházejících se na stokové síti. Poslední kapitola se bude věnovat stručnému popisu legislativní úpravy, který se řešeného problému týká.

V části výsledkové budou získaná data a informace porovnáována se snahou o nalezení výhod a nevýhod obou systémů. Při porovnání obou možných kanalizačních systémů na konkrétním případu bude provedeno porovnání investičních nákladů na realizaci, jejíž součástí bude také srovnání finančních prostředků nutných pro stavbu a provoz kanalizačních sítí. V této části budou také rozepsány postupy při projekci kanalizačních gravitačních a tlakových přípojek.

Cíli bakalářské práce bude porovnání obou možných systémů odkanalizování a současně také zjištění kladných a záporných vlastností, které vyplnou jak z rešeršní části, tak i z konkrétního případu.

Literární rešerše bude vycházet z různých zdrojů, jak z odborné literatury, článků, norem, tak právní úpravy a bude se věnovat popisu výchozího stavu, popisu procesu navrhování a stavby. Při popisu právní zákonné úpravy bude dbáno na popis zákonů s dopadem na porovnávané parametry. Takto získané údaje budou dále využity k porovnání obou systémů a zjištění jejich výhod a nevýhod z pohledu životního prostředí, nákladů a udržitelnosti. Komparace bude probíhat pomocí porovnání vždy shodných nebo podobných parametrů obou systémů. Získané výhody a nevýhody budou konfrontovány s konkrétním případem u navrhovaného kanalizačního systému.

2 Literární rešerše

2.1 Druhy odpadních vod

Plánování odkanalizování území celků v horizontu 15–25 let vychází z nezbytných podkladů a dále z předpokladů demografického vývoje, typu a charakteru zástavby, plánovaných průmyslových objektů, hydrologických poměrů apod. Před návrhem stokové sítě je proto třeba zjistit podrobnou bilanci množství a druhů odpadních vod a požadavků na jejich odvádění a čištění (Novák a kol. 2003).

Splaškové odpadní vody

Splaškové odpadní vody vznikají v bytech, rodinných domech, v budovách městské vybavenosti jako jsou školy, restaurace, hotely, kulturní zařízení. Obvykle se počítá se specifickou produkcí splaškových vod v objemu 100 l/osobu/den (Drabinová a Kunssberger 2015). Splaškové vody mají většinou konstantní kvalitu s převládajícím organickým znečištěním ve všech jeho formách ať už hrubě rozptýlené, rozpuštěné, nerozpuštěné, usaditelné a neusaditelné. Splaškové vody nekladou na stokovou síť (provedení, provoz) žádné zvláštní požadavky – dají se snadno čistit obvyklými mechanicko – biologickými postupy (Novák a kol. 2003).

Průmyslové odpadní vody

Průmyslové odpadní vody vznikají ve výrobních procesech, a to buď jako vody technologické nebo chladicí. Znečištění průmyslových odpadních vod vychází z druhu výroby a z použité technologie (Drabinová a Kunssberger 2015). Kvalita těchto vod je proměnlivá, rozmanitá a ani její množství není stále vzhledem k použitému výrobnímu procesu. Čištění a odkanalizování těchto vod společně se splaškovými vodami je možné, ale pouze za předpokladu že tím není ohrožena stoková síť a neohrozí negativně technologické procesy čištění na společné čistírně odpadních vod (ČOV) (Novák a kol. 2003).

Srážkové odpadní vody

Pojem srážková voda je používán jak vodním zákonem, tak i zákonem o kanalizacích a vodovodech. Tyto vody mají původ v dešťových srážkách dále také při tání sněhu a ledu. Kvalitativně se srážková voda před kontaktem s povrchem považuje za jednu z nejčistějších. Srážková voda není chemicky čistá v závislosti na stavu ovzduší v dané lokalitě do sebe vstřebává různé látky jako oxidy uhlíku a dusíku, viry, bakterie a pyl (Votápková 2008). Do stokových sítí se dostávají ze střech budov pomocí domovních přípojek nebo ze zpevněných i nezpevněných ploch uličními vpustěmi. Množství takto odvedených vod závisí hlavně na intenzitě a době trvání deště, sklonu a charakteru odvodňovaného území. Nejvíce znečištěné vody odtékají jako první při splachu území po začátku deště. Tyto splachy se vyznačují vysokým znečištěním, a to jak organickým, tak i anorganickým ve všech formách (Novák a kol. 2003).

Infekční odpadní vody

Zdrojem těchto odpadních vod jsou zejména infekční oddělení léčeben, nemocnic, sanatorií dále také laboratoře a kafilerie. Tyto vody obsahují velké množství choroboplodných zárodků, které by mohli zdrojem infekce a nemocí. Z bezpečnostních důvodů si nakládání s infekčními vodami vyžaduje zvláštní režim

před jejich vypuštěním do veřejné kanalizace – samostatnou stokovou sítí a před vypuštěním hygienicky zabezpečit (Novák a kol. 2003).

2.2 Gravitační kanalizace

2.2.1 Historie gravitační kanalizace

Moderní lidé žili na zemi déle než 200 000 let a to většinu času jako kočovní sběrači a lovci. I přes růst populace žili lidé daleko od sebe a jimi vyprodukovaný odpad byl vyčištěn díky využití přírodních cyklů. Problémy s odpadem začaly asi před 10 000 lety, kdy lidé začali žít jako zemědělci a začali se usazovat. Až do vzniku prvních vyspělejších civilizací bylo nakládání exkrementy řešeno dírou v zemi a následným zasypaním. I přes nedostatek záznamů můžeme říct, že centra tehdejších měst měla problém s kvalitou pitné vody, která ovlivňovala zdraví obyvatel, díky neexistujícímu systému odvodů splašků nebo jiným způsobům nakládáním s nimi.

První civilizace, která se setkala s tímto problémem a snažila se ho řešit, byla Mezopotámská říše. V ruinách města Babylonu a Ur se našly pozůstatky po drenážních sítích, které odnášely odpadní vody pryč a dále latríny svedené do žump. I přes tento sofistikovaný systém většina obyvatel vyhazovala svoje odpadky a exkrementy na nezpevněné ulice, které byly opakovaně pokrývány hlínou.

Řekové se dají považovat za národ, který postavil první předchůdce moderních kanalizačních a vodovodních systémů. Dobře zachovalé jsou například části dešťové a splaškové kanalizace v ruinách města Knóssos na ostrově Kréta.

Římané byli skvělými inženýry a některé z jejich vodovodních systémů patří mezi divy starého světa. Vodovodní ani kanalizační potrubí nebyli vynálezy římskými, neboť se již používaly ve východní Evropě, ale byly Římany vylepšeny. Byli vynálezci prvního integrovaného systému pro oběh vody od jejího sběru až po likvidaci. Oběh vody začínal přírodním systémem na sběr pramenité vody a následoval systémem na odvod jak vod splaškových, tak dešťových. Římané si uvědomovali, že pramenitá voda je kvalitnější a pro lidskou spotřebu vhodnější než voda dešťová, dešťová voda byla využívána pro jiné účely. Použitá voda z lázní byla recyklována a využita při vyplachování latrín do kanalizace a dále do řek což zamezovalo vzniku zásad. Největší a nejslavnější starověká stoka Cloaca Maxima byla postavena v šestém století př. n. l., tři století před prvním akvaduktem (Lofrano a Brown 2010).

2.2.2 Soustavy a systémy stokových sítí gravitační kanalizace

Soustavy stokových sítí

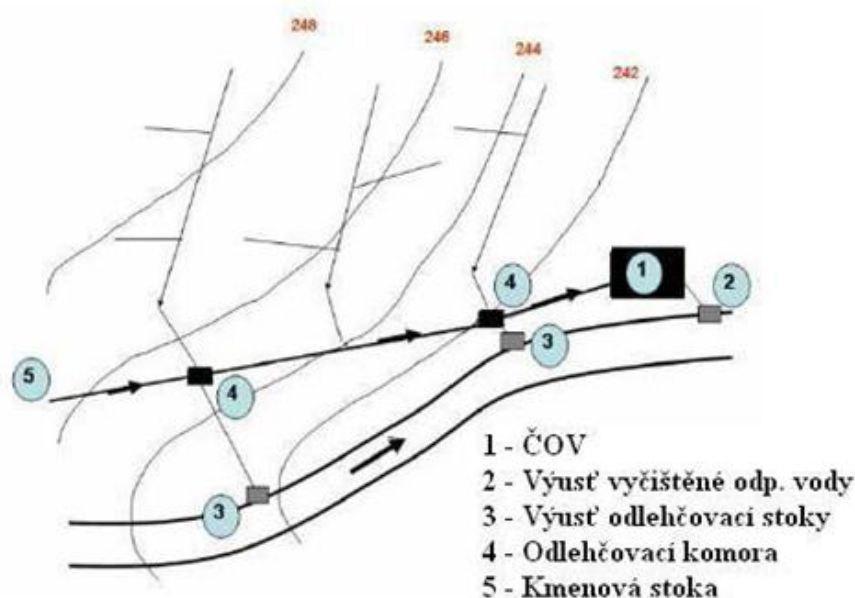
Dle způsobu, jakým jsou odpadní vody odváděny ze zájmového území, můžeme rozlišit tři soustavy stokových sítí a to:

- Soustava jednotná
- Soustava oddílná
- Soustava kombinovaná (Novák a kol. 2003).

Soustava jednotná

U tohoto typu soustavy jsou všechny druhy odpadních vod (srážkové, splaškové, průmyslové) odváděny pouze jedinou společnou stokovou sítí. V jednotné stokové soustavě protéká při dešťových srážkách mnohonásobně větší množství směsi splašků a dešťových vod než je obvyklý průtok splašků (Vašková 2014). Při dimenzování těchto stok je důležitý okamžitý extrémní průtok. Stoková sít se také nedimenzuje na

extrémní průtoky srážkových vod, ale díky odlehčovacím komorám na menší a ekonomicky výhodnější dimenze. Odlehčovací komory umožňují odlehčit průtok v páteřních stokách od určitého poměru naředění (1+m) splaškových vod srážkovými přímo do vodního toku. Díky odlehčovacím komorám je možné navrhnout hospodárný projekt stokové sítě a všech objektů čistírny odpadních vod. Jednotná stoková soustava má v porovnání s dalšími variantami stokových sítí kromě investičních výhod i tu výhodu, že díky srážkovým vodám je celý systém často proplachován což má pozitivní vliv na provoz sítě. Časté proplachy pomáhají zabránit zanášení, a to hlavně v místech malého sklonu stok (Novák a kol. 2003). Hlavní nevýhodou jednotné soustavy je její dimenze, která není záměrně projektována na velké nárazové množství splaškových vod, což má za následek vypuštění naředěných splaškových vod přímo do vodního toku i se všemi s tím spojenými negativními hygienickými a ekologickými dopady, které ovlivňují životní prostředí (Vašková 2014). Částečně je možné tento problém řešit budováním dešťových zdrží na kanalizační síti (Novák a kol. 2003).

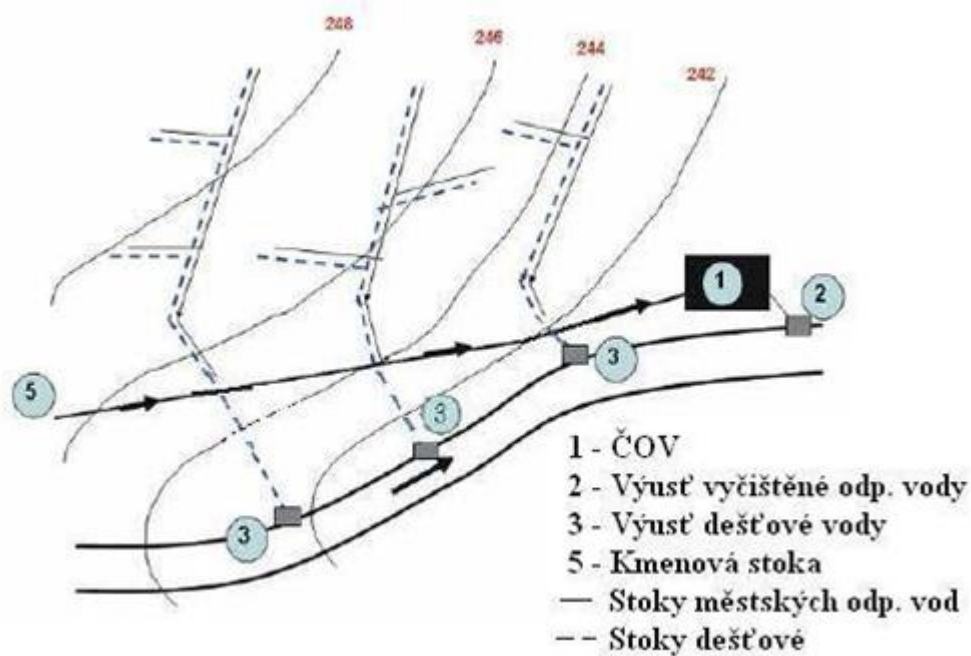


Obrázek 1: Jednotná stoková soustava (Gola 2011)

Soustava oddílná

Oddílná soustava je navržena tak, aby každý druh odpadních vod měl svou vlastní samostatnou síť, díky tomu se odpadní vody vzájemně nemísí (Vašková 2014). Všechny druhy odpadních vod (splaškové, průmyslové) jsou odváděny splaškovou sítí na čistírnu odpadních vod. Srážkové vody jsou odváděny další samostatnou stokovou sítí do místního vodního toku přes dešťové zdrže. Splaškové ani ostatní závadné odpadní vody se nemůžou dostat do kontaktu se životním prostředím (Novák a kol. 2003). Při využití samostatné dešťové kanalizace není možné dešťové vody považovat ve vztahu k recipientu za hygienicky nezávadné. Je to možnost znečištění těchto vod splachy minerální nebo organické povahy případně úkapy pohonných hmot nebo jiných látek. Nelze ani vyloučit přítomnost fekálního znečištění (Vašková 2014). Nevýhodami oddílné soustavy jsou v první řadě zvýšené náklady na stavbu dvou oddělených sítí, větší prostorové nároky, kdy se musí do komunikace umístit dvě souběžné trasy kanalizací a posledním problémem je zanášení splaškových sítí v malých

sklonech. Systém dvou oddělených sítí se využívá hlavně v obcích, kde vodní toky nejsou dostatečně kapacitní na nařazení odlehčovaných vod z odlehčovacích komor (Novák a kol. 2003).



Obrázek 2: Oddílná stoková soustava (Gola 2011)

Soustava kombinovaná

Je možné ji navrhnout jako prostou kombinaci jednotné a oddílné soustavy nebo jako upravené verze oddílných soustav. Před rozhodnutím, jakým způsobem kombinovanou soustavu navrhnout, je nutné udělat technicko-ekonomický průzkum, který zhodnotí všechny morfologické, urbanistické, hydrologické, provozní a ekonomické faktory zájmového území vzhledem k možnému technickému řešení (Novák a kol. 2003). Příklad prosté kombinace soustav může nastat například v situaci, kdy je většina zájmového území řešena jednotnou soustavou a pouze okrajové části území jsou odkanalizovány soustavou oddílnou (Bártík 2019). Další variantou jsou různé úpravy oddílných soustav nazývaných jako soustavy polo-oddílné, takto řešená síť může vypadat tak, že dešťové větve oddílné kanalizace odvádějí pouze splachy z čistých ploch, jako jsou střechy a z ostatních neznečištěných ploch, zatímco ostatní splachy z frekventovaných komunikací a dalších ploch, kde vznikají znečištěné srážkové vody, jsou svedeny do sítě se splaškovými vodami (Novák a kol. 2003). Zatímco neznečištěné srážkové vody jsou svedeny přímo do vodního toku, znečištěné srážkové vody jsou společně se splaškovými vodami odvedeny na ČOV. Na stokách určených pouze pro srážkovou vodu se u kombinované soustavy nebudují odlehčovací komory (Bártík 2019).

Systémy stokových sítí

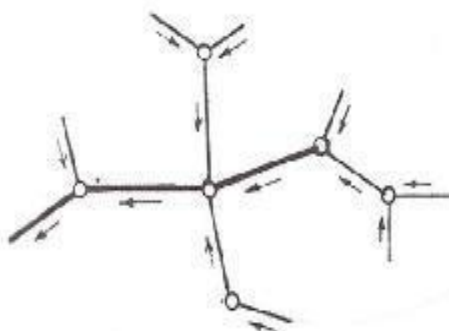
Systémem stokové sítě je myšleno, jakým způsobem jsou uspořádány stoky v zájmovém území. Uspořádání stok je závislé hlavně na charakteru terénu, tvaru

odvodňovaného území a zástavbě. Při navrhování kanalizační sítě jsou hlavní kritéria co nejrychlejší, nejpřímější, provozně stabilní a pokud možno gravitační odvedení odpadních vod na ČOV. Základní systémy stokových sítí jsou čtyři:

- Větvový
- Úchytný
- Pásmový
- Radiální (Novák a kol. 2003).

Větvový systém

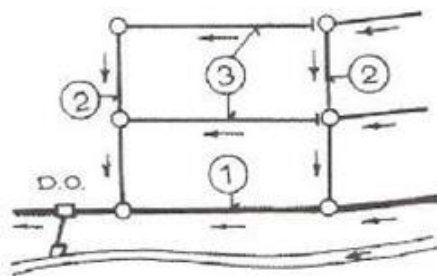
Tento typ systému se uplatňuje v členitém území s nepravidelnou zástavbou (Vašková 2014). Nejnižšími místy území umístíme kmenovou stoku, do které ústí hlavní stoky, na které jsou napojeny sběrače s uličními stokami. Půdorys větveného systému stok připomíná rozvětvený strom (Novák a kol. 2003).



Obrázek 3: Větvový systém (Novák a kol. 2003)

Úchytný systém

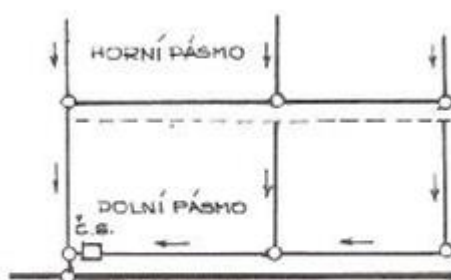
Pokud je zájmové území ve tvaru dlouhých údolí s jednotným sklonem k vodnímu toku, použije se úchytný systém stokových sítí. Podél vodního toku je vedena kmenová stoka, do které se ústí sběrače s uličními stokami (Novák a kol. 2003). Na kmenovou stoku jsou zařazovány odlehčovací komory, které pomáhají snížit stavební náklady na výstavbu jednotné kanalizační soustavy díky odvedení části odpadních vod dostatečně zředěných dešťovou vodou do recipientu (Vašková 2014).



Obrázek 4: Úchytný systém. 1 – úchytná stoka, 2 – sběrače, 3 – uliční stoky (Novák a kol. 2003)

Pásmový systém

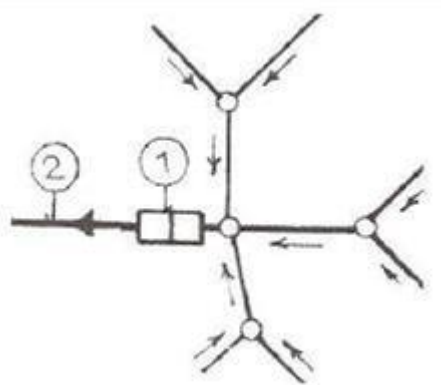
Uplatnění tohoto systému najdeme hlavně v územích, kde terén natolik členitý, že je nutné odvodňovanou oblast rozdělit do několika výškových pásem. Příkladem může být údolí s oboustranným větším sklonem terénu, který postupně přechází v ploché území vodního toku (Novák a kol. 2003). Odpadní vody jsou z jednotlivých pásem odváděny stokami nižších řádů do tzv. pásmových sběračů. Tento systém má velký význam v místech, kde nejnižší umístěny sběrače leží níže než je maximální hladina řeky a je proto nutné odpadní vody čerpat (Vašková 2014). Například u třípásmového uspořádání budou odpadní vody z nejvyššího pásma odcházet gravitačně za všech vodních stavů ve vodním toku, z pásma středního bude gravitační odvodnění fungovat pouze za nízkých vodních stavů ve vodoteči, jinak je nutné čerpat. Nejnižší pásmo bude nutné vždy přečerpávat (Novák a kol. 2003).



Obrázek 5: Pásmový systém ((Novák a kol. 2003)

Radiální systém

Území ve tvaru kotliny, které nemají přímé spojení s recipientem se odvodňují tímto systémem (Vašková 2014). Odpadní vody stečou gravitačně do jednoho místa, z kterého se dále čerpají do nejbližšího objektu gravitační kanalizace nebo přímo na ČOV (Novák a kol. 2003).



Obrázek 6: Větevný systém. 1 - čerpací stanice, 2 – výtlačný řad (Novák a kol. 2003)

2.2.3 Výpočet množství odpadních vod

Množství splaškových odpadních vod se určuje přednostně přímým měřením, pokud není tato možnost k dispozici, použije se pro zjištění množství výpočet průměrného denního průtoku z potřeby vody stanovené dle znalosti velikosti odběru v dané lokalitě

případně s přihlédnutím k příloze č. 12 vyhlášky č. 428/2001. Takto vypočítaný údaj se označuje jako průměrný denní průtok splaškových vod Q_p .

Maximální průtok splaškových vod z určité plochy Q_{max} můžeme získat ze vztahu:

$$Q_{max} = Q_p \cdot K_h$$

, kde K_h je součinitel maximální hodinové nerovnoměrnosti, který určíme z normy: ČSN 756101 Stokové sítě a kanalizační přípojky (Novák a kol. 2003).

Stoky splaškové sítě jsou navrhovány na dvojnásobek maximálního hodinového průtoku (norma 756101). Pokud se splaškovou kanalizací odvádí i průmyslové nebo jiné odpadní vody, určujeme navrhovaný průtok jako větší z dvou možných součtů průměrného denního průtoku jedné a maximálního hodinového průtoku druhých násobený dvěma (Novák a kol. 2003).

Výpočet množství srážkových odpadních vod

Velikosti stok u jednotné a dešťové sítě u oddílných soustav se dimenzují na průtoky srážkových vod, jejichž množství závisí několika faktorech odvodňovaného území. Hlavními faktory jsou: velikost odvodňované plochy, druh povrchu a jeho propustnost, sklon území a doba trvání srážky (Novák a kol. 2003). Při navrhování dimenzí sítě jednotné stokové soustavy nebo srážkové sítě oddílné soustavy se stanoví povodí pro každý výpočtový úsek stoky (norma 756101).

Pokud u jednotných soustav přesahuje bezdeštný průtok 10 % navrhovaného průtoku srážkových vod, jsou stoky dimenzovány na celkový největší průtok všech odváděných odpadních vod. Menší bezdeštné průtoky nežli 10 % je možné zanedbat. Pro navrhování profilů a objektů stokové sítě se obvykle používají tzv. racionální metody, ty vycházejí z návrhových dešťů odvozených z čar náhradních srážek.

Pro výpočet odtokového množství srážkových vod z určité odvodňované plochy můžeme použít vztah:

$$Q = \Psi \cdot S \cdot q_s$$

kde Q – průtok srážkových vod (l/s), Ψ – součinitel odtoku, S – plocha povodí (ha), q_s – intenzita deště, jeho délka a periodicita (Novák a kol. 2003).

Součinitel odtoku Ψ

Můžeme najít uvedeny dvě tabulky pro hodnoty Ψ a to pro výpočet racionální metodou a pro výpočet podrobný (norma 756101). Z celkového srážkového úhrnu, který spadne na určitou oblast, se část vody vsákne do povrchu, část se vypaří a část steče po povrchu a dostane se do kanalizační sítě. Pro dimenzování stokových sítí je důležitá pouze ta část, která se dostane do kanalizační sítě. Odtokový součinitel Ψ je bezrozměrné číslo, vyjadřující poměr mezi množstvím vody odtoklé po povrchu Q_o vůči celkovému množství spadlé srážky Q .

$$\Psi = Q_o/Q$$

Jeho velikost je ovlivněna druhem povrchu odvodňovaného území, jeho sklonem a propustností zeminy (Novák a kol. 2003).

Velkost odvodňovaného území

V intravilánu za podmínky, že je sklon terénu do 5 % se dá využít metody tzv. ideálních střech (norma 756101). V terénu se sklonem větším, než je 5 % určujeme plochu povodí pomocí tzv. hydrologické metody, kdy se přihlíží ke skutečnému tvaru povrchu. Při použití této metody je možné umístit stoku na dolní hranici jejího povodí což má za následek, že se níže položené pozemky neodvodní (Novák a kol. 2003).

Intenzita návrhového deště

Směrodatné dešťoměrné údaje pro návrh stokové sítě se určují podle dat, které zpracují oprávněné právnické osoby nebo autorizované fyzické osoby (norma 756101). Při navrhování stokových sítí jsou nejdůležitější tzv. deště krátkodobé. Krátkodobé deště se vyznačují krátkou dobou trvání a velkou intenzitou. Vychází se z dešťoměrných porovnání, u kterých se měří tyto veličiny: srážkový úhrn, tj. celková výška vodního sloupce srážky spadlé na dané ploše za určitý časový úsek (např. 24 hodin) v mm (Novák a kol. 2003). Po vyhodnocení dešťoměrných pozorování je možné vynesť křivky srážkových intenzit, které vyjadřují závislost intenzity deště na době jeho trvání (norma 756101). Při navrhování stokových sítí se hlavně z ekonomických důvodů nenavrhují dimenze stok na maximální srážky (intenzity), které byly za dobu pozorování zaznamenány, ale na intenzity nižší s tím, že přetížení stokové sítě je jednou za určitou dobu přípustné. Počítáme tedy s určitým stupněm bezpečnosti, ne s absolutní bezpečností (Novák a kol. 2003). Interval se označuje jako periodičita deště p (četnost výskytu), kdy číslo vyjadřuje, kolikrát byl daný dešť dosažen (překročen) za rok. Pokud se využijí pro navrhování stokových sítí racionální metody je nejčastěji uvažován 15-ti minutový návrhový dešť o periodicitě $p = 0,5$ pro obytná území a $p = 1,0$ pro venkovská území (norma 756101).

Výpočtové metody navrhování stokových sítí

Při využívání těchto metod se pracuje s tzv. čarami náhradních srážkových intenzit, ty se vytvářejí jako obalové křivky k čarám srážek, které byly v průběhu roku v daném místě stejněkrát překročeny. Racionální metody můžeme rozdělit do dvou skupin a dle toho, zda počítají nebo nepočítají s tzv. opožděným odtokem. Opožděný odtok nastává v situaci, kdy průtok ve stokové síti, mezi nevdálenějším místem a sledovaným profilem, je delší než 15 min (doba trvání návrhového deště).

Rozdělení metod:

- Neuvažující opožděný odtok – součtová metoda
- Uvažující opožděný odtok – Bartošková početní metoda, Riedova metoda, Máslova metoda a Hauf – Vicariho metoda ((Novák a kol. 2003).

2.2.4 Zásady směrového a výškového řešení stok

Směrový návrh

Při navrhování stok je nutné posoudit stav dotčených objektů ještě před samotnou výstavbou i s ohledem na použitou technologii. Před zahájením prací je vhodné provést pasportizaci (stavebně technický průzkum – dokumentace stavu) objektů až do vzdálenosti, kde by mohla mít stavba vliv (norma 756101). Celkové směrování stokové sítě vychází z koncepce odkanalizování zájmového území, použité soustavy a systému. V zastavěném území se stoky navrhuji dle normy ČSN 73 6005 Prostorové uspořádání sítí technického vybavení. Tato norma nám stanovuje všechny důležité parametry při navrhování stokových sítí, zásady pro směrový návrh, prostorové uspořádání, souběh a křížení s ostatními sítěmi a nejmenší dovolené krytí podzemních sítí (Novák a kol. 2003). Stoky můžeme do dopravního prostoru pokládat souběžně s osou komunikace:

- a) směrově nerozdělené – v hlavním prostoru jednostranně a ve stísněných poměrech i do středu vozovky
- b) směrově rozdělené – do středního dělicího pásu jednostranně

Nejmenší dovolené vodorovné vzdálenosti při souběhu stok s některými sítěmi:

- silovými a sdělovacími kabely 0,5 – 1,0 m
- plynovodem 1,0 m
- vodovodem 0,6 m

Nejmenší dovolené svislé vzdálenosti při křížení kanalizace s některými sítěmi:

- silovými a sdělovacími kabely 0,2 – 0,5 m
- plynovodem 0,5 m
- vodovodem 0,1 m

Pokud se kříží gravitační kanalizace, která odvádí jiné vody než dešťové, a vodovod, musí být kanalizace uložena pod vodovodem (norma 73 6005).

Minimální nutná vzdálenost při souběhu stoky s budovami se řídí zásadami neohrožení stability budov. Velký vliv na určování bezpečné vzdálenosti a hloubky má několik faktorů – hloubka založení budov, jejich technický stav a geologické poměry podloží. Pokud není možné dodržet bezpečnou vzdálenost, je nutné postupovat technologickými postupy, které zajistí bezpečnost budov např. podchycení základů, trysková injektáž (Novák a kol. 2003). Situační trasy jednotlivých souběžných stok nesmí být totožné – není možné, aby jedna stoka vedla nad druhou. Stoky také nesmí být navrhovány pod stromy nebo v jejich těsné blízkosti. Při navrhování tras podzemních sítí nebo při výsadbě nových stromů je nutné dodržet vzájemnou vzdálenost tak, aby nemohlo dojít k vzájemnému ohrožení provozu sítě a vegetačních podmínek stromů (norma 73 6005).

Při navrhování neprůlezných stok (DN <800) se trasy navrhují v přímém směru mezi sousedními objekty (šachtami apod.) směrové lomy jsou možné pouze v těchto objektech. Při změně směru u průchozích stok se změna provádí plynulým obloukem v atypických objektech (komorách) (Novák a kol. 2003).

Výškové řešení stokových sítí

Výškové řešení zahrnuje jak hloubku uložení stok, tak i jejich podélný sklon.

Hloubka uložení stok se u jednotné soustavy a splaškové sítě oddílné soustavy řídí hlavně požadavkem gravitačního odvodnění běžného jednoho podzemního podlaží (sklepy, skladové prostory). Hloubku uložení nám ovlivňuje hloubka podzemního podlaží, vzdálenost od stoky od budov a velikost stoky, zda je neprůlezná, průlezná nebo průchozí. Minimální doporučená hloubka krytí pod silniční komunikací je 1,8 m. Maximální doporučená hloubka uložení uliční stoky je 6,0 m.

Mimo zastavěné území je hloubka uložení navrhována tak, aby se zabránilo kolizním křížením s ostatními podzemními sítěmi a jinými překážkami. Mezi další ovlivňující faktory patří charakter území a způsob obhospodařování pozemků.

Při určování podélného sklonu je důležité vyvážit sklon tak, aby sklon nebyl příliš malý a tím nedocházelo k zanášení kanalizace, ale aby nebyl zase příliš velký a nedocházelo tím k překročení mezní povolené hodnoty pro průtočnou rychlost v daném potrubí, což by mohlo vést k obrusu či jinému mechanickému poškození. Posledním možným problémem při příliš vysokém sklonu kanalizace je vznik podmínek pro provzdušněné proudění. Minimální sklon vychází z podmínek na

dosažení minimální unášející síly, která zabrání zanášení stok. Pro výpočet unášecí síly a stanovení potřebného sklonu stok se využívá norma ČSN 756101 (Novák a kol. 2003). Orientačně můžeme minimální sklon I_{\min} v ‰ vypočítat ze vztahu:

$$I_{\min} = 1631/D$$

kde D je průměr kruhové stoky, případně šířka nekruhové stoky v mm (Vašková 2014).

Při určování maximálního sklonu stok vycházíme z maximální přípustné rychlosti proudění v potrubí při kapacitním plnění, která je rozdělena dle odolnosti materiálu. Rozdělení rychlostí jsou:

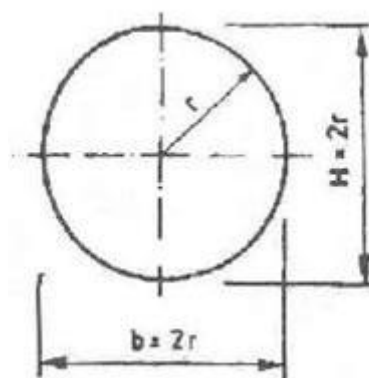
- 5 m/s pokud se využije běžných odolných materiálů jako beton a železobeton
- 10 m/s pokud se využije vysoce odolných materiálů jako kamenina, čedič, slítina, sklolaminát, PVC, kanalizační cihly (Novák a kol. 2003).

2.2.5 Tvary a rozměry stok

Pro stoky se obvykle používají tři základní tvary stok a to: kruhový, vejčitý a tlamový (stlačený). Volba tvaru se řídí několika parametry místa budoucího uložení stoky, jako jsou hydraulické, geologické a prostorové možnosti a také dle ekonomických možností investora a požadavků provozovatele (Bártík 2019).

Kruhový profil

Dá se nejjednodušeji vyrábět jako prefabrikát (Novák a kol. 2003). Je výhodný pro konstrukci zařízení na jejich čištění. Kruhové profily jsou definovány vnitřním průměrem uváděným v mm kromě plastů, které jsou definovány vnějším průměrem v mm (Bártík 2019). Kruhový profil je středně výhodný z hydraulického a statického hlediska. Z hlediska konstrukčního jsou velice výhodné. Kruhový profil je nejvíce rozšířený (Novák a kol. 2003).

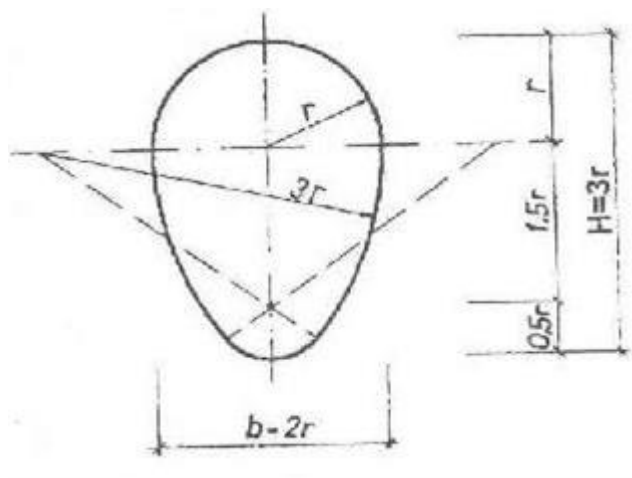


Obrázek 7: Kruhový profil (Novák a kol. 2003)

Vejčitý profil

Z hlediska hydraulického a statického je tento profil nejvýhodnější (Novák a kol. 2003). Vejčitý profil je možné navrhnout pouze v místech s dostatečně vysokým nadložím. V místech bez dostatečného krytí se navrhuje místo vejčitého profilu profil

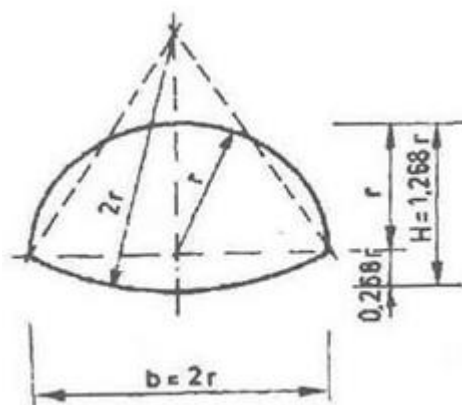
tlamový (Bártík 2019). Obvykle se používá Vídeňský vejčitý profil, dále pak také speciální typ tzv. Pražský normál, vytvořený ze složených kruhových oblouků (Novák a kol. 2003).



Obrázek 8: Vejčitý profil (Viedeňský) (Novák a kol. 2003)

Tlamový (stlačený) profil

Tento profil je po stránce hydraulické a statické nejhorší. Navrhuje se v místech, kde jsou výškové poměry stísněné nebo v úsecích, kde jsou velké trvalé průtoky zajišťující dostatečné proplachování (Novák a kol. 2003).



Obrázek 9: Tlamový profil (Novák a kol. 2003)

Při navrhování gravitační stokové sítě se nesmí použít menšího průměru než DN 250 u potrubí z kameniny a plastů a DN 300 u ostatních materiálů. Těmito pravidly se nemusí řídit tlakové kanalizační sítě (Novák a kol. 2003).

Rozdělení stok dle přístupnosti

Stoky můžeme pro potřeby údržby, oprav, kontroly rozdělit do tří tříd, a to na stoky

- neprůlezná DN < 800 – vstup zakázán
- průlezná DN 800 – DN 1500
- průchozí DN > 1500

Další samostatnou třídou jsou pak kolektory. Kolektory jsou podzemní průchozí liniové stavby, kterými vedou všechny inženýrské sítě v dané trase (Bártík 2019).

Materiál a konstrukce stok

Materiál stok se musí volit podle účelu a plánovanému životnosti díla. Důležité požadované vlastnosti materiálů jsou:

- Vodotěsnost
- Odolnost vůči chemickým, mechanickým a biologickým vlivům
- Dlouhá životnost
- Tvarová stálost
- Umožnění účinného a bezpečného čištění stok
- Jednoduchá montáž (norma 75 6101).

Kamenina

Jeden z nejdéle používaných materiálů, který je velice spolehlivý a odolný vůči agresivním látkám.

Kamenina je keramický materiál, který je obvykle na povrchu opatřen odolnou glazurou. Kameninové trouby jsou šetrné k přírodě a vyrábí se pouze z přírodních materiálů. Obvyklá směs pro výrobu kameniny se skládá z jílu, 20 až 30 % šamotu a 15-20 % vody (Novák a kol. 2003). Kameninové trouby se používají pro odvod odpadních vod. Obvykle se jedná o hrdlové trouby s integrovaným spojem. (Vašková 2014). Výroba a jakost kameninových trub se řídí evropskou normou ČSN EN 295 (72 5201).

Mezi nejdůležitější vlastnosti kameniny můžeme zařadit

- odolnost vůči kyselému i zásaditému prostředí a to i za vysokých teplot a koncentrací
- vysoká mechanická pevnost
- trouby jsou hladké což brání zanášení a zarůstání
- povrchová glazura je velice pevná a má vysokou odolnost vůči otěru
- dlouhá životnost (minimálně 100 let) (Novák a kol. 2003).



Obrázek 10: Trouby z kameniny (Vašková 2014)

Beton, železobeton

Klasické materiály na výrobu potrubí jsou beton a železobeton. Výhody těchto materiálů oproti ostatním jsou konstantní vlastnosti, dobré statické vlastnosti, nízká ekonomická náročnost a možnost kombinace s ostatními materiály (Novák a kol. 2003). Využití najdou zejména při odvádění neagresivní odpadní vody. Nevýhodou těchto materiálů je vysoká nasákavost díky čemuž je vhodnější je používat pro

dešťovou kanalizaci. Špatně odolávají agresivním účinkům a nemají dlouhou životnost. Trouby od vnitřního průměru DN 600 a větší je možné osadit různými výstelkami což několikanásobně zvyšuje životnost a odolnost vůči chemicky agresivnímu prostředí a abrazi (Bártík 2019).



Obrázek 11: Trouby z železobetonu (Vašková 2014)

Plast

Jeden z modernějších materiálů na výrobu trub je plast. Mezi klíčové vlastnosti patří pevnost, lehkost, pružnost, lehké pokládání a odolnost vůči kyselinám a louhům (Novák a kol. 2003). Mají vynikající odolnost vůči agresivním účinkům odpadních a podzemních vod. Většina druhů plastů je recyklovatelná. Nevýhodou tohoto materiálu je malá odolnost vůči teplu. Vysokým teplotám je plastové potrubí schopné odolat je po krátký čas. Nízké teploty vedou k vyšší křehkosti materiálu (Bártík 2019).

Plastové trouby můžeme rozdělit dle materiálu do tří skupin

- PVC neměkčené (tvrdé PVC, U-PVC), z tohoto materiálu se vyrábějí roury a tvarovky pro kanalizaci i pro pitnou vodu. Díky rozsahu odolnosti pH 2-12 je možné je užit i v chemickém průmyslu. Jsou nesnadno hořlavé a jsou stále do teplot max. 60°C pro DN 100-200 a max. 40°C pro DN 250-500,
- PE HD (polyetylen o vysoké hustotě) se využívá pro výrobu tlakového potrubí pro všechna odvětví,
- PP (polypropylén) najde využití pro výrobku venkovních a vnitřních tvarovek a to hlavně díky odolnosti vůči zvýšené teplotě vody. Polypropylén mohou poškodit některé ropné látky a rozpouštědla (Novák a kol. 2003).



Obrázek 12: Trouby z PE HD (Vašková 2014)

Tavený čedič

Jedná se o různé výrobky vyrobené z přetaveného a znovu vytvarovaného olivinitického čediče, který má vhodné chemické a mineralogické složení (Novák a kol. 2003). Obložením vnitřních stran potrubí čedičem dosáhneme prodloužení životnosti. Využije se v místech, kde se dopravuje abrazivní případně erozivní materiál nebo v místech s dosaženou velkou rychlostí ve stoe. Další možností je využití při stavbě dalších objektů na stokové síti (Vašková 2014). Má několik vlastností vhodných pro vedení odpadních případně i pitných vod, například vysokou mrazuvzdornost, nulovou nasákavost, vysokou chemickou a otěruvzdornou odolnost. Vyniká i v životnosti, která je odhadována na více než 100 let (Novák a kol. 2003).



Obrázek 13: Trouby z čediče (Vašková 2014)

Tvárná litina

V oblasti odkanalizování poměrně nově používaný materiál. Tvárná litina nahrazuje dříve používanou šedou litinu. Tvárná litina je železný materiál s obsahem uhlíku mezi 2,2 až 4 % (Novák a kol. 2003). Vhodnými vlastnostmi tvárné litiny je její odolnost proti nárazům, formovatelnost, pevnost v tahu, odolnost proti korozi, vysoká mez průtažnosti (Vašková 2014). Jak vnitřní, tak i venkovní povrch trub je možno chránit různými způsoby proti různě agresivním prostředím, například vnějším pozinkováním proti korozi nebo vnitřní cementovou vložkou zabraňující abrazi (Novák a kol. 2003).



Obrázek 14: Trouby z tvárné litiny (Vašková 2014)

Sklolaminát

Vyrábí se dvěma technologiemi, navíjením nebo odstředivým litím do duté formy. Výhodami sklolaminátu jsou jejich nízká hmotnost, vysoká pevnost, teplotní stálost. Trouby se vyrábí ve velikostech DN 200 až po DN 2400 (Vašková 2014). Sklolaminát je nejmodernější materiál pro výrobu kanalizačních trub. Má podobné vlastnosti jako kamenina, jen je lehčí. Je vyráběn ze směsi skelných vláken, pryskyřice a plniva (Novák a kol. 2003).

2.2.6 Objekty na stokové síti

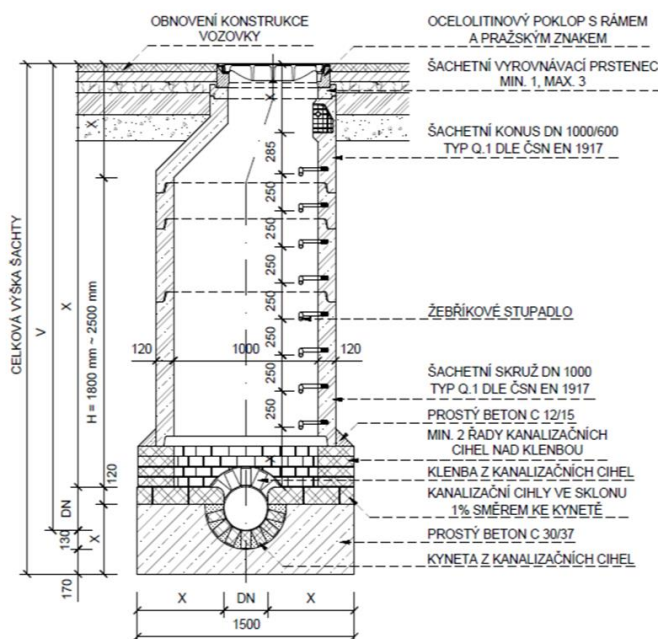
Objekty na stokové síti musí umožňovat správnou funkci stokové sítě a aby zároveň bylo možné bezpečně vykonávat všechny práce potřebné při provozu, čištění a údržbě stok (norma 75 6101).

Šachty, komory

Vstupní šachty

Vstupní šachty slouží provozovateli stokové sítě pro pravidelnou kontrolu, čištění a manipulaci na síti. Vstupní šachty také rozdělují rovné úseky stok, kdy je daná vzdálenost mezi šachtami pro stoky neprůlezná a průlezná 50 m, pro stoky průchozí 100 m a více (Novák a kol. 2003). Vstupní šachty navrhujeme na místech, kde se mění směr nebo sklon přímých úseků stok, příčný profil, materiál stok, na místě spojení dvou nebo více stok (pokud zde není jiný objekt, který nahrazuje vstupní šachtu) a na horním konci každé stoky (norma 75 6101).

Provedení vstupních šachet (použití materiálu, uložení, hutnění, způsob napojení kanalizační přípojky do vstupních šachet, zkoušky vodotěsnosti) je nutné, aby bylo v souladu s normami: ČSN EN 1610 (75 6114) Provádění stok a kanalizačních přípojek a jejich zkoušení, ČSN 75 6101 Stokové sítě a kanalizační přípojky, ČSN 75 6909 Zkoušky vodotěsnosti stok a kanalizačních přípojek a DIN 4034.1 (Novák a kol. 2003).



Obrázek 15: Vstupní šachta (Pelánová 2019)

Spojné šachty, komory

Do jmenovité světlosti DN 500 včetně není potřeba spojné šachty stavět, napojení se provádí ve vstupní šachtě (norma 75 6101). Od DN 500 a větších se staví spojné komory, které se při velkém mechanickém nebo hydraulickém namáhání doporučují vyzdívat žulovými kameny nebo taveným čedičem. Žlábký ve dně spojných komor je nutné zaústovat tangenciálně na směr hlavní stoky (Novák a kol. 2003).

Větrací šachty

Na stokách, které jsou průlezné nebo průchozí, mohou být v některých případech umísťovány větrací šachty. Rozdíl oproti šachtám vstupním je menší půdorysný rozměr, protože větrací šachty neslouží jako vstup do stok a také nejsou opatřeny stupadly (norma 75 6101).

Proplachovací šachty

Proplachovací šachty se konstrukčně podobají šachtám vstupním, na rozdíl od nich jsou ale na odtoku vybaveny stavítkem. Zahrazením stavítka vystoupá voda do určité výšky, po jeho otevření se vytvoří povodňová vlna, která propláchne usazeniny (Novák a kol. 2003). Tyto objekty je vhodné umísťovat na ta místa, kde je unášející síla odpadních vod příliš malá a hrozilo by riziko v ročním průměru k usazování splavenin a k zanášení stok (norma 75 6101). Základní parametry pro vyplachovací šachty určují její minimální objem, který činí 3 m³ s minimální hloubkou 1 m, a plnění vyplachovací šachty z vodovodu je možné pouze s přerušením tlakového přívodu tak, aby voda plnila šachtu volným pádem (Novák a kol. 2003).

Spadiště a skluzy

Spadiště

Spadišťové šachty se používají v případech, kdy je sklon terénu větší než největší možný sklon stoky při maximální průtočné rychlosti (norma 75 6101). Řešení a navrhování spadišťových šachet musí být v souladu s normou ČSN 75 61 01 – Stokové sítě a kanalizační přípojky a ČSN EN 1610 (75 6114) provádění stok a kanalizačních šachet a jejich zkoušení. Spadiště pro základní profily stok se obvykle navrhuje jako betonové objekty z prefabrikovaných dílů (Novák a kol. 2003). Při realizaci spadišť je vhodné navrhnout dno a část stěny, které jsou vystaveny nárazu dopadajících vod, obložit kamennou dlažbou nebo dlažbou z taveného čediče. Dalším optimálním krokem při navrhování spadišť je vybavit spodní část spadiště samostatným trubním obtokem odvádějící splaškové vody (norma 75 6101).

Skluzy

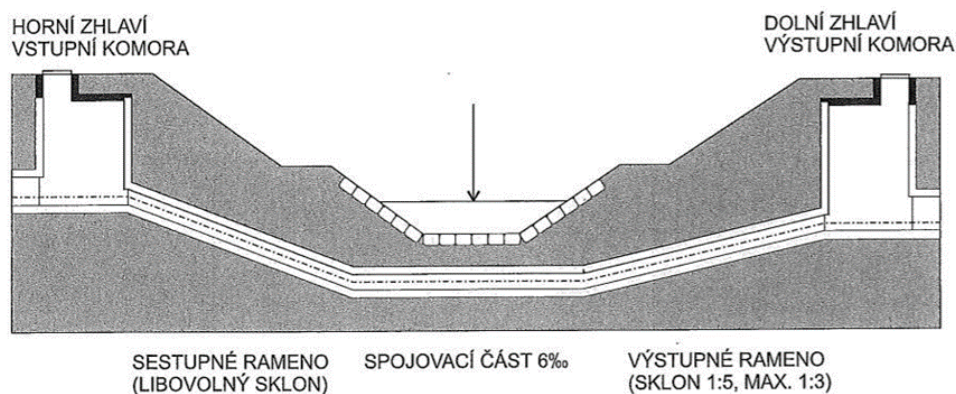
Navrhování skluzů na kanalizační síti musí být v souladu s normou ČSN 75 61 01 – Stokové sítě a kanalizační přípojky a ČSN EN 1610 (75 6114) provádění stok a kanalizačních šachet a jejich zkoušení (Novák a kol. 2003). Skluzy mají podobný účel jako spadiště, pomáhají překonat velké výškové sklony na stokové síti za situace, kdy by budování soustavy spadišť bylo neekonomické a obtížně realizovatelné. Skluz sestává z vlastní skluzové stoky, kdy rychlost odpadních vod může dosáhnout rychlosti až 10 m/s (norma 75 6101). V případech dlouhých, strmých nebo průtokem vytižených skluzů je vhodné skluz zakončit objektem na tlumení přebytečné kinetické energie (Novák a kol. 2003).

Křížení stok

Shybky

Minimální světlost shybky je DN 200 a sklon výstupního ramene se doporučuje 1:5. Průřezová rychlost při průměrném průtoku odpadních vod ve shybce by neměla

klesnout pod 0,75 m/s (norma 75 6101). Kanalizační shybka zaručuje plynulý gravitační odtok odpadní vody s volnou hladinou s podmínkou, že nad kanalizací je dostatečné krytí. Takto se dají odpadní vody převádět například pod malými vodními toky, dráhami a komunikacemi v násypch. Při křížení vodního toku je nutné nad kanalizací umístit pevný zához nebo dlažbu. (Novák a kol. 2003).



Obrázek 16: Shybka (Pelánová 2019)

Křížení

Křížení stok se považuje za objekty, v kterých se profil a uložení stoky přizpůsobují daným podmínkám a požadavkům (norma 75 6101). U křížení dráhy nebo komunikace se obvykle využívá křížení protlakem. Před a za křížení je vhodné umístit revizní šachtu (Novák a kol. 2003).

Odlehčovací komory a separátory

Účel obou těchto objektů na jednotné stokové síti je odlehčení směsi splaškových a dešťových vod do recipientu obvykle do vodního toku. Pro nezakryté separátory a odlehčovací komory platí hygienické pásmo 50 m od obytné zástavby v souladu s TNV 75 6011 Ochrana prostředí kolem kanalizačních zařízení (norma 75 6262). V bezdeštném období umožňují oba objekty odtok všech vod do čistírny odpadních vod a v době dešťových srážek toto množství regulují. Při navrhování separátoru a odlehčovací komory se přihlíží k celkovému konceptu konkrétní kanalizační sítě a k požadavkům na kvalitu vody, která je vypuštěna do recipientu. Důležitý je zde navrhovaný ředící poměr, který se pohybuje od minimálního 1+6 a více, nejčastěji se využívá 1+7. Kdy poměr udává poměr vody odpadní ku vodě dešťové. Ředící poměr je vždy nutné předem stanovit, a to po projednání s vodoprávním úřadem (Novák a kol. 2003).

Hlavní část konstrukce odlehčovacích komor tvoří přelivy, případně přelivy se škrťacím zařízením jako jsou šoupata nebo regulátory. Volba typu a konstrukce odlehčovací komory závisí zejména na výškovém poměru terénu a hloubce uložení potrubí, směrovém uspořádání nátoku a odtoku na čistírnu a do recipientu a požadovanou přesností oddělní průtoků vzhledem k přípustným hodnotám vypouštěného znečištění. Doporučuje se korigovat funkci odlehčovacích komor na základě provedených měření a jejich výsledků (norma 75 6262). U odlehčovací komory se vždy uvádí buď průtok odváděný na čistírnu jako násobek bezdeštného odtoku nebo na základě intenzity mezního deště (Novák a kol. 2003).

Separátory pracují na principu oddělení nerozpuštěných látek pomocí rotačního proudění. Můžeme je rozdělit na separátory vířivé, vírové a obloukové. Separátory lze využít i na dešťové stokové sítě a to před zaústěním do vodního recipientu. Snižují nebo zamezují odnos znečištění do vodního recipientu dešťovými nebo zředěnými odpadními vodami (norma 75 6262). Separátory všech druhů (obloukové, vírové, kruhové) mají schopnost rozdělit nejen množství odpadních vod ale i jejich znečištění (Novák a kol. 2003).

Dešťové vpusti a lapáky splavenin

Dešťové vpusti jsou považovány za objekty, které obvykle nejsou provozovány vlastníky stokové sítě, ale jinými právníckými osobami. Uliční dešťové vpusti jsou součástí komunikací (norma 75 6101).

Pomocí vpustí a lapáků můžeme kontrolovat vtok dešťové vody do kanalizačního systému. Obvykle se používají pro odvodnění komunikačních staveb. Dle využití můžeme vpusti rozdělit na: uliční vpusti, chodníkové vpusti, horskou vpust' a lapáky splavenin (Novák a kol. 2003).

Dešťové nádrže

Dešťové nádrže mají několik účelů:

- zamezují nebo snižují odnos znečištění srážkovými vodami nebo zředěnými odpadními vodami do recipientů za pomoci sedimentačních procesů
- zmírňují přívalovou vlnu zředěných odpadních vod před vyrovnaným odváděním stokovou sítí na čistírnu odpadních vod
- u jiných než jednotných stokových sítí může také zmírňovat přívalovou vlnu srážkových vod před jejich vypuštěním do vodního recipientu (norma 75 6261).

Ve většině měst v ČR jsou odvodňovací systémy vybudovány jako jednotná stoková síť. V tomto případě jsou všechny odpadní vody dopravovány společně což má v časovém úseku intenzivních srážek za následek nadměrné zatěžování čistíren odpadních vod a kanalizační sítě. Jednou z nejefektivnějších možností, jak zabránit unikům znečištění při intenzivních deštích je využití přirozených nebo uměle vytvořených akumulací na stokové sítí a s její pomocí vypouštět odpadní vody postupně na čistírnu odpadních vod (Novák a kol. 2003).

Dešťová nádrž by měla být umístěna poblíž každé odlehčovací komory jednotné stokové soustavy za podmínek, že se směrem k čistírně odpadních vod odvádí menší množství srážkových vod, než množství způsobené mezním deštěm nebo bylo výpočtem prokázáno, že se do vodního recipientu dostává větší znečištění, než je schopný pojmout. Nejhorší je počáteční vlna, která obsahuje oplachy z povrchů a výplach ze stok. U oddílné stokové soustavy by měla být dešťová nádrž umístěna u každé výusti, pokud hrozí nebezpečné znečištění vodního recipientu v důsledku oplachu povrchů nebo přítok do vodního recipientu vytváří velkou povodňovou vlnu (norma 75 6261).

Kanalizační přípojky

Kanalizační přípojkou se propojuje nemovitost se stokovou sítí. Je vhodné, aby každý objekt měl mít jednu samostatnou kanalizační přípojku. Provedení přípojek a šachet a to jak uložení, hutnění nebo způsob napojení na hlavní řadu je dáno normami ČSN EN 1610 (756114), ČSN 75 61 01 a technickými doporučeními jednotlivých výrobců.

Hotové dílo musí vyhovovat předepsaným zkouškám, hlavně zkouškám hutnění a vodotěsnosti – ČSN 75 6909 (Novák a kol. 2003).

Čerpací stanice

Čerpací stanice se na stokové síti budují v případě, kdy z určité lokality není možné gravitačně odvést odpadní vody na čistírnu odpadních vod. Čerpacích stanic se také někdy používá na překonávání překážek na trase – místo shybek (Novák a kol. 2003).

2.3 Tlaková kanalizace

2.3.1 Historie tlakové kanalizace

Koncept tlakové kanalizace byl poprvé představen v roce 1954 profesorem Harvardské univerzity jménem Dr. Gordon M. Frair.

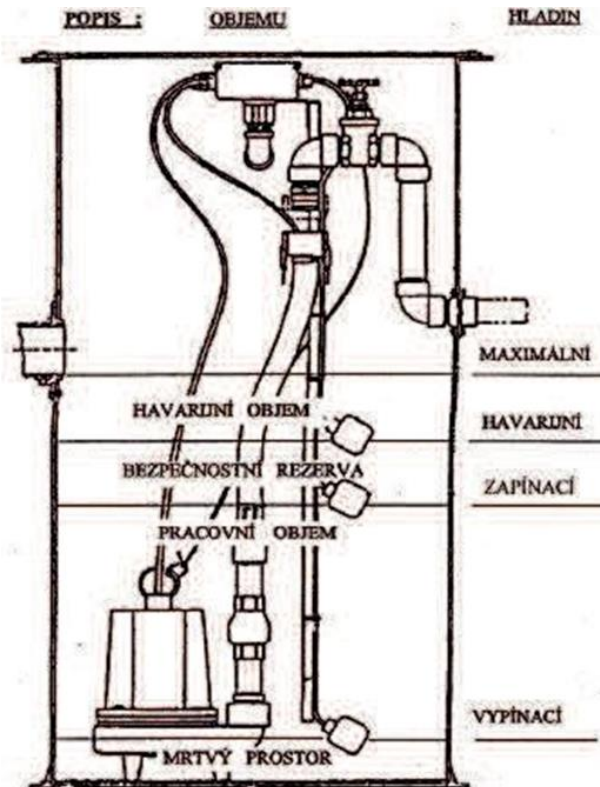
Za první projekt, kdy se využilo tlakového odvodu splaškových vod, můžeme označit projekt tlakové kanalizace z roku 1964 z USA na odkanalizování 48 domů v Radcliffu ve státě Kentucky.

Nejdéle fungující známá tlaková kanalizace se nachází ve státě Oregon v USA. Systém postavený v roce 1968 čítá na 700 přípojek a odvádí zde odpadní vody z hausbótů (Thrasher 1988).

2.3.2 Popis principu tlakové kanalizace

Princip tlakového odkanalizování je založen na přetlaku uvnitř větvené nebo okružové sítě. Splašky jsou do systému dopravovány pomocí čerpadel umístěných v čerpacích stanicích, které udržují v systému pracovní přetlak. Domovní čerpací stanice jsou obvykle umístěny poblíž odkanalizovaných objektů. Z pohledu majetkoprávního je vhodné, aby každý objekt vlastnil svoji domovní čerpací stanici, která by měla být optimálně umístěna na přístupné části soukromého pozemku (Beránek a Prax 2000). Vhodné je napojení přívodu elektrické energie pro čerpadlo na vlastní měřidlo spotřeby (Ambrož 2014). Splašky jsou do domovní čerpací stanice svedeny z připojovaného objektu gravitačně. Jako vhodný je tento systém považován do cca. 15 000 připojených obyvatel (Beránek a Prax 2000).

Čerpadlo se v domovní čerpací stanici řídí hladinou splaškových vod v jímce. Jedná se tady především o zapínací a vypínací hladinu (obr. 17), kdy čerpadlo začne čerpat odpadní vody z jímky do sítě a vypínací, kdy se již vyčerpá potřebné množství a čerpadlo se vypne (EPA 1978). Nad hladinou zapínací se nachází havarijní prostor, který slouží v případě výpadu proudu nebo poškození čerpadla jako bezpečnostní rezerva (Beránek a Prax 2000).



Obrázek 17: Rozdělení objemů (Beránek a Prax 2000)

Jednotlivé hladiny rozdělují v jímce tyto funkční objemy:

1. pracovní objem – objem mezi zapínací a vypínací hladinou, které ovládají čerpadlo (EPA 1978). Měl by být navržen tak, aby frekvence spínání nezmenšovala životnost čerpadla a hospodárnost provozu (Beránek a Prax 2000).
2. bezpečnostní rezerva – objem nad zapínací hladinou až po spodní hladinu havarijního objemu (Beránek a Prax 2000). Tento prostor slouží jako vyrovnávací objemová rezerva pro pokrytí rozdílu mezi maximálním přítokem a množstvím schopným čerpadlem odčerpat do sítě v období přítokové špičky z gravitační domovní přípojky (cca. 3 minuty) (Ambrož 2014).
3. havarijní objem – je prostor nad bezpečnostní rezervou až po maximální hladinu nebo bezpečnostní přepad (Beránek a Prax 2000). Havarijní objem by měl být dostatečně velký, aby byl majitel schopen uvést čerpadlo zpět do provozu před dosažením jeho horní hranice (Ambrož 2014).
4. mrtvý prostor – se nachází pod pracovním prostorem a je dán požadavkem na výšku sacího hrdla nade dnem a také minimální hladinou kvůli možnému nasátí vzduchu (Ambrož 2014). Je nutné dodržet požadavky výrobce čerpadla (Beránek a Prax 2000).

2.3.3 Systémy tlakové kanalizace

Systémy tlakové kanalizace můžeme rozdělit hlavně podle dvou kritérií:

- a) předúpravy dopravovaných odpadních vod
- b) topologie tlakové sítě (Beránek a Prax 2000)

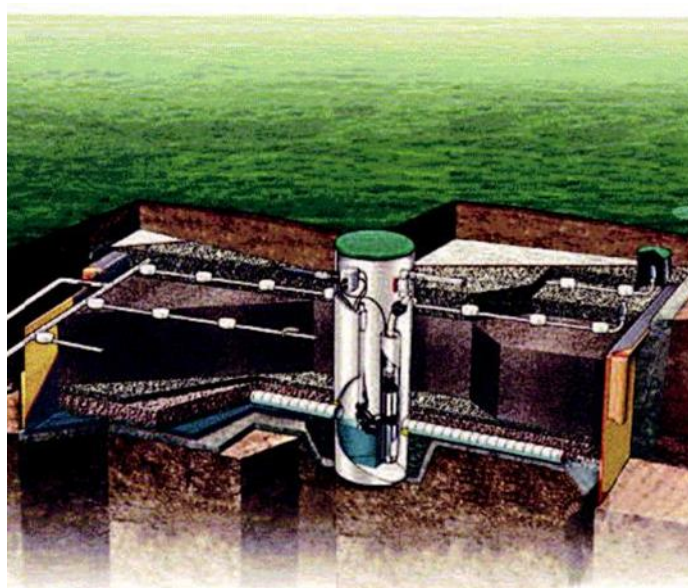
Předúpravu dopravovaných odpadních vod můžeme rozdělit na 2 typy

- 1) Systém mechanického předčištění – v tomto případě má původce odpadních vod systém na odbourávání pevných částic, které by čerpadlem nebo potrubím neprošly. Jedná se hlavně o různé hadry, plastové obaly, kusy potravin atd. V tomto případě jsou obvykle používány prostá odstředivá čerpadla, schopná přečerpát pouze látky, která projdou lopatkami rotoru. Látky a znečištění příliš velkých velikostí jsou zachyceny buď na sítích a mřížích případně v předsazených septicích (EPA 1991).



Obrázek 18: Předúprava s mechanickým předčištěním (Ambrož 2014)

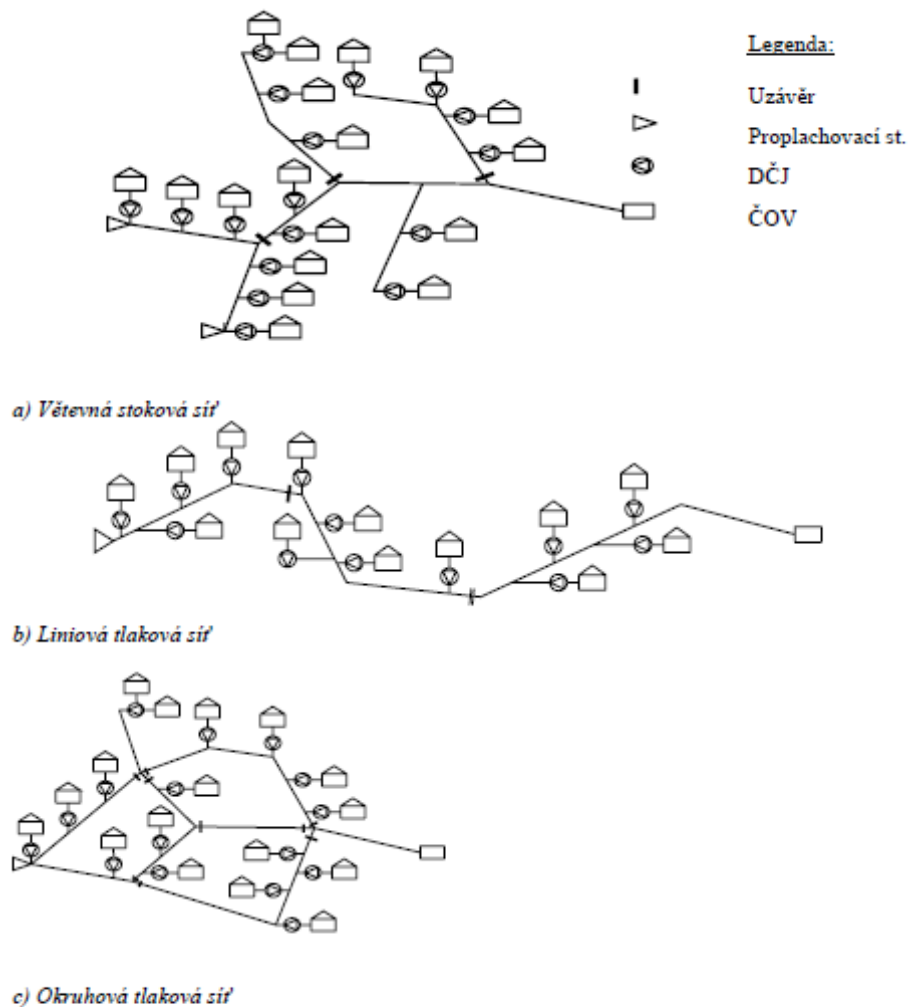
- 2) Mělnicí systém – před čerpadlem v domovní čerpací stanici je umístěn řezací nástavec, který z pevných látek a splašků vytvoří velmi řídkou směs, která již bez problémů projde čerpadlem a potrubím. Pohon čepelí je zajištěn napojením na hřídel rotoru čerpadla. Výhodou oproti předchozímu řešení je menší obestavěný objem čerpacích domovních jímek (EPA 1991).



Obrázek 19: Předúprava s mělnicím systémem (Ambrož 2014)

Topologii tlakové sítě popisuje obr. 20 níže, můžeme je rozdělit na:

- 1) Větvná stoková síť
- 2) Liniová stoková síť
- 3) Okruhová stoková síť



Obrázek 20: Topologie tlakové sítě (Beránek a Prax 2000)

2.3.4 Popis konstrukčních prvků tlakové kanalizace

Základní složení objektů u tlakové kanalizace, řazených po toků splašků je:

- a) Domovní kanalizace a domovní přípojka
- b) Domovní čerpací stanice
- c) Tlaková kanalizační přípojka
- d) Tlakové kanalizační řady

Dalšími objekty, které mohou být přidány dle potřeby do tlakové sítě jsou:

- e) Veřejné (zvyšovací) čerpací stanice
- f) Objekty na tlakových kanalizačních řadech (vzdušníky, kalníky, čistící a měřicí vstupy)
- g) Stanice tlakového vzduchu (Beránek a Prax 2000)

a) Domovní kanalizace a domovní přípojka – i když nejsou tyto prvky obvykle brány jako součást tlakové kanalizace, může jejich návrh a provedení ovlivnit provoz tlakového systému (Beránek a Prax 2000). Při nedostatečném těsnění ve spoji mezi domovní kanalizací a čerpací stanicí může do čerpací stanice pronikat voda, písek a další znečištění, což zatěžuje a poškozuje čerpadlo (EPA 1985b). Pouze ve výjimečných případech jsou budovy stavěny již s přípravami na napojení na tlakovou kanalizaci. Ve většině případů se musí stávající objekty a jejich vnitřní kanalizace přepojit na nově budou tlakovou kanalizaci (Beránek a Prax 2000).

b) Domovní čerpací stanice – je jak po provozně tak konstrukčně nejdůležitější objekt tlakové kanalizace. Nejčastěji je řešena jako mokrá jímka, kdy je čerpadlo ponořené ve splaškové vodě. Můžeme se setkat i se suchými jímkami, u kterých je čerpadlo oddělené od splaškových vod (Beránek a Prax 2000). Čerpací stanice mohou být vyrobeny z plastu, železobetonu a sklolaminátu (EPA 1978). Čerpadla využitelná pro tlakovou kanalizaci můžeme rozdělit dle: rozmístění – do suché nebo mokré jímky, konstrukce – objemová či odstředivá, vystrojení – zda je čerpadlo osazeno mělnicím zařízením. Nejvíce se využívají ponorná odstředivá čerpadla. Umístěná čerpadla v suché jímkě je málo využívaná. Jako hospodárnější se ukazují čerpadla s mělnicím systémem (Beránek a Prax 2000). Při čištění domovní čerpací stanice je nutné vypnout čerpadlo, přestat do čerpací jímky vypouštět další odpadní vody a vše vrátit do původní stavu po vyčištění (EPA 1969).

c) Tlaková kanalizační přípojka – Tlaková kanalizační přípojka spojuje domovní čerpací stanici s hlavními řady tlakové kanalizace (EPA 1978). Potrubí se ukládá do nezámrzné hloubky, kdy doporučená výška krytí je 1,0 až 1,2 m. Trasa tlakové kanalizační přípojky je vedena nejkratším možným směrem do hlavního řadu, do kterého se kolmo napojí. Je nutné zachovat prostorové uspořádání technického vybavení (vzdálenosti při souběhu a křížení) dané normou. Napojení na hlavní řad je možné provést tvarovou odbočkou (T-kus) nebo navrtávacím pasem (Beránek a Prax 2000).

d) Tlakové kanalizační řady – stejně jako tlakové přípojky se i hlavní tlakové řady ukládají do nezámrzné hloubky 1,0 – 1,2 m (Beránek a Prax 2000). Typ, velikost a další vlastnosti hlavních řadů jsou dány hydraulickým a průtokovým návrhem (EPA 1978). Na stokové síti se ve spojných uzlech nebo po cca 300 m zřizují sekční uzávěry. Jednotlivé provozní sekce by mělo být možno gravitačně odvodnit. V případě dodržení této možnosti je nutné spádovat stoky mezi sekčními uzávěry v min. sklonu 0,2 % (Beránek a Prax 2000).

2.3.5 Materiály trubní sítě a přípojek

Jak pro hlavní řady, tak i pro tlakové přípojky je možné využití celé řady materiálů – tvrdý PVC, HDPE, nerezová ocel, tvárná litina nebo sklolaminát. Při použití oceli nebo

tvárné litiny je požadována jak vnitřní tak vnější ochrana proti korozi. Potrubí musí dlouhodobě vyhovovat jak vnitřním, tak vnějším tlakům (Beránek a Prax 2000). Nejčastěji se používá PVC v různých průměrech (EPA 1978). Při výběru tloušťky stěny se musí kromě provozní tlaku uvažovat také teplota dopravovaného média (Beránek a Prax 2000).

2.3.6 Navrhování tlakové sítě

Hydraulický návrh

Existuje několik počítačových programů určených k navrhování tlakových kanalizačních řadů (EPA 1985b). Při navrhování tlakové sítě je důležité jeho hydraulické řešení. Řeší vztah mezi dimenzemi sítě, její topologií a zvolenou čerpací technikou. Následně se tento návrh posuzuje na poměry při proudění. Zde je nutné dát pozor na několik problémových situací, které mohou vzniknout, jsou to:

- a) extrémní možné tlaky – jak maximální, tak minimální. Pro hodnocení vhodných tlaků je důležité jak pevnostní parametry potrubí a fyzikální podmínky zabraňující zvýšené korozi tak i tlakové schopnosti čerpadel a hospodárnost jejich provozu.
- b) rychlosti – maximální a schopné vyvolat unášející síly. Maximální rychlosti ovlivňují například velikost rázů a mohou mít dopad na životnost potrubí. Unášející rychlosti jsou schopné zabránit usazování v potrubí, narůstání odporů což vede až k zahnívání nárůstů a následnému infikování dopravovaných splašků (Beránek a Prax 2000).

Průtokový návrh

Tvoří ho uměle vytvořené hodnoty, které slouží pro dimenzování veřejných řadů. Obvyklé je využití průtokových poměrů v intervalech špičkových odtoků v průběhu dne. Existují dvě cesty, jak tyto hodnoty stavit:

- a) vyšetření odtoku splašků v zájmové oblasti v období denní špičky, na který se následně upraví návrh vlastností čerpací techniky,
- b) nebo vycházíme z návrhu konkrétní čerpací techniky, která má specifikaci odpovídající odtoku z typické připojované nemovitosti a vyšetřují se možné stavy, které mohou při provozu nastat (Lazur 2012).

Důležité je stanovit průtoky, které budou mít dostatečnou unášecí sílu a četnost, aby byla stoka průběžně proplachována a čištěna od usazenin, které mohou snížit průchodnost potrubí a případně ho ucpat (EPA 1985b). Pokud není možno dosáhnout dostatečně často proplachovací rychlosti, je vhodné zajistit jiným technologickým postupem jak kvalitu splašků, tak průchodnost stok. Kvalita splašků se dá ošetřit provzdušením odpadních vod, případně výplachem trubní sítě tlakovým vzduchem, který současně odstraní úsady vzniklé v potrubí (Beránek a Prax 2000).

Hydraulické řešení sítě

Po předchozím hydraulickém a průtokovém návrhu je nutné provést se získanými daty simulaci hydraulických jevů a posoudit je. Návrh musí vyhovět jak z hlediska četnosti unášejících průtoků, tak i nepřijatelných vysokých tlaků v systému. Pokud návrh nevyhoví některému z požadavků, je nutné návrh změnit a opakovat posouzení (Beránek a Prax 2000).

2.4 Legislativa

Kromě zmíněných norem má největší vliv na navrhování a realizaci kanalizačních řadů zákon č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích a prováděcí vyhláška č. 428/2001 Sb. tomuto zákonu náležící. Zde uvádím pouze důležité odstavce a paragrafy tohoto zákona.

§1

Odstavec (2) Vodovody a kanalizace pro veřejnou potřebu se zřizují a provozují ve veřejném zájmu.

Odstavec (3) Tento zákon se vztahuje na vodovody a kanalizace, pokud je trvale využívá alespoň 50 fyzických osob, nebo pokud průměrná denní produkce z ročního průměru pitné nebo odpadní vody za den je 10 m³ a více.

§2

Odstavec (2) Kanalizace je provozně samostatný soubor staveb a zařízení zahrnující kanalizační stoky k odvádění odpadních vod a srážkových vod společně nebo odpadních vod samostatně a srážkových vod samostatně, kanalizační objekty, čistírny odpadních vod, jakož i stavby k čištění odpadních vod před jejich vypouštěním do kanalizace. Odvádí-li se odpadní voda a srážková voda společně, jedná se o jednotnou kanalizaci a srážkové vody se vtokem do této kanalizace přímo, nebo přípojkou stávají odpadními vodami. Odvádí-li se odpadní voda samostatně a srážková voda také samostatně, jedná se o oddílnou kanalizaci. Kanalizace je vodním dílem.

§3

Odstavec (2) Kanalizační přípojka je samostatnou stavbou tvořenou úsekem potrubí od vyústění vnitřní kanalizace stavby nebo odvodnění pozemku k zaústění do stokové sítě. Kanalizační přípojka není vodním dílem.

Odstavec (5) Vlastník kanalizační přípojky je povinen zajistit, aby kanalizační přípojka byla provedena jako vodotěsná a tak, aby nedošlo ke zmenšení průtočného profilu stoky, do které je zaústěna.

Odstavec (7) Opravy a údržbu vodovodních přípojek a kanalizačních přípojek uložených v pozemcích, které tvoří veřejné prostranství, zajišťuje provozovatel ze svých provozních nákladů.

§ 7

Odstavec (1) Vlastník vodovodu nebo kanalizace je oprávněn za účelem kontroly, údržby nebo stavební úpravy vodovodu nebo kanalizace vstupovat a vjíždět na příjezdné, průjezdné a vodovodem nebo kanalizací přímo dotčené cizí pozemky, a to způsobem, který co nejméně zatěžuje vlastníky těchto nemovitostí. Stejně oprávnění má i provozovatel za účelem plnění povinností spojených s provozováním vodovodu nebo kanalizace.

§8

Odstavec (1) Vlastník vodovodu nebo kanalizace je povinen zajistit jejich plynulé a bezpečné provozování, vytvářet rezervu finančních prostředků na jejich obnovu a dokládat jejich použití pro tyto účely.

§ 12

Odstavec (1) Kanalizace musí být navrženy a provedeny tak, aby negativně neovlivnily životní prostředí, aby byla zabezpečena dostatečná kapacita pro odvádění a čištění odpadních vod z odkanalizovaného území a aby bylo zabezpečeno nepřetržité odvádění odpadních vod od odběratelů této služby. Současně musí být zajištěno, aby bylo omezoováno znečišťování recipientů způsobované dešťovými přívaly. Kanalizace musí být provedeny jako vodotěsné konstrukce, musí být chráněny

proti zamrznutí a proti poškození vnějšími vlivy. Další požadavky na čištění odpadních vod včetně požadavků na projektovou dokumentaci, výstavbu a provoz kanalizací a čistíren odpadních vod stanoví prováděcí právní předpis.

Odstavec (2) Stoky pro odvádění odpadních vod, s výjimkou dešťových stok, jakož i kanalizační přípojky musí být při souběhu a křížení uloženy hlouběji než vodovodní potrubí pro rozvod pitné vody. Výjimku může povolit vodoprávní úřad za předpokladu, že bude provedeno takové technické opatření, které zamezí možnosti kontaminace pitné vody vodou odpadní, a to při běžném provozu i v případě poruchy kanalizace.

§ 18

Odstavec (1) Odvedení odpadních vod z pozemku nebo stavby je splněno okamžikem vtoku odpadních vod z kanalizační přípojky do kanalizace (Nohejl 2015).

3 Charakteristika studijního území

3.1 Městečko u Křivoklátu



Obrázek 21: Mapa Městečka (I.P.R.E. 2015)

Řešené území leží ve Středočeském kraji, v obci Městečko a Křivoklát, zhruba 10 km jihovýchodně od Rakovníka a 2 km severně od městysu Křivokláta. Popisované území je součástí katastrálních území Křivoklát a obce Městečko. Obec Městečko má 441 obyvatel a rozlohu 14,39 km² (I.P.R.E. 2007).

V zájmovém území se nachází tyto inženýrské sítě: vzdušná a kabelová vedení NN, vzdušná linka VN, trafostanice, stávající vodovody, podzemní vedení komunikační sítě, dešťové kanalizace. Stavba je situována v intravilánu i extravilánu Městečka a Křivokláta.

Podzemní i nadzemní sítě na staveništi jsou orientačně zakresleny v situacích. Obec Městečko a městys Křivoklát leží v údolí Rakovnického potoka. Z geomorfologického hlediska je součástí hercynského systému, provincie Česká vysočina, subprovincie Poberounská soustava, Brdské oblasti, celku Křivoklátská vrchovina, podcelku Lánská pahorkatina a okrsku Klíčovská pahorkatina. Morfologicky je širší území velmi členité, s nejnižší nadmořskou výškou v údolí Berounky jižně od lokality (230,2 m), nejvyšší místa pak dosahují až do 433 m (vrch Mléčná severně od zájmového území) (I.P.R.E. 2015).

4 Metodika

4.1 Příprava gravitační kanalizace a domovních přípojek

Hlavní řady gravitační kanalizace byly vyprojektovány v roce 2007, součástí projektu bylo i vypracování soupisu prací a rozpočtu. Projekt měl být realizován mezi lety 2009-2010.

Projekt domovních přípojek vychází z návrhu a stavebního (vodoprávního) povolení hlavních řadů v jednotlivých ulicích. Na tyto řady navazují jednotlivé domovní přípojky. Projekt domovní přípojky sestává (při popisu proti toku vody) z odbočení hlavního řadu v komunikaci. To je buď na osazenou odbočku, nebo na šachtu. Dále je vedeno kanalizační potrubí v minimální dimenzi DN 150 a minimálně ve sklonu 2 % k objektu, který je odkanalizován. Pokud objekt leží stran ulice, je kanalizační přípojka dotazena k svislému potrubí kanalizace napojovaného objektu. V místě napojení by měl být v potrubí osazen čistící kus, nejlépe ve sklepě nebo v šachtě a obvodové stěně objektu. V případě, že se napojovaný objekt nachází v zahradě ve větší vzdálenosti od hlavního řadu, je třeba realizovat domovní přípojku až k místu vyvedení splaškových odpadních vod z objektu. Pro trasu přípojky platí stejné zásady jako pro stoku gravitační kanalizace. Pokud v obci protékají potoky, je většina domů napojena se svou kanalizací přes septik do potoka. Dispozice koryta potoka, napojeného objektu a veřejné komunikace s novou kanalizační stokou není pro napojení domu na novou kanalizaci jednoduché. Vnitřní kanalizace domu, v obci a u potoka většinou nepodsklepených, je směřována k potoku (na opačnou stranu) než je veřejná komunikace. V případech, kdy není možné změnit směr kanalizace v objektu, je potřeba novou gravitační kanalizační přípojkou obejít dům a dostat se do kanalizace v komunikaci. Při minimálním sklonu přípojky 2 % může dojít k tomu, že trasa okolo domu si vynutí takové zahloubení domovní přípojky, že hlavní řad je uložen mělko. V takových případech je řešit přípojku tlakovou čerpací stanicí a výtlakem. Projekt domovní přípojky má několik fází 1) Příprava pro místní šetření 2) Místní šetření v obci 3) Vypracování projektu přípojky.

Příprava pro místní šetření

Spočívá ve vypracování situace jednotlivých domů – určených k napojení na podkladu výškopisného a polohopisného plánu s vloženými hranicemi jednotlivých pozemků a vloženými inženýrskými sítěmi včetně jejich ochranných pásem, které se v prostoru nacházejí: veřejné osvětlení, vodovod, sdělovací kabely, rozvody vysokého napětí a další. Tyto podklady a jednoduchý dotazník jsou vypracovány pro každý napojovaný objekt zvlášť. Takto vypracované podklady jsou použity pro místní šetření v obci.

Místní šetření v obci

Místní šetření probíhá v obci většinou v sobotu a neděli, kdy je možné zastihnout doma více majitelů nemovitostí. Po předchozí dohodě se zástupci obce jsou majitelé nemovitostí informováni o návštěvě projektantů v obci. Obec je předem rozdělena na části, kdy každý projektant dostane určitou část, kde navštěvuje majitele nemovitostí. Po získání předběžného souhlasu od majitele s připojením na kanalizaci lze přejít k hledání vhodného řešení trasy gravitační kanalizace z připojované nemovitosti do hlavního řadu. Při navrhování je nutné zjistit, zda jsou všechny inženýrské sítě ze získaných podkladů správně zanesené, případně je doplnit, aby se stavbou kanalizace nepřerušil. Přitom je také nutné spolupracovat s majitelem nemovitosti. Při hledání řešení je také důležité se držet na pozemcích vlastníka nemovitosti, pokud to je technicky možné. Vhodné je pořídit při návštěvě objektu fotografie, které jsou užitečné při pozdějším vypracování projektu přípojky. Za den lze takto navštívit 8-9 nemovitostí.

Vypracování projektu přípojek

Po návratu do projektové kanceláře je nejprve provedena bilance i s ohledem na získané souhlasy. Majitelům nemovitostí, kteří dali předběžný souhlas, je vypracován návrh domovní gravitační přípojky a je majitelům předán ke konečnému odsouhlasení. Přitom je nutné dodržet zásady správného návrhu, respektovat normy, neohrožovat konstrukce na pozemku majitele, navrhovat tak jak bylo domluveno. Po konečném odsouhlasení je majiteli nemovitosti zajištěn na příslušném stavebním úřadě územní souhlas nebo územní rozhodnutí.

4.2 Příprava tlakové kanalizace a domovních přípojek

Projekt domovních přípojek vychází z návrhu a stavebního (vodoprávního) povolení hlavního řadu v ulici. Na tento řád navazují domovní přípojky. Stoky byly vybaveny v nejnižších místech odkalením a v nejvyšších místech odvzdušněním. Projekt domovní přípojky pro tlakovou kanalizaci sestává z odbočky v ulici, tlakovou část domovní přípojky, čerpací jímky s vřetenovým čerpadlem, které je vybavené měřením a regulací, gravitační přípojka domovní kanalizace a elektro přípojka k čerpadlu. Projekt domovní přípojky má několik fází 1) Příprava pro místní šetření 2) Místní šetření v obci 3) Vypracování projektu přípojky.

Příprava pro místní šetření

Spočívá ve vypracování situace jednotlivých domů – určených k napojení na podkladu výškopisného a polohopisného plánu s vloženými hranicemi jednotlivých pozemků a vloženými inženýrskými sítěmi, které se v prostoru nacházejí: veřejné osvětlení, vodovod, sdělovací kabely, rozvody vysokého napětí a další. Tyto podklady a jednoduchý dotazník jsou vypracovány pro každý napojovaný objekt zvlášť. Takto vypracované podklady jsou použity pro místní šetření v obci.

Místní šetření v obci

Místní šetření probíhá v obci většinou v sobotu a neděli, kdy je možné zastihnout doma více rezidentů. Po předchozí dohodě se zástupci obce jsou majitelé nemovitostí informováni o návštěvě projektantů v obci. Obec je předem rozdělena na části, kdy každý projektant dostane určitou část, kde navštěvuje majitele nemovitostí. Při návštěvě je obvykle nutné vysvětlit princip fungování tlakové kanalizace, a jaké jsou rozdíly oproti gravitační kanalizaci. Po získání předběžného souhlasu od majitele lze přejít k hledání vhodného řešení, a to jak umístění čerpací stanice, tak napojení vývodu odpadních vod z nemovitosti a trasy tlakové kanalizace z čerpací stanice do hlavního

řadu. V některých případech lze čerpací stanici umístit do stávající jímky nebo žumpy, i když je obvykle nutné je zahloubit nebo jinak zvětšit. Při navrhování je nutné zjistit, zda jsou všechny inženýrské sítě ze získaných podkladů správně zanesené, případně je doplnit, aby se stavbou kanalizace nepřerušily. Při hledání řešení je také důležité se držet na pozemcích vlastníka nemovitosti, pokud to je technicky možné. Vhodné je pořídit při návštěvě objektu fotografie, které jsou užitečné při pozdějším vypracování projektu přípojky. Návrh elektrické přípojky pro čerpadlo navrhuje další projektant po získání seznamu nemovitostí, které se budou připojovat na tlakovou kanalizaci. Za den lze takto navštívit 7-8 nemovitostí.

Vypracování projektu přípojek

Po návratu do projektové kanceláře je nejprve provedena bilance i s ohledem na získané souhlasy. Majitelům nemovitostí, kteří dali předběžný souhlas, je vypracován návrh domovní tlakové přípojky a je majitelům předán k odsouhlasení. Přitom je nutné dodržet zásady správného návrhu, respektovat normy, neohrožovat konstrukce na pozemku majitele, navrhovat tak jak bylo domluveno. Po obdržení elektro přípojky je přidána do projektu, který je následně odeslán ke konečnému odsouhlasení majitelem. Po konečném odsouhlasení je majiteli nemovitosti zajištěn na příslušném stavebním úřadě územní souhlas nebo územní rozhodnutí.

Ukázka předběžného souhlasu využívaného při návštěvách nemovitostí

MĚSTEČKO – KANALIZACE A VODOVOD PŘÍPOJKY VODOVODNÍ, KANALIZAČNÍ A ELEKTRO
--

PŘEDBĚŽNÝ SOUHLAS VLASTNÍKA

s projektovou dokumentací, zajištěním územního souhlasu nebo rozhodnutí

Stavba : MĚSTEČKO – KANALIZACE A VODOVOD
- přípojka vodovodu, kanalizace a zařízení elektro

Katastrální území : Městečko u Krivoklátu

Vlastník objektu :

Číslo pozemku : katastr nemovitostí p.č.:

Připojení objektu : číslo popisné:

Po předběžném seznámení se s návrhem řešení kanalizační přípojky, vodovodní přípojky a zařízení elektro, pro výše uvedený objekt, dávám tímto souhlas s provedením projektové dokumentace a se vstupem na pozemek za tímto účelem. Po vyhotovení projektové dokumentace a odsouhlasení technického řešení, vydám souhlas se zajištěním územního souhlasu nebo rozhodnutí a se vstupem na pozemek, za účelem vystrojení čerpací šachty a osazení rozvaděče ovládání.

Podmínky vlastníka pozemku :

.....

.....

.....

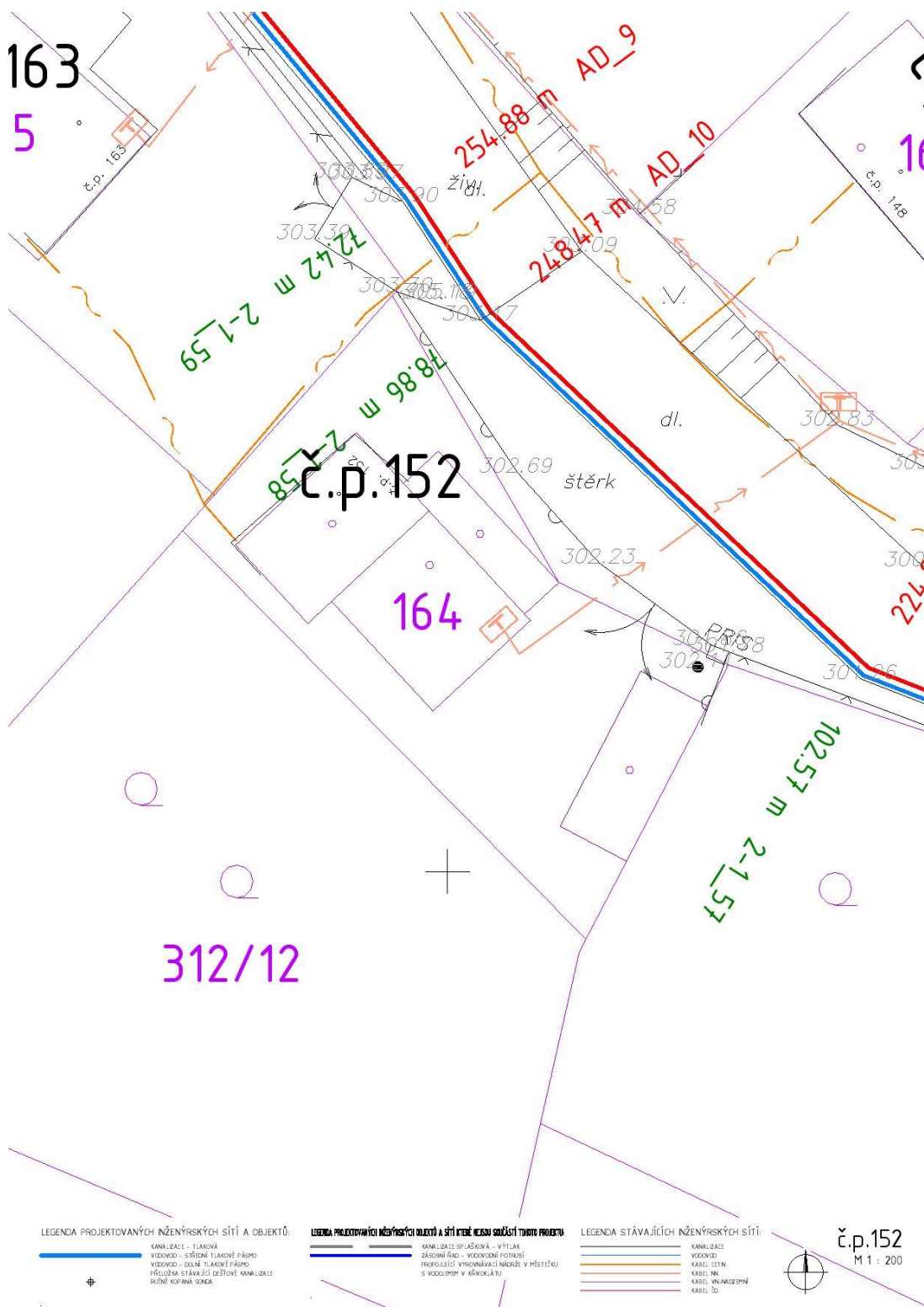
V..... dne.....

.....
paní / pan

Žádáme o předání vyplněného tiskopisu na adresu: OÚ Městečko , č.p. 70, 270 23 Městečko nebo při osobní návštěvě zástupce projekční kanceláře

Další připomínky, či zákres je možno připojit na druhou stranu tohoto tiskopisu nebo do předané situace případně schéma.

Příklad prázdné situace připravené na obcházení a zakreslení zjištěných informací



5 Současný stav řešené problematiky

5.1 Stávající stav

Obec Městečko nemá v současné době vybudovanou systematickou kanalizační síť. V obci jsou využívány zatrubněné příkopy, jejichž potrubí je ukončeno v Rakovnickém potoce, potoce Ryšava nebo potoce Trnava. Navštívené domy mají přepady kanalizace svedeny přímo do koryta potoka.

Objekty, které nejsou napojeny do dešťové kanalizace, mají septiky, žumpy nebo malé čistírny odpadních vod. Splaškové vody po přečištění v těchto objektech jsou vypouštěny do těchto vodotečí, které se nacházejí v obci Městečko.

Pro obec Městečko byla nejdříve navrhována gravitační splašková kanalizace. V roce 2007 vznikla projektová dokumentace k její výstavbě společně s výstavou vodovodního řadu. Tento projekt nebyl realizován. Následně byla v roce 2015 vypracován projekt tlakové kanalizace společně s projektem výstavby vodovodního řadu a zásobování obyvatel pitnou vodou.

5.2 Projekt gravitační kanalizace

V obci Městečko se v roce 2007 předpokládala realizace splaškové kanalizace. Splašková kanalizace měla respektovat konfiguraci obce, jejíž objekty leží na úpatí údolí Rakovnického potoka. Stávající dešťové potrubí mělo být zachováno a využíváno k odvodu dešťových vod do vodoteče.

Kanalizace obce Městečka měla být svedena do dvou čerpacích stanic odpadních vod (ČSOV), ČSOV 1 – Pod mostem, ČSOV 2 – U Požární zbrojnice. Z ČSOV 2 měli být splaškové vody dále čerpány do Městysu Křivoklát a dál na čistírnu odpadních vod Křivoklát.

Stavba nebyla členěna do etap, výstavba měla proběhnout v jedné etapě. Pro stavbu byla vypsána soutěž na zhotovitele. Náklady stavby byly pro obec tak vysoké, že ke stavbě nebylo přistoupeno. V příloze přikládám situaci hlavních řadů z tohoto projektu.

5.3 Projekt tlakové kanalizace

Zástupci obce Městečko hledali řešení kanalizace s nižšími pořizovacími náklady. Bylo rozhodnuto o tlakové kanalizaci. V roce 2015 byla vypracována projektová dokumentace, která řešila tlakové odkanalizování a zásobování pitnou vodou obce Městečko.

Odkanalizování bylo řešeno systémem tlakové kanalizace, jejímž principem je doprava splaškových vod čerpáním od jednotlivých nemovitostí až na nátok ČOV, což znamená vybudování čerpacích stanic u jednotlivých nemovitostí. Tlakový systém kanalizace tak sestává z jednotlivých čerpacích stanic, podružných výtlačků a páteřních tlakových stok. Splaškové odpadní vody mají být touto oddílnou tlakovou kanalizací dopravovány na ČOV Křivoklát. V příloze přikládám situaci hlavních řadů z tohoto projektu.

6 Výsledky

6.1 Gravitační kanalizace v Městečku u Křivoklátu

6.1.1 Hlavní řady a ocenění díla

Hlavní řady byly odsouhlaseny v roce 2007. K porovnání využiji informace a hodnoty z dokončené dokumentace hlavních řadů.

Byl vypracován výkaz výměr a rozpočet pro celou stavbu hlavních řadů a předpokládané kanalizační přípojky. Celkové předpokládané náklady na stavbu hlavních kanalizačních řadů a dvou výtlačků byly spočteny na 109 561 214 Kč s DPH (I.P.R.E. 2007).

6.1.2 Výsledky z místního šetření při navrhování gravitačních domovních přípojek

Po vydání povolení hlavního řadu měla proběhnout návštěva objektů za účelem zjištění zájmu připojení na gravitační kanalizaci. Vzhledem k zastavení projektu po dokončení návrhu hlavní řadů, návštěvy jednotlivých objektů vůbec neproběhly.

6.2 Tlaková kanalizace v Městečku u Křivoklátu

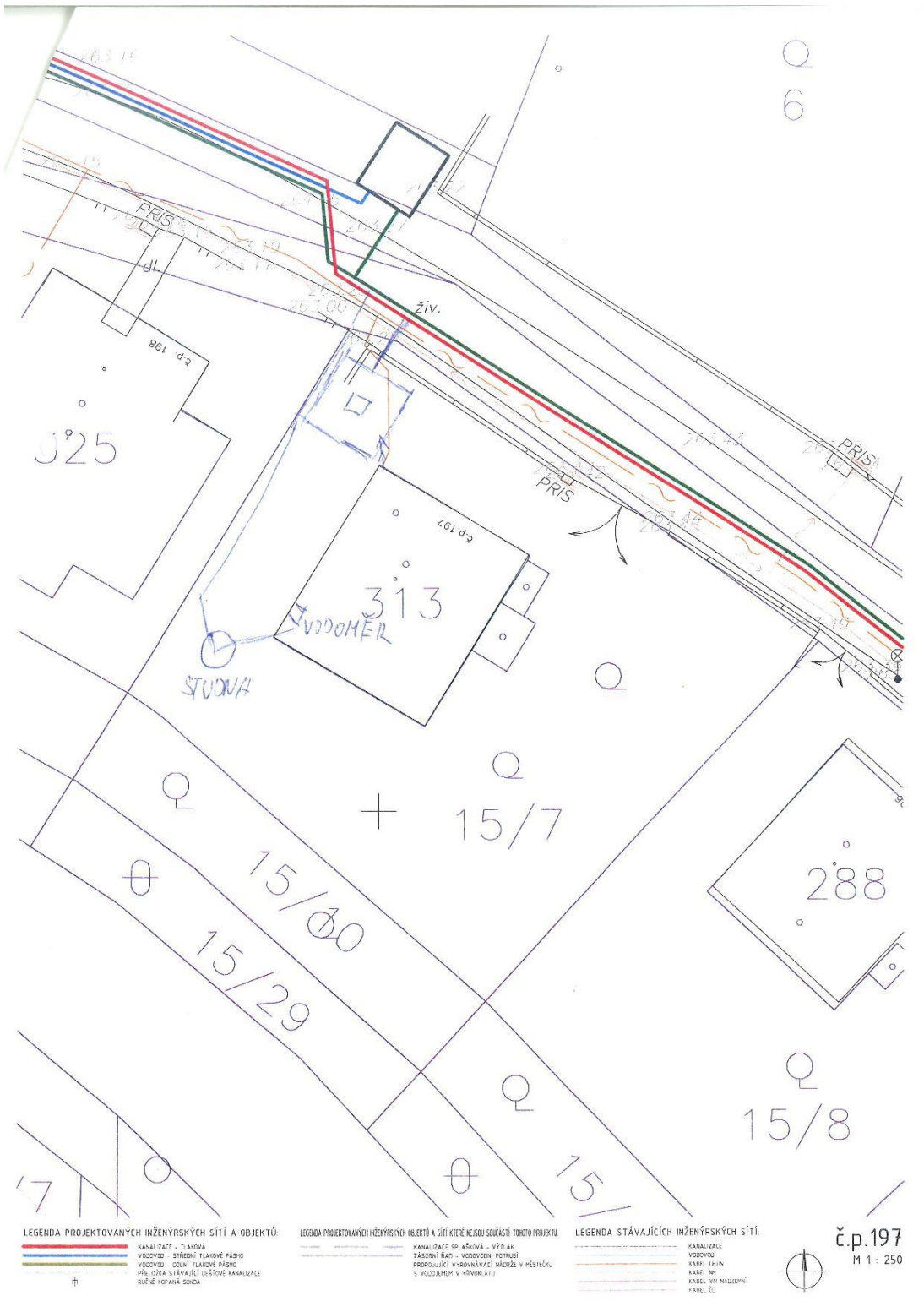
6.2.1 Hlavní řady a ocenění díla

K získání souhlasu ke stavbě tlakové kanalizace došlo v roce 2015. K porovnání využiji data a ceny z dokončené projektové dokumentace.

Celkové předpokládané náklady na stavbu hlavních tlakových kanalizačních řadů byly spočteny 44 352 225 Kč s DPH (I.P.R.E. 2015).

6.2.2 Výsledky z místního šetření při navrhování tlakových domovních přípojek

Po navržení hlavních řadů a získání povolení proběhla návštěva objektů ve snaze získat předběžné souhlasy a situační zákresy dle konzultace s majiteli nemovitostí. Bylo takto získáno 178 předběžných souhlasů a situací z 230 navštívených objektů. Přikládám výsledky z mnou navštívených nemovitostí č. p. 197, č. p. 211 a č. p. 214. Do situací se na místě po dohodě s majitelem navrhne umístění domovní čerpací stanice a směr umístění potrubí. Černě vyznačená místa jsou osobní údaje majitelů nemovitostí shromážděná při návštěvách pro pozdější možnost komunikace.



LEGENDA PROJEKTOVANÝCH INŽENÝRSKÝCH SÍTÍ A OBJEKTŮ:

- KANALIZACE - DIKOVÁ
- VODOVOD - STŘEDNÍ TLAKOVÉ PÁSMO
- VODOVOD - OSOBNÍ TLAKOVÉ PÁSMO
- PŘÍRODNĚ STÁVAJÍCÍ ČISTĚNÁ KANALIZACE
- KÚRNĚ KOTANÁ SONDA

LEGENDA PROJEKTOVANÝCH INŽENÝRSKÝCH OBJEKTŮ A SÍTÍ KTERÉ NEJSOU SOUČÁSTÍ TOTOHO PROJEKTU:

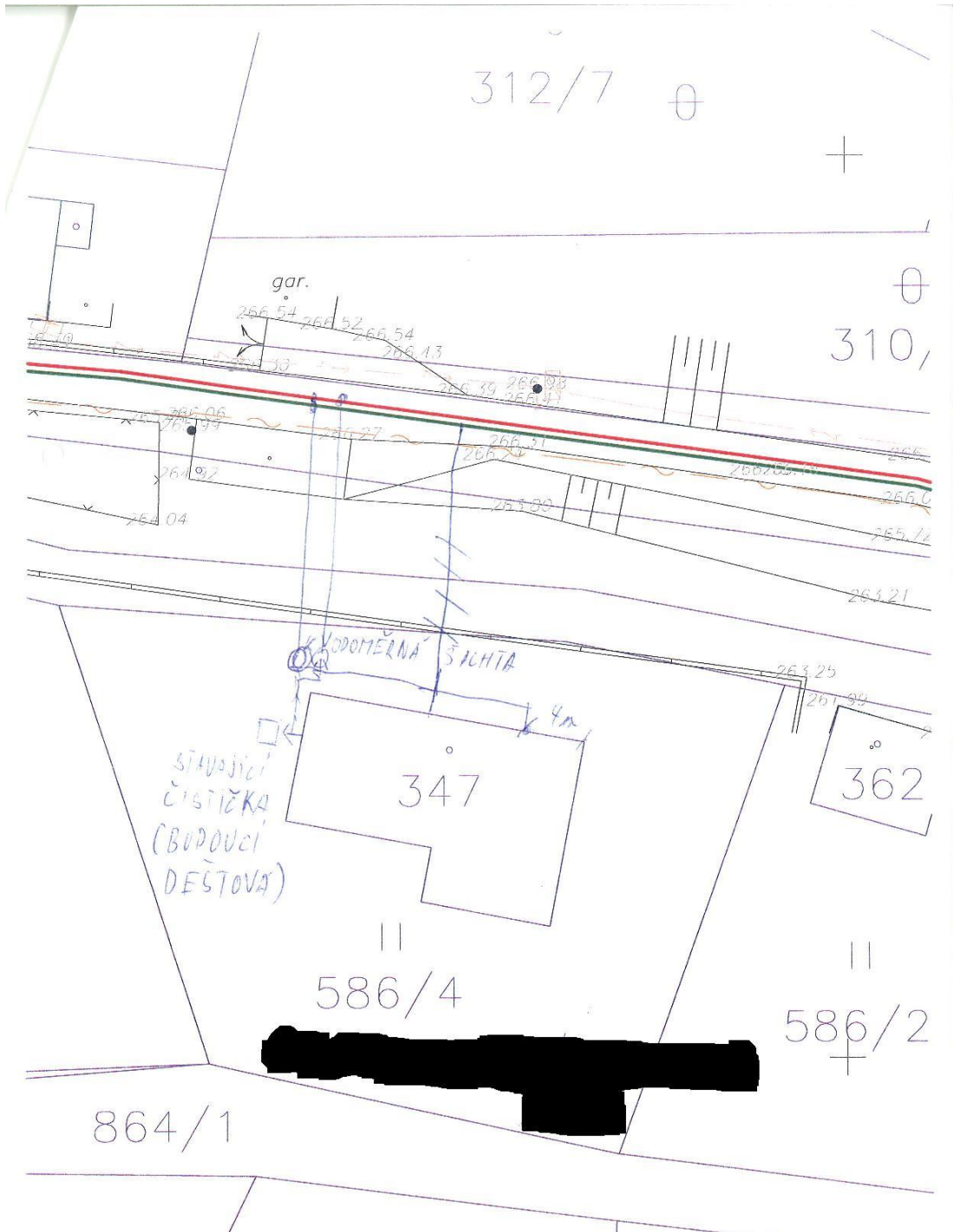
- KANALIZACE SPÍŠAŠOVÁ - VÝTLAK
- ŽÁKOBNÍ ŘÁD - VODOVODNÍ VETVĚNÍ
- PROSTUPNÉ VÝSTROJNÁKOVÉ NEDŽE V PĚŠTĚCHOU S VODOUJEM V KŘIVOKLATI

LEGENDA STÁVAJÍCÍCH INŽENÝRSKÝCH SÍTÍ:

- KANALIZACE
- VODOVOD
- KABEL LEJN
- KABEL VN
- KABEL VN NAUZEJNĚ
- KABEL EO

č.p.197
M 1: 250





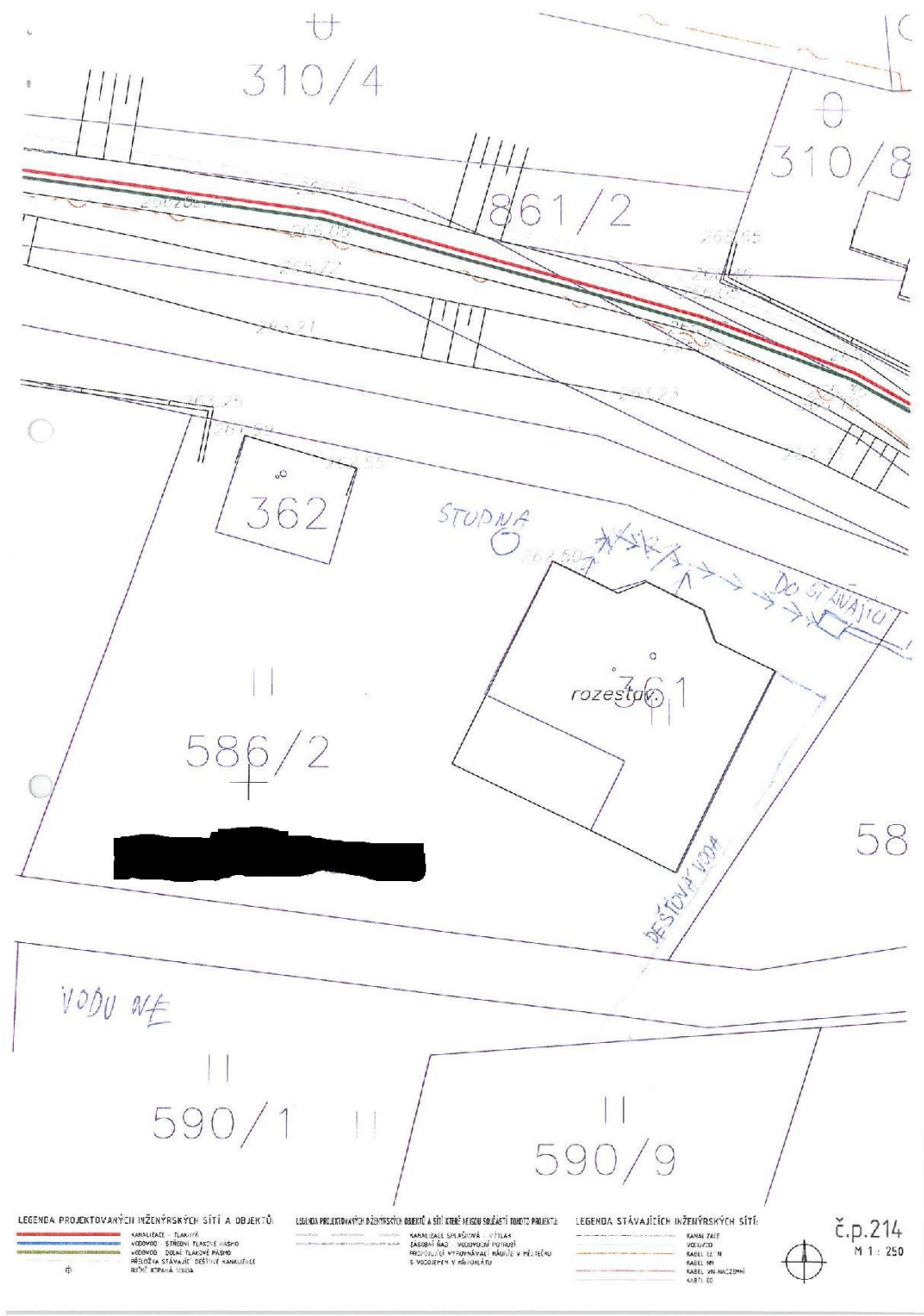
LEGENDA PROJEKTOVANÝCH INŽENÝRSKÝCH SÍTÍ A OBJEKTŮ:
 KANALIZACE - TLAKOVÉ
 VODOVOD - STŘEDNÍ TLAKOVÉ PÁSMO
 VODOVOD - DOVNÍ TLAKOVÉ PÁSMO
 PŘÍLUČKA STÁVAJÍCÍ DEŠŤOVÉ KANALIZACE
 RŮZNÉ KOPANÁ SONDA

LEGENDA PROJEKTOVANÝCH INŽENÝRSKÝCH OBJEKTŮ A SÍTÍ KTERÉ NEJSOU SOUČÁSTÍ TOTOHO PROJEKTU:
 KANALIZACE SPLAČOVÁ - VĚTŠÍ AK-
 ZÁSOBNÍ KAN - VODOVODNÉ POTRUBÍ
 PŘÍPOJNÍČÍ VYROVNÁVACÍ NÁDRŽE V MĚSTĚČKU
 S VODOVODNÝM V KŘIVKOVÁNÍ

LEGENDA STÁVAJÍCÍCH INŽENÝRSKÝCH SÍTÍ:
 KANALIZACE
 VODOVOD
 KABEL TELEFON
 KABEL TV
 KABEL VN. MAZEMNÍ
 KABEL LI

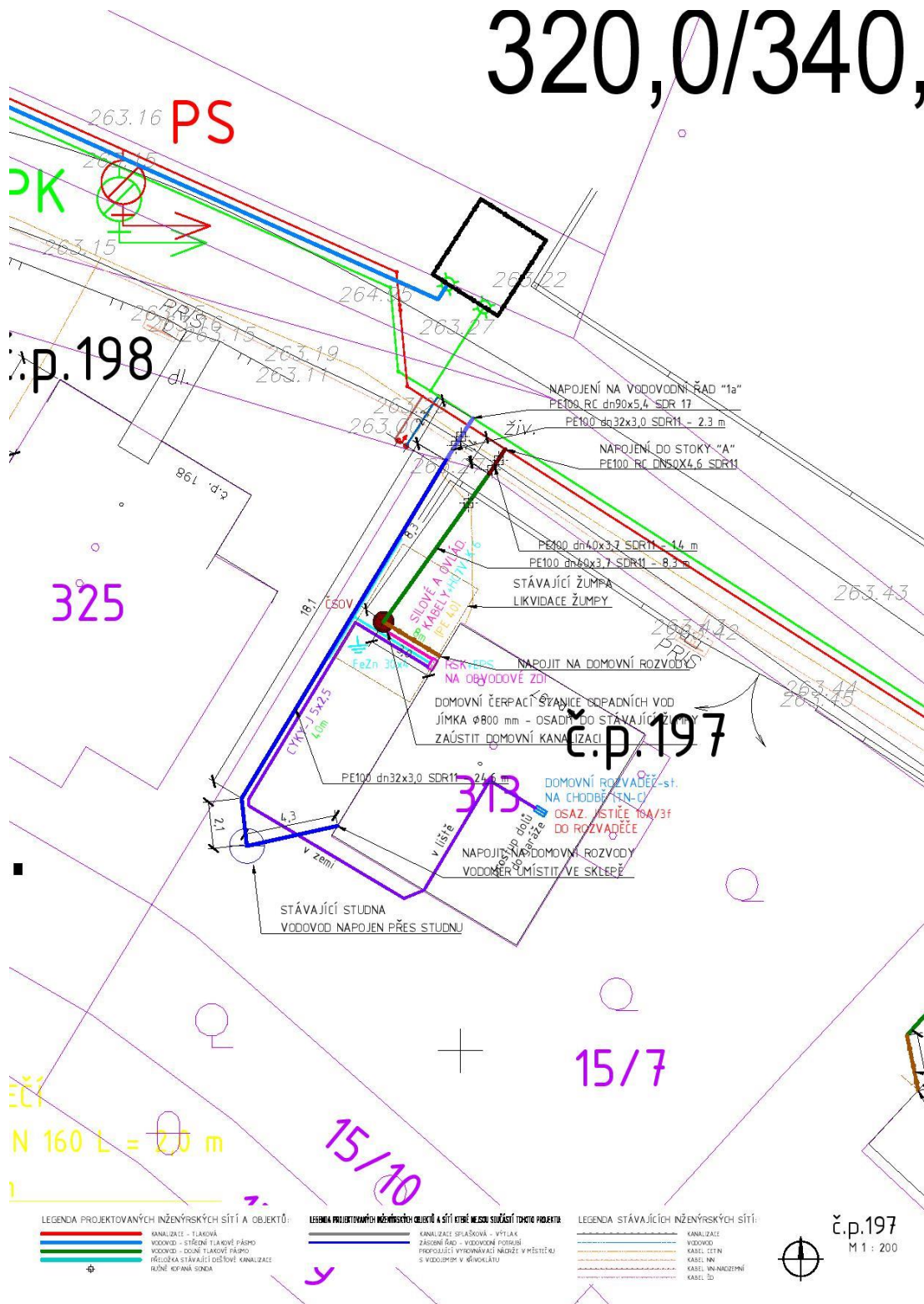


č.p.211
 M 1 : 250



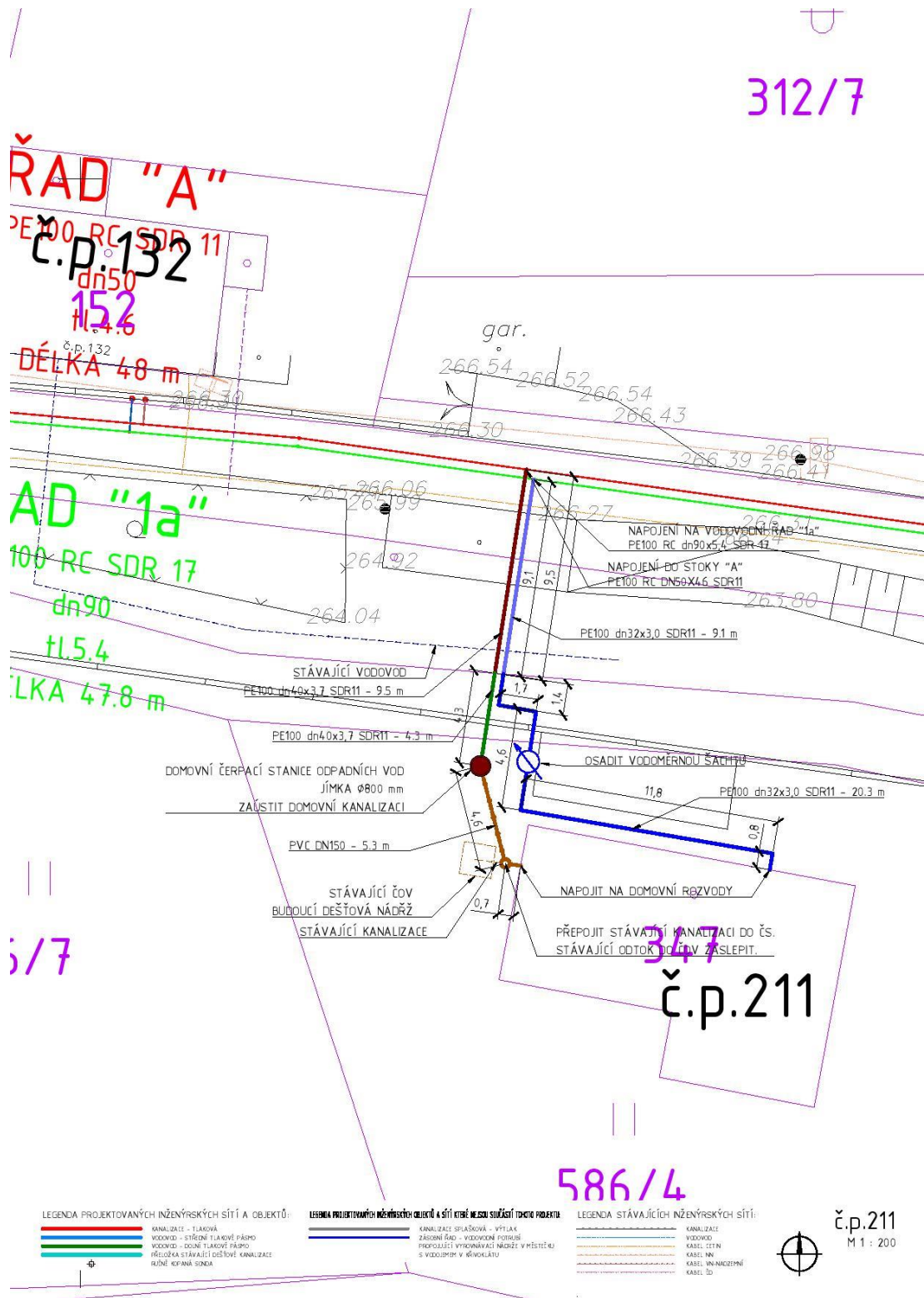
Následně bylo přistoupeno k návrhu přípojky tlakové kanalizace společně s přípojkou na nový vodovodní řad, pokud měl majitel nemovitosti zájem. Výše uvedeným nemovitostem jsem následně navrhl přípojky.

320,0/340,



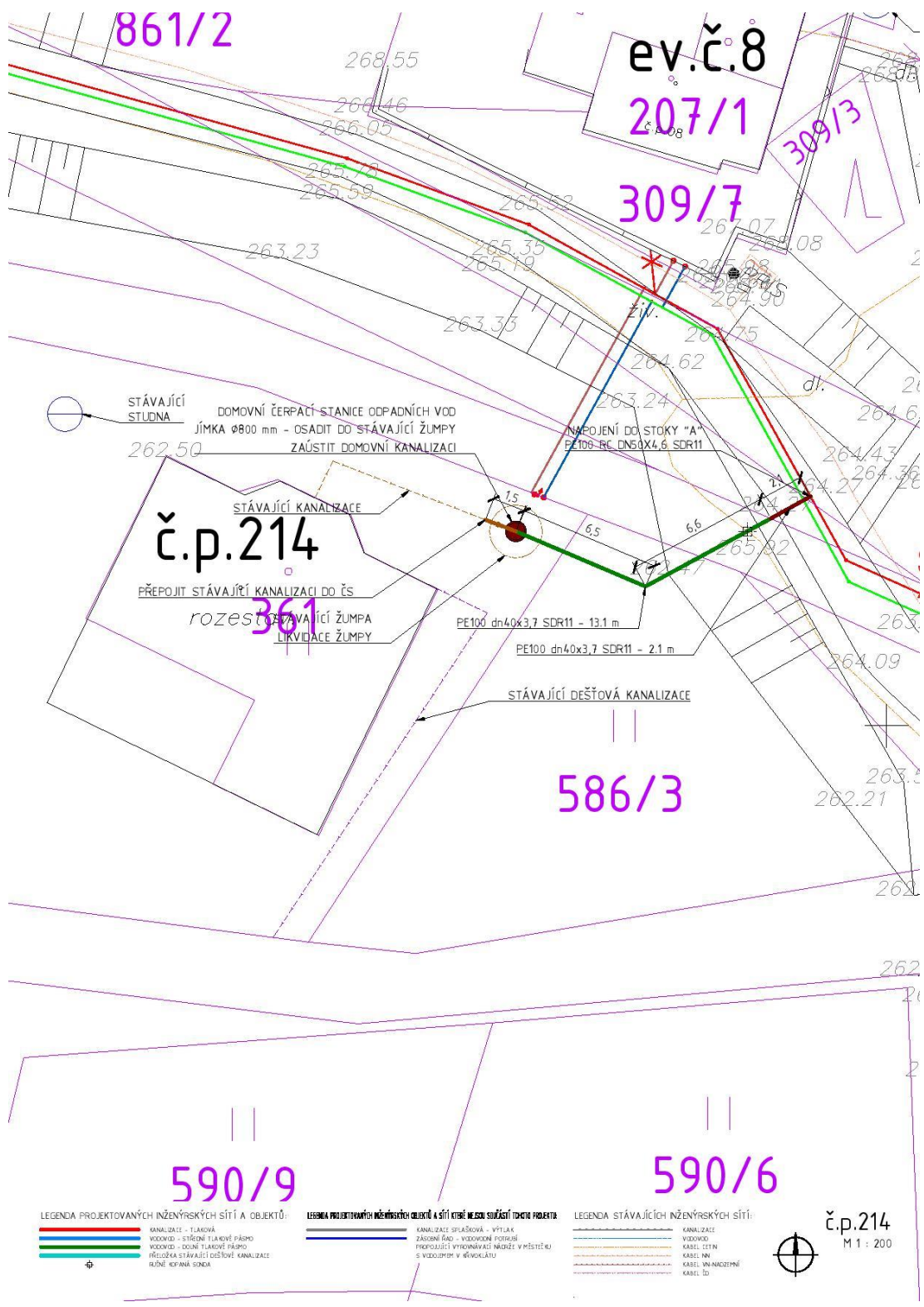
Kanalizační přípojka pro dům č. p. 197

Gravitační část přípojky bude odvádět splaškové odpadní vody z domu č.p. 197 do domovní čerpací stanice. Tlaková část přípojky bude odvádět splaškové odpadní vody z domovní čerpací stanice do stoky A tlakové kanalizace. Čerpací stanice, bude osazena do stávající žumpy. Žumpa musí být v předstihu odstavena od přítoku splaškových vod, vyčerpána a vydezinfikována.



Kanalizační přípojka pro dům č. p. 211

Trasa kanalizační přípojky vede přibližně jižně k připojované nemovitosti do domovní čerpačí stanice. Do domovní čerpačí stanice bude zaústěno potrubí domovní kanalizace. Stávající domovní ČOV bude odstavena od přítoku splaškových vod, vyčerpána a vydezinfikována. Technologie ČOV bude demontována. Následně bude nádrž ČOV využívána na dešťovou vodu.



Kanalizační přípojka pro dům č. p. 214

Trasa kanalizační přípojky vede jihozápadním a poté severozápadním směrem k připojované nemovitosti do domovní čerpací stanice, která bude osazena do stávající žumpy. Žumpa musí být v předstihu odstavena od přítoku splaškových vod, vyčerpána a vydezinfikována. Po osazení čerpací stanice bude žumpa zasypana. Do domovní čerpací stanice bude zaústěno potrubí domovní kanalizace.

6.3 Porovnání nákladů

6.3.1 Porovnání pořizovacích nákladů

Náklady na stavbu se skládají jak z materiálů potrubí, výkopových prací, opravy vozovky po položení potrubí tak z nákladů na bezpečnost práce na stavbě, odborný inženýrský dozor atd. Při porovnání stavby hlavních řadů vychází stavba tlakové kanalizace v Městečku u Křivoklátu v porovnání s gravitační kanalizací o 65 208 989 Kč levněji.

6.3.2 Porovnání nákladů na provoz a údržbu v příštích deseti letech

U gravitační kanalizace představují náklady na provoz a údržbu hlavně čištění a proplachování řadů a případné opravy gravitační kanalizace. V našem případě i možné opravy čerpacích stanic a náklady na jejich provoz. Čerpací stanice byly navrženy dvě. Gravitační řady a přípojky by měli při dodržení technologie pokládky potrubí a stavby šachet bez větších zásahů vydržet minimálně 50 let. Ve výhledu deseti let po dokončení stavby by měli být náklady na opravy a čištění minimální, je ale vhodné počítat s vyššími budoucími náklady vzhledem ke stárnutí stok a jejich možnému opotřebení. To platí také u čerpacích stanic, kdy je nutné počítat jak s opravami, tak s nutnou kompletní výměnou technologie po konci jejich životnosti.

U tlakové kanalizace představují náklady na provoz a údržbu jak náklady na čištění a proplachování hlavních řadů, tak i údržba čerpacích jímek a vystrojení. Hlavní řady by při dodržení pokynů o ochraně před vhažováním nevhodných předmětů do domovních odpadů zůstat bez větších poruch, a to také díky mělníci systému čerpadla domovní čerpací stanice. Dalším nákladem je provoz domovních čerpadel, které se dají přirovnat ke spotřebě el. proudu rychlovarné konvice díky tomu, že čerpadlo je v provozu pouze krátký čas v průběhu dne. V případě Městečka u Křivoklátu je obyvatelům napojených na tlakovou kanalizaci suma zaplacená za provoz čerpadla kompenzována snížením pevné složky, kterou obyvatelé platí v rámci stočného. V průběhu životnosti čerpadla je nutné počítat s občasnými opravami a po skončení životnosti čerpadla i s jeho kompletní výměnou.

Náklady na provoz obou systémů budou v období deseti let po dokončení velice podobné. Gravitační kanalizaci je nutné častěji kontrolovat, čistit a proplachovat, oproti tomu u tlakové kanalizace je nutné počítat s náklady na provoz a údržbu čerpadel. Ve vzdálenějším výhledu budou náklady na údržbu tlakové kanalizace větší z důvodu nutné výměny čerpadel v domovních čerpacích stanicích.

7 Diskuse

7.1 Výhody a nevýhody gravitační kanalizace

7.1.1 Výhody gravitační kanalizace

Nepotřebuje další zdroj energie

Pro správnou funkci nepotřebuje žádný další zdroj energie. Výjimkou jsou místa, kterými se nadají jinak než čerpáním odpadní vody dopravit.

Propracovaný návod na realizaci se správnou funkcí obsahuje ČSN 756101

Pokud se při výstavbě a navrhování kanalizační sítě dbá na dodržení parametrů obsažených v ČSN 75 6101 Stokové sítě a kanalizační přípojky, je zaručena dobrá funkčnost, použití správných materiálů, dodržení potřebných sklonů, dostatečná kapacita a výstavba všech nutných objektů na kanalizační síti. Díky větším světlostem potrubí zvládne odkanalizovat kamínky, písek, štěrk nebo i některé pevné látky a větší průtokové objemy (Tilley a kol. 2014).

Lze ji jednoduše čistit a kontrolovat

Dimenze průlezné (DN 800-DN 1500) a průchodné (DN>1500) se čistí buď manuálně, nebo případně pomocí speciální výkonné techniky, který kal ze stok vysaje. Menší světlosti se obvykle čistí proplachovací vlnou nebo tlakovým čištěním. Vzhledem k tomu, že norma předepisuje v každém směrovém nebo výškovém lomu nebo do vzdálenosti 50 m revizní šachty, je možno kanalizaci dobře čistit, prohlížet kamerou a případně závady rychle najít.

Díky přístupu vzduchu do kanalizace, a resp. kyslíku k splaškové vodě, je čistící proces nastartován již v potrubí kanalizace

V gravitační kanalizaci jsou splašky v aerobním prostředí a díky tomu je započato biologické čištění kalu, které poté pokračuje po dosažení čistírny odpadních vod.

7.1.2 Nevýhody gravitační kanalizace

Uložení do hloubky pod vodovodem

Kanalizace má být pod všemi ostatními sítěmi, zejména pod potrubím vodovodu. Důvodem je zejména hygiena, ochrana zdraví (Tilley a kol. 2014) a maximální možná jistota, že pitná voda nebude kontaminována splaškovými vodami. Hloubkové uložení vodovodu činí 1,2-1,5 m. Důvodem takové hloubky uložení (krytí) je nezámrzná hloubka. Ta se určí dle horniny, resp. nadloží, do které je vodovod uložen. Krytí vodovodu udává norma. Uložení kanalizace pod úroveň terénu se pak řídí hloubkovým uložením vodovodu. Provádění potrubí kanalizace v takových hloubkách má řadu nevýhod: 1) Je to ekonomicky velmi náročné (EPA 1985). 2) Mnohdy se v podloží nachází rozpojitelné zeminy – skála, slínovec apod. 3) Lze očekávat hladinu podzemní vody (EPA 1985), kterou je nutné při stavbě z výkopu odvádět, ale následně je potřeba původní hladinu podzemní vody zachovat. Zachování původních hydrologických podmínek, vody ve studních, udržování přirozeného koloběhu vody v krajině i urbanizovaném území.

Nároky na prostor v zastavěném území

Kanalizační stoky větších dimenzí kladou větší nároky na prostor v umístění sítě i při její realizaci (EPA 1985). Umístěním šachet nutných pro kontrolu a čištění stok se tento prostor ještě zvětšuje.

Obtížně kříží překážky v trase (potoky, jiné inženýrské sítě apod.)

Pro překonání překážek v trase je nutné vybudovat shybky nebo křížení navrhnout protlaky. Pro shybky platí hydraulické podmínky, které lze těžko splnit oddílnou splaškovou kanalizací. Jsou to finančně nákladnější stavby, které požadují dobré podklady i projekční přípravu.

Sklon je dán unášivými rychlostmi a v rovinném terénu se neustále zahlubuje

Sklon je vypočítán dle normy. Sklon je nutný k pohybu splašků a také k dosažení minimální unášivé rychlosti. Minimální unášivá rychlost musí být dosažena kvůli zabránění tvorby usazenin (Tilley a kol. 2014). Vznik usazenin a nánosů může vést k zahnívání kalu což by vedlo k jeho degradaci a vzniku nežádoucích plynů.

Jímání balastních vod a úniky odpadních vod

I přes lepší materiály a zkoušky vodotěsnosti jímá gravitační kanalizace, a hlavně její starší části balastní vodu, která zatěžuje čistírnu odpadních vod. Může to být způsobené jak vysokou hladinou podzemní vody v blízkosti potrubí, tak špatně položeným potrubím s netěsnými spoji nebo stářím kanalizace a poškozením materiálu potrubí a šachet. Obdobně to platí i pro možné úniky odpadních vod z potrubí do podloží, které jsou těžko dohledatelné (Tilley a kol. 2014).

Možnosti ucpávání

I přes poměrně velkou světlost stokových sítí se můžou nahromadit velké nerozpustné látky, které stoku ucpou. Dále je možné, že ucpávání způsobuje prorůstání kořenů nebo nahromaděné nevhodně vhozené předměty do odpadu.

7.2 Výhody a nevýhody tlakové kanalizace

7.2.1 Výhody tlakové kanalizace

Umístění tlakové kanalizace

Tlaková kanalizace může být uložena pouze v nezámrzné hloubce bez nutnosti klesání nebo stoupání k udržení sklonu. Uložení v nezámrzné hloubce také znamená menší finanční zátěž při nákladech na výkopy při stavbě tlakové sítě obzvláště v nepříznivém geologickém podloží (EPA 1976). Tlaková kanalizace by měla být umístěna pod vodovodní řad, ale se souhlasem provozovatele je možné ji umístit i nad.

Užší výkop neboť tlaková kanalizace má menší světlosti než gravitační
Což opět vede k menším výkopům a ušetření financí. Usnadňuje to také položení řadů tlakové kanalizace vedle již stávajících sítí (EPA 1985).

Jednoduché křížení překážek pod úrovní terénu

Tlaková kanalizace nemusí být stále ve sklonu a překonání překážek je jednoduché (EPA 2002).

Možná výstavba protlakem

Tlakovou kanalizaci je možné stavět protlakem a to díky používaným malým světlostem potrubí. Výstavba protlakem šetří životní prostředí a při její výstavbě není nutné dělat silniční uzavírky a další změny v provozu na komunikacích.

Odkanalizování (jednodušší) v rovinatém terénu

V rovinatém terénu, kde by bylo dodržení sklonu gravitační kanalizace složité a díky hlubokým výkopům i finančně nákladné, může být tlaková kanalizace umístěna stále pouze v nezámrazné hloubce a díky provozním tlakům se odpadní vody dopraví až na čistírnu odpadních vod (EPA 2002).

Jednoduché zvětšování kanalizační sítě

Pokud je tlaková kanalizace v daném místě dostatečně kapacitní, je její další zvětšení možné jednoduchým napojením bez nutnosti řešení výškové uspořádání nově napojených oblastí.

7.2.2 Nevýhody tlakové kanalizace

Větší možnost ucpávání

Vzhledem k malému používanému průměru potrubí vedoucího z čerpací stanice do hlavního řadu je při vhození nevhodných předmětů větší šance na ucpání potrubí nebo zničení řezacího zařízení. Je tedy důležité dbát na nevhazování nevhodných předmětů do odpadu, jako jsou textilie, tkaniny, papírové pleny, vlhčené ubrousky, obaly, zbytky jídel nebo dle technického předpisu výrobce konkrétního čerpadla. Je tedy důležité dbát na dodržení výrobcem předepsaných pravidel a předejít tím poruchám čerpadla nebo ucpání potrubí (EPA 2002).

Nejsou zahájeny procesy biologie

Díky řezacím zařízením vznikají velmi malé vločky znečištění, které mají tendenci k pomalejší sedimentaci. Vzhledem k anaerobním podmínkám v hlavních řadách jsou odpadní vody z tlakové kanalizace po téměř celou dobu bez přístupu vzduchu a po dosažení čistírny odpadních vod je nutné s nimi také dále pracovat (EPA 1976).

Nedůvěra veřejnosti

Vzhledem k větší složitosti tlakové kanalizace z pohledu uživatele a malému povědomí veřejnosti o celkovém fungování a principu tohoto typu odkanalizování není

důvěra k tlakové kanalizaci velká. Další překážkou v očích veřejnosti je nutnost každého objektu na čerpání vlastní čerpací stanicí a s ním spojený strach z poruch.

Nefunkčnost při dlouhodobém výpadku dodávky elektrického proudu

Čerpání a správné fungování domovní čerpací stanice je závislé na dodávkách elektrického proudu. Po určitý čas, který je závislý na produkci splaškových vod a velikosti havarijního prostoru, je čerpací stanice schopná odpadní vody zadržet (EPA 1978). Při dlouhodobém výpadku elektrického proudu je nutné zajistit buď vyčerpání čerpací jímky fekálním vozem, nebo úplné zastavení produkce odpadních vod.

Požadavek na jednotná čerpadla, případně čerpadla stejných specifikací

Vzhledem k rozdílným specifikacím jednotlivých čerpadel je nutné, aby čerpadla jednoho kanalizačního systému byla identická nebo měla stejné výstupní hodnoty. Další výhodou tohoto požadavku je snadnější servis a údržba v situaci, kdy vlastníkem čerpadla je provozovatel stokové sítě (EPA 1976).

8 Závěr a přínos práce

Porovnávané systémy odkanalizování mají svoje klady a zápory, které převážně vycházejí z jejich fyzikálního principu fungování. Pro každou lokalitu by se měli vzít v úvahu obě možnosti a následně řešit vhodnost pro dané území vzhledem k velikosti oblasti, počtu připojovaných nemovitostí, složitosti terénu, geologických vlastností podloží atd. Bez průzkumu lokality a předběžného výpočtu nákladu na výstavbu a provoz není možné předem určit vhodný kanalizační systém na odvod odpadních vod. Tlaková kanalizace je vhodnější pro menší počet odkanalizovaných objektů než kanalizace gravitační, která běžně odkanalizuje i velká města. Obecně jsou prvotní náklady na výstavbu gravitační kanalizace vyšší než u stejně velké tlakové kanalizace, a to hlavně díky výhodám a nevýhodám, které jsou zmíněny v předchozích kapitolách. Oproti tomu náklady na provoz jsou u gravitační kanalizace minimální, není potřeba dodávat do systému další energii jako u tlakové, kde je nutné dodávat elektrickou energii do jednotlivých čerpadel v čerpacích stanicích. Tato situace může u gravitační kanalizace nastat pouze v případech takové konfigurace terénu, která neumožňuje jeden gravitační systém a je třeba splaškové vody čerpat mezi povodími. U kanalizace tlakové dochází k úplnému oddělení dešťových a splaškových odpadních vod, což znamená vyrovnanější nátok a menší objem splaškových odpadních vod dopravených na čistírnu odpadních vod. Čistírna pak pracuje efektivněji.

Při navrhování všech tří příkladů tlakové kanalizace jsem přípojky projektoval tak, aby se co nejvíce blížily přáním majitelů nemovitostí hlavně vzhledem k prostorovému uspořádání stávajících sítí, umístění domu a dalších překážek jako jsou stromy, keře, opěrné zdi, křížení a další. Každá přípojka je unikátní a žádá si osobní přístup a rozvahu již při návštěvách připojovaných nemovitostí, kdy není hned jasné, jakým směrem přípojka povede, což je vidět i na jednom ze zákresů z obcházení. Přípojky jsem projektoval nejkratší a nejjednodušší cestou, aby realizace byla jednoduchá a finančně šetrná přitom stále splňovala všechny potřebné parametry.

Vstupní náklady obvykle rozhodují, zda jsou obce nebo menší města schopné finančně zvládnout výstavbu kanalizace. V případě Městečka u Křivoklátu činil finanční rozdíl na stavbu hlavních řadů více než 65 miliónů korun. To byl hlavní důvod, proč se zde přikročilo k výstavbě tlakové kanalizace, i když byl zhotoven a vysoutěžen projekt gravitační kanalizace.

V porovnání dlouhodobých nákladů na provoz a údržbu lze konstatovat, že tlaková kanalizace bude nákladnější ať už kvůli nákladům na fungování čerpadel tak i na jejich výměnu. Pro obec Městečko u Křivoklátu je varianta tlakové kanalizace mnohem lépe realizovatelná především s ohledem na prvotní náklady. Gravitační kanalizaci by zde sice bylo možné i s případnými technickými komplikacemi realizovat, ale po stránce investiční již tato varianta není reálná.

V situaci, kdy některé obce ještě dnes vypouštějí splašky bez dostatečného čištění do nejbližší vodoteče, je možnost výstavby tlakové kanalizace velice výhodná. Díky odkanalizování obcí jako je Městečko u Křivoklátu se zlepšil stav jak povrchové, tak i podzemní vody.

9 Seznam použitých zdrojů

Ambrož, M., 2014: Vyhodnocení provozu tlakové kanalizace vybrané obce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Brno. 88 s. (diplomová práce) „nepublikováno“. Dep. VUT v Brně.

Bártík, T., 2019: Vyhodnocování stavebně-technického stavu stokové sítě. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Brno. 84 s. (bakalářská práce) „nepublikováno“. Dep. VUT v Brně.

Beránek, J. a Prax, P., 2000: Navrhování tlakové kanalizace. NOEL 2000, Brno. ISBN 80-86020-08-8.

ČSN 73 6005: Prostorové uspořádání sítí technického vybavení. Praha: Český normalizační institut, 2003. 28 s.

ČSN 75 6101: Stokové sítě a kanalizační přípojky. Praha: Český normalizační institut, 2004. 41 s.

ČSN 75 6261: Dešťové nádrže. Praha: Český normalizační institut, 2004. 24 s.

Drabinová, S. a Kunsberger, D., 2015: Druhy odpadních vod (online).

[cit. 2020.04.15], dostupné z:

<http://poradme.se/index.php/Druhy_odpadn%C3%ADch_vod>.

EPA ©1969 : Combined Sewer Separation Using Pressure Sewers : Feasibility and Development of a New Method for Separating Wastewater from Combined Sewer Systems (online) [cit.2020.03.25] dostupné z <<https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPURL.cgi?Dockey=9101TIJI.txt>>

EPA ©1976: Status of Pressure Sewer Technology (online) [cit.2020.01.18] dostupné z <<https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPURL.cgi?Dockey=91023CXG.txt>>

EPA ©1978: Alternatives for Small Wastewater Treatment Systems: Pressure sewers/Vacuum Sewers (online) [cit.2020.04.03] dostupné z <<https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPURL.cgi?Dockey=20008RKM.txt>>

EPA ©1985: Alternative Sewer Studies (online) [cit.2020.02.08] dostupné z <<https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPURL.cgi?Dockey=9101XG45.txt>>

EPA ©1985b: Investigations of Existing Pressure Sewer Systems (online) [cit.2020.03.26] dostupné z <<https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPURL.cgi?Dockey=9100KKB7.txt>>

EPA ©1991: Alternative Wastewater Collection Systems (online) [cit.2020.04.14] dostupné z <<https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPURL.cgi?Dockey=300046DW.txt>>

EPA ©2002: Wastewater Technology Fact Sheet Sewers Pressure (online)

[cit.2020.04.03] dostupné z

<<https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPURL.cgi?Dockey=P10099Q2.txt>

Gola, L., 2011: Návrh koncepce odkanalizování obce Pozdřechov. Vysoká škola báňská -Technická univerzita Ostrava, Hornicko-geologická fakulta, Ostrava. 36 s. (bakalářská práce) „nepublikováno“. Dep. VŠB-TUO v Ostravě.

I.P.R.E., 2007: Městečko – kanalizace, Městečko – vodovod, projektová dokumentace. 56 s. „nepublikováno“. Dep.: I.P.R.E., Karlovy Vary.

I.P.R.E., 2015: Městečko – Kanalizace a vodovod, projektová dokumentace. 70 s. „nepublikováno“. Dep.: I.P.R.E., Karlovy Vary.

Lazur, T., 2012: Navrhování alternativních způsobů odvádění odpadních vod z obcí. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Brno. 82 s. (bakalářská práce) „nepublikováno“. Dep. VUT v Brně.

Lofrano G., Brown J., 2010: Wastewater Management through the Ages: A History of Mankind. The Science of the total environment. P. 5254-64.

Nohejl, L., 2015: Zákon o vodovodech a kanalizacích: komentář. C.H. Beck, Praha. ISBN 978-80-7400-556-5.

Novák, J. a kol., 2003: Příručka provozovatele stokové sítě. Medim, Líbeznice u Prahy. ISBN 80-238-9947-3.

Pelánová, I., 2019: Sanace kanalizačního potrubí ve Staré Boleslavi. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, Praha. 76 s. (bakalářská práce) „nepublikováno“. Dep. ČVUT v Praze.

Thrasher, D., 1987: Design and use of pressure sewer systems. Lewis publishers, Chelsea. ISBN 0-87371-070-3

Tilley, E., Ulrich, L., Lüthi, C., Reymond, Ph. and Zurbrügg, C., 2014: Compendium of Sanitation Systems and Technologies. 2nd Revised Edition. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag). Dübendorf, Switzerland.

TNV 75 6262: Odlehčovací komory a separátory. Praha: HYDROPROJEKT CZ a.s., 2003. 60 s.

Vašková, K., 2014: Minimální sklony na stokové síti. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Brno. 62 s. (bakalářská práce) „nepublikováno“. Dep. VUT v Brně.

Votápková, J., 2008: Odpadní vody. Masarykova univerzita, Právnická fakulta, Brno. 65 s. (diplomová práce). „nepublikováno“. Dep. IS MUNI v Brně.

10 Přílohy

Příloha 1: Přehledný situační výkres C.2. – situace tlakových řadů

Příloha 2: Přehledná situace C.3. – situace gravitačních řadů