

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování



Návrh odvádění splaškových vod pro MČ Praha - Řeporyje

(projekt)

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Marcela Synáčková, CSc.

Bakalant: Jana Bydžovská

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra vodního hospodářství a environmentálního
modelování

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Bydžovská Jana

Krajinářství - kombinované Praha

Název práce

Návrh odvádění splaškových vod pro MČ Praha - Řeporyje (projekt)

Anglický název

The proposal for the disposal of sewage Řeporyje community (project)

Cíle práce

Zpřehlednění problematiky stokování. Návrh splaškové oddílné stokové sítě v lokalitě MČ Praha - Řeporyje. Ekonomická rozvaha nákladů.

Metodika

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
2. Cíle práce a metodika
3. Zpřehlednění problematiky stokování
4. Popis konkrétní lokality
5. Návrh řešení odvádění splaškových vod
6. Ekonomická rozvaha nákladů
7. Diskuze
8. Závěr
9. Použitá literatura
10. Přílohy

Harmonogram zpracování

Datum zadání bakalářské práce: 30.4.2011

Termín odevzdání bakalářské práce: duben 2012

Rozsah textové části

40-50 stran

Klíčová slova

stokování, splašková oddílná kanalizace, návrhové množství, materiál stok, sklony stok


Doporučené zdroje informací

Seznam odborné literatury:

- 1.) KREJČÍ V. & kol. (2002): Odvodnění urbanizovaných území – koncepční přístup. NOEL 2000, Brno, 562 s
- 2.) ČVTVHS (2003): Stavební materiály pro výstavbu stokových sítí. Česká vědeckotechnická společnost, Praha, 95 s.
- 3.) HLAVÍNEK P.-MIČÍN J.-PRAX P. (2001): Příručka stokování a čištění. Noel 2000 s.r.o., Brno
- 4.) ŠRYTR P., (1998, 2001) Městské inženýrství. Díl 1. a 2. Academia Praha
- 5.) BÉM J. (1990), Vodohospodářské inženýrství. Skriptum ČVUT FSv
- 6.) SYNÁČKOVÁ M. (2010), Stokování – učební texty ČZU
- 7.) SYNÁČKOVÁ M. (2010), Výstavba vodovodů a stok – učební texty ČZU
- 8.) NYPL V., SYNÁČKOVÁ M. (2002), Zdravotně inženýrské stavby 30 – Stokování, ČVUT Praha
- 9.) ČÍŽEK J., HEREL F., KONÍČEK Z. (1970), Stokování a čištění odpadních vod, SNTL
- 10.) ZÁKONY, NAŘÍZENÍ VLÁDY, VYHLÁŠKY, TECHNICKÉ NORMY – v oboru vodního hospodářství (stokování a čištění odpadních vod)

Vedoucí práce

Synáčková Marcela, Ing., CSc.


prof. Ing. Pavel Pech, CSc.

Vedoucí katedry



V Praze dne 15.8.2011


prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan fakulty

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci na téma „Návrh odvádění splaškových vod pro MČ Praha - Řeporyje (projekt)“ jsem vypracovala samostatně pod vedením Ing. Marcely Synáčkové, CSc. a použila pouze prameny, které cituji a uvádím v seznamu použité literatury.

V Praze, dne

.....

Poděkování

Děkuji za pomoc, odborné vedení, poskytnuté materiály a rady vedoucí bakalářské práce Ing. Marcele Synáčkové, CSc. Poděkování taktéž náleží firmě PPU spol. s.r.o. za poskytnutí podkladů a dat pro zpracování mé bakalářské práce. V neposlední řadě bych také ráda poděkovala Útvaru rozvoje hlavního města Prahy, za bezplatné poskytnutí mapových a geodetických podkladů.

ABSTRAKT

Předmětem bakalářské práce je návrh řešení odvádění splaškových vod pro MČ Praha – Řeporyje. V první části se práce zabývá zřehledněním problematiky stokování se základním popisem hlavních termínů v oboru kanalizace. Druhá část práce je zaměřena na popis celé lokality a současného stavu odkanalizování v městské části. Následuje popis konkrétní lokality a jejích morfologických, geologických a hydrologických poměrů. V následující části je práce zaměřena na návrh řešení odvádění splaškových vod z konkrétní lokality včetně hydrotechnických výpočtů. Na závěr práce je uvedena ekonomická rozvaha nákladů pro výstavbu kanalizace v řešené lokalitě.

Klíčová slova:

stokování, splašková oddílná kanalizace, tlaková kanalizace, bezvýkopová technologie, materiál stok

ABSTRACT

Subject of this bachelor thesis is to propose a solution to the disposal of sewage for Prague District - Řeporyje. First part of the thesis clarifies the sewerage problems and basically describes the essential terms from the field of sanitation. Second part is focused on the description of the entire area and current state of the sewerage system in the district. Next part of the thesis describes particular area and its morphological, geological and hydrological conditions. In the following section is the thesis focused on proposed solution to drainage of wastewater from specific location, including hydraulic calculation. In conclusion of the work is presented economic balance of cost for the construction of sewer in the solved area.

Keywords:

sewers, sanitary sewers built with divisions, pressure sewer, trenchless technology, materials sewers

OBSAH

1. ÚVOD.....	12
2. CÍL PRÁCE	13
3. METODIKA	14
4. ZPŘEHLEDNĚNÍ PROBLEMATIKY STOKOVÁNÍ	15
4.1. Odpadní vody	16
4.1.1. Splaškové odpadní vody.....	17
4.1.2. Dešťové odpadní vody.....	17
4.1.3. Průmyslové odpadní vody	18
4.1.4. Infekční vody	18
4.1.5. Oplachové vody.....	19
4.1.6. Ostatní odpadní vody.....	19
4.1.7. Balastní vody.....	19
4.2. Soustavy a systémy stok.....	20
4.2.1. Soustavy stok	20
4.2.1.1. Jednotná stoková soustava	20
4.2.1.2. Oddílná stoková soustava	21
4.2.1.3. Modifikovaná stoková soustava.....	21
4.2.2. Systémy stok.....	22
4.2.2.1. Radiální systém	22
4.2.2.2. Větvený systém	22
4.2.2.3. Úchytný systém.....	22
4.2.2.4. Pásmový systém.....	23
4.3. Způsob dopravy odpadních vod.....	23
4.3.1. Gravitační kanalizace	24
4.3.2. Tlaková kanalizace	24
4.3.3. Podtlaková, vakuová kanalizace	25
4.3.4. Pneumatická doprava splaškových vod	25
4.4. Technické podmínky navrhování stok.....	26
4.4.1. Tvary a rozměry stok.....	26
4.4.2. Směrové a výškové vedení stok.....	27
4.4.3. Sklony stok	28

4.4.4.	<i>Materiál stok</i>	29
4.4.4.1.	<i>Trouby tuhé</i>	29
4.4.4.2.	<i>Trouby pružné</i>	31
4.4.4.3.	<i>Trouby polotuhé</i>	32
4.5.	Objekty na stokové síti	33
4.5.1.	<i>Vstupní šachty</i>	34
4.5.2.	<i>Spojné šachty a spojné komory</i>	34
4.5.3.	<i>Rozdělovací komory</i>	34
4.5.4.	<i>Spadiště a skluzy</i>	34
4.5.5.	<i>Vpusti</i>	35
4.5.6.	<i>Lapák splavenin</i>	35
4.5.7.	<i>Kanalizační přípojky</i>	35
4.5.8.	<i>Shybky a podchody pod dráhou a silničními komunikacemi</i>	36
4.5.9.	<i>Proplachovací objekty</i>	36
4.5.10.	<i>Odlehčovací komory</i>	36
4.5.11.	<i>Dešťové nádrže</i>	37
4.5.12.	<i>Větrací zařízení</i>	37
4.5.13.	<i>Výustní objekty</i>	37
4.5.14.	<i>Čerpací stanice</i>	37
4.6.	Stavba stok	38
4.6.1.	<i>Stavba stok v otevřeném výkopu</i>	38
4.6.2.	<i>Stavba stok bezvýkopovými technologiemi</i>	39
5.	POPIS LOKALITY	41
5.1.	<i>Historie městské části Praha - Řeporyje</i>	42
5.2.	<i>Historické budovy, příroda a zajímavosti</i>	42
5.3.	<i>Současný stav odkanalizování</i>	43
5.4.	<i>Lokalita Ořešská</i>	44
5.4.1.	<i>Morfologické a geologické poměry</i>	45
5.4.2.	<i>Hydrogeologické poměry</i>	46
5.4.3.	<i>Druhy pozemků</i>	47
6.	NÁVRH ODKANALIZOVÁNÍ LOKALITY OŘEŠSKÁ	48
6.1.	<i>Výpočet množství splaškových vod</i>	48

6.2. Návrh řešení	51
6.2.1. Popis jednotlivých stok.....	51
6.2.2. Uložení potrubí.....	55
6.2.3. Zabezpečení ochranných pásem, křížení podzemních sítí.....	55
6.2.4. Vliv stavby na životní prostředí	55
7. EKONOMICKÁ ROZVAHA NÁKLADŮ	56
8. DISKUZE.....	57
9. ZÁVĚR.....	59
10. SEZNAM LITERATURY.....	60
11. PŘÍLOHY.....	64

SEZNAM PŘÍLOH

Obr. 4 Pohled do Ořešské ulice od železniční trati.

Obr. 5 Pohled do ulice K Závětinám z Ořešské ulice.

Obr. 6 Pohled do Ořešské ulice severně od křižovatky s ulicí Eichlerovou

Obr. 7 Pohled do západní části ulice Drahovská.

Obr. 8 Obr. 8 Pohled do východní části ulice Drahovská.

Obr. 9 Pohled do ulice Ve Výhledu z Ořešské ulice.

Obr. 10 Pohled do ulice Mrákovská z Ořešské ulice.

SEZNAM PŘÍLOH - VÝKRESOVÁ ČÁST

(PŘILOŽENA SAMOSTATNĚ)

1. Přehledná situace
2. Situace splaškové kanalizace 1. část
3. Situace splaškové kanalizace 2. část
4. Podélný profil stoky 1B - 2. část
5. Podélný profil stoky 1Ba
6. Podélný profil stoky 1B3
7. Podélný profil stoky 1B3a
8. Podélný profil stoky H - 3. část
9. Podélný profil stoky H3
10. Podélný profil stoky H4
11. Podélný profil stoky H5
12. Podélný profil stoky H6
13. Podélný profil stoky H1T
14. Vzorové příčné řezy uložení potrubí

1. ÚVOD

Odvodňovací systémy jsou potřebné ve všech rozvinutých městských oblastech především z důvodu vzájemného spolupůsobení lidské činnosti a přirozeného koloběhu vody v přírodě. Dochází zde k odběru vody z přirozeného cyklu a následně k jejímu využití pro potřeby člověka, ale na druhé straně nedochází k jejímu navrácení do koloběhu vody v přírodě díky nemožnosti jejího vsakování v zastavěných územích. Tím jsou tedy vyvolány dva druhy odpadních vod, které je třeba odvodnit. První druh odpadních vod, splaškové vody, jsou vody, které byly dodány pro podporu života, udržení životní úrovně a k uspokojení průmyslu. Tyto vody obsahují rozpuštěné látky, pevné částice i větší tělesa, pocházející z domácností a průmyslu. Pokud by s těmito vodami nebylo nakládáno správně a byly by například vypouštěny rovnou zpět do recipientu mohly by způsobit jak znečištění životního prostředí tak i zapříčinit značná zdravotní rizika. Druhým typem odpadních vod jsou vody dešťové, které ve formě atmosférických srážek dopadly na zastavěné plochy. Pokud by tyto vody nebyly nijak usměrňovány, mohly by způsobovat poškození majetku, záplavy i zdravotní rizika (Buttler, Davies, 2011).

Hygienický a hospodářský význam městského (obecního) odvodnění spočívá v soustavnosti, tj. v přechodu na důsledně hromadnou obsluhu území. Soustavná kanalizace je řešena v souladu s urbanistickou koncepcí města, obce a vždy v plném rozsahu města, obce nebo odvodňované oblasti (zájmového území). Při řešení soustavné kanalizace se vychází ze současného stavu s přihlédnutím k předpokládanému rozvoji alespoň v příštích 20 letech. Pouze na základě všech těchto podkladů (demografických, hydrologických, situačních podkladů technických zařízení inženýrských sítí apod.) je možné určit koncepci odvodnění a posoudit, které druhy odpadních vod se na odvodňovaném území vyskytnou, a rozhodnout o vhodnosti stokové soustavy (Šrytr a kol. 1998).

2. CÍL PRÁCE

Cílem mé bakalářské práce je vypracování návrhu odkanalizování splaškových vod konkrétní vybrané lokality v městské části Praha - Řeporyje. Návrh vychází z potřeby odkanalizování dané lokality. V současné době se zde nenachází žádná stávající oddílná splašková kanalizace a obyvatelstvo a občanská vybavenost vypouští odpadní vody do stávající dešťové kanalizace, která je svedena do Dalejského potoka, který protéká národní přírodní památkou Prokopské údolí.

Stávající splašková kanalizace v městské části byla vybudována v posledních několika letech a v současnosti je ve fázi projektové přípravy i dešťová kanalizace pro celé území. Konkrétní vybraná lokalita Ořešská je jednou ze tří lokalit, kde je nutné oddílnou splaškovou kanalizaci vybudovat.

Cílem práce je také stanovení přibližných nákladů na výstavu kanalizace v dané lokalitě.

3. METODIKA

Vytvoření samotného návrhu odkanalizování lokality předcházelo několik přípravných kroků. V prvním kroku, před zahájením vlastní práce na projektu, byly zajištěny potřebné podklady pro návrh - digitální katastrální mapa městské části Praha - Řeporyje, digitální polohopis včetně bodového výškového zaměření, digitální polohopis stávajících inženýrských sítí a zápis inženýrsko-geologického průzkumu dané lokality. Dále bylo zjištěno, jaké další inženýrské sítě se plánují v řešené lokalitě vybudovat.

Také byl zjištěn počet trvale žijících obyvatel, pro které je nutné kanalizaci dimenzovat a terénním průzkumem byla zjištěna i občanská vybavenost, která se v zájmovém území nachází. Byla též vytvořena základní fotodokumentace lokality.

Dalším krokem bylo prostudování Městských standardů vodárenských a kanalizačních zařízení na území hl. m. Prahy, aby byl návrh proveden dle daných požadavků provozovatele. Následně byly spočteny návrhové parametry a navrženy sklony a profily gravitačních stok tak, aby nedocházelo k jejich zanášení a bylo možné v budoucnu napojení dalších obyvatel na tuto kanalizační síť.

V následujícím kroku byly pomocí programu AutoCAD 2011 vytvořeny situace odkanalizování pro danou lokalitu a pomocí programu AutoPEN vytvořeny jednoduché podélné profily jednotlivých stok pro ucelenou představu návrhu odkanalizování. Tyto výkresy jsou ve výkresové části práce, včetně vzorových příčných řezů uložení potrubí.

Na závěr práce je uvedena přibližná kalkulace nákladů na výstavbu splaškové kanalizace ve vybrané lokalitě.

4. ZPŘEHLEDNĚNÍ PROBLEMATIKY STOKOVÁNÍ

Termín **kanalizace** představuje soubor zařízení, který umožňuje neškodné odvádění dešťových, splaškových a průmyslových vod z urbanizovaného území, závodů, letišť, komunikací apod. a jejich vyčištění na takovou míru, aby byla dodržena hospodářská hodnota vodních toků pro zásobování obyvatelstva pitnou vodou, zásobování průmyslu užitkovou vodou a možnost rekreace. Pod pojmem kanalizace bývá často nepřesně míněna kanalizační síť. Obor zahrnující navrhování, stavbu a provoz stokových sítí a objektů na nich se nazývá **stokování**. Navrhování, stavba a provoz objektů k čištění odpadních vod je obsahem oboru **čištění odpadních vod**.

Účelem stokování je především udržení podmínek pro zdravé bydlení a uchování životního prostředí, což je zajištěno hygienicky prováděným odsunem odpadních produktů. V dnešní době se likvidace tekutých odpadů řeší pomocí soustavného stokového systému a čistírny odpadních vod. Správný návrh a bezporuchový provoz těchto zařízení je jedním ze základních parametrů, které vytvářejí životní prostředí (Nypl, Synáčková, 1998).

V současné době se při návrhu systému odvodnění využívá moderní koncepce odvodnění, protože **klasická koncepce odvodnění** měla za úkol co nejrychleji (nejkratší cestou) odvést veškeré vody z městského povodí. Za určitých podmínek však měla tato koncepce negativní dopad na životní prostředí. Jejím důsledkem jsou např. vyprahlá sídliště, městské vodoteče buď zcela bez vody, nebo s koryty vymletými od bodových přítoků ze stokové sítě a úseky zanesené znečištěním (Synáčková, 2010a). Naproti tomu **moderní koncepce odvodnění** spočívá v komplexním posouzení vlivu urbanizace na životní prostředí, zejména na povrchové a podzemní vody. Systém městského odvodnění je chápán jako integrovaný systém. Integrovaný systém odvodnění posuzuje vliv kanalizace na hydraulické, chemicko-biologické procesy v recipientu a další hydrologické činitele vodního hospodářství na urbanizovaném území. Tři nejdůležitější komponenty integrovaného kanalizačního systému jsou stoková síť, čistírna odpadních vod a recipient (Hlavínek a kol. 2003).

Technické podklady pro řešení jsou zejména rozsáhlým souborem kanalizačních norem ČSN, oborových norem (jako informačních zdrojů) a typových podkladů, dále řadou předpisů, vyhlášek a směrnic. Za hlavní normu lze však považovat ČSN 75 6101 – Stokové sítě a kanalizační přípojky a ČSN EN 752 (75 6110) Odvodňovací systémy vně budov.

Investory kanalizačních staveb jsou ve většině případů obce, které jsou vlastníky stávající vodohospodářské infrastruktury nebo se jimi stanou po dokončení nové výstavby. Malé obce vykonávají na úseku správy a rozvoje infrastruktury obdobné činnosti jako větší města, avšak nevytvářejí úzce specializované společnosti pověřené správou a provozem infrastruktury tak, jak je to obvyklé ve větších městech, pokud se ovšem nejedná o účelová sdružení obcí. Rozvoj infrastruktury v těchto obcích není průběžnou činností, většinou se jedná o občasnou dostavbu inženýrských sítí nebo o jednorázovou výstavbu tam, kde některé druhy sítí chyběly. V územích kde byl zpracován „Program rozvoje vodovodů a kanalizací územního celku“ bude koncepce stokových sítí a ČOV vycházet z materiálu „Stavební materiály pro výstavbu stokových sítí (ČVTVHS, 2003), který však neřeší technické podrobnosti spadající do období investorské přípravy a následné výstavby (ČVTVHS, 2003).

4.1. Odpadní vody

Odpadní vody jsou dle zákona o vodách č. 254/2001 Sb. v aktuálním znění, definovány jako vody použité v obytných, průmyslových, zemědělských, zdravotnických a jiných stavbách, zařízeních nebo dopravních prostředcích, pokud mají po použití změněnou jakost (složení nebo teplotu), jakož i jiné vody z nich odtékajících, pokud mohou ohrozit jakost povrchových nebo podzemních vod. Odpadní vody jsou i průsakové vody z odkališť, s výjimkou vod, které jsou zpětně využívány pro vlastní potřebu organizace, a vod, které odtékají do vod důlních, a dále jsou odpadními vodami průsakové vody ze skládek odpadu. Odpadními vodami mohou být i vody použité v dopravních prostředcích, pokud mají po použití změněnou jakost.

Odpadními vodami jsou (Nypl, Synáčková, 1998):

- všechny druhy vod odváděné stokovou sítí (ať se tam dostaly jakkoliv),
- odčerpávané podzemní vody z hydraulické ochrany u rafinérií, skladů ropných látek, odkališť z rudných, energetických nebo chemických výroby, průzkumů těžební činnosti,
- vody z drenážních systémů jako součásti zařízení k odvodnění pozemních staveb,
- vody jakkoliv znečištěné z výrobního provozu případně vlhkosti suroviny,
- tekuté odpady.

Na odvodňovaném území se může vyskytovat několik typů odpadních vod, ne však všechny se smějí vypouštět do stokových sítí.

Odpadní vody, které se **nesmějí** vypouštět do stokových sítí (Hlavínek, 2003):

- odpadní vody obsahující materiály narušující stokové sítě,
- odpadní vody ohrožující bezpečnost obsluhy,
- vody teplejší než 40°C, infekční odpadní vody, vody obsahující jedy a těžké kovy, obsahující hořlavé, výbušné či těkavé látky, radioaktivní látky,
- látky způsobující provozní závady,
- látky rychle sedimentující (ucpávají stokové sítě),
- odpadní voda s obsahem látek, které se nalepují, nabalují nebo tvoří těžké soudržné sedimenty.

Odpadní vody, které lze vypouštět do stokové sítě za stanovených podmínek budou popsány v následující části.

4.1.1. Splaškové odpadní vody

Jsou odpadní vody z jednotlivých domácností nebo odpadní vody ze závodních kuchyní a jídelen, umýváren a záchodů, průmyslových a zemědělských závodů apod. Obsahují zbytky jídel z mytí nádobí, záchodové odpadní hmoty a nečistoty z mytí, koupání a praní, včetně pracích a mycích prostředků (Šrytr a kol., 1998).

Množství odpadních vod vychází z bilance potřeby pitné vody a užitkové vody, která se zmenšuje o 5 – 10% (ztráty vody, fyziologická spotřeba osob, technologická spotřeba atd.). Charakter a velikost znečištění určuje především hodnota BSK₅ (biologická spotřeba kyslíku za 5 dní, je to spotřeba kyslíku mikroorganismy, které rozkládají vyšší organické látky v odpadní vodě a mineralizují je, vyjadřuje se v mg O₂ na 1 litr). Nečistoty jsou dispergované, jemně rozptýlené a rozpuštěné, převažuje organický charakter těchto látek, ty rychle zahnívají a působí hygienické i estetické závady (Medek, 2005).

Tyto odpadní vody jsou odváděny jednotnou nebo oddílnou splaškovou soustavou a jsou likvidovány v čistírnách odpadních vod, dále jen ČOV, domovních ČOV a žumpách.

4.1.2. Dešťové odpadní vody

Tyto odpadní vody jsou vody ze všech druhů atmosférických srážek, spadlých na povrch zastavěného území, které z povrchu odtékají a jsou obvykle jímány dešťovými vpustmi a odváděny do stok. Tyto vody, které projdou ovzduším, zejména pak splachem terénu, získávají organické i anorganické znečištění (Šrytr a kol., 1998).

Dešťové vody po styku s povrchem mohou být **znečištěné**, z komunikací s hustým provozem, z průmyslových a zemědělských areálů (po celou dobu oplachu těchto lokalit), z výplachu stok a **neznečištěné** (obecně odtoky z neznečištěných povrchů, tj. střech, silničních komunikací s nízkou hustotou provozu, pěších zón, zahrad, parků) (Synáčková, 2010a).

Množství zachycených srážek, to je ta část, která odtéká po povrchu, je závislá na velikosti záchytné plochy, charakteru této plochy (propustnost, sklon, úprava povrchu, zeleň, porosty atd.) a na intenzitě a délce srážky (Medek, 2005).

Znečištěné dešťové odpadní vody mají být odváděny stokami jednotné soustavy nebo stokami oddílné dešťové soustavy, popř. čištěny. Neznečištěné dešťové vody se doporučuje v maximální míře vsakovat nebo využívat v území (postřik zeleně, čištění komunikací, splachování WC) případně odvádět samostatnými stokami oddílné dešťové soustavy rovnou do recipientu (Nypl, Synáčková, 1998).

4.1.3. Průmyslové odpadní vody

Toto jsou vody, které byly použity při výrobním procesu v průmyslových závodech nebo provozovnách a které jsou ze závodu vypouštěny. Druh znečištění a povaha znečišťujících látek může být různá. Buď jsou v závodě předčištěny před vypouštěním do veřejné kanalizace (popřípadě vyčištěny před vypouštěním do recipientu), nebo jsou znečištěny látkami umožňujícími společné čištění se splaškovými odpadními vodami a mohou být do veřejné kanalizace vypouštěny bez předčištění v závodě (Šrytr a kol., 1998).

4.1.4. Infekční vody

Jsou vody, které obsahují, nebo by mohly obsahovat choroboplodné zárodky zvláště nebezpečné povahy nebo škodlivé zárodky, které jsou soustavně produkovány v nezanedbatelném množství. Pocházejí z infekčních oddělení nemocnic, léčeben, sanatorií TBC, mikrobiologických laboratoří, výroben sér a očkovacích látek apod. Infekční vody musí být před vypuštěním do stokové sítě hygienicky zabezpečeny tak, aby byly choroboplodné zárodky zničeny (Šrytr a kol. 1998). Zabezpečení se provádí chlorací nebo zneškodnění zárodků vyššími teplotami (Medek, 2005).

Infekční vody jsou často likvidovány samostatně a do stokové sítě nepřicházejí (Šrytr a kol., 1998).

4.1.5. Oplachové vody

Tyto vody jsou použité k čištění komunikací, chodníků, parkovišť a dalších zpevněných ploch. Jsou znečištěny jako dešťové odpadní vody. Jako druh odpadních vod se vyskytují, ale při dimenzování stokové sítě a ČOV se neuplatní, neboť intenzity skrápění zdaleka nedosáhnou intenzity deště (Synáčková, 2010a).

4.1.6. Ostatní odpadní vody

Jedná se o vody, které nelze zařadit do některé z předchozích skupin, nebo které se do stokové sítě dostaly za nepředvídatelných okolností.

Neznečištěné vody (chladicí, kondenzované, podzemní, pramenité, neznečištěné vody dešťové) nejsou odpadními vodami, pokud nejsou odváděny stokovou sítí. Doporučuje se je vsakovat nebo samostatně odvádět do recipientu, aniž by zatěžovaly systém odvodnění (sít' a ČOV). Pokud se již dostanou do stok, s výjimkou neznečištěných vod dešťových, mluvíme již o odpadních vodách balastních (Nysl, Synáčková, 1998).

4.1.7. Balastní vody

Některé balastní vody způsobují zatížení systému kanalizace (stoková sít' a ČOV) nárazově, jiné mají charakter stálého zatěžování.

Zdroje balastních vod, odváděných stokovou sítí **nárazově** jsou:

- voda podzemní při stavbě stok a jiných inženýrských sítí a podzemních staveb, zakládaných pod hladinou podzemní vody),
- voda pitná a užitková z havárií vodovodů, hydrantů),
- voda podzemní z drenáží budovaných za účelem trvalého snížení hladiny podzemních vod v základech podzemních staveb, zachycení pramenů apod.),
- voda podzemní vnikající do stokové sítě netěsností spojů trub, netěsností napojení stok na objekty, netěsností konstrukce objektů na stokové síti apod.,
- voda pitná a užitková vnikající do stokové sítě netěsností vodovodní sítě, netěsností domovních instalací, kašen,
- voda chladicí a kondenzáty teplotou ani jinak neznečištěné.

V důsledku uvedeného negativního působení podzemních vod na systém kanalizace a ČOV je odvádění balastních vod možné jen v souladu s kanalizačním řádem (Synáčková, 2010a).

4.2. Soustavy a systémy stok

V dnešní době je jednotná nebo oddílná soustava a všechny jejich modifikace soustavou splachovací. Základním principem užívaných soustav je gravitační doprava odpadních hmot vodou, sítí stok s volnou hladinou do jediného nejnižší položeného místa. Není-li toto řešení možné, využije se přečerpávací technologie (Čížek a kol., 1970). Nyní se pro dopravu splaškových vod převážně v rovinných územích používá systém dopravy tlakový nebo podtlakový.

Systematické uspořádání stok je výsledkem řešení s ohledem na konfiguraci terénu a zástavby. Přesto, že koncepce systému je do značné míry předurčena, je možno stanovit některé zásady pro aplikaci jednoho ze systémů (Čížek a kol, 1970).

4.2.1. Soustavy stok

Podle způsobu odvádění odpadních vod rozeznáváme v podstatě 3 základní stokové soustavy:

- jednotná stoková soustava,
- oddílná stoková soustava,
- modifikovaná stoková soustava.

Kanalizace jednotlivých soustav mají specifický charakter. Jejich vznik byl podmíněn propojením dílčích stok do soustav, které vznikaly v průběhu historie za velmi proměnlivých sociálně-ekonomických podmínek (Hlavínek a kol., 2001). Oddílná stoková soustava je považována za nejlepší řešení odkanalizování ve většině případů, kde je nutná výstavba kanalizace. Zatímco jednotná stoková soustava je například vhodná tam, kde odtok z komunikací nebo jiných zpevněných ploch je tak znečištěný, že jej nelze vypouštět přímo do recipientu (Read, 2004).

4.2.1.1. Jednotná stoková soustava

V jednotné soustavě se dopravují všechny druhy odpadní vody v jedné stokové síti, dochází tak k jejich smísení. Tato hlavní vlastnost přináší řadu hospodářských i technických výhod, ale nese s sebou i mnohé nevýhody, zejména z hygienického hlediska. Tato soustava má zásadní nevýhodu v nutnosti budování odlehčovacích komor, které vytvářejí přímou spojitost mezi stokovou sítí a recipientem a při velkých deštích může uniknout přes tyto komory větší znečištění do recipientu než u oddílné soustavy (Hlavínek a kol. 2003, Nypl, Synáčková 1998).

Pokud ve stokové síti jednotné soustavy největší bezdeštný průtok přesahuje 10% návrhového průtoku dešťových vod, dimenzují se stoky na celkový největší průtok všech odváděných odpadních vod. V případě, že největší bezdeštný průtok

přesahuje návrhový průtok dešťových vod, dimenzují se stoky na dvojnásobek bezdeštného průtoku (ČSN 75 6101).

4.2.1.2. Oddílná stoková soustava

Oddílná soustava odvádí různé druhy odpadních vod samostatnými trasami stokové sítě. V zájmovém území jsou položeny dvě i více soustav, z nichž každá je určena pro odvádění jiného druhu odpadních vod (Hlavínek a kol., 2001).

V městském odvodnění bude zpravidla navržena oddílná splašková a oddílná dešťová soustava, v závodech případně ještě oddílná soustava průmyslová (Nypl, Synáčková, 1998).

Splašková oddílná soustava

Stoky musí být zatrubněny. S ohledem na relativně rovnoměrné malé průtoky budou k odvodnění stačit stoky malých průřezů. Nemusíme se obávat znečištění recipientu ze splaškových odpadních vod a odpadá nebezpečí zatopení podzemních prostor objektů zpětným vzdutím domovními přípojkami (Synáčková, 2010a).

Pokud jsou vhodné podmínky, tak způsob dopravy splaškových vod se předpokládá gravitační, nebo ojediněle přečerpávání ve stokové síti nebo do ČOV. V ostatních případech se navrhuje zvláštní způsoby odkanalizování jako je tlaková kanalizace nebo tzv. podtlaková kanalizace (Nypl, Synáčková, 1998).

Dešťová oddílná soustava

Stoky mohou být zatrubněny, nebo mohou být dešťové vody odváděny povrchově. Abychom docílili zmenšení velikosti profilu stoky, je možné začlenit do sítě retenční nádrže. Lze je také využít při malé kapacitě recipientu a navrhnout je před vyústěním do recipientu. Způsob dopravy dešťových vod se navrhuje v maximální míře gravitační (Synáčková, 2010a).

4.2.1.3. Modifikovaná stoková soustava

Modifikovaná stoková soustava vzniká například kombinací jednotné a oddílné stokové soustavy v rámci soustavného odvodnění jednoho urbanizovaného celku. V zahraničí a v některé literatuře bývá tato soustava nazývána jako polooddílná. Princip spočívá v tom, že splaškové vody jsou odváděny hluboko uloženými stokami a dešťové vody mělce uloženým potrubím. Při přívalu nejvíce znečištěné dešťové vody na začátku deště se prázdní spojovacím potrubím ze dna dešťových stok v šachtách do stok splaškových. Po jejich zahlcení nad úroveň dna dešťových stok dochází k odtoku srážkové vody dešťovými stokami přímo do recipientu. Největší

znečištění z oplachu terénu na začátku deště a z výplachu dešťových stok je takto svedeno splaškovými stokami (za deště pod tlakem) do ČOV. Do recipientu je tak již odváděna relativně čistá voda (Hlavínek a kol. 2001).

4.2.2. Systémy stok

Obecně platí, že stoky jsou navrženy tak, aby jimi byly odpadní vody nejvýhodnější trasou dopraveny do ČOV. Při návrhu se respektují sklony stok takové, aby se stoky nezanášely, a je-li případné čištění nutné, aby bylo omezené na minimální rozsah úseků stok, nebo naopak aby nebyly velké sklony stok navrhovány v dlouhých úsecích ve spádnicí terénu tam, kde by bylo dosahováno velké rychlosti ve stokách (Nypl, Synáčková, 1998).

Podle tvaru uspořádání stoky a řešení výškového uspořádání stok v konkrétních podmínkách rozeznáváme tyto systémy:

- radiální systém,
- větvený systém,
- úchytný systém,
- pásmový systém.

Většina reálných stokových sítí je však založena na kombinaci dvou nebo více těchto systémů uspořádání (Hlavínek a kol., 2001).

4.2.2.1. Radiální systém

Tento systém je vhodný pro odvodnění kotlin (pánví). Jednotlivé stoky se paprskovitě sbíhají v nejnižším bodě kotliny a z toho místa je voda odváděna gravitačně nebo přečerpáváním do ČOV (Šrytr a kol. 1998).

Výhodnější řešení odvádění odpadních vod z oblasti je třeba vždy posoudit technicko-ekonomickým rozbořem (Hlavínek a kol., 2001).

4.2.2.2. Větvený systém

Tato varianta systému obvykle odpovídá členitému terénu. Stoky vedou pokud možno nejkratším směrem a nejvýhodnějším sklonem k nejnižšímu bodu soustředění a do ČOV (Šrytr a kol., 1998).

4.2.2.3. Úchytný systém

Tento systém se navrhuje v plochých říčních údolích s mírným sklonem odvodňovaného území k vodnímu toku. Kmenová stoka je vedena podél vodního toku a do ní ústí sběrače vedené napříč údolím (ulicemi města). Pro zmenšení

dimenze kmenové stoky (snížení stavebních nákladů), jsou na stoce zařazeny odlehčovací komory, v případě jednotné či oddílné dešťové soustavy. Za odlehčovací komorou má potom kmenová stoka značně menší průřez. Recipient musí být dostatečně hluboký, aby bylo možné odlehčení kmenové stoky i za vyšších stavů v korytě. (Hlavínek a kol., 2001, Šrytr a kol., 1998)

4.2.2.4. Pásmový systém

Tento systém je specifický tím, že sestává z několika výškových pásem stok a v jednotlivých pásmech může být jakýkoliv z 3 již zmíněných systémů. Rozdělení odvodňované oblasti na výšková pásma je výhodné tam, kde je nutné počítat s umělým zdvihem odpadních vod, aby mohly být zaústěny do recipientu a aby čerpané množství bylo minimální. (Šrytr a kol., 1998)

4.3. Způsob dopravy odpadních vod

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

Dopravu odpadních vod lze rozdělit takto (Hlavínek a kol., 2001, Synáčková, 2010a):

- tradiční způsob dopravy odpadních vod,
 - gravitační kanalizace,
- alternativní způsoby odvádění odpadních,
 - tlaková kanalizace,
 - podtlaková, vakuová kanalizace,
 - pneumatická kanalizace.

Je-li oddílná splašková soustava navrhována v oblasti soustředěné výstavby, ve svažitém terénu, s hluboko zaklesnutou hladinou podzemní vody, v příznivých geologických podmínkách pro zemní práce, pak lze stoky navrhnout v příznivých sklonech a způsob dopravy splaškových vod vychází gravitační, pouze v ojedinělých případech je nutné užít přečerpávání ve stokové síti nebo před (na začátku) ČOV (Šrytr a kol., 2001).

V území rozptýlené zástavby, v rovinatém terénu, je-li hladina podzemní vody mělko pod terénem, jsou-li geologické podmínky nepříznivé (např. skála, tekuté písky apod.), je-li možné provádět jen úzké výkopy, v území ochranného pásma vodního zdroje, v případech občasného odtoku, odtoku sezonní a diskontinuální produkce splaškových vod ze sezónních rekreačních zařízení, kempů apod. se jeví vhodnější užít alternativní způsoby odpadních vod (Šrytr a kol., 2001).

4.3.1. Gravitační kanalizace

Gravitační kanalizace, je v současné době nejpoužívanější systém dopravy odpadních vod. Podmínkou pro správnou funkci je nezbytný sklon dna stoky ve směru zdroje odpadní vody až k ČOV nebo recipientu (Havlík, 2012). Tato varianta využívá přirozené sklonitosti terénu a tím využívá mechanickou energii vody (potencionální energii polohy a kinetickou energii), která umožňuje přesun odpadů vodním proudem z vyšší polohy do nižších poloh území (Hlavínek a kol. 2001).

Navrhuje se v případě jednotné, splaškové i dešťové stokové soustavy. Nevýhodou je, že v rovinatém území se vzhledem k nutnosti zachování spádu ukládá potrubí do velkých hloubek.

4.3.2. Tlaková kanalizace

Základním principem tohoto systému je čerpání splaškových odpadních vod z jednotlivých čerpacích šachet do společného výtlačného potrubí. Hlavním článkem jsou tedy čerpací šachty – jímky, do nichž jsou gravitačně svedeny splašky z jednotlivých nemovitostí, lze i svést několik nemovitostí do jedné čerpací šachty (dále jen ČŠ). Z jímacího prostoru ČŠ jsou pomocí ponorného čerpadla, případně vybaveného drtičem nečistot, dopravovány splašky tlakovým potrubím do čistírny odpadních vod nebo do nejbližší šachty stokové sítě. Počítá se přitom s rozpětím provozního tlaku 0,5 – 3,0 MPa v hlavním sběrném potrubí (Šrytr a kol., 2001).

Čerpadlo v čerpací jímce je za běžného režimu řízeno v závislosti na hladině vody v jímce (Hlavínek a kol., 2001).

Tlaková sběrná potrubní síť může být větvená nebo kombinovaná. Navrhuje se z tlakových trubek PE (polyetylén) nebo PVC (polyvinylchlorid) minimálního profilu DN 80 mm (za předpokladu užití mělnících čerpadel i DN 50 mm). Minimální návrhová průtočná rychlost je $0,7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (Šrytr a kol., 2001).

Mezi hlavní výhody tlakové kanalizace patří relativně malá hloubka pro ukládání potrubí (0,9 – 1,2 m), malé vnitřní průměry potrubí, pružná volba potrubních tras s bezproblémovým překonáváním překážek, zamezení vnikání balastních vod apod. Nevýhodami jsou relativně vyšší náklady na provoz, možnost odvádění pouze splaškových vod, dražší doplňkové vybavení systému, nutnost přívodu elektrické energie ke každé čerpací šachtě apod. (Šrytr a kol., 2001). Tlaková kanalizace je jeden z nejvyužívanějších systémů mezi alternativními způsoby odvádění splaškových vod (DIANE, 1994).

4.3.3. Podtlaková, vakuová kanalizace

Pro návrh kanalizace tohoto typu platí ČSN EN 1091 Venkovní podtlakové systémy stokových sítí. Specifická je pro tuto technologii zejména transportní rychlost kolem $6 - 8 \text{ m.s}^{-1}$ bez ohledu na spád potrubí. Odpadní voda není dopravována jako uzavřený vodní sloupec, ale po jednotlivých dávkách (porcích). Porce tvoří směs kapek unášených proudícím vzduchem ve směru většího podtlaku. Sací tlak o hodnotě $60 - 70 \text{ kPa}$ oproti atmosférickému tlaku je trvale udržován v podtlakových nádobách podtlakové stanice. Tento podtlak působí prostřednictvím potrubí na speciální sací ventil osazený ve sběrné šachtě. Po otevření sacího ventilu se nasává odpadní voda a vzduch do potrubního systému a společně proudí k podtlakové stanici do podtlakových nádob. Z nich je pak odpadní voda čerpána čerpadly na ČOV. Zdrojem energie pro sací činnost sacího ventilu je vlastní podtlak v potrubí (Hlavínek a kol., 2001).

Podtlaková sběrná síť je větvená, nemůže být okružová. Navrhuje se z trubek z plastu PVC, PEHD (polyetylen high density – vysokohustotní polyetylén) o průměru DN 80 – 160 mm u rozsáhlejších systémů i DN 200 – 300 mm, což je maximální možný průměr. Potrubí se ukládá do nezámrzné hloubky, minimální krytí je 1,0 – 1,2 m, v minimálním sklonu 2 ‰ ve směru toku (Šrytr a kol., 2001).

Mezi výhody tohoto systému považujeme, že v ČOV nejsou potřeba mělníci česle, odpadá klasická údržba stok (nehrozí nebezpečí vzniku bioplynu), možnost přizpůsobení trasy potrubí kanalizace překážkám v podzemí i nepředvídaným překážkám zjištěným dodatečně v průběhu stavby, možnost ukládání tohoto potrubí ve společné výkopové rýze s potrubím vodovodu apod. Nevýhodou jsou relativně vyšší náklady na provoz, nutnost budování zařízení na přivzdušnění, použitelnost pouze pro odvod splaškových vod, potřeba důsledné pravidelné kontroly a údržby zařízení (Šrytr a kol., 2001).

4.3.4. Pneumatická doprava splaškových vod

Tento systém dokáže přepravovat odpadní vody za pomoci tlakového vzduchu, i na poměrně velké vzdálenosti (několika kilometrů) například z několika obcí to jedné centrální ČOV nebo i velmi znečištěné médium. Odpadní vody natékají gravitačně do šachty, odtud pak dále do pracovní nádrže. Při jejím naplnění se do ní automaticky přivede tlakový vzduch vyrobený kompresorem a odpadní voda je vytlačována do výtlačného potrubí. Po vyprázdnění pracovního prostoru nebo v určitém časovém cyklu se pracovní nádrž odvzdušní a proces se opakuje. Potrubí je uloženo v nezámrzné hloubce a kopíruje terén, směs splašků je bohatě provzdušňována a vzduch potrubí tlumí rázy. Nespornou výhodou tohoto systému

je, že celé zařízení vyžaduje minimální údržbu, odpadá odzdušňování a odkalování potrubí. Nevýhodou jsou místa čerpání malých objemů odpadních vod, což způsobuje například zahňívání odpadních vod v jímkách, nárazový přítok na ČOV, odzdušňování výtlačných potrubních řadů apod. (Šrytr a kol., 2001).

4.4. Technické podmínky navrhování stok

4.4.1. Tvary a rozměry stok

Výběr tvaru pro jednotlivé stoky závisí na posouzení konkrétních hydraulických, provozních, stavebních, ekonomických, geologických a jiných požadavků a podmínek (Nypl, Synáčková, 1998).

Pro návrh stok se používají 3 základní tvary:

- kruhový,
- vejčitý,
- tlamový.

V parxi jsou použity i jiné profily stok (např. obdélník hruškový tvar, atd.). Pro bezproblémový odtok bezdeštných splašků ve zděných a monolitických stokách velkých světlostí, prakticky u všech tvarů stok, lze navrhovat žlábek, tzv. kynetu (Nypl, Synáčková, 1998).

Kruhový tvar

Je to nejběžnější tvar stoky. Tento profil je nejvýhodnější pro konstrukci zařízení na jejich čištění a nejsnáze se vyrobí jeho prefabrikát (Synáčková, 2010a).

Z provozních důvodů se jako nejmenší profil kruhové stoky ve venkovní síti používá DN 300 nebo DN 250 (PVC a kamenina) u gravitační stokové sítě (Hlavínek a kol., 2001). Největší velikost trouby závisí na druhu materiálu, na výrobní rentabilitě, na přepravních možnostech a na ovladatelnosti prefabrikátu s ohledem na jeho váhu při přepravě a ukládání trub. Kruhový tvar stoky má však i své nevýhody. Při malých průtocích se voda rozlévá poměrně široko a hydraulický poloměr je malý. V důsledku toho je průtoková rychlost vody nízká a dochází k usazování hmot ve stokách (Bém, 1990).

Vejčitý tvar

Vejčité stoky jsou zvláště vhodné pro silně kolísající průtoky, jež se vyskytují u jednotné soustavy (Šrytr a kol., 1998). Jeho rozměr je definován poměrem šířky k výšce (b / H) [mm] (Nypl, Synáčková, 1998). Vejčitý profil má nejlepší hydraulické

vlastnosti a je staticky nejvýhodnější. Nevýhodou je, že jej lze navrhnout jen při dostatečné výšce nadloží (Hlavínek a kol. 1998).

Tlamový tvar

Je nejméně vhodný tvar jak z hydraulického hlediska, tak statického. Navrhuje se ve stísněných geologických poměrech (při nízké výšce nadloží) (Hlavínek a kol., 2001). Rozměr tlamové stoky se definuje stejným způsobem jako u vejčitého tvaru, tedy poměrem šířky k výšce (b/h) [mm] (Nypl, Synáčková, 1998). Nejčastěji se využívá pro zatrubnění malých vodních toků nebo pro velké kmenové stoky (sběrače) (Čížek, 1970).

Dle ČSN 75 6101 se za nejmenší průlezný průtočný průřez stok pokládá profil s nejmenší výškou 800 mm a s nejmenší šířkou 600 mm. Za nejmenší průchozí průtočný průřez se pokládá profil s nejmenší výškou 1 500 mm a s nejmenší šířkou 600 mm.

4.4.2. Směrové a výškové vedení stok

Podmínky pro směrové a výškové vedení stok udává ČSN 75 6101 a ČSN EN 752 (75 6110).

Obecně platí, že se stoky situují do veřejných ploch a pozemních komunikací, mimo ně po dohodě s provozovatelem kanalizace. Stoky jednotné soustavy se nejčastěji umísťují pod osu komunikace, aby byl umožněn provoz na komunikaci i během případné opravy nebo revize stoky. U oddílné soustavy se splašková stoka umísťuje mimo osu a dešťová stoka pod osu komunikace. V případě odvádění dešťových vod povrchovým způsobem, se splašková stoka navrhuje v ose komunikace. Stoky neprůlezných profilů se navrhují v přímé trase mezi šachtami nebo jinými objekty, u průchozích profilů je možné řešit změnu směru obloukem (Hlavínek a kol., 2001).

Dle ČSN 75 6101 nesmí být trasy souběžných stok totožné, tj. stoky nemohou být jedna nad druhou. Výjimku u průlezných a průchodných stok lze provést na základě souhlasu provozovatele nebo vlastníka stokové sítě. Nejmenší dovolené vodorovné vzdálenosti stok od souběžných podzemních vedení technického vybavení v zastavěných i nezastavěných územích a jejich uložení v pozemních komunikacích stanoví ČSN 73 6005 (Hlavínek a kol., 2001).

Situování stok souvisí s náklady na jejich výstavbu, tedy bezprostředně s hloubkou stok a kanalizačních přípojek. Maximální únosná délka přípojky bývá udávána 30 m (Hlavínek a kol., 2001).

Hloubka uložení stoky je dána řešením inženýrských sítí a jejich ochranných pásem. Požadováno je minimální krytí (vzdálenost mezi úrovní upraveného terénu a vrchu potrubí) dle normy ČSN 73 6005 podle místních podmínek. Doporučená minimální hloubka krytí pod silniční komunikací je 1,80 m a maximální hloubka uliční stoky je 6,0 m (Hlavínek a kol., 2001). Dle normy ČSN 75 6101 se při rovnoběžném vedení dešťové a splaškové stoky zpravidla hlouběji umísťuje splašková stoka, aby v případě narušení vodotěsnosti např. z důvodu havárie splaškové stoky nedošlo ke znečištění dešťových vod odváděných do recipientu.

Jednotná stoková soustava a oddílná splašková soustava musí gravitačně odvádět vody z podzemí budov a z dvorů uzavřených bloků. Mimořádně hluboké podzemní prostory se odvodňují přečerpáváním (Šrytr a kol., 1998).

4.4.3. Sklony stok

Sklon stoky se většinou neliší od sklonu povrchu terénu, podle zásady nejkratšího vedení stoky k výslednému nejnižšímu místu. Podélný sklon je dán na jedné straně výškovou úrovní výustního místa a na druhé straně výškovou úrovní objektů, které chceme odvodnit. Zpravidla je snaha docílit co největšího dovoleného sklonu a tím i rychlosti ve stoce. Za určitých podmínek nemusí však platit zásada nejkratší trasy hlavních stok, ale upřednostňuje se zásada opačná, technicky a ekonomicky výhodnější. Volba podélného sklonu je závislá na mnoha faktorech (Nypl, Synáčková, 1998).

Stanovení minimálně přípustných sklonů ve stokách je řešeno jak z hydraulického hlediska, tak i z technického a zejména ekonomického. Při návrhu velmi malých sklonů vychází velké průřezy stok a stoka se zanáší a je nutné ji často čistit. Pokud je navržen sklon takový, aby odpadla nutnost čištění, může na plochem území nastat nutnost odpadní vody po určité době odčerpávat tedy vybudování ČS (Hlavínek a kol., 2001).

Maximální průtočná rychlost ve stokách může být $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. V případě objektů a stok budovaných z kameninových, litinových, sklolaminátových, čedičových, PVC trub nebo stok zděných z kanalizačních cihel nebo dlažebních kamenů na cementovou maltu, může být maximální průtočná rychlost vody $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. V monolitických stokách z prostého betonu a ze železobetonu se doporučuje chránit celý vnitřní profil stok obložením odolným proti agresivnímu prostředí stok a ve dně odolným i proti obrusu, již při rychlostech $> 3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (Hlavínek a kol., 2001).

V praxi se dle ČSN 75 6101 navrhuje sklon gravitační stoky takový, aby byla dostatečná unášecí síla a nedocházelo tak k zanášení stoky.

4.4.4. Materiál stok

Základní podmínky stanovuje norma ČSN 75 6101. Materiál stoky musí být volen dle účelu a plánované životnosti stokové sítě. Musí být vodotěsný, odolný proti mechanickým, chemickým, biologickým a dalším vlivům protékající odpadní vody a též musí být odolný proti agresivním účinkům okolního prostředí. Současně však má umožňovat bezpečné a účinné čištění stok, aby se zamezilo případnému zanášení apod. Stoky mohou být trubní, monolitické nebo prefabrikované. Pro zvýšení trvanlivosti, odolnosti proti obrušování a chemickým účinkům odpadních vod a vodotěsnosti je možné vnitřní líc stok opatřit plným nebo částečným obložением z vhodného materiálu (kamenina, tavený čedič, odolný a pevný kámen, sklolaminát apod.). V minulosti byly tradičními materiály ve výstavbě stokových sítí lité železo, azbestocement, předpjatý a armovaný beton (Najafi, Gokhale, 2005). V současnosti se na trubní stoky jednotné a oddílné kanalizační soustavy mají použít trouby vyráběné podle platných norem. Vyhovujícími materiály jsou: kamenina, čedič, tvárná litina, šedá litina, prostý beton, železobeton, polymerbeton, vláknocement, sklolaminát, plasty a kombinace těchto materiálů (Nypl, Synáčková, 1998).

Jedním ze základních požadavků na trubní systémy je statická únosnost trub. Mezi základní zatěžovací stavy, kterým musí navrhované potrubí odolávat, zahrnujeme zejména svislý a vodorovný zemní tlak, boční tlak uložení, zatížení dopravou, rovnoměrné a soustředěné povrchové zatížení, vnější tlak spodní vody, vlastní tíha trouby, vnitřní přetlak a vlastní tíha vodní náplně potrubí. Při návrhu potrubí je vždy třeba uvažovat především vliv tuhosti trub a tuhosti okolní zeminy a jejich vzájemné spolupůsobení. Trouby dle jejich chování vůči vnějšímu zatížení dělíme do 3 základních skupin (ČVTVHS, 2003) :

- trouby tuhé,
- trouby pružné,
- trouby polotuhé.

4.4.4.1. Trouby tuhé

Při použití tuhých trub je vždy kladen důraz na kvalitní provedení jejich uložení a na podkladní konstrukce, jelikož trouba musí být schopna přenést napětí do podloží, na kterém je uložena, které je vyvoláno zatížením na vrcholu trouby vlivem hmotnosti zeminy nadloží, přitížením terénu a sedáním okolní zeminy. Tuhé trouby se vlivem zatížení nedeformují. Kládou se většinou do různých betonových sedel nebo na betonovou desku, ale také do hutněného pískového nebo štěrkového lože. Trouby ukládané na betonové sedlo mají vyšší únosnost než trouby ukládané

do lože ze sypkých materiálů. Do této skupiny trub patří trouby betonové, železobetonové, kameninové a čedičové (ČVTVHS, 2003).

Betonové a železobetonové trouby

Kvalita trub i ostatních betonových výrobků je přímo závislá na druhu a technické úrovni výrobního zařízení. Tento materiál se používá pro odvádění zejména neagresivních vod o volné hladině nebo pro přechodně mírně tlakové proudění, tedy zejména pro dešťovou oddílnou kanalizaci (ČVTVHS, 2003, Šrytr a kol., 1998). Trouby všech vnitřních průměrů lze osadit výstelkou (např.: čedičovou), která několikanásobně zvyšuje životnost trouby (ČVTVHS, 2003). Spojování trub je prováděno několika způsoby. U betonových trub jsou 2 druhy spojování a to pryžovým kroužkem nebo na péro a polodrážku a obetonování. U železobetonových trub se spojuje konopným provazcem a cementovou zálivkou nebo také pryžovým kroužkem (Šrytr a kol., 1998).

Kameninové trouby

Výrobky z kameniny jsou vyrobeny z přírodního jílu, šamotu a vody, tudíž jsou to přírodní a ekologické produkty. Kameninové trouby se vyrábějí podle normy EN 295. Potrubí lze ukládat do pískového nebo štěrkového lože, nebo do různých typů betonových sedel. Při plném obetonování vykazuje potrubí nejvyšší únosnost a je navíc chráněno proti poškození při zásypu, vzhledem ke křehkosti tohoto materiálu. Obecně lze říci, že čím je větší betonové sedlo, tím většímu zatížení je potrubí schopno odolat. Tento materiál se využívá pro výstavbu gravitačních kanalizačních stok. Je odolný i proti chemickým vlivům a má velmi dlouhou životnost (150 a více let). Spojování trub se provádí konopným provazcem a asfaltovou zálivkou hrdla po zasunutí dřívku nebo pryžovým a PP prstencem (ČVTVHS, 2003, Šrytr a kol., 1998). Jejich hlavní nevýhodou je křehkost a s tím spojené problémy při dopravě a následné manipulaci na stavbě.

Čedič

Tento materiál se využívá především jako výstelka betonových a železobetonových trub nebo některých objektů na kanalizaci. Je odolný proti obrušování i proti chemickým vlivům odpadní vody. Je využíván především na stokách s malým nebo naopak velkým sklonem a při vysokém obsahu kyselin a louhů v odpadních vodách (ČVTVHS, 2003).

4.4.4.2. Trouby pružné

Materiály ze kterých jsou tyto trouby vyrobeny, vykazují nižší pevnostní parametry oproti troubám tuhým a také nižší kruhovou tuhost. Pružné trouby se pod tlakem zeminy nadloží a přitížení z povrchu terénu nebo vozovky deformují, proto přenáší zatížení zeminou a přitížení terénu do konstrukce trouby pouze částečně. Při deformaci dochází ke zmenšení průměru trub ve svislém směru a ke zvětšení průměru ve směru vodorovném. U toho typu trub je důležité dodržet stanovenou míru zhutnění lože a bočního obsypu. Funkčnost a bezproblémový provoz stokové sítě vybudované z pružných trubních systémů je nejvíce ze všech trubních materiálů závislý na dodržování předepsaných technologických postupů ze strany dodavatele během procesu pokládky potrubí. Do této skupiny trubních materiálů využívaných při stavbě stokových sítí patří především, potrubí z PVC (polyvinylchloridu), polypropylenu (PP), polyetylenu (PE) a skelného laminátu (ČVTVHS, 2003).

Trouby z polyvinylchloridu (PVC)

Tento materiál se vyznačuje vysokým modulem pružnosti, velmi dobrou chemickou odolností a příznivou cenou. Trouby z PVC nejsou odolné proti dlouhodobému působení koncentrovaných ropných produktů, ale snesou jejich občasný průtok následovaný průtokem odpadních vod normálního složení. Proti obrusu jsou tyto trouby dobře odolné, ovšem v porovnání s troubami z polypropylenu či polyetylenu je jejich odolnost z těchto tří materiálů nejnižší. U trub z PVC se doporučuje provádět pokládku pouze do minimální teploty 5°C nad nulou z důvodu pravděpodobnosti zabudování trub poškozených při dopravě a pokládce (trouby se při nižších teplotách stávají křehké). Na druhou stranu se trouby z PVC mohou požit jen pro transport odpadních vod, jejichž teplota je nižší jak 40°C. Další z negativních vlastností je také skutečnost, že při tepelném rozkladu, zejména při spalování uvolňuje velké množství chlorovodíku, což velice komplikuje jeho spalování nebo chemické zpracování sběrového materiálu (ČVTVHS, 2003).

Trouby z polypropylenu (PP)

Jedná se o poměrně nový typ materiálu (r. 1955), který se stal velmi oblíbeným i přes jeho vyšší cenu. Jde o vysoce výkonný materiál, který má optimálně vyvážený poměr mezi vysokou tuhostí a velmi dobrou houževnatostí. Trouby z PP vykazují extrémní odolnost vůči agresivním chemikáliím, z tohoto důvodu jsou již řadu let využívány jako transportní potrubí v chemickém průmyslu. Polypropylen vykazuje nejvyšší odolnost proti obrusu ze jmenovaných plastů a má též vynikající rázovou odolnost i při teplotách hluboko pod bodem mrazu (-15°C)

se nestává křehkým, lze tedy trouby z PP pokládat i v zimním období. Další výhodou trub z PP je podstatně vyšší teplotní odolnost, tudíž mohou odvádět odpadní vody až o krátkodobé teplotě 90°C a dlouhodobé teplotě 60°C. Nelze opomenout též ekologické vlastnosti, jelikož PP je složen pouze z atomů uhlíku a vodíku, je plně recyklovatelný (ČVTVHS, 2003).

Trouby z polyetylenu (PE)

Pro výstavbu stokových sítí uložených v zemi je třeba zásadně používat trub z vysokohustotního polyetylenu PE-HD (High Density). Polyetylen nízkohustotní PE-LD (Low Density) se v dnešní době využívá především pro výrobu folií, izolačních hmot a pro obalovou techniku. Trouby z PE mají chemickou odolnost srovnatelně stejnou jako u PVC, avšak v případě výskytu specifických chemických látek v odpadní vodě jako je chlór, ředidla apod. je třeba vhodnost použití konzultovat s výrobcem. Odolnost proti obrusu je srovnatelná s troubami z PP, je tedy mírně vyšší jak u PVC. Trouby z PE mají i vyhovující rázovou odolnost, lze je tedy provádět pokládku i v mrazech (do -10°C). Teplotní odolnost se liší podle výrobce, lze ale obecně říci, že lze trouby z PE použít pro transport odpadních vod s krátkodobou teplotou do 60°C a dlouhodobou teplotou do 50°C. Polyetylen je též plně recyklovatelný (ČVTVHS, 2003).

Trouby ze skelného laminátu

Jedná se o trouby ze skelných vláken, které jsou vyztužené polyesterovou nebo epoxidovou pryskyřicí. Trouby ze skelného laminátu dobře odolávají chemickému působení běžných odpadních vod a nevykazují při nižších teplotách výrazné změny svých fyzikálně mechanických vlastností. Je však nutno dodat, že na sklolaminátových troubách se při pádu tělesa na stěnu (kameny při zásypu) nebo při pádu trouby na zpevněný povrch mohou objevit praskliny na vnitřní vrstvě. Teplotní odolnost trub pro stokování z tohoto materiálu je v rozmezí -40°C až +35°C, při krátkodobém působení až 60°C. Pokládka potrubí je možná až do -20°C. Z ekologického hlediska nemůžeme v tomto případě hovořit o materiálu šetrném k přírodě, vzhledem k tomu, že materiál obsahuje pryskyřice, musíme jej likvidovat jako nebezpečný odpad (ČVTVHS, 2003). Nejčastěji jsou tyto trouby využívány u profilů větších než DN 600.

4.4.4.3. Trouby polotuhé

Tyto trouby se pod vlivem vnějšího zatížení deformují jen mírně, což však postačuje k tomu, aby se část zatížení přenesla do bočního obsypu trub. Výborné

mechanické vlastnosti těchto trub a jejich spojů výrazně omezují vliv způsobu jejich uložení na jejich namáhání. Výstavba stok z tohoto druhu trub je výrazně jednodušší než u ostatních druhů a značně snižuje možný negativní vliv lidského faktoru. Příkladem polotuhých trub jsou trouby z tvárné litiny (ČVTVHS, 2003).

Trouby z tvárné litiny

Trouby určené pro transport odpadních vod jsou zevnitř vyloženy cementovou maltou na bázi hlinitanového cementu. Tvárná litina je litina s kuličkovým grafitem a jedná se o tvárný a odolný materiál se schopností snášet značné deformace. Tento trubní materiál lze použít jak při výstavbě nových stokových gravitačních sítí a delších sběračů, zejména však při výstavbě tlakových potrubí (ČVTVHS, 2003). Jednou z výhod tvárné litiny je i možnost uložení potrubí v extrémních podmínkách v oblastech s méně stabilním podložím, pod budovami či při suterénním rozvodu (Woolley, 1999). Hlavní nevýhodou těchto trub je jejich vyšší hmotnost a z toho vyplývající náročnější manipulace a vyšší cena (ČVTVHS, 2003).

4.5. Objekty na stokové síti

Stoková síť je tvořena stokovými úseky a objekty. Objekty se navrhují pro zajištění správné funkce stokové sítě a pro bezpečné provádění všech potřebných úkonů při kontrole, čištění a údržbě stok (Hlavínek a kol., 2001). Návrh, výstavba a provoz objektů se řídí normou ČSN 75 6101, případně dalšími normami nebo předpisy provozovatelů. Dle již jmenované normy je možné na stavbu objektů na stokové síti použít prostý beton, beton s rozptýlenou ocelovou výztuží nebo jinou výztuží, železobeton, vhodné plasty, sklolaminát, kanalizační cihly, stavební dílce a další materiály obdobných užitných vlastností jako materiál stok. Vnitřní povrchy objektů mají mít stejnou odolnost vůči účinkům protékajících odpadních vod jako příslušné stoky, aby byla zajištěna jejich stejná životnost. Dále norma říká, že vstupní otvory objektů na stokové síti musí odpovídat ČSN EN 124. Obvykle se vybavují kruhovými (většinou litinovými) poklopy, které musí být bezpečné proti účinkům jedoucích vozidel.

Podle účelu dělíme stokové objekty na (Hlavínek a kol., 2001):

- vstupní šachty,
- spojné šachty, spojné komory,
- rozdělovací komory,
- spadiště a skluzy,
- vpusti,

- lapače splavenin,
- kanalizační přípojky,
- shybky a podchody pod dráhou a silničnímu komunikacemi,
- proplachovací objekty,
- odlehčovací komory,
- dešťové nádrže,
- větrací zařízení,
- výustní objekty,
- čerpací stanice.

4.5.1. Vstupní šachty

Zřizují se na stokách všech rozměrů a slouží ke kontrole funkce stokové sítě, k revizi technického stavu jednotlivých stok, k provádění oprav, čištění a větrání. Navrhují se zejména v místech, kde se mění směr, sklon a rozměr potrubí, na horním konci každé stoky v a místech spojení dvou nebo více stok menších rozměrů, pokud v těchto místech nejsou nahrazeny jiným objektem, který splňuje současně i funkci vstupní šachty. V přímých úsecích se umisťují v maximální vzdálenosti 50 m (Čížek a kol., 1970, Synáčková, 2010a)

4.5.2. Spojné šachty a spojné komory

Jsou jistou variací vstupních šachet. Jsou to objekty, které slouží ke spojení více než dvou potrubí do jmenovité světlosti DN 400. Umožňují vyrovnání výškového rozdílu dvou stok a změn příčného profilu stoky (Hlavínek, 2001, ČSN 76 6101).

Dle normy ČSN 75 6101 se spojné komory používají tam, kde se spojují stoky jmenovité světlosti DN 500 a větší.

4.5.3. Rozdělovací komory

Rozdělovací komory jsou objekty s opačnou funkcí, než mají spojné komory. Jedná se o objekty, usměrňující přítok jednou stokou do dvou a více stok na odtoku z komory (Nysl, Synáčková, 1998).

4.5.4. Spadiště a skluzy

Spadiště

Spadiště je objekt, který umožňuje překonání vyšších výškových rozdílů stupněm ve dně stoky, aby nebyly překročeny maximální povolené rychlosti ve stoce. Je rozděleno na dvě části – šachtu a odtokové potrubí. Pomocí

odtokového potrubí jsou odvedeny malé průtoky (tzv. bezdeštný průtok) (Nypl, Synáčková, 1998, CERM, 2003,).

Výška spadiště je omezena normou ČSN 75 6101. Při jmenovité světlosti stoky DN 250 až DN 400 nemá výška spadiště přesahovat 4 m. Pro stoky jmenovité světlosti DN 450 až DN 600 je maximální výška 3m. Spadiště pro větší stoky se navrhuje individuálně.

Skluzy

Slouží k překonání velkého sklonu, kdy se rychlosti odváděného média pohybují až do 10 m.s^{-1} . Je nutné, aby byly upraveny proti negativním účinkům velkých rychlostí, tj. budují se z odolného materiálu jako například železobetonové stavby obložené čedičem, lomovým kamenem či kameninou apod. (Synáčková, 2008, Milerski a kol., 2005).

4.5.5. Vpusti

Jedná se o objekty na splaškové kanalizaci a slouží k odvodnění vozovek, chodníků a zpevněných ploch. Jsou součástí komunikačních staveb. Rozeznáváme tři základní typy vpustí (Hlavínek a kol., 2001):

- uliční vpust,
- chodníková vpust,
- horská vpust.

4.5.6. Lapák splavenin

Lapáky splavenin se navrhuje v případě odvodňování extravišanu otevřenými příkopy do trubní sítě. Zabraňuje se tak vniknutí nečistot do stokového systému (Hlavínek a kol., 2001).

4.5.7. Kanalizační přípojky

Kanalizační přípojky slouží k přivádění odpadních vod do stokové sítě z nemovitostí a odvodnění zpevněných ploch. Zásady návrhu kanalizačních přípojek jsou dány normou ČSN 75 6101. Nejmenší přípustný profil přípojky je DN 150 se sklonem 20 ‰, pro přípojky s profilem DN 200 je minimální sklon stanoven na 10 ‰. Maximální dovolený sklon kanalizační přípojky je 400 ‰. Kanalizační přípojka má být co nejkratší, v jednotném sklonu, v přímém směru, kolmá na stoku a stejného profilu. Přípojky lze zaústit do vstupních šachet.

4.5.8. Shybky a podchody pod dráhou a silničními komunikacemi

Shybky

Jsou to objekty na stokové síti, které slouží k převedení odpadních vod pod překážkami (jinými stokami, vodními toky, komunikacemi apod.) v případě, kdy niveleta stoky je ve stejné úrovni jako překážka a nelze ji snížit tak, aby odpadní vody protékaly pod překážkou samospádem s volnou hladinou. Shybky mohou být jak jednoramenné, tak víceramenné. Jednoramenné shybky se navrhují při velmi rovnoměrném přítoku odpadních vod ke shybce, nebo tam, kde je možné na jednotné stokové soustavě přívalové deště ještě před shybkou oddělit (Hlavínek a kol., 2001).

Podchody pod dráhou a silničními komunikacemi

Způsob stavby podchodu se stanovuje podle místních podmínek. Podchod by měl být navržen kolmo ke křížené překážce a stoka se v tělese podchodu zabezpečuje ochranným potrubím většího profilu. Kanalizační podchody se budují jako stoky trubní nebo zděné. Přednostně se při výstavbě volí způsob hloubení bez výkopové technologie. (Nypl, Synáčková, 1998, Synáčková, 2010)

4.5.9. Proplachovací objekty

Proplachovací šachty jsou objekty na stokové síti, které slouží k proplachování stok s výjimkou vrcholových úseků, pro které jsou určeny **proplachovací komory**. Navrhují se tam, kde odpadní vody nemají dostatečnou unášecí sílu a v ročním průměru dochází k usazování splavenin a následnému zanášení stok. Proplachovací šachta je podobná vstupní šachtě, má ale na odtoku osazeno stavítka. Rám stavítka je zabetonován do stěny šachty. Zahrazením stavítka se voda vystaví do určité výšky a otevřením stavítka se pak vytvoří povodňová vlna, která spláchne splaveniny (Hlavínek a kol. 2001).

4.5.10. Odlehčovací komory

Odlehčovací komory se budují na jednotné stokové soustavě. Tyto komory vytvářejí přímou spojitost mezi vodním tokem a stokovou sítí. Za deště, při dosažení určeného průtoku, vstoupí do funkce odlehčovací komora a větší průtoky se přelíjí do recipientu. Do recipientu se tak dostává zředěné fekální znečištění i ostatní druhy znečišťujících látek (Šrytr a kol. 1998).

4.5.11. Dešťové nádrže

Navrhují se obvykle ve větších městech na jednotné stokové soustavě. Tyto nádrže spojují dvě funkce. Jednak mají za úkol působit jako retenční, tedy zploštit povodňovou vlnu, zároveň pak mají zachytit počáteční dešťový příval a ten pak v době bezdeštného průtoku vrátit zpět do stokové sítě, což zajišťuje ochranu recipientu před znečištěnými vodami z urbanizovaného území.

Podle druhu a funkce se rozlišují (Šrytr a kol., 1998):

- retenční nádrže,
- průtočné nádrže,
- záchytné nádrže,
- usazovací nádrže,
- kombinované nádrže.

4.5.12. Větrací zařízení

V případě, že je nebezpečí hromadění plynů, se v současné době větrání dociluje v nejvyšší šachtě, která je společná pro dvě stoky. Dno uliční stoky, pro niž je šachta větrací, je minimálně 5 cm nad výpočtovou hladinou v průběžné stoce tzv. slepé zaústění, které rovněž umožňuje propojení stokové sítě (Nypl, Synáčková, 1998).

4.5.13. Výustní objekty

Výustní objekty jsou zařízení na vypouštění odpadních vod do vodních toků nebo nádrží, mají podpořit promísení přiváděných odpadních vod s vodou v recipientu. Tyto objekty bývají často vystaveny silným účinkům proudící vody, a proto je třeba věnovat velkou pozornost jejich zakládání (Hlavínek a kol. 2001).

4.5.14. Čerpací stanice

Potřebu čerpání odpadních vod si obvykle vyžádá plochý terén odvodňovaného území, kde při návrhu stokové sítě nelze dosáhnout ani minimálního sklonu stok. Dalšími důvody pro zřízení čerpací stanice jsou například (Hlavínek a kol., 2001, Nypl, Synáčková, 1998):

- odpadní vody je třeba převést přes rozvodnici do povodí, ve kterém je ČOV, případně recipient,
- překonání překážek na trase,
- krytí kmenových stok narůstá nad hospodárnou míru.

Nutnost přečerpávat odpadní vody v odvodňované oblasti může být argumentem k návrhu oddílné soustavy stok (Nypl, Synáčková, 1998).

4.6. Stavba stok

Podle technologického postupu a použité mechanizace se rozlišují dva základní způsoby výstavby stok:

- **tradiční způsob** v pažené rýze nebo v otevřeném zářezu,
- **speciální způsob** podpovrchové výstavby bezvýkopovými technologiemi.

Stanovení způsobu výstavby závisí především na poloze trasy kanalizace (extravilán nebo intravilán), hloubce stoky, geologických a hydro geologických poměrech, profilu stoky a výskytu různých přírodních a umělých překážek, jako jsou terénní nerovnosti, komunikace, vodní toky apod. (Chejnovský, 2007). Zemní práce se řídí normou ČSN 73 3050.

4.6.1. Stavba stok v otevřeném výkopu

Tento způsob výstavby, se používá v případech, kde hloubka zakládání je do cca 6 m, výjimečně 8 m (s ohledem na ekonomické hledisko) a kde to umožňují místní podmínky. Z hlediska zakládání se rozlišují 2 druhy výkopu (PVS, 2009):

- nepažený výkop (svahovaná rýha),
- pažený výkop.

Nepažený výkop

Používá se v případě, že se stavba nachází ve volném prostoru s minimálním množstvím inženýrských sítí, obvykle v hloubkách do 4 – 5 m, pokud možno nad hladinou podzemní vody (PVS, 2009).

Pažený výkop

Tento způsob výstavby se používá v případech, které nespádají do podmínek pro použití nepaženého výkopu. Volba pažení je odvislá od geologických podmínek. Pažení se používá různého druhu, například pažení příložné, zátažné, hnané, pažící boxy. Šířka rýhy se stanovuje z šířky nezbytné pro zřízení konstrukce stoky, tedy světlá šířka stoky + minimální šířka doplňujících konstrukcí a k tomu ještě přičtena šířka konstrukce pažení (PVS, 2009).

4.6.2. Stavba stok bezvýkopovými technologiemi

Tyto technologie se využívají pro provedení pokládky nových stok nebo jejich sanace, renovace, opravy apod. bez nutnosti narušení povrchu. V současné době se také využívají hojně pro budování nových přípojek inženýrských sítí (Thomson J. C., 1993). Bezvýkopové technologie jsou obecně v porovnání s výstavbou v otevřeném výkopu finančně náročnější, nelze to však tvrdit vždy. Nastávají případy, kdy použití této technologie je z ekonomického hlediska výhodnější. Například v hustě zastavěných územích s plně využívanou dopravní infrastrukturou dochází často v případě použití výstavby v otevřeném výkopu k dopravnímu kolapsu, a s tím pak související náklady ze zpoždění, emise zplodin a hluku a ztráty na obratu vinou omezení přístupnosti pro zákazníky jsou pak podstatně vyšší, než náklady na stavbu bezvýkopovou technologií. Můžeme tedy říci, že v porovnání s tradiční otevřenou rýhou omezují bezvýkopové technologie i negativní účinky stavební činnosti na životní prostředí. Odpadá hlučnost, prašnost a zejména emise škodlivých plynů do ovzduší.

V České republice se výstavba bezvýkopovou metodou řídí evropskou normou ČSN EN 12889. Tuto normu však nelze použít pro technologie renovace stávajících stok a kanalizačních přípojek.

Základní rozdělení bezvýkopových technologií pro výstavbu podzemních sítí udává **Mezinárodní společnost pro bezvýkopové technologie** (The International Society for Trenchless Technology, dále jen ISST). Tyto technologie lze také rozdělit podle **způsobu nakládání se zemínou** (bez odběru zeminy – např. rozrušování, vytahování potrubí, vodorovné beranění s uzavřeným hrotem vodící trouby, s odběrem zeminy – např. příklepové vrtání zeminy, vodorovné propichování s rozšiřovací hlavou), podle **potřeby obsluhy** (s obsluhou – např. trubní protlak, bez obsluhy), podle **směrové přesnosti** (řízené, neřízené) a samozřejmě také podle druhu inženýrské sítě, pro kterou je bezvýkopová technologie prováděna.

Základní rozdělení bezvýkopových technologií dle ISST (2012):

- **pro novostavby (*new instalation*):**
 - horizontální řízené vrtání (*horizontal directional drilling - HDD*),
 - štítování a mikrotunelování s plně mechanizovaným razícím štítem (*pipejacking and microtunneling*),
 - šnekové vrtání (*auger boring*),
 - protlak beraněním (*pipe rating*),
 - propichovací kladivo – tzv. krtek (*impact moling*),
 - trubní protlak (*pilot tube*),

- **pro rekonstrukce potrubí (*renovation*):**
 - metody vyžadující předčištění potrubí:
 - nástřik cementové malty (*cement mortar lining - CML*),
 - epoxidový a polyuretanový nástřik (*epoxy and polyurethane linings*),
 - metody nevyžadující vyčištění potrubí:
 - vložka (výstelka) z termoplastu protažená rekonstruovaným potrubím a následně roztažená na stěny potrubí (*close-fit sliplining*),
 - vložka z PE nebo PVC spirálovitě navíjená do rekonstruovaného potrubí (*spiral wound lining*),
 - těsně přiléhající vystýlka z tvrdého plastu, která je zformována a polymerována až přímo v rekonstruovaném potrubí (*CIPP lining*),
 - tkaná vložka z polyethylenových vláken, která je vtažena do potrubí a následně „nafouknuta“ na požadovaný tvar (*woven hose lining*),
- **pro výměnu stávajícího potrubí (*replacement*):**
 - vložení nového potrubí do stávajícího potrubí (*slip lining*),
 - roztržení stávajícího potrubí a nahrazení novým (*pipe bursting, pipe splitting*),
 - „vystružování stávajícího potrubí a zároveň instalování potrubí nového (*pipe reaming*),
 - vytahování stávajícího potrubí a zároveň vtahování potrubí nového (*pipe extraction*),
- **pro opravu stávajícího potrubí (*repair*):**
 - injektáž epoxidovou pryskyřicí, maltou nebo chemickou směsí (*joint grouting*),
 - oprava na kratší úseky potrubí, těsnění zajišťují zpravidla pásky z nerezové oceli (*localized sealing*),
 - systém kombinující čištění tlakovou vodou a odsávání nečistot (*potholing for local repair – vacuum excavation system*),
 - oprava systémem „naplnění a vyprázdnění“ (*flood grouting*).

5. POPIS LOKALITY

Původně obec, nyní Městská část Praha – Řeporyje spadající pod správní obvod s pověřeným úřadem Praha 13, čítá 3883 obyvatel (stav k datu 31.12. 2010) a je zde evidováno 74 ulic, z toho jedna bezejmenná, s 932 adresami (MVČR, 2012). Nadmořská výška nádraží Řeporyje je 312,4 m n.m. (prahareporyje.cz, 2012). Kód katastrálního území je 745251 a kód obce je 554782 (ČÚZK, 2012). Městská část Praha – Řeporyje se nachází na jihozápadním okraji hlavního města Prahy, na počátku Dalejského údolí, které se rozkládá podél Dalejského potoka. Dle Statutu hlavního města Prahy je tvořena čtyřmi katastrálními územími (celými nebo jejich částmi), a to: Řeporyje, Stodůlky, Třebonice, Zadní Kopanina. Vymezení polohy viz obr. 1.



Obr. 1 - Vymezení polohy městské části Praha – Řeporyje (Mapy.cz, 2012)

Městská část v posledních letech zažila rozsáhlý „stavební boom“. Byla zde developery vystavena řada bytových domů i soukromých staveb. Od 90. let minulého století zde také probíhají projekční a stavební práce na odkanalizování. Současně probíhají též další investice do infrastruktury jako je plynofikace apod. Zastupitelé městské části společně s MHMP (Magistrát hlavního města Prahy) se zavázali, i s ohledem na směrnici Evropské unie 91/271/EHS, že kanalizace bude dokončena v roce 2015. V Městské části se nacházejí dvě základní školy, u Smíchovské ulice a u Ořešské ulice, mateřská škola se nachází v ulici K Závětinám, v těsné blízkosti základní školy u Ořešské ulice. O kulturní a sportovní

vyžití se kromě škol a zájmových organizací stará též TJ Sokol Řeporyje a místní knihovna (prahareporyje.cz, 2012).

5.1. Historie městské části Praha - Řeporyje

Nejstarší písemná zpráva o Řeporyjích pochází z roku 1277. Podle pověstí obec vznikla kolem cisteriánského kláštera, jehož mnišky se zabývaly dobýváním kořene léčivé rostliny - řepíku. Od řepo-ryjců tedy pochází název Řeporyje (prahareporyje.cz, 2012) Původně tedy malá vesnice Řeporyje se začala rozrůstat na svahy Dalejského potoka v polovině 19. století, do té doby byla ryze zemědělského charakteru. V té době bylo vybudováno množství usedlostí, které se dochovaly i do dnešních dnů. V mapách je vesnice zanesena již v době I. vojenského mapování. S názvem Řepora, je zanesena v období II. vojenského mapování.

Původně byly součástí katastrálního území Řeporyj také Velká a Malá Ohrada, které se však později staly součástí katastru Stodůlek. Rozvoji Řeporyj pomohlo především zavedení železniční trati ke konci 19. století (Praha - Most, Praha - Beroun). Na přelomu 19. a 20. století rozvoj pokračoval hlavně díky těžbě vápna - jihovýchodním směrem od tehdejší obce vznikly na začátku údolí Dalejského potoka lomy, kde se těží do dnešních dnů. Přistěhování dělníků do obce vedlo k rozvoji nové infrastruktury a rozšiřování obce, která byla roku 1919 povýšena na městys. S příchodem dělníků však začala obec ztrácet svůj zemědělský charakter. Jako farář v Řeporyjích působil tehdy mezi léty 1909 - 1912 spisovatel Jindřich Šimon Baar, mezi lidmi velmi oblíbený pro svá krásná kázání (prahareporyje.cz, 2012, praha.eu, 2012).

Po 2. světové válce dále pokračuje přeměna Řeporyj ze zemědělské obce na pražské předměstí. V roce 1974 v rámci velkého rozšiřování metropole byly Řeporyje k Praze připojeny.

V západní části městské části Řeporyje vznikla průmyslová zóna. Severně od nádraží bylo postaveno obří silo, které se pro své rozměry (povrch sila má asi 7000 m²) stalo nejvýraznější dominantou.

Znak a prapor byl městské části udělen 22. listopadu 2001 (prahareporyje.cz, 2012).

5.2. Historické budovy, příroda a zajímavosti

- Kostel svatých Petra a Pavla se nachází na nevysokém návrší jižní strany Řeporyjského náměstí. Tato církevní památka měla ojedinělou dispozici. Byla to románská centrální stavba z poloviny 12. století se čtvercovou lodí a čtyřmi

apsidami na bocích, k níž byla později přistavěna hranolová věž. Tuto vzácnou románskou stavbu v roce 1722 poničila barokní přestavba, při které byla původní loď nahrazena obdélníkovou novým kněžištěm. Na základě průzkumů z let 1900 - 01 byla provedena rekonstrukce původní stavby (praha.eu, 2012).

- Původní selské usedlosti se uchovaly v okolí Řeporyjského náměstí, bohužel většinou nejsou v příliš udržovaném stavu.
- Středověký skanzen Řepora je otevřen od roku 2002. Jeho hlavním záměrem je přiblížit nejširší veřejnosti středověké období ve věrohodně ztvárněném prostředí imaginární venkovské vsi, postavené z tradičních materiálů, vybavené replikami historických předmětů a oživené dobovými postavami a ději.
- Chráněná přírodní památka Prokopské údolí se nachází nedaleko, je zde možnost prozkoumat naučné stezky, které jsou zde vybudovány. Po geologické stránce jsou zajímavé například lomy Mušlovka nebo Požáry, lze zde nalézt i zkameněliny.
- Dva pomníčky připomínající památku padlých v obou světových válkách v ulicích Eichlerova a Ořešská.

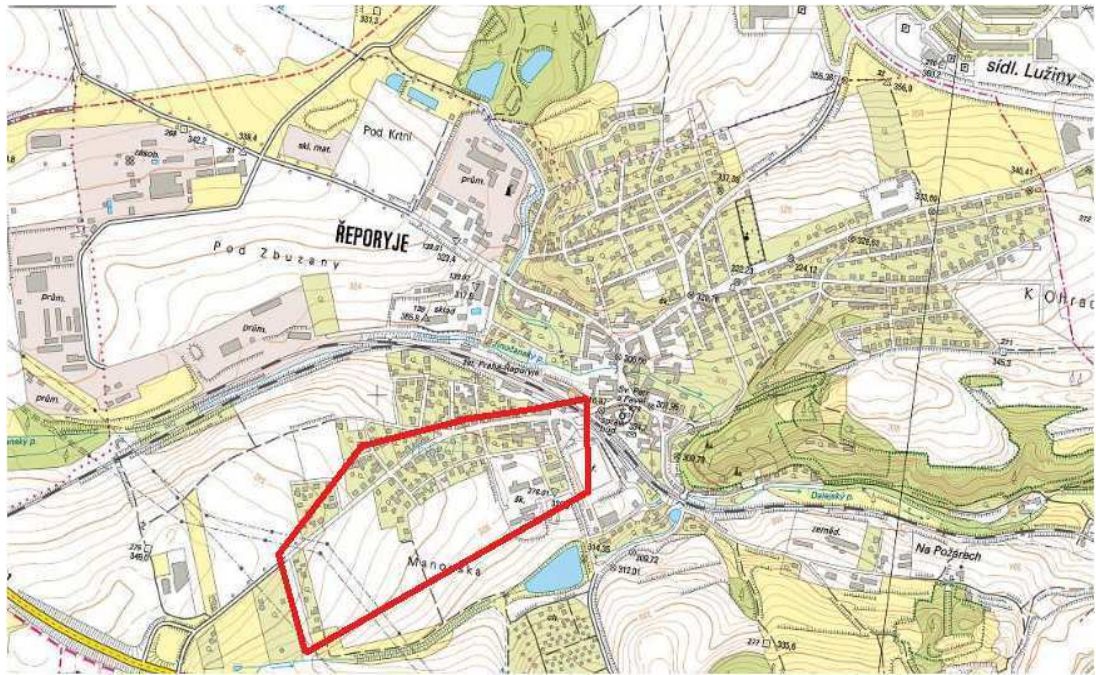
5.3. Současný stav odkanalizování

V městské části Praha - Řeporyje je v současné době na většině zastavěného území vybudován oddílný systém splaškové kanalizace. Doprava znečištěných odpadních vod je realizována jak gravitační kanalizací, tak vzhledem k terénním podmínkám i tlakovou a přečerpávanou kanalizací. V současné době jsou v městské části vybudovány 4 čerpací stanice splašků, které napomáhají odvádění splaškových vod do hlavního městského sběrače „P“, který odvádí splaškové vody na Ústřední čistírnu odpadních vod Praha. Dešťové vody jsou odváděny stávající dešťovou kanalizací, která byla vybudována v 70. letech minulého století. Většinou byla realizována na základě velmi zjednodušené dokumentace, která se nedochovala, polohu této kanalizace lze tedy určit pouze průzkumem povrchu terénu. Jelikož nejsou žádné dokumenty určující její přesnou polohu, je její průběh nutno považovat pouze jako pravděpodobný. Do této kanalizace jsou však ještě v současné době, v ulicích kde není postavena splašková kanalizace, nepovoleně napojeny i přepady z žump některých obytných objektů. Postupně se buduje nová dešťová kanalizace, která odvádí dešťové vody přímo do Dalejského potoka. Pro odvádění dešťových vod v dalších oblastech zájmového území se připravuje projektová dokumentace.

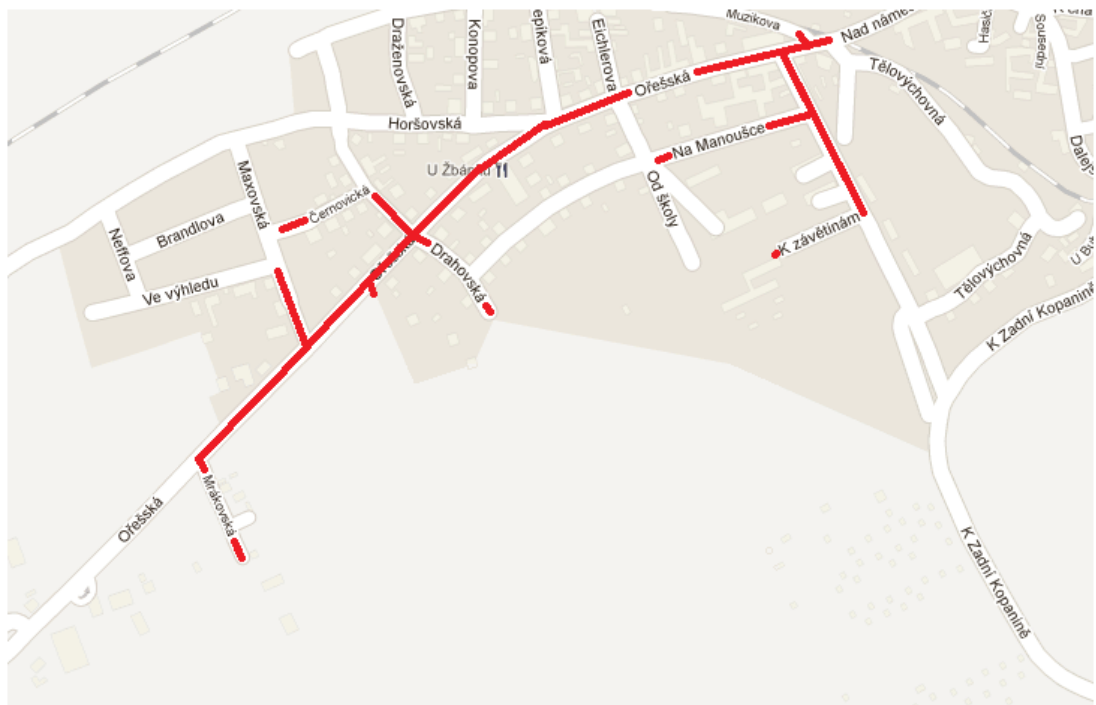
V současné době jsou v zásadě tři oblasti, které stále nejsou odkanalizovány, je zde však výstavba oddílné splaškové kanalizace plánována. První je v jihovýchodní části Řeporyj v ulici Dalejská a přilehlých ulicích jak směrem k Řeporyjskému náměstí, tak východním směrem do ulice Mládkova. Zde je navržena další čerpací stanice splašků, do které bude zaústěna jak tlaková kanalizace z ulice Dalejská, tak i gravitační stoka svádějící odpadní vody z ulic Ebrova, K Chaloupce a Sousední. Z ČS pak budou přes ukliďňovací šachtu výtlačným potrubím pokračovat splaškové vody gravitační stokou přes ČS 2 na Řeporyjském náměstí do městského sběrače „P“. Druhá je v severovýchodní části Řeporyj, která je ohraničena na severu ulicí Smíchovskou, na západě ulicí Všerubskou a Bílovskou a jižním směrem je předělena ulicí Loučnou, kde je splašková kanalizace již postavena a přivedena až do ulice K Velké Ohradě a do částí ulic Koterovská a Žílovská. Zde budou odpadní vody odváděny převážně pomocí gravitační kanalizace s výjimkou Koterovské ulice, kde bude vybudována tlaková kanalizace. Splaškové vody z této oblasti se prostřednictvím již vybudované stoky v ulici Loučná opět svedou do městského sběrače „P“, který odvádí znečištěné vody na Ústřední čistírnu odpadních vod Praha. (PPU spol. s r.o., 2011). Třetí, poslední oblast je v ulici Ořešská a přilehlých ulicích K Závětinám, Na Manoušce, Drahovská, Černovická, Ve Výhledu a Mrákovská (dále jen lokalita Ořešská). Tato práce se bude podrobněji věnovat právě této třetí lokalitě.

5.4. Lokalita Ořešská

Řešenou plochou je okolí ulice Ořešská s přilehlými ulicemi K Závětinám, Na Manoušce, Drahovská, Černovická, Ve Výhledu a Mrákovská. Toto území je v jihozápadní části Řeporyj sahající až k železniční trati vedoucí jižně od Řeporyjského náměstí. Ulice Ořešská slouží nejen jako propojení centra Řeporyj s přilehlými obcemi, ale i jako jedna z přístupových cest na Pražský okruh, který je situován v těsné blízkosti městské části Praha - Řeporyje. Polohu lokality v rámci městské části Praha - Řeporyje přibližují obr. 2 a 3. Fotodokumentace z řešené lokality je umístěna v přílohách viz obr. 4 -10.



Obr. 2 - Poloha ulice Ořešská a přilehlých ulic (ČÚZK, 2012).



Obr. 3 - Detail umístění lokality v rámci Řeporyj (maps.google.com, 2012).

5.4.1. Morfologické a geologické poměry

Podle regionálního morfologického členění patří městská část Praha - Řeporyje Pražské plošině, k Unhošťské tabuli. Povrch zájmového území je poměrně členitý. Na modelování terénu měla výrazný vliv erozní činnost Dalejského potoka a jeho přítoků a rovněž odolnost pevnějších hornin skalního podloží k denudaci. Morfologicky se uplatňují i odřezy a násyp železniční trati na okraji

Řeporyj. Nejvýše leží severní část území Řeporyje, v prostoru ulice Radouňova s nadmořskou výškou cca 343 m n.m. a nejniže se nachází jihovýchodní okraj území v údolí Dalejského potoka ležící ve výšce cca 295 m n.m.. Širší zájmové území leží v severozápadním křídle barrandienského synklinoria. **Geologická stavba** širšího okolí je poměrně složitá, nacházejí se zde horniny ordovického a silurského stáří, které jsou zde intenzivně zvrásněny a porušeny četnými dislokacemi. V ordoviku a siluru se zde uplatnila i vulkanická činnost (K + K, 2001).

Skalní podloží vlastního území je tvořeno ordovickými horninami kosovského, královodvorského a bohdaleckého souvrství a silurskými liteňskými břidlicemi. Kosovské souvrství je zastoupeno drobami, drobovými břidlicemi, křemitými pískovci a křemenci. Královodvorské souvrství tvoří jílovité břidlice. Bohdalecké souvrství je tvořeno slídnatými jílovitými břidlicemi, místy proraženými diabázovými horninami. Liteňské souvrství je zastoupeno jílovitými graptolitickými břidlicemi (K + K, 2001).

Pokryvné útvary jsou v zájmovém území zastoupeny deluviálními sedimenty, eolitickými sedimenty a fluviálními sedimenty holocenních náplavů a navážkami. Deluviální sedimenty jsou v zájmovém území zastoupeny písčitými a jílovitými hlínami s obsahem četných úlomků a kamenů zvětralých břidlic, pískovců a diabázů. Eluviální sedimenty tvoří spraše a sprašové hlíny. Navážky tvoří konstrukční vrstvu i podloží komunikace. Jedná se převážně o písky a hlíny s úlomky a kameny, místy se může jednat i o stavební odpad (K + K, 2001)

5.4.2. Hydrogeologické poměry

Množství podzemní vody v řešeném území je z velké části závislé na množství a rozložení atmosférických srážek a schopnosti geologického prostředí tyto vody zasakovat. Zasakování je především ovlivněno petrografickým složením hornin, jejich rozpuštěním a obsahem jílové složky v zeminách pokryvných útvarů. Z hlediska chemismu jsou podzemní vody ordoviku a siluru v zájmovém území neagresivní svojí tvrdostí a kyselostí, neagresivní až slabě agresivní obsahem CO₂ a neagresivní až středně agresivní obsahem síranů. Podzemní vody v prostředí pokryvných útvarů mají vydatnost závislou na množství a rozložení atmosférických srážek a zrnitostním složení zemin (K + K, 2001).

Hladina podzemní vody je tedy značně proměnlivá, proto je třeba předpokládat, že stavební a výkopové práce související s výstavbou kanalizace bude podzemní voda zásadně ovlivňovat.

5.4.3. Druhy pozemků

Převážná část pozemků v řešené lokalitě je klasifikována jako ostatní plocha, pouze v jednom případě se jedná o ornou půdu (ČÚZK, 2012). Většina pozemků je v současnosti využívána jako komunikace nebo chodníky, pouze v případě pozemku číslo 1707/12, který je v majetku Českých drah a.s., se jedná o železniční přejezd.

6. NÁVRH ODKANALIZOVÁNÍ LOKALITY OŘEŠSKÁ

6.1. Výpočet množství splaškových vod

Podmínky pro dimenzování stok oddílné splaškové kanalizace jsou dány ČSN 75 6101. Vzhledem k tomu, že se lokalita nachází na území hlavního města Prahy, bude se výpočet řídit předpisem „Městské standardy vodárenských a kanalizačních zařízení na území hl. m. Prahy“ z roku 2009.

Množství splaškových vod se vyjadřuje hodnotou průtoku [l/s] a odvozuje se z počtu ekvivalentních obyvatel, které se rozdělí na trvale žijící obyvatele, pracovní příležitosti a průmysl. Pro současný stav se uvažuje specifická hodnota spotřeby vody shodná s Generelem odvodnění hlavního města Prahy a to 150 l/os.den. Pro výhledový stav se uvažuje specifická hodnota spotřeby vody taktéž shodná s Generelem odvodnění hlavního města Prahy tedy 180 l/os.den. Ve výhledovém stavu splaškového průtoku musí být zohledněn výhledový stav obyvatelstva, vybavenosti, průmyslu a opatření ovlivňující spotřebu vody.

Postup výpočtu

Denní průtok splašků

- Splaškový průtok Q_0 odvozený z počtu trvale žijících obyvatel:

$$Q_0 = \frac{q_0 \times N_0}{86400}$$

kde N_0 je počet připojených trvale žijících obyvatel,
 q_0 je specifická spotřeba obyvatel, konstantní pro celou síť [l/ob.den],
 Q_0 je denní průtok splašků od trvale žijících obyvatel [l/s].

- Splaškový průtok Q_{pp} odvozený z počtu pracovních příležitostí:

$$Q_{pp} = \frac{q_{pp} \times N_{pp}}{86400}$$

kde N_{pp} je počet pracovních příležitostí,
 q_{pp} je specifická spotřeba pro 1 pracovní příležitost [l/PP.den],
 Q_{pp} je denní průtok splašků od pracovních příležitostí [l/s].

- Vtok průmyslových, technologických a ostatních vod se zahrnuje podle hodnot uvedených z jednotlivých závodů a provozoven s uvážením výhledové produkce odpadních vod.

$$Q_{pr} = \sum_{n=1}^n Q_{pr}$$

kde Q_{pr} je celkový vtok průmyslových odpadních vod [l/s].

- Celkový denní průtok splašků:

$$Q_{24} = Q_o + Q_{pp} + Q_{pr} \quad [l/s]$$

- Maximální průtok splaškových vod:

$$Q_{max} = \frac{Q_{24}}{24} \times k_h \quad [m^3/h]$$

kde Q_{24} je celkový denní průtok splašků v jednotkách m^3/h

k_h je součinitel maximální hodinové nerovnoměrnosti viz tab. 1

- Minimální hodinový průtok splaškových vod:

$$Q_{h,min} = \frac{Q_d}{24} \times k_{min} \quad [l/h]$$

kde Q_d je celkový denní průtok splašků v jednotkách m^3/den

k_{min} je součinitel minimální hodinové nerovnoměrnosti viz tab. 1

Tab. 1- Hodinové nerovnoměrnosti splaškových vod dle ČSN 75 6101.

Počet připojených obyvatel	30	40	50	75	100	300	400	500
Součinitel maximální hodinové nerovnoměrnosti [k_h]	7,2	6,9	6,7	6,3	5,9	4,4	3,5	2,6
Součinitel minimální hodinové nerovnoměrnosti [k_{min}]	0	0	0	0	0	0	0	0
Počet připojených obyvatel [tis.]	1	2	5	10	20	30	50	100
Součinitel maximální hodinové nerovnoměrnosti [k_h]	2,2	2,1	2,0	2,0	1,9	1,8	1,7	1,5
Součinitel minimální hodinové nerovnoměrnosti [k_{min}]	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5

Stoky splaškové kanalizace se dimenzují na:

$$Q_{dim} = 2 \times Q_{max} [m^3/h]; [l/s]$$

Důvodem této „stoprocentní rezervy“ v potrubí je snaha, aby plnění v kruhovém kanalizačním potrubí se uskutečnilo jen do poloviny, tj. pod úroveň připojení domovních přípojek. Ty se do stoky zaústí do osy potrubí nebo ve dvou třetinách její výšky. Domovní přípojka tak nebude zaplavována splaškovými vodami ze stoky, pevné nečistoty se v ní nebudou usazovat a tudíž nezapříčiní neprůchodnost domovní přípojky. Dalším důvodem je zde velmi důležitá funkce kontroly a údržby stok (Synáčková, 2010b).

Řešená lokalita bude odvodněna dvěma hlavními stokami, které jsou navrženy jako pokračování již vybudovaných stávajících stok. Do těchto hlavních stok jsou zaústěny stoky, které odvodňují okolní ulice zájmového území. Stoky jsou pojmenovány podle jejich předchozích částí, tedy „Stoka H - 3. část“ a „Stoka 1B - 2. část“. Výpočet množství splaškových vod byl tedy proveden na tyto dvě hlavní stoky viz tab. 2.

Návrhové parametry

Tab. 2 - Hodnoty průtoků splašků hlavních stok.

Stoka H - 3. část		Stoka 1B - 2. část	
q_o [l/ob.den]	180	q_o [l/ob.den]	180
N_o [obyv.]	180	N_o [obyv.]	112
Q_o [l/s]	0,375	Q_o [l/s]	0,233
q_{pp} [l/ob.den]	60	q_{pp} [l/ob.den]	60
N_{pp} [obyv.]	100	N_{pp} [obyv.]	200
Q_{pp} [l/s]	0,069	Q_{pp} [l/s]	0,139
Q_{24} [l/s]	0,444	Q_{24} [l/s]	0,372
Q_{24} [m ³ /h]	1,60	Q_{24} [m ³ /h]	1,34
k_h	5,3	k_h	5,81
Q_{24} [m ³ /den]	38,4	Q_{24} [m ³ /den]	32,16
Q_{max} [m ³ /h]	8,48	Q_{max} [m ³ /h]	7,79
Q_{max} [l/s]	2,36	Q_{max} [l/s]	2,16
k_{min}	0	k_{min}	0
Q_d (Q_{24} [m ³ /den])	38,4	Q_d (Q_{24} [m ³ /den])	32,16
$Q_{h,min}$ [l/h]	1,6	$Q_{h,min}$ [l/h]	1,34
Q_{dim} [l/s]	4,71	Q_{dim} [l/s]	4,33

Z vypočtených hodnot Q_{dim} lze usoudit, že v dané lokalitě bude dostačující navržená dimenze gravitačního potrubí DN 300 i v případě možného budoucího napojení dalších stok.

6.2. Návrh řešení

Stávající kanalizace, na které jsou navržené stoky napojeny, patří do pražské stokové sítě, konkrétně do povodí kmenové stoky „P“, která odvádí znečištěné vody na Ústřední čistírnu odpadních vod Praha v Troji.

Byly navrženy dvě hlavní splaškové gravitační stoky, které jsou zaústěny do koncových šachet stávajících stok s převýšením dle Městských standardů. Nové stoky jsou navrženy jako pokračování již vybudovaných stok. Jmenovitě se jedná o stoky H - 3. část a 1B - 2. část. Do těchto dvou hlavních stok jsou zaústěny další stoky odvodňující přilehlé ulice v zájmovém území. Jedná se o stoky převážně s gravitačním způsobem dopravy splašků, kromě stoky v ulici Mrákovská, kde byla s ohledem na morfologii terénu navržena tlaková kanalizace. Stoky jsou vedeny ve stávajících komunikacích. Při návrhu gravitačních stok byly dodrženy doporučené minimální sklony stok, nepředpokládá se tedy nutnost proplachu stok z důvodu zanášení vlivem sedimentace. Gravitační stoky byly navrženy z kameninového potrubí s revizními šachtami ve výškových a sklonových lomech v maximální vzdálenosti 50 m. Tlaková kanalizace byla navržena z IPE potrubí. Navrhovaná kanalizace je splašková a tedy není možno do ní zaústovat dešťové vody. Přehledná situace zájmového území viz výkresová příloha č. 1.

6.2.1. Popis jednotlivých stok

Stoka 1B - 2. část

Stoka je navržena jako splašková gravitační kanalizace v severní části Ořešské ulice u železničního přejezdu a je vedena až před křižovatku s ulicí Od školy, kde je ukončena. Je napojena na již vybudovanou první část stoky 1B DN 300, která vede přes Řeporyjské náměstí, kde je napojena na čerpací stanici splašků. V prvním úseku stoky mezi šachtami 6 a 7 je vedena stoka pod železniční tratí. Tento úsek je dlouhý 29,58 m a je navržen na doporučení inženýrsko-geologického průzkumu bezvýkopovou technologií -protlakem. Tato stoka odvádí splašky přímo z nemovitostí z části Ořešské ulice a jsou na ni napojeny stoky 1Ba, 1B3 a 1B3a. Situace návrhu stok viz výkresová příloha č. 2. Podélný profil stoky viz. výkresová příloha č. 4.

Celkem je navrženo:

- kameninové potrubí o profilu DN 300 délky 275,56 m,
- nové revizní šachty - 5 ks,
- stavba bude prováděna v otevřeném paženém výkopu, úsek pod tratí ČD protlakem.

Stoka 1Ba

Stoka je navržena jako splašková gravitační kanalizace napojující se na stoku 1B - 2. část. DN 300 v šachtě 9 a odvádí splašky z nemovitostí v boční ulici Muzikova vedoucí k nádraží. V koncové šachtě je možnost napojení nádražních objektů. Podélný profil stoky viz výkresová příloha č. 5.

Celkem je navrženo:

- kameninové potrubí o profilu DN 300 délky 13,07 m,
- nové revizní šachty - 1ks,
- stavba bude prováděna v otevřeném paženém výkopu.

Stoka 1B3

Stoka je navržena jako splašková gravitační kanalizace napojená na stoku 1B - 2. část. DN 300 v šachtě 10 a odvádí splašky z nemovitostí v ulici K Závětinám. Na stoku se v šachtě 3 napojuje navrhovaná stoka 1B3a. Podélný profil viz. výkresová příloha č. 6.

Celkem je navrženo:

- kameninové potrubí o profilu DN 300 délky 256,05 m,
- nové revizní šachty - 9 ks,
- stavba bude prováděna v otevřeném paženém výkopu.

Stoka 1B3a

Stoka je navržena jako splašková gravitační kanalizace napojující se na stoku 1B3 DN 300 v šachtě 3 a odvádí splašky z nemovitostí v ulici Na Manoušce. Podélný profil viz výkresová příloha č. 7

Celkem je navrženo:

- kameninové potrubí o profilu DN 300 délky 150,54 m,
- nové revizní šachty - 4 ks,
- stavba bude prováděna v otevřeném paženém výkopu.

Stoka H - 3. část

Stoka je navržena jako gravitační splašková kanalizace napojující se v Eichlerově ulici na již vybudovanou stoku H - 2. část DN 300. Stoka je vedena dále Ořešskou ulicí až do křižovatky s ulicí Mrákovskou, kde je severně za hranicí vozovky ukončena. Stoka je ukončena za hranicí komunikace, aby v případě kdy dojde k výstavbě například rodinných domů na přilehlých pozemcích a následně výstavbě kanalizace, nedošlo k narušení komunikace a s tím spojeným komplikacím s dopravou při napojování nové kanalizační stoky. Stoka H - 3. část odvádí přímo splašky z nemovitostí z části ulice Ořešské a napojují se na ni stoky H3, H4, H5, H6 a H1T. Situace návrhu stok viz výkresová příloha č. 3. Podélný profil stoky viz výkresová příloha č. 8.

Celkem je navrženo:

- kameninové potrubí o profilu DN 300 délky 579,14 m,
- nové revizní šachty - 17 ks,
- stavba bude prováděna v otevřeném paženém výkopu.

Stoka H3

Stoka je navržena jako gravitační splašková kanalizace, napojující se v šachtě 14 na stoku H - 3. část DN 300 a odvádí splašky z nemovitostí z části ulice Drahovské mezi ulicemi Ořešskou a Na Manoušce. Podélný profil stoky viz výkresová příloha č. 9.

Celkem je navrženo:

- kameninové potrubí o profilu DN 300 délky 77,28 m,
- nové revizní šachty - 3 ks,
- stavba bude prováděna v otevřeném paženém výkopu.

Stoka H4

Stoka je navržena jako gravitační splašková kanalizace napojující se na stoku H - 3. část DN 300 v šachtě 14 a odvádějící splašky z nemovitostí z části ulice Drahovské, mezi ulicemi Ořešskou a Černovickou, a z ulice Černovické. Podélný profil stoky viz výkresová příloha č. 10.

Celkem je navrženo:

- kameninové potrubí o profilu DN 300 délky 126,78 m,
- nové revizní šachty - 5 ks,
- stavba bude prováděna v otevřeném paženém výkopu.

Stoka H5

Stoka je navržena jako gravitační splašková kanalizace a je napojena na stoku H - 3. část v šachtě 17. Tato stoka byla navržena pro případné napojení splaškové kanalizace, která bude vedena po soukromých pozemcích jižně od Ořešské ulice, aby nedošlo k narušení komunikace a s tím spojené narušení dopravy při napojování nové stoky. Podélný profil stoky viz výkresová příloha č. 11.

Celkem je navrženo:

- kameninové potrubí o profilu DN 300 délky 8,75m,
- nové revizní šachty - 1ks,
- stavba bude prováděna v otevřeném paženém výkopu.

Stoka H6

Stoka je navržena jako gravitační splašková kanalizace napojující se na stoku H - 3. část DN 300 v šachtě 19 a odvádí splašky z nemovitostí z části ulice Ve Výhledu. Stoka je vedena při pravé straně stávající komunikace na pozemcích hl. m. Prahy, aby se předešlo případným problémům se soukromým vlastníkem přiléhajícího pozemku, na kterém je část komunikace. Podélný profil stoky viz. výkresová příloha č. 12.

Celkem je navrženo:

- kameninové potrubí o profilu DN 300 délky 79,09 m,
- nové revizní šachty - 3 ks,
- stavba bude prováděna v otevřeném paženém výkopu.

Stoka H1T

Stoka je napojena na stoku H - 3. část DN 300 v šachtě 21 v jihozápadní části Ořešské ulice. V prvním úseku je stoka navržena jako gravitační splašková kanalizace délky 6,79 m zakončena uklidňovací šachtou a dále pokračuje s ohledem na morfologii terénu jako tlaková kanalizace ukončená šachtou. V případě další výstavby s nutností napojení nových nemovitostí na splaškovou kanalizaci, je možno tlakovou kanalizaci v budoucnu prodloužit. Podélný profil stoky viz výkresová příloha č. 13.

Celkem je navrženo:

- celková délka stoky je 121,50 m,
- kameninové potrubí o profilu DN 300 délky 6,79 m,
- potrubí z IPE o profilu D 63 délky 114,71 m,

- nová ukliďňovací šachta - 1ks,
- nová revizní šachta na tlakové kanalizaci - 1ks,
- stavba bude provedena v otevřeném paženém výkopu.

Přípojky

Jednotlivé objekty budou na stoky napojeny přípojkami profilu DN 200. Na hranici pozemků budou umístěny revizní šachty, do kterých budou zaústěny domovní části přípojek.

6.2.2. Uložení potrubí

Kameninové potrubí bude uloženo v hloubené pažené rýze na betonovou desku a s obetonováním 10 cm nad hrdla trub. Potrubí z IPE bude uloženo v hloubené pažené rýze na pískový podsyp a obsypáno 30 cm nad vrchol trouby. Vzorové příčné řezy viz výkresová příloha č. 14.

6.2.3. Zabezpečení ochranných pásem, křížení podzemních sítí

Stoky splaškové kanalizace jsou situačně navrženy tak, aby byla dodržena norma ČSN 73 6005 o prostorovém uspořádání sítí technického vybavení a aby nebyla narušena bezpečnostní pásma ostatních inženýrských sítí. Při návrhu směrového i výškového vedení stok, byla také brána v úvahu plánovaná výstavba STL plynovodu a dešťové kanalizace v zájmové lokalitě.

Výstavbou v ulicích Ořešská, Muzikova, K Závětinám, Na Manoušce, Černovická, Mrákovská a v částech ulic Drahovská a Ve Výhledu dojde ke styku s těmito zařízeními a vedením:

- stávající vodovodní řady,
- podzemní vedení vysokého a nízkého napětí,
- slaboproudé kabely,
- STL plynovod,
- stávající dešťová kanalizace,
- místní komunikace.

6.2.4. Vliv stavby na životní prostředí

Při vlastní realizaci dojde ke zhoršení životního prostředí vlastní stavbou. Zhotovitel stavby by měl zajistit omezení těchto negativních účinků stavby na minimum tím, že zajistí trvalé čištění komunikací a omezí prašnost při provádění zemních prací v době sucha. Po dokončení stavby nebude životní prostředí dotčeno.

7. EKONOMICKÁ ROZVAHA NÁKLADŮ

Celkem navrženo:

gravitační kanalizace - kameninové potrubí - 1567,05 m,

tlaková kanalizace potrubí z IPE - 114,71 m,

revizní šachty - nové 48 ks,

uklidňovací šachta - 1ks,

koncová šachta na tlakové kanalizaci - 1ks,

bezvýkopová technologie výstavby - protlak - 29,58 m,

počet napojených obyvatel 292.

Přibližné vyčíslení nákladů:

zemní práce:	13 500 000 ,- Kč,
bezvýkopová technologie - protlak:	250 000 ,- Kč,
podkladní a vedlejší konstrukce:	800 000 ,- Kč,
oprava komunikací po dokončení prací:	2 100 000 ,- Kč,
trubní vedení - kamenina:	2 900 000 ,- Kč
trubní vedení - IPE:	10 000,- Kč,
šachty:	1 300 000 ,- Kč,
odbočky pro domovní přípojky:	320 000 ,- Kč,
ostatní konstrukce a práce - bourání:	4 500 000 ,- Kč,
přesun hmot:	6 800 000 ,- Kč.
Celkový rozpočet:	32 480 000 ,- Kč

Ekonomické náklady na výstavbu kanalizace v lokalitě Ořešská, jsou pouze orientační. Pro přesnější kalkulaci by bylo zapotřebí vypracování projektu v podrobnější formě.

8. DISKUZE

Městské odvodnění tvoří jeden ze základních organizačních prvků zajišťujících životní úroveň, komfort a ochranu zdraví populace na úrovni odpovídající počátku třetího tisíciletí. Městské odvodnění musí v dnešní době splňovat také nároky na ochranu životního prostředí.

Díky vstupu České republiky do Evropské unie v roce 2004 došlo k zásadní změně, co se týče investic do odkanalizování zejména menších obcí. Česká republika přistoupila na dohodu s ostatními členskými státy, že do roku 2010 budou všechny obce s více než 2000 obyvateli napojeny na veřejnou kanalizaci a následně i na čistírny odpadních vod. Bohužel se nedá říci, že by byl tento příslib 100% dodržen.

Pro vytvoření návrhu odkanalizování konkrétní lokality jsem měla na výběr ze tří lokalit. První lokalitou, která vyžaduje nutnost návrhu oddílné splaškové kanalizace je oblast v severovýchodní části městské části, jižně od ulice Smíchovská, druhou je oblast v jihovýchodní části Řeporyj kolem ulice Dalejská a třetí je právě lokalita v jihozápadní části městské části Praha - Řeporyje, kterou jsem si vybrala pro zpracování návrhu v této práci. Vybrala jsem si ji především pro její ucelenost a sklonovým poměrům terénu v této oblasti. Jedná se o lokalitu, kde se nenachází v současné době žádná stávající splašková kanalizace a je zde podle Územního plánu hl. m. Prahy i možnost další realizace výstavby a tedy i navýšení množství odpadních vod.

V Ořešské ulici i ulicích k ní přilehlých, taktéž bez splaškové kanalizace, se nachází množství inženýrských sítí, jako jsou kabely vysokého napětí, nízkého napětí, stávající vodovodní vedení nebo slaboproudé vedení. Největším problémem se ale jeví stávající dešťová kanalizace, která je vybudována z betonových trub. Není však bohužel známa její přesná poloha ani dimenze. Její zákres byl proveden, na základě terénního průzkumu dle mříží uličních vpustí, které jsou do této kanalizace zaústěny. Do této kanalizace jsou však bohužel zaústěny i některé přípojky z domovních odpadů a přepady z žump místních obyvatel, je tedy jasné, že výstavba splaškové kanalizace je zde více než nutná.

Celá řešená lokalita je odkanalizována vzhledem k příznivé morfologii terénu pomocí gravitační kanalizace, kromě ulice Mrákovské, kde je navržena tlaková kanalizace. Při samotném návrhu bylo důležité provést koordinaci kanalizačních stok s ostatními stávajícími i plánovanými inženýrskými sítěmi v komunikaci. Vzhledem k plánované výstavbě jak STL plynovodu, tak dešťové kanalizace, se trasa gravitační splaškové kanalizace nemohla vždy umístit do osy komunikace,

jak bývá zvykem při návrhu nové kanalizační sítě. Na několika místech jsem zvolila vysazení jen krátkých řadů, aby se zabránilo případnému opětovnému poškození komunikace při výstavbě dalších stok, které by mohly být podmíněnými investicemi při výstavbě dalších rodinných domů v oblasti. Hloubku uložení stok jsem volila větší, právě z důvodu budoucí výstavby dešťové kanalizace, aby přípojky byly bez větších problémů kříženy s ostatními inženýrskými sítěmi. V jižní části Ořešské ulice v Mrákovské ulici jsem zvolila pro odkanalizování tlakovou kanalizaci. Vzhledem ke sklonovým poměrům terénu, to bylo výhodnější řešení. V případě, že by zde byla navržena gravitační stoka, musela by být mnohem více zahlobena, aby byla vůbec odvodněna a to by bylo značně nevhodné.

Návrh odkanalizování řešené lokality bere v úvahu všechny známé a dostupné informace, které byly pro dotčené zájmové území k dispozici v době vypracování této práce. Navržené řešení plně respektuje situaci v dané lokalitě, včetně snahy o maximalizaci využití již existující vodohospodářské infrastruktury.

9. ZÁVĚR

Cílem mé bakalářské práce bylo navržení odkanalizování oddílnou splaškovou kanalizací konkrétní lokality v městské části Praha - Řeporyje. Součástí práce měla být i ekonomická rozvaha nákladů a zjednodušená projektová dokumentace.

V případě lokality Ořešská jde o území, ve kterém se v současnosti nenachází žádná stávající splašková kanalizace, pouze dešťová kanalizace přesně nespecifikované polohy. Do této dešťové kanalizace jsou však vypouštěny odpady z domácností přilehlých nemovitostí. Takovéto nakládání s odpadními vodami je nepřístupné a pokutovatelné podle zákona č.254/2001 o vodách.

Návrh odvodnění se týká nejen stávající zástavby, ale bude možno do tohoto systému odvodnit i plochy určené v územním plánu hl.m. Prahy v budoucnu k zástavbě. Morfologie území zapříčinila návrh odvodnění nejen pomocí gravitační kanalizace, ale také pomocí tlakové kanalizace, která je navržena v Mrákovské ulici.

Gravitační stoky jsou navrženy kameninové, tlaková kanalizace je navržena z IPE.

Po vybudování těchto stok a přepojení domovních přípojek na splaškovou kanalizaci bude zajištěno odvádění splaškových vod z této oblasti na Ústřední čistírnu odpadních vod v Troji a tím zamezeno znečišťování Dalejského a Jinočanského potoka splaškovými vodami z Řeporyj. K tomuto znečišťování dochází v současné době, neboť do stávající dešťové kanalizace jsou napojeny vedle uličních vpustí v komunikacích bez povolení přepady ze žump, případně přímo odpady z koupelen apod. Dojde tím k podstatnému zlepšení kvality vody a hygienických problémů a tím i k dosažení účelu investice.

10. SEZNAM LITERATURY

Bém J., 1990: Vodohospodářské inženýrství. České vysoké učení technické v Praze, Praha, 147 s.

Broža V. a kol., 1993: Vodohospodářské stavby. České vysoké učení technické v Praze, Praha, 162 s.

Buttler D., Davies J.W., 2009: Urban Drainage. Taylor and Francis, London, 625 s.

DIANE Publishing, 1994: Alternative Wastewater Collection Systems Manual. DIANE Publishing, Spojené státy americké, 207 s.

d-plus, projektová a inženýrská a.s., 2009: Městské standardy vodárenských a kanalizačních zařízení na území hl. m. Prahy - kanalizační část. Pražská vodohospodářská společnost, Praha, 139 s.

Čížek P., Herel F., Koníček Z., 1970: Stokování a čištění odpadních vod. SNTL/ALFA, Praha, 396 s.

Read Geoffrey F., 2004: Sewer: Replacement and New Construction. Elsevier, Spojené státy americké, 574 s.

Chejnovský P., 2007: Zdravotní vodohospodářské stavby. Sobotáles, Praha, 171 s.

K + K průzkum, 2001: Inženýrskogeologický průzkum pro kanalizaci - II. etapa. Nepsáno, K + K průzkum s.r.o., Praha

Krejčí V. a kol., 2002: Odvodnění urbanizovaných území - koncepční přístup. NOEL 2000 s.r.o., Brno, 562 s.

Nypl V., Synáčková M., 1998: Zdravotně inženýrské stavby 30: Stokování. České vysoké učení technické v Praze, Praha, 149 s.

Hlavínek P., Mičín J., Prax P., 2003: Stokování a čištění odpadních vod. Akademické nakladatelství CERM s.r.o., Brno, 283 s.

Hlavínek P., Mičín J., Prax P., 2001: Příručka stokování a čištění. NOEL 2000 s.r.o., Brno, 251 s.

Medek F., 2001: Technická infrastruktura měst a sídel. České vysoké učení technické v Praze, Praha, 90 s.

Milerski R., Mičín J., Veselý J., 2005: Vodohospodářské stavby. Akademické nakladatelství CERM s.r.o., Brno, 164 s.

Najafi M., Gokhale S., 2005: Trenchless technology; pipeline and utility design, construction, and renewal. The McGraw-Hill Companies, Spojené státy americké, 489 s.

PPU spol. s.r.o., 2001: Dokumentace k územnímu rozhodnutí - kanalizace I. část pro městskou část Praha - Řeporyje. Nепublikováno, PPU spol. s.r.o., Praha

Synáčková M., 2010. Studijní texty předmětu vodárenství a stokování, 2. část - Stokování. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 17s.

Synáčková M., 2010. Studijní texty předmětu vodárenství a stokování, 3. část - Výstavba vodovodů a stok. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 4 s.

Šejnoha J. a kol., 2003: Stavební materiály pro výstavbu stokových sítí. Česká vědeckotechnická vodohospodářská společnost, Praha, 95 s.

Šrytr P. a kol., 1998: Městské inženýrství (1). Academia, Praha, 434 s.

Šrytr P. a kol., 2001: Městské inženýrství (2). Academia, Praha, 398 s.

Thomson James C., 1993: Pipejacking and Microtunnelling. Taylor and Francis, Spojené státy americké, 273 s.

Woolley L., 1999: Drainage details, second edition. Spon Press, Londýn, 46 s.

Legislativa:

Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu, v aktuálním znění.

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách, v aktuálním znění.

Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích, v aktuálním znění.

ČSN 73 6005 Prostorové uspořádání sítí technického vybavení, v aktuálním znění.

ČSN 75 6101 Stokové sítě a kanalizační přípojky, v aktuálním znění.

ČSN EN 1610 Provádění stok a kanalizačních přípojek a jejich zkoušení, v aktuálním znění.

ČSN EN 752 Odvodňovací systémy vně budov, v aktuálním znění.

ČSN EN 1671 Venkovní tlakové systémy stokových sítí, v aktuálním znění.

ČSN EN 12889 Bezvýkopové provádění stok a kanalizačních přípojek a jejich zkoušení, v aktuálním znění.

ČSN 73 0840 Požární bezpečnost staveb, v aktuálním znění.

ČSN EN 752 - 3 Venkovní systémy stokových sítí a kanalizačních přípojek - Část 3: Navrhování, v aktuálním znění.

On-line zdroje:

ČÚZK, 2012: Informace o parcelních číslech. Český úřad zeměměřický a katastrální, Praha, online: <http://www.cuzk.cz>, cit. 15.3. 2012.

ČSÚ, 2012: Statistické údaje. Český statistický úřad, Praha, online: <http://www.czso.cz>, cit. 1.4. 2012.

MVČR, 2012: Adresy v České republice. Ministerstvo vnitra České republiky, Praha, online: <http://www.mvcr.cz>, cit. 10.4. 2012.

ARET-STAV s.r.o., 2012: Zemní protlaky - ceník. ARET-STAV s.r.o., Praha, online: <http://www.arret.cz>, cit. 13.4. 2012

MŽP, 2012: Bezvýkopové technologie. Ministerstvo životního prostředí, Praha, online: <http://www.mzp.cz>, cit. 23.2. 2012

Stavební noviny, 2012: Bezvýkopové technologie. Stavební portál TVstav.cz, Praha, online: <http://www.tvstav.cz>, cit.24.2. 2012

ISST, 2012: Trenchles technologies. The International Society for Trenchles Technology, Praha, online: <http://www.istt.com>, cit. 26.2. 2012

Havlík A., 2012: Přednášky z předmětů Hydraulika II. a Vodohospodářské inženýrství. Webové stránky katedry hydrauliky a hydrologie ČVUT, Fakulta stavební, Praha, online: <http://www.hydrology.fsv.cvut.cz>, cit. 1.3. 2012

Portál veřejné správy, 2012: Vyhledávání zákonů. Portál veřejné správy, Praha, online: <http://www.portal.gov.cz>, cit. 9.4. 2012

Řeporyje 2012: Informace o městské části Praha - Řeporyje. Oficiální portál městské část Praha - Řeporyje, Praha, online: <http://www.prahareporyje.cz>, cit. 7.4. 2012.

Praha, 2012: Informace o městské části Praha - Řeporyje, Portál hl. m. Prahy, Praha, online: <http://www.praha.eu>, cit. 7.4. 2012

Mapy.cz, 2012: Mapové podklady. Praha, online: <http://www.mapy.cz>, cit. 6.4. 2012

Google.maps.cz, 2012: Mapové podklady. Praha, online: <http://www.google.maps.com>, cit, 6.4. 2012

Mistopisy.cz, 2012: Informace o městské části Praha - Řeporyje. Praha, online: <http://mistopisy.cz>, cit. 12.4. 2012

11. PŘÍLOHY



Obr. 4 - Pohled do Ořešské ulice od železniční trati



Obr. 5 - Pohled do ulice K Závětinám z Ořešské ulice



Obr. 6 - Pohled do Ořešské ulice severně od křižovatky s ulicí Eichlerovou



Obr. 7 - Pohled do západní části ulice Drahovská



Obr. 8 - Pohled do východní části ulice Drahovská



Obr. 9 - Pohled do ulice Ve Výhledu z Ořešské ulice



Obr. 10 - Pohled do ulice Mrákovská z Ořešské ulice