

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

**Katedra vodního hospodářství a environmentálního
modelování**

Studijní obor: Regionální environmentální správa



**Studie vyhodnocení stavu vybrané části
stokové sítě a návrh obnovy**

**Study of the status of the selected part of the sewerage
network and the design of the recovery**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Marcela Synáčková, CSc.

Autor:

Bc. Filip Čonka

Praha, duben 2019

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Filip Čonka

Regionální environmentální správa

Název práce

Studie vyhodnocení stavu vybrané části stokové sítě a návrh obnovy

Název anglicky

Study of the status of the selected part of the sewerage network and the design of the recovery

Cíle práce

Hlavním cílem práce je popsat problematiku vyhodnocení stavebně – technického stavu stokových sítí a návrh obnovy kanalizace. Dílčím úkolem je porovnání navržených variant dle dalších kritérií.

Metodika

Práce bude obsahovat:

1. Úvod
2. Cíle práce
3. Literární rešerše
4. Metodika
5. Popis lokality
6. Návrh rekonstrukce
7. Porovnání jednotlivých metod
8. Diskuze
9. Závěr
10. Použité zdroje
11. Přílohy

Doporučený rozsah práce

60 stran textu a grafické přílohy

Klíčová slova

stoková síť, dešťová kanalizace, obnova kanalizace, vyhodnocení kamerového průzkumu

Doporučené zdroje informací

Časopisy NO-DIG, NO-DIG International

KLEPSATEL, F., RACLAVSKÝ, J.: Bezvýkopová výstavba a obnova podzemního vedení. JAGA GROUP s.r.o., Bratislava, 2007. ISBN 978-80-8076-053-5

RACLAVSKÝ, J.: Slovník pojmů ve výstavbě: doporučený standard – metodická řada DOS M 01.01.BVT: bezvýkopové technologie. Praha: Informační centrum České komory autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě, 2004. Doporučené standardy metodické. ISBN 80-86769-4-0

STEIN, D.: Trenchless technology for installation of cables and pipelines. Bochum: Stein-Partner, 2005, 766 s. ISBN 3-00-014955-4

Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Marcela Synáčková, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 3. 3. 2019

doc. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 4. 3. 2019

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 06. 04. 2019

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci na téma: “Studie vyhodnocení stavu vybrané části stokové sítě a návrh obnovy” vypracoval samostatně pod vedením Ing. Marcely Synáčkové, CSc. a uvedl v ní všechny použité literární a jiné odborné zdroje.

V Praze dne 10.4 2019

Podpis autora.....

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval Ing. Marcele Synáčkové, CSc. za vedení mé diplomové práce, poskytnuté literární zdroje, odborné rady a cenné připomínky. Velké díky patří mému zaměstnavateli Pražské vodohospodářské společnosti a.s. a všem kolegům za poskytnuté podklady. Dále bych rád poděkoval Lukáši Havlíčkovi, INSET s.r.o. za působivé fotografie stokové sítě. Velký dík patří celé mojí rodině a rovněž přátelům, kteří mne podporovali.

Abstrakt

Diplomová práce Studie vyhodnocení stavu vybrané části stokové sítě a návrh její obnovy je rozdělena na teoretickou a praktickou část. Cílem práce je zhodnotit problematiku jednotlivých druhů výkopových a bezvýkopových oprav na vybraném úseku dešťové kanalizace v závislosti na omezení místních obyvatel, dopad na veřejné zdraví, ekonomickou stránku věci a použitou technologii.

V obecné části je zpracována rešerše, ve které jsou popsány druhy kanalizačních soustav, historie pražského stokování, používané materiály kanalizačních stok, stavebně-technické objekty, možnosti klasické a bezvýkopové výstavby a obnovy kanalizace.

Praktická část je zaměřena na jednotlivé metodické kroky, které je nezbytné dodržet, aby mohl vzniknout reálný návrh obnovy kanalizační sítě. Jedná se o popis celé akce, průběh mapování bezprizorní oddílné srážkové kanalizace, diagnostika technického stavu stokové sítě, vyhodnocení kamerového průzkumu televizním inspekčním systémem a varianty oprav jednotlivých poruch na kanalizaci. Jedná se pouze o vybrané úseky srážkové kanalizace v Městské části Prahy 22 – Uhříněvsi. Detailně je řešen návrh obnovy poškozených částí kanalizace a porovnání dílčích možností opravy. Závěr práce tvoří vyhodnocení nejefektivnějšího způsobu opravy s ohledem na životní prostředí, veřejné zdraví a ekonomickou náročnost. Přínos této práce spočívá v možném využití při plánované rekonstrukci. Dle doporučení této studie může být vybrána vhodná metoda obnovy, která bude splňovat požadavky ve vybraných lokalitách.

Klíčová slova: stoková síť, dešťová kanalizace, vyhodnocení kamerového průzkumu, obnova kanalizace

Abstract

The final thesis is focused on an assessment of a condition of a sewerage system. The thesis is divided into theoretical and empirical parts. The purpose is to analyze different types of reconstruction of particular part of sewerage system with the main focus on used technology and the costs of reconstruction and its influence on inhabitants and public health.

The theoretical part is focused on types of sewerage systems, used materials, structural objects, its history in Prague and the possibilities of reconstruction of sewerage systems.

The purpose of the empirical part is to analyze the systematic steps of the reconstruction of sewerage system in Praha 22 - Uhřetěves. The steps are as follows: description of the project, mapping of the sewerage system, diagnostics, analysis of possible types of reconstruction and final evaluation. The final evaluation would be the source for selection of the best solution of the reconstruction in Praha 22 – Uhřetěves.

Key words: sewerage system, rainwater drainage, television inspection system evaluation, sewer reconstruction

1	ÚVOD	1
2	CÍL PRÁCE	3
3	LITERÁRNÍ REŠERŠE K DANÉMU TÉMATU	4
3.1	Historie pražského stokování	4
3.2	Druhy odpadních vod	27
3.3	Kanalizační soustavy a systémy	32
3.3.1	Soustavy stokových sítí	32
3.3.1.1	Jednotná stoková soustava	32
3.3.1.2	Oddílná stoková soustava	32
3.3.1.3	Modifikovaná soustava	34
3.3.2	Systémy stokových sítí	35
3.3.3	Způsob dopravy odpadní vody	37
3.3.3.1	Gravitační systém	38
3.3.3.2	Alternativní způsoby	38
3.4	Materiály, tvary a profily stok	42
3.4.1	Materiály používané na stokové síti	42
3.4.2	Tvary stok	47
3.4.3	Rozměry stok	49
3.5	Objekty na stokové síti	53
3.6	Možnosti klasické a bezvýkopové výstavby a obnovy kanalizace	62
3.6.1	Výstavba kanalizace v otevřeném výkopu	63
3.6.2	Výstavba kanalizace za použití bezvýkopových technologií	65
3.6.2.1	Neřízené metody bez obsluhy na čelbě	67
3.6.2.2	Řízené metody bez obsluhy na čelbě	69
3.6.2.3	Variety řízených metod	70
3.6.2.4	Mikrotunelování	72
3.6.3	Obnova kanalizace za použití bezvýkopových technologií	74
3.6.3.1	Lokální opravy podzemních vedení	76
3.6.3.2	Úsekové opravy podzemních vedení	80
4	Metodika	88
4.1	Metodika hodnocení technického stavu	88
4.1.1	Technické ukazatele pro hodnocení stavu stokové sítě	89

4.1.2	Postup zatřídění ukazatelů do kategorií a výsledné technické hodnocení	90
4.2	Posouzení kapacity kanalizace	92
4.3	Návrh obnovy	93
5	Popis lokality	94
6	Současný stav řešené problematiky	96
7	Návrh rekonstrukce	99
7.1	Posouzení stavu stokové sítě	99
7.2	Vyhodnocení TIS	100
7.2.1	Ulice Tatranská, Uhříněves	100
7.2.2	Ulice Františka Diviše, Uhříněves	104
7.3	Posouzení kapacity větve B navrhované k obnově	107
7.4	Návrh obnovy – ul. Tatranská větev B levá	109
7.4.1	Cenový odhad	111
7.5	Návrh obnovy – ul. Františka Diviše	113
8	Porovnání jednotlivých metod	116
9	Diskuse	119
10	Závěr	121
11	Přehled literatury a použitých zdrojů	123
	Seznam tabulek	131
	Seznam obrázků	133
	Přílohy	135

1 ÚVOD

Odvodnění tvoří jeden ze základních prvků zajišťujících životní úroveň, komfort a ochranu zdraví populace. Městské odvodnění musí též splňovat nároky na ochranu životního prostředí. Všudy přítomná stále se zvyšující urbanizace krajiny způsobuje zvyšování zátěže odvodnění produkcí odpadních a srážkových vod. Tyto skutečnosti v konečném měřítku mohou vést k ohrožení funkčnosti městského odvodnění. Je třeba řešit komplexně nakládání s vodami splaškového i srážkového charakteru systematickou cestou a aplikovat nejúčinnější dostupné nástroje a prostředky.

V současné době má většina obcí stokové systémy, které plně splňovaly účel v době výstavby. Historickým vývojem vlastní lokality a postupující dobou dochází k potřebě rekonstrukce, obnovy, dostavby či optimalizace systému. To je dáno především snahou udržet krok ve vodohospodářství s danou lokalitou. Veřejný význam této infrastruktury a povinnost všech stupňů komunální i státní politiky zajistit jeho odpovídající úroveň, jsou určující faktory vysoké finanční náročnosti její obnovy a dostavby (SFŽP, 2009).

V Praze první zmínky o odvodňování sahají až do 12. století, kdy byl odvodněn areál strahovského kláštera. V dalších dekádách už vznikaly propracovanější odvodňovací systémy, avšak vykazovaly mnoho nedostatků a byly vyústěny do Vltavy. Původ nejstarších dosud funkčních kanalizačních systémů svedených do první čistírny odpadních vod sahá do 19. století, kdy byly kanalizace zhotovovány s využitím dostupných technologií, materiálů a použitých standardů.

Kanalizace jsou stavby jako jiné a mají omezenou životnost. Je nesmírně důležité důsledně posuzovat a nepodceňovat jejich stav během životního cyklu, aby se předešlo možnému katastrofickému selhání a nákladné rekonstrukci.

V současné době existuje na území hlavního města Prahy oddílná srážková kanalizace (dále jen „OSK“), která však není zcela zmapována. Není znám jednak její celkový rozsah a přesná délka, tak současně nejsou jednoznačně identifikováni

vlastníci všech jednotlivých úseků a částí OSK a rovněž není zabezpečena její jednotná správa a provozování.

Z těchto důvodů vznikla akce, kterou dostala Pražská vodohospodářská společnost a.s. (dále jen PVS) na starost a osobně se jí účastním. Tato akce zahrnuje zmapování, identifikace vlastníků, jakož i vlastníky pozemků, na nichž se OSK nachází, učinění opatření k nabytí vlastnického práva hlavním městem Prahou tak, aby mohla být následně zajištěna její řádná správa a provozování. Eminentním cílem této akce je zejména předcházet ohrožení životů obyvatel a poškození majetku vlivem přívalových dešťů a povodní. Diplomová práce se zabývá zejména samotnou prací v terénu od vyčištění až po samotný návrh obnovy srážkové kanalizace.

2 CÍL PRÁCE

Cílem této diplomové práce je seznámení s problematikou stavebně-technického stavu stokových sítí, možnosti monitorování a jejich vyhodnocování. Práce je rozdělena do dvou částí.

V obecné – rešeršní části se zabývám teoretickými poznatky z odborné literatury. Úvod do problematiky a historie stokování v hlavním městě, návrhy kanalizačních soustav a rozdělení systému stokových sítí. Dále pak o specifikace stok a typy používaných materiálů, které se mohou na stokové síti vyskytovat a způsob dopravy odpadní vody na čistírnu.

V praktické části je provedeno vyhodnocení stavebně-technického stavu vybraných úseků dešťové kanalizace v Praze - Uhřetěvesi. Z kamerových průzkumů jsou nálezy zaříděny k daným kódům podle normy ČSN EN 13508-2. Je odůvodněn výběr jednotlivých úseků a vyhodnocení dále zahrnuje i srovnání obnovy kanalizace s použitím klasického otevřeného výkopu a neustále se rozvíjejícího oboru bezvýkopových technologií. Tyto metody jsou dále porovnány s dalšími aspekty, které vznikají při výstavbě.

Především se jedná o produkci odpadů, emise znečišťující ovzduší, hlučnost, prašnost, rizika znečištění životního prostředí a v neposlední řadě ohrožení veřejného zdraví obyvatel.

3 LITERÁRNÍ REŠERŠE K DANÉMU TÉMATU

3.1 Historie pražského stokování

Historie a počáteční snahy odvádění odpadních vod sahají v Praze až do období vrcholného středověku. Již tehdy vznikaly první myšlenky a nápady, jak vyřešit problémy s odpadní vodou, která byla významným hygienickým problémem. Společně s komunálním odpadem tvořila zásadní zdroj nakažlivých nemocí. Bylo tedy nutné k zabránění možnému vzniku a šíření těchto nemocí řešit otázku odvedení odpadních vod z ulic města.

V době středověku na území dnešní České republiky bylo zásobování měst vodou na dobré úrovni. Podzemní vodovody přiváděly do soukromých nebo veřejných kašen vodu různé kvality. Města se ale obtížně zbavovala odpadních vod. Historický vývoj kanalizace v Čechách je možné názorně přiblížit na Praze, protože právě zde se uvedené problémy kumulovaly (Brinda, 2003).

První takovéto technické dílo vybudované v Praze, které zbavovalo jeden ze stavebních objektů nežádoucí vody, byla stoka odvodňující areál strahovského kláštera premonstrátů. Již v polovině 12. století, při budování kláštera, byla přivedena pitná voda z petřínských štol. Zároveň byla vybudována odvodňovací štola, která tento komplex zbavila vody odpadní.

Podobně jako další středoevropská města v této době byla Praha doslova zavalena pevnými i kapalnými nečistotami. Hromadily se odpadky, hnůj a zbytky odpadních vod z chlévů a žump, které přitékaly na ulici. V té době jedině možné čištění ulic zajistil pouze prudký déšť (Wanner, 2000).

Splašková kanalizace tak, jak ji známe z dnešní doby hloubenou v několika metrech pod zemí, byla ještě hudba daleké budoucnosti. Po ulicích byly vedeny otevřené rigoly, do kterých se vylévalo prakticky vše, co bylo tekuté. Tento způsob likvidace odpadů bylo sice lepší řešením než hromadění odpadů a fekálií na ulicích, avšak stával se původcem nesnesitelného zápachu, který se šířil městem zejména v letních měsících. Byl zárodkem častých epidemií moru a cholery, které se vždy

určítým způsobem podepsaly na úbytku obyvatel města. To vedlo k potřebě stavět uzavřené kanalizace, zpočátku mělké, později hlubší a budované z klasických zdících materiálů (cihla, kámen). Je nutno podotknout, že i tyto kanalizace obvykle končily v blízkých vodotečích nebo rybnících. Proces chápání čistit odpadní vodu nebyl ještě tak rozvinutý.

S dlážděním ulic a uličních stok se začalo na počátku 14. století. První zmínky o těchto zařízeních jsou z roku 1310. Zaklenutý rigol odváděl splašky z domu probošta v Ostruhové, dnešní Nerudově ulici. Dalších přibližně dvě stě padesát let nepřineslo v kanalizačních systémech v Praze nic převratného. Až jezuité dali v roce 1673 vybudovat relativně moderní stoku pro odvodnění své koleje v Klementinu (Brinda, 2003)

Po příchodu do Prahy roku 1556 se první příslušníci jezuitského řádu usadili blízko Karlova mostu. Zchátralé budovy starobylého dominikánského kláštera sv. Klimenta jim nevyhovovaly, a proto začali s rozsáhlou přestavbou. Postupně se jim podařilo dary a odkupy získat celý prostor dnešního Klementina. S postupně čím dál více se rozrůstajícím areálem a zvyšujícím se počtem jezuitů, bylo nutné postarat se o přívod vody po areálu a zbudování stok pro odvod splaškových vod do řeky. Štola pro odvod těchto vod byla vybudována v roce 1673 a vedla od rohu Klementina v ulici Křížovnické a Platněřské přímo do řeky (Urbánková, 1969).

V rámci revitalizace Klementina, která byla ukončena v roce 2016, se mimo jiné podařilo objevit pod knihovnou dochovanou kanalizaci, jejíž původ se odhaduje k roku 1660.

Obr. č. 1 - Historická kanalizace objevená v Klementinu



Zdroj: Tisková zpráva NK, 2013 *Národní knihovna České republiky* [online]. Dostupné z: <https://www.nkp.cz/soubory/ostatni/tz-archeolog-pamatky.pdf>

Roku 1784 došlo ke sjednocení pražských měst, avšak ani to nepomohlo ke změně nakládání se splašky. V tomto období Josef II. podpořil vznik okrašlovací komise, která měla pečovat o zvelebení Prahy. Na podnět této komise byla zasypána část hradebního příkopu mezi Starým a Novým městem. Jednalo se o prostor od kláštera Voršilek až po dnešní Jungmannovu ulici, který byl posléze osázen stromořadím. Jelikož první část byla zasypána již za vlády Marie Terezie v roce 1760, Praha se zbavila odpadní stoky, která byla velmi problematická v čištění. Bohužel ani tento krok nevedl k zlepšení hygienické situace ve městě. Magistrát města si uvědomoval, že největší překážkou v čištění pražských ulic byla absence podzemních stok (Polák et al., 2015).

Až rok 1787 představoval jakýsi zlom pro výstavbu kanalizace v Praze. Právě tehdy vznikla důležitá myšlenka vybudovat systematickou a propojenou síť kanalizace pro pražské ulice. Zároveň byl schválen důležitý dvorský dekret, jímž se nařizovalo započít ihned se stavbou kanalizace. Ukázalo se, že Praha nebyla na tak náročný projekt dostatečně připravena a práce postupovaly velice pomalu. Prvními

dokončenými úseky kanalizačních stok se mohla Praha chlubit až roku 1816. Do roku 1828 bylo postaveno celkem 44 km stok (Palas, 1998).

Důležitý podíl na vybudování a především dokončení pražské kanalizace měl hrabě Karel Chotek, který byl v letech 1826-1843 nejvyšším českým purkrabím. Jeho jméno také dodnes nese pražská Chotkova ulice či Chotkovy sady. Tento systém měl ještě spoustu nedokonalostí, ale největším přínosem bylo odstranění z ulic Prahy povozy, které v bečkách odvážely fekálie. Z tohoto hlediska došlo k výraznému snížení rizika morové nákazy (Historie kanalizace v Praze, 2012).

Bohužel se po několika letech objevily na vybudované kanalizaci vážné nedostatky. Ty se týkaly zejména špatného sklonu, nahodilé dimenzi stok, silně propustným dnem a obecně s nekvalitním provedením vlastních stok.

Praha se ve druhé polovině 19. století stávala moderním velkoměstem. Průmyslový rozvoj výroby a celková proměna města poukazovala na nutnost zlepšit hygienické poměry. Neméně důležitým faktem také byl rostoucí počet obyvatel. Praha měla v roce 1869 239 790 usedlých obyvatel. Byly postupně připojovány k Praze další obce a čím dál více sílil tlak na vhodné vyřešení nedostatečné městské kanalizace. Ke zlepšení hygienické situace nepomohl ani problém se zastaralou vodovodní sítí, která rozváděla nefiltrovanou vltavskou vodu po městě. Absence hlavního zdroje pitné vody a moderního kanalizačního systému se ukázala jako neúnosná (Broncová, 2002).

Zastupitelstvo královského hlavního města Prahy vyhlásilo 16. července 1884 soutěž na zhotovení projektu generelního řešení pražské kanalizace. Před vyhlášením došlo ke stanovení podmínek na základě odborných připomínek, jež musela navrhovaná řešení splňovat. Mimo zdravotního a ekonomického hlediska bylo konkrétně zdůrazněno, že veškerá potrubí pro dešťovou vodu musí být vedena pouze pod zemí. Systém odvádějící současně i jinak znečištěnou vodu z domácností i běžné odpadní vody z továren, nebude vyústěn přímo do Vltavy v obvodu města Prahy.

Dále byl uveden požadavek na drenážní funkci systému, který měl napomoci odvodnění sklepů v takto postižených částech města. Výsledkem projektu měl být jednotný systém pro všechny části města s možností pozdějšího napojení okolních předměstí. Další požadavek se týkal provedení výkresů celé soustavy na základě dodaného situačního plánu. Dosud vystavěné stoky vejčitého profilu musely být napojeny na nový systém. Bylo nutné udat směr toku, spád, velikost profilu a hloubku stok. Každý projekt musel obsahovat i způsob čištění odpadních vod, větrání stok a způsob připojení domů, jejich konstrukční a materiálové provedení. Měla také být stanovena přibližná doba realizace a rámcový rozpočet. Ten měl rozdělovat náklady zvlášť pro Prahu a zvlášť pro jednotlivá předměstí (Jásek, 2006).

Do soutěže bylo celkem podáno pět projektů jak od českých, tak i zahraničních inženýrů. Jednalo se o projekty „Kaumann“ podle Ing. Kaumanna z Vratislavi, „Frisch gewagt“ (S chutí do toho), „Sine munditia nulla sanitas“ (Bez čistoty není zdraví), „Divissione“ (Rozdělení) od inženýrů Rell a Neffeho z Vídně a „Praga caput regni“ (Praha hlava království) od Ing. Kaftana. Jednotlivé návrhy projektů se velmi lišily. Zejména se jednalo o uvedenou rozlohu odkanalizovaného území, technické provedení, nejasné či chybějící čištění splaškové vody. Tyto projekty posuzovala šestičlenná porota, která dospěla k rozhodnutí, že žádný z projektů nesplnil zadané požadavky (Polák et al., 2015).

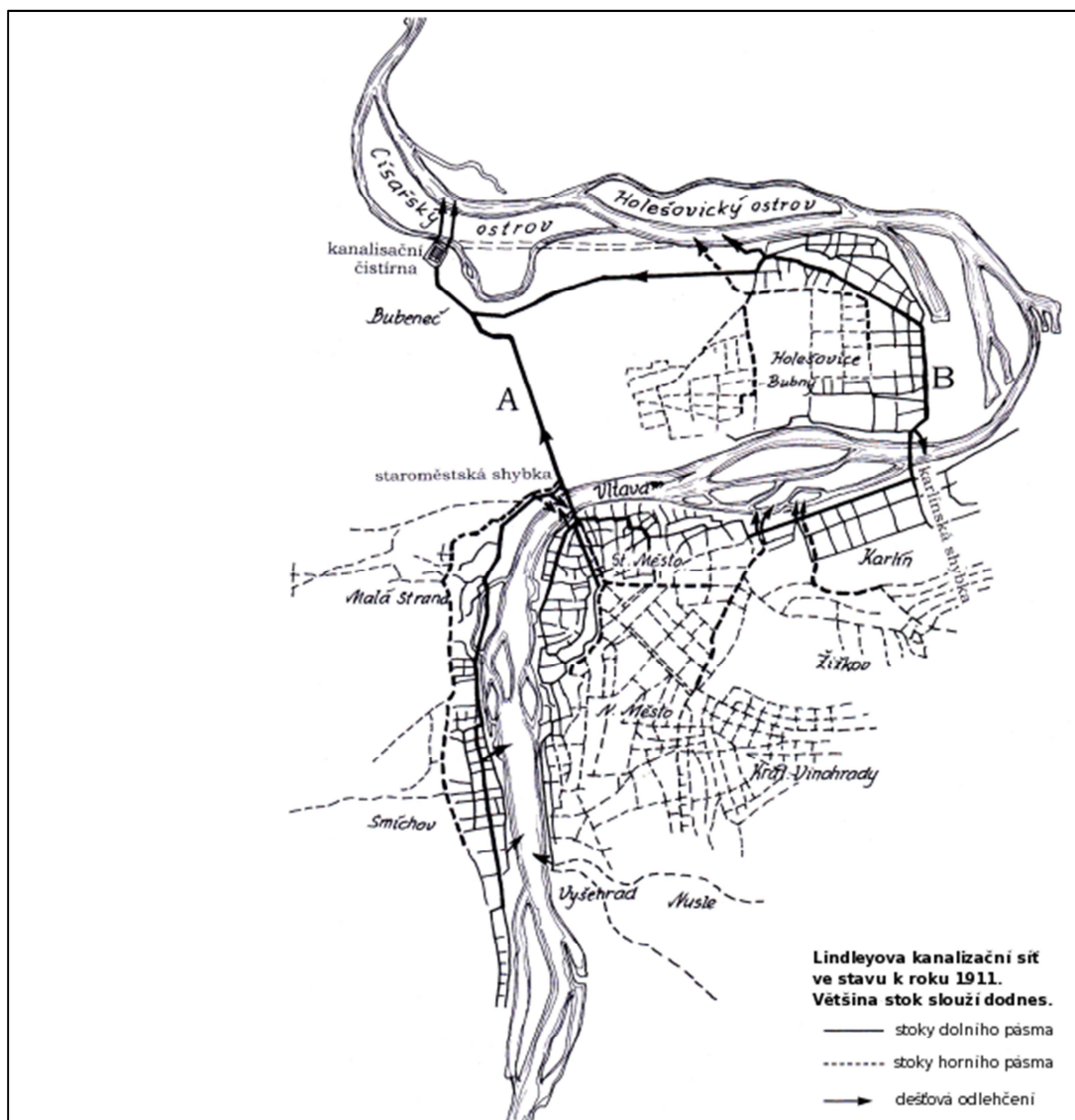
Po neúspěšném výběrovém řízení vyzvala pražská obec ke spolupráci několik významných evropských odborníků. Byli to dr. J. F. Hobrecht z Berlína, ing. W. H. Lindley působící ve Frankfurtu nad Mohanem, opět ing. Kaumann z Vratislavi, ing. Hallenstein z Mnichova a náš ing. Kaftan. Po dlouhotrvajícím jednání s odborníky bylo znovu navrženo zřízení jednotného systému i s odvodem dešťové a spodní vody. Tento projekt byl zadán dr. Hobrechtovi a ing. Kaftanovi. S rozhodnutím zadání projektu odborníkům mimo kanalizační kancelář nebyli spokojeni městští inženýři Josef Václavek a Čeněk Ryvola. Z vlastní iniciativy bez jakéhokoliv nároku na odměnu zpracovali svůj projekt a ten městu darovali (Broncová, 2002).

Oba tyto projekty, po předchozím seznámení s terénem, posuzoval jako expert přizvaný pražskou obcí W. H. Lindley. Oběma projektům měl určité výhody, a proto navrhnul zpracování svého projektu. Ten obsahoval některé myšlenky

obsažené v původních projektech a Lindley přidal své vlastní zkušenosti, které již měl z předchozích kanalizačních projektů v několika velkých městech. Ze své praxe věděl, že není možné se spoléhat na ředění splašků říční vodou a města musí vlastnit čistírnu. I přesto, že se očekával do budoucna růst Prahy k půl milionu obyvatel, vytvořil kanalizační systém s dvojnásobnou kapacitou (Cílek et al., 2015).

Lindley ve svém projektu rozdělil kanalizační soustavu na dvě výšková pásma a díky využití letenského tunelu zvládnul odvodnit i nejnižší položené čtvrti při probíhajících přívalových deštích. Rovněž větší profily navržených stok umožňovaly významné rozšíření odkanalizovaných oblastí v dalším období. Tomuto faktu také odpovídaly náklady na projekt, které byly určeny dle projektanta na 6,5 milionu zl. Projekt městská rada schválila 21. dubna 1894 jako základ k provedení pražské kanalizace (Broncová, 2002).

Obr. č. 2 - Schéma pražské kanalizační sítě, kol. 1910



Zdroj: Jásek, 2006

Je třeba zmínit, že odvodňované území nezabíralo pouze tehdejší Prahu, tzn. Staré a Nové Město pražské, Josefov a Vyšehrad. Na pravém břehu se jednalo o příměstské obce Karlín, Žižkov, Královské Vinohrady, Nusle a Podolí. Na levém břehu pak Holešovice-Bubny, Malou Stranu, Hradčany a Smíchov. Celková plocha, se kterou bylo počítáno pro odkanalizování, činila 2588 hektarů. Množství splaškové vody bylo rozděleno do čtyř kategorií. V nejhustěji obydlené vnitřní části města bylo počítáno s jedním litrem splašků za vteřinu na hektar, u vnější části města pak 0,75 l na hektar za vteřinu s tím, že v příkřejších obvodech bylo stanoveno 0,67 l splaškové

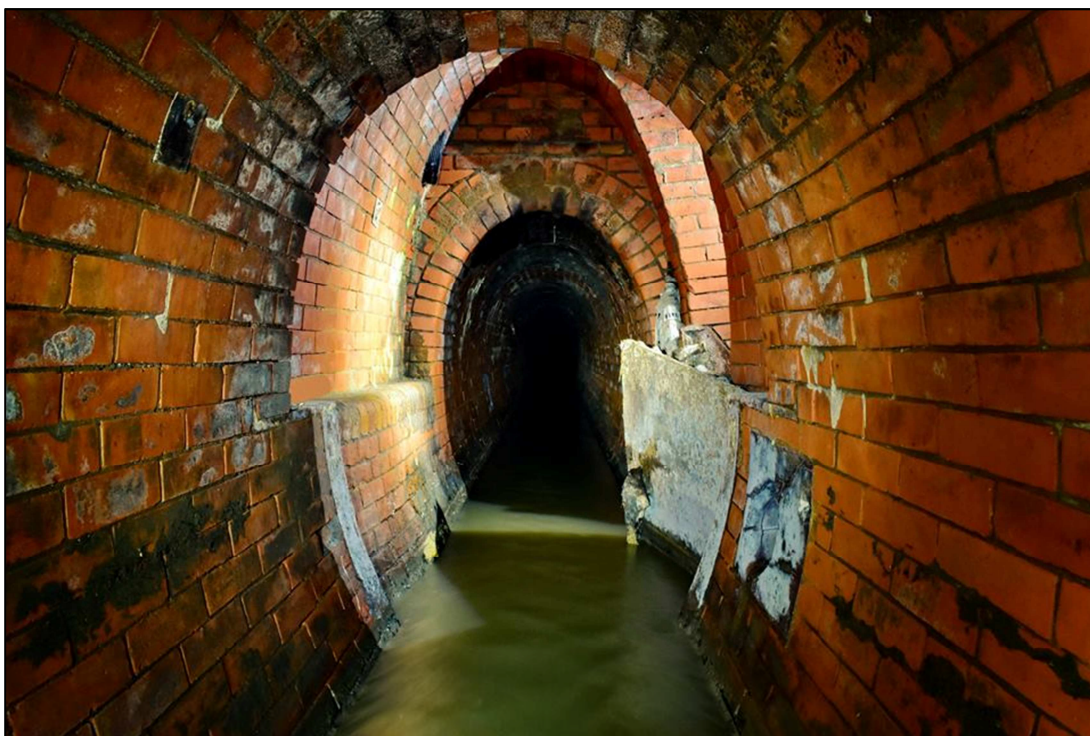
vody za vteřinu na hektar. V předměstských a neobydlených částech byl předpoklad odtoku 0,5 l za vteřinu na hektar (Jásek, 2006).

Celkové odvodnění bylo dále rozděleno na hlavní soustavu A a B. Větší soustava A pokrývala části města, které se dali spojit s letenským tunelem a čistírnou co nejkratší a nejvhodnější cestou. Soustava B byla odvodňována stokou vedoucí Karlínem a Holešovicemi, která rovněž končila na čistírně v Bubenči. Při projektování byl také brán ohled na oddělení povodněmi zaplavovaného území s tím, že bezprostředně za hranicí přímé zátopy bude možné uzavření zatopeného obvodu při zachování odvodnění nezatopených částí města (Jásek, 2006).

Soustava pražské stokové sítě byla vybudována jako úchytná nebo radiální, jak umožňovaly terénní poměry. Hlavní snahou bylo, aby vedení stok ke konečnému bodu vyústění bylo co nejkratší. Z tohoto důvodu jsou splašky převáděny z pravého břehu Vltavy na levý dvěma shybkami. Na Starém městě se jedná o dvojitý železný rourvod po 1 m v průměru a mezi Karlínem a Holešovicemi dvojitý rourvod po 70 cm v průměru.

Za účelem ventilace a proplachování stok stokovou vodou tvoří celá síť cirkulační systém, bez jakýchkoliv mrtvých konců stoky. Proplachování stokové sítě se děje pomocí splachovacích vrátek a stavítek (Zika, 1913).

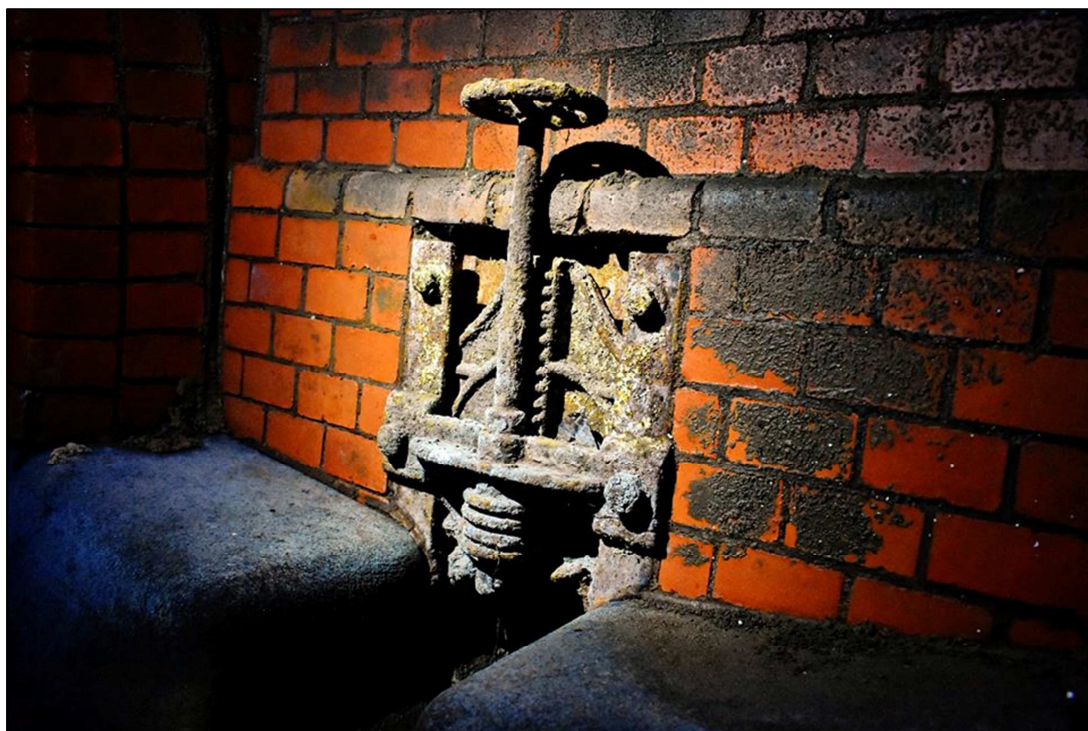
Obr. č. 3 - Historická vrátka na Malostranském sběrači



Zdroj: Lukáš Havlíček, 2019

Princip vrátek byl jednoduchý. U těchto manipulačních prvků byla na kanalizační síti zbudována obslužná šachta, ze které bylo možno uzavřít vrátka a vytvořit jakousi bariéru. Jakmile voda vystoupala na požadovanou výšku, vrátka se otevřela a vlna sebou vzala i hrubší sedimenty a nánosy ze dna. Ovládání vrátek bylo na kliku, kdy se ozubené kolo točilo po hřebenové liště. Tyto původní proplachovací prvky se dnes již nepoužívají. Dodnes jsou umístěny ve stokách a připomínají, jak důmyslně byl kanalizační systém postaven. Vrátko se dále používalo jako nejstarší regulační prvek u shybek, když bylo potřeba zavřít jedno rameno. Stavítka (hradítka) jako taková se dodnes používají a slouží k uzavírání jednotlivých ramen či stok při různých opravách či svedení splaškových vod jinou cestou. Původní ovládací prvky byly vyráběny zejména z litiny. Dnes se jedná zejména o nerez z důvodu zamezení koroze těchto uzavíracích prvků.

Obr. č. 4 - Původní hradítko na propoji Malostranského sběrače



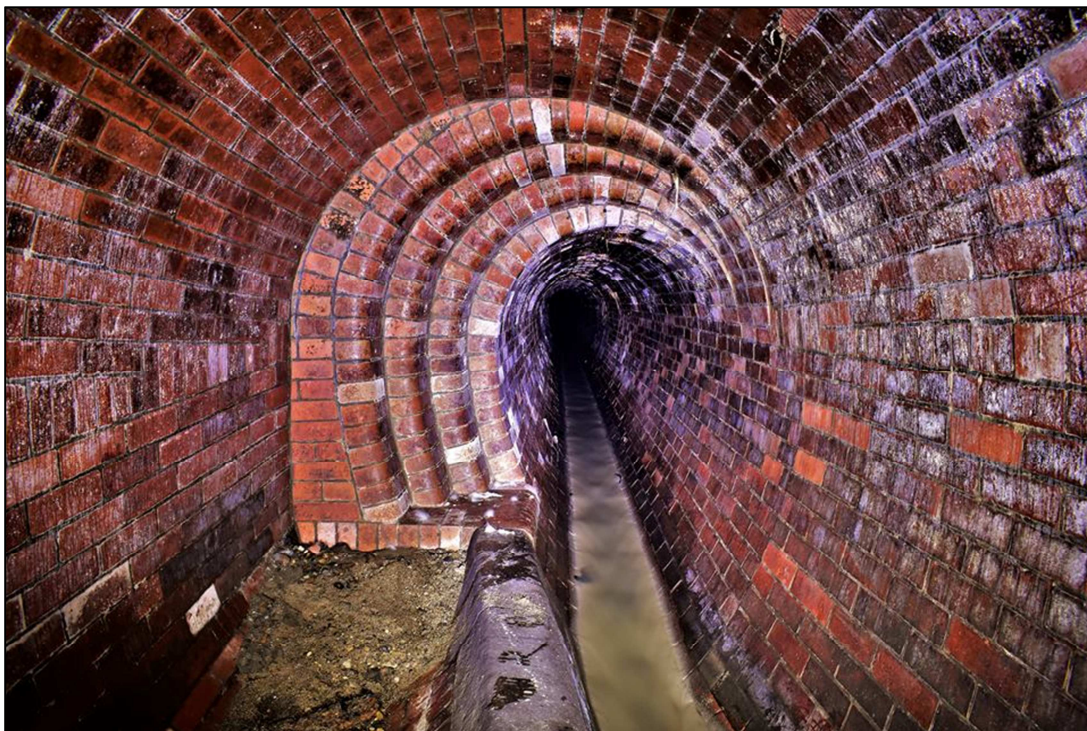
Zdroj: Lukáš Havlíček, 2019

Stoky, které byly dimenzované pro odvádění splašků a přívalových vod, vytvořily síť složenou v té době již ze čtyř kmenových stok. Byly označeny písmeny A, B, C a D. Během následujících 20 let byl moderní a velkolepý projekt téměř dokončen. Materiálem na výstavbu kanalizace byly určeny cihly i přes enormní nátlak tehdejších betonářských firem. Na výrobu cihel byl vypsán konkurz a byly prováděny tlakové a chemické zkoušky od 8 výrobců. Cihly na výstavbu kanalizace měli přes sto různých tvarů a při dopravě byla každá cihla zvláště zabalena do slámy. Každá dodávka cihel zvonivek pak byla ještě speciálně kontrolována (Polák et al., 2015).

Vhodně zvolený materiál se ukázal jako excelentní řešení. Kanalizace postavená z těchto kvalitních cihel se dochovala v původním provedení bez větších problémů do současnosti. Samotný materiál jistě nebyl zárukou vybudování kvalitní kanalizace (celkem se jednalo zhruba o 7 miliónů cihel). Bez potřebné kvalitní práce, která byla rovněž odvedena, by nebylo stvořeno tak esteticky nádherné a technicky

dokonalé dílo. Až když si člověk uvědomí, že každá cihla byla speciálně zabalena, poklepána a usazena na své místo může docenit odkaz, který nám naši předkové vybudovali bez použití jakékoliv mechanizace.

Obr. č. 5 - Ukázka úžasné práce při vyzdívání – OK Duškova 20K atyp přechod 2020/1500



Zdroj: Lukáš Havlíček, 2019

Vodoprávní schválení celé této výstavby skončilo s kladným výrokem 19. listopadu 1894. O pár měsíců později bylo započato s přípravnými pracemi k výstavbě stokových sítí a čistící stanice. Stavba byla oficiálně zahájena výstavbou staroměstského stokového sběrače na začátku roku 1898. Postupně byly rozestavěny následující hlavní sběrače a již v říjnu téhož roku byl proražen kanalizační tunel pod Letnou.

V roce 1900 byl dokončen projekt čistící stanice a v září následujícího roku je náročná stavba zahájena výkopovými pracemi pro usazovací nádrže. Roku 1906 byl zahájen zkušební provoz čistící stanice. 27 června 1906 bylo otevřeno stavidlo kmenové stoky A a splašky začaly procházet čistícím procesem. Až na drobné

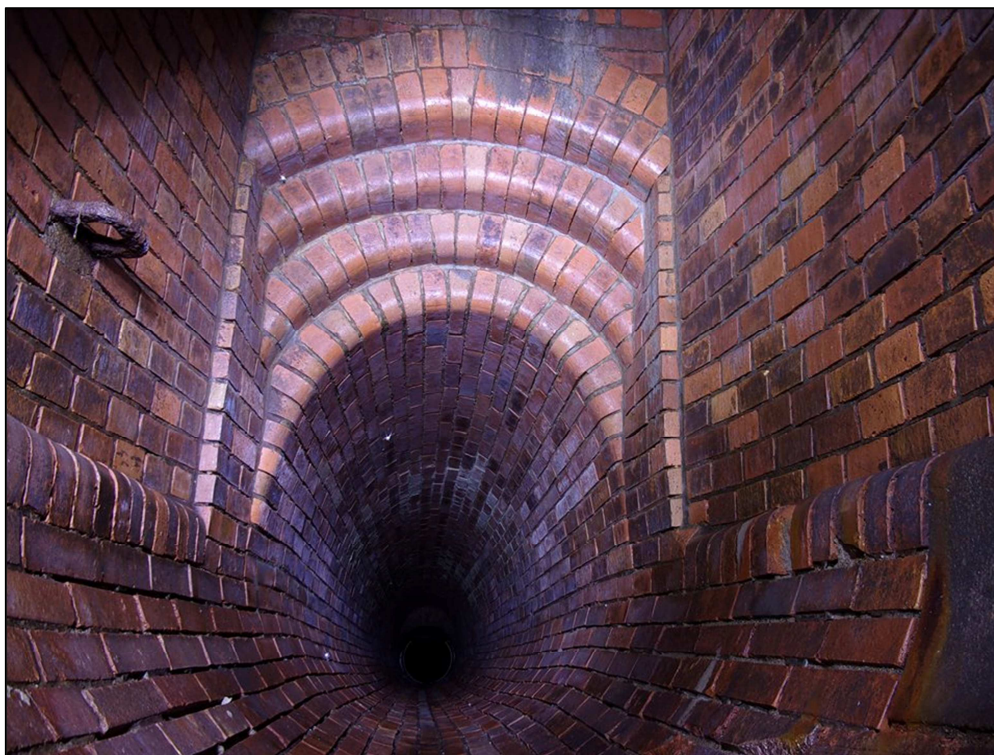
závady vše fungovalo bez problémů a za necelý půl rok bylo dosaženo optimálního chodu všech zařízení.

Rok 1909 znamenal konec působení W. H. Lindleye v hlavním městě Českého království. Svému zástupci Emanuelu Heinemannovi postupně předal celou agendu výstavby kanalizační sítě. Po splnění všech úkolů, které plynuly ze smlouvy a následných dodatků se rozloučil s Prahou při příležitosti zasedání dozorčí rady pro kanalizaci 10. března 1909 (100 let novodobé pražské kanalizace, 2006).

Do konce roku 1914 již celková délka stok přesahovala 135 km a práce se nezastavily ani začátkem první světové války. Kanalizační kancelář měla rovněž za úkol udržovat v provozu a čistotě staré stoky, rušit nepotřebné stoky a také čistit domovní stoky a žumpy. Je ale třeba zmínit, že celé období nebyla pouze éra ing. Lindleye, ale i ostatních pracovníků kanalizační kanceláře. Jeho úloha nebyla dočasná, protože on nezpracoval pouze generální projekt a prováděcí projekty. Lindley rozhodl o jednotném vejčitém profilu stok, o zásadách budování spojných či rozbočných komor, používání kameninových trub a dalších důležitých zásadách, které se nezdá kdy aplikují dodnes. Jeho *Předpisy o úpravě odvodnění usedlostí s připojováním jich k veřejným stokám uličním král. hlav. města Prahy* z roku 1903 byly první jakési konkrétní normy technických a správních zásad, které se staly pevným podkladem pozdějších předpisů (Broncová, 2002).

Spády pro hlavní sběrače jsou obvykle 1:1000 až 1:2000. Pro stoky vedlejší 1:800 až 1:300. Jestliže se vyskytnou větší spády a menší množství protékajících vod, tak se místo zděných stok používá kameninové potrubí. Profily zděných stok jsou vejčité a zařazují se dle velikosti do tříd. Nejmenší zděná stoka má profil 50x90 cm, který se dále zvětšuje na 60x110 cm, 70x125 cm, 80x140 cm až 180x260 cm. Obdobné jsou profily dešťových výpustí, které mají hruškovitý tvar (dole kruhový nahoře vejčitý profil). Tyto profily tvoří třídy od 80x110 cm, 90x112 cm až do 200x250cm. Kruhových a abnormálních profilů se při zděných stokách užívá jen výjimečně (Zika, 1913).

Obr. č. 6 - Dešťová výpust OK 2K Podolské nábřeží – hruška DN 100x125 cm



Zdroj: Lukáš Havlíček, 2019

Všechny tyto předpisy a hlavní Lindleyovo myšlenky jsou zakomponovány v dokumentech, podle kterých se navrhuje a projektuje kanalizace v Praze. Souhrnně se tyto dokumenty nazývají Městské standardy pro hl. m. Prahu. Tyto standardy jsou volně dostupné ke stažení na webových stránkách správce vodohospodářské infrastruktury v Praze Pražské vodohospodářské společnosti. Detailně jsou popsány všechny objekty na stokové síti, materiály, technologie výstavby, výškové vedení stok a další doprovodné stavby nezbytné pro fungování vodohospodářské infrastruktury. Pro přehlednost jsou dokumenty rozděleny na kanalizační a vodárenskou část. Součástí jsou také výkresy objektů na stokové a vodovodní síti.

Lindleyho kanalizační systém fungoval až do roku 1922, kdy byla vytvořena Velká Praha. Připojení nových pražských čtvrtí vedlo k výstavbě nových čistíren, jelikož stávající v Bubenči již kapacitně nestačila. K tomuto kroku ale nedošlo a roku 1927 proběhla rozsáhlá modernizace. Ani ta však nebyla dostačující a v roce 1954 bylo rozhodnuto o vybudování ústřední čistírny odpadních vod na Císařském ostrově. S dalšími změnami územních plánů a připojování dalších čtvrtí k Velké

Praze (zejména v letech 1968 a 1974) se vytvářely i nové koncepce kanalizační sítě. Oproti hlavnímu úkolu, který řešil Lindley před více než sto lety, podchycení spodních vod a jejich svedení do kanalizace, dnes kanalizační inženýři řeší problém vod balastních. Díky řadě dalších vynalézavých techniků včetně Lindleye byla na dlouho vyřešena kanalizační otázka.

Kanalizace funguje se všemi modifikacemi dodnes. V bývalé čistírně vzniklo ekotechnické muzeum. Životnost kanalizace významně prověřila i povodeň z roku 2002, která nepřinesla vážnější škody (Janata, 2011).

Na počátku 50. let minulého století prudce vzrostl počet připojených obyvatel na stokovou síť vlivem rozvoje nové bytové výstavby. Část odpadních vod odtékala bez jakéhokoliv čištění přímo do Vltavy, jelikož Lindleyova čistírna již nemohla zvládat takovéto množství odpadních vod. Z toho důvodu bylo v roce 1954 rozhodnuto o vybudování zcela nové ČOV, a to jak s mechanickým, tak s biologickým čištěním. Vzhledem k existující stokové síti, která směřovala odpadní vody do Bubenče, byla logicky vybrána lokalita pro umístění čistírny opodál - na Císařském ostrově. V letech 1959 - 1965 byla vybudována a slavnostně uvedena do provozu nová ústřední čistírna odpadních vod (ÚČOV). Lindleyova čistírna tímto aktem po šedesáti letech ukončila svůj provoz. Po vyřešení problémů s mechanickým čištěním byla ÚČOV plnohodnotně zprovozněna v roce 1967 (Jásek, 2006).

Již v předstihu výstavby ÚČOV došlo k intenzifikaci dopravy kalů (čerpáním) do lokality Drasty, která slouží pro nouzové řešení kalů dodnes. V době uvedení ÚČOV do provozu byla kapacita biologického stupně nedostatečná a část splašků se čistila jen mechanicky. Proto docházelo v sedmdesátých a osmdesátých letech k postupným intenzifikacím, které měly zajistit větší kapacitu.

Od roku 1970 se sleduje koncepce pro výstavbu nové čistírenské kapacity pro hlavní město Prahu. V tomto období bylo zpracováno a vyhodnoceno až dvaadvacet variant řešení, z nichž byly učiněny dva hlavní závěry:

- zajistit intenzifikaci ÚČOV na Trojském ostrově do roku 1978;
- zajistit přípravu a výstavbu nové čistírenské kapacity (dále jen NČOV) mimo území hlavního města Prahy, včetně přivaděče navazujícího na pražskou

kanalizační síť tak, aby mohly být postupně uvedeny do provozu v období 1985–2000.

Na těchto úkolech se pracovalo až do roku 1989 a bylo zpracováno několik srovnávacích studií a koncepcí, které posuzovaly různé varianty umístění nové čistírny odpadních vod. Jako nejdůležitější se jevila zpracovaná novelizovaná Studie souboru staveb NČOV Praha z ledna 1987. Tato studie vycházela z výsledků, celkového shrnutí, posouzení a projednání rozsáhlého souboru předchozích studijních a koncepčních prací, formulovala stanoviska k závěrům státní expertizy a stala se výchozím podkladem k zahájení přípravných projektových a majetkoprávních prací pro vybudování NČOV v lokalitě Hostín. Současně bylo rozhodnuto, že 1. etapa NČOV bude uvedena do provozu k roku 2000 s tím, že opatření na ÚČOV (dobudování strojního odvodnění kalů, modernizace energocentra apod.) budou zajišťovat spolehlivý provoz ÚČOV do roku 2020.

Akce byla rozdělena na tři samostatné části (1. stavba – shybka pod Vltavou, 2. stavba – 20 km přivaděč do Hostína, 3. stavba – vlastní NČOV). Realizovat se však podařilo jen 1. stavbu – shybku, která je provozně využívána pro převod odpadních vod „obráceným směrem“ na Císařský ostrov. Již rozběhnutou akci zastavily politické změny v roce 1989 a celá koncepce byla zastavena, vrácena zpět k přezkoumání a hledání optima. Z pohledu koncepce však byla velmi zajímavá a reálná a ve své době i ekonomicky únosná. Byla například nadčasová v řešení srážkových vod možností dlouhého přivaděče, jenž by byl využíván jako retence (Centrální čištění odpadních vod hlavního města Prahy, 2009).

Z dnešního pohledu naprosto utopistická myšlenka likvidace odpadních vod v jiném kraji než odkud pochází odpadní vody. Řešení bylo sice naddimenzované – počítalo se se specifickou spotřebou vody 420 l na osobu a den, ale poměrně odvážné s přihlédnutím na využití přivaděče jako možného retenčního zařízení. Jak uvádí výše uvedený zdroj, byla realizována shybka, která se dnes využívá opačným směrem a dopravuje odpadní vody na čistírnu z kmenových stok E a F. Současně se shybku byla ještě realizována testovací zhruba 40 m ražba štolového přivaděče v atypickém profilu DN 3350/4100. Ta je dnes zaslepena v odlehčovací komoře OK 1F přímo pod zoologickou zahradou. Tato komora je působivá svou velikostí, která

měla své opodstatnění. Dříve se počítalo s kolektorem kmenových stok před štolovým přivaděčem do ČOV Hostín. Z tohoto důvodu je shybka současné kmenové stoky F tak obří (3 shybky DN 2000). Tyto plány bohužel padly se změnami, které se odehráli v roce 1989. Zbyl jen velkolepý plán a realizovaná etapa stavby, která připomíná, jaká koncepce byla vymyšlena pro výstavbu nové čistírenské kapacity pro hlavní město Prahu. Níže uvedené foto je foceno z odlehčení OK 1 F, kde je napravo vidět vysoká přelivná hrana.

Obr. č. 7 - Pohled na zaslepenou část plánovaného štolového přivaděče v profilu DN 3350/4100

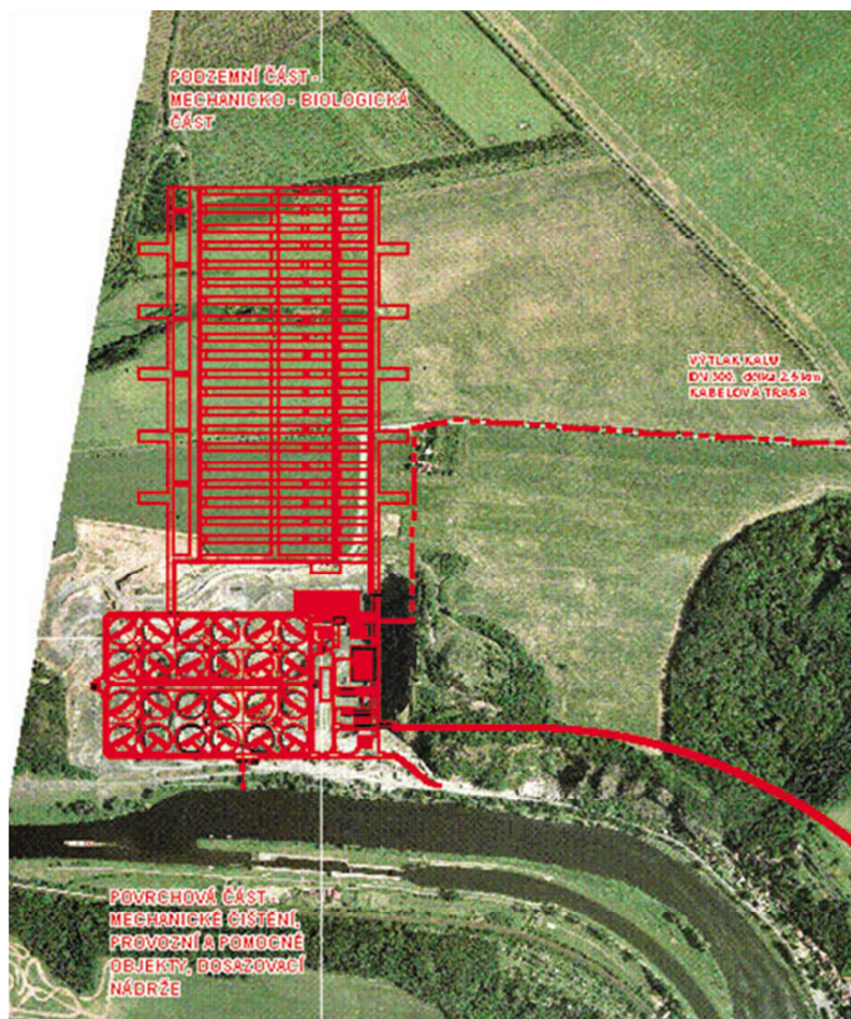


Zdroj: Lukáš Havlíček, 2019

Bylo tedy jasné, že je nutné najít nové místo pro umístění budoucí čistírny. Jako logické by se zdálo rozšíření ÚČOV na Císařském ostrově, avšak to bylo nereálné z celé řady důvodů až do roku 2002. Posuzovány byly různé návrhy a možnosti. K těm propracovanějším se řadily návrhy umístění stavby do podzemních prostor skalního masivu Brnky ve vzdálenosti 3 km od Císařského ostrova a prostor lomu v Klecanech, kde byla možnost částečné realizace stavby v podzemí. Výhoda nižších nákladů proti variantě úplné podzemní stavby v Brnkách, byla snižována

náklady na přivaděč odpadních vod, který by se prodloužil na 7 km. Největším problémem ale zůstávaly samotné finance a jejich nedostatek na realizaci takto velké investiční akce. (Odkanalizování a čištění odpadních vod na území hl. města Prahy, časopis Sovak č. 9/2018)

Obr. č. 8 - Ukázka ze studie NČOV v lomu v Klecanech



Zdroj: Časopis stavebnictví (https://www.casopisstavebnictvi.cz/centralni-cistení-odpadnich-vod-hlavniho-mesta-prahy-prvni-dil_N2352)

V roce 2000 byla sestavena skupinou odborníků teoreticky vhodná řešení čistírny odpadních vod. Prvotní návrh byl tvořen 26 variantami. Z důvodu nemožnosti využití sousedního území tzv. zahrádek (které nebylo v souladu s platným územním plánem), bylo rozhodujícím požadavkem využití pouze území

stávající ÚČOV, a to i za předpokladu vyšších investičních nákladů. V této době byla již zahájena jednání o změně dosavadního Územního plánu. Ten dosud stanovoval, že do roku 2010 má být čistírna vymístěna mimo území hl. města Prahy, ale bez další specifikace lokality. Řešení se zakládalo na principu rozdělení kapacity čištění odpadních vod mezi stávající areál ÚČOV a nový areál NČOV. Základním prvkem intenzifikace bylo zvýšení pracovních objemů ÚČOV tak, aby byly zajištěny požadavky na čistírenské procesy vodní linky v souladu s legislativními požadavky včetně čištění dešťových vod. Pro stávající i nový areál bylo plánováno společné kalové hospodářství. Přístupem ČR do EU bylo řešení dle této varianty z roku 2000 překonáno. Došlo ke změně legislativních požadavků a čistírna musela splňovat limity čištění platné pro citlivé oblasti (Pražská vodohospodářská společnost a.s. Dostupné z: <http://www.pvs.cz/historie/historie-vodarenstvi/>).

Počátkem roku 2002 se chystalo rozpracování a zahájení přípravy řešení na Císařském ostrově. Jednalo se o složité řešení, které zahrnovalo podmínku zachování odpovídající funkčnosti čistírny i při přestavbě. Jelikož se uvažovalo o zásadním přeskupení jednotlivých objektů čistírenské linky, bylo navrženo v několika etapách. Dořešení lokality a technologie kalového hospodářství se uvažovalo v následném projektovém stupni pro územně povolovací řízení. Převažoval logický názor o umístění likvidace kalu. To mělo být v těsné blízkosti vodní linky, tedy co nejbližší vzniku kalů. O tomto záměru, však nebylo rozhodnuto.

V této době již byla uplatněna a dále rozvíjena technologie ekologického využití kalů s celkovou mineralizací (spalování nevyhnilých kalů). Prohlubovalo se připuštění totálního oddělení vodní linky a linky kalové. Pro kalové hospodářství se uvažovaly již známé lokality: areál ÚČOV Císařský ostrov, areál ÚČOV Drasty a areál nově vzniklé Pražské Teplárenské a.s. Holešovice.

(Centrální čištění odpadních vod hlavního města Prahy - první díl | 05/09 | časopis Stavebnictví (online). Dostupné z: https://www.casopisstavebnictvi.cz/centralni-cistení-odpadnich-vod-hlavniho-mesta-prahy-prvni-díl_N2352).

Do provozu čistírny však ničivě zasáhly povodně v srpnu 2002. Byla chráněna pouze na Q100. Došlo k protržení hráze a zaplavení celé čistírny do výše

několika metrů. Škody byly vyčísleny na více než 300 milionů Kč. V říjnu téhož roku bylo obnoveno mechanické čištění a začátkem listopadu i biologický stupeň čištění. Povodeň paradoxně významně přispěla k řešení celé situace současných i budoucích potřeb čištění odpadních vod. Na Císařském ostrově se po povodni otevřel prostor v těsné blízkosti současného areálu ÚČOV. Ten umožnil kombinaci řešení rekonstrukce stávající čistírny a výstavbu nové vodní linky (110 let pražské kanalizace).

Obr. č. 9 - Pohled na ÚČOV ze dne 15. srpna 2002 kdy hladina Vltavy kulminovala



Zdroj: Martin Doležal, 2002

Uvolnil se tzv. prostor bývalých zahrádek na Císařském ostrově a změnil se územní plán. Tímto byly vytvořeny podmínky pro umístění Nové vodní linky do prostoru, kde je v současné době realizována. V roce 2004 byla schválena koncepce zpracovaná jako projekt „Celková přestavba a rozšíření ÚČOV Praha na Císařském ostrově“. Etapa 0001 – Nová vodní linka byla zahájena v roce 2015 a jedná se o základní stavbu tohoto projektu. ÚČOV nesplňuje v dlouhodobém horizontu

požadavky současné národní i evropské legislativy na kvalitu vypouštěných vyčištěných odpadních vod. Především v ukazateli dusíku a fosforu, které mají nepříznivé dopady na celý vodní ekosystém. Plánována je modernizace ve dvou krocích. Prvním je vybudování Nové vodní linky ÚČOV, která už sama o sobě přispěje výrazně ke zlepšení kvality vyčištěných odpadních vod vypouštěných do Vltavy. Ve druhém kroku bude provedena modernizace stávající vodní linky ÚČOV, kterou bude zabezpečeno odstraňování dusíku a fosforu na stanovené hodnoty i při nevyšším zatížení čistírny odpadními vodami. Nová vodní linka ÚČOV je navržena jako plně zakrytá, s chemickou nebo biologickou dezodorizací procesního vzduchu vypouštěného z čistírny do ovzduší. Moderní architektonicko-urbanistické řešení areálu, a jeho jednotlivých technologických celků, přispěje ke zlepšení celkového prostředí v Trojské kotlině.

(Souhrnná informace o přípravě stavby č. 6963 | Celková přestavba a rozšíření ÚČOV Praha na Císařském ostrově. *Celková přestavba a rozšíření ÚČOV Praha na Císařském ostrově* [online]. Dostupné z: <http://www.novacistirna.cz/modernizace-ucov-praha/souhrnna-informace-o-priprave-stavby-c-6963/>)

Etapa 001 tedy výstavba NVL byla dokončena 19. září 2018. Nyní probíhá patnáctiměsíční zkušební provoz. Stavba převezme až 50 % budoucí kapacity (800 tis. EO) čištění odpadních vod v Praze a budou plněny přísné Evropské normy na účinnost čištění a parametry na odtoku. Nová vodní linka je navržena jako kaskádová aktivace s regenerační nádrží vratného kalu a s třetím stupněm čištění. Celková kapacita biologicky vyčištěné vody je až 4,1 m³/s.

(SMP CZ a.s., dostupný z: <https://www.smp.cz/referencni-projekty/detail/celkova-prestavba-a-rozsireni-ustredni-cistirny-odpadnich-vod-ucov-praha-na-cisarskem-ostrove-stavba-c-6963-etapa-0001-nova-vodni-linka-nvl>)

Celková přestavba a rozšíření Ústřední čistírny odpadních vod na Císařském ostrově je investicí Hlavního města Prahy. V jeho investičním plánu je vedena jako soubor etap stavby č. 6963. Stavbu č. 6963 jako celek v současné době tvoří:

- Etapa 0001 – Nová vodní linka (NVL).
- Etapa 0002 – Stávající vodní linka (SVL).

- Etapa 0003 – Kalové hospodářství (KH).
- Etapa 0004 – Nátokový labyrint – levý břeh
- Etapa 0005 – Nátokový labyrint – pravý břeh
- Etapa 0007 – Nátoky na ÚČOV (vybrané objekty)
- Etapa 0008 – Kompenzační opatření

Obr. č. 10 - Celkový pohled na Císařský ostrov a umístění NVL



Zdroj: Portál hl. m. Prahy, 2019

http://www.praha.eu/jnp/cz/o_meste/magistrat/tiskovy_servis/tiskove_zpravy/nova_vodni_linka_prazske_cistirny_ma.html

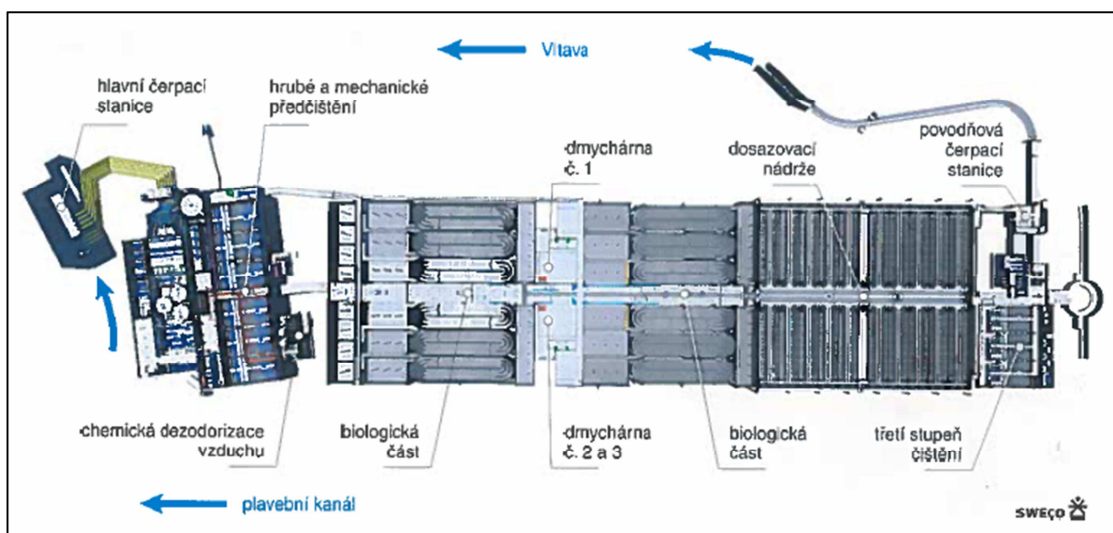
Nová vodní linka je stavebně složena ze dvou základních celků. Objekt hrubého a mechanického předčištění tvoří první stavební celek. Biologická linka s terciárním dočištěním druhý, který je doplněn ještě o povodňovou čerpací stanici. Oba tyto celky jsou navrženy tak, aby NVL byla schopna čistit odpadní vody až do povodňových průtoků Q_{20} . Ochrana na povodňový průtok s periodicitou 20 let byla podmínka k pojištění stavby ze strany pojišťovny. Nadzemní objekt hrubého

předčištění i zakrytá část biologické linky a terciárního stupně dočištění jsou chráněny proti povodňovým průtokům z roku 2002, které byly vyhodnoceny jako 500 - letá voda (Q_{500}).

(Celková přestavba a rozšíření ÚČOV na Císařském ostrově, časopis Sovak č. 9/2018).

V současné době již byla zhotovena etapa 0001 – Nová vodní linka, část etapy 0007 – Nátoky na ÚČOV (Hlavní čerpací stanice a přidružené objekty) a etapa 0008 – Kompenzační opatření. Cena NVL podle Smlouvy o dílo uzavřené 11. 10. 2011 byla za všechny projektové činnosti, inženýrské a související služby a realizaci kompletní stavební a technologické části Nové vodní linky, včetně Fáze A Zkušebního provozu, 6.033.000.000 Kč bez DPH.

Obr. č. 11 - Celkový pohled na Novou vodní linku



Zdroj: Převzato z článku Modernizace ÚČOV Praha v roce 2018, časopis Sovak č.9/2018

Soubor výše uvedených staveb v jednotlivých etapách je ucelený program, jak koncepčně vyřešit čištění odpadních vod a zpracování odpadů (zejména kalů) v souladu s evropskou i národní legislativou. Tyto investiční akce zároveň respektují současné možnosti (území, technické, finanční) a potřeby hlavního města Prahy. Nutno podotknout, že je to program velmi dlouhodobý. Kolem roku 2025 se počítá s dokončením realizace všech podstatných částí. Uplyne již 20 let od prvního představení tohoto kompaktního programu, avšak u takto složitých staveb je třeba

s takovýmito lhůtami počítat. Největší nezbytností se jeví další realizace krok za krokem podpořená všemi účastníky procesu a zejména hlavním městem Prahou. (Modernizace ÚČOV Praha v roce 2018, časopisu Sovak č. 9/2018).

Postupným vývojem, který byl ovlivněn urbanistickým rozvojem města, je v Praze vybudována propracovaná stoková síť. V celém katastrálním území se převážně jedná o jednotnou soustavu. Oddílnou stokovou soustavu tvoří samostatné menší lokality a okrajová sídliště. Charakter území umožňuje v drtivé většině použití gravitačního systému. Odpadní vody jsou směřovány na ÚČOV na Císařském ostrově, avšak Praha má i další lokální „pobočné“ čistírny. Jedná se o čistírny především v okrajových územích. Ty odvádějí pouze 5–6 % všech odpadních vod Prahy, ale po celém území Prahy jich je umístěno 28. V současnosti vzhledem k masivnímu rozvoji v okrajových částech města jejich význam stoupá. Díky velkému zastavování území bytovou i průmyslovou zástavbou tak dochází k enormnímu zvyšování produkce splaškových vod i urychlování odtoku srážkových vod. Převládající problematikou však zcela logicky zůstává ÚČOV.

(Centrální čištění odpadních vod hlavního města Prahy - druhý díl | 06-07/09 | časopis Stavebnictví (online). 2007 [cit. 31.12.2018]. Dostupné z: https://www.casopisstavebnictvi.cz/centralni-cistení-odpadnich-vod-hlavniho-mesta-prahy-druhy-díl_N2423)

3.2 Druhy odpadních vod

Odpadní vodou se rozumí jakákoliv voda, která po použití mění svoje vlastnosti. Ať se již jedná o fyzikální (teplota, chuť, zápach, barva) nebo chemické (pH, tvrdost vody) vlastnosti. Zejména se jedná o vody, které mohou ovlivnit jakost povrchových a podzemních vod. Odpadními vodami jsou:

- všechny druhy vod odváděné kanalizací (ať se tam dostali jakkoli),
- vody z drenážních systémů, které se dostaly jako součástí zařízení k čištění a likvidaci odpadních vod,
- odčerpávané vody, podzemní z hydraulické ochrany u rafinérií, skladů ropných látek, odkališť z rudných, energetických, chemických výroby, průzkumů těžebních činností,
- vody jakkoli znečištěné z výroby jako důsledek vlhkosti suroviny nebo z výrobního procesu,
- tekuté odpady (kejda apod.)

Dle původu a typu znečištění se odpadní vody dále rozdělují do těchto skupin:

- splaškové,
- průmyslové,
- infekční,
- ze zemědělství a zemědělské výroby,
- dešťové – povrchové vody,
– smíšené odpadní vody,
- ostatní odpadní vody.

(Hlavínek et al., 2006)

Odpadní vody splaškové

Jako splaškové odpadní vody jsou definovány odpadní vody vypouštěné obyvatelstvem z bytů a obytných domů. Do této kategorie spadají i odpadní vody z obecní, resp. městské vybavenosti (školy, úřady, restaurace a hotely apod.), které mají obdobný charakter jako odpadní vody z domácností.

Odpadní vody průmyslové

Jedná se o odpadní vody vypuštěné do veřejné kanalizace z průmyslových závodů. Tyto vody musí být před vypuštěním ze závodu do veřejné kanalizace upraveny tak, aby vyhovovaly provoznímu řádu kanalizace, respektive byly čistitelné technologií komunální ČOV. Obecně však platí, že by průmyslové odpadní vody měly být odděleny a čištěny na samostatných průmyslových ČOV. Bohužel v minulosti byly takové vody, často s obsahem toxických látek (např. těžké kovy, pesticidy apod.), běžně vypouštěny do kanalizace, a to často bez ohledu na možnosti koncové ČOV. V současnosti je vyvíjen odborný, ale i ekonomický tlak na oddělení takovýchto vod od veřejné kanalizace. Množství průmyslových odpadních vod je nutné stanovit individuálně dle typu a technologie výroby.

Odpadní vody dešťové

Jedná se o vody odváděné z intravilánu obce veřejnou kanalizací, nebo z výrobního závodu či jiných ploch.

Balastní vody

Jedná se především o podzemní vody, které se dostávají netěsnostmi do kanalizace. Bohužel dosti často se jedná i o povrchové toky zaústěné do kanalizačního systému (v minulosti se běžně různé potůčky zaústěovaly do kanalizace bez ohledu na to, že se jedná v zásadě o čistou vodu). Balastní vody mají negativní vliv, protože nařezávají splašky a odpadní vody ochlazují. Balastní vody bohužel představují značné procento celkových odpadních vod, což platí hlavně u starších systémů stavěných často s nedostatečnou projektovou dokumentací.

Typický rozdíl mezi vodami odpadními a průmyslovými může být zejména v toxicitě a množství. Dále může být patrný rozdíl mezi těmito vodami především ve složení. Průmyslové odpadní vody mají na rozdíl od splaškových vod různorodé složení v závislosti na typu průmyslu, kde vznikají. Organické nebo anorganické látky mohou obsahovat odpadní vody z chemického průmyslu a mohou nebo nemusí být toxické. V některých aspektech se těmito vodám podobají vody ze strojírenského a hutního průmyslu. Zvláště nebezpečné jsou vody obsahující oleje a ostatní ropné

produkty z důvodu náročnosti jejich čištění. Zvláštní skupinou jsou vody z různých průmyslových odvětví, ve kterých odpadají převážně organické látky. Je to například při výrobě celulózy, papíru, škrobu, piva, při zpracování masa, mléka, kožedělném průmyslu a mnoha dalších (Císař et al., 1987).

Městské odpadní vody se liší mírou znečištění a složením zejména v závislosti na typu a velikosti sídla a druhu průmyslu. Nezanedbatelný je rovněž stupeň naředění srážkovými vodami, které vstupují do systému. Objem a složení odpadních vod ve stejném místě se liší v průběhu času a to jak v průběhu dne, týdne, tak horizontu let.

Tabulka 1 - Příklady znečišťujících látek

Znečišťující látky			příklady
rozpuštěné	organické	biologicky rozložitelné	cukry, mastné kyseliny
		Biologicky nerozložitelné	azobarviva
	anorganické		Těžké kovy, sulfidy
nerozpuštěné	organické	biologicky rozložitelné	škrob, bakterie
		biologicky nerozložitelné	papír, plasty
		usaditelné	celulosová vlákna
		neusaditelné	bakterie, papír
		koloidní	bakterie
		plovoucí	papír
	anorganické	usaditelné	písek, hlína
		neusaditelné	brusný prach

Zdroj: Dohányos et al., 1996

V odpadních vodách jsou obsaženy látky rozpuštěné a nerozpuštěné. Nerozpuštěné látky můžeme dále rozdělit na organické a anorganické. Mezi organické látky patří biologicky rozložitelné látky, biologicky nerozložitelné, usaditelné, neusaditelné, koloidní a plovoucí. Mezi anorganické látky patří látky

usaditelné a neusaditelné. Rozpuštěné látky můžeme také rozdělit na organické a anorganické. Mezi organické látky patří látky biologicky rozložitelné a biologicky nerozložitelné. Konkrétní příklady jednotlivých znečišťujících látek jsou uvedeny níže v tabulce (Dohányos et al., 1996).

Jelikož se vypouštěním odpadní vody do recipientů dle zákona rozumí nakládání s vodami, je zapotřebí všechny tyto vody vyčistit. Množství a kvalitu vypouštěné vody stanovuje příslušný vodohospodářský orgán svým rozhodnutím, který vychází z celostátní platné legislativy. Aktuálně se jedná o Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., kterým se stanoví ukazatele a hodnoty přípustného znečištění vod.

Tímto jsou stanoveny:

- **emisní limity**

Nejvýše přípustné hodnoty ukazatelů znečištění odpadních vod, které stanoví vodoprávní úřad v povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových.

- **imisní standardy**

Nejvýše přípustné hodnoty ukazatelů přípustného znečištění povrchových vod v jednotkách hmotnosti, radioaktivity nebo bakteriálního znečištění na jednotku objemu, které jsou stanoveny v příloze č. 3 k nařízení.

Přípustné znečištění odpadních vod je tedy na vodohospodářském orgánu, který vydá povolení k vypouštění. Tímto povolením je dáno vypouštění do povrchových vod, které se řídí ukazateli:

- **hodnoty p** – koncentrace zjišťované z rozboru prostého vzorku,
- **hodnoty m** – koncentrace zjišťované ze slévaného vzorku, nesmějí být překročeny (mezní hodnoty).

Tabulka 2 - Emisní standardy ukazatelů přípustného znečištění odpadních vod

Kategorie COV (EO) ¹⁷⁾ nebo velikost aglomerace	CHSK _{Cr}		BSK ₅		NL		N-NH ₄ ⁺ *		N _{celk} ^{2),8)} *		P _{celk}	
	p ³⁾	m ⁴⁾	p ³⁾	m ⁴⁾	p ³⁾	m ⁴⁾	průměr ⁵⁾	m ⁴⁾ ·6)	průměr ⁵⁾	m ⁴⁾ ·6)	průměr ⁵⁾	m ⁴⁾
<500	150	220	40	80	50	80	-	-	-	-	-	-
500 - 2000	125	180	30	60	40	70	20	40	-	-	-	-
2001 - 10000	120	170	25	50	30	60	15	30	-	-	3	8
10001 - 100000	90	130	20	40	25	50	-	-	15	30	2	6
> 100000	75	125	15	30	20	40	-	-	10	20	1	3

Zdroj: Příloha č. 1 nařízení vlády č. 401/2015 Sb.

Detailní rozbor složení odpadních vod na jednotlivé látky se v České republice nedělají. Dle Zákona č. 254/2001 Sb. a Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. v platném znění se pro městské odpadní vody sledují ukazatele CHSK_{Cr}, BSK₅, nerozpuštěné látky, dusík amoniakální, dusík celkový a fosfor celkový. Základním měřítkem pro vyjadřování znečištění je ekvivalentní obyvatel (EO). Jedná se o průměrné znečištění vyprodukované od 1 obyvatele za 1 den přepočtené na hodnotu BSK₅. Platí, že 1 EO = 60g BSK₅ za den.

U průmyslových odpadních vod je situace poněkud složitější. Jsou přímo specifikovány přípustné hodnoty znečištění pro odpadní vody z vybraných průmyslových a zemědělských odvětví. Jedná se o širokou škálu průmyslových oborů, kde se sledují vybrané ukazatele. Dále jsou specifikovány odpadní vody s obsahem zvláště nebezpečných látek, které se analyzují v rozsahu přílohy č. 1, tabulky 3 – rtuť, kadmium, vybrané pesticidy organicky chlorované, pentachlorfenol a vybrané těžké organické látky.

Za poslední léta nedošlo ke změnám znečištění, mění se jen objem proteklé vody. Rozborů na léky se také nedělají. Farmaceutické společnosti nebo jiné podniky zabývající se výrobou chemikálií nejsou nijak ze zákona povinni sledovat ovlivnění svých výrobků po vypouštění z domácností do odpadních vod. Jsou zodpovědní jen za odpadní vody pocházející z průmyslových zařízení, kde se tyto přípravky vyrábějí (Hlavínek et al., 2003).

3.3 Kanalizační soustavy a systémy

3.3.1 Soustavy stokových sítí

Podle způsobu odvádění odpadních vod kanalizací členíme stokové soustavy:

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

3.3.1.1 Jednotná stoková soustava

Odvodňovací systémy většiny velkých sídel v ČR jsou na rozhodujícím podílu ploch zájmového území koncipovány jako jednotná stoková soustava. V rámci této soustavy jsou dopravovány veškeré druhy odpadních vod společnou kanalizační sítí na čistírnu. U odkanalizování zájmového území jednotnou stokovou soustavou je největší nevýhoda, že dešťová voda při deštích výrazně svým objemem převyšuje vodu splaškovou a ta je značně naředitelná a dopravována na ČOV (Hlavínek et al., 2003).

Systém přináší řadu výhod i nevýhod. Mezi hlavní nevýhody patří hygienické hledisko a výstavba velkých profilů stok. Tyto profily jsou navrženy dle dešťových vod, které musí pojmout. Přívalové deště nejsou tak časté, ale řádově převyšují průtoky všech ostatních druhů odpadních vod. Z tohoto důvodu se na jednotné stokové síti se budují odlehčovací komory.

Funkce a popis těchto objektů na stokové síti je detailněji rozebrána v další kapitole Objekty na stokové síti.

3.3.1.2 Oddílná stoková soustava

Oddílnou stokovou soustavou se odvádějí odpadní vody samostatnými trasami stokové sítě. V daném území jsou navrženy a vybudovány dvě i více stokové soustavy dle jejich účelu a požadavků. Každá soustava je určena pro odvádění odpadních vod různého původu. Nejčastěji se jedná o dvě stokové soustavy, z nichž

jeden systém odvádí vody splaškové a druhý systém odděleně odvádí vody srážkové. Srážkové vody jsou kanalizací odváděny přímo do recipientu, jestliže je to možné z morfologických a hygienických důvodů. Dále tyto vody můžeme zasakovat případně retenovat, ale nesmí být ohrožena kvalita podzemní vody (Hlavínek et al., 2003).

Splašková oddílná soustava

Vzhledem k relativně malým a rovnoměrným průtokům se k odvodnění používají stoky malých průřezů. Z důvodu odvodnění běžných podsklepených objektů, musí být umístěny v identických hloubkách jako stoky jednotné soustavy. U této soustavy odpadá možnost kontaminace recipientu znečištěním ze splaškových vod. Zároveň je také eliminováno nebezpečí zpětného vzduť domovními přípojkami a možné zatopení podzemních prostor. Čistírna je tedy zatěžována pouze v rozmezí minima a maxima splaškových vod (Nypl a Synáčková, 1998)

Dešťová oddílná soustava

Odvedení dešťových vod zvláštní stokovou sítí je nákladnější a zároveň i obtížnější. Může být použita tam, kde nedochází k závažnému znečištění přívalových vod. V dnešní době se hledá řešení v podobě kombinace jednotné soustavy s retencí dešťových vod nejčastěji v podzemních nádržích, které by umožnily opoždění řízený odtok stokovou sítí. Do určité míry je možno množství dešťových vod redukovat omezením nepropustných ploch v zastavěném území, vyloučení povrchového odtoku ze zelených ploch, zvýšením povrchové retence. Stokové sítě rovněž značně zatěžují podzemní vody, kdy stoky zastávají funkci drenážních systémů (Broža et al., 1993).

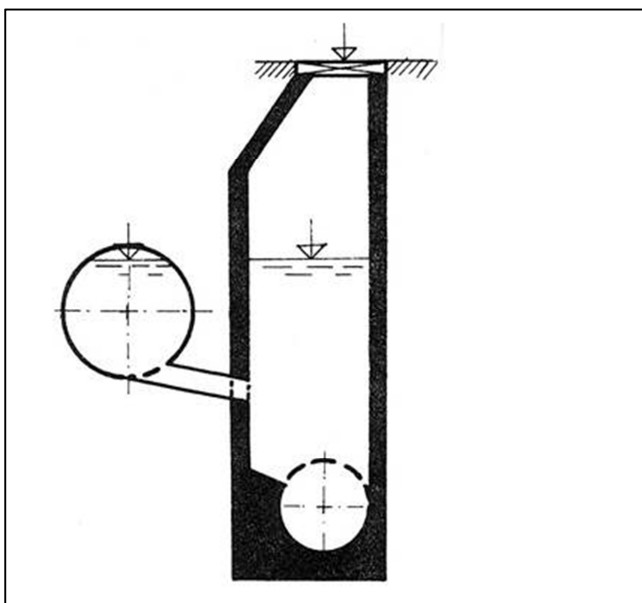
V nově odkanalizovaných okrajových územích hl. m. Prahy je vhodné volit soustavu oddílnou. Srážkové vody budou zasakovány či retenovány a následně odváděny povrchově nebo kanalizací do vodního toku. Pro revitalizovaná území v povodí stávající jednotné kanalizace bude v lokalitách přiléhajících k vodnímu toku navržena kanalizace oddílná (Městské standardy vodovodů a kanalizací na území hl. m. Prahy).

3.3.1.3 Modifikovaná soustava

Jedná se o systém stok, obvykle dvou, z nichž jedna odvádí odpadní vody s určitým podílem srážkových vod (znečištěných) a druhá zbylý podíl srážkových vod (neznečištěných). Jedná se tedy o jakousi kombinaci jednotné s oddílnou stokovou soustavou.

V zahraničí se tato stoková soustava označuje jako polo-oddílná. Principiálně jde o odvedení splaškových vod hluboko pod terémem, avšak dešťové vody jsou uloženy mělce pod terémem. Jakmile dojde k přívalu nejvíce znečištěné vody na začátku deště, začnou se prázdnit spojovacím potrubím ze dna dešťových stok do stok splaškových. Při 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) na čistírny. Do recipientu je již odváděna relativně čistá voda (Hlavínek et al., 2003).

Obr. č. 12 - Schéma modifikované stokové soustavy



Zdroj: Nypl a Synáčková, 1998

Výše uvedený příklad se týká modifikace jednotné soustavy. Modifikovat však lze stoky i s oddílnými soustavami.

Při této modifikaci je slabě znečištěná dešťová voda, u které není požadováno další předčištění, zasakována nebo dále odváděna do recipientu. Silně znečištěná dešťová voda je v tomto případě odváděna dešťovou kanalizací dále k čistícímu zařízení. Není vyloučena ani možnost napojení těchto silně znečištěných dešťových vod na splaškovou kanalizaci. Zde hrají velkou roli možné technické a technologické možnosti odvodňovacího systému a objem silně znečištěné vody, který by měl být nepatrný. Do úvah o použití této soustavy je nezbytné promyslet odvádění odpadní vody při možných požárech průmyslových objektů, u kterých se dříve tato modifikace používala.

Příkladem je jedna z největších ekologických a vodohospodářských katastrof v Evropě, kdy došlo v Německu k požáru ve skladu chemikálií v roce 1986. Chybná koncepce odkanalizování průmyslového areálu na břehu velké řeky vedla k rozsáhlému znečištění vodních toků. Chemikáliemi znečištěná voda, která byla použita na hašení, se dostala do dešťové kanalizace oddílné soustavy a dále do vodních toků (Krejčí et al., 2002).

3.3.2 Systémy stokových sítí

V kanalizačních sítích je průtok beztlakový o volné hladině, který je ovlivňován zejména sklonem potrubí. Dle normy ČSN 75 6101 je dána minimální unášecí síla. Velice zjednodušeně platí, že lze realizovat nejmenší sklon

$$I_{\min} (\text{‰}) = 1631/d \text{ (mm)}$$

Kde d je vnitřní průměr kruhového profilu potrubí. Absolutní minimum dle normálů PVK a.s. je pro dešťovou kanalizaci 1 ‰ a pro splaškovou 2 ‰. Maximální sklony jsou dány hodnotami maximálních průřezových rychlostí (Šrytr et al., 1998).

Pro stoky s plnou životností se dovoluje průřezová rychlost do 5 m/s. Pro stoky s omezenou životností je snížena tato rychlost do 3 m/s. Naopak u stok se zvýšenou kvalitou materiálu (kamenivo, pálené cihly, tavený čedič) můžeme dovolit v přímých úsecích maximální rychlost až 10 m/s. Při větších rychlostech nad 5 m/s je

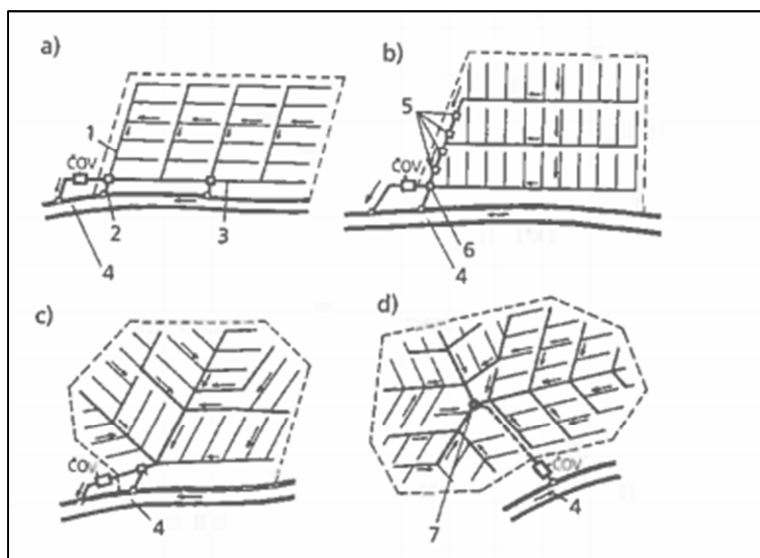
třeba objekty na stokové síti obložit odolným materiálem. Tím se zamezí působení rušivým účinkům proudící vody, kterým jsou objekty vystaveny (Šerek a Lhotáková, 1981).

Při malých průtokových rychlostech, tedy při malých spádech, vzniká možné nebezpečí usazování splavenin. To je nežádoucí a může dojít postupně až k ucpání celého potrubí. Naopak při velkých sklonech a velkých průtokových rychlostech může docházet k poruchám na trubním systému stoky a dalších objektů na síti. Ve srovnání s vodovodními sítěmi je navrhování kanalizačních sítí mnohem více závislé na reliéfu terénu, tedy na sklonových poměrech v daném území (Šerek, 1963).

Rozdělení stokových sítí lze tedy uspořádat dle konfigurace terénu a druhu zástavby do následujících systémů:

- větvový,
- pásmový,
- úchytný,
- radiální.

Obr. č. 13 - Systémy stokových sítí



Systémy stok: a) úchytný, b) pásmový, c) větvový, d) radiální

1- sběrač, 2 – OK, 3 – kmenová stoka, 4 – recipient, 5 – spadiště, 6 – OK, 7 - ČS

Zdroj: Klepsatel et al., 2005

Úchytný systém se používá při postupném klesání terénu odvodňovaného území k vodnímu toku. Kmenová stoka je vedena souběžně s recipientem a jsou do ní zaústěny jednotlivé sběrače (Klepsatel et al., 2005).

Nábřežní sběrač ústí pod městem do kanalizační čistírny. Ve srovnání s pásmovou soustavou u jednotlivých stokových sítí je úchytná soustava výhodnější proto, že je možno doplnit nábřežní sběrač o odlehčovací komoru. Jestliže nemá území přirozený sklon k recipientu, volí se tzv. radiální neboli dostředná soustava. Princip spočívá ve vybudování čerpací stanice v nejnižším místě odvodňované oblasti. Do té se svedou odpadní vody z celého území a tlakovým potrubím se dále přečerpávají do čistírny (Šerek, 1963).

Větvový systém je vhodný v členitém území. Stoky jsou vedeny dle místních možností nejkratším směrem a neoptimalnějším sklonem k nejnižšímu bodu soustředění odpadních vod.

Návrhem několika výškových pásem stok vznikne systém pásmový, přičemž v jednotlivých pásmech stok může být systém radiální, větvový či úchytný. Takovéto dělení odvodňované oblasti na výšková pásma je vhodné v místech, kde je nutné počítat s umělým zdvihem odpadních vod. Je to tak z důvodu možného zaústění do recipientu a co největší minimalizace čerpaného množství těchto vod.

U nejvyššího pásma jednotné soustavy lze gravitačně odvést všechny druhy odpadních vod bez ohledu na stav hladiny v recipientu. Středních pásem jednotné soustavy může být několik. Zde je nutné přečerpávat jen některé odpadní vody s ohledem na úroveň území a podzemních částí budov. Z nejnižšího pásma, kde se jedná zpravidla o zástavbu v zátopovém území, je nutné veškeré odpadní vody přečerpávat bez ohledu na navrženou soustavu (Nysl a Synáčková, 1998).

3.3.3 Způsob dopravy odpadní vody

Z praktického hlediska jsou stokové sítě ve velké míře stavěny na gravitačním principu. Jsou ale i situace, kdy není možno využít gravitaci. Jedná se zejména o specifické případy rovinatých území spojené s dalšími ekologickými

důvody. Z těchto důvodů se navrhuje tlakové a podtlakové systémy stokových sítí. Umožňují šetrnější výstavbu a lépe dovedou ochránit podzemní vody před možným únikem splaškových vod. To se týká zejména podtlakové kanalizace (Klepsatel a Raclavský, 2007).

3.3.3.1 Gravitační systém

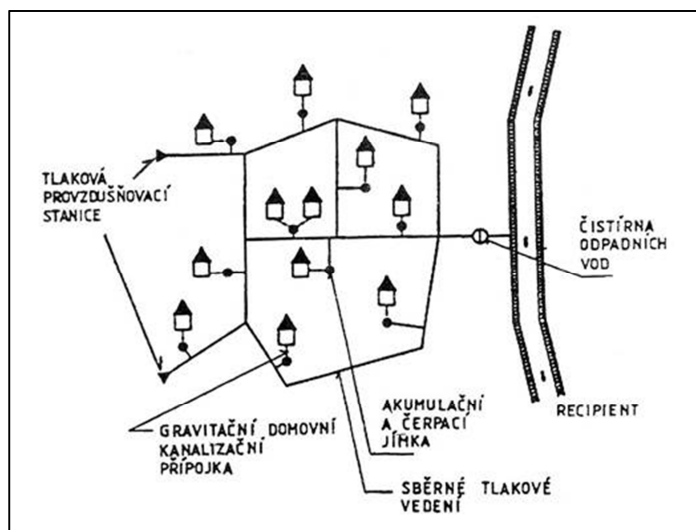
Dle hydraulické charakteristiky se řadí mezi tradiční způsoby průtok odpadních vod gravitační s volnou hladinou protékající vody. Je tedy využívána přírodní síla, jejímž vlivem tangenciální složky gravitace se voda pohybuje po nakloněné rovině. Z těchto důvodů musí stoky být stavěny s dostatečným sklonem nivelety dna ve směru čistírny odpadních vod, místních výústí do recipientu či k další dopravě k čerpací stanici odpadních vod. Je důležité, aby průtok ve stoce byl natolik rychlý s dostatečnou unášecí silou, aby se předcházelo usazování sedimentů ve stoce. Zároveň je nutné, aby průtok nepřekročil nejvyšší rychlosti. Proto se provádí dimenzování stokové sítě, které slouží pro hydraulicky správný a hospodárný návrh sklonu nivelet dna stok, profilu a rozměrů příčného řezu v jednotlivých úsecích (Hasík et al., 2009).

3.3.3.2 Alternativní způsoby

Tlaková kanalizace

Princip tohoto systému je založen na výstavbě čerpacích jímek, do kterých jsou gravitačně svedeny splašky z jednotlivých, případně z více nemovitostí. V jímkách jsou osazena ponorná čerpadla a případně doplněna o drtiče nečistot. Splašky jsou dopravovány tlakovým potrubím o výrazně menším profilu do ČOV případně dále do stokové sítě. V hlavním uličním potrubí, do kterého jsou čerpány odpadní vody z akumulčních jímek, je vytvořen tlak 0,5-3,0 MPa. Čerpací stanice jsou ovládány automaticky, poněvadž jsou vybaveny hladinovým spínačem případně rovnou řízeny počítačem.

Obr. č. 14 - Schéma tlakové stokové sítě (zokruhované)



Zdroj: Nypl a Synáčková, 1998

U toho typu dopravy odpadní vody může být sběrná síť větvevná nebo okruhová. Jako materiál je zde používán PE či PVC v minimálním profilu DN 80. V případech, kdy jsou použity mělníci čerpadla v čerpacích jímkách, lze použít i DN 50. Pro uložení se využívá zelených pásů, chodníků s uložení do nezámrazné hloubky (min. 1,0 – 1,2 m). Na trase se zřizují armaturní šachty po 300 m. Jedná se o odvzdušňovací šachty na vrcholech trasy, odkalovací šachty v nejnižších místech a proplachovací šachty pro možnou údržbu. Směrové změny jsou prováděny ohyby s minimem výškových změn v terénu (Nypl a Synáčková, 1998).

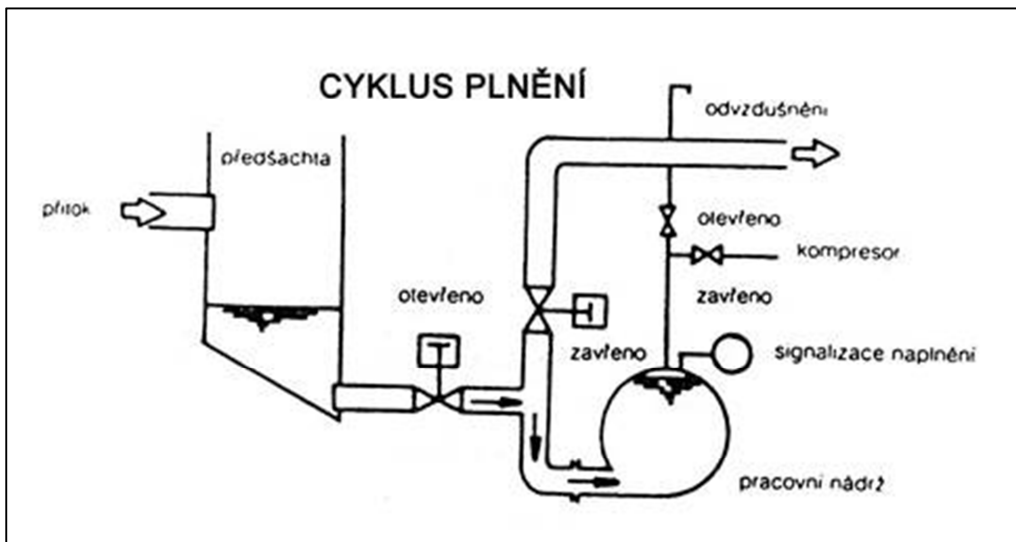
Podtlaková (vakuová) kanalizace

Pro tento systém je specifická transportní rychlost kolem 6–8 m/s bez ohledu na sklon potrubí. Po jednotlivých dávkách je dopravena odpadní voda, která tvoří směs kapek. Ty jsou postupně unášeny proudícím vzduchem ve směru většího podtlaku. Sací podtlak se pohybuje v rozmezí 60–70 kPa. Na rozdíl od atmosférického tlaku, musí být udržován v podtlakových nádobách. Z tohoto důvodu musí být vybudována pro dopravu odpadní vody podtlakové stanice. Podtlak působí prostřednictvím potrubí na sací ventil osazený ve sběrné šachtě. Jakmile dojde k otevření sacího ventilu (které vyvolá zaplnění retenčního objemu sběrné šachty) je odpadní voda s nepatrným podílem vzduchu nasáta do potrubního systému. Posléze

Pneumatická doprava splašků

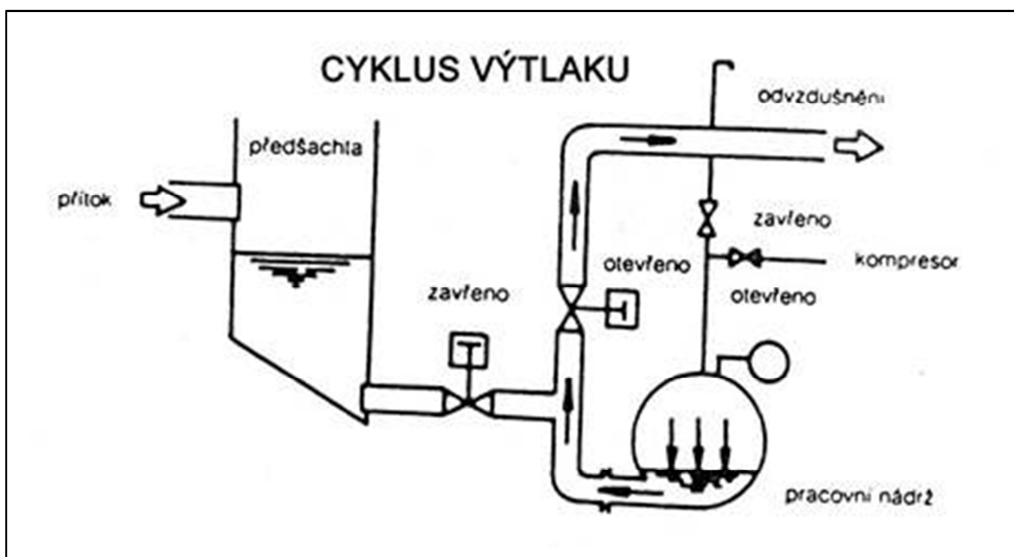
Jde o alternativní metodu dopravy odpadní vody z místa soustředění i na velké vzdálenosti pomocí tlakového vzduchu. Lze dopravovat i velmi znečištěné odpadní vody a odpadá řada těžkostí, které se vyskytují u tlakové kanalizace. S médiem nejsou v kontaktu žádná rotující zařízení a je potřeba jen minimální údržba. Odpadá potřeba odvzdušňování a odkalení. Potrubí se ukládá do nezámrzné hloubky a kopíruje terén. Směs odpadních vod je v potrubí bohatě provzdušňována a vzduch tlumí rázy.

Obr. č. 16 - Systém provozu pneumatického zařízení – cyklus plnění



Zdroj: Nypl a Synáčková, 1998

Obr. č. 17 - Systém provozu pneumatického zařízení – cyklus prázdňení



Zdroj: Nypl a Synáčková, 1998

Nejprve odpadní voda natéká do předšachty, ze které dále do pracovní nádrže. Celý tento proces nátohu probíhá gravitačně. Při naplnění nádrže dojde k signalizaci a zavede se do nádrže tlakový vzduch, který dodává kompresor. Odpadní voda je tedy vytlačována do výtlačného potrubí tlakovým vzduchem. Jakmile dojde k vyprázdnění či danému časovému cyklu, dojde k odvzdušnění pracovní nádrže a celý proces se opakuje. Ve většině případů zařízení pracuje se dvěma nádržemi, aby se mohla provádět doprava odpadních vod a zároveň plnění druhé nádrže. Z bezpečnostních důvodů jsou ještě nainstalovány minimálně dva kompresory (Nypl a Synáčková, 1998).

3.4 Materiály, tvary a profily stok

3.4.1 Materiály používané na stokové síti

Odpadní vody jsou vysoce agresivní a použití materiál na stavbu kanalizačních potrubí a stok se musí vyznačovat specifickými pevnostními parametry. Je vystaven mechanickým, chemickým i biologickým vlivům a těmto

zatížením musí odolávat s dostatečnou životností. Požadavků vyhovuje širší škála materiálů např. beton, plastbeton, kamenina, čedič, plasty, sklolaminát, cihla.

Typicky používané materiály potrubí:

- plastové roury – hladké a korugované hrdlové roury z PVC, PE roury
- hrdlové kameninové roury – výborná odolnost proti agresivním vodám a obruš,
- hrdlové betonové roury – použití k odvedené dešťových i splaškových vod, výroba s profily až do DN 1200,
- železobetonové roury – pro stoky s většími profily, vhodné pro podchod stoky pod železnicí, silnicí,
- sklolaminátové roury – použití v případě vyšší agresivity odpadních vod,
- litinové roury – spíše ojedinělé použití.

(Klepsatel et al., 2005)

Stoky zděné a betonované na místě se používají pouze u velkých profilů. Stoky betonové – navrhují se z vodostavebního betonu C25/30 XC2 pro svislé konstrukce a C20/25 XC2 pro vodorovné konstrukce. Vnitřní povrch musí být vždy chráněn proti agresivnímu účinku odpadních vod. Nejčastěji se používá jednopasová obezdívka kyselinovzdornými cihlami, keramickými tvárnicemi, možno použít i jiné schválené obkladové materiály (čedič, sklolaminát, plasty). Pokud nejde o samonosnou obezdívku, musí být zajištěno spolehlivé zakotvení obkladu do betonové konstrukce. V případě stavby stoky v agresivním prostředí musí být betonová konstrukce chráněna odpovídající vnější izolací.

Stoky zděné – jsou konstrukčně řešeny tak, že zděná konstrukce zajišťuje statickou únosnost bez uvažování doplňujícího obetonování. Používají se nejčastěji u vejčitých stok nebo u kruhových stok větších průměrů. Ke zdění se používají kanalizační cihly předepsaných vlastností nebo keramické tvárnice (segmenty), čedičové cihly, žlaby a bočnice, které se spojují maltou předepsaných vlastností, průmyslově vyráběnou (Městské standardy hl. m. Prahy, 2018).

Nejklasičtějším materiálem jsou pro ekologickou příznivost stoky z kameninových trub. Pro větší hloubky uložení se nedoporučuje potrubí z PVC

z důvodu deformace stlačením vrchní části, která vede k ovalitě profilu. To se projeví především zmenšením těsnosti navazujících spojů. Z některých materiálů je možno vyrobit i prefabrikovaná dna šachet. Zejména z železobetonu, plastu a kameniny. Naprosto nevhodným materiálem je ocel, která se používá jen pro provizorní stoky, obtoky případně chráničky.

Z důvodu používání různých materiálů na výstavbu stok jsou odlišné i metody spojení těchto trub.

Spoje trubních stok tedy jsou:

- hrdlové – těsnění zajištěno elastomerními kroužky z polyuretanu nebo pryže (pro trouby kameninové, litinové, betonové, železobetonové, plastové,
- s přesuvkovým lepeným prstencem – sklolaminátové trouby,
- polopero a plodrážka – užití u betonových trub,
- s hladkým koncem (svařované) – použití zejména u PE.

Obložení vnitřního líce stoky lze dosáhnout zvýšení trvanlivosti a odolnosti proti obrusu a chemickým účinkům odpadních vod. Obložení může být dle požadavků plné nebo částečné. K použití je vhodná kamenina, tavený čedič, odolný a pevný kámen, sklolaminát, plastbeton. V materiálu, šachtách i spojích musí být kanalizační stoky vodotěsné a to i jak směrem ven, tak i dovnitř (Hasík et al., 2009).

Obrus stok je patrný zejména při dlouhodobém působení abrazivního materiálu v odpadní vodě na vnitřní povrch stěny stoky. Vhodnou volbou optimální rychlosti proudění, výběrem dostatečně odolného materiálu a citlivým návrhem směrových a výškových změn trasy stoky lze minimalizovat abrazivní účinky odpadních vod.

Česká technická norma ČSN 75 6101 – Stokové sítě a kanalizační přípojky se detailněji zabývá materiálovými požadavky stok a potrubí, které lze specifikovat na tyto konkrétní a měřitelné vlastnosti:

- A. životnost materiálů,
- B. užitné vlastnosti:
 - a) statická únosnost,
 - b) odolnost proti obrusu,

- c) odolnost proti negativním vlivům tlakového čištění,
 - d) chemická odolnost proti vnitřním a vnějším vlivům,
 - e) těsnost trub a spojů,
 - f) rozměrové požadavky na výrobky a příslušné tolerance,
 - g) mrazuvzdornost,
 - h) hydraulická hladkost,
- C. ekonomická kritéria,
- D. výstavbová kritéria.

Dosud neexistuje takový stavební materiál, který by ve všech těchto kritériích vykazoval nejlepší výsledky. Je tedy nezbytně důležité při výběru stavebního materiálu nutno vzít v potaz místní podmínky staveniště, vlastnosti odpadních vod, způsob provozování stokové sítě a požadovanou životnost stok. V současné době se pro výstavbu zděných stok a pro jejich sanaci používá výhradně výrobků z taveného čediče pro jeho výborné vlastnosti.

Zařadily se tak mezi základní stavební materiály pro kanalizační stavby a jsou ceněny zejména:

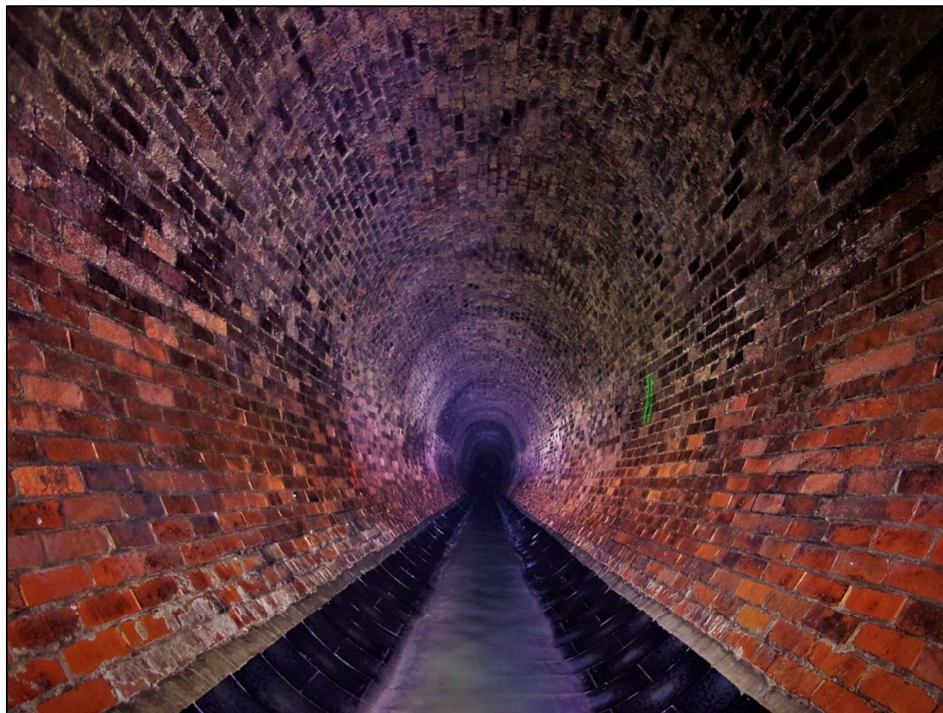
- fyzikální vlastnosti (tvrdost, pevnost v tlaku, pevnost v ohybu, teplotní roztažnost, odolnost proti otěru a proti opotřebení),
- ekologická nezávadnost a možnost recyklace,
- odolnost proti působení kyselin, zásad, ropných produktů a ostatních chemických látek,
- hydraulické vlastnosti,
- vysoká životnost.

(EUTIT s.r.o.)

Firma EUTIT - slévárna taveného čediče a eucoru je jediným výrobcem čedičových výrobků v České republice, jediným výrobcem interiérové čedičové dlažby na světě a současně výrobcem vysoce otěruvzdorného a žáruvzdorného materiálu eucor. Sortiment čedičových výrobků má mnohostranné použití. Pro průmyslové účely to jsou především otěruvzdorná potrubí, vložkovaná čedičem nebo eucorem určená pro pneumatickou a hydraulickou dopravu abrazivních materiálů. Značná část výrobků je pak určena jako ochrana technologických zařízení proti

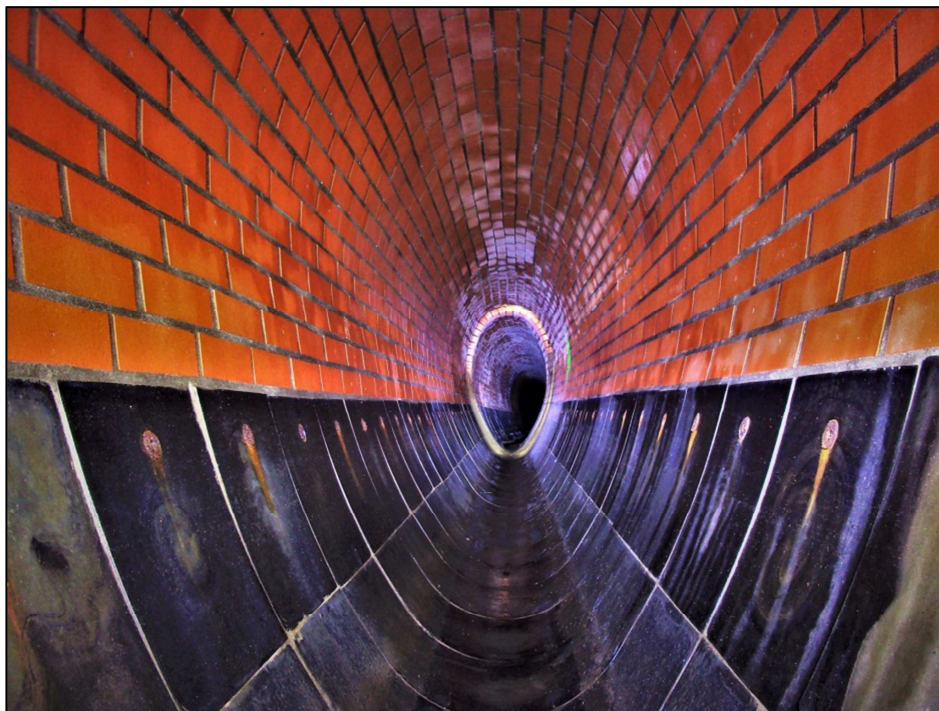
abrazi a chemickým vlivům. Za vysokých teplot pak při použití výrobků z eucoru. Ve stavebnictví jsou používány čedičové dlažby pro průmyslové podlahy v nejtěžších provozech hutní a strojírenské výroby, chemických, potravinářských, textilních i zemědělských závodech (<http://www.skloakeramika.cz/prehled-firem/16-sklenena-a-mineralni-vlakna/64-eutit-s-r-o.html>).

Obr. č. 18 - Zděná stoka 2200/3000 Malešický sběrač- sanace dna stoky čedičovými žlaby



Zdroj: Lukáš Havlíček, 2019

Obr. č. 19 - Nová stoka 1000x1750 čedičové stokové žlaby a bočnice na kanalizačním propoji ul. Seifertova – Prvního pluku

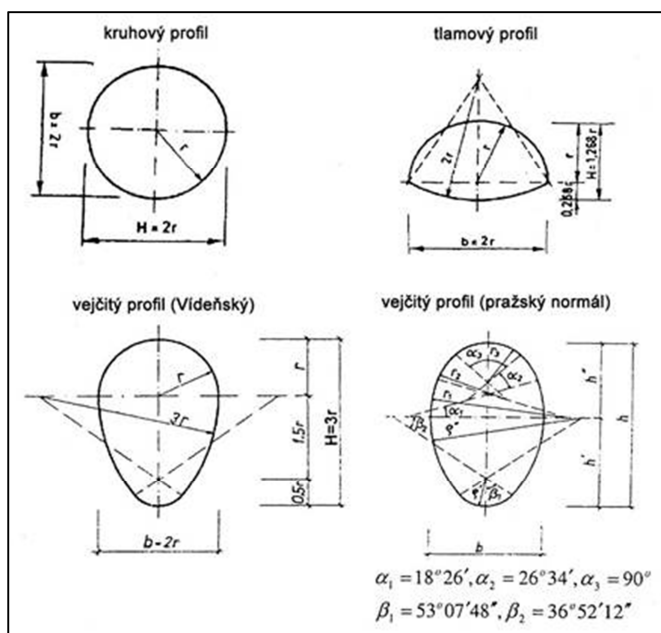


Zdroj: Lukáš Havlíček, 2019

3.4.2 Tvary stok

Vlivem zavádění různých materiálů a snahy pro maximální hydraulické i statické výhodnosti byla vyvinuta celá řada příčných profilů stok. Ty lze v zásadě rozdělit podle poměru výšky k šířce. Jsou to profily, u kterých převládá výškový poměr – převýšené, profily s přibližně stejnou výškou a šířkou – střední a profily kde převažuje šířkový rozměr – stlačené. Mezi typické tvary převýšených profilů se řadí vejčitý profil, u středních profilů se jedná o kruhový profil a pro skupinu stlačených profilů je typický tvar tlamový.

Obr. č. 20 - Základní profily pro navrhování stok



Zdroj: Hlavínek et al., 2003

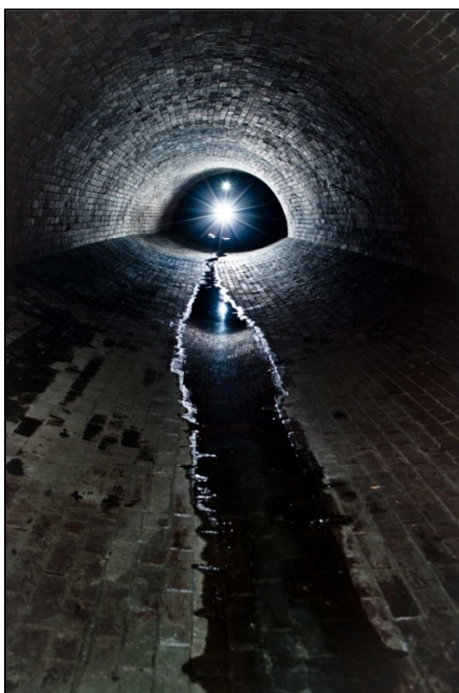
Rozhodující je při posuzování vhodnosti z hydraulického hlediska, zda protéká stálé, případně málo proměnné množství vody či průtoky kolísají v širokých mezích. Pro stálé a málo proměnné průtoky jsou nejvhodnější profily kruhové nebo jim blízké. Odlišná situace je při kolísavém průtoku ve stokách jednotných kanalizačních sítí. U těch průtoků v suchém období v zásadě nepřekročí 5 % průtočnosti stoky a je požadováno od profilu stoky, aby byl schopen zajistit pro tyto průtoky dostatečnou rychlost. Těmto požadavkům nejlépe vyhovuje vejčitý profil, kdy se malé množství vody soustřeďuje ve špičce profilu a odpadní vody tedy mohou odtékat vyšší rychlostí, než u jiných profilů. Tlamové profily se uplatňují zejména při větším průtočném množství v úsecích s obtížnými spádovými podmínkami (Šerek, 1963).

Pro bezproblémový odtok bezdeštných splaškových vod lze ve zděných a monolitických stokách velkých profilů (prakticky u všech tvarů stok) navrhovat žlábek ve dně tzv. kynetu. Z hlediska možného čištění je po konstrukční stránce nejvýhodnější kruhový profil a nejsnáze se vyrábí jako prefabrikát. Při dostatečné výšce nadloží se navrhuje vejčitý profil. Naopak při stísněných výškových poměrech se používá tlamový profil. Dle statického posouzení se jeví jako nejvhodnější

elipsoidní tvar - vejčitý profil, dále kruhový a nejméně vhodný je profil tlamový (Nypl a Synáčková, 1998).

Označování rozměru trub je u kruhových profilů jmenovitou světlostí DN nebo vnitřním průměrem D (zpravidla se uvádí v mm). U ostatních tvarů je rozměr určen podílem šířky k výšce b/h také zpravidla v mm. Stoky se dále rozdělují na neprůlezné, průlezné a průchozí. Jestliže je výška průřezu $h \Rightarrow 800$ mm a šířka průřezu $b \Rightarrow 600$ mm, pokládá se stoka za průleznou. Průchozí stoka je určena rozměry $h \Rightarrow 1500$ mm a $b \Rightarrow 600$ mm (Hasík et al., 2009).

Obr. č. 21 - Dešťová výpust z odlehčovací komory – tlamový profil, Vršovice



Zdroj: Daniel Hrdý, PVK, 2019

3.4.3 Rozměry stok

Jak již bylo uvedeno, dle základního rozdělení se stoky dělí na kruhové, vejčité a tlamové. Z těchto základních tvarů vycházejí různé modifikace např. tlamový profil s kynetou, hruškovitý profil či další atypické profily (obdélníkový, čtvercový). Těchto modifikací je celá řada a uplatňují se ve specifických situacích.

Dle nejpoužívanějších velikostí jsou vejčité a hruškovité stoky rozděleny do 10 resp. 11 tříd.

Tabulka 3 - Zatřídění vejčitých a hruškovitých stok

	a) vejčité	b) hruškové
O. třída	500/875 mm	-
I. třída	600/1100 mm	800/1000 mm
II. třída	700/1250 mm	900/1125 mm
III. třída	800/1430 mm	1000/1250 mm
IV. třída	900/1600 mm	1100/1375 mm
V. třída	1000/1750 mm	1200/1500 mm
VI. třída	1100/1875 mm	1300/1625 mm
VII. třída	1200/2000 mm	1400/1750 mm
VIII. třída	1300/2100 mm	1500/1875 mm
IX. třída	1400/2200 mm	1600/2000 mm
X. třída	1500/2300 mm	1700/2125 mm

Zdroj: Provozní řád stokové sítě v povodí ÚČOV, 2015

Na pražské kanalizační síti se ovšem vyskytují některé úseky sběračů i s většími stokovými profily. U vejčitých stok je to například úsek u kmenové stoky A v Pařížské ul. profil 1600/2400 mm a letenský tunel o profilu 1800/2600 mm. Největší vejčitý profil, se kterým je možno se na pražské stokové síti je 2200/3000 mm a jedná se například o již výše vyobrazený malešický sběrač. Stokou mimořádného hruškovitého profilu je zejména sběrač Solidarita, který byl v původní podobě budován jako dešťová výpust v profilech 2100/2625 mm, 2200/2750 mm, 2300/2850 mm a 2400/3000mm. U kruhových stok jsou běžně používané profily DN 250, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2200, 2400, 2600, 2800, 3000, 3600. V původní podobě, se kruhové profily používaly, výhradně u stok menších profilů (Provozní řád stokové sítě v povodí ÚČOV, 2015).

Pátevní systém odvodňování Prahy je tvořen sedmi kmenovými stokami. Do těchto stok jsou napojeny hlavní sběrače, které jsou tvořeny dalšími vedlejšími sběrači. Nejrozšířenější a nejmenší články stokové sítě jsou uliční stoky, do kterých jsou zaústěny domovní přípojky již z jednotlivých nemovitostí. Přibližně 0,5 %

obyvatel Prahy není na stokovou síť připojeno. Odpadní vody si likvidují sami za pomoci domovních čistíren odpadních vod nebo žump (Polák et al., 2015).

Kmenové stoky

Odpadní voda je přiváděna na ÚČOV jednotnou stokovou sítí. Probíhá jednak horním horizontem, kolektorem stok A, C, K z levého břehu Vltavy a stokou F z pravého břehu Vltavy. Spodním horizontem stokami B, D z levého břehu Vltavy a stokou E z pravého břehu Vltavy.

Pražská kanalizační síť je založena na pátevní síti následujících kmenových stok:

- **A** - vzniká soutokem sběračů V, VI, VII a VIII. Celková délka kmenové stoky je 3,05 km. Stoka odvádí odpadní vody z oblastí Prahy 1, 2, 3 a části Prahy 5 a náleží ke stokám přiváděným na horní horizont ÚČOV.
- **B** - povodí kmenové stoky je vzhledem k ÚČOV součástí dolního pásma pražského stokového systému, odkud jsou odpadní vody přečerpávány na zhlaví čistírny čerpací stanicí dolního pásma. Celková délka stoky je 5,75 km. Stoka B slouží k odvádění odpadních vod z oblastí Prahy 3 (část), 7 a 8 (část).
- **C** - povodí kmenové stoky náleží hornímu pásmu pražské kanalizace. V současné době je již uzavřené okolními povodími dalších kmenových stok a sběračů, takže jeho plošný rozsah je již definitivní. Celková délka stoky je 2,7 km. Stoka C odvádí odpadní vody z části Prahy 6.
- **D** - celková délka stoky je 9,6 km. Celé povodí kmenové stoky je napojeno společně s kmenovou stokou B do čerpací stanice dolního pásma na ÚČOV. Stoka D odvodňuje část Prahy 6.
- **E** - z výškového hlediska patří celé povodí stoky E do dolního horizontu ÚČOV. Celková délka stoky je 5,75 km. Stoka E odvádí odpadní vody z oblasti Prahy 7 (část), 8 (část), 9, 10 (část).
- **F** - celková délka stoky je 5,173 km. Stoka odvodňuje Prahu 8 a 9.
- **K** - celková délka stoky je 11,15 km. Její přítoky tvoří hlavní sběrače I, II, M, P, CXII, Solidarita, Pankrácká štola, pravobřežní (CXXVIIb) a levobřežní (CXXVIIa) Kunratický, Libušský (CXXX), Modřanský (CXL) a Zbraslavsko-Radotínský (CL) sběrač.

- (Kanalizační řád ÚČOV, 2018)

Tabulka 4 - Technické údaje o stokové síti v povodí ÚČOV – VÚME

Stoková síť k ČOV			
4- Technické údaje			
Kanalizační stoky (km)			
Celková délka	3 126,623		
Profily kanalizačních stok			
do DN 300 mm:	1 773,005		
od DN 301 mm do DN 500 mm:	548,799		
od DN 501 mm do DN 800 mm:	156,870		
větší než 800 mm:	647,948		
Materiál (celkem)			
Kamenina:	2 147,324	Plasty:	265,981
Beton:	217,007	Jiné:	496,311
Druh stokové sítě	Vyplní se přímo ve formuláři zaškrťovacím políčkem		
	Jednotná		Gravitační
	Oddílná		Tlaková
	Dešťová		Podtlaková
	Splašková		
Objekty na stoce			
Počty			
Přípojky:	100077	Čerpací stanice:	171
Odleh. komory:	139	Dešťové nádrže:	1
Celkový objem dešťových nádrží (m3):			
			5000
5- Obyvatelstvo a ekonomické údaje			
Počet obyvatel bydlících v KÚ:	1190742		
Počet obyvatel připojených na ČOV:	1177319		
Počet obyvatel připojených do volných výústí:	0		
Požizovací cena uvedených objektů (tis. Kč):	44 945 719,70		

Zdroj: PVS a.s., 2018

V souladu s ustanovením § 5 odst. 3 zákona č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích mají vlastníci vodovodů a kanalizací povinnost každoročně předávat na příslušné vodoprávní úřady vybrané údaje majetkové a vybrané údaje provozní evidence vodovodů a kanalizací (data VÚME a VÚPE).

PVS a. s. jakožto správce vodohospodářské infrastruktury na území hlavního města Prahy, zpracovává tyto údaje za HMP. Osobně mám tuto činnost v popisu práce a úzce spolupracujeme s provozovatelem PVK a. s., který nám předává provozní data, která dále vykazujeme na vodoprávní úřad.

Dle údajů zpracovaných k roku 2018 činí délka kanalizační sítě v povodí ÚČOV téměř 3127 km. Do tohoto údaje nejsou započítány délky kanalizační sítě v povodí 21 pobočných čistíren odpadních vod v souhrnné délce 548 km. Celková délka kanalizační sítě na území hlavního města Prahy je 3675 km. Z tabulky dále vyplývá, že nejpoužívanější profil je DN 300 a materiál kamenina. Celková

pořizovací cena všech objektů kanalizací jen v povodí ÚČOV dosahuje výše téměř 45 miliard korun.

3.5 Objekty na stokové síti

S ohledem na velikost průměru a hloubku uložení gravitačních stok patří kanalizace, společně s kolektory a dalšími podzemními vedeními, po stavebnětechnické stránce k nejnáročnějším podzemním stavbám. Obtížné jsou především z hlediska výstavby náročné objekty, které jsou na stokové síti nezbytné (Klepsatel a Raclavský, 2007).

Technické provedení jednotlivých objektů, jejich dispoziční, prostorové a konstrukční řešení se řídí dle pravidel uvedených v Městských standardech vodovodů a kanalizací na území hl. m. města Prahy a příslušných norem. Každý objekt stokové sítě má svojí specifickou funkci a přispívá k zajištění provozuschopnosti celého systému. Standardy jsou jakousi metodikou, co a za jakých okolností, může být použito při výstavbě a zároveň co všechno musí být při výstavbě dodrženo. Standardy jsou pravidelně aktualizovány na základě požadavků vlastníků, provozovatelů a správců vodohospodářských zařízení.

Základními objekty na stokové síti jsou:

- vstupní šachty,
- spojné šachty (komory),
- rozdělovací komory,
- spadiště,
- skluzy,
- dešťové vpusti,
- lapače splavenin,
- kanalizační přípojky,
- kanalizační shybky,
- křížení stok a jiných vedení,
- proplachovací objekty,

- dešťové oddělovače (odlehčovací komory),
- dešťové nádrže,
- větrací zařízení,
- čerpací stanice,
- výusti.

Vstupní šachty

Jak už název vypovídá, šachty slouží ke vstupu a následnému čištění, údržbě a v neposlední řadě k větrání stok. Šachty rovněž umožňují napojování dvou a více stok. Jsou navrženy v místech, kde se mění sklon, směr případně profil stoky. Vzdálenost by neměla být větší než 200 m u průchozích a 50 m u neprůchozích stok. Minimální profil šachty je 1000 mm pro kruhový a 1000 x 800 mm pro obdélníkový průřez. Stavebně jsou šachty zhotoveny z betonu, jako monolitické nebo prefabrikované. Šachty jsou opatřeny stupačkami a převážně litinovým poklopem (Vyoralová a Hrdlička, 2013).

Spojné šachty a komory

V těchto typech šachet se provádí soutok odpadních vod. Spojení jednotlivých stok v šachtě je provedeno žlábkem, a vstupní část šachty je rozměrově totožná s vstupními šachtami. U soutoku na stokách velkých profilů jsou budovány spojné komory. U průlezných a průchozích stok je třeba změnu směru provádět obloukem, kde poloměr oblouku je minimálně desetinásobek šířky stoky.

Rozdělovací komory

Funkčně opačné provozní objekty než komory spojné. Přítok do komory jednou stokou se usměrňuje do dvou nebo více stok na odtoku z komory. Z důvodu možné regulace odtoku nebo odstavení jednotlivých větví pro případ oprav či revizí, se k regulaci jednotlivých stok za rozdělovací komorou instalují často také stavítka (Nypl a Synáčková, 1998).

Skluzy a spadiště

Používají se v ulicích, kde by mohlo dojít k překročení horní meze dovolené průtočné rychlosti odpadní vody. Zejména se jedná o ulice s velkým sklonem,

jestliže by byla stoka položena rovnoběžně s povrchem území. K zamezení překračování průtočných rychlostí je nezbytné, stoky ukládat ve sklonu menším, než je ulice. Rozdíly výšek je nutné vyrovnat těmito objekty. Skluzy se používají při výškových rozdílech do 60 cm, kdy jsou dna horní a dolní stoky spojena zakřivenou plochou. Při větších výškových rozdílech se používá spadiště, ve kterém voda přepadává z výše položeného potrubí ke spodnímu u dna šachty.

Dešťové vpusti

Prostřednictvím dešťových vpustí je z uličního povrchu odvedena srážková voda. Uliční vpusti jsou opatřeny mříží v úrovni komunikace, pod kterou je umístěn děrovaný kbelík sloužící k zachycení hrubších splavenin. Umisťují se zpravidla v komunikaci těsně vedle chodníku při obrubníku. Dle šířky vozovky a sklonu území se umisťují ve vzdálenosti 40 – 60 m od sebe (Šerek a Lhotáková, 1981).

Vpusti dále mohou být i chodníkové. Ty jsou vhodné především v místech, kde se doporučuje zachovat plynulost povrchu vozovky a dále při malých sklonech odvodňovaných ploch. Zejména se tyto vpusti navrhují u zastávek městské hromadné dopravy. Zároveň musí být zaručena účinná plocha bočního vtoku minimálně 0,025 m².

V místech, kde je velmi svažité terén (nad 8 %) se navrhují tzv. horské vpusti. Jedná se o zděné nebo prefabrikované betonové šachty obdélníkových tvarů (700x1400 mm) s potrubím asi 600 mm nade dnem šachty. Principem je vytvoření sedimentačního prostoru, avšak je nutné pravidelně vybírat kal. Šachta je opatřena dvojitou mříží 2x 600 x 600 mm.

Posledním typem dešťové vpusti jsou kryté odvodňovací žlábků. Využívají se v exponovaných místech, jako například podchody, vstupy do metra, vjezdy do podzemí nebo železniční přejezdy. V těchto místech je nutné použít speciální povrchové odvodnění a dle místních předpisů by nebylo možné v těchto místech použít klasické vpusti.

Lapače splavenin

Naopak místo horské vpusti je možno navrhnout pro zachycení splavenin z nezpevněného povrchu lapače splavenin. Dešťové vody v okrajových částech měst bývají odváděny příkopy do těchto lapačů a dále do stoky.

Kanalizační přípojky

Přivádějí odpadní vody z nemovitostí do stoky. Minimálním profil přípojky je DN 150, přičemž napojení na stoku bývá DN 200. Přípojka na stoku se napojuje buď odbočkou, nebo vysazením kanalizační vložky. Přípojky musí mít minimální sklon 1 nebo 2 ‰. Domovní přípojky, včetně přípojek od uličních vpustí, se napojují do stok pod úhlem 45° až 90°. V případě, že se jedná o přípojky do profilu 200 mm. Přípojka musí být co nejkratší, v jednotném sklonu a přímém směru. Přímý směr se netýká napojovaného oblouku a v neposlední řadě musí být ve stejném profilu od uličního řadu až k revizní šachtě (Šrytr a Synáčková, 1992).

Kanalizační shybky

Tyto objekty se navrhují tam, kde se nachází v úrovni stoky překážka, kterou nelze obejít. Nejčastěji se jedná o řeku, kolektor, metro, podchod či křížení s jinou stokou. Stavebně se skládá z horního zhlaví (vtoková část), sestupného ramena, spojovacího potrubí, vzestupného ramena a dolního zhlaví (výtoková část). Dle počtu potrubí může být shybka jednoramenná, dvojramenná či víceramenná. Dvouramenná shybka se zpravidla navrhuje v místech, kde není možné jakékoliv odlehčení. V tomto případě se jedno rameno využívá při bezdeštném průtoku a další rameno na dešťové vody. Na převedení splaškových vod se obvykle navrhuje shybka s jedním ramenem. Minimální profil je 200 mm a sklon výstupního ramene se doporučuje 1 : 5 (minimálně 1 : 3). Rychlost při průměrném hodinovém průtoku by neměla klesnout pod 0,75 m/s (Šerek et al., 1981).

Proplachovací objekty

Stoky jsou vybaveny proplachovacími šachtami tam, kde jsou stoky uloženy v malém sklonu. Při malých sklonech vzniká velké nebezpečí usazování splavenin ve stokách, které může vést ke zmenšování průtočného profilu a dále i k celkovému ucpání. Samotný proplach může být prováděn buď z vhodného zdroje (řeka, rybník,

náhon) nebo přívalovou vlnou splašků. Aby mohla být stoka propláchnuta přívalovou vlnou, je zapotřebí, opatřit šachtu stavítkem. Uzavřením stavítka dojde k nadržení vody do požadované výšky stavítka a jeho náhlým otevřením vznikne přívalová vlna s velkou průtokovou rychlostí, které sebou vezme usazené nečistoty a na určité vzdálenosti dojde k pročištění stoky.

Dešťové oddělovače (odlehčovací komory)

Účelem odlehčovacích komor (dále OK) je přímé vypouštění odpadních vod do vodních toků. K těmto situacím dochází za dešťových přívalů bez čištění odpadní vody. Komory se nachází v blízkosti vodních toků, zejména na nábrežních sběračích a před čistírnami odpadních vod. Za bezdeštných událostí protékají splašky OK dále na čistírnu. Za deště se splaškové vody začnou ředit srážkovými vodami. V momentě, kdy dosáhnou splašky optimálního ředícího poměru, odtékají do vodního toku. Stupeň ředění je stanoven po pečlivé úvaze s vodohospodářskými orgány (Šerek a Lhotáková, 1981).

Základem navrhování OK je určení množství vody, které z celkového přítoku do OK Q_{dim} , má pokračovat dále do stokové sítě až na čistírnu $Q_{zř}$ a množství vody, které má přepadat do recipientu Q_p . Dalším krokem je navržení konstrukčního a stavebního řešení samotné OK, aby bylo přitékající množství vody spolehlivě a ve zvoleném ředícím poměru odděleno.

Objekt komory by neměl sloužit k dalšímu napojení stok a změn směru stok. Funkce OK musí být na stokové síti automatická. V případě OK v areálu čistírny může být ovládána obsluhou. Volba konstrukce komory záleží na výškových poměrech.

Odlehčovací komory jsou po stavební stránce rozděleny:

- OK s přelivem:
 - a) přímým (kolmým, šikmým, lomeným, obloukovým),
 - b) jednostranným bočním (s přímou hranou, šikmou hranou, v oblouku, tangenciální hranou),

- c) oboustranným bočním (se šikmou hranou),
 - OK se škrťící tratí:
 - a) s nízkou přelivnou hranou,
 - b) s vysokou přelivnou hranou,
 - OK s přepadajícím paprskem (štěrbinové, gravitační, se skokem):
 - a) přes štěrbinu, vytvořenou pomocí ocelových desek ve dně,
 - b) přes štěrbinu, vytvořenou ve dně stoky,
 - c) přes štěrbinu ve dně stoky do nastavitelného plechového žlabu,
 - d) přes štěrbinu ve dně s prahem,
 - OK s horizontální dělicí stěnou (etážové, patrové),
 - další typy OK:
 - a) s násoskou,
 - b) se stavítkem,
 - c) s plovákem a regulačním ventilem,
 - d) se stíraným sítem
- (Nypl a Synáčková, 1998)

Největší odlehčovací komora na pražské stokové síti - OK 2D Podbabská. Jedná se o komoru s vysokou boční přelivnou hranou a škrťící tratí. Průtok, který směřuje dále na čistírnu (na fotce doleva) je nastaven pomocí škrťící tratě a lze regulovat osazenými šoupaty na vtoku do škrťící tratě.

Obr. č. 22 - OK 2D Podbabská, panoramatické foto



Zdroj: Lukáš Havlíček, 2019

Obr. č. 23 - OK 7B Prvního pluku, čelní přeliv tzv. žabí tlama



Zdroj: Lukáš Havlíček, 2019

Dešťové nádrže

Nádrže jsou navrhovány obvykle ve větších městech a mají dvě hlavní funkce. Slouží jako retenční prostory (zplošťují povodňovou vlnu) a k zachycení počátečních dešťových přívalů. Ten je posléze vrácen v době bezdeštných průtoků zpět do stokové sítě. Ve výsledku se tedy jedná o ochranu recipientu před znečištěnými vodami z urbanizovaného území.

Dle druhu a funkce se dělí:

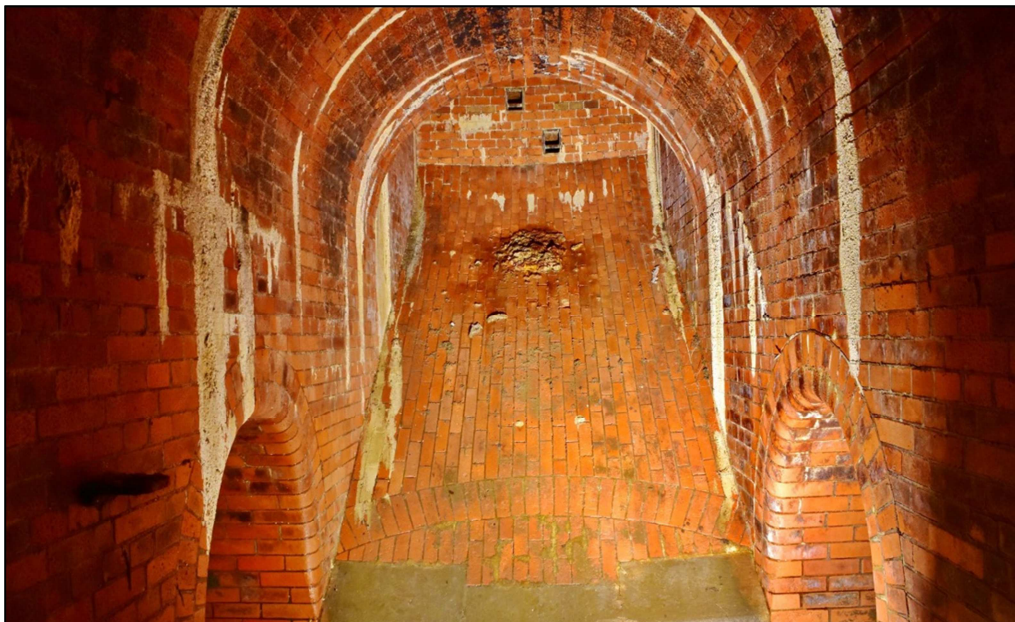
- retenční – Používají se k vyrovnání odtoku v případech, když je maximální přítok větší než možný odtok. Použití v horním povodí a neuvažuje se s čistícím efektem.
- průtočné – Plní funkci retenční a usazovací nádrže. Jsou vybaveny ovládním odtoku a budují se společně s odlehčovacími komorami. Použití je vhodné v místech, kde se neočekává výrazně zvýšené znečištění při vzrůstajícím průtoku.

- záchytné – Mají retenční funkci a jsou budovány společně s odlehčovací komorou. Před nádrží je umístěn přepad do recipientu. Mají opačné využití než průtočné nádrže. Jsou využívány v místech, kde je předpoklad výrazného nárůstu znečištění s přítokem.
- usazovací – Tyto nádrže plní funkci sedimentační a retenční. Převádí se jimi celý návrhový průtok a jsou bez odtoku.
- kombinované – Jedná se o komplex více nádrží. První nádrž je záchytná a další podle potřeby například průtočné. (Šrytr et al., 1998)

Větrací zařízení

Stoková síť se nejpřirozeněji provětrává v dobách přívalových dešťů. Proudící voda vytlačuje vzduch a plyny, které vznikají ve stokách a je tím dále umožněno nasávání čerstvého vzduchu přes poklopy šachet a uličními vpustmi. Dříve se používaly k odvětrávání míst mimo šachty, kde bylo nebezpečí hromadění plynů, větrací objekty. Z prostoru stoky byla vyvedena kameninová roura DN 200 do mělké šachty, která byla krytá poklopem nebo mříží v úrovni terénu.

Obr. č. 24 - Sněhová svrž – pohled z obslužné šachty na šikmou plošinu, Arbesovo náměstí



Zdroj: Lukáš Havlíček, 2019

Čerpací stanice

Plochým terénem odvodňovaného území je dána potřeba přečerpávat odpadní vody dále na čistírnu odpadních vod. Jedná se o oblasti, kde při návrhu stokové sítě nelze dosáhnout ani minimálního sklonu stok. V jiných případech může jít o koncepci odvádění odpadních vod pro několik obcí a naskytne se nutnost přečerpávat z některé odvodňované oblasti či celé obce. Přečerpávání je rovněž nutné u zařazení dešťových nádrží do systému odvodnění. Usazený kal nebo odpadní voda z těchto nádrží musí být přečerpána zpět do stokové sítě. Čerpací stanice jsou nezbytně nutné také u čistíren, kdy je nutné čerpat odpadní vody ve vstupní čerpací stanici. V mnoha případech se jedná o jediné řešení, které umožňuje gravitační průtok celou čistící linkou až do recipientu.

Výusti

Objekty výustí jsou koncová zařízení, kterými se vypouští odpadní vody do vodních toků nebo nádrží. Vyústění se provádí v několika modifikacích:

- gravitační – použití v případech, kdy je terén odvodňovaného území vysoko nad recipientem,
- s opatřením proti zpětnému vzduť – jedná se o odvodňovaný terén v záplavovém území,
- přečerpáváním – odvodňované území je pod úrovní velkých vod.

Do ochranných prvků, které se používají proti zahlcení vodou z recipientu za vyšších stavů, se řadí koncové klapky, kanalizační uzávěry, stavidla, případně komory se stupněm (Nypl a Synáčková, 1998)

Obr. č. 25 - Gravitační výust' dešť'ového oddělovače po rekonstrukci, Krčské nádraží



Zdroj: Lukáš Havlíček, 2019

3.6 Možnosti klasické a bezvýkopové výstavby a obnovy kanalizace

Výstavbu a obnovu inženýrských sítí je možné provádět klasickým způsobem výstavby nebo pomocí bezvýkopových technologií. Dle tohoto rozdělení se nabízí různé druhy oprav a obnovy, které se uplatňují při obnově stávající kanalizace.

Pro začátek je důležité vysvětlit některé základní pojmy, které úzce souvisejí s opravami:

- Rekonstrukce – takový zásah, po jehož následku dojde ke změně původního účelu užívání či se změní jeho technické parametry
- Modernizace – rozšíření vybavenosti nebo použitelnosti majetku
- Obnova – vybudování nových sítí ve stávající nebo jiné trase ovšem při zachování jejich původní funkce. K obnově se používají jak klasické způsoby, tak i bezvýkopové metody.

- Opravy – opatření k odstranění závad na podzemních stavbách i sítích technického vybavení

(Raclavský, 2004)

Jak uvádí Nenadálová (2012) firmy převážně nabízejí pouze jednu či pár dalších variant bezvýkopových technologií. Přitom reálně existuje velká škála použitelných technologií. Nabízené varianty, které mají v portfoliu služeb, prezentují jako optimální a jediné možné řešení. Vzhledem k úzké nabídce možných metod chybí investorům a veřejnosti porovnání různých variant těchto technologií z technického, ekonomického i environmentálního hlediska.

Při rozhodování způsobu stavby kanalizace ve štole, rýze nebo otevřeném výkopu záleží na několika důležitých faktorech. Jedná o geologické podmínky, hloubku uložení kanalizace, možnosti mechanizace a především o lokalitu dané trasy. V místě husté zástavby se bude jednat o potíže pro obyvatelstvo a lokalita na frekventované silnici bude omezovat průjezdnost dopravy. S ohledem na tyto skutečnosti se musí volit individuální přístup, který bude nejvhodnější pro danou lokalitu (Šrytr a Synáčková, 1992).

3.6.1 Výstavba kanalizace v otevřeném výkopu

Hloubené vykopávky nebo taky otevřené vykopávky jsou nejznámějším typem při obnově kanalizace. Principiálně spočívají ve zbudování výkopu z povrchu terénu buď se šikmými či svislými stěnami vybavené dle místních hydrologických poměrů pažením. Pažení musí být rozměrově vhodné jak pro pokládku nových inženýrských sítí, tak i pro případnou opravu (Esterková et al., 1998).

Vykopávky hloubené se můžou provádět:

- ručně
- pomocí trhavin
- strojně

Vykopávky prováděné ručně

Ručně hloubené výkopy jsou nezbytné ve městech, v blízkosti památkových objektů, jímacích objektů pitných i minerálních vod a hlavně v místech, kde dochází k hustému křížení výkopu s inženýrskými sítěmi. V případech, kdy bylo nutné použít ve výkopu střelné práce, se ručně dolamuje a rovná dno výkopu či očišťuje základová spára po strojním hloubení. Metody jsou vybírány vhodně dle třídy těžitelnosti horniny a uvedeny níže v tabulce. Doprava zeminy se provádí pomocí těžních věží, skipových výtahů, pásových dopravníků, nakladačů s drapákem či ručně přehazováním z výkopu.

Tabulka 5 - Způsob rozpojování těžby a nakládání hornin v závislosti na třídě horniny

Třída horniny	Stroje a použití trhacích prací pro		Nástroje ruční
	rozpojování	těžbu a nakládání	
1	rypadla, dozery, skejpry		lopata rýč krumpáč + sochor
2	UDS nakladače		
3	velkokapacitní rypadla a nakladače,		
4	dozery s rozrývacími noži		
5			kladivo + klíny, sochor, pneumatická benzinová či hydraulická a bourací kladiva
6	rozrývače, odstřel	rypadla a nakladače s lopatami obsahu $v \geq 1 \text{ m}^3$	
7	odstřel trhavinami		

Zdroj: Šrytr et al., 1998

Vykopávky prováděné pomocí trhavin

Při používání trhavin pro rozpojování hornin se využívá energie horkých plynů, které vzniknou při mžitkovém vyhoření nálože. Jsou uplatňovány v případech, kdy je vyloučeno použití strojní techniky k rozrušení horninového prostředí. Rovněž mohou nastat i situace, kdy nelze využít trhacích prací z důvodu blízkého uložení dalších inženýrských sítí či objektů. V těchto případech se musí horniny rozpojovat ručně za pomoci bouracích kladiv a dalších ručních nástrojů.

Nálože se ukládají do předem připravených vrtů. Trhací práce se rozdělují na práce malého a velkého rozsahu. Maloplošné práce schvaluje stavební úřad příslušný místu odstřelu. Naopak u prací většího rozsahu je nezbytné vypracovat projekt

trhacích prací. Schvalování projektu patří do kompetence příslušné instituce nadřízené stavebnímu úřadu. Pro provádění těchto prací a manipulaci s výbušninami platí zvláštní předpisy.

Vykopávky prováděné strojně

U strojně prováděné vykopávky je maximální hloubka výkopu omezena hloubkovým dosahem stroje. Na různé druhy stavebních prací se optimálně hodí odlišné stroje. Za hlavní stroj pro hloubení výkopů se musí zařadit další pomocné stroje, které rozpojenou zeminu převezou k dalšímu využití. Výkonnost těchto strojů musí být opět optimálně zvolena tak, aby byla vždy větší nebo rovna výkonnosti stroje pracujícího v sestavě před nimi. Tím se docílí výkonového využití hlavního stroje (Šrytr et al., 1998).

3.6.2 Výstavba kanalizace za použití bezvýkopových technologií

Zhoršení systémů městské podzemní infrastruktury a rostoucí poptávka po inženýrských službách zvýšily potřebu efektivnější instalace, kontroly, oprav, sanací a výměny inženýrských sítí. S původními otevřenými výkopovými metodami jsou přímé náklady značně navýšeny o potřebu obnovit povrchy terénu, chodníky, dlažby a další terénní úpravy. Při zohlednění sociálních a environmentálních faktorů mají výkopové metody negativní dopady na komunitu, podniky a dojíždějící osoby za prací v důsledku nežádoucího znečištění a dopravního narušení. Bezvýkopové technologie, které se používají k opravě, modernizaci, výměně nebo instalaci systémů podzemní infrastruktury s minimálním narušením povrchu, nabízejí životaschopnou alternativu k existujícím výkopovým metodám. Cílem je, aby byla vybrána nejlepší alternativa, která v některých případech může učinit bezvýkopovou technologii nejekonomičtější alternativou. Navíc produktivita, bezpečnost pracovníků a strukturální problémy ukázaly, že tyto technologie jsou účinnější metodou pro systémy podzemní infrastruktury (Jung and Sinha, 2007).

Bezvýkopové metody umožňují kontrolu, přístup, opravu, rozšíření, modernizaci a instalaci většiny systémů podzemní infrastruktury s minimálním

narušením povrchu. Nástroje, které tyto technologie nabízejí, se pohybují od robotů až po metody mikrotunelování. Každý nástroj má svou správnou aplikaci. Nevhodná volba bezvýkopových variant obnovy může vést k nižšímu výkonu systému infrastruktury a špatným poměrům nákladů a přínosů investice (McKim, 1997).

Metodika členění bezvýkopových metod výstavby je velmi specifická. Například dle Najafi (2013) se v USA metody dělí na bezvýkopové stavební metody a bezvýkopové metody obnovy. Dle rozdělení jsou zatříděny jednotlivé metody oprav s uvedeným rozpětím diametru, ve kterém se mohou používat.

Tabulka 6 - Rozdělení bezvýkopových metod

Trenchless Technology Methods			
Trenchless Construction Method (TCM)		Trenchless Renewal Method (TRM)	
Microtunneling	12-136	CIPP	4-120
Horizontal directional drilling (HDD):		Sliplining:	
• Small	2-12	• Continuous	4-63
• Medium	12-24	• Segmental	4-100
• Large	24-60		
Pilot tube microtunneling*	6-30		
Pipe jacking	42-up	SIPP	3-180
Utility tunneling	42-up	Pipe bursting	3-63

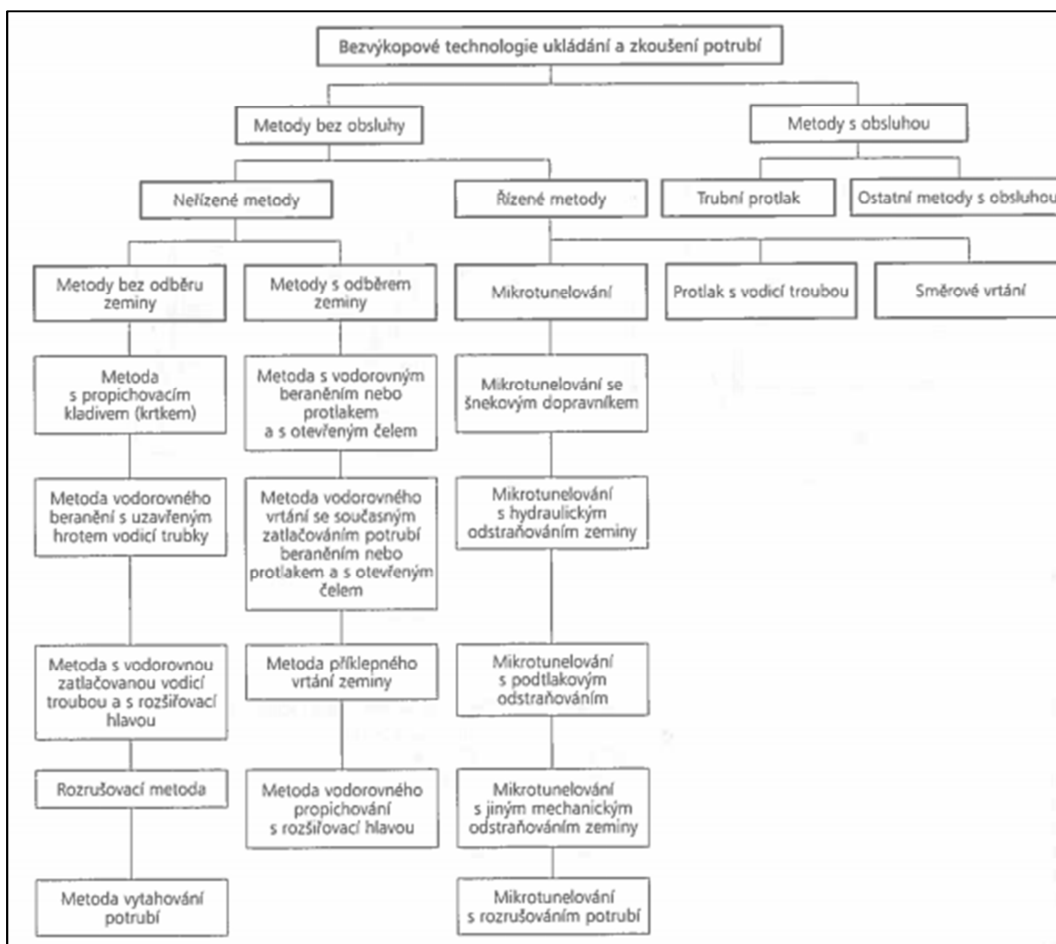
*Also called the *pilot tube*.

Zdroj: Najafi, 2013

Oproti tomu Klepsatel a Raclavský (2007) uvádějí v publikaci rozdělení bezvýkopových metod výstavby dle ČSN EN 12 889/2001 na metody:

- s obsluhou na čelbě a bez ní
- řízené a neřízené

Tabulka 7 - Přehled bezvýkopových metod výstavby podzemních vedení dle ČSN EN 12 889/2001



Zdroj: Klepsatel a Raclavský, 2007

3.6.2.1 Neřízené metody bez obsluhy na čelbě

U neřízených metod při zabudování trub či kabelů již nelze provádět směrové korekce. Řízené metody využívají souprav na dálkové ovládání, které umožňují precizní zabudování do požadovaných tras. V případě potřeb se dají vyrovnat směrové i výškové odchylky. Pro vhodnou volbu typu metody jsou určující tyto faktory:

- požadovaná směrová a výšková přesnost
- blízkost ostatní inženýrských sítí
- průměr trub

- délka zabudovávaného potrubí
- hydrogeologické podmínky v trase
- nejmenší výška nadloží

(Klepsatel a Raclavský, 2007)

Neřízené metody bez obsluhy se tedy dělí na metody s odběrem zeminy a bez odběru zeminy. Při protlačování se potrubí zatahuje do zeminy silou, kterou vytváří hydromotory v pracovní šachtě. Pracovní metoda se volí v závislosti na velikosti protlačovaného potrubí. Z těchto důvodů se dělí na metody protlačování propichováním, kdy se zemina z prostoru potrubí roztláče a metody protlačování, kdy se zemina odebírá mechanizovaně nebo ručně (Klepsatel a Čulík, 1986).

Tabulka 8 - Neřízené metody bez obsluhy na čelbě

Metoda		Vhodnost pro průměr trub (mm)	Maximální délka zabudování (m)
Bez odběru zeminy	s propichovacím kladivem (krtkem)	< 300	< 25 (do 40)*
	vodorovné beranění s uzavřeným čelem (hrotem)	< 300	< 20
	vodorovně zatlačovaná vodící trouba s roztláčovací hlavou	< 300	< 60
S odběrem zeminy	vodorovné beranění nebo protlak s otevřeným čelem	< 1500 (4000)*	< 100
	vodorovné vrtání se současným zatlačováním potrubí	< 1500	< 100
	příklepné vrtání	< 1000	-
	vodorovné propichování s rozšiřovací hlavou	< 220	< 20

*V optimálních geologických podmínkách

Zdroj: Klepsatel a Raclavský, 2007

Hranice použitelnosti metod vyplývá především z dosažené délky protlaku, průměru protlačovaných trub, hydrogeologických podmínek a požadované přesnosti zatlačení. Tyto metody byly vyvinuté na výstavbu krátkých úseků potrubních a

kabelových vedení pod silničními a železničními komunikacemi. Při překonávání překážek se v této oblasti plně osvědčila jejich použitelnost (Klepsatel, 1991).

3.6.2.2 Řízené metody bez obsluhy na čelbě

Jak již bylo uvedeno, řízené metody mají možnost kontroly a korekce směru při provádění vrtání nebo protlačování. Ta je buďto průběžná (u mikrotunelování), nebo lze v nastavitelných bodech kontrolu dle potřeby zhušťovat (u směrového vrtání). Metody tedy lze aplikovat i v situacích, kde je zapotřebí dodržet vysokou přesnost vrtání. Nutno ovšem dodat, že ve všech případech se musí počítat s výchyly od ideální osy. Výchyly jsou způsobeny korekcí vrtání, která má vždy určité zpoždění. Nejvyšší přesnosti dosahuje mikrotunelování. Zde tolerance není, ani na stometrových délkách, větší než 10 – 20mm. O mnohem větší vybočení se může jednat u směrového vrtání, které může způsobit problém u gravitačních vedení. Naopak jako nesporná výhoda se jeví u směrového vrtání možné vyhnutí podzemním překážkám během vrtání, což je možné díky extrémní pružnosti používaných vrtných tyčí a vysokým krouticím momentům (SFŽP, 2012).

Dle pracovního principu jsou řízené metody bez obsluhy na čelbě rozděleny:

a) metody s roztlačováním zeminy

- metoda s řízeným propichovacím kladivem (krtkem)
- metody vodorovného vrtání s nárazovým kladivem
- metoda pilotního vrtu s roztlačováním zeminy

b) metody s odběrem zeminy

- protlak s vodicí troubou (vrtání s vodicím vrtem)

- mikrotunelování
 - se šnekovým dopravníkem
 - s hydraulickým odstraňováním zeminy
 - s podtlakovým odstraňováním zeminy
 - s jiným mechanickým odstraňováním zeminy
- směrové vrtání (Horizontal Directional Drilling)

(Stein, 2003)

3.6.2.3 Varianty řízených metod

Při bezvýkopové pokládce trubního vedení řízenými metodami se používají tyto varianty:

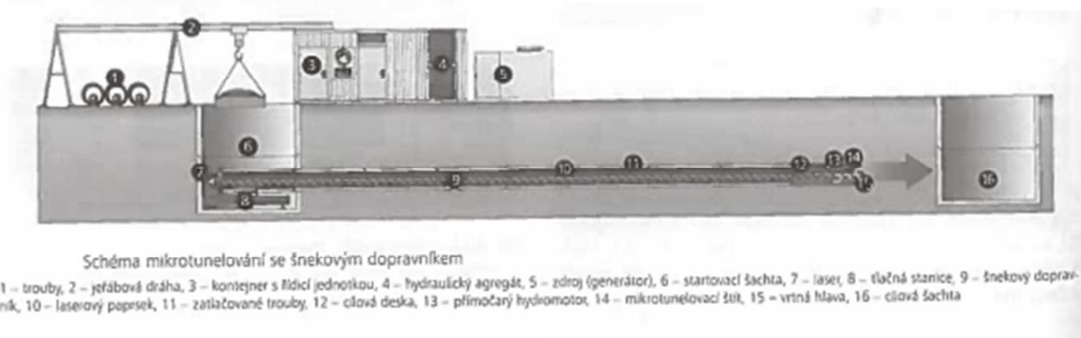
- jednofázový postup výstavby
- dvoufázový postup výstavby
- třífázový postup výstavby

Jednofázový postup výstavby

V principu se jedná o zatažení či zatlačení trubního vedení bezprostředně za vrtnou hlavu protlačovacího stroje nebo štítu. Dle požadované délky protlačování se dělí na výstavbu krátkých a dlouhých úseků.

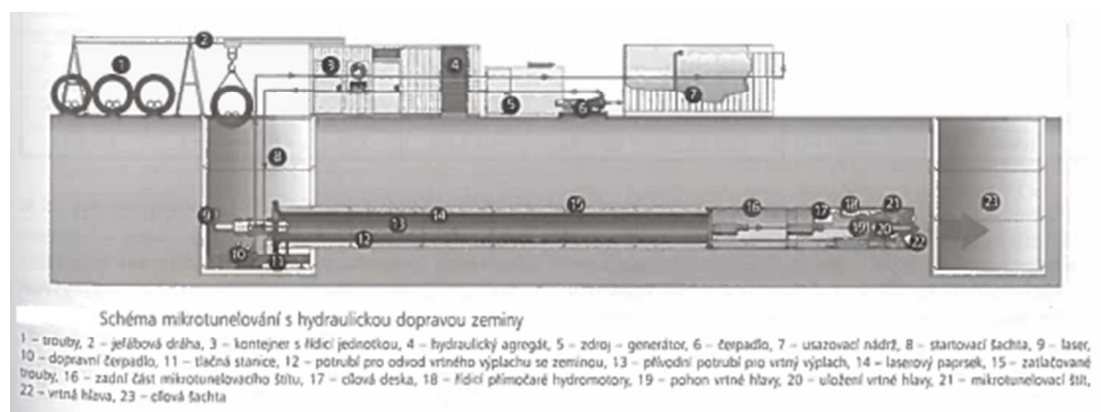
Krátké úseky jsou maximálně do 100 m a jsou uplatněny metody řízeného propichování a mikrotunelování za odstraňování zeminy šnekovým dopravníkem. U dlouhých úseků, kdy je výstavba delší než 100 m, se používá metoda mikrotunelování s hydraulickým odstraňováním zeminy.

Obr. č. 26 - Schéma mikrotunelování se šnekovým dopravníkem



Zdroj: Klepsatel a Raclavský, 2007

Obr. č. 27 - Schéma mikrotunelování s hydraulickou dopravou zeminy



Zdroj: Klepsatel a Raclavský, 2007

Varianta jednofázového postupu výstavby vyniká velkou rychlostí ve výstavbě a zároveň malou pracností, poněvadž se do vytěženého prostoru zabudovávají trouby přímo. Jediná nevýhoda metody se jeví, pokud vrtná hlava nebo štít narazí na překážku. Ta se musí odstranit výkopem z povrchu, protože vrtná souprava nemůže být vytažena zpět (Klepsatel a Raclavský, 2007).

Dvoufázový postup výstavby

V první fázi tohoto postupu se zatlačí do zemního masivu ocelová chránička, do které se ve druhé fázi zasune samotné trubní vedení při současném vytahování chráničky. Nesporná výhoda oproti jednofázovému postupu výstavby je v případech,

kdy vrtná hlava narazí na překážku. Společně s ocelovou chráničkou ji lze vytáhnout zpět do pracovní šachty. Použití dočasných chrániček s upravenými spoji a rychlospojkami se jeví jako rychlé a jednoduché a šetří se tím čas. Při zabudování trubního vedení z nekovového materiálu lze současně zatahovat i kovový pásek sloužící k identifikaci polohy vedení. Nevýhodou postupu může být zvýšená pracnost a prodloužení doby výstavby oproti jednofázovému postupu (Klepsatel, 1991).

Třífázový postup výstavby

Třífázový postup výstavby začíná protlačením vodící trouby. Ve druhé fázi se rozšíří pilotní vrt při současném zatažení dočasné ocelové chráničky. Následně dojde k vytažení nebo vytlačení pilotní vrtné soutyče s vodící troubou. Třetí fáze slouží k zatažení trouby při současném vytlačení dočasné chráničky. Vnější průměr trouby musí být bezpodmínečně stejný nebo i menší než dočasná chránička (Klepsatel a Raclavský, 2007).

3.6.2.4 Mikrotunelování

Jak již bylo uvedeno, mikrotunelování je řízená jednostupňová metoda původně k protlačování trub ve jmenovité světlosti DN 250 – 1000. V současné době se díky technickému vývoji již tento způsob protlaku používá i pro trouby větších světlostí. Dle délky protlačování se rozděluje na variantu se šnekovým dopravníkem a s hydraulickou dopravou zeminy.

Mikrotunelování se šnekovým dopravníkem

Jednofázově se protlačuje chránička či užitkové vedení při současném rozrušování zeminy v čele vrtnou hlavou. Šnekový dopravník zajišťuje kontinuální dopravu vytěžené zeminy. Samotný mikrotunelovací stroj je složen ze dvou kloubově spojených částí. Přední část obsahuje vrtnou hlavu a zadní návěs příslušenství. Šnekový dopravník zeminu transportuje ve zvláštním potrubí. Proto se nijak nemůže poškodit užitkové vedení. Pohon celého systému zajišťuje agregát v

pracovní šachtě. Vytěžená zemina se dopravuje rovněž do pracovní šachty, odkud se ze zásobníku v cyklických intervalech vyprazdňuje (Kučera, 2014).

Mikrotunelování s hydraulickou dopravou zeminy

Vytěžená zemina se dopravuje hydraulickým systémem. Mikrotunelovací stroj obsahuje všechny pohonné mechanismy a na povrchu v ovládacím středisku se nachází pouze řídicí jednotka. Trasa může být vedena v přímém směru nebo i oblouku. V případě protlačování úseku v oblouku musí být použit řídicí a navigační systém. Tyto soupravy se mohou použít v zeminách, ve skalních horninách a nad i pod hladinou podzemní vody. Předností této metody je vysoký razicí výkon 10 až 20 m/den a rychlá montáž. Při mikrotunelování díky rychlému a plynulému podepření vyrubaného prostoru pláštěm stroje a vytvořením definitivního ostění pomocí protlačované trouby, se eliminuje vznik poklesové kotliny. Tyto stroje jsou velmi odolné konstrukce a minimálně citlivé na poškození (Klepsatel a Raclavský, 2007).

Bezvýkopové metody jsou nespornou výhodou v situacích, kdy podmínky neumožňují použití klasických výkopových metod. Avšak neméně důležité po výběru vhodné technologie je i kvalitní geologický průzkum. To je i příklad výstavby zásobovacího řadu v korytu řeky Han, který byl navržen tak, aby poskytoval stabilní dodávku vody do města Gimpo (Jižní Korea). Použita byla technologie mikrotunelování, aby se minimalizovaly škody na životním prostředí. Geologický průzkum byl proveden a ukázal smíšenou vrstvu zvětralého kamene a měkké horniny. Vrtací souprava však čelila neočekávaným geologickým podmínkám, kdy reálně souprava narazila až na 8 různých půdních typů a hornin. Celkově bylo nutné vybudovat úsek v profilu DN 1350 ocelového potrubí o délce 2,1 km (včetně úseku 1,2 km pod řekou Han). Problémy a návrhy na řešení neočekávaných geologických podmínek v projektu (zejména stabilizace čelního povrchu tunelu a zlepšení hnacího poměru stroje řízením směšovacího poměru obsahu suspenze) zabralo týmu odborníků dlouhou dobu. Stavba byla dokončena v roce 2011, tedy zhruba po třech letech od počátku výstavby (Kim et al., 2012).

U nás je zajímavý příklad projektu mikrotunelování ve značně proměnlivých geologických podmínkách v Pardubicích v roce 2011. Bylo nutné vybudovat úsek 150 metrů v profilu DN 1275 pod rušnou ulicí v bezprostřední blízkosti obchodního domu a nádraží. Geologický průzkum vycházel pouze ze dvou sond, z důvodu úspory času a peněz, které byly zhotoveny při stavbě obchodního centra již v minulosti. Na 150 metrech se téměř v polovině ražby proměnila geologie velmi zásadním způsobem, vlivem čeho došlo k určitým více nákladům. Od jemnozrnných štěrkopísků s příměsí jílu se situace změnila k navážkám, balvanitým štěrům až k železobetonové konstrukci z bývalého nádraží. V některých místech ražby se postup zastavil na pouhý 1 m za směnu. Kdyby se na trase udělaly další sondy, mohla být situace jasnější a zhotovitel s investorem by měl daleko jasnější představu o budoucích nákladech (Turek a Franczyk, 2012).

3.6.3 Obnova kanalizace za použití bezvýkopových technologií

Sanace a obnova podzemních trubních vedení se neustále vyvíjí na jednu z nejdůležitějších úloh podzemního stavitelství. Celkový objem prací je zřejmý, pokud si uvědomíme celkovou délku provozovaných potrubních vedení a omezenou dobu životnosti, která u některých typů nedosahuje ani 10 let.

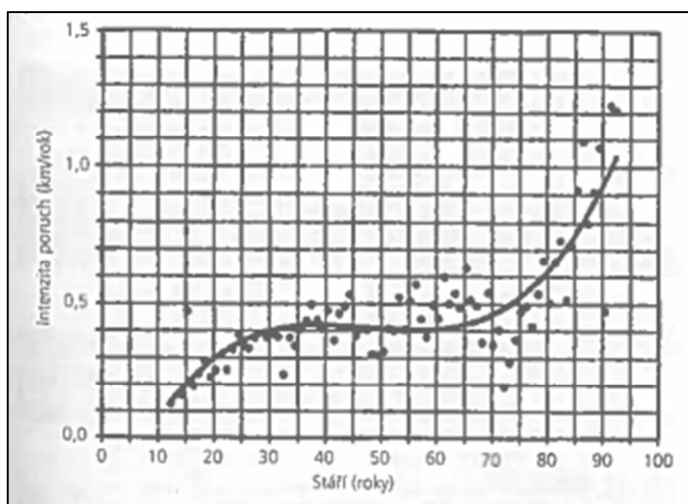
Na rekonstrukci trubních vedení v neprůlezných prostorech existuje velká řada metod. Ovšem vhodnost výběru správné metody závisí na stupni narušení trub, materiálu i průměru. Aby bylo možné vhodně určit typ obnovy respektive rekonstrukce a celkový rozsah prací, je potřeba provést důkladný kamerový průzkum, při kterém se zjistí a vyhodnotí narušení potrubí a další závady.

Metody oprav a rekonstrukce se dělí na staticky únosné a neúnosné. Staticky únosné jsou metody oprav bez rozrušení původního potrubí – nedestruktivní metody. U staticky neúnosných metod dochází k rozrušování původních trub, které jsou v havarijním stavu. Tyto metody jsou souhrnně nazývány destruktivní (Klepsatel, 1991).

Zhruba po 10 letech provozu začnou poruchy na podzemním vedení rychle narůstat. V dalším časovém období 20 – 70 let se počet poruch ustálí až do doby, kdy

životnost použitého materiálu je na samém konci použitelnosti. Po uplynutí této doby má intenzita poruch opět prudký nárůst (Esterková et al., 1998).

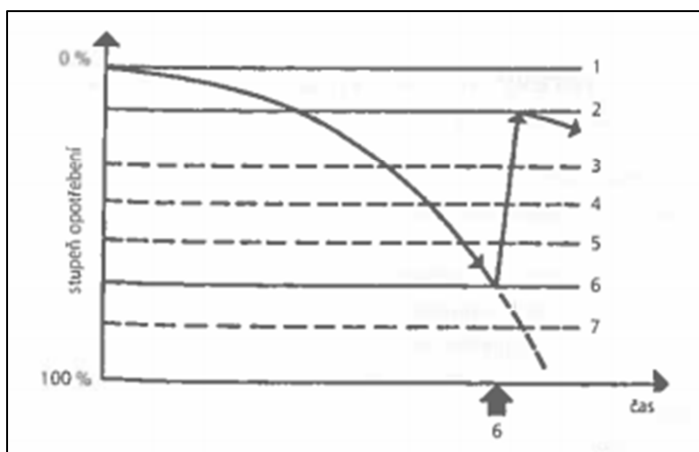
Tabulka 9 - Roční míra poruch v důsledku stárnutí potrubí



Zdroj: Esterková et al., 1998

Určení optimálního termínu opravy, resp. obnovy vedení a naléhavost realizace těchto opatření zmiňuje také Stein a Niederehe (1992) v grafické podobě.

Tabulka 10 - Naléhavost uskutečnění údržby, resp. obnovy



Zdroj: Stein a Niederehe, 1992

Body 1-7 označují stupně opotřebení stok přičemž:

1 – stav při uvedení do provozu, 2 – požadovaný stav, 3 – první varovné signály, 4 – ekonomicky optimální čas opravy, 5 – ještě akceptovatelný stav vedení, 6 – realizace opravy, 7 – právně ještě akceptovatelný stav vedení

3.6.3.1 Lokální opravy podzemních vedení

Metody bezvýkopového odstraňování těchto poruch opravují závady zejména bodového charakteru, které jsou z hlediska provozu sítí méně závažné. Avšak odstraňování těchto menších závad ihned na počátku vzniku může eliminovat vznik daleko závažnějších škod, které by mohly nastat v budoucnu. S kvalitním průzkumem tyto drobné opravy šetří majitelům, resp. provozovatelům náklady na provoz sítí. Lokální poruchy se odstraňují pomocí záplat, injektáže. Vyplňování trhlin, prasklin a hrdel s vypadlým těsněním se provádí pomocí těsnících profilů a tmelů (Esterková et al., 1998).

Opravy netěsností dvousložkovou kapalinou

Metoda vyvinutá v 60. letech v USA pod názvem Penetryn. Ideální především na opravu netěsných spojů hrdlových trub, ale i na podélné a příčné praskliny na kanalizačních stokách od DN 150 libovolných materiálů krom zděných stok z cihel. Do opravovaného úseku se spustí vstupní šachtou videokamera tzv. packer (ucpávka), která se pomocí navijáku vtáhne na místo poškození. Gumové manžety ucpávky hermeticky utěsní místo opravy. Do vymezeného prostoru se vhání dvousložková pryskyřičná kapalina s přetlakem 30 kPa, kdy doba zatuhnutí se pohybuje mezi 15 až 30 sekundami. Vodotěsnost se posléze prověří tlakem vzduchu 30 až 50 kPa. Nakonec se těsnící manžety vyfouknou a packer přemístí na další opravované místo.

Metodou lze uskutečnit 10 až 15 oprav na připraveném vedení na úsecích v délce až 150 m. Hodí se pro opravu kanalizačních stok až do průměru DN 1200.

Vyrovnaní deformovaných trub

Použití možné pouze u pružných trub uložených ve špatně zhutněném pískovém obsypu. Metoda Pipe-Rerounder je založena na použití pneumatického válce s vibrátorem, který se protahuje pomocí lanového navijáku zdeformovanou částí potrubí. Jakmile válec dosáhne deformovaného průřezu, nafoukne se a spustí vibrátor. Tím dochází k přenášení vibrací stěnami až do obsypu. Dojde tedy ke zhutnění a vyrovnaní pružné trouby do původního tvaru. Tímto postupem lze u trub z PVC DN 200 – 300 deformaci až 8% průměru trouby zmenšit na méně než 3% (Klepsatel a Raclavský, 2007).

Záplatové metody oprav lokálně porušených vedení

V neprůchozích kanálech se může poškození zajistit vestavěním vnitřních manžet, k zajištění statické únosnosti. Postupy lze vhodně rozdělit do dvou skupin.

- a) Použití tkaninových manžet napuštěných pryskyřicí
 - Postup Renoline
 - KM-Part-Liner

- b) Použití vnitřních trubních manžet z PVC nebo oceli
 - Link-pipe
 - Postup Snap-Lock
 - Postup Magnaline

Nejstarší metoda Renoline vyvinuta ve Velké Británii. Do tvaru hadice se zformuje a napustí polyesterová pryskyřice 10 mm. Rohož ze skelných vláken se natáhne na nafukovací vložku (packer), jejíž průměr je zhruba o 20 mm menší než vnitřní průměr poškozené trouby. Pro ochranu před poškozením při vtahování roury se na hadici přetáhne obal z PE folie. Připravená vložka s navlečenou hadicí se odvzdušní a pomocí navijáku zatáhne na místo poškození, kde se pomocí televizní kamery umístí na místo poškození a posléze nafoukne horkým vzduchem. Po

dokončení procesu vytvrzování se nafukovací vložka odvzdušní a vytáhne. Na místě zůstane pouze samonosná textilní manžeta.

Metoda KM-part-liner se liší od Renoline metody pouze v použití textilní manžety ze skelného rouna ECR a nedisponuje vnějším obalem z PE- folie.

Vnitřní trubkové manžety z PVC nebo oceli jsou charakteristické před tvarovanými záhyby, podélnými výřezy a přesahy pro možnou dopravu na opravované místo, kde se zpětně rozeprou a zformují.

Metoda Link-pipe pracuje s manžetou, skládající se ze šesti segmentů PVC, které jsou navzájem spojeny. Manžeta se před zavedením složí do tvaru osmičky a posléze nasune na lisovací zařízení skládající se ze dvou válců (horizontální a vertikální). V první fázi se nejprve na vnitřní stěnu kanálu přitiskne horní a spodní segment silou cca 90 kN a posléze se horizontálně umístěné válce překlopí a utěsní boční segmenty manžety (Esterková et al., 1998).

U Snap-Lock metody jsou používány dvouvrstvé záplaty, která má vnitřní část tvořenou podélně rozříznutou nerezovou trubicí a vnější gumovou manžetou. Průměry jsou DN 250, 300 a 350 s délkou až 1,2 m. Po obou koncích je usazeno těsnění, které při styku s vodou nabobtná. Při použití se musí do vnitřního povrchu opravované trouby vyfrézovat drážka na zabudování (asi 4,5 mm), tak aby manžeta lícovala s povrchem a nikterak nevystupovala. Po zasunutí na místo uložení se rozpěrným zařízením rozpíná do té doby, až do sebe podélné spoje zapadnou.

Obdobné postup použití manžety je i u technologie Magnaline. Manžeta z nerezů se nahrazuje 350 mm dlouhý podélně rozříznutý kus PVC trouby (Klepsatel a Raclavský, 2007).

Obr. č. 28 - Zhotovená oprava Snap-Lock, Hermes technologie

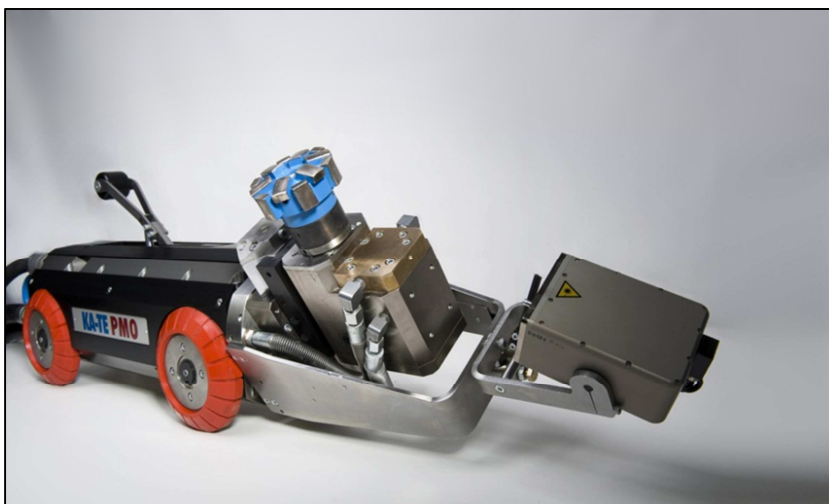


Zdroj: Hermes technologie, (<https://www.hermes-technologie.com/cz/vyrobky/system-quick-lock/usekove-manzety.html>)

Opravy s použitím kanalizačních robotů

Kanalizační roboti jsou univerzální, dálkově ovládané stroje pro opravy netěsností, trhlin, vylomených střepeň, odfrézování překážek a k odstranění vyčnívajících přípojek. Používají se výhradně pro opravy neprůlezných profilů a jsou opatřeny jednou nebo i více televizními kamery dovybavenými odprášením, ostříkovači a stěrači pro odstranění zbytků stavebních materiálů, které mohou ulpívat na objektivu při frézovacích pracích. Nejnovější typy kanalizačních robotů jsou řešeny podobně jako robotické kamery stavebnicovým systémem, kdy jednoduchou výměnou přední části robotického vozíku získáme z frézovacího stroje injektážní a tmelící soupravu. Po osazení vystýlky se kanalizační robot používá na zprůchodnění zaslepené kanalizační přípojky. Kanalizační robot pracuje s nástavci pro frézování přečnívajících částí v potrubí, špachtlování a vyplňování porušených míst v potrubí. Firmy specializující se na opravy pomocí kanalizačních robotů mají i specifické typy robotů do různých profilů. Tato špičková technologie si poradí s nejrůznějšími závadami na kanalizaci (Wombat, <https://www.wombat.cz/kawo-robot-pro-odstraneni-poruch-v-trubnich-vedenich/>).

Obr. č. 29 - KAWO robot s frézovací hlavicí



Zdroj: WOMBAT s.r.o. (<https://www.wombat.cz/kawo-robot-pro-odstraneni-poruch-v-trubnich-vedenich/>)

3.6.3.2 Úsekové opravy podzemních vedení

Stejně jako tomu bylo u lokálních oprav podzemních vedení, rozdělujeme i metody u úsekových oprav na destruktivní a nedestruktivní. Záleží, zda původní kanalizační potrubí je při samotné obnově odstraňováno např. rozrušením a vytlačení do okolního podloží nebo zachováno bez porušení a zůstane skryté za potrubím nově vytvořeným.

Metody úsekové bezvýkopové obnovy s destrukcí stávajícího potrubí

Pro použití metod trhání původního vedení (pipe bursting) je předpoklad, že trubní vedení bude kruhového charakteru a křehkost materiálu (litina, kamenina, beton). Současně s trháním původního defektního potrubí se zatlačuje nebo zatahuje potrubí nové.

Trhání potrubí se rozděluje na:

- a) dynamické
- b) statické

Dynamické – založeno na principu rozrušování starého potrubí nárazem pneumatických propichovacích kladiv

Statické – trhání potrubí za pomoci trhací hlavy, která je rozpínána pomocí hydromotorů. Metoda je známa zejména pod názvem Berstlining.

(Esterková et al., 1998)

Dynamické trhání

Trhání se provádí za pomoci nožové hlavy, nasazené na upraveném pneumatickém propichovacím kladivu. Zařízení jsou použitelné na trhání trub průměru DN 80 – 500 mm. Délka mezi jednotlivými pracovními šachtami může být až 150 m. Při použití speciální řezací hlavy lze rozrušovat i zkorodované ocelové potrubí. Obvykle se metoda používá na betonové a kameninové trouby. Průměr nově zatahovaného potrubí by měl být o 25% větší než původní. Zatahovat lze plastové, betonové a kameninové bez hrdlové trouby o průměrech 200 až 800 mm (Klepsatel, 1991).

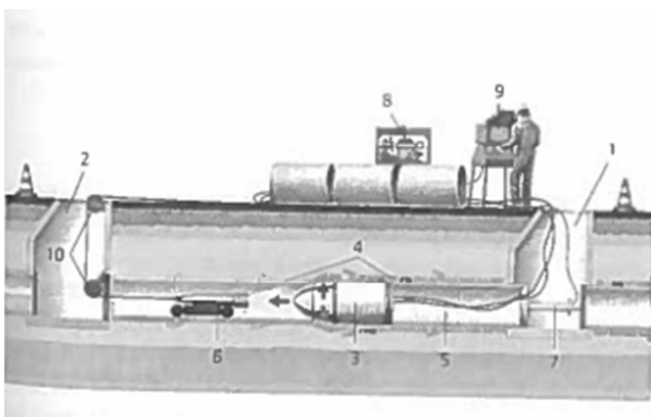
Statické trhání - Berstlining

Založeno na principu trhání pomocí speciální hlavy statickými silami. Vhodná především k obnově kanalizace v průměru DN 180 až 900. Hlavní výhodou jsou, oproti dynamickým metodám trhání, téměř žádné otřesy a podstatně menší hlučnost. Z těchto důvodů může být metoda použita i při obnově vedení pod zástavbou či v blízkosti souběžných vedení (Richter, 2006).

Trhací hlava a nové trouby jsou naváděny do požadovaného směru pomocí lana, které se vede starým potrubím a dvojicí kladek v cílové šachtě. Hydraulickým rozpínáním se původní potrubí trhá a střepy jsou zatlačovány do zeminy. Všechny

původně zaústěné přípojky musí být před trhacími pracemi odpojeny v tzv. pomocných šachtách. Z těchto šachet jsou po dokončení instalace nového potrubí opětovně napojeny navrtáním. Dle velikosti DN obnovovaného profilu kanalizace jsou pro tuto metodu buďto využity stávající vstupní kanalizační šachty nebo zbudovány montážní jámy větších rozměrů (Klepsatel a Raclavský, 2007).

Obr. č. 30 - Obnova potrubí metodou Express-Berstlining



1 – pracovní šachta, 2 – cílová šachta, 3 – expandér, 4 – staré potrubí, 5 – nové potrubí, 6 – videokamera, 7 – zatlačovací hydraulický válec, 8 – hydraulický agregát, 9 – dálkové ovládání s monitorem, 10 – zatahovací lano s naváděcími kladkami

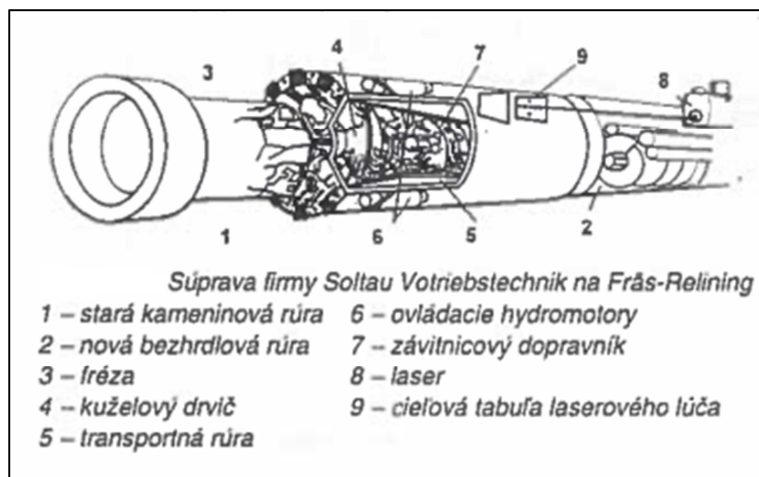
Zdroj: Klepsatel a Raclavský, 2007

Rozrušování potrubí plnoprofilovou frézou

V zahraničí známá jako Fras Relining či Pipe-Eating. Při této metodě se potrubí rozrušuje plno profilovou vrtací hlavicí. Hlavice může mít buď pevné, nebo rotačně valivé dláta z tvrdého kovu. Úlomky se dále zdrobňují kuželovým drtičem a materiál se dopravuje zpět do pracovní šachty pomocí šnekového dopravníku. Zároveň se při rozrušování původního potrubí do trasy zatlačuje nové buďto stejné nebo větších průměrů. Původní přípojky, zaústěné do rozrušovaného potrubí, musí být před započítím frézování stejně jako u trhací metody odpojeny a opětovně připojeny v pomocných šachtách. Touto metodou, stejně jako u technologie trhání,

Ize díky destrukci původního kanalizačního potrubí instalovat nové potrubí s větším DN, ovšem v takových případech už se jedná o rekonstrukci.

Obr. č. 31 - Souprava firmy Soltau Votriebstechnik na Fräs-Relining



Zdroj: Esterková et al., 1998

Metody úsekové bezvýkopové obnovy při zachování stávajícího potrubí

Metody relining

Princip metody spočívá v zatahování vnitřní vrstvy – výstelky do potrubí v havarijním stavu. Jedná se tedy o obnovu ostění, ve kterém je prostor mezi výstelkou a původním ostěním zabetonované. Dojde tedy k obnovení statické funkce ovšem za cenu zmenšení světlého průřezu. Pracovní postupy se odlišují v závislosti na použitém materiálu a konstrukci.

V zásadě rozlišujeme:

- Výstelky z navíjených pásů
- Výstelky z plastových trub
- Skolaminátové výstelky

(Klepsatel, 1991)

Do tohoto využití spadají techniky brawoliner, phoenix a kawo. Jedná se o různě modifikované metody použitelné v případech, kdy si po létech trubky zachovaly minimální statickou únosnost a jejich průtočný profil nedoznal výrazných deformací.

Brawoliner - Sanace ležaté či svislé kanalizace založená na hadicové vložce, která umožňuje bezproblémové zpracování i malých průřezů DN 40 - 300. Systém renovace byl vyvinut i pro renovaci domovních trubních systémů. Díky elastickým vlastnostem rukávce lze úspěšně sanovat i úseky se změnou dimenze (flexi rukáv) či se směrovými změnami (kolena, oblouky). Systém renovace se skládá z teplotně odolných vložek a speciálně vyrobené pryskyřice. Výsledný produkt po vytvrzení je kompaktní sklolaminátové potrubí s vynikajícími hydraulickými vlastnostmi (Berndt a Veser, 2017).

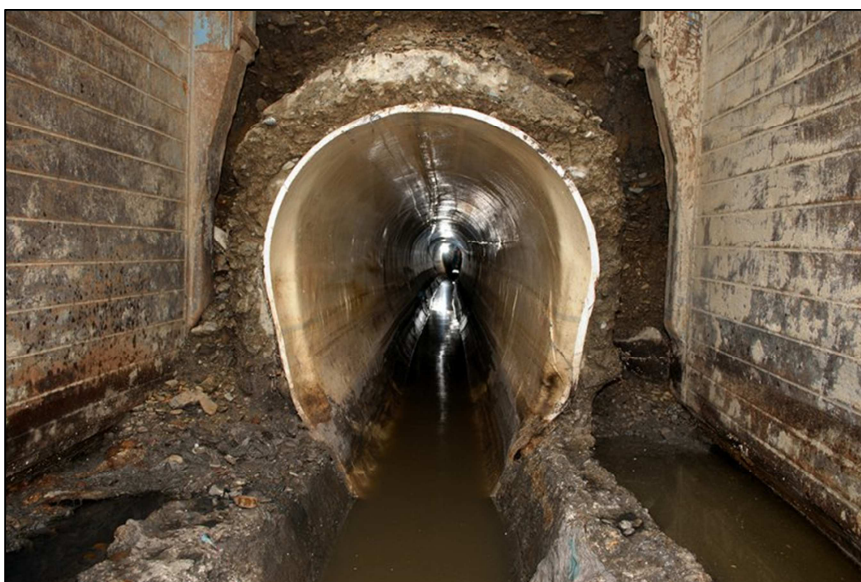
Proces Phoenix - Ve vyčištěném úseku potrubí instalujeme vložku. Vložka se skládá z textilie, která je schopna nést pryskyřici a polyuretanový povlak. Textilní materiál je po impregnaci epoxidovou pryskyřicí instalován do potrubí. Podšívka se udržuje pod tlakem, dokud pryskyřice nevytverdne. Vytvrzování lze dosáhnout vyšší teplotou nebo UV zářením. Používá se v profilu od DN 70 – 250 na potrubí kruhového tvaru. Technologii lze díky různým typům hadic aplikovat také na potrubí vody, plynu, průmyslové odpadní vody a dešťové vody (<http://agriapipe.hu/cipp-technologies>).

Kawo - Osazením vystýlky KAWO do poškozeného trubního vedení dojde k zatěsnění stěn potrubí. Na stěnách sanovaného trubního vedení se vytvoří hladká svrchní folie, která zlepšuje hydraulické poměry v sanovaném potrubí.

Metoda je vhodná pro sanaci všech druhů a typů kanalizačního potrubí v profilech od DN 125 do DN 2500. Hlavní výhoda spočívá v tom, že nezáleží na příčném profilu sanovaného potrubí. Velmi často se tato metoda uplatňuje především pro sanaci vejčitého či tlamovitého profilu, které bývají z hydraulického hlediska nejvýhodnější z důvodu optimálních unášecích rychlostí průtočného média.

Navíc lze kombinovat možnosti použití textilií pro výrobu vystýlky a sytících pojiv dle potřeb daného potrubí. Tyto materiály se vybírají podle požadavků na statické, chemické či abrazivní nároky specifických druhů kanalizačních systémů. Dalším důležitým faktorem je i skutečnost, že lze navrhnout tloušťku vystýlky KAWO od základní 4 mm až po 30 mm. Nutná tloušťka vystýlky je přesně vypočtena ve statickém výpočtu na základě reálných hodnot – profilu, hloubky uložení potrubí, hladiny spodní vody, stupni zatížení nadloží, stupni poškození potrubí (<https://www.wombat.cz/metoda-kawo-bezvykopova-inverzni-technologie-pro-sanaci-kanalizacnich-sberacu/>).

Obr. č. 32 - Metoda KAWO, sanace kanalizačního sběrače



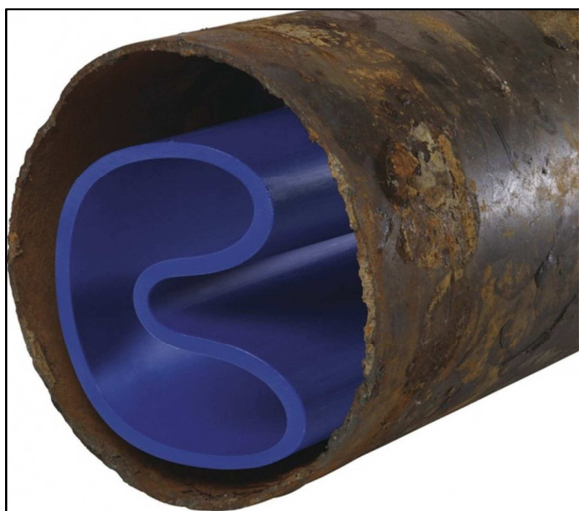
Zdroj: <https://www.wombat.cz/metoda-kawo-bezvykopova-inverzni-technologie-pro-sanaci-kanalizacnich-sberacu/>

Dočasně deformované trouby

Při této technologii jsou již při výrobě trouby z PVC nebo PE vytlačovány a krátce poté deformovány do požadovaného tvaru (například U-liner). Takto zploštělá trubka je pak navinuta a snadno dopravena na místo instalace. V jejím zploštělém stavu je tažena přes stávající potrubí, přičemž se vystaví teple a tlaku, aby se deformovaná vložka navrátila do původního kruhového tvaru.

V některých případech je pak nutné použít injektáž mezi původní kanalizací a vložku pro udržení na místě. Mezi nevýhody této metody patří manipulace při chladnějších teplotách, kdy se vložka stává tuhou a v některých případech je nutné ji přehřát pro zlepšení flexibility při manipulaci (St. Onge et al., 1998).

Obr. č. 33 - Metoda Compact Pipe (C – liners)



Zdroj: <https://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/projekt-realizovany-technologie-compact-pipe-ziskal-oceneni>

Navíjené trouby

Systemy Rib Loc se skládají z továrně vyráběného kontinuálního plastového nebo kompozitního ocelového a plastového profilového pásu, který je spirálovitě navinut do poškozeného hostitelského potrubí a vytváří tak lehkou vložku s vysokou tuhostí.

Navíjecí stroje Rib Loc jsou určeny pro použití ve standardních přístupových komorách bez nutnosti ražby. Když je profil vyroben z PVC-U (neměkčený polyvinylchlorid), okraje pásu jsou při montáži propleteny tak, aby vzniklo vodotěsné těsnění. Pokud je profil vyroben z HDPE (vysokohustotní polyetylen), je profil svařen dohromady tak, aby vytvořil spojitou HDPE vrstvu bez spoje. Lze použít jeden z následujících čtyř instalačních systémů:

- * Expanda - vyrábí těsnící vložku o průměru 150 mm až 750 mm.
- * Rotaloc - vyrábí těsnící vložku v průměrech od 800 mm do 1800 mm.
- * Ribline - vyrábí pevný, plně svařovaný ocelový vyztužený HDPE obal v průměrech od 300 mm do 3000 mm
- * Ribsteel - vyrábí vložku s pevným průměrem PVC-U v průměrech od 450 mm do 2500 mm. Tuhost je vylepšena samostatným válcovým profilem válcovaným za studena (<http://www.trenchless.co.za/ribloc.htm>).

4 Metodika

V rešeršní části diplomové práce jsem se zabýval charakteristikou a detailním rozbořením kanalizace, historie stokování v Praze a na závěr možnými metodami obnovy. Tuto část jsem zpracoval převážně z odborné literatury a článků zaměřených na tuto problematiku. Textová část byla vhodně doplněna o poutavé fotografie charakterizující podstatné kapitoly rešerše.

Praktická část již byla o zpracování jednotlivých kroků, které byly nezbytné ke splnění dílčího cíle práce - cenového odhadu obnovy kanalizace. Stěžejní bod, ze kterého vycházelo veškeré další hodnocení a analýzy, byl kamerový průzkum a samotné vyhodnocení. To bylo prováděno dle metodiky Ing. Raclavského, Ph D., kde došlo k zařazení jednotlivých poruch do kategorie 1-5 z hlediska vážnosti poruchy. Všechny tyto poruchy byly vztaženy k jednotlivým úsekům, které tvořily výsledné vyhodnocení. Poruchy byly dle vypočteného faktoru zaříděny a byl určen stupeň závažnosti. Dle toho bylo navrženo následné vyhodnocení celého úseku, zda je potřeba pouze lokální oprava, kompletní obnova nebo žádná oprava. Na základě těchto skutečností byl proveden výpočet cenového odhadu a došlo porovnání kladů a záporů mezi výkopovými a bezvýkopovými technologiemi.

4.1 Metodika hodnocení technického stavu

Vyhodnocení televizního inspekčního systému bylo provedeno dle metodiky VUT Brno. Tato metodika byla zpracována pro hodnocení technického stavu venkovních systémů stokových sítí a kanalizačních přípojek, které jsou provozovány jako gravitační. Vyhodnocení této metodiky rozlišuje stavební stav potrubí a hydraulické chování systému. Vyhodnocení je založeno na zjednodušeném bodovém systému, které umožňuje výsledné zařazení stavu potrubí do 5 kategorií.

Tabulka 11 - Kategorie zatřídění stavu a objektů na stokové síti

Kategorie	Stav	Popis
K1	velmi dobrý	Optimální stav příslušného ukazatele. Nevyžadují se žádná opatření vedoucí ke změnám tohoto ukazatele. Nepředpokládá se výrazná změna hodnoty ukazatele i v delším časovém období.
K2	dobrý	Nízká míra rizika příslušného ukazatele technického stavu. Nevyžaduje se žádné technické opatření ani v blízké budoucnosti.
K3	vyhovující	Průměrné hodnoty příslušného ukazatele, které však nevyžadují okamžitá řešení, ale v budoucnosti lze předpokládat změnu hodnoty ukazatele.
K4	kritický	Kritické hodnoty příslušného ukazatele. To znamená, že by měla být realizována, případně plánována, opatření na řešení tohoto stavu.
K5	nevyhovující	Nežádoucí/nefunkční stav. Je požadováno dle možností provozovatele okamžitá řešení, které povede k dosažení lepších hodnot příslušného ukazatele.

Zdroj: Raclavský, 2012

4.1.1 Technické ukazatele pro hodnocení stavu stokové sítě

Pro posouzení jednotlivých částí stokové sítě jsou používány technické ukazatele (dále TU), u kterých je stanoven postup jejich hodnocení (tabulka 13). Technické ukazatele pro hodnocení stavu stokové sítě jsou určovány podle kódu, daného poruchou na stokové síti. Hodnocení technického stavu sítě je rozděleno podle tuhosti trub na tuhé trouby (betonové, ŽB, kameninové a zděné), trouby poddajné (plastové a sklolaminátové) a na trouby z částečně poddajných trub (tvárná litina). Průzkum stokové sítě ukázal, že trouby jsou pouze z prostého betonu a kameniny. Z tohoto důvodu byly použity pouze hodnoty doporučené váhy příslušného technického ukazatele pouze pro tuhé trouby.

Tabulka 12 - Technické ukazatele stokových sítí

Technický ukazatel	Popis poruchy	Třída poruchy 5	Třída poruchy 4	Třída poruchy 3	Třída poruchy 2	Třída poruchy 1	
		K5	K4	K3	K2	K1	
TU1	Zlomená trouba, zborcení	zborcení konstrukce	chybějící části trouby	/	/	/	
TU2	Trhliny (b= šíře trhlinky v mm)	> 5 mm	2 – 5 mm	0,5 – 2 mm	0,2 – 0,5 mm	< 0,2 mm	
TU3	Viditelná netěsnost	tekoucí voda	vlhké, kapající voda	/	/	/	
TU4	Přesazení (trubek vůči sobě)	DN < 300	/	> 2 cm	1 – 2 cm	< 1 cm	/
		300 < DN < 600	/	> 3 cm	2 – 3 cm	1 – 2 cm	< 1 cm
		600 < DN < 1000	/	> 4 cm	3 – 4 cm	2 – 3 cm	< 2 cm
		1000 < DN	/	> 5 cm	4 - 5 cm	3 – 4 cm	< 3 cm
TU5	Nesprávné uložení v % profilu výšky	/	> 50 %	25 – 50 %	10 – 25 %	< 10 %	
TU6	Prorůstání kořenů	v hrdle	> 2 cm	1 – 2 cm	0,5 - 1 cm	0,1 – 0,5 cm	< 0,1 cm
		v trhlíně	> 1 cm	0,5 - 1 cm	< 0,5 cm	/	/
TU7	Překážky v odtoku % plochy průtoku	usazeniny	> 50 %	25 – 50 %	10 – 25 %	< 10 %	/
		pevné překážky	> 30 %	15 – 30 %	5 – 15 %	< 5 %	/
TU8	Obrus	> 3 cm	1 – 3 cm	< 1 cm	/	/	
TU9	Korose	zborcení	chybějící části trouby	všeobecné napadení	/	/	
TU10	Deformace profilu	/	> 10 %	5 – 10 %	< 5 %	/	
TU11	Poškozené stupadlo nebo žebřík	chybí	narušena statika	/	/	/	
TU12	Poškození poklopu nebo rámu	prasklý	trhlinky	/	/	/	

Zdroj: Raclavský, 2012

4.1.2 Postup zařídění ukazatelů do kategorií a výsledné technické hodnocení

Základním hodnoceným prvkem je úsek mezi dvěma po sobě následujícími šachtami. Ten se na základě prohlídky ohodnotí zjištěnými technickými ukazateli TU a zařídí dle vážnosti poruchy (1-5). Dále je u každého hodnoceného úseku označeno, jestli jsou potřebné lokální opravy (LO), obnovy v celé délce (OB) nebo zda není nutný žádný zásah (BZ). Technický stav i -tého úseku TSU_i se poté vypočítá podle vzorce:

$$TSU_i = \sum_{j=1}^n TU_j \cdot W_j$$

Kde n - počet použitých technických ukazatelů

TU_j – hodnota třídy poruchy j-tého technického ukazatele (tabulka 13)

W_j – váha přiřazená příslušnému ukazateli TU_j (platí, že $\sum W_j=1$) doporučené hodnoty váhy příslušného technického ukazatele jsou uvedeny v tabulce 14

Tabulka 13 - Doporučené hodnoty váhy W_j pro příslušný technický ukazatel TU_j

	TU1	TU2	TU3	TU4	TU5	TU6	TU7	TU8	TU9	TU10
W _j pro tuhé trouby	0,3	0,2	0,1	0,1	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1	-
W _j pro poddajné trouby	0,4	-	0,1	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,2
W _j pro částečně poddajné trouby	0,4	-	0,1	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,2

Zdroj: Raclavský, 2012

Výpočet a zatřídění TSU (pro potřebu zpracování střednědobého a dlouhodobého plánu sanace stokové sítě) do jednotlivých kategorií je uvedeno v následující kapitole u každé ulice samostatně. Zatřídění se provádí na základě tabulky 14, která obsahuje vypočtené TSU a jednotlivé rozpětí u daných kategorií.

Nejhorší zjištěný technický stav i-tého úseku NZTSU_i je rovný nejnepříznivější zjištěné třídě poruchy technického ukazatele na tomto i-tém úseku. Pro potřeby krátkodobého plánování a zjištění provozuschopnosti úseku stokové sítě nebo kanalizační přípojky se i-tý úsek ohodnotí hodnotou NZTSU_i (Raclavský, 2012).

Tabulka 14 - Zatřídění TSU

Kategorie	TSU
	od -do (včetně)
1	1 - 1,5
2	1,5 - 2,5
3	2,5 - 3,5
4	3,5 - 4,5
5	4,5 - 5

Zdroj: Raclavský, 2012

4.2 Posouzení kapacity kanalizace

V další fázi u ulice Tatranská následoval výpočet průtoku dešťových vod. Jestli stávající stoka B bude kapacitně vyhovovat při zrušení větve A, kdy zároveň dojde k přepojení všech dešťových přípojek do ponechané stoky. Posuzovanou dešťovou kanalizaci lze charakterizovat jako stokovou síť maloplošného rozsahu. Na tyto rozsahy se využívají tzv. racionální metody výpočtu, které vycházejí z obecného vzorce pro dimenzování stok na průtok dešťových vod.

$$Q = \psi * A_s * q_s$$

Q – průtok dešťových vod (l/s), ψ – součinitel odtoku, A_s – plocha povodí (ha), q_s – intenzita směrodatného deště uvažované periodicity p (l/s/ha), $p = 1$ pro města s oddílnou dešťovou soustavou

Avšak pro detailnější zhodnocení se nejprve musí stanovit výpočtem hodnota tzv. středního součinitele odtoku ψ_s . Hodnota je odlišná pro různé povrchy terénu a sklony dle ČSN 75 6101. Zjišťuje se v charakteristické ploše oblasti, která bude předmětem odvodnění. Tím jsou různé povrchové úpravy komunikací, členitost zástavby, sklonitost a propustnost. Z celkové plochy se určí výpočtem velikostí ploch $A_1 - A_n$ s adekvátním součinitelem $\psi_1 - \psi_n$ pro daný typ konfigurace území.

$$\psi_s = \frac{A_1 \cdot \psi_1 + \dots + A_n \cdot \psi_n}{\sum_1^n A}$$

Na základě tohoto středního součinitele odtoku se vypočte průtok a porovná se dle tabulek Coolebrooka – White (uvedeny v příloze č. 3), jestli vypočtený průtok je menší než průtok skutečný v daném sklonu. Výpočtem bylo tedy ověřeno, že $Q_{skut} = 36,52$ l/s je $< Q_{kap} = 79,0$ l/s. Tudíž ponechaná větev B k obnově v profilu DN 250 splňuje kapacitní požadavky průtoku v dané lokalitě.

4.3 Návrh obnovy

Výsledný návrh obnovy vychází z publikace průměrných cen dopravní a technické infrastruktury z roku 2017. Metodika byla vydána Ústavem územního rozvoje, který spadá pod Ministerstvo pro místní rozvoj. Průměrné ceny bezvýkopových technologií byly poskytnuty PVS a.s. a jsou směrodatné k roku 2018. Frézovací práce k odstranění kořenů, přesazených přípojek a dalších překážek vychází z orientačního ceníku společnosti Sebak s.r.o., která se zabývá opravami kanalizace.

Na základě těchto skutečností byly sestaveny orientační ceny pro zafoukání rušené kanalizační větve v ul. Tatranská a dále byly porovnány odhadnuté ceny obnovy pomocí výkopových a bezvýkopových technologií. Byly zohledněny další faktory jako omezení obyvatel, dopravní obslužnost a finanční stránka, podle kterých byla vybrána nejoptimálnější technologie na obnovu.

5 Popis lokality

Zájmová oblast Praha – Uhříněves je jednou z 57 městských částí Prahy, ležící v jihovýchodní části města. Uhříněves je odkanalizována na pobočnou čistírnu odpadních vod Uhříněves – Dubeč. V zájmové oblasti se nachází oddílná kanalizace, kdy splaškové vody z domácností a výrobních společností odtékají jedním systémem na čistírnu a druhým vody srážkové do různých vodotečí, které ústí do Říčanského potoka a Botiče. Stávající čistírna se nachází v severní části za hranicemi Uhříněvsi již v k. ú. Dubeč (odtud název PČOV Uhříněves – Dubeč).

Území je členitého tvaru, protáhlé od severu k jihu. V městské části je zástavba smíšeného typu, ve které se nachází více podlažní obytné budovy, drobné provozovny i lokality pro komerční využití. Splašková přiváděcí stoka na PČOV probíhá ulicí Bečovská. Délka přiváděče činí 1656 m v provedení PVC DN400 a KTH DN 500. Převážná část stok je provedena v plastu DN 300. Celkově je povodí odkanalizováno systémem menších řadů. Ty se postupně spojují a nakonec jsou napojeny do páteřní stoky.

Při požadavcích ohledně napojení dalších čtvrtí a území na místní stokový systém, vznikla nezbytná potřeba vybudování čerpacích stanic na stokové síti. Především se jedná o spádové důvody, kvůli kterým nebylo možno připojit území gravitačně. Stanice zajišťují čerpání splaškových vod do gravitačního systému v povodí PČOV Uhříněves – Dubeč. Celkem je doposud vybudováno 29 čerpacích stanic (Provozní řád stokové sítě Uhříněves – Dubeč, 2010).

V současnosti je splašková kanalizace předána do vlastnictví hl. m. Prahy a je ve správě Pražské vodohospodářské společnosti (PVS, a.s.) a provozování Pražských vodovodů a kanalizací (PVK, a.s.). Společně se splaškovou kanalizací je v provozování i srážková kanalizace, avšak pouze její minimální část. Jedná se především o srážkovou kanalizaci, která byla budována v pozdějších letech, a jsou k ní potřebné dokumenty.

Tabulka 15 - Technické údaje o stokové síti v povodí PČOV Uhříněves - Dubeč – VÚME

Stoková síť k ČOV			
4- Technické údaje			
Kanalizační stoky (km)			
Celková délka	65,116		
Profily kanalizačních stok			
do DN 300 mm:	14,158		
od DN 301 mm do DN 500 mm:	47,465		
od DN 501 mm do DN 800 mm:	1,121		
větší než 800 mm:	2,371		
Materiál (celkem)			
Kamenina:	7,495	Plasty:	55,053
Beton:	1,558	Jiné:	1,010
Druh stokové sítě Vypní se přímo ve formuláři zaškrtnutím políčkem			
Jednotná		Gravitační	
Oddílná		Tlaková	
Dešťová		Podtlaková	
Splašková			
Objekty na stoce			
Počty			
Připojky:	2741	Čerpací stanice:	29
Odeh. komory:	0	Dešťové nádrže:	0
Celkový objem dešťových nádrží (m3):			
0			
5- Obyvatelstvo a ekonomické údaje			
Počet obyvatel bydlících v KÚ:	15386		
Počet obyvatel připojených na ČOV:	14617		
Počet obyvatel připojených do volných výústí:	0		
Požizovací cena uvedených objektů (tis. Kč):	615 495,31		

Zdroj: PVS a.s., 2018

Celková délka veřejné kanalizace v oblasti, která je evidovaná a provozovaná PVK, a.s. činí k roku 2018 - 65,2 km. Veškeré splaškové stoky jsou neprůlezná do profilu DN 500. Důležité je zmínit, že tato délka zahrnuje i jiná katastrální území než Uhříněves. Jsou to katastrální území Dubeč a Pitkovice, které také patří do zájmového území stokové sítě v povodí PČOV Uhříněves – Dubeč. Rozdělení vychází z provozního řádu stokové sítě. Provozním řádem se rozumí souhrn předpisů, pokynů a dokumentace, které jsou nezbytné pro obsluhu a kontrolu všech zařízení stokové sítě včetně čerpacích stanic, které se nacházejí v povodí příslušné pobočné čistírny.

6 Současný stav řešené problematiky

Do veřejné technické infrastruktury se právem řadí i zmiňované srážkové kanalizace. O prospěchu těchto staveb určitě nikdo nepolemizuje. Avšak reálně této kanalizaci není věnována patřičná pozornost. Zpravidla není dostatečně znám rozsah a poloha, není zkoumán technický stav a v neposlední řadě není žádný závazný předpis na provozování, údržbu a obnovu. Často v posledním horizontu dvaceti let je výstavba nové kanalizace koncipována jako kanalizace oddílná. Nová slouží pouze k odvedení odpadních vod. Původní starší stoka je po dokončení nové kanalizace určena výhradně k odvádění srážkových vod. V praxi se tak z nevyhovující splaškové kanalizace stane kanalizace srážková a změní se pouze charakter odváděných vod.

Tyto kanalizace jsou v nevyhovujícím technickém stavu a vlastníci těchto kanalizací jsou zpravidla města a obce, které by měly zajišťovat provozuschopný stav. Avšak dle současné právní úpravy nemají nárok na výběr stočného. Zákon o vodovodech a kanalizacích nijak neřeší provozování srážkové kanalizace. Lze však požádat o změnu charakteru části kanalizace. Po splnění vymezených podmínek se poté může stát z pohledu zákona kanalizací pro veřejnou potřebu (Vykydal, 2016).

Daleko složitější se jeví situace, kdy není znám vlastník srážkové kanalizace. V současné době existuje na území HMP oddílná srážková kanalizace (dále jen „OSK“), která však není zcela zmapována. Není znám jednak její celkový rozsah a přesná délka, tak současně nejsou jednoznačně identifikováni vlastníci všech jednotlivých úseků a částí OSK a rovněž není zabezpečena její jednotná správa a provozování.

Vzhledem k těmto skutečnostem byla v roce 2018 podepsána smlouva mezi MHMP a PVS a.s. ***O spolupráci při identifikaci oddílné srážkové kanalizace a retenčních nádrží, identifikaci jejich vlastníků a stanovení podmínek pro převzetí do vlastnictví HMP a.s.***

Díličními kroky při plnění tohoto úkolu je zmapování OSK, identifikace vlastníků, jakož i vlastníky pozemků, na nichž se OSK nachází. Učinit opatření k

nabytí vlastnického práva HMP tak, aby mohla být následně zajištěna její řádná správa a provozování, a to zejména ve snaze předcházet ohrožení životů a poškození majetku vlivem přívalových dešťů a povodní.

V prvotní identifikaci bylo lokalizováno téměř 140 km srážkové kanalizace, která je v neznámém vlastnictví. Praha byla mapově rozdělena do 9 sektorů a dle správních obvodů na 22 částí.

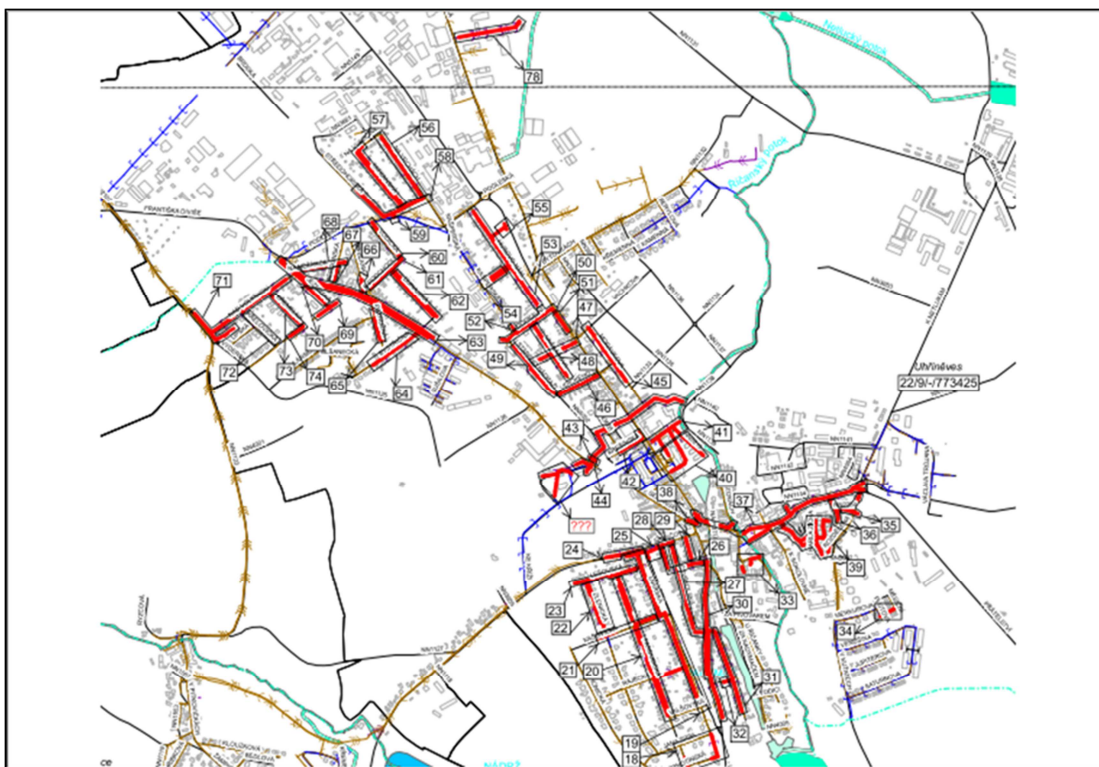
Obr. č. 34 - Členění Prahy dle správních obvodů 1-22



Zdroj: <http://www.nadejeproautismus.cz/praha-sit-podpory/>

V současné době v zájmovém území Uhříněvsi bylo dokončeno zmapování OSK a identifikace vlastníků. U několika málo úseků se podařilo dohledat vlastníky včetně těch, které jsou nadále ve vlastnictví městské části. Nicméně celková délka bezprizorní srážkové kanalizace, která je téměř po celé Uhříněvsi, činí 12,3 km. Na níže uvedeném schématu jsou červeně zakresleny úseky, které jsou zahrnuty do akce OSK s již konkrétním číslem úseku. Dále se na schématu nachází splašková kanalizace (hnědá) a srážková kanalizace (modrá), která již byla majetkoprávně vyřešena.

Obr. č. 35 - Schématické znázornění úseků zahrnutých v akci OSK – Praha Uhřetěves



Zdroj: PVS a.s., Koudelka a Trenkler, 2018

Celkově je tato akce rozdělena do 5 základních fází. Jak již bylo uvedeno jako prvním krokem je důkladné zmapování a identifikace OSK. Tento bod zahrnuje prověření všech dostupných dokumentů k jednotlivým úsekům, které se dají dohledat. V této fázi identifikace dostane každý úsek svůj unikátní kód a popis, který je nezbytný při dalších krocích. Druhá fáze je samotné čištění kanalizace, které je možné na základě mapových výstupů s lokalizovanými revizními šachtami. Po důkladném vyčištění následuje prohlídka televizním inspekčním systémem pro zjištění technického stavu kanalizace. Protože k těmto stavbám nejsou žádné dokumenty k dispozici, musí se zpracovat pasport, což je zjednodušená dokumentace stavby sloužící k možné legalizaci. Jako poslední krok je předání dokumentace na vodoprávní úřad, který stavby zlegalizuje v rámci řízení o existenci staveb.

Mezi další důležité body, které nejsou zmíněny, patří rovněž vyhodnocení záznamu kamerové prohlídky, na základě kterého se posoudí, zda je nutná obnova

kanalizace a případně v jakém rozsahu. Těmto důležitým bodům se věnuji v další kapitole této práce.

7 Návrh rekonstrukce

Před možným návrhem rekonstrukce bylo nutné nejprve vyhodnotit prohlídky televizním inspekčním systémem a na základě těchto informací zvolit optimální metody obnovy. Pro účely diplomové práce byly vyhodnoceny prohlídky pouze vybrané části srážkové kanalizace. Jednalo se o jednak o klidnou Tatranskou ulici, která se nachází v zástavbě rodinných domů a jako protiklad část hlavní komunikace – ulice Františka Diviše, kde je silný provoz. Budou porovnány možnosti obnovy, tak aby byl vybrán nejvhodnější způsob s ohledem na dopravní situaci, veřejné zdraví a finanční stránku.

7.1 Posouzení stavu stokové sítě

Způsob kódování je dokumentací kamerové inspekce kanalizačního stavu. Popisuje inspekci kanalizačních vad standardními kódy spolu s dalšími informacemi. Důležitým krokem k zajištění dobře zpracovaných dat je proměna vizuální informace do standardních kódů. To lze buď na místě při inspekci, nebo až po prohlídce v kanceláři. Tento postup je velmi subjektivní. Především závisí na zkušenostech a kvalitaci technika. Správné vyhodnocení je velmi subjektivní a nedá se nijak automatizovat. Pokud je to možné, měl by systém kódování vad být jednoduchý a stálý (Kley et al., 2001).

V Evropě se posouzení stavu venkovních systémů stokové sítě provádí dle evropské normy ČSN EN 13508-2. Tato norma je platná pro posuzování stavu venkovních systémů stokových sítí a kanalizačních přípojek. V normě je určena a detailně popsána základní kodifikace a další důležité informace včetně příkladů fotodokumentace jednotlivých poruch ke kódování stok. Stanovuje kódovací systém pro popis nálezu provedený vizuální prohlídkou uvnitř stok, kanalizačních přípojek a vstupních a revizních šachet. Systém neobsahuje metody pro vyhodnocování stavu

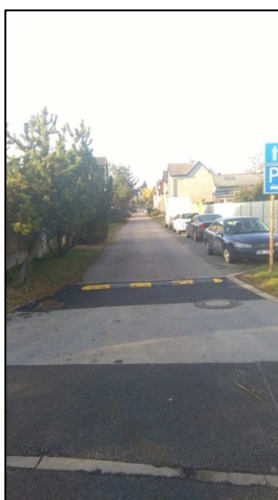
stok. Metodika vyhodnocení je subjektivní u jednotlivých provozovatelů sítí a více jí bude věnováno v následující kapitole (ČSN EN 13508-2).

7.2 Vyhodnocení TIS

7.2.1 Ulice Tatranská, Uhřetěves

Klidná boční ulice se zástavbou rodinných domů navazující na hlavní ul. Podleská. Srážková kanalizace v délce 264 m a 272 m. V ulici jsou původní dvě větve kanalizace. Mapové schéma kanalizace je umístěno v příloze diplomové práce. Z ekonomických důvodů bude ve studii jedna větev kompletně zrušena a nemovitosti budou přepojeny do zachovalejší větve, která bude rekonstruována. Zrušená větev bude rovněž zahrnuta ve finančním návrhu včetně zafoukání inertním materiálem. Proto bude vyhodnocen kamerový průzkum obou větví a dojde k porovnání technických stavů. Podle toho bude vybrána kanalizace v lepším stavu, u které budou následně navrženy nejvhodnější metody obnovy. Před prohlídkou inspekčním systémem byla kanalizace řádně vyčištěna. Z důvodu velkého množství poruch na kanalizaci jsou dále v textu uvedeny pouze dvě typické závady s fotografií. Pro lepší orientaci v celé problematice a množství závad jsou fotky vybraných poruch na všech posuzovaných stokách v příloze č. 4.

Obr. č. 36 - Tatranská ulice



Zdroj: vlastní fotografie, 2018

Větev A - pravá

Z celkové délky 272 m pravé větve bylo prohlédnuto 156 m. Největší problém je nedostupnost revizních šachet, které jsou zaslepeny. Dalším faktorem je vliv jiných závad, které brání projetí z obou stran prohlížených úseků. Z těchto důvodů nemohly být některé úseky vyhodnoceny a zařazeny do příslušné kategorie. Znemožnění prohlídky bylo způsobeno destrukcí stoky, či jinými překážkami. Na základě těchto skutečností byly úseky odhadem zatříděny do kategorie 4.

Obr. č. 37 - Změna profilu PVC DN 150 nevhodně (překážka v odtoku) – K5 třída poruchy 5



Zdroj: PVS a.s., 2018

Vyhodnocení inspekční prohlídky bylo dle metodiky vytvořené doc. Ing. Jaroslavem Raclavským, Ph.D z roku 2012. Stoková síť byla rozdělena na 13 úseků mezi dvěma po sobě následujícími šachtami. Jednotlivé úseky stokové sítě byly vyhotoveny z kameninových trub. Výjimku tvořila až navazující betonová část a proto byly posouzeny za použití technických ukazatelů dle tabulky pro tuhé trouby. V prvním úseku byla nevhodně vsazena PVC trouba a z tohoto důvodu není úsek vyhodnocen. Výpočtem byl stanoven technický stav každého úseku a rozhodnuto o následném střednědobém a dlouhodobém plánu sanace stokové sítě. Výsledné technické ukazatele jsou znázorněny v tabulce níže. Úseky vybrané části stokové sítě svým technickým stavem převážně spadají do kategorie číslo 4. Výjimkou nejsou ani

úseky spadající do kategorie 5. Jedná se tedy o kritický až lokálně nevyhovující stav. To v důsledku znamená, že větší část stoky by měla být realizována, případně plánována, opatření na řešení tohoto stavu. Další část stoky vyžaduje dle možností okamžité řešení nežádoucího stavu. Hodnocení technického stavu kanalizačních šachet nebylo zpracováno. Velká část šachet je překryta a žádná šachta nesplňuje parametry revizních šachet (velikost, osazení). Valná většina jsou standardní uliční vpusti s kalníkovým dnem, přesazenými přípojkami a bude tedy nutná rekonstrukce. Celkově můžeme konstatovat, že prohlédnutá část pravé větve A je v nevyhovujícím, místy až kritickém stavu.

Tabulka 16 - Vyhodnocení jednotlivých úseků – větev A

Větev A - pravá						
Označení úseku	Úsek stoky	Dimenze	Materiál	Zatřídění TSU do kategorie	NZTSU	BZ/LO/OB
[-]	[-]	[mm]	[-]	[-]	[-]	[-]
1	UV57_1 - UV57_2	200	KAM/PVC	4	-	OB
2	UV57_2 - S57_1	200	KAM	3	5	LO
3	S57_1 - S57_5	-	-	4	-	OB
4	S57_5 - S57_6	250	KAM	4	5	OB
5	S57_6 - S57_7	250	KAM	3	5	OB
6	S57_7 - UV57_7	250	KAM	3	4	OB
7	UV57_7 - S57_13	250	KAM	3	3	LO
8	S57_13 - S57_14	250	KAM	5	5	OB
9	S57_14 - S57_15	250	KAM	4	5	OB
10	S57_15 - UV57_8	250	KAM	4	5	OB
11	UV57_8 - UV57_9	250	KAM	5	5	OB
12	UV57-9 - UV57_8	250	KAM	5	5	OB
13	UV57_9 - S57_20	300	BET	2	2	BZ

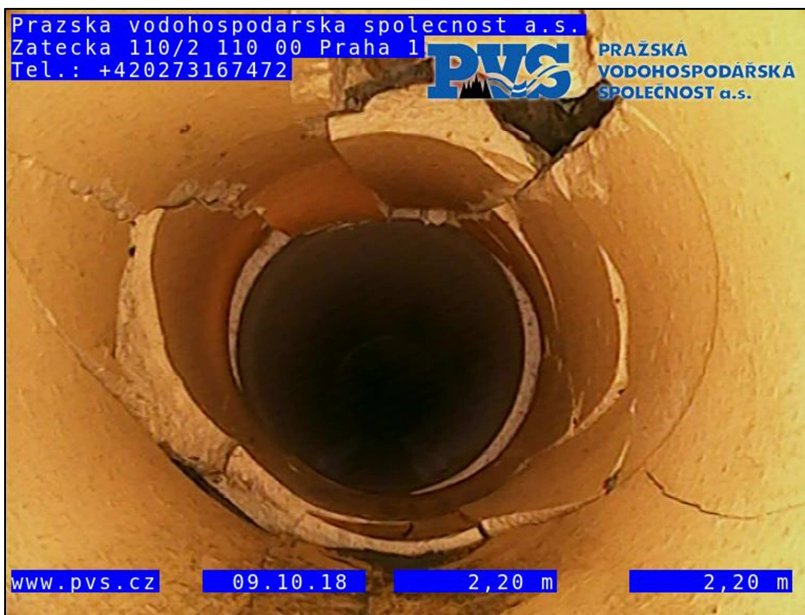
Zdroj: vlastní zpracování, 2019

Větev B - levá

Z celkové délky 258,3 m pravé větve bylo prohlédnuto 225,8 m. Největší problém je nedostupnost revizních šachet, které jsou zaslepeny. Dalším faktorem je vliv jiných závad, které brání projetí z obou stran prohlížených úseků. Z těchto důvodů nemohly být některé úseky vyhodnoceny a zařazeny do příslušné kategorie.

Znemožnění prohlídky bylo způsobeno vysokou vodní hladinou a velkým posunem ve spoji některých trub. Na základě těchto skutečností byly úseky odhadem zatříděny do kategorie 4.

Obr. č. 38 - Chybějící části trouby, destrukce – K4 třída poruchy 4



Zdroj: PVS a.s., 2018

Stoková síť byla obdobně rozdělena, jako u větve A, na 13 úseků mezi dvěma po sobě následujícími šachtami. Stejně jako u větve A, byly jednotlivé úseky stokové sítě posouzeny za použití technických ukazatelů podle tabulky pro tuhé trouby. Výjimkou byl úsek č. 6, kde byla zmenšena průtočnost vsazením PVC trouby DN 200 na zhruba 2 m. Na základě výpočtu byl stanoven technický stav každého úseku a rozhodnutí o následném střednědobém a dlouhodobém plánu sanace stokové sítě.

Výsledné technické ukazatele jsou znázorněny v tabulce níže. Úseky vybrané části stokové sítě svým technickým stavem převážně spadají do kategorie číslo 3. Výjimkou ovšem nejsou ani úseky spadající do kategorie 4. Jedná se tedy o vyhovující až lokálně kritický stav. To znamená, že část opatření na řešení závadného stavu by měla být realizována, případně plánována. Větší část stoky nevyžaduje okamžité řešení, avšak v budoucnu lze předpokládat změny. Obdobně jako u větve A nebylo zpracováno hodnocení technického stavu kanalizačních šachet. Velká část šachet je překryta a žádná šachta nespĺňuje parametry revizních

šachet (velikost, osazení). Valná většina jsou standardní uliční vpusti s kalníkovým dnem, přesazenými přípojkami a bude tedy nutná kompletní rekonstrukce. Celkově můžeme konstatovat, že prohlédnutá část levé větve B je ve vyhovujícím, místy kritickém stavu.

Tabulka 17 - Vyhodnocení jednotlivých úseků – větev B

Větev B - levá						
Označení úseku	Úsek stoky	Dimenze	Materiál	Zatřídění TSU do kategorie	NZTSU	BZ/LO/OB
[-]	[-]	[mm]	[-]	[-]	[-]	[-]
1	S57_8 - UV57_4	250	KAM	3	5	LO
2	UV57_4 - S57_9	250	KAM	3	5	LO
3	S57_9 - UV57_5	250	KAM	3	5	LO
4	UV57_5 - S57_10	200	KAM	4	5	OB
5	S57_10 - S57_11	250	KAM	3	3	LO
6	S57_11 - S57_12	250/200	KAM,PVC	3	5	OB
7	S57_12 - UV57_6	250	KAM	3	4	LO
8	UV57_6 - S57_16	250	KAM	4	5	OB
9	S57_16 - S57_17	250	KAM	4	4	LO
10	S57_17-UV57_10	250	KAM	3	4	OB
11	UV57_10-S57_18	250	KAM	1	-	BZ
12	S57_18 - S57_19	250	KAM	3	2	OB
13	S57_19-UV57_11	300	BET	4	-	OB

Zdroj: vlastní zpracování, 2019

Z vyhodnocení kamerového průzkumu tedy vyplývá, že v lepším technickém stavu je větev B. Na té budou navrženy metody obnovy kanalizační sítě, které budou počítat i s přepojením srážkových přípojek z větve A. Větev A bude dle možností buď zafoukána inertním materiálem, nebo při přepojování přípojek odtěžena.

7.2.2 Ulice Františka Diviše, Uhříněves

Frekventovaná ulice, která prochází velkou částí Uhříněvsi navazující na hlavní ul. Podleská. V komunikaci opět vedou na každé straně dvě srážkové kanalizace. Pro potřeby diplomové práce bude vyhodnocen technický stav jedné větve a pouze část, aby bylo možno porovnat metody obnovy s klidnou Tatranskou

ulicí. Část srážkové kanalizace k vyhodnocení měří 266,5 m. Před prohlídkou inspekčním systémem byla kanalizace řádně vyčištěna.

Obr. č. 39 - Ulice Františka Diviše



Zdroj: Vlastní fotografie, 2018

Z celkové délky 266,5 m pravé větve bylo prohlédnuto 176,2 m. Největší problém je nedostupnost revizních šachet, které jsou zaslepeny. Dále se jedná o překážky v podobě přesazených přípojek a trub v revizních šachtách. Z těchto důvodů nemohly být některé úseky vyhodnoceny a zařazeny do příslušné kategorie. Na základě těchto skutečností byly úseky odhadem zaříděny do kategorie 4.

Obr. č. 40 - Deformace profilu, destrukce – K5 třída poruchy 5



Zdroj: PVS a.s., 2018

Část stoky byla rozdělena, na 8 úseků mezi dvěma po sobě následujícími šachtami. Jednotlivé úseky stokové sítě byly posouzeny za použití technických ukazatelů podle tabulky pro tuhé trouby, jelikož byly trouby z kameniny a betonu. Na základě výpočtu byl stanoven technický stav každého úseku a rozhodnutí o následném střednědobém a dlouhodobém plánu sanace stokové sítě. Výsledné technické ukazatele jsou znázorněny v tabulce níže. Úseky vybrané části stokové sítě svým technickým stavem převážně spadají do kategorie číslo 4. Výjimka ovšem není ani úsek spadající do kategorie 5. Jedná se tedy o kritický až lokálně nevyhovující stav. To v důsledku znamená, že větší část stoky by měla být realizována, případně plánována, opatřením na řešení tohoto stavu. Další část stoky vyžaduje dle možností okamžité řešení nežádoucího stavu. Hodnocení technického stavu kanalizačních šachet nebylo zpracováno. Velká část šachet je překryta a žádná šachta nesplňuje parametry revizních šachet (velikost, osazení). Valná většina jsou standardní uliční vpusti s kalníkovým dnem, přesazenými přípojkami a bude tedy nutná rekonstrukce. Celkově můžeme konstatovat, že prohlédnutá část pravé větve B je v kritickém, místy až nevyhovujícím stavu.

Tabulka 18 - Vyhodnocení jednotlivých úseků – větev B ul. Františka Diviše

Větev B - pravá						
Označení úseku	Úsek stoky	Dimenze	Materiál	Zatřídění TSU do kategorie	NZTSU	BZ/LO/OB
[-]	[-]	[mm]	[-]	[-]	[-]	[-]
1	UV68_1 - UV63_4	400	KAM	4	5	OB
2	UV63_4 - UV63_5	400	KAM	3	4	LO
3	UV63_5 - UV63_6	400	KAM	4	5	OB
4	UV63_6 - UV63_7	400	KAM	4	5	OB
5	UV63_7 - S63_5	-	-	4	-	OB
6	S63_5 - UV63_8	400	BET	3	3	LO
7	UV63_8 - S63_7	-	-	4	-	OB
8	S63_7 - S63_8	400	BET	5	5	OB

Zdroj: vlastní zpracování, 2019

7.3 Posouzení kapacity větve B navrhované k obnově

Nezbytný krok před navržením typu metod oprav kanalizační stoky v ulici Tatranská, je výpočet průtoku dešťových vod. Jestli stávající stoka B bude kapacitně vyhovovat při zrušení větve A, kdy zároveň dojde k přepojení všech dešťových přípojek do ponechané stoky.

Navrhování stok oddílné stokové soustavy je jen na návrhový průtok dešťových odpadních vod. Povrchový odtok (časový průběh mezi dopadem vodní částice na zemský povrch a její přítok do stokového systému) se řeší různými metodami. Dle odlišných předpokladů a postupů se liší pracnost a přesnost jednotlivých metod. Výpočtové postupy se dělí na posouzení dle tzv. racionálních metod, simulačních modelů a bilančních výpočtů.

Jelikož dešťovou kanalizaci, která bude předmětem posuzování, lze charakterizovat jako stokovou síť maloplošného rozsahu, bude posuzována dle racionálních metod, které vycházejí z obecného vzorce pro dimenzování stok na průtok dešťových vod.

$$Q = \psi * A_s * q_s$$

Q – průtok dešťových vod (l/s), ψ – součinitel odtoku, A_s – plocha povodí (ha), q_s – intenzita směrodatného deště uvažované periodicity p (l/s/ha), $p = 1$ pro města s oddílnou dešťovou soustavou

Pro detailnější výpočet se nejprve musí stanovit výpočtem hodnota tzv. středního součinitele odtoku ψ_s dle hodnot ψ pro různé povrchy terénu a sklony dle ČSN 75 6101. Hodnota se zjišťuje v charakteristické ploše oblasti, která bude předmětem odvodnění. Tím jsou různé povrchové úpravy komunikací, členitost zástavby, sklonitost a propustnost. Z celkové plochy se určí výpočtem velikostí ploch $A_1 - A_n$ s adekvátním součinitelem $\psi_1 - \psi_n$ pro daný typ konfigurace území (Nypl a Synáčková, 1998).

$$\psi_s = \frac{A_1 \cdot \psi_1 + \dots + A_n \cdot \psi_n}{\sum_1^n A}$$

A_1 – střechy – 0,108 ha – $\psi_1 = 0,90$

A_2 – asfaltové a betonové vozovky – 0,035 ha – $\psi_2 = 0,70$

A_3 – obyčejné dlažby – 0,202 ha – $\psi_3 = 0,50$

A_4 – zeleň – 0,094 ha – $\psi_4 = 0,05$

Celková odvodňovaná plocha činí 0,439 ha

Po výpočtu je střední součinitel odtoku pro danou lokalitu $\psi_s = 0,52$

Nyní stačí dosadit do původní rovnice vypočtený střední součinitel odtoku, plochu povodí a vydatnost deště 15 minut trvání s periodicitou $p = 1$ tj. 160 (l/s/ha).

Vypočtené množství odváděných dešťových vod $Q = 36,52$ l/s .

Městské standardy pro hl. m. Prahu požadují minimální sklony pro dešťové kanalizace 12‰ v profilu DN 250.

Dle uvedených tabulek v příloze pro kameninové kruhové stoky s kapacitním průtokem, které jsou sestavené z rovnic Coolebrooka – White vyplývá, že sklon

kanalizace 12‰ v profilu DN 250 materiál kamenina odpovídá průtoku $Q = 79,0$ l/s a kapacitní rychlosti $v_{\text{kap}} = 1,61$ m/s. Výpočtem bylo tedy ověřeno, že $Q_{\text{skut}} = 36,52$ l/s je $< Q_{\text{kap}} = 79,0$ l/s. Tudíž ponechaná větev B k obnově v profilu DN 250 splňuje kapacitní požadavky průtoku v dané lokalitě. Výjimku tvoří pouze dva úseky, které jsou vedeny zčásti v profilu DN 200. Tyto úseky nevyhovují normálím týkající se minimálních rozměrů stok, kdy u kameninových a betonových stok se jedná o DN 250, ostatní materiály od DN 300. Ovšem z hlediska průtočné kapacity by profil DN 200 v ulici Tatranská vyhověl. Tyto poznatky budou zahrnuty v následující kapitole, která se bude věnovat již možnostem obnovy dešťové kanalizace.

Problematika kapacity průtoku nebyla posuzována u kanalizace v ul. Františka Diviše. V rámci diplomové práce je řešena pouze část dešťové kanalizace a situace je zde podstatně komplikovanější. Především z důvodu napojování postranních větví do dvou hlavních dešťových sběračů v této ulici.

7.4 Návrh obnovy – ul. Tatranská větev B levá

Dle výše uvedených poznatků z vyhodnocení kamerových prohlídek tedy vyplývá, že v lepším stavu se nachází větev B. Z důvodu rušení větve A společně s přepojováním dešťových přípojek do nově obnovované větve B bude neoptimálnější varianta rekonstrukce kanalizace v otevřeném výkopu. Situaci navíc komplikuje i fakt, že revizní šachty neodpovídají normám a budou se muset rovněž všechny rekonstruovat. Tento faktor společně s nutným přepojením dešťových přípojek z rušené větve upřednostňuje použití klasických výkopových metod v otevřené rýze. Rovněž ale bude provedeno porovnání s variantou rekonstrukce za pomoci bezvýkopových metod, ve které by se pouze nové revizní šachty řešili výkopově. Jelikož se jedná o poměrně úzkou jednosměrnou ulici, dojde v případě obou variant k neprůjezdnosti v celé délce ulice. Bude tedy omezena dopravní dostupnost a životní úroveň obyvatel po dobu rekonstrukce. Bohužel v podobných případech musí obyvatelé strpět stavební techniku a ani použití bezvýkopových metod zde dopravní obslužnost a průjezdnost neumožní ani v omezené míře.

Varianta č. 1 – obnova v otevřeném výkopu

V otevřeném výkopu budou nahrazeny původní nevyhovující trouby DN 200 v úsecích č. 4 a 6, jelikož neodpovídají normám a je nevhodně zmenšen průtočný profil vloženým potrubím. Rovněž bude výkopem nahrazen kompletní úsek č. 12 a 13, ve kterých je vysoká vodní hladina. Příčinou je pravděpodobně špatné uložení trub. Trouby v těchto úsecích budou nahrazeny novými kameninovými v profilu DN 250. Celkově se bude jednat o výkop o celkové délce 70,3 m rozdělení po výše uvedených úsecích. Dále bude nutno ve výkopu zhotovit revizní šachty, které budou dle standardů u neprůlezných stok umístěny nejvýše do 50 m od sebe, přičemž změna směru u těchto stok se provádí ve vstupní šachtě, případně spojné komoře či spadišti.

Přepojování dešťových přípojek bude rovněž řešeno výkopově společně s plánovanými uličními vpustmi. V této variantě budou bezvýkopově řešeny pouze nezbytné opravy tam, kde není narušena statická funkce stoky. Budou prováděny pouze lokální opravy narušených míst, například použitím krátkých vložkových rukávců ze syntetických vláken sycených vhodnou pryskyřicí či frézování robotem.

Samotný odhad cen vychází z publikace průměrných cen dopravní a technické infrastruktury z roku 2017. Metodika byla vydána Ústavem územního rozvoje, který spadá pod Ministerstvo pro místní rozvoj. Průměrné ceny bezvýkopových technologií byly poskytnuty PVS a.s. a jsou směrodatné k roku 2018. Frézovací práce k odstranění kořenů, přesazených přípojek a dalších překážek vychází z orientačního ceníku společnosti Sebak s.r.o., která se zabývá opravami kanalizace.

7.4.1 Cenový odhad

Zrušení větve A

Součástí rekonstrukce bude zrušení větve A, která se po přepojení dešťových přípojek stane nadbytečnou. Původní objekty a stoka budou rušeny dle Městských standardů pro hl. m. Prahu Zrušení stávající stoky se provede zafoukáním inertním materiálem. Vstupní šachty na úsecích rušených pouze vyplněním vhodným materiálem budou rozebrány do hloubky min. 3m pod úroveň terénu, zbývající volný prostor šachty pod touto úrovní bude vyplněn hubeným betonem, část výkopu pod úroveň pláň komunikace bude zasypana, zásyp řádně zhutněn. Celkově bude zrušeno 272,2 m stoky, což dle výpočtu odpovídá 13,34 m³ prostoru k zafoukání.

Tabulka 19 - Odhad ceny zrušení dešťová větve A v ul. Tatranská

Popis	Měrná jednotka	Množství	Jednotková cena	Cena za položku
zafoukání stávajícího kanalizačního potrubí	m ³	13,34	550,00	7337,00
suspenze stavebním cementopopílkem	m ³	13,34	1250,00	16675,00
Cena celkem				24012,00

Varianta č. 1 – obnova v otevřeném výkopu

Tabulka 20 - Odhad ceny obnovy větve B – varianta č. 1

Popis	Měrná jednotka	Množství	Jednotková cena	Cena za položku
Větev B - varianta č. 1				
DN 250 z kameninových trub včetně povrchu vozovky a výkopu včetně 2 ks revizních šachet	m	70,30	13 100,00	920 930,00
nově vybudované revizní šachty na stávající stoce	ks	3,00	43 300,00	129 900,00
přepojení dešťových přípojek	m	84	5500,00	462000,00
prefabrikované uliční vpusti	ks	6	20000,00	120000,00
oprava zlomených trub a trhlin v havarijním stavu - výkopově	m	8	13 100,00	104 800,00
oprava trhlin, které staticky nenarušují stoku - polyesterepoxidová vystýlka	m	4	5500,00	22 000,00
frézování přesazených přípojek - 7 ks	hod	2	4500,00	9 000,00
frézování prorůstajících kořenů a překážek v odtoku - 16 případů klasifikace 3-5	hod	4	1900,00	7 600,00
Cena celkem				1 776 230,00

Varianta č. 2 – obnova pomocí bezvýkopových technologií

Bezvýkopovou technologií berstlining budou nahrazeny původní nevyhovující trouby v totožných úsecích o stejných délkách, jako u výkopové varianty. Tedy DN 200 v úsecích č. 4 a 6, jelikož neodpovídají normám a je nevhodně zmenšen průtočný profil vloženým potrubím. Rovněž budou výkopem nahrazeny kompletní úseky č. 12 a 13, ve kterých je vysoká vodní hladina. Příčinou jsou zřejmě nevhodně uložené trouby. Ty budou v těchto úsecích nahrazeny novými kameninovými v profilu DN 250. Ve výkopu bude nutno zhotovit revizní šachty a nové uliční vpusti obdobně jako u varianty č. 1 dle standardů. Přepojování dešťových přípojek bude rovněž řešeno bezvýkopově včetně veškerých oprav, kde je narušena statická funkce stoky. V neposlední řadě budou obdobně jako u první varianty na opravy míst, které nenarušují statickou funkci stoky, použity krátké vložkovací

rukávce ze syntetických vláken sycených vhodnou pryskyřicí a nezbytné frézování robotem.

Tabulka 21 - Odhad ceny obnovy větve B – varianta č. 2

Popis	Měrná jednotka	Množství	Jednotková cena	Cena za položku
Větev B - varianta č. 2				
sanace úseků DN 250 z kameninových trub - metoda berstlining	m	70,30	10 463,01	735 549,60
nově vybudované revizní šachty na stávající stoce	ks	5,00	43 300,00	216 500,00
bezvýkopové přepojení dešťových přípojek	ks	12	16000,00	192000,00
prefabrikované uliční vpusti	ks	6	20000,00	120000,00
oprava zlomených trub a trhlin v havarijním stavu (klasifikace 4-5) - metoda relining PE	m	8	5833,67	46669,60
oprava trhlin, které staticky nenarušují stoku - polyesterepoxidová vystýlka	m	4	5500,00	22 000,00
frézování přesazených přípojek - 7 ks	hod	2	4500,00	9 000,00
frézování prorůstajících kořenů a překážek v odtoku - 16 případů klasifikace 3-5	hod	4	1900,00	7 600,00
Cena celkem				1 349 319,20

7.5 Návrh obnovy – ul. Františka Diviše

Jak již bylo uvedeno u vyhodnocení kamerové prohlídky, kanalizace v ulici Františka Diviše je v neuspokojivém stavu. Pouze dva úseky byly vyhodnoceny tak, že mohou být opraveny lokálně bezvýkopovými technologiemi. Zbytek kanalizace v celkové délce 201,2 m bude kompletně obnoven z důvodu závažných prasklin a deformací, které ovlivňují statickou únosnost stoky. Tento kritický stav kanalizace je zřejmě způsoben vysokou mírou automobilové a kamionové dopravy společně s neodbornou výstavbou na konci 20. století.

Varianta č. 1 – obnova v otevřeném výkopu

Tabulka 22 - Odhad ceny obnovy ul. Františka Diviše – varianta č. 1

Popis	Měrná jednotka	Množství	Jednotková cena	Cena za položku
Františka Diviše větev B - varianta č. 1				
DN 400 z kameninových trub včetně povrchu vozovky a výkopu - 6 úseků + 6 ks revizních šachet	m	201,20	17 500,00	3 521 000,00
prefabrikované uliční vpusti	ks	6	20000,00	120000,00
oprava zlomených trub a trhlin v havarijním stavu - výkopově	m	2	17500,00	35000,00
oprava trhlin, které staticky nenarušují stoku - polyesterepoxidová vystýlka	m	5	6600,00	33 000,00
frézování přesazených přípojek - 1 ks	hod	0,2	4500,00	900,00
frézování prorůstajících kořenů a překážek v odtoku - 2 případy klasifikace 3	hod	1	1900,00	1 900,00
Cena celkem				3 711 800,00

Varianta č. 2 – obnova pomocí bezvýkopových technologií

Tabulka 23 - Odhad ceny obnovy ul. Františka Diviše – varianta č. 2

Popis	Měrná jednotka	Množství	Jednotková cena	Cena za položku
Františka Diviše větev B - varianta č. 2				
sanace úseků DN 400 z kameninových trub - metoda berstlining	m	201,20	13 463,01	2 708 757,61
nově vybudované revizní šachty na stávající stoce	ks	6,00	43 300,00	259 800,00
prefabrikované uliční vpusti	ks	6	20000,00	120000,00
oprava zlomených trub a trhlin v havarijním stavu (klasifikace 4-5) - metoda relining PE	m	2	7833,67	15667,34
oprava trhlin, které staticky nenarušují stoku - polyesterepoxidová vystýlka	m	5	6600,00	33 000,00
frézování přesazených přípojek - 1 ks	hod	0,2	4500,00	900,00
frézování prorůstajících kořenů a překážek v odtoku - 2 případy klasifikace 3	hod	1	1900,00	1 900,00
Cena celkem				3 140 024,95

8 Porovnání jednotlivých metod

Z výše uvedených cen jednotlivých variant obnovy kanalizace můžeme konstatovat, že v zásadě jsou bezpochyby levnější varianty obnovy bezvýkopovými technologiemi. To má svou logiku, kdy u výkopových prací je cena navýšena o nezbytné stavební práce. Celkově tedy náklady na obnovu 1 m kanalizace jsou u výkopových metod vyšší o cca 3 - 4 tisíce Kč. To se zřetelně projevuje na konečné částce. U obnovy kanalizace v ul. Tatranská rozdíl činí bezmála 427 000,00 Kč ve prospěch použití bezvýkopových technologií. Jelikož je ulice jednosměrná a tedy nedostatečně široká, při použití bezvýkopové varianty, budou obyvatelé omezeni obdobně, jako by se obnova prováděla výkopem. I přes toto omezení však nebudou dotčeni v takové míře, jako by tomu bylo při použití mechanizace u výkopové varianty. Celkově tedy můžeme konstatovat, že i přes komplikace, které způsobí bezvýkopová obnova, bude varianta šetrnější k životnímu prostředí. Rovněž budou ušetřeny i nemalé finanční prostředky, což je další nesporná výhoda a kritérium při rozhodování. Dopravní obslužnost místních obyvatel bude zachována po domluvě s městským úřadem, kdy bude částečně vyhrazena vedlejší ulice Středohorská pro účely parkování obyvatel dotčených obnovou kanalizace. Parkovací místa v ulici budou označena značkami k tomu určenými při zachování dopravní obslužnosti ulice.

U ulice Františka Diviše je situace podobná. Rozdíl činí téměř 572 000, 00 Kč. Tento nárůst způsobuje délka obnovy kanalizace, která činí téměř 202 m. Kanalizace se nachází ve špatném až havarijním stavu. Jelikož je ulice velmi frekventovaná, bude při posouzení přihlédnuto zejména k tomu, aby nebyl více narušen provoz na této důležité komunikaci. Jako nesporná výhoda se jeví uložení kanalizace na samém okraji komunikace či až v doprovodné zeleni. Při obnově za použití bezvýkopových metod by zde neměla být výrazněji omezena dopravní dostupnost. Pouze budování nových revizních a uličních vpustí, bude částečně zasahovat do komunikace a bude nutno situaci vyřešit buď značkou upravující přednost, nebo semaforem. Co se týká obyvatel, v tomto ohledu nedojde téměř k žádnému omezení. Bude zachována průchodnost ulici pro pěší a užití

bezvýkopových technologií bude rovněž šetrnější pro obyvatele bydlící v této ulici. Lze tedy konstatovat, že neoptimálnější způsob obnovy na rušné ulici Františka Diviše bude varianta č. 2, tedy obnova za pomoci bezvýkopových metod obnovy. V neposlední řadě dojde i k výrazné finanční úspoře v porovnání s obnovou ve výkopu.

Obě posuzované dešťové kanalizace mají téměř shodnou délku. Tatranská ul. – 258,7 m a ul. Františka Diviše – 266,5 m. Jestliže dojde k porovnání odhadnutých finančních prostředků, které bude nutné vynaložit, dostáváme se na částku 1 790 705,75 Kč. Hlavními důvody jsou zejména rozdílné použité profily kanalizace, kdy v ul. Tatranská je profil DN 250 a jedná se pouze o boční větev. Na frekventované ul. Františka Diviše DN 400 se jedná se o hlavní sběrač dešťových vod, které ještě v ulici ústí do místního potoka, který se v Petrovicích vlévá do Botiče. Dalším důležitým faktorem je samotný technický stav kanalizace. Od toho se odvíjí především rozdíl v samotné délce obnovy, která je potřeba. Především tyto dva aspekty ovlivňují cenový odhad a potažmo i rozdíl mezi cenovým odhadem obou zmíněných metod. Níže jsou uvedeny vybrané varianty obnovy s celkovými odhadnutými náklady. Doplňující mapové výstupy jsou uvedeny v příloze diplomové práce.

Tabulka 24 - Celkový odhad cen vybrané metody obnovy kanalizace v ul. Tatranská

Cena za zafoukání rušené větve A	24012,00
Cena za obnovu větve B - varianta č. 2	1 349 319,20
Cena celkem	1 373 331,20

Tabulka 25 - Celkový odhad cen vybrané metody obnovy kanalizace v ul. Františka Diviše

Popis	Měrná jednotka	Množství	Jednotková cena	Cena za položku
Františka Diviše větev B - varianta č. 2				
sanace úseků DN 400 z kameninových trub - metoda berstlining	m	201,20	13 463,01	2 708 757,61
nově vybudované revizní šachty na stávající stoece	ks	6,00	43 300,00	259 800,00
prefabrikované uliční vpusti	ks	6	20000,00	120000,00
oprava zlomených trub a trhlin v havarijním stavu (klasifikace 4- 5) - metoda relining PE	m	2	7833,67	15667,34
oprava trhlin, které staticky nenarušují stoku - polyesterepoxidová vystýlka	m	5	6600,00	33 000,00
frézování přesazených přípojek - 1 ks	hod	0,2	4500,00	900,00
frézování prorůstajících kořenů a překážek v odtoku - 2 případy klasifikace 3	hod	1	1900,00	1 900,00
Cena celkem				3 140 024,95

9 Diskuse

Vstupní informace a data, ze kterých jsem zpracovával vyhodnocení kamerových prohlídek, byly na velmi dobré úrovni. Je to především výbornou technikou pro kamerové prohlídky, kterou disponuje Pražská vodohospodářská společnost a.s. Cenový odhad podle použitých materiálů a dosavadních zkušeností, dle mého úsudku, odpovídá dané situaci. To ostatně potvrzuje i Peniaško (2012) ve své práci zabývající se obnovou sítě z pohledu minimalizace nepříznivých ekologických dopadů. Autor se zabývá obnovou poškozené areálové dešťové kanalizace, do které pronikají ropné látky ze staré ekologické zátěže. U jednotlivých úseků porovnává výkopové a bezvýkopové metody a dochází k obdobným závěrům. Tyto technologie jsou nejen levnější, ale i časově méně náročné. Zároveň přehledně uvádí pozitiva i negativa jednotlivých metod i s ekologickým hodnocením.

Také Šimek (2013) ve své práci, která se věnuje posouzení stavebně-technického stavu části stokové sítě ve Znojmě, představuje podobné závěry. Vyhodnocení kamerových prohlídek kanalizace a revizních šachet provádí taktéž dle metodiky Raclavského z roku 2012. V porovnání cen opět vychází mnohem příznivěji varianta bezvýkopové obnovy kanalizace. Autor uvádí odhad ceny výkopem na 7 271 160,00 Kč, což činí rozdíl bezmála 1 500 000 Kč při obnově kanalizace v délce 306,8 m. Zde je potřeba zmínit, že cenu bezvýkopové obnovy hrubě odhaduje na 3 946 920,00 – 5 873 160,00 Kč. Rozdíl necelých 40 m oproti ulici Františka Diviše, ale cena výkopové varianty téměř dvojnásobná. Ten je zcela očividně způsoben profilem splaškové kanalizace, kterou tvoří betonové vejčité trouby DN 500/750. U těchto profilů s čedičovou výstelkou (pro použití v exponovaných místech) se cena 1 m obnovy kanalizace ve výkopu pohybuje okolo 23 300 Kč.

Nicméně závěry studie odkanalizování vybraného stokového systému Korytáře (2017) hovoří opačně. Autor vyhodnocuje technický stav kanalizace v obci Starý Mateřov a navrhuje u vybraných stok vhodné možnosti sanace. U stoky A-4 se rozhodne k porovnání bezvýkopových a výkopových technologií. V tabulce udává, že 1 m sanace profilu DN 300 technologií CIPP (inverzní bezvýkopová technologie)

vyjde na 8200 Kč/m. Tyto ceny ostatně potvrzuje i ve své práci Lžičař (2016), avšak problém výpočtu ceny se týká zejména sanace výkopem. Autoři při výpočtu sanace výkopem mají obdobně zemní práce rozděleny na několik položek, jako jsou hutníci zkoušky, povrch komunikace, montážní práce a zemní práce. U profilu DN 400 z kameniny se jedná o 11 250 Kč/m. Ve svých výpočtech cenového odhadu jsem se řídil průměrnými cenami dopravní a technické infrastruktury z roku 2017 (bez DPH). Pro srovnání dle používaného ceníku, se ve stejném profilu DN 400 z kameninových trub jedná o částku 17 500 Kč/m. Z tohoto důvodu je naprosto odlišná cena a autorům se jeví jako cenově přijatelnější použití výkopových metod. Podkladem pro zpracování rozpočtových cen byly rozpočtové ukazatele a ceny stavebních prací, které poskytly organizace zaměřené na rozpočtování, projektování, realizaci a ceny, které vychází ze zákona o oceňování majetku a ceníků Ústavu racionalizace ve stavebnictví Praha, a. s.

Porovnání s ostatními autory tedy zřetelně ukazuje, že použití různých druhů ceníků může mít za následek i zcela odlišný odhad ceny používaných metod. Z těchto poznatků může vyplynout i nevhodná volba technologie, když se investor rozhodne použít jako hlavní kritérium cenovou nabídku. Avšak hodnotové údaje je vhodné považovat za průměrné a orientační. Při odhadu nákladů je potřebné vždy zohlednit umístění a konkrétní podmínky daného investičního záměru. Rovněž je nutné mít na zřeteli i bezpečnost stavebních prací po celou dobu realizace stavby.

Z výše uvedených odhadů cen, které byly zpracovány pro jednotlivé ulice, posléze vychází detailněji sestavený přehled rozpočtu tzv. položkový rozpočet stavby. Ten představuje výsledný produkt všech předchozích kroků - nastudování projektové dokumentace, zpracování výkazu výměr a doplnění položkového vyjádření jednotlivých stavebních, řemeslných a montážních prací, jednotkovými cenami.

10 Závěr

V praktické části diplomové práce nejprve došlo k vyhodnocení kamerových prohlídek v ulicích, kterými se zabývala diplomová práce. Na základě výsledků aktuálního stavu dešťové kanalizace, byla v ulici Tatranská navržena k obnově kanalizační větve v lepším stavu. Rovněž bylo do cenové obnovy započítáno i zrušení nepotřebné větve v horším stavu. U této kanalizace bylo ještě ověřeno, zda bude kapacitně dostačovat při přepojení všech dešťových přípojek do jedné větve. Výpočty tuto úvahu potvrdily a bylo možno zachovat původní profil kanalizace. Na základě těchto skutečností byl proveden cenový odhad obnovy výkopovou i bezvýkopovou technologií. Odhad potvrdil skutečnost, že bezvýkopová varianta bude v případě Tatranské ulici levnější a i více snesitelná pro místní obyvatele. V této variantě je však zahrnuta i obnova revizních šachet a uličních vpustí, které nelze provést jinak než výkopově. Avšak i při použití bezvýkopových technologií dojde k omezení pohybu na komunikaci z důvodu nedostatečné šířky komunikace. Dále dle § 23 zákona č. 274/1991 Sb. budou dodržena veškerá ochranná pásma nezbytná k bezprostřední ochraně vodovodních řadů a kanalizačních stok před poškozením. Rovněž bude dodržena norma ČSN 73 6005 týkající se koordinace prostorového uspořádání sítí technického vybavení. Stanoví zásady pro uspořádání sítí uložených ve veřejných plochách, v prostoru místních komunikací.

U dešťové kanalizace ve frekventované ulici Františka Diviše byl rovněž porovnán výpočet obou variant obnovy, kdy opět levnější byla obnova za pomoci bezvýkopové technologie. Avšak zde je použití této technologie obnovy velmi žádané z důvodu minimálního omezení provozu. Omezení se bude týkat pouze obnovy revizních šachet a uličních vpustí, které je bezpodmínečně nutné provést v otevřeném výkopu. I přesto by nemělo dojít k většímu omezení, neboť šachty i vpusti jsou situovány na samý okraj komunikace a doprovodného pruhu zeleně. Pakliže dojde k omezení, tak bude jen částečné a nemuselo by to významněji zasáhnout do provozu na komunikaci.

Diplomová práce nastínila problematiku bezprizorní dešťové kanalizace, o kterou by se mělo důsledněji pečovat, než tomu bylo doposud. Její přínos je nesporný při jakýchkoliv deštích, avšak není ji věnována dostatečná pozornost. V poslední době se však situace mění zásadně k lepšímu, kdy již i hlavní město Praha si uvědomuje, jak je i tento systém důležitý a nezbytný pro městské části a potažmo pro celé město. Prostřednictvím své firmy (Pražské vodohospodářské společnosti a.s.) tuto problematiku začalo řešit, avšak je to běh na dlouhou trať. V roce 2018, kdy tato akce začala, se identifikovalo po celé Praze více než 130 km těchto dešťových stok, ke kterým se nikdo nehlásí. To má za následek absenci jakékoliv údržby či provozování. Všechny tyto faktory se posléze projeví na stavu kanalizace, která mnohdy již je v dezolátním stavu. Vzorový případ může být posuzovaná dešťová kanalizace v ul. Františka Diviše, která se téměř celá musí obnovit. Zde je potřeba zmínit, že valná většina těchto staveb vznikala v 80. - 90. letech při tzv. akcích Z. Tedy v dobách dobrovolně povinných brigád místních obyvatel. Při těchto stavbách nebyly dodržovány žádné standardy a postupy na výstavbu. Zkrátka nebyly dostatečné finanční prostředky v kombinaci s nevhodnými technologickými postupy. Komplexní řešení této problematiky je komplikované, nicméně tento vážný problém nelze neustále přehlížet. Přínos práce lze vnímat v širším zapojení bezvýkopových technologií při obnově kanalizace. Obzvláště v takto zastavěných územích jako jsou jednotlivé městské části. Navíc se tyto technologie neustále vyvíjí a dle mého názoru by měli zaujmout daleko větší zastoupení při těchto opravách. Dosažené výsledky respektive odhadnuté ceny jednotlivých variant obnov lze využít i u dalších záměrů. Jak již bylo uvedeno, v městské části Praha – Uhřetěves se nachází zhruba 13 km těchto stok, které jsou v podobné kondici jako posuzované kanalizace. Investice jen v této městské části by se mohla vyšplhat až na několik miliard korun.

11 Přehled literatury a použitých zdrojů

Odborné publikace

Broncová, D., 2002: Historie kanalizací: dějiny odvádění a čištění odpadních vod v Českých zemích, Vyd. 1. ed, Z historie průmyslu. Milpo Media, Praha, 259 s. ISBN 978-80-86098-25-8

Broža, V., Kazda, I., Patera, A., Přenosilová, E., 1993: Vodohospodářské stavby, ČVUT Praha, 162 s., ISBN 80-01-01021-X

Cílek, V., Korba, M., Majer, M., Daněček, V., Staněk, J., 2015: Podzemní Praha. 319 s., ISBN 978-80-7281-499-2

Císař, V., Svobodová, M., Zpěvák, I., 1987: Člověk a životní prostředí. Státní pedagogické nakladatelství, Praha, Státní pedagogické nakladatelství, 263 s. ISBN 14-191-87.

Dohányos, M., Jeníček, P., Zábranská, J., 1996: Anaerobní technologie v ochraně životního prostředí. Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 172 s. ISBN 80-85368-90-0.

Esterková, M., 1998: Bezvýkopová obnova podzemních vedení. Praha: GAS, 169 s., ISBN 80-902339-9-6

Hasík, O., 2009: Stavby vodovodů a kanalizací. Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 132 s. ISBN 978-80-248-1984-6

Hlavínek P., Mičín J., Prax P., 2003: Příručka stokování a čištění. Brno: Akademické nakladatelství CERM, Učební texty vysokých škol. 283 s., ISBN 80-214-2535-0.

Hlavínek P., Prax P., Hlušík P., Mífek R., 2006: Stokování a čištění odpadních vod, Brno, 131 s.

Jágllová, V., Šnajdr, M., 2009: Zneškodňování odpadních vod v obcích do 2 000 ekvivalentních obyvatel. Praha. 77 s.

Janata M., 2011: Střeva měst – kanály v kulturních a civilizačních souvislostech, referát historického fondu NTK, Praha, 61 s., ISBN 978-80-903782-16

Jásek, J., 2006: William Heerlein Lindley a pražská kanalizace, Vyd. 1. ed, Documenta Pragensia Monographia. Scriptorium, Praha, 238 s., ISBN 978-80-86197-65-4

Jung, Y., J., Sinha, S., K., 2007: Evaluation of Trenchless Technology Methods for Municipal Infrastructure system, Journal of Infrastructure Systems

Vol. 13, Issue 2

Klepsatel, F., 1991: Mikrotunelovanie a rekonštrukcia podzemných vedení, Alfa, Bratislava, 117 s.

Klepsatel, F., Čulík, M., 1986: Bezvýkopová výstavba podzemných vedení, Alfa, Bratislava, 304 s.

Klepsatel, F., Raclavský, J., 2007: Bezvýkopová výstavba a obnova podzemních vedení. JAGA, Bratislava. 144s., ISBN 978-80-8076-053-3

Klepsatel, F., Mařík, L., Frankovský, M., 2005: Městské podzemní stavby. Jaga, Bratislava, 285 s., ISBN 80-8076-021-7

Krejčí, V., Gujer, W., Hlavinek, P., Gujer, W., Gujer, W., 2002: Odvodnění urbanizovaných území: koncepční přístup. Noel, Brno. 562 s., ISBN 80-86020-39-8

Kučera, J., 2014: Mikrotunelovací metoda u kanalizačních sítí. Časopis Stavitel 11/2014. S. 58-59

Kim, B., S., Kim, Y., K., Jung, W., I., Lee, S., W., Yang, Y., S., 2012: A case of study of shield TBM tunnel faced to fault zon under Han River. Taylor & Francis Group, London. ISBN 978-0-415-68394-4

McKim, R., A., 1997: Selection method for trenchless technologies, Journal of Infrastructure Systems Vol. 3, Issue 3

Najafi, M., 2013: Trenchless technology: planning, equipment, and methods, New York, McGraw Hill, 582 s., ISBN 978-0-07-176245-8

Nenadálová, L., 2012: Rozhodování o volbě technologie pro výstavbu inženýrských sítí pomocí multikriteriálního hodnocení - příspěvek, grant ČVUT, 8 s.

Nypl, V., Synáčková, M., 1998: Zdravotně inženýrské stavby 30: stokování. ČVUT, Praha. 149 s. ISBN 80-01-01729-X.

Onge, H., St., 1996: Pipe liner and method of installation, Underground Solutions Technologies Group Inc

Palas J., 1998: O historii pražské kanalisace se zvláštním zřetelem k čistící stanici v Bubenči, Ekotechnické museum Praha, 32 s., ISBN:80-238-4470-9

Polák, M., Havlice, M., Broncová, D., Čížek, J., 2015: Po stopách pražského vodárenství, 231 s., ISBN 978-80-87040-35-5

Raclavský, J., 2004: Slovník pojmů ve výstavbě. Bezvýkopová technologie, IC ČKAIT Praha, 128 s.,

Raclavský, J., 2012: Metodika hodnocení technického stavu kanalizační sítě. Brno: VUT v Brně, FAST,

Richter, H., W., 2006: Instandsetzung von Rohrleitungen Band 2: Sanierung von Abwasserleitungen und – kanalen, Vulkan-Verlag GmbH, 342 s. ISBN 978-3-8027-2731-3

Stein, D., 2003: Grabenloser Leitungsbau. Berlin: Ernst & Sohn Verlag, 1166 s., ISBN 3433017786

Stein, D., Niederehe, W., 1992: Instandhaltung von Kanalisationen. Berlin: Verlag Ernst & Sohn, 1008 s., ISBN 978-3-9810648-4-1

Šerek, M., 1963: Inženýrské sítě sídlišť, Státní nakladatelství technické literatury Praha, 92 s.

Šerek, M., Lhotáková, Z., 1981: Inženýrské sítě, Nakladatelství technické literatury Praha, 177 s.,

Šrytr, P., 1998: Městské inženýrství: technický průvodce, Praha Academia, 434 s., ISBN 80-200-0663-X

Šrytr, P., Synáčková, M., 1992: Inženýrské sítě. ČVUT, Praha, 256 s.

Turek, T., Franczyk, K., 2012: Mikrotunelování ve značně proměnlivých geologických podmínkách v Pardubicích. Časopis Tunel 01/2012. S. 9-12

Uhliarik, A., Šerek, M., Šrytr, P., 1992: Inžinierske siete, Vydavalstvo Alfa, Bratislava, 296 s., ISBN 80-05-00025-1

Urbánková, E., 1969: O hygieně v Klementinu koncem 17. století. Ročenka Státní knihovny ČSSR v Praze 1967. S. 168-175

Vykydal, M., 2016: Dešťová kanalizace popelka veřejně prospěšné infrastruktury. Městské vody 2016. S. 1-8

Vyoralová, Z., Hrdlička, P., 2013: Technická infrastruktura měst a sídel. ČVUT, Praha, 155 s., ISBN 978-80-01-05202-0

Wanner, J., 2000: Historie stokování a čištění odpadních vod v Praze. Energie č. 4 s. 64.

Legislativní zdroje

ČSN 73 6005: Prostorové uspořádání sítí technického vybavení. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 1994. 20 s.

ČSN 75 6101: Stokové sítě a kanalizační přípojky. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2012. 44 s.

ČSN EN 13508-1: Zjišťování a hodnocení stavu venkovních systémů stokových sítí a kanalizačních přípojek – Část 1: Obecné požadavky, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2013. 30 s.

ČSN EN 13508-2+A1 - Zjišťování a hodnocení stavu venkovních systémů stokových sítí a kanalizačních přípojek - Část 2: Kódovací systém pro vizuální prohlídku, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2011. 161 s.

Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), v platném znění

Internetové zdroje

ABC Kanalizace – informační portál o kanalizaci, 2012: Historie kanalizace v Praze (online) [cit. 20.12.2018], dostupné z (<https://abc-kanalizace.cz/historie-kanalizace-praha/>).

Agriapipe - Trenchless Technologies - Cured in Place Pipe technologies. Agriapipe - Csővezetékek tisztítása, vizsgálat és feltárás nélküli felújítása - Agriapipe Kft. (online) [cit. 8.1.2019], dostupné z(<http://agriapipe.hu/cipp-technologies>).

Brinda, H., 2003: Kanalizace v proměnách staletí aneb každodennost podruhé (online) [cit. 16.12.2018], dostupné z (<https://www.radio.cz/cz/rubrika/historie/kanalizace-v-promenach-staleti-aned-kazdodennost-podruhe>).

Časopis stavebnictví, 2009: Centrální čištění odpadních vod hlavního města Prahy, - první díl | 05/09 | (online) [cit. 30.12.2018], dostupné z (https://www.casopisstavebnictvi.cz/centralni-cistení-odpadnich-vod-hlavniho-mesta-prahy-prvni-dil_N2352).

Časopis stavebnictví, 2009: Centrální čištění odpadních vod hlavního města Prahy - druhý díl | 07/09 | (online) [cit. 31.12.2018], dostupné z (https://www.casopisstavebnictvi.cz/centralni-cistení-odpadnich-vod-hlavniho-mesta-prahy-druhy-dil_N2423).

Časopis Sovak, 2018: Odkanalizování a čištění odpadních vod na území hl. města Prahy, Jiří Rosický, Sovak č. 9/2018 (online) [cit. 5.1.2019], dostupné z (<https://www.sovak.cz/cs/casopis/cislo-92018-casopisu-sovak>).

EUTIT, s.r.o. (online) [cit. 30.12.2018], dostupné z (<http://www.skloakeramika.cz/prehled-firem/16-sklenena-a-mineralni-vlakna/64-eutit-s-r-o.html>).

Hermes technologie - úsekové manžety Quick – lock (online) [cit. 16.3.2019], dostupné z (<https://www.hermes-technologie.com/cz/vyrobky/system-quick-lock/usekove-manzety.html>).

KAWO robot, 2018: Odstranění poruch v trubních vedeních (online) [cit. 10.3.2019], dostupné z (<https://www.wombat.cz/kawo-robot-pro-odstraneni-poruch-v-trubnich-vedenich/>).

Kley, G., Kropp, I., Schmidt, T., Caradot, N., 2013: Review of available technologies and methodologies for sewer condition evaluation. In: Kompetenzzentrum Wasser Berlin (online) Berlin, Germany: Veolia water, [cit. 2017-05-17], dostupné z

(https://www.kompetenz-wasser.de/wp-content/uploads/2017/05/d11_sema_review_of_technologies_and_methodologies_for_sewer_condition_evaluation.pdf).

Metoda KAWO, 2018: Bezvýkopová inverzní technologie pro sanaci kanalizačních sběračů (online) [cit. 24.3.2019], dostupné z (<https://www.wombat.cz/metoda-kawo-bezvykopova-inverzni-technologie-pro-sanaci-kanalizacnich-sberacu/>).

PVS a.s., © 2018 a) Pražská vodohospodářská společnost a.s.: Historie vodárenství (online) [cit. 8.1.2019], dostupné z (<http://www.pvs.cz/historie/historie-vodarenstvi/>).

RibLoc, 2005: Welcome to Trenchless technologies, Trenchless Technologies (online) [cit. 29.03.2019], dostupné z (<http://www.trenchless.co.za/ribloc.htm>).

SMP CZ, 2018: Celková přestavba a rozšíření Ústřední čistírny odpadních vod (ÚČOV) Praha na Císařském ostrově, stavba č. 6963, etapa 0001 - nová vodní linka (NVL) (online) [cit. 10.1.2019], dostupné z (<https://www.smp.cz/referencni-projekty/detail/celkova-prestavba-a-rozsireni-ustredni-cistirny-odpadnich-vod-ucov-praha-na-cisarskem-ostrove-stavba-c-6963-etapa-0001-nova-vodni-linka-nvl>).

Souhrnná informace o přípravě stavby č. 6963, 2018: Celková přestavba a rozšíření ÚČOV Praha na Císařském ostrově (online) [cit. 12.2.2019], dostupné z (<http://www.novacistirna.cz/modernizace-ucov-praha/souhrnna-informace-o-priprave-stavby-c-6963/>).

STAVEBNICTVI 3000.CZ, 2018: Projekt realizovaný technologií Compact Pipe získal ocenění (online) [cit. 28.4.2019], dostupné z (<https://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/projekt-realizovany-technologie-compact-pipe-ziskal-oceni>).

Ostatní zdroje

Informační brožura - 100 let novodobé pražské kanalizace - Praha 2006 - 36 s.

Inominátní smlouva k oddílné srážkové kanalizaci. Dostupné z:

EUTIT s.r.o., 2006: Výrobky z taveného čediče, Informační brožura společnosti, 12 s.

Mapa členění Prahy dle správních obvodů 1 - 22. Dostupné z: <http://www.nadejeproautismus.cz/praha-sit-podpory/>

Městské standardy hlavního města Prahy, 2018, Praha. Dostupné z: <http://www.pvs.cz/pro-zakazniky/mestske-standardy/>

Orientační ceník společnosti Sebak s.r.o. pro robotické opravy na kanalizaci. Dostupné z: <https://www.sebak.cz/cenik/>

PVS/PVK, 2010: Provozní řád stokové sítě Uhříněves – Dubeč, Praha, 44 s.

PVS/PVK, 2018: Kanalizační řád Ústřední čistírny odpadních vod, Praha, 100 s.

PVS/PVK, 2015: Provozní řád stokové sítě v povodí Ústřední čistírny odpadních vod, Praha, 53 s.

Ústav územního rozvoje, 2017: Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury – příručka odvádění a čištění odpadních vod, dostupné z: (<http://www.uur.cz/default.asp?ID=899>)

SFŽP, 2009: Metodická příručka posouzení stokových sítí urbanizovaných povodí. Asociace čistírenských expertů ČR, Praha, 83 s. Dostupné z: http://www.opzp2007-2013.cz/soubor-ke-stazeni/17/5237-01052009_metodicka_prirucka_stokovy_system_090604.pdf

SFŽP, 2012: Užívání bezvýkopových technologií – publikace. SFŽP Praha, 32 s.

PVS a.s, 2018: Vybrané údaje majetkové a provozní evidence za rok 2018, Praha, 25 s.

Zika, E., 1913: O pražské kanalisaci, Praha, 15 s.

Šimek, R., 2017: Stavebně – technický stav stokové sítě. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí, Brno. 75 s. (bakalářská práce). „nepublikováno“. Dep. Knihovna VUT v Brně.

Lžičař, J., 2016: Studie sanace vybrané stokové sítě. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí, Brno. 92 s. (diplomová práce). „nepublikováno“. Dep. Knihovna VUT v Brně.

Peniaško, M., 2012: Obnova kanalizačních sítí z pohledu minimalizace nepříznivých ekologických dopadů. Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav zemědělské, potravinářské a environmentální techniky, Brno. 68 s. (diplomová práce). „nepublikováno“. Dep. Knihovna MU v Brně.

Korytář, I., 2017: Studie odkanalizování vybraného stokového systému v urbanizovaném povodí. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí, Brno. 73 s. (diplomová práce). „nepublikováno“. Dep. Knihovna VUT v Brně.

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Příklady znečišťujících látek	29
Tabulka 2 - Emisní standardy ukazatelů přípustného znečištění odpadních vod	31
Tabulka 3 - Zatřídění vejčitých a hruškovitých stok	50
Tabulka 4 - Technické údaje o stokové síti v povodí ÚČOV – VÚME	52
Tabulka 5 - Způsob rozpojování těžby a nakládání hornin v závislosti na třídě horniny	64
Tabulka 6 - Rozdělení bezvýkopových metod.....	66
Tabulka 7 - Přehled bezvýkopových metod výstavby podzemních vedení dle ČSN EN 12 889/2001.....	67
Tabulka 8 - Neřízené metody bez obsluhy na čelbě.....	68
Tabulka 9 - Roční míra poruch v důsledku stárnutí potrubí.....	75
Tabulka 10 - Naléhavost uskutečnění údržby, resp. obnovy	75
Tabulka 11 - Kategorie zatřídění stavu a objektů na stokové síti.....	89
Tabulka 12 - Technické ukazatele stokových sítí	90
Tabulka 13 - Doporučené hodnoty váhy W_j pro příslušný technický ukazatel TUj	91
Tabulka 14 - Zatřídění TSU	91
Tabulka 15 - Technické údaje o stokové síti v povodí PČOV Uhřetěves - Dubeč – VÚME.....	95
Tabulka 16 - Vyhodnocení jednotlivých úseků – větev A	102
Tabulka 17 - Vyhodnocení jednotlivých úseků – větev B	104
Tabulka 18 - Vyhodnocení jednotlivých úseků – větev B ul. Františka Diviše	107
Tabulka 19 - Odhad ceny zrušení dešťová větev A v ul. Tatranská	111
Tabulka 20 - Odhad ceny obnovy větve B – varianta č. 1.....	112
Tabulka 21 - Odhad ceny obnovy větve B – varianta č. 2.....	113

Tabulka 22 - Odhad ceny obnovy ul. Františka Diviše – varianta č. 1.....	114
Tabulka 23 - Odhad ceny obnovy ul. Františka Diviše – varianta č. 2.....	115
Tabulka 24 - Celkový odhad cen vybrané metody obnovy kanalizace v ul. Tatranská	117
Tabulka 25 - Celkový odhad cen vybrané metody obnovy kanalizace v ul. Františka Diviše...	118

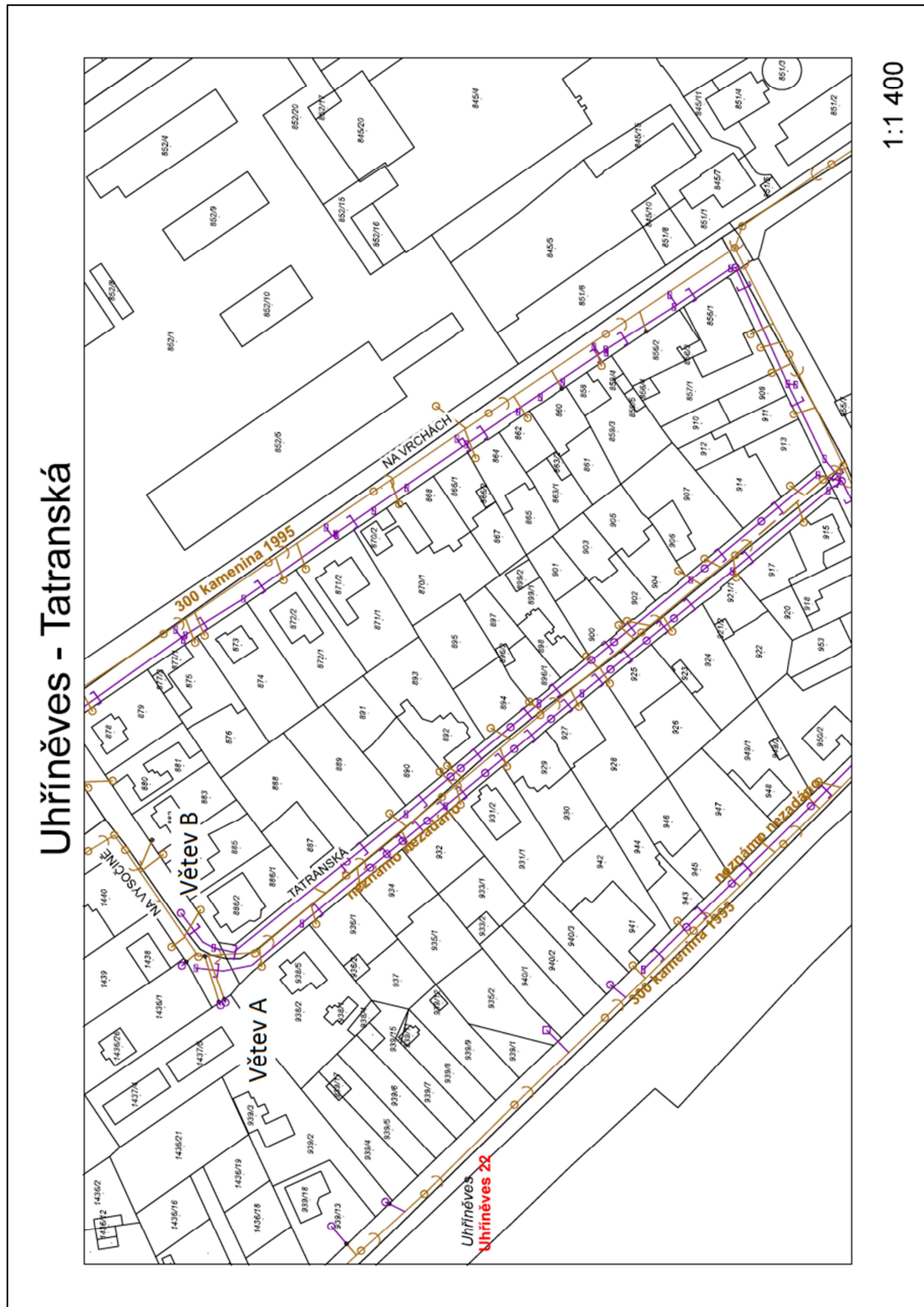
Seznam obrázků

Obr. č. 1 - Historická kanalizace objevená v Klementinu	6
Obr. č. 2 - Schéma pražské kanalizační sítě, kol. 1910.....	10
Obr. č. 3 - Historická vrátka na Malostranském sběrači.....	12
Obr. č. 4 - Původní hradítko na propoji Malostranského sběrače.....	13
Obr. č. 5 - Ukázka úžasné práce při vyzdívání – OK Duškova 20K atyp přechod 2020/1500.....	14
Obr. č. 6 - Dešťová výpust OK 2K Podolské nábřeží – hruška DN 100x125 cm	16
Obr. č. 7 - Pohled na zaslepenou část plánovaného štolového přivaděče v profilu DN 3350/4100	19
Obr. č. 8 - Ukázka ze studie NČOV v lomu v Klecanech.....	20
Obr. č. 9 - Pohled na ÚČOV ze dne 15. Srpna 2002 kdy hladina Vltavy kulminovala	22
Obr. č. 10 - Celkový pohled na Císařský ostrov a umístění NVL.....	24
Obr. č. 11 - Celkový pohled na Novou vodní linku.....	25
Obr. č. 12 - Schéma modifikované stokové soustavy.....	34
Obr. č. 13 - Systémy stokových sítí	36
Obr. č. 14 - Schéma tlakové stokové sítě (zokruhované).....	39
Obr. č. 15 - Základní schéma podtlakové kanalizace	40
Obr. č. 16 - Systém provozu pneumatického zařízení – cyklus plnění.....	41
Obr. č. 17 - Systém provozu pneumatického zařízení – cyklus prázdnění	42
Obr. č. 18 - Zděná stoka 2200/3000 Malešický sběrač- sanace dna stoky čedičovými žlaby	46
Obr. č. 19 - Nová stoka 1000x1750 čedičové stokové žlaby a bočnice na kanalizačním propoji ul. Seifertova – Prvního pluku.....	47
Obr. č. 20 - Základní profily pro navrhování stok	48

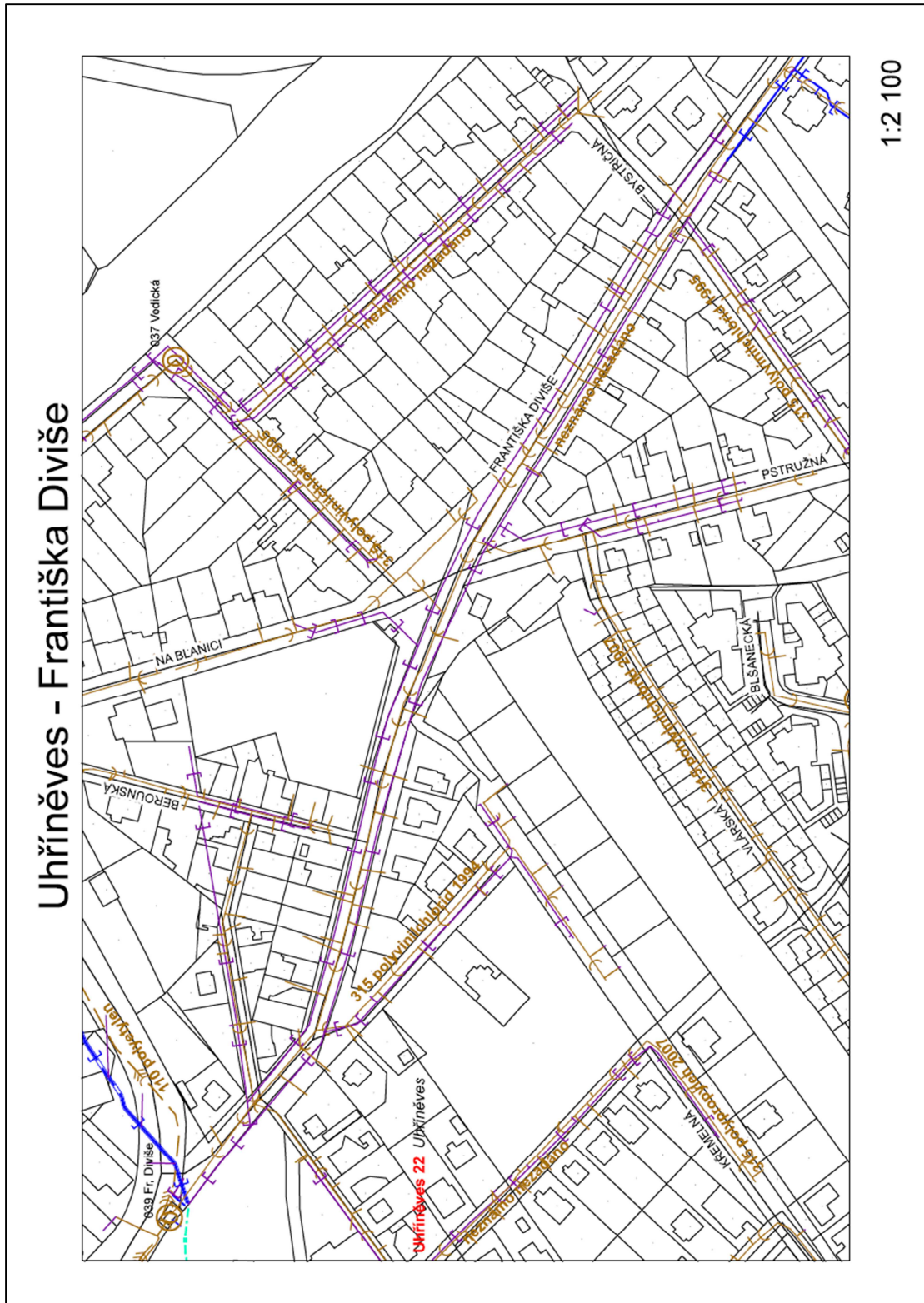
Obr. č. 21 - Dešťová výpust z odlehčovací komory – tlamový profil, Vršovice	49
Obr. č. 22 - OK 2D Podbabská, panoramatické foto.....	58
Obr. č. 23 - OK 7B Prvního pluku, čelní přeliv tzv. žabí tlama	59
Obr. č. 24 - Sněhová svrž – pohled z obslužné šachty na šikmou plošinu, Arbesovo náměstí	60
Obr. č. 25 - Gravitační výúst' dešť'ového oddělovače po rekonstrukci, Krčské nádraží	62
Obr. č. 26 - Schéma mikrotunelování se šnekovým dopravníkem	71
Obr. č. 27 - Schéma mikrotunelování s hydraulickou dopravou zeminy	71
Obr. č. 28 - Zhotovená oprava Snap-Lock, Hermes technologie.....	79
Obr. č. 29 - KAWO robot s frézovací hlavicí.....	80
Obr. č. 30 - Obnova potrubí metodou Express-Berstlining.....	82
Obr. č. 31 - Souprava firmy Soltau Votriebstechnik na Fras- Relining	83
Obr. č. 32 - Metoda KAWO, sanace kanalizačního sběrače.....	85
Obr. č. 33 - Metoda Compact Pipe (C – liners).....	86
Obr. č. 34 - Členění Prahy dle správních obvodů 1-22	97
Obr. č. 35 - Schématické znázornění úseků zahrnutých v akci OSK – Praha Uhříněves	98
Obr. č. 36 - Tatranská ulice	100
Obr. č. 37 - Změna profilu PVC DN 150 nevhodně (překážka v odtoku) – K5 třída poruchy 5 101	
Obr. č. 38 - Chybějící části trouby, destrukce – K4 třída poruchy 4	103
Obr. č. 39 - Ulice Františka Diviše	105
Obr. č. 40 - Deformace profilu, destrukce – K5 třída poruchy 5	106

Přílohy

Příloha č. 1: Situační schéma ul. Tatranská

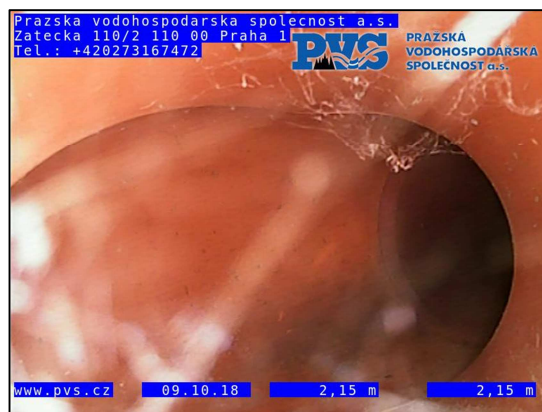


Příloha č. 2: Situační schéma ul. Františka Diviše

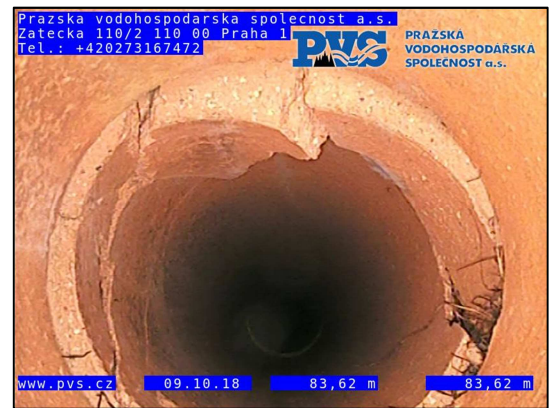


Příloha č. 3: Vybrané fotky závad z kamerové prohlídky

Větev A (pravá po směru toku) ul. Tatranská



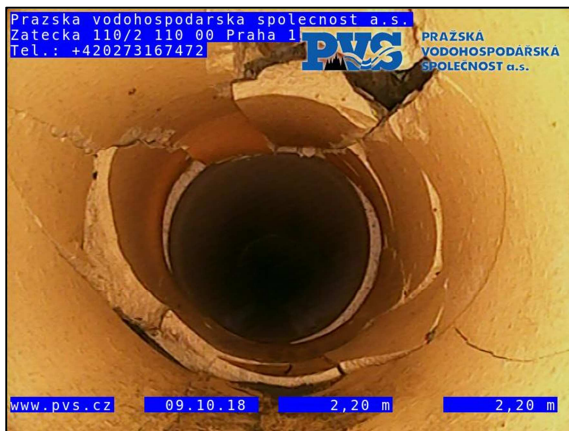






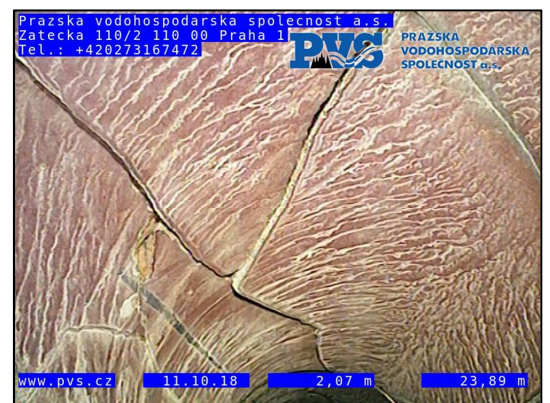
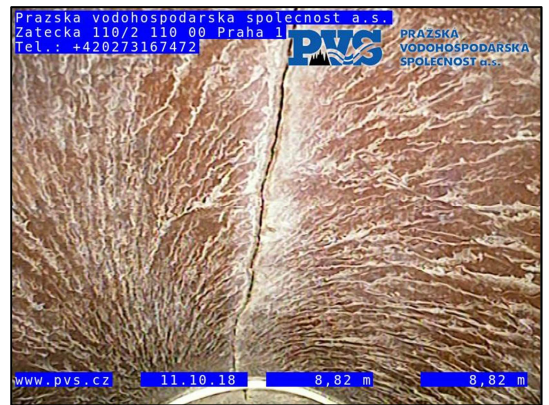
Větev B (levá po směru toku) ul. Tatranská







Ulice Františka Diviše







Příloha č. 4: Vybraná část tabulek (Colebrook – White) k posouzení kapacitního průtoku

Prútok kameninovým potrubím a potrubím z PVC pri kapacitnom plnení (Colebrookova—Whiteova rovnica)
 Hydraulické parametre: Q ($l \cdot s^{-1}$), v ($m \cdot s^{-1}$), $k = 0,4 \text{ mm } J(m/1000 \text{ m. } ‰)$

t	DN 150		DN 200		DN 250		DN 300	
	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v
0,5	3,94	0,22	8,51	0,27	15,2	0,31	24,7	0,35
1,0	5,68	0,32	12,2	0,39	22,1	0,45	35,8	0,51
1,5	7,02	0,40	15,1	0,48	27,3	0,56	44,2	0,63
2,0	8,16	0,46	17,5	0,56	31,7	0,64	51,3	0,72
2,5	9,16	0,52	19,7	0,63	35,5	0,72	57,5	0,82
3,0	10,1	0,57	21,6	0,69	39,0	0,79	63,2	0,89
3,5	10,9	0,62	23,4	0,74	41,9	0,86	68,3	0,97
4,0	11,7	0,66	25,0	0,80	45,2	0,92	73,1	1,03
4,5	12,4	0,70	26,6	0,85	48,0	0,98	77,7	1,10
5,0	13,1	0,74	28,1	0,89	50,6	1,03	82,0	1,16
6	14,4	0,81	30,8	0,98	55,6	1,13	89,9	1,27
7	15,6	0,88	33,3	1,06	60,1	1,23	97,2	1,38
8	16,6	0,94	35,7	1,14	64,3	1,31	104	1,47
9	17,7	1,00	37,9	1,21	68,3	1,39	110	1,56
10	18,7	1,06	40,0	1,27	72,4	1,47	117	1,65
12	20,5	1,16	43,8	1,40	79,0	1,61	128	1,81
14	22,2	1,25	47,4	1,51	85,4	1,74	138	1,95
16	23,7	1,34	50,7	1,61	91,4	1,86	148	2,09
18	25,2	1,42	53,8	1,71	97,0	1,98	157	2,22
20	26,6	1,50	56,8	1,81	102	2,08	165	2,34
22	27,9	1,58	59,6	1,90	107	2,19	174	2,46
24	29,1	1,65	62,3	1,98	112	2,29	181	2,57
26	30,3	1,71	64,9	2,06	117	2,38	189	2,67
28	31,5	1,78	67,3	2,14	121	2,47	196	2,77
30	32,5	1,85	69,7	2,22	126	2,56	203	2,87
35	35,2	2,00	75,5	2,40	136	2,77	219	3,10
40	37,7	2,13	80,6	2,57	145	2,96	235	3,32
45	40,0	2,26	85,6	2,72	154	3,14	249	3,52
50	42,2	2,39	90,3	2,87	162	3,31	262	3,71
55	44,3	2,51	94,7	3,01	170	3,47	275	3,90
60	46,3	2,62	98,9	3,14	178	3,63	288	4,07
70	50,0	2,83	107	3,40	192	3,92	311	4,40
80	53,5	3,03	114	3,64	206	4,19	332	4,70
90	56,8	3,21	121	3,86	218	4,45	353	4,98
100	59,8	3,39	128	4,07	230	4,69	372	5,26
110	62,8	3,56	134	4,27	242	4,92	390	5,52
120	65,5	3,72	140	4,46	252	5,14	408	5,77
130	68,3	3,86	146	4,64	263	5,35	424	6,00
140	70,9	4,01	151	4,82	273	5,55	440	6,23
150	73,4	4,16	157	5,00	282	5,75	456	6,45

(Uhliarik et al., 1992)