

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

## FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ A ENVIRONMENTÁLNÍHO MODELOVÁNÍ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

### **Rekonstrukce stoky v Kutné Hoře**

Autor práce: Jan Neprášek

Vedoucí práce: Ing. Marcela Synáčková, CSc.

© 2020 ČZU v Praze

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jan Neprášek

Krajinářství  
Územní technická a správní služba

Název práce

**Rekonstrukce stoky v Kutné Hoře**

Název anglicky

**Reconstruction of the sewer in Kuná Hora**

---

### Cíle práce

Materiály trubních stokových sítí a příčina poruch. Zpřehlednění bezvýkopových technologií. Výstavba stok za pomoci výkopu. Hodnocení vlivu na životní prostředí. Konkrétní případ sanace kanalizace v Kutné Hoře Sudoměřická ulice.

### Metodika

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
2. Cíle práce
3. Literární rešerše
4. Metodika
5. Konkrétní případ sanace pomocí BT
6. Diskuze
7. Závěr
8. Použitá literatura
9. Přílohy

**Doporučený rozsah práce**

40 stran

**Klíčová slova**

rekonstrukce, bezvýkopové technologie, sanace

---

**Doporučené zdroje informací**

ČVTVHS (2003): Stavební materiály pro výstavbu stokových sítí. Česká vědeckotechnická společnost, Praha, 95 s.

KLEPSATEL, F. & RACLAVSKÝ, J. (2007): Bezvýkopová výstavba a obnova podzemních vedení. JAGA, Brno  
NODIG ([www.czstt.cz/zpravodaj\\_nodig.htm](http://www.czstt.cz/zpravodaj_nodig.htm)) obsahuje 21 čísel časopisu NODIG 2005- 2010

STEIN D. & NIEDEREHE W. (1992): Instandhaltung von Kanalisationen. Verlag für Architektur und technische Wissenschaften, Berlin, 814 s

TRENCHLESS WORD, WORD TUNNELING časopis zabývající se bezvýkopovými technologiemi výstavby IS a tunelováním, 2007 – 2010

---

**Předběžný termín obhajoby**

2019/20 LS – FŽP

**Vedoucí práce**

Ing. Marcela Synáčková, CSc.

**Garantující pracoviště**

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

---

Elektronicky schváleno dne 2. 3. 2020

**doc. Ing. Martin Hanel, Ph.D.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 4. 3. 2020

**prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.**

Děkan

V Praze dne 13. 03. 2020

*Prohlašuji, že jsem bakalářskou/závěrečnou práci na téma „Rekonstrukce stoky v Kutné Hoře“ vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.*

*Jsem si vědom, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.*

*Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.*

*Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzi tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.*

V Kutné Hoře dne 16. 3. 2020\_\_\_\_\_

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval všem nápomocným osobám, které mě podporovaly při tvorbě této bakalářské práce. Především bych chtěl velice poděkovat vedoucí bakalářské práce paní Ing. Marcele Synáčkové, CSc., za její nekonečnou trpělivost, konzultace a užitečné rady, díky kterým jsem mohl tento dokument vypracovat. Dále chci poděkovat paní Ing. Kateřině Kvapilové a celé Vodohospodářské společnosti Vrchlice-Maleč, a.s., která mi poskytla materiály na vypracování praktické části.

# Bezvýkopové technologie

## Abstrakt

Bakalářská práce s názvem „Rekonstrukce stoky v Kutné Hoře“ má v teoretické části seznámit s historií kanalizací a metodami rekonstrukcí stokových sítí. Dále popsat jednotlivé činnosti a objekty s tím spojené, a to především v oblasti tvorby kanalizačního potrubí, obnovy a použitých druhů materiálů. V praktické části je rozebrána problematika konkrétní rekonstrukce v Kutné Hoře v ulici Sudoměřická, a také provedeno porovnání použití výkopové a bezvýkopové metody.

**Klíčová slova:** stokový systém, výstavba stoky, bezvýkopové technologie, rekonstrukce kanalizace

# Trenchless technology

## Abstract

The bachelor thesis called "Reconstruction of the Sewer in Kutná Hora" is to acquaint in the theoretical part with the history of sewers and methods of reconstruction of sewer networks. Furthermore, to describe the individual activities and objects associated with it, especially in the field of sewerage piping, renovation and used types of materials. The practical part discusses the issue of concrete reconstruction in Kutná Hora in street Sudoměřická, and also compares the use of excavation and trenchless methods.

**Keywords:** sewage system, construction of sewer, trenchless technology, reconstruction of sewerage

# Obsah

<b>1 Úvod</b> .....	<b>9</b>
<b>2 Cíl práce</b> .....	<b>11</b>
<b>3 Vývoj kanalizací v průběhu historie českých zemí</b> .....	<b>12</b>
3.1 První zmínky o kanalizacích ve světě.....	12
3.2 Začátky v Českých zemích .....	12
3.3 Historie odkanalizování v Kutné Hoře .....	14
<b>4 Rozdělení stokových sítí</b> .....	<b>16</b>
4.1 Základní rozdělení .....	16
4.1.1 Jednotná stoková síť.....	16
4.1.2 Oddílná stoková síť .....	16
4.2 Typy stokových sítí .....	17
4.3 Tvary stok .....	19
4.4 Objekty na stokové síti .....	19
<b>5 Materiál stokových sítí</b> .....	<b>22</b>
5.1 Požadavky a životnost materiálů.....	22
5.2 Dělení materiálu .....	23
5.2.1 Materiály tuhých trub.....	23
5.2.2 Materiály pružných trub .....	25
5.2.3 Materiál polotuhých trub .....	26
<b>6 Údržba stokových sítí</b> .....	<b>27</b>
6.1 Zanášení kanalizačních systémů .....	27
6.2 Účel čištění.....	28
6.3 Metody čištění.....	31
<b>7 Bezvýkopové technologie</b> .....	<b>33</b>
7.1 Nová pokládka.....	33
7.3 Volba bezvýkopové technologie .....	48
7.4 Technické a ekonomické hodnocení bezvýkopových metod.....	48
<b>8 Metodika</b> .....	<b>49</b>
<b>9 Konkrétní návrh pro použití BT</b> .....	<b>50</b>

9.1 Kutná Hora – Sudoměřická ulice .....	50
9.2 Hodnocení technického stavu kanalizace .....	50
9.3 Průběh rekonstrukce otevřeným výkopem.....	51
9.3 Alternativní bezvýkopová metoda.....	57
<b>10 Diskuze .....</b>	<b>63</b>
<b>11 Závěr.....</b>	<b>65</b>
<b>12 Seznam použitých zdrojů.....</b>	<b>66</b>
12.1 Seznam vložené literatury.....	66
12.2 Seznam internetových zdrojů.....	68
12.3 Seznam norem .....	69
<b>13 Seznam grafických podkladů.....</b>	<b>70</b>
13.1 Seznam obrázků .....	70
13.2 Seznam tabulek.....	72
<b>14 Přílohy .....</b>	<b>73</b>



# 1 Úvod

Po celá staletí se budovala velmi spleť sítí potrubního vedení a po celém světě se uložilo na tisíce kilometrů potrubí. Tyto vedení měly a mají různé funkce, podle záměrů jejich užívání. Z raných časů se jednalo o vodovodní a kanalizační vedení, na které později navazovalo budování plynovodů a horkovodů, a také další spleť kabelové vedení. Takto navržený a fungující systém je v přeneseném významu podobný lidskému tělu, kde pomocí tohoto vedení koluje krev krevním oběhem a dokáže také fungovat nervový systém. Obecně platí, že nejlepší stupeň vybudovaného napojení na veřejnou vodovodní a kanalizační síť můžeme nalézt v tradičních členských státech evropské unie. V ostatních státech evropského uskupení je logicky podíl napojení a vybudovaných struktur nižší. Mezi tyto méně rozvinuté státy se v minulých dekádách řadila také například Česká republika nebo Slovensko, což je logické, pokud vezmeme v potaz společnou minulost obou států. Jako příklad pro reálnou představu mohu uvést údaj z roku 2005 pro Českou republiku, který udával napojení na veřejné vodovody v procentuálním zastoupení 91,6 % obyvatel. Jen pro představu toto procentuální zastoupení můžeme nahradit celkovou délkou vodovodní sítě. Tedy výše zmíněných 91,6 % obyvatel můžeme převést na 69 358 kilometrů veřejné vodovodní sítě. Přejdeme-li z vodovodní sítě na kanalizační síť, zjistíme, že číselné zastoupení je nižší. Údaje ze stejného roku udávají napojení na kanalizační síť v procentuálním zastoupení 79,1 % obyvatel. S ohlednutím na historický vývoj je zcela patrné, že toto číslo snižují především vesnice a místa s nižším vývojovým stupněm celkové infrastruktury. Toto zastoupení je vyjádřeno také délkou a to 36 233 kilometrů kanalizační sítě. S postupujícím vývojem a budováním nových sítí a systémů, je také nutné nezapomínat na údržbu a obnovu stávajícího vedení. Toto je dle mého velký a narůstající problém, už jen z toho důvodu, že velkému množství vedení se blíží konec životnosti a mnohdy již tuto hranici překročilo. Velké finanční investice jsou tedy nutností pro udržení standardů vyspělého státu (Klepsatel & Raclavský, 2007).

Poslední údaje z roku 2018 uvádí počet obyvatel připojených na vodovodní řad v procentuálním zastoupení 94,7 %, na kanalizačním systému 85,5 % a podíl čištěných odpadních vod (bez vod srážkových) činilo 97,6 % (Český statistický úřad, 2018).

Důležitým faktorem, který souvisí s výše zmíněným stavem podzemního vedení je i ztráta ze sítí. Údaje z odborné literatury uvádí, že takových ztrát z rozvodných vodovodních sítí bylo v roce 2004 zhruba 21 % vyrobené vody v České republice, což je alarmující. V horším stavu, než vodovodní síť byla síť kanalizací, protože cirká 50 % všech kanalizací bylo zhodnoceno jako nevyhovující dle kritéria ČSN 75 6909, tedy přímo dle normy na vodotěsnost stok. Pokud se podíváme i na jiná podzemní vedení, jako například plynovody zjistíme, že přibližně 5 % přepravovaného plynu mizí a uniká z důsledku netěsnosti ve vedení plynovodu. Tento údaj není tak obrovský jako u vodovodů a kanalizací, ale z hlediska bezpečnosti je to zcela jistě vysoké číslo. Z udržitelného hlediska je obnova starého a výstavba nového vedení důležitým úkolem. Z faktického hlediska je většina podzemních vedení umístěna nedaleko nebo přímo pod trasou komunikací, což je například ve větším městě s frekventovanou dopravou leckdy velkým problémem. Oprava řešená otevřeným výkopem není vždy optimálním řešením, a proto došlo v minulých letech k výraznému rozmachu a rozvoji bezvýkopových metod. Bezvýkopové řešení je šetrnější k životnímu prostředí a minimalizuje omezení dopravy a veškerého dění na povrchu komunikace (ČSN 75 6909; Klepsatel & Raclavský, 2007).

## 2 Cíl práce

Dílčí cíle této bakalářské práce jsou seznámení s postupy tvorby složek inženýrských sítí, a to konkrétně detailnější popis tvorby kanalizační sítě a objektů na ní. Záměrem je zaměřit se také na obecné kroky při údržbě a faktory, které tyto úkony ovlivňují. Dalším dílčím cílem je historický popis vývoje od prvních zmínek o tvorbě a vývoji, až po nejnovější postupy a technologie.

Druhá část práce je zaměřená na posouzení a navrhnutí varianty sanace kanalizace v Sudoměřické ulici v Kutné Hoře. Mimo to pak navrhnutí alternativního řešení a výběr z více variant bezvýkopových technologií dle omezujících kritérií souvisejících s lokalitou a původním materiálem kanalizace. Dále obecné srovnání finanční stránky obou variant dle poskytnutých dat. S vyhodnocením a srovnáním se pokusím o bilancování obou variant v budoucím vývoji s přihlédnutím na životní prostředí a další faktory ovlivňující užití.

## **3 Vývoj kanalizací v průběhu historie českých zemí**

### **3.1 První zmínky o kanalizacích ve světě**

Úplně první dochované údaje o primitivních kanalizačních a zavlažovacích systémech můžeme nalézt v kronikách datovaných z dob již 3 700 let před naším letopočtem. Jako úplně nejstarší je označován systém zavlažování z Babylonu. Za dalších 1 300 let byl již v oblasti Mezopotámie zkonstruován inovovaný kanalizační systém, který úspěšně odváděl splaškové odpadní vody. Právě zde, tedy v Mezopotámii můžeme nalézt také první zmínky o užívání primitivních splachovacích záchodů. Na tu dobu byla Mezopotámie velice vyspělou říší v mnoha oblastech. Po příchodu Sumerů na toto území došlo k dalším inovacím. Například došlo k budování kanalizačních sítí, které obsahovaly jednotlivé přípojky svedené přímo z domů tehdejších obyvatel. Tato kanalizační síť byla tvořena z hliněných trubek a také částečně z pálených cihel, které byly obestavěny, či přímo zakryty deskami. Systém v těchto dobách fungoval čistě na principu gravitačních sil. Z toho důvodu měla tato kanalizační síť velký spád, aby přítoky co nejrychleji odtékaly do hlavních stok. Hlavní stoky poté ústily ve velkých řekách, či sběrných a čistících jámách (Broncová, 2002).

### **3.2 Začátky v Českých zemích**

Pokud bychom měli srovnávat vývoj v Mezopotámii a vývoj v Českých zemích, tak musíme bohužel konstatovat, že zde postupoval vývoj o poznání pomaleji, stejně jako ve zbytku Evropy. V okolních uskupeních Evropy bylo vybavení sloužící k vyprazdňování velice podobné a primitivní. Takovým místem sloužícím jako primitivní záchod umístěných na hradech byl převět. Tento objekt byl zpravidla menší výklenek nebo arkýř, který pomocí gravitační síly odváděl fekálie. S postupným vývojem a začínající urbanizací měst přichází ruku v ruce potřeba výstavby kanalizační sítě. Ještě před samotným započítím a výstavbou kanalizace byly tyto problémy řešeny vybudováním příkopů, kam byly shromažďovány veškeré splašky. Toto provizorní řešení nebylo příliš hygienické a bylo zdrojem mnoha onemocnění a lákadlem hlodavců. Logicky v teplejších obdobích tento problém narůstal (Broncová, 2002).

Pokud se posuneme v historii dále, a to zhruba na přelom 19. a 20. století, tak můžeme hovořit o období inovací a postupující technické vybavenosti ve strukturách osídlení. Výsadou vodovodu a kanalizace přímo v domě měly pouze bohaté rodiny žijící v měšťanských domech. V tomto období byla kanalizační síť především zděná, oválného nebo vejčitého tvaru. Pokud se překlopíme do období první republiky, pak vidíme velký rozvoj v oblasti obecných vodovodů. Toto budování a rozvoj měl být předzvěstí a předpokladem pro zvětšování obcí a měst, společně se značným rozvojem průmyslu charakteristickým pro tuto dobu. Z historie víme, že tento rozmach utnula velká hospodářská krize, která probíhala ve 30. letech 20. století. Tuto stagnaci přerušil až konec druhé světové války. Avšak ne na dlouho, neboť přišlo znárodnování hospodářství a další stagnace. V rámci tohoto znárodnování byla městská správa vodovodů vložena pod správu okresní. Dále v 50. letech minulého století byla založena organizace OVAK, což je zkratka pro okresní vodovodní sítě a kanalizace (Broncová, 2002).

### **Hodnota čistoty českých vod**

Z hlediska kritéria čistoty v českých zemích byla situace do 19. století zcela vyhovující. Zhoršení přišlo s již zmíněnou průmyslovou revolucí a celkovým vývojem urbanizace měst. Tento vývoj a postupné zhoršování bylo zaznamenáno díky hydrobiologické monitorovací stanici, která zkoumala tehdejší znečištění vod (Broncová, 2002).

S radikálním příchodem průmyslové revoluce se velká část finančních toků soustředila právě na rozvoj průmyslu a zbrojařství. V tomto období se příliš nehledělo na zásahy do přírody či životní prostředí jako celku, ale v tomto nepřilíživém faktu nebylo území dnešního státu výjimkou. Takto se na celé životní prostředí nebral přílišný zřetel asi v žádném tehdejší státním uskupení v Evropě. S postupujícím během času se situace příliš nelepšila, a co hůře světové války a krize tuto tíživou situace prohlubovaly. V řeči čísel bylo po ukončení druhé světové války na území Československa v provozu 51 čistíren odpadních vod. Toto číslo je hluboce podhodnocené a zcela nevyhovující na tehdejší počet obyvatel. Podle aktuálních názorů odborníků by jich optimálně mělo být přes 900 na tehdejší množství obyvatel Československa. Třeba dodat, že z počtu 51 čistíren odpadních vod jich jen pouze 17 prošlo kontrolou a splňovala přísnější kritéria. Tato alarmující situace měla za

následek vytvoření uskupení – Komisi pro péči a čistotu vody. I díky tehdejšímu režimu a neustálých postupných pracích na zlepšení a splnění předem určených plánů bylo do 80. let dvacátého století vystavěno 800 zcela nových čistíren odpadních vod (Broncová, 2002).

S příchodem milénia se vytvořila koncepce státní vodohospodářské politiky. Toto uskupení vyjadřuje podporu světové myšlenky o ochraně vod v přírodě. S tím logicky souvisí přijetí zásad a přístupů o ochraně vodních zdrojů a jejich užívání. (Broncová, 2002).

### **Vývoj v oblasti čistíren odpadních vod**

První zmínka vůbec, nebo chcete-li označení čistírna odpadních vod v nynějším smyslu slova, můžeme nalézt počátkem 20. století v tehdejší Německém císařství. Z těchto končin dorazil systém čistíren a výstavby kanalizací do tehdejšího Československa. Jedním z předních průkopníků a významný představitel v této oblasti byl Ing. Dr. Rudolf Březina, který byl skutečným odborníkem v oblasti čistírenství. Mimo jiné napsal a publikoval mnoho odborných knih a článků, například Univerzální skripta města Chocně, která měla sloužit jako univerzální návod na vypracování a zrealizování obdobných projektů veřejných kanalizací i v dalších městech (Broncová, 2002).

### **3.3 Historie odkanalizování v Kutné Hoře**

Toto město je historicky známé především kvůli těžbě stříbra. Díky bohatství, které město nabylo v průběhu let těžby, zde byly postaveny dvě katedrály a narostla celkově urbanizace celého území společně s obyvatelstvem. V oblasti kanalizací a prací s odpadní vodou však město nikterak nevynikalo. V té době se pozornost upínala především na odvodňování těžebních dolů, spíše než na stoky a pohodlí obyvatel. Tyto skutečnosti však negativně ovlivnily veškerou spodní vodu v celém okolí Kutné Hory. Odvodňování a práce na stříbrných dolech způsobila kontaminaci půdních vod mědí a arzenem. Město však prodělalo skokový vývoj díky průkopníkům a inovátorům, kterými byli mniši. Ti v té době sídlili v tamním cisterciáckém chrámu Nanebevzetí Panny Marie. Právě oni byli první, kteří vybudovali primitivní splachovací záchod využívající blízký potok, kterým dále probíhal odvod splašků (Štroblová, 2000; Broncová 2002).

V Kutné Hoře se budování kanalizace a veškerý překotný rozvoj odehrával především v dobách středověku. Logicky na to měla vliv těžba stříbrné rudy výše zmíněná. Především v historických částech města můžeme tyto pozůstatky v inovované verzi nalézt i dnes. Z hlediska území a celkovému rozrůstání města došlo postupně k vybudování jednotné gravitační kanalizační sítě. Milníkem v Kutné Hoře byl rok 1963. V tomto roce byla spuštěna první městská čistírna odpadních vod. Největším znečišťovatelem z oblasti průmyslu byl jednoznačně podnik ČKD fungující na okraji města dodnes. V průběhu let byla čistírna rekonstruována a rozšířena, tudíž zvládne rostoucí počet obyvatel a také veškeré průmyslové znečišťovatele ve městě (Štroblová, 2000; Broncová 2002).

## 4 Rozdělení stokových sítí

### 4.1 Základní rozdělení

Základní funkcí stokových sítí je hygienický odvod splašků a dalších odpadních produktů, a to jak povrchových, tak i podzemních zdrojů. Nejzákladnější dělení stokových sítí je dle způsobu odvádění srážkových vod a dle hnací síly ve stokové soustavě. Nejstarší a nejužívanější je jednotná stoková síť se způsobem využití gravitačního systému. Tento systém je nejméně náročný na funkci odvodu z hlediska údržby (Dostálová, 2008).

#### 4.1.1 Jednotná stoková síť

V tomto systému se veškeré odpadní vody mísí a jsou hnány v jednotném potrubí. Logicky s větším množstvím a prouděním odpadní vody má jednotná síť větší profil a hygienické hledisko zatrubnění. Především při nenadálých situacích jako jsou přívalové deště je větší profil a odlehčovací komory důležitým faktorem funkčnosti systému (Hánková, 2005).

#### 4.1.2 Oddílná stoková síť

Tento systém je založený na rozdělení splaškové odpadní vody a srážkové vody do různých sítí. Stoková síť, která odvádí výhradně splaškové vody, se nazývá splašková kanalizace a obdobně síť odvádějící pouze srážkové vody označujeme jako dešťovou kanalizaci. Existuje také kombinace obou výše zmíněných systémů (Hánková, 2005; Martoň, 1991).

**Splašková oddílná soustava** se používá při odvodu splašků a veškerých odpadních vod na čistírnu odpadních vod. Při tomto postupu nedochází ke sloučení a kontaminaci recipientu. V tomto systému mají vody malý a rovnoměrný průtok, proto jsou vyhovující i malé profily stokové sítě (Hánková, 2005; Martoň, 1991).

**Dešťová oddílná soustava** je obdobným systémem jako výše zmíněná splašková soustava s rozdílem, že místo splašků slouží k přepravě srážek a dešťové vody. Jak jsem již zmiňoval, tak při náhlých nárazových úkazech jako jsou přívalové deště a jiné další meteorologické jevy je velmi důležité odlehčit potrubí s nedostatečným



profilem. Jedním takovým řešením je budování retenčních nádrží, které část vody zadrží (Hánková, 2005; Martoň, 1991).

**Kombinovaná stoková soustava** je atypický systém, který není příliš rozšířený, a to především z důvodu použití pouze ve vhodných podmínkách. Takovým příkladem může být oblast, kde je část území odvodňováno jednotkou soustavou a zbývající část oblasti oddílnou soustavou. Při použití kombinované soustavy jsou tedy použity oba systémy zároveň. Srážky, které jsou neznečištěné, jsou odváděny dešťovou kanalizací a splaškovou kanalizací proudí znečištěné vody přímo na čistírnu odpadních vod (Hánková, 2005; Martoň, 1991).

## 4.2 Typy stokových sítí

Již od prvotních pokusů o budování stok a odvodních systémů se hledělo hlavně na funkční trasu vedení, tedy od vyššího bodu k nižšímu a s tím spojenou rychlost proudění. Stejně jako přirozené vytváření meandrů v přírodě, tak i zanášení stok muselo být bráno v potaz, pokud měla stoka plnit svou funkci bezproblémově. Typy uspořádání stokových sítí jsou tedy dány tvarem stoky (Hánková, 2005).

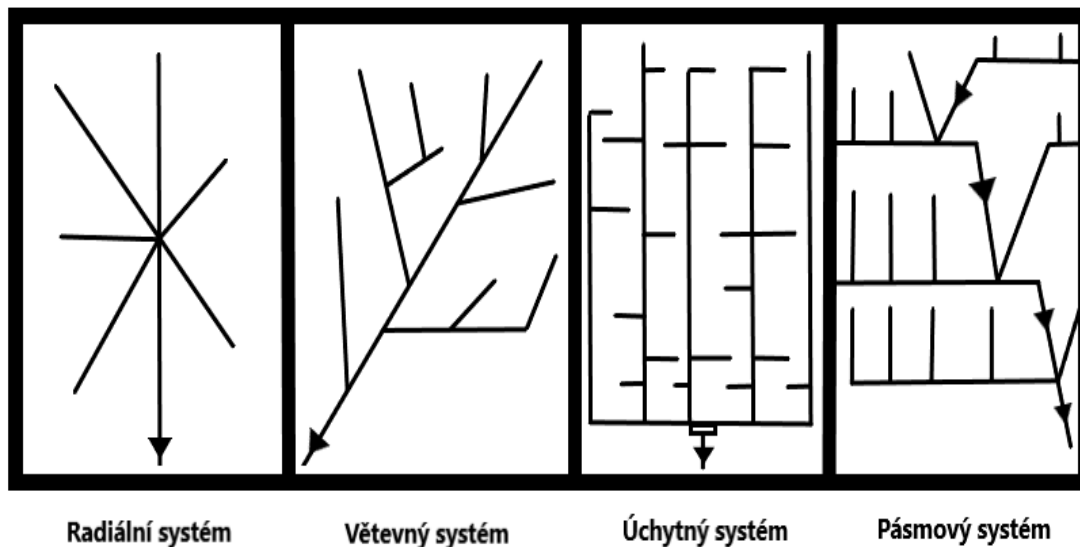
**Radiální systém** je uskupení stok připomínající shluk paprsků, které se protínají v nejnižším bodě, odkud se znečištěná odpadní voda dále odvádí do místa určení. Nejčastěji se používá v údolích a kotlinách. V tomto systému se využívá gravitační systém nebo způsob přečerpávání (Hánková, 2005).

**Větevový systém** je postaven na principu nejkratšího a nejvýhodnějšího sklonu hlavní stoky, na kterou jsou napojeny jednotlivá ramena, takzvané „větve“. Z tohoto důvodu je konstruován hlavně ve velmi členitém prostředí, kde je nejvhodnějším řešením (Hánková, 2005).

**Úchytný systém** je typický pro oblasti s mírnějším sklonem povrchu a často je úchytná stoka konstruována v blízkosti vodního toku. Zde úchytná stoka sbírá a přejímá znečištěnou odpadní vodu z jednotlivých ústí a žene ji do čistírny odpadních vod (Hánková, 2005).

**Pásmový systém** je skladba vícero uskupení stok do jedné. V tomto uskupení se mohou vyskytovat výše popsané a zmíněné systémy. Voda proudí z nejvyššího

pásma uskupení do finální fáze v čistírně odpadních vod pomocí gravitačního principu při libovolném stavu hladiny v recipientu (Hánková, 2005).



Obrázek1 – Rozdělení systémů, Zdroj: vlastní práce

Podle hydraulického způsobu odvádění odpadních vod rozlišujeme kanalizace:

**gravitační (beztlaková)** - s prouděním v potrubí o volné hladině. Vyžaduje stálé klesání dna potrubí, a proto často bývá dosti zahlobena. Je však nejběžněji používaná ve stokování.

**tlaková** – s uměle udržovaným tlakovým prouděním v potrubí. Vyžaduje domovní jímky s čerpadly, a tedy s příkonem elektrické energie. Bývá používána např. při nedostatku sklonu v rovinném území. Je však investičně nejmíň náročná.

**podtlaková (vakuová)**- s podtlakovým režimem dopravy odpadních vod. Vyžaduje vakuovou stanici, sběrné šachty s akumulací domovními jímkami a se speciálními sacími ventily. Bývá používána např. při ochraně podzemních vod.

**dále známe pneumatickou dopravu splašků** – jedná se o alternativní způsob transportu splašků z místa soustředění, tlakovým vzduchem, i na velké vzdálenosti.

### 4.3 Tvary stok

Jako základní měřítko, které je rozhodující při výběru tvaru, je posouzení vhodnosti v konkrétním místě dle požadavků a konkrétních podmínek. Řeší se mnoho faktorů, především v dnešní době ekonomické a ekologické požadavky. Dále se hodnotí stavebně provozní faktor, geologické a hydraulické podmínky, a také samozřejmě celkový zásah do krajiny (ČSN 75 6101; Háňková, 2005).

**Kruhová stoka** je typickým a nejvíce využívaným profilem, a to především díky jednoduchosti výroby a taktéž z hlediska údržby a čištění. Negativní vlastností tohoto druhu je horší statika (Háňková, 2005).

**Vejčítá stoka** je založena na rozdílné velikosti horní a dolní části profilu, kdy dolní část je užší a má tedy logicky rychlejší průtočné proudění. Proto je také dolní část nejvíce zatížená a dochází k rychlejšímu obrušování materiálu v průběhu používání. Z tohoto důvodu se žlábek vejčitého profilu vykládá odolným materiálem, který není náchylný na opotřebení (Háňková, 2005).

**Tlamové stoky** můžeme nalézt hlavně ve velkých stokách a uskupeních, kde plní zpevňovací funkci. Horní část profilu rozkládá váhu nad stokou do stran, takže je tento druh využíván především v nepříliš výhodných geologických podmínkách s vyšším zatížením (Háňková, 2005).

### 4.4 Objekty na stokové síti

Důvodem umístování objektů na vedení sítě je především k zajištění správné funkčnosti a stability systému. Vykonává se tedy čištění, celková údržba a další práce spojené s provozem sítě. Materiál jednotlivých objektů je úzce spjat s materiálem stoky, na které se nachází. Je to z logického důvodu zajištění minimálně stejné životnosti jako má síť. Všechny viditelné vstupní otvory do stoky jsou opatřeny vstupním poklopem, který musí odpovídat normě ČSN EN 124. Druhy poklopů jsou rozděleny dle tříd, a to podle největšího možného zatížení každého poklopu. Již zmíněné poklopy nesmí vyčnívat, či naopak vytvářet prohlubinu v komunikaci a celkově tedy vytvářet překážku. Mimo komunikaci, a především v zemědělských krajinách je naopak vyčnívání a zvýrazňování umístění žádané, hlavně z důvodu prevence nehod při zemědělských pracích (Stein, 1987)

### **Revizní a vstupní šachty**

Tento objekt slouží, k již výše zmíněné údržbě stoky. Umístění je spjato s trasou vedení stoky, kdy se staví při změně směru, sklonu, profilu nebo materiálu. Vzdálenost šachet také závisí na typu stok, například u neprůlezných stok je to maximálně 50 metrů a u stok průchozích je to 200 metrů. Šachty jsou budovány ve třech základních provedeních rozdělených podle výšky šachty, a to ve vysoké sestavě vyšší než 2,5 metru, běžné sestavě v rozmezí 1,8 – 2,5 metru a v nízké sestavě do 0,8 metru (Hasík, 2007).

### **Spadiště**

Tento objekt plní zpomalovací funkci na trase vedení sítě a navrhuje se tedy v místech pro překonávání výškových rozdílů. Vzhledem k této funkci jsou stěny a dno spadiště velmi namáhané a je nutné tlumit vznikající kinetickou energii od dopadající vody. Největší možná výška je stanovena pro menší profily DN 250 – 400 na 4 metry a u větších profilů DN 450 – 600 na 3 metry (Hasík, 2007).

### **Měrné objekty**

Jak již název napovídá, tak důvod osazování těchto objektů na stokové síti je z hlediska měření průtoku odpadních vod. Vyskytují se na čistírnách odpadních vod, sběračích, separátorech a odlehčovacích komorách. Určování průtoků se dá docílit více způsoby, dle otevřeného nebo uzavřeného profilu stoky. U otevřeného profilu se určují pomocí přelivů a žlabů, kdy se používají hloubkové sondy nebo se čidlem snímá úroveň hladiny a posléze dojde k vyhodnocení a určení průtoku. Stále větší míře užití se těší také rychlostní senzory (Čížek, 1953).

### **Odlehčovací komory**

Tyto objekty plní odlehčovací funkci splaškových a dešťových vod na jednotné stokové síti. Hodnota zatížení souvisí se srážkami a suchými obdobími. Kromě odlehčovací funkce, by měli odlehčovací komory plnit funkci mechanického předčištění. Odlehčovacích komor je velké množství od těch jednodušších s přepadem až po komory řízené mechanickou regulací (Hasík, 2007).

### **Odvodňovací prvky**

Tyto prvky rozlišujeme dle konkrétního způsobu odvádění srážkové vody na bodové a liniové. Do bodových prvků patří dešťové vpusti, které se dále dělí na chodníkové, uliční a horské. Vzdálenost a umístění vychází vždy z konkrétních podmínek v daném místě. Největší vzdálenost mezi jednotlivými vpustěmi nesmí přesáhnout 60 metrů. V lokalitách s vyššími bezpečnostními nároky se užívá liniových systémů, konkrétně odvodňovacích žlábků. Často jsou osazeny lapáky splavenin, které mají zabránit zanášení nečistotami. Vpusti jsou vždy konstruovány ve výšce, která umožní uložení odtokového potrubí v hloubce neumožňující zamrznutí (Čížek, 1953).

### **Dešťové nádrže**

Tyto objekty mají retenční, záchytnou nebo průtočnou funkci na stokové síti. Hlavním důvodem pro užití dešťových nádrží je snížení a zamezení odnosu nečistot do recipientu. Využívání akumulace zabraňuje úniku znečištěné vody za zvýšených dešťových průtoků (Topinka, 1967).

### **Kanalizační přípojky**

Pomocí kanalizačních přípojek jsou spojeny všechny budovy se stokovou sítí. Každá jedna nemovitost má svojí vlastní samostatnou přípojku. V minulosti byla možná výstavba takzvané sdružené přípojky, která sváděla několik staveb do jedné přípojky a následně do kanalizace. Vlastníkem kanalizační přípojky je vždy vlastník pozemku nebo stavby, která je na kanalizaci připojená. S touto skutečností také náleží povinnost vlastníka zajistit, aby byla technicky v pořádku tedy aby byla vodotěsná a nedošlo její vadou ke zmenšení průtočného profilu kanalizace do které je zaústěna (Topinka, 1967).

## 5 Materiál stokových sítí

Celý stokový systém s jednotlivými sítěmi tvoří různé druhy materiálu, dle konkrétních požadavků a nároků. Každý druh materiálu má předem určené požadavky, které předepisují přesné normy a směrnice. Konkrétně stokové sítě a požadavky na ně jsou předepsány normou ČSN 75 6101. Aktuální trh se dynamicky vyvíjí každý den a nabídka materiálů se neustále rozšiřuje. Postupným vývojem se zvyšují také nároky a požadavky, které mají materiály splňovat. Jsou tím hlavně životnost a s ní spojená odolnost na různé typy opotřebení (mechanické nebo chemické), proto je důležité zvážit vhodnost jednotlivých materiálů v závislosti na konkrétních podmínkách (ČSN 75 6101; ČSN EN 1610; Gautam & Chattopadhyaya, 2017).

### 5.1 Požadavky a životnost materiálů

Jak už bylo zmíněno, tak jako hlavní požadavek na vlastnost materiálu je jeho životnost. Proto je vhodná volba stěžejním rozhodnutím, které je zvolena dle rozboru odváděných odpadních vod. Jako nejběžnější materiály, které se používá při výstavbě stokových sítí, jsou kamenina, plast, beton a železobeton. V případě, kdy je stoková odpadní síť používána především pro odvod chemicky znečištěné vody je využíváno čedičového potrubí, které má pro tento případ kladné vlastnosti (ČSN EN 13508; Šejnoha, 2003).

Aktuální trendem je používání plastových materiálů, hlavně z poměru ceny a vlastností. Dříve byl standardním materiálem využívaným při výstavbě stokových sítí hlavně kamenina a beton. Díky narůstajícím požadavkům na pružnost a přizpůsobivost vůči podloží a chemickou odolnost se mění výběr materiálu ve stokách. Krom výše zmíněného se klade nárok také na odolnost proti obrusu, těsnost, mrazuvzdornost, dobré hydraulické vlastnosti, a také nízkou vstupní investici spojenou s co nejméně náročným stavebním provedením (ČSN 73 6005; Šejnoha, 2003).

Typ materiálu	Životnost materiálu na roky
Ocel	25 – 40
Polyvinylchlorid	40 - 50
Sklolaminát	40 - 50
Plasty	40 – 60
Beton a železobeton	50 – 70
Polymerbeton	60 – 80
Litina	80 – 100
<b>Kamenina</b>	<b>90 – 110</b>
Čedič	Více než 110

Tabulka 1-Orientační doba životnosti vedení podzemních vedení. Zdroj: Klepsatel & Raclavský, 2007.

Jak již bylo zmíněno, tak životnost použitého materiálu závisí na správně zvoleném druhu v závislosti na konkrétním typu odpadních vod. Životnost také rozdělujeme na ekonomickou a fyzickou. Ekonomická životnost se zaměřuje spíše na potenciální a předem daný fakt opotřebení. Odepisuje se jako klasický majetek a vyjadřuje se odpisovým procentem. Fyzická životnost je více zaměřena na skutečný stupeň opotřebení a udává konkrétní ztrátu funkčnosti potrubí. Logicky nejvyšší vstupní investiční náklady mají ty druhy materiálu, u kterých je nejdelší funkční životnost (Šejnoha, 2003).

## 5.2 Dělení materiálu

Každý z používaných druhů materiálu na stokové síti má jiné vlastnosti při zatížení. Dle jejich schopnosti vzdorovat zatížení je dělíme na tuhé, polotuhé a pružné trouby.

### 5.2.1 Materiály tuhých trub

Do této kategorie řadíme druhy jako beton, kameninu a čedič. Společnou vlastností těchto druhů materiálu je přenos zatížení do podloží skrz stěny trub. Velice důležitým faktorem pro správnou funkčnost je kvalitní podklad, obsyp a celkové solidní zhutnění při pokládce. Bez těchto úkonů a podmínek mohou vznikat praskliny vedoucí k zborcení trub (ČVTVHS, 2003)

**Kameninový materiál** je z hlediska složení přírodní a ekologický, protože je vyroben ze směsi jílu, šamotu a vody. Požadovaný profil a tvar je dán formou, ve které se tato směs vypaluje při teplotách přesahujících 1 200 °C. Kamenina byla v minulosti hojně používána a dalo by se jí označit za tradiční materiál stokových sítí. Mnohdy byla životnost kameninové kanalizace až 100 let, avšak hlavně záleží na jednotlivých případech a okolních podmínkách. Tento druh materiálu má mnoho výhod, jako výbornou mezní únosnost a vysokou chemickou odolnost, odolnost proti obrusu a teplotní odolnost. Pozitivum je také možnost materiálu ekologicky recyklovat. Nevýhodou kameninových trub je křehkost a vysoká hmotnost komplikující pokládku (ČSN 72 5200; Šejnoha, 2003).

**Betonový a železobetonový materiál** se z hlediska vývoje zcela změnil a nelze kvalitou srovnávat výrobky například z 80. let s nynějším produktem. Tento materiál se používá k odvodu odpadních neagresivních vod, proto jsou využívány například na výstavbu dešťových kanalizací. Jako každý používaný materiál, tak i tento podléhá mnoho normám ČSN pro vznik, návrh a pokládku. Výhodou je vyšší pevnost v rázu s mezní únosností především ve vrcholovém zatížení, dále také lepší teplotní odolnost a ekologickou možnost recyklace. Nevýhodou je stejně jako u obdobných tuhých materiálů vyšší hmotnost, která omezuje použití v nevyhovujících podmínkách. Rychlost průtoku proudění je omezena, pokud není provedena dodatečná vnitřní výstelka uvnitř trub. Díky ní je omezen obrus a zvýšena životnost materiálu (Šejnoha, 2003).

**Tavený čedič** je materiálem známým především díky výborné chemické odolnosti, nízkou mírou obrusu, znamenitou tvrdostí a celkovou délkou životnosti materiálu. Tyto vlastnosti jsou vykoupeny vyšší pořizovací cenou a vyšší hmotností. Také je nevhodný k společnému použití s betonovým a železobetonovým materiálem kvůli špatné přilnavosti. Svou funkci plní především v sítích s vysokou rychlostí proudění a chemicky agresivním prostředím. Vhodné použití čediče je ve zděných stokách. Díky vlastnostem tohoto materiálu je možné použít čedič také jako výstelku pro trouby z jiných materiálů, tedy například pro bezvýkopové renovace stok pomocí trubního protlačení. Dalšími výhodami materiálu jsou vysoká odolnost proti mrazu, nízká hydraulická drsnost a nulová míra nasákavosti. Tavený čedič si zachovává své vlastnosti v celé délce výrobku, proto má výbornou životnost a s ní spojené minimální náklady na opravy. Jako u obou výše zmíněných materiálů tuhých trub i



zde platí za nevýhodu vyšší hmotnost, ale také menší množství úprav výrobku, specifické požadavky na použití a omezení v rozměrech a délkách možných výrobků. (Šejnoha, 2003).

### 5.2.2 Materiály pružných trub

Systémy trubních sítí tvořené ze směsí různých plastů mají své specifické vlastnosti. Stejně jako ostatní druhy i pružné materiály se řídí podle norem ČSN, které určují například požadovanou pevnost, odolnost vůči vnitřnímu tlaku, tuhost, požadovaný odpor a tak dále. V praxi se tyto druhy pružných trub jako je polypropylen, polyetylen, či polyvinylchlorid používají ve vodovodních systémech k dopravě vody (Šejnoha, 2003; ČVTVHS, 2003).

**Polyvinylchlorid** je nejstarším a nejdéle používaným druhem materiálu sloužícího pro výrobu potrubních sítí, které slouží k zásobování a dopravě vody. Tento materiál patří do skupiny levnějších druhů trubních materiálů, avšak je velmi obtížně recyklovatelný. Za hlavní výhodu PVC považujeme nízkou míru obrusu, snadnou pokládku trub, již zmiňovanou cenu, dobrou chemickou odolnost a v neposlední řadě nízkou hmotnost. Za nevýhody tohoto materiálu považujeme malou rázovou pevnost, složité opravy a omezenou únosnost (Šejnoha, 2003).

**Polypropylen** je poměrně novým druhem materiálu, používaným od roku 1995. Zajímavými vlastnostmi polypropylenu je zachování stejných standardů i při teplotách pod bodem mrazu, vysoká odolnost proti chemikáliím a možnost ekologické recyklovatelnosti. Nevýhodou je vyšší cena materiálu (Šejnoha, 2003).

**Polyetylen** je tvrdým materiálem používaným v nízkotlakých systémech. Tento materiál můžeme najít v stokových vodních sítích, a to kvůli dobré odolnosti proti chemickému působení odpadních vod. Také je vhodný jako materiál pro výstavbu dešťových sběračů. Za kladné vlastnosti tohoto materiálu považujeme výbornou chemickou a rázovou odolnost, nízkou míru hydraulické drsnosti a nižší hmotnost. Za záporné vlastnosti považujeme teplotní omezení v rámci odolnosti a s ní spojenou vyšší teplotní roztažnost (Šejnoha, 2003).

**Skelný laminát** je tvořen směsí skelných vláken, polyesteru a křemenného písku s vápencovou moučkou. Tento materiál se hojně používá v bezvýkopové oblasti, a to

metodou bezvýkopového protlačování, nebo obnovou pomocí vložkováním. Tento materiál je v praxi rozdělen do tří kvalitativních skupin. První skupina je nejméně náročná a slouží především pro vodovodní řad a odvod odpadních vod. Druhá skupina je teplotně náročnější, a to z toho důvodu, že se používá například v průmyslových rozvodech. Zde se udržuje stálá dlouhodobá teplota 40 °C. Třetí skupina je teplotně nejnáročnější a používá se podobně jako druhá skupina v průmyslových závodech, s tím rozdílem, že u této třídy je dlouhodobá udržovaná teplota 70 °C. Za výhodné vlastnosti považujeme dobrou chemickou odolnost, nízkou míru hydraulické drsnosti, nižší hmotnost a také výše popsany výběr kvalitních tříd dle náročnosti použití. Negativa skelného laminátu je nižší odolnost proti obrusu a neuskutečnitelnost ekologické likvidace (Šejnoha, 2003).

### **5.2.3 Materiál polotuhých trub**

Materiály polotuhých trub jsou výjimečné především pro svoji schopnost přizpůsobit se na aktuální vlivy a schopností reagovat na okolní změny. Tou může být například změna zátěže či posun a sedání podloží. Tyto nastalé změny by neměli mít vliv na funkčnost a vznik prasklin či deformaci (Šejnoha, 2003; ČVTVHS, 2003).

**Tvárná litina** je odolná vůči tlaku, smyku a ohybu, a proto je hojně využíván v místech se zvýšenou měrou zatížení, například v gravitačních stokách se skluzovou tratí či spadištěm. Trouby z tohoto materiálu mohou mít různou formu ochrany, a to buď vnější, nebo vnitřní. Vzniká pomocí nástřiků pryskyřicí, či pozinkováním nebo výkladem cementovou maltou. Přirozeně pořizovací náklady při zvolení tvárné litiny jsou vyšší, ale cena je vykoupená vlastnostmi a životností. U tohoto materiálu rozeznáváme dva druhy, a to v provedení tvárné či šedé litiny. Tvárná litina obsahuje kuličkový grafit a je odolná a schopná snášet různé deformace. Šedá litina se vyznačuje tím, že obsahuje lamelární grafit. To má za následek, že je tento materiál křehký a lámavý. Kladnými vlastnostmi materiálu jsou zcela minimální poruchovost, dobrá odolnost proti obrusu, korozi, namáhání a zatížení a také možnost využití obou druhů dodatečných ochrany a jejich modifikace. Zápory jsou vyšší hmotnost a vyšší cenová úroveň zařízení (Šejnoha, 2003).

## 6 Údržba stokových sítí

Úkony, které se vykonávají ve stokových sítích, podléhají technickým standardům pro vodohospodářské stavby. Mimo jiné se těmito nařízeními řídí také tlakové a netlakové systémy a podtlakové systémy stokových sítí. Tyto normy a standardy stanovují nároky a požadavky k údržbě a čištění kanalizačních systémů (Hasenöhr, 1987).

Aby stokové sítě plnily řádně svoji funkčnost, je nutné je neustále udržovat a čistit. Zajištění bezproblémového průtoku a s ním spojeného odvodu odpadních vod je důležité pro zamezení vzniku nežádoucích problémů, jako například vytvoření tukových bariér nebo vzniku zapáchajících látek. Údržba také způsobuje zachování či prodloužení životnosti kanalizačních systémů. Obvyklý postup při čištění ne zcela zjevně zanešeného systému je optická prohlídka stoky, která se provádí TV monitoringem. Pomocí tohoto průzkumu dojde ke zjištění skutečného stavu společně s faktickým zhodnocením dalších nálezů, jako jsou netěsnosti či praskliny (ČSN EN 14654-1; Hasenöhr, 1987).

### 6.1 Zanášení kanalizačních systémů

Při užívání kanalizačních systémů mnohdy dochází k jejich zanášení. Hlavním skupinou látek, které se zde vinnou nánosů dostanou, jsou pevné látky, jako různé druhy kamenů, písek, tuk, šterk, kořeny a další. Takovým největším a medializovaným problémem je již zmíněný tuk, který se nesmí do odpadu vylévat. Tento tuk se ve větší míře poté usazuje a vytváří pevné tukové bariéry, které mají tuhost betonu. Tyto bariéry je poté velmi náročné odstraňovat a obnovit správnou funkčnost kanalizace. Míra znečištění s druhy pevných látek nanášených při využívání kanalizace je ovlivněna funkcí stokové sítě. Závisí na jejím druhu a také aktuálním technickém stavu, dále také na typu povrchu a konkrétním území (Gautam & Chattopadhyaya, 2017).

#### Druhy nánosů látek v kanalizačních systémech

**Usazeniny** jsou velmi častým problémem, který vzniká v důsledku působení gravitace. Usazeniny se postupně soustředí na dně kanalizace a v místech, kde je nižší rychlost proudění a průtočnosti. Zde klesá rychlost a síla unášející odpadní

vody. Důležitým faktorem ovlivňujícím množství usazenin je celkové množství pevných látek a také pravidelná údržba a čištění kanalizačního systému. Při zanedbání pravidelné údržby může dojít k celkovému zanesení profilu kanalizace (Gautam & Chattopadhyaya, 2017).

**Inkrustace** na rozdíl od usazenin není ovlivněna pevnými látkami proudícími v odpadní vodě. Vznik inkrustace je podmíněn sloučením odpadních vod s rozdílným chemickým složením a rozdílnou teplotou. Stejně jako u vzniku usazenin dochází bez pravidelné údržby k postupnému zarůstání profilu kanalizace (Gautam & Chattopadhyaya, 2017).

### **Údržba a plán čištění**

Úkony spojené s údržbou a čištěním stokových sítí se řídí dle platných norem a standardů odpovídajících EN 752:2008. Tato norma obsahuje udržitelný plán rozvoje, plán provozu a oprav a také plán údržby.

Čištění je tedy součástí předem připraveného plánu pro údržbu stokové sítě. Hlavním cílem plánu údržby je provádění pravidelných čištění dle rozpisu stok. Plán nemusí obsahovat přesně stanovené a definované postupy, zcela postačující je uvedení obecných postupů (ČSN EN 14654-1; TNV 75 6925).

## **6.2 Účel čištění**

Samostatný úkon čištění rozdělujeme na preventivní nebo urgentní zásah. Preventivní čištění je prováděno neustále a je důležité pro správné fungování kanalizačních systémů. Před čištěním je prováděna obhlídka a zjišťuje se aktuální stav. Díky tomu se prodlužuje životaschopnost celého trubního systému v provozuschopném stavu. Předchází se vzniku defektů a omezuje se vznik nelibých pachů a nánosů. Všechny tyto úkony vedou k optimalizaci efektivnosti a udržení chodu stokového systému i v kritických obdobích jako turistické sezóně nebo období přívalových dešťů (Pauser, 1988).

V případě urgentního čištění předchází tomuto úkonu zjištěná ztráta funkčnosti systému stoky a kanalizačních přípojek. Při tomto úkonu tedy dochází k obnovení funkce a opravě vzniklých problémů. Například se provádí při odstranění nanesených sedimentů a podobně (Pauser, 1988).



opomínat výsledky z minulých měření, výpočty hydraulických modelů, provozní údaje povodňového stavu, ucpání či dokonce destrukce stoky. V případě chybějících či nedostatečných údajů musí dojít k přepracování či vypracování nového programu, který tyto nedostatky odstraní a bude obsahovat požadované informace (ČSN EN 14654-1; Hlavínek, 2001).

### **Posouzení**

Za úkon posouzení či zhodnocení se považuje identifikace konkrétního místa, ve kterém by mělo dojít k preventivnímu čištění nebo jako následné čištění. Jsou brány v potaz zdroje vyskytujícího se materiálu, o jaký typ kanalizačního systému se jedná a jaký je následný charakter. Při evidenci a spouštění stokového systému se shromažďují informace o každém jednotlivém úseku a jejich popis poté slouží k dosažení optimalizace programu čištění. Do výsledků hodnocení zasahují údaje o aktuálním stavu vyskytujících se druhů odpadních vod, vlastnosti daného systému a místa vyhotovení. V neposlední řadě může obsahovat také videozáznamy, které odkazují na skutečný stav. Nesmíme opomínat výsledky z minulých měření, výpočty hydraulických modelů, provozní údaje povodňového stavu, ucpání či dokonce destrukce stoky. V případě chybějících či nedostatečných údajů musí dojít k přepracování či vypracování nového programu, který tyto nedostatky odstraní a bude obsahovat požadované informace. Veškeré hodnocení systému musí být prováděno dle platné normy EN 13508-1:2012 (Hlavínek, 2001).

Velká část projektu zahrnuje program čištění. Základem je definování rozsahu a cíle tohoto programu společně s harmonogramem dílčích úkonů. Program čištění by měl zajistit bezproblémovou funkci systému, zahrnuje tedy dostačující frekvenci preventivního čištění. Jak už bylo zmíněno výše, cíle tohoto programu čištění vyjadřují požadavek na výkon a míru odstraňování nečistot a sedimentů. U výsledného posouzení proveditelnosti výsledků řešení nejprve hodnotíme cíle celého programu. Díky tomu můžeme stanovit silné a slabé stránky programu, tedy kde dochází k dostatečnému plnění stanoveného čištění a kde je dostačující minimální nutná údržba díky nízkým výkonnostním požadavkům. Bere se v potaz také zvýšení průtočné kapacity v důsledku jejího vyčištění (Hlavínek, 2001).

### 6.3 Metody čištění

Do klasických starých postupů čištění patří níže popsané metody. Nyní jsou prováděny spíše ojediněle a v nutných případech, avšak v minulosti byli nedílnou součástí vývoje čištění.

**Přivalové čištění** je metoda, kdy dojde k zadržení vody v šachtě a poté je po naplnění uvolněna. Způsobená uměle vytvořená přivalová vlna způsobí odvod volných sedimentů dále do kanalizačního systému (Němeček a Šedivý, 1955).

**Čištění postupným dílčím vzdutím** je metodou, kdy dojde k umělému vzednutí hladiny profilu. Nejčastěji se tato metoda provádí vložením speciálního zařízení přímo do potrubí a následně je silou vzedmuté vody posouváno vpřed. Tento způsob odvádí nejen uvolněné sedimenty, ale také při něm dochází k čištění stěn potrubí. Je mnoho druhů speciálních zařízení používaných při této metodě, například štíty, vozy, vzdouvací lodě, koule či vrtule (Němeček a Šedivý, 1955).

**Ruční čištění** je nejklasičtější způsob očišťovacích metod. Při zvolení tohoto způsobu dojde k použití klasické lidské práce. Používají se nástroje jako sbiječky, kladiva, lopaty či tryskové pistole, a především vhodné ochranné prostředky a pomůcky (Němeček a Šedivý, 1955).

#### Vysokotlaké čištění

Novější metodou provádění čištění je pomocí vysokotlakého způsobu čištění. Vysokotlaké či chcete-li hydrochemické čištění je nejrozšířenějším a nejvíce efektivním prostředkem pro odstraňování pevných látek z odpadního kanalizačního systému. Princip je postaven na silných vodních tryskách, které proudí z různých druhů pracovních nástrojů a tím uvolňují usazené pevné látky a posílají je dále do kanalizace, kde jsou následně odstraněny (Gautam & Chattopadhyaya, 2017).

#### Speciální způsoby čištění

**Chemické čištění** je úkon, při kterém dochází k odstranění inkrust. Jak již bylo zmíněno v kapitole o obsahu kanalizačních systémů, tak odstranění inkrustace vyžaduje chemickou metodu čištění. Tato metoda je podmíněna vhodnými podmínkami pro použití, tedy provádí se pouze v chemicky odolném a nenarušeném

trubním systému. Používané látky jsou především kyseliny, louhy a specifická rozpouštědla. Hlavním účelem aplikace chemického čištění je neutralizace vnitřního povrchu potrubního systému (Gautam & Chattopadhyaya, 2017).

**Mechanické čištění** využívá surovou automatizovanou sílu skrze různé druhy nástrojů z oceli. Většinou je pohon těchto nástrojů elektrický, avšak může být i ruční. Konce nástrojů mají různé nástavce, jako vrtáky či frézy. Tyto speciální nástavce jsou schopné odstranit silně zatvrdlé usazeniny (Gautam & Chattopadhyaya, 2017).

**Biologické čištění** využívá metodu, při které jsou použity bakterie. Ty jsou poté schopny odstranit nejen zápach, ale také tuk, fenoly, proteiny a různé druhy vláknitých látek z povrchu kanalizace. Aktivace bakterií v praxi probíhá vložením do recipientu v suchém stavu, kde dojde k rozpuštění a aklimatizaci na teplotu odpadní vody. Působnost bakterií je minimálně tři měsíce po užití (Gautam & Chattopadhyaya, 2017)



## 7 Bezvýkopové technologie

Využívání techniky bezvýkopové technologie jako postupu pro budování a pokládka inženýrských soustav sítí, či jejich oprav a rekonstrukcí již užívaných sítí rozumíme jako způsob, při kterém dochází k velmi výrazné minimalizaci použití výkopových prací. Současným trend stále více směřuje k intenzivnějšímu využívání bezvýkopových technologií, z důvodu šetrnému nakládání s životním prostředím při provádění prací. Využití bezvýkopové technologie a preferování jí před klasickým výkopem je také úsporné z hlediska časové náročnosti na místě vyhotovení. Nesmíme ovšem opomínat časovou náročnost přípravy projektu bezvýkopovou technologií, protože samotná příprava a správné výpočty jsou často velice zdlouhavé, avšak následné zhotovení je oproti výkopu nesrovnatelně kratší. Mimo jiné tedy neomezují okolí, jako například dopravu ve městě či život rezidentů na daném místě. Mimo to řeší problém s povolením výkopu na soukromém pozemku, či místo s novou zástavbou. Využití této technologie tedy nalezneme v oblasti vodovodních sítí, tlakových a spádových kanalizací, plynovodů, telekomunikačních kabelovodů a napěťových kabelů. Norma, dle které se bezvýkopové technologie řídí, je ČSN EN 12889 a nese označení Bezvýkopové provádění stok a kanalizačních přípojek a jejich zkoušení (Bezrouk, 2008; Franczyk et al., 2012).

### 7.1 Nová pokládka

Nová pokládka		
Bez obsluhy na čelbě		S obsluhou na čelbě
Neřízené	Řízené	
Propichované	Mikrotunelování	Protlačované
Vodorovné beranění	Řízené horizontální vrtání	Štítování
Horizontální vrtání	Směrové vrtání	Ruční ražba

Tabulka 2 - Základní členění u nové pokládky. Zdroj: Franczyk et al., 2012

### 7.1.1 Neřízené metody bez obsluhy na čelbě

Při tomto zvoleném způsobu budování nové sítě se využívá čistě pouze razicí stroj. K využití pracovníků dochází pouze za mimořádných okolností a podmínek. Rozhodnutí o použití této konkrétní metody vyplývá především z vhodných podmínek, což v praxi znamená, že není nutná úprava vrtaného směru. Z tohoto důvodu je omezení využití při pokládkách, které mají jasně danou exaktnost a větší vzdálenost. Výhodou této metody je tedy jednoduchost celého systému, tedy nenáročnost a rychlost. Nevýhodou je řada omezení použitelnosti a nutnost dobrých podmínek v trase razení (Klepsatel & Raclavský, 2007).

#### Propichování

Tato metoda funguje na principu rázového pohybu kladiva, které takzvaně propichuje zeminu. Kladivo začíná pracovat ze startovací jámy, z které směřuje postupně určeným směrem a svým pohybem vytlačuje zeminu do stran a vytváří tak prostor pro pokládku nového potrubí. Jednou z hlavních výhod je možnost pokládky potrubí současně s razícím kladivem. Dodatečná pokládka je možná pouze za vhodných podmínek, tedy dostatečně únosné půdy. Dalšími výhodami jsou nižší cena, jednoduchá manipulace a rychlost provedení. Nevýhodami jsou malá přesnost a využití spíše na kratších úsecích s malými průřezy (Franczyk et al., 2012).



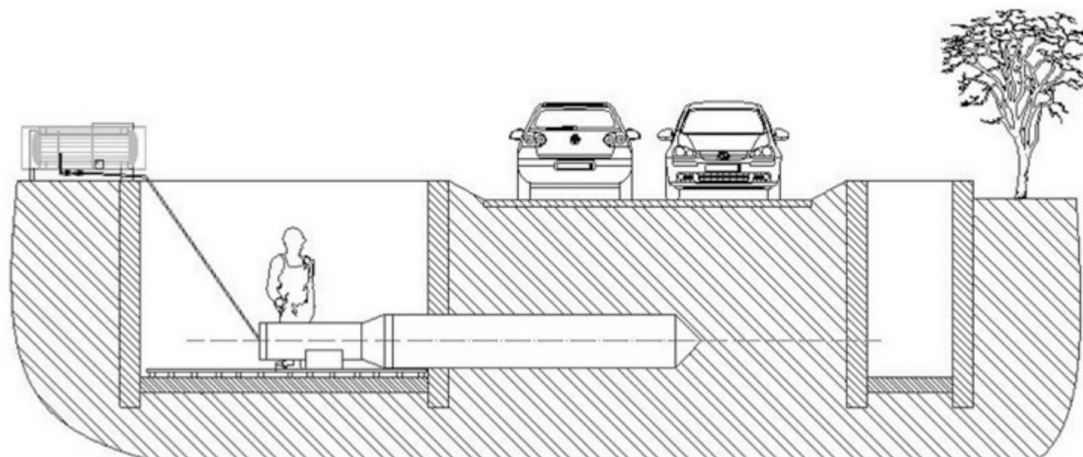
Obrázek 3 –Metoda propichování. Zdroj: <https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-2.brozura.pdf>

#### Vodorovné beranění

Tato metoda se dále dělí na beranění se zaslepeným čelem a beranění s otevřenou troubou. Obě metody jsou rozdílné špičkou beranícího zařízení.

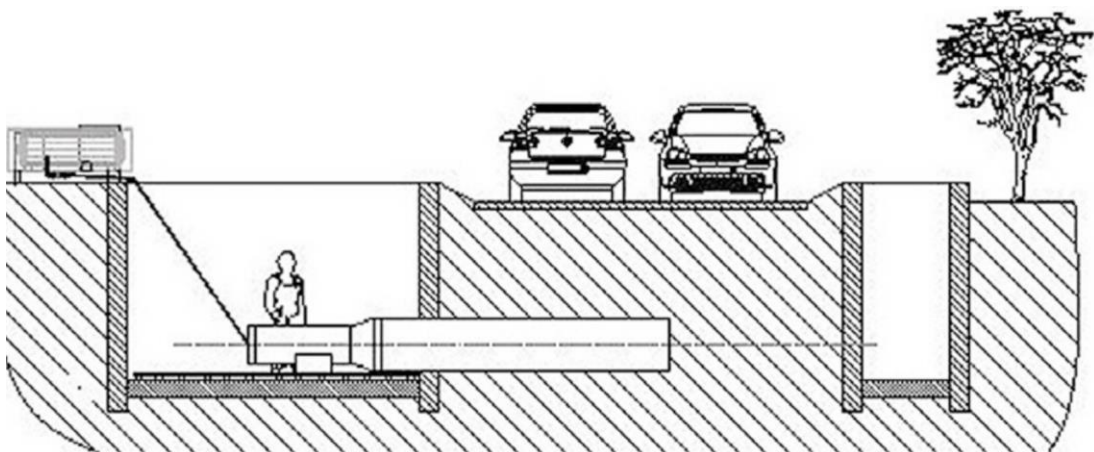
První zmíněnou metodou tedy beranění se zaslepeným čelem funguje na podobném principu jako výše popsané propichování, jen s tím rozdílem že u této metody je

průměr záboru půdy o řády vyšší, tedy DN 300 – DN 500 (propichování max. do DN 200).



Obrázek 4 - Metoda beranění se zaslepeným čelem. Zdroj: <https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-2.brozura.pdf>

Druhá metoda, tedy beranění s otevřenou troubou funguje na stejném principu pohybu beranícího zařízení, avšak nedochází k vytlačení zeminy směrem do stran, ale zemina je natlačena dovnitř potrubí. Tato zemina je následně odstraněna pomocí hydraulického vytlačení, či vyvrtání (Franczyk et al., 2012).

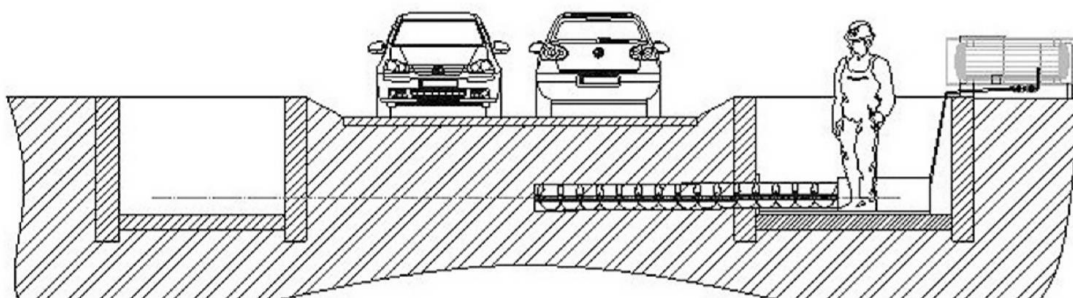


Obrázek 5 – Metoda beranění s otevřenou troubou. Zdroj: <https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-2.brozura.pdf>

### Horizontální vrtání

Při použití metody horizontálního vrtu dochází ke spojení dvou principů vrtání. Kombinuje prvek vrtání na špičce nástroje a zatlačování roury. Zmíněná vrtná hlava na

začátku nástroje vytváří svým pohybem nutný prostor pro další postup. Těžená zemina, která při tomto úkonu vzniká je postupně odtěžována šnekovým vynášením. Volba vrtné hlavy závisí na půdních podmínkách v dané lokalitě. Výhodou při použití této metody je stabilita při průběhu vrtání. Nevýhodou je poměrně výrazné omezení v délce použití, a to na zhruba 50 až 80 metrů s průměrem do 800 mm (Franczyk et al., 2012).



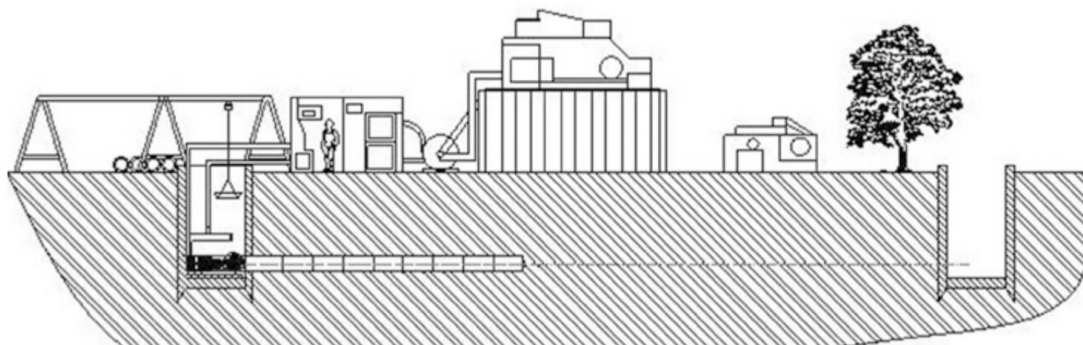
Obrázek 6 - Metoda horizontálního vrtání. Zdroj: <https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-2.brozura.pdf>

### 7.1.2 Řízené metody bez obsluhy na čelbě

Hlavním prvkem této skupiny je kontrola a usměrnění při provádění úkonů, tedy při vrtání nebo protlačování. Směr může být určován v průběhu, či v určitých bodech úseku nebo je přímo určená a zaměřená pomocí vodícího vrtu. S přihlédnutím na tyto vlastnosti se tyto metody využívají při výstavbách dlouhých úseků s notnou přesností položení (Franczyk et al., 2012).

### Mikrotunelování

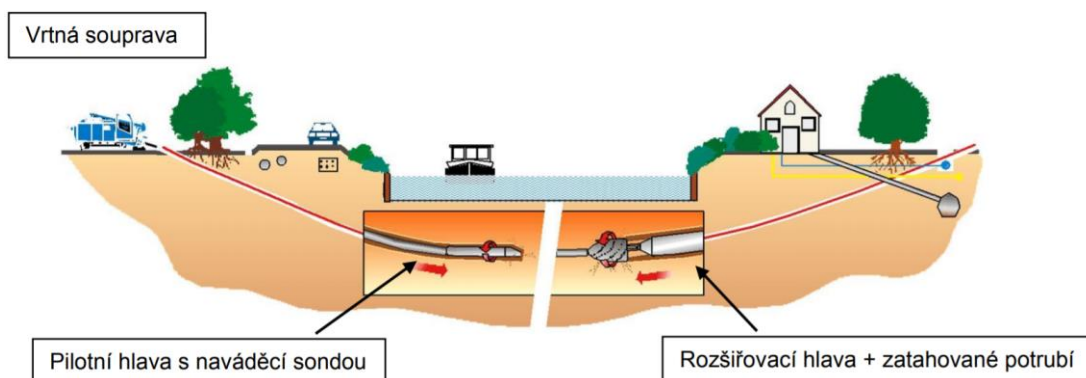
Jak již název této metody napovídá, podstatou této metody je vtláčování tlačných trub díky mechanizovanému razicímu stroji, kdy současně dochází i k odtěžování zeminy. Nová pokládka je utvářena ze startovací jámy, kdy je vkládána postupně za razicím strojem pomocí zatlačování tlačného zařízení. Řízení směru zajišťuje hydraulicky ovládaná hlava zařízení. Výhodou je rychlost vyhotovení a velmi vysoká přesnost. Nevýhodou je větší zábor pozemku a vyšší finanční náklady (Thomson, 1993).



Obrázek 7 - Metoda mikrotunelování. Zdroj: <https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-2.brozura.pdf>

### Řízené horizontální vrtání

Při zvolení této metody se provede nejprve pilotní vrt, který musí být správně zaměřen a proveden, neboť slouží jako taková ryska trasy horizontálního vrtu. Při správně provedeném pilotním vrtu je následně tato základní trasu horizontálním vrtem rozšířena na požadovaný průměr. Výhodou této metody je nízké náklady na provedení. Nevýhodou metody je nižší rychlost vyhotovení (Bayer, 2005).



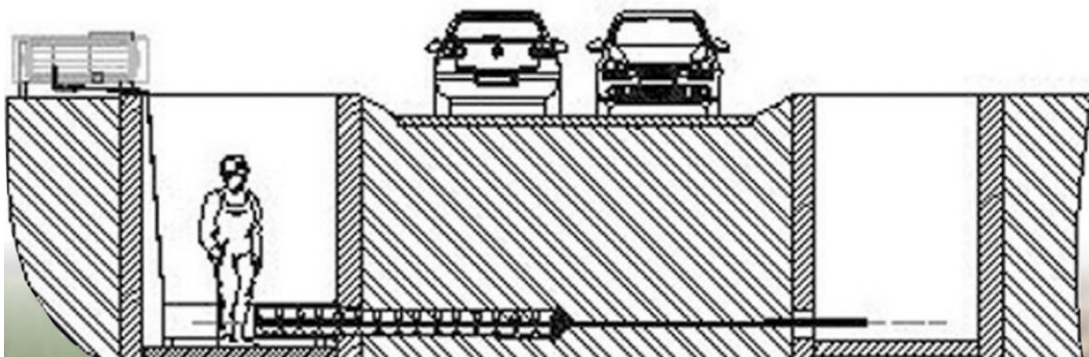
Obrázek 8 - Směrově vrtané potrubí. Zdroj:

[https://www.czstt.cz/sites/default/files/soubory/hdd\\_verze\\_14.8.2018\\_pro\\_web\\_czstt\\_s\\_logem\\_002\\_0.pdf](https://www.czstt.cz/sites/default/files/soubory/hdd_verze_14.8.2018_pro_web_czstt_s_logem_002_0.pdf)

### Směrové vrtání

Principem této metody je předem provedený pilotní vrt, který je dálkově řízený vysílačem. Po provedení pilotního vrtu v celé délce je v cílové jámě pomocí montáže sestrojena rozšiřovací vrtná hlava, která je následně zatažena zpět spolu s potrubím dané délky. Výhodou této metody je rychlost provedení vrtu a vysoká flexibilita, protože při použití této metody je možné vyhnout se různým podzemním překážkám. Nevýhoda souvisí s již zmíněnou flexibilitou, a to že při změně plánované trasy a

vybočení může docházet k problémům u gravitačních vedení, kdy je důležitý plynulý spádový profil (Franczyk et al., 2012).



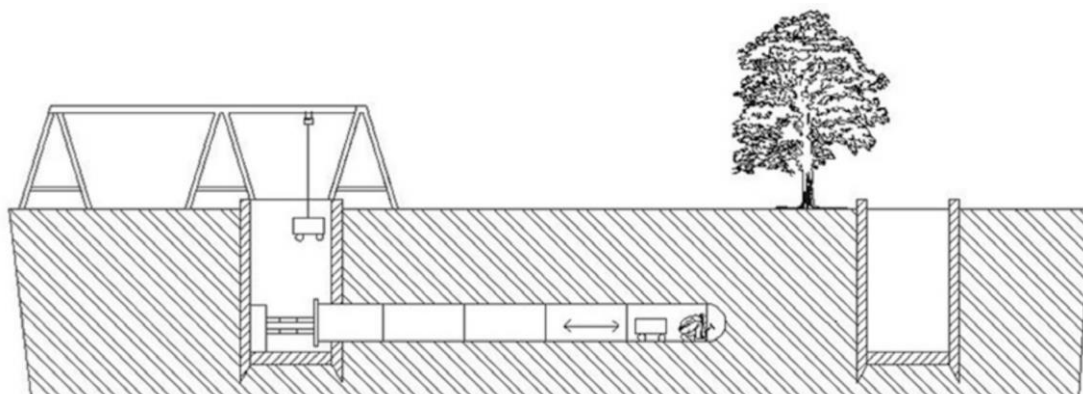
Obrázek 9 - Metoda směrového vrtání. Zdroj: <https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-2.brozura.pdf>

### 7.1.3 Metody s obsluhou na čelbě

Základním znakem těchto metod jsou pracovníci, kteří jsou součástí týmu společně s technologiemi a nástroji při uskutečňování nové pokládky. Z níže zmíněných tří metod jsou směrově říditelné pouze metody protlačování a štítování (Franczyk et al., 2012).

#### Trubní protlak

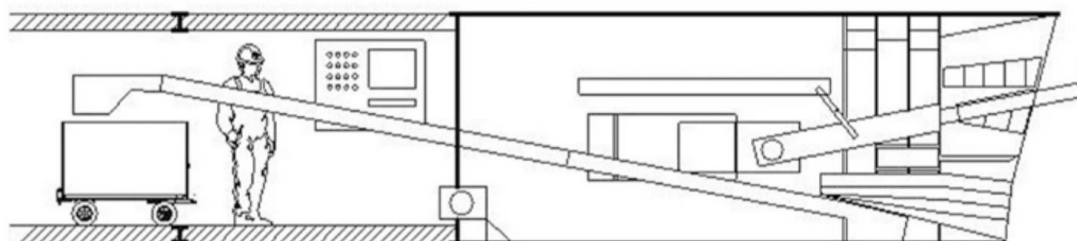
Poznávacím znakem této metody je protlačování trub do zeminy hydraulickými válci. Na špičce razicího zařízení je umístěn ochranný štít, který řezem rozděljuje zeminu a zároveň dochází i k odvodu zeminy. Výhodou metody trubního protlaku jsou nízké náklady a možné odstraňování překážek z čelby ražení. Nevýhodou je vyšší riziko spojené s lidskou prací v malém prostoru a poměrně vyšší pracnost (Franczyk et al., 2012).



Obrázek 10 - Metoda trubního protlaku. Zdroj: <https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-2.brozura.pdf>

## Štítování

Tato metoda se ještě dále dělí na dvě podskupiny, a to na částečně mechanizované štítování a nemechanizované štítování při odtěžování zeminy. Samotné štítování je metoda založená na ražení zeminy pomocí takzvaných tunelovacích štítů, které jsou svařené do konstrukce z ocelového plechu a jsou dále vyztužená například příčnými rámy. Výhodou této metody je větší bezpečnost práce oproti klasické ražbě. Nevýhodou jsou omezení daná konkrétní lokalitou a geologií a možnost deformace nadloží (Franczyk et al., 2012).

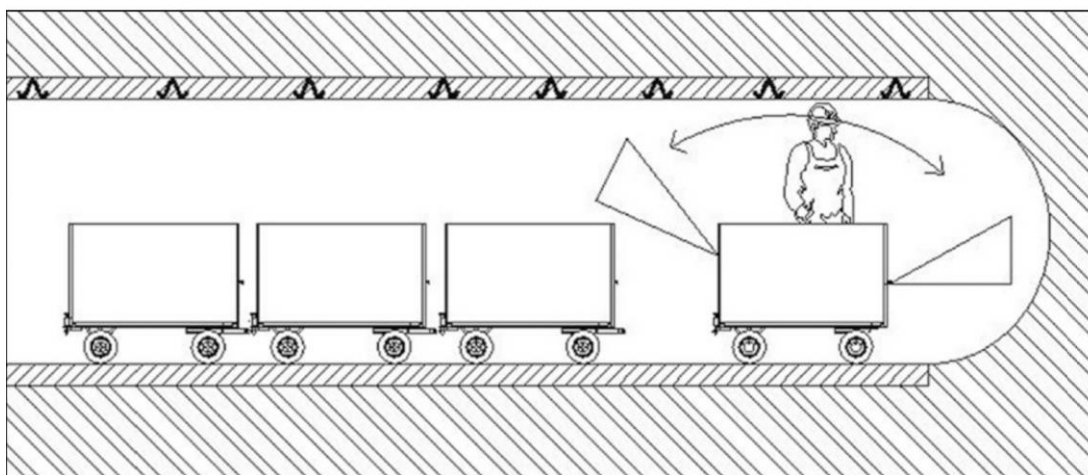


Obrázek 11 - Metoda štítování. Zdroj: <https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-2.brozura.pdf>

## Ruční ražba

Tato metoda je klasickým způsobem provedení ražby. Je tedy prováděna za přítomnosti pracovníků na čelbě ražení, kteří narušují zeminu za pomoci různých k tomu uzpůsobeným nástrojům jako například sbíjecí kladiva. Vytěžená zemina se posléze odstraní pomocí mechanických nakladačů a dopravníkového pásu. Prostor, ve kterém dochází k ražbě, je zajištěn podpěrnými výztužemi. Do vzniklého prostoru vytvořeného ražbou je pokládáno vedení a okolní zbytkový prostor je vyplněn směsí,

nebo může sloužit údržbě jako kolektor. Výhodou ruční ražby je velká míra flexibility. Nevýhodou je vysoká pracovní náročnost, pomalá postupnost prací a možné vyšší náklady při zhoršení půdních poměrů (Franczyk et al., 2012).



Obrázek 12 - Metoda ruční ražby. Zdroj: <https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-2.brozura.pdf>

## 7.2 Rekonstrukce sítí

Rekonstrukce sítě		
Renovace	Obnova	Opravy
Vyvložkování souvislým potrubím	Vytlačování	Kontaktní injektáž
Vyvložkování spirálou	Burstlining	Utěšňování
Nástříkové materiály	Pipe eating	Lokální opravy

Tabulka 3 - Základní členění rekonstrukce sítě. Zdroj: Franczyk et al., 2012

Pod pojmem rekonstrukce sítě se skrývá činnost, která vede ke zlepšení provozu a celkové funkčnosti potrubí. Nutnost rekonstrukce je mnohdy dána dobou používání, a tedy opotřebením nebo poruchovostí. Při rekonstrukci je potrubí je nahrazeno stávající nevyhovující v původní dráze vedení nebo v nově vytvořené dráze.

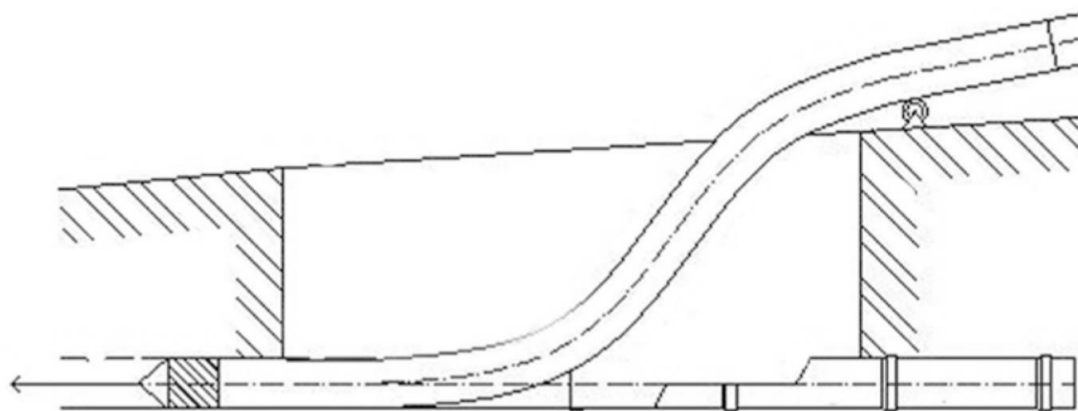


### 7.2.1 Renovace

Hlavním výsledkem renovace by mělo být dosažení totožných, či spíše lepších parametrů daného potrubí. Při renovaci se používají metody, které mají nedestruktivní charakter, tedy původní potrubí zůstává zachováno a pomocí bezvýkopových technologií se jeho vnitřní povrch obnoví, či je zataženo novými trouby (Franczyk et al., 2012).

#### Vyložkování souvislým potrubím

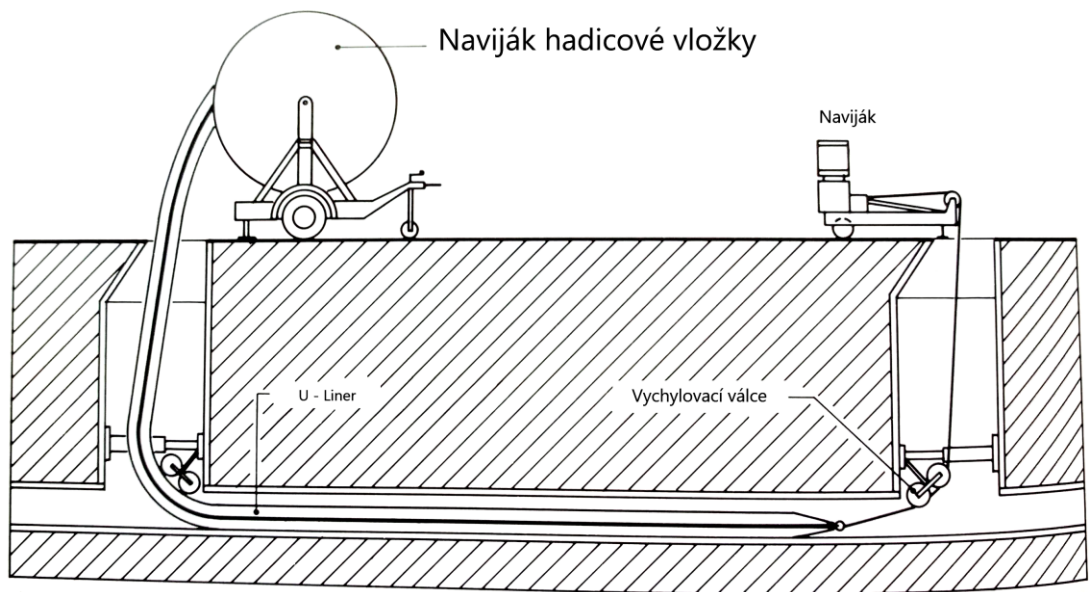
Při použití tohoto postupu je principem zatažení úplně nového potrubí o menším průměru do stávajícího potrubí. Nově zatažené potrubí po ukončení prací převezme funkci stávajícího potrubí. Výhodou této metody je jednoduchost provedení a poměrně rozsáhlé spektrum využití pro rozdílné velikosti potrubí. Nevýhodou použití je neúplné spojení nového potrubím se starým, proto je nutné meziprostor mezi oběma druhy vyplnit. Také logicky dojde ke zmenšení profilu potrubí (Franczyk et al., 2012).



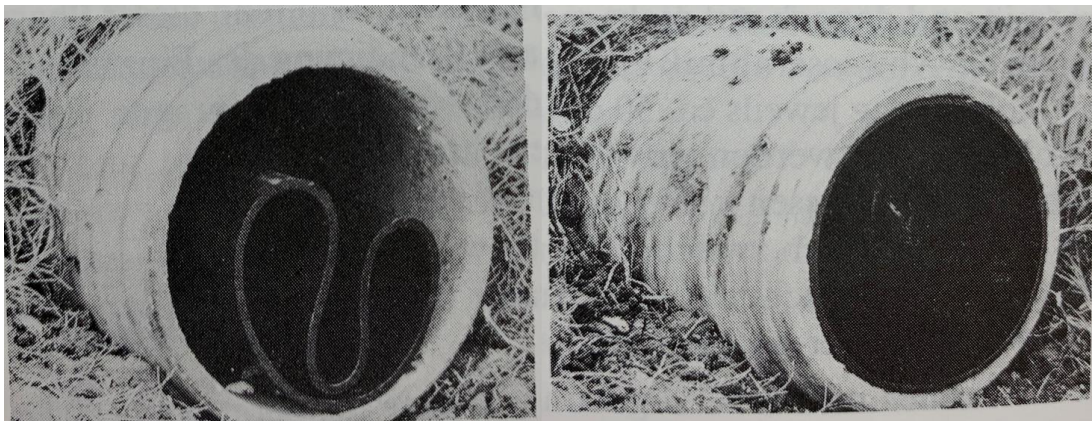
Obrázek 13 - Metoda vyložkování souvislým potrubím. Zdroj:  
<https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-.brozura.pdf>

#### Zatahování dočasně zdeformovaných trub

Tato metoda je často označována také jako takzvaná close-fit metoda. To znamená, že původní potrubí je renovováno pomocí dočasně zdeformovaných trubek, které se po zatažení vlivem horké páry vyrovná a přilne k povrchu původního potrubí. Tím dojde k velmi těsnému přilnutí obou trub. Výhodou je flexibilita rozhraní pro různé velikosti potrubí, také rychlost a jednoduchost úkonu. Nevýhodou je zmenšení finálního profilu potrubí (Franczyk et al., 2012).



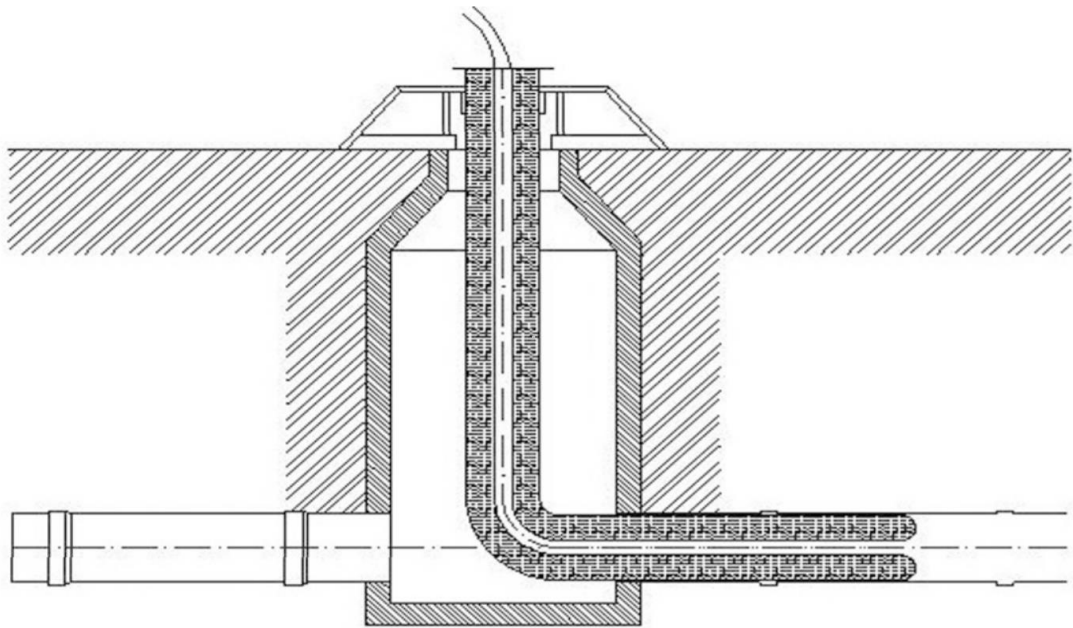
Obrázek 14- Metoda zatahování dočasně deformovaných trub. Zdroj: Stein, 1987



Obrázek 15 - Deformovaná a narovnaná výstelka. Zdroj: Stein, 1987

### Vyložkování na místě vytvrzovanými hadicemi

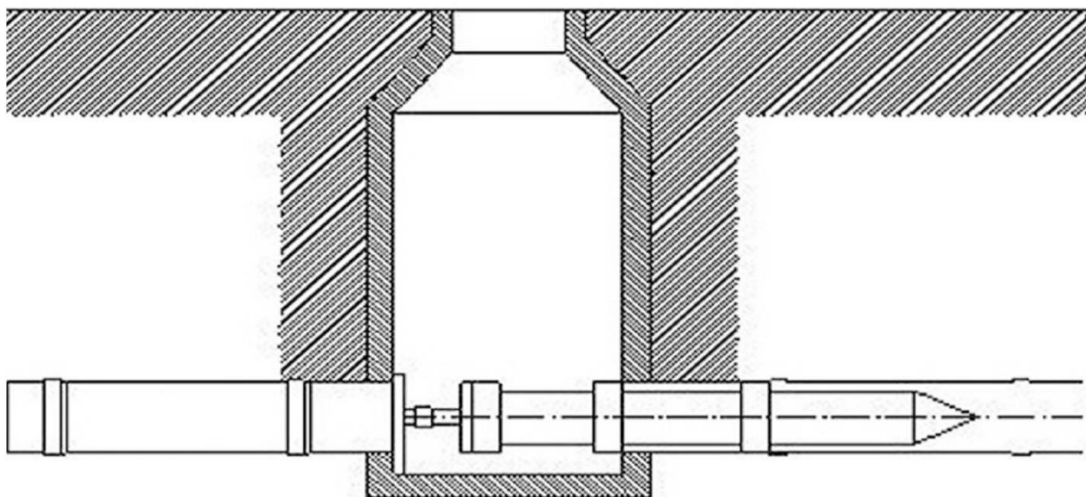
Při použití této metody se zavádí směs pryskyřice společně s textilní látkou, které se posléze vytvrzují horkou vodou či párou a tím vzniká nový vnitřní povrch stěn potrubí. Výhodou této metody je velký rozsah použitelných profilů a dostatečně dobrá přilnavost ke stávajícímu potrubí. Nevýhodou může být z dlouhodobějšího hlediska nižší únosnost a životnost (Franczyk et al., 2012).



Obrázek 16 - Metoda vyložkování vytvrzovacími hadicemi. Zdroj: <https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-2.brozura.pdf>

### Vyložkování spirálou

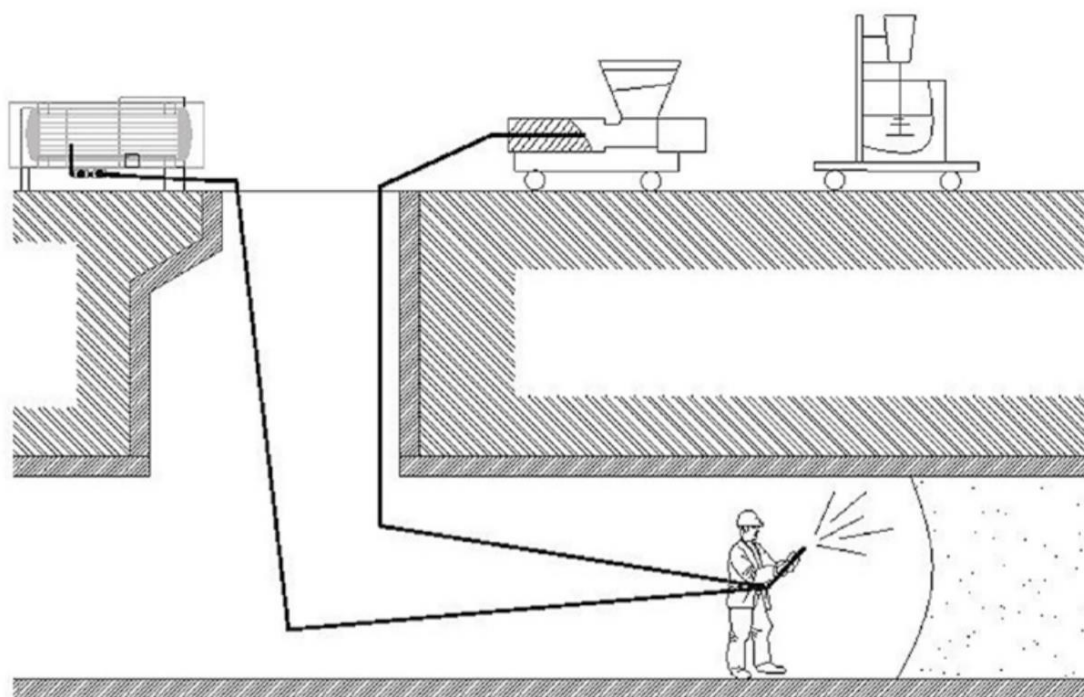
Postup při zvolení vyložkování spirálou se provádí postupným zasouváním vložky, která je spirálově navinuta. Samotná vložka je utvářena přímo na místě renovace v pracovní jámě ze směsi polyethylenových pásů, které jsou k sobě pevně spojeny. V praxi má tato metoda velmi dobrou přilnavost. Nevýhodou metody je vysoká pracnost užití (Franczyk et al., 2012).



Obrázek 17 - Metoda vyložkování spirálou. Zdroj: <https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-2.brozura.pdf>

## Nástřikové materiály

Jak již název napovídá, tak tato metoda má princip v aplikování nástřiku různých druhů vrstev. Užívají se nástřiky cementové malty nebo vícesložkové epoxidové pryskyřice. Aplikace probíhá vždy po kompletním očištění původního povrchu potrubí. Výhodou této metody jsou poměrně nízké pořizovací náklady a velmi rychlé provedení. Nevýhodou je rychlejší stupeň obrusu než například u vyvločkování a celkové zpevnění potrubí není tak výrazné (Franczyk et al., 2012).



Obrázek 18 - Metoda nástřiku materiálu. Zdroj: <https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-2.brozura.pdf>

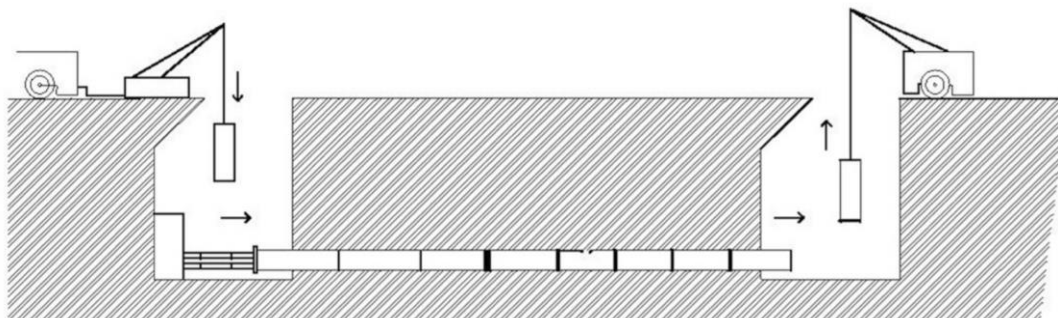
### 7.2.2 Obnova

Při obnově dochází k nahrazení stávajícího potrubí zcela novým potrubím. Důvodem k takto destruktivnímu úkonu může být špatný stav původního potrubí nebo už nevyhovující provozní hledisko (Krejčí, 2003).

### Vytlačování

Při použití této metody je původní nevyhovující potrubí vytlačeno a vytaženo z půdy a zároveň s tím je zataženo nové potrubí. Výhodou použití této metody je kompletní odstranění bez možných úlomků, či střepů z původního potrubí. Nevýhodou je

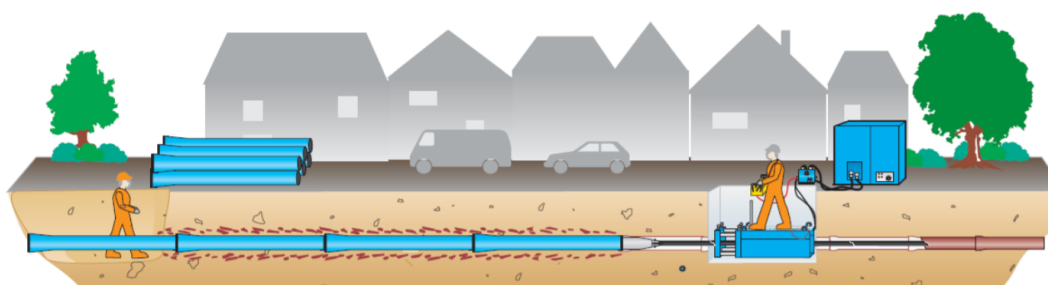
poměrně velká obtížnost provedení a nutnost likvidace původního odstraněného potrubního materiálu (Franczyk et al., 2012).



Obrázek 19- Metoda vytlačování. Zdroj: <https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-2.brozura.pdf>

### Berstlining

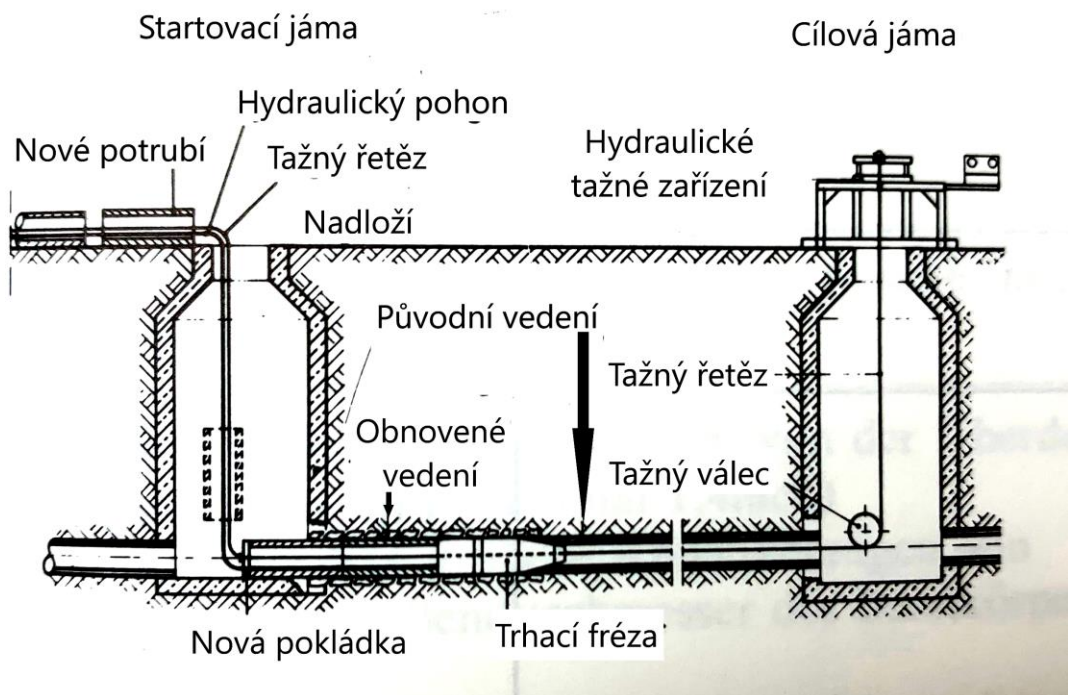
Metoda berstliningu spočívá v destrukci a odstranění původního nevyhovujícího potrubí a společně s tím zatažení nového potrubí. Destrukce probíhá dvěma způsoby, a to dynamickým či statickým trháním. První zmíněný způsob je uskutečňován pomocí pneumatických kladiv společně s trhací hlavou. Vzniklé kusy a střepy jsou dále roztlačovány do okolí a do vzniklého prostoru je zatahováno nové potrubí. Druhý způsob je uskutečňován trhací hlavou a expandérem. Nové potrubí je zatahováno za pomoci zatahovacího lana. Výhodou této metody je velký rozsah uplatnění, rychlost provedení a možnost korekce směru vedení. Nevýhodou je možné užití pouze u kruhových průřezů, velká hlučnost a vytlačování nadloží (Rameil, 2007)



Obrázek 20 - Metoda berstliningu. Zdroj: [https://www.czstt.cz/sites/default/files/soubory/berstlining-pro\\_web\\_czstt\\_28.08.2018\\_slogem\\_0.pdf](https://www.czstt.cz/sites/default/files/soubory/berstlining-pro_web_czstt_28.08.2018_slogem_0.pdf)

## Pipe eating

Tato metoda je založena na použití plnoprofilové frézy s hroty z tvrdého kovu, které ničí původní potrubí. Vzniklé kusy jsou postupně drceny a odváženy pomocí šnekového dopravníku nebo hydrodopravy. Do nově vzniklého prostoru je zatlačováno nové potrubí o stejném či větším průměru. Výhodou použití této metody je odvod veškerých vzniklých kusů materiálu ze stávajícího potrubí. Nevýhodou je poměrně velká pracnost a hlučnost (Kapadiya, 2014).



Obrázek21 -Metoda pipe eatingu. Zdroj: Stein, 1987

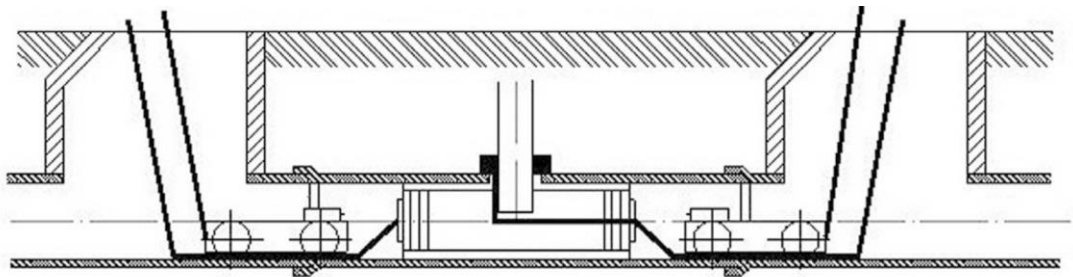
### 7.2.3 Opravy

Pojmem opravou je myšlena konkrétní určená sanace. Opravy se provádí pouze v konkrétním místě nebo omezeném úseku na jinak funkční síti. Úkony jsou prováděny pracovníky, ale stále více pracovních postupů je prováděno pomocí robotů, kteří se dostanou i do těžko dostupných a malých prostorů (Kapadiya, 2014).

### Kontaktní injektáž

Tento úkon se provádí při nutnosti utěsnění vzniklých prasklin a netěsností. Dle konkrétního případu je prováděna manuálně, či pomocí robotů. Výhodou použití této

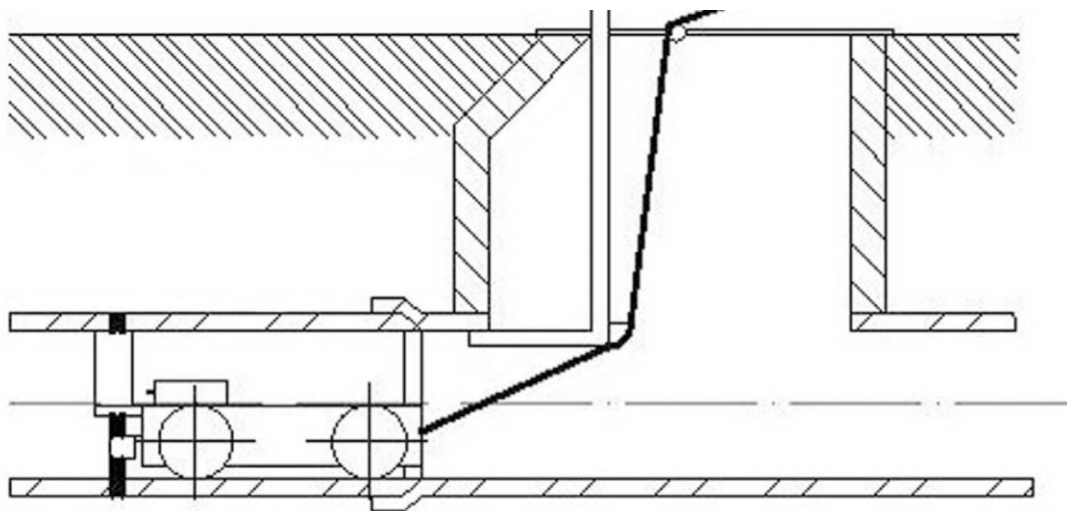
metody je úspornost, kdy se poruchy vyskytují pouze v nízké míře na jinak bezproblémovém potrubí (Kapadiya, 2014).



Obrázek 22 - Metoda kontaktní injektáže. Zdroj: <https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-2.brozura.pdf>

### Utěšňování

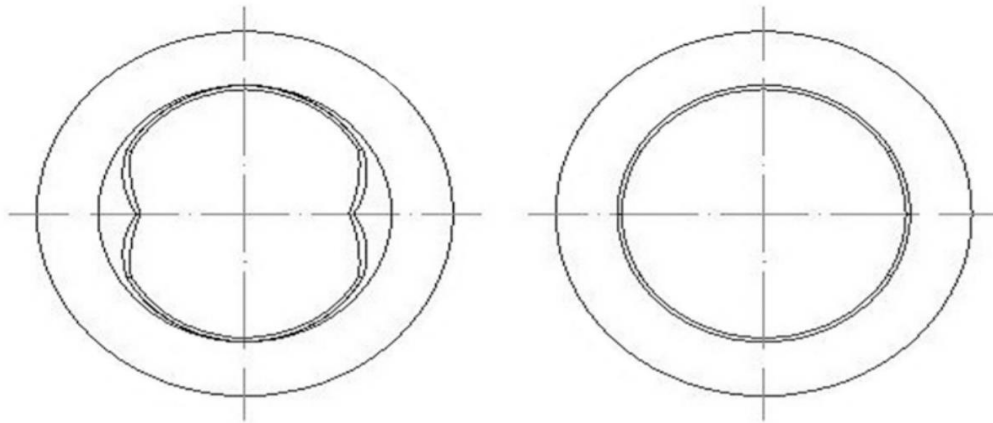
Při použití metody utěšňování je užito speciálních stěrek, pomocí kterých se ručně nanáší těsnící materiál. Výhodou je jednoduchost, rychlost a nízké finanční nároky. Nevýhodou je nízká životnost opravy a v každém případě nemusí být dostatečná (Kapadiya, 2014).



Obrázek 23 - Metoda utěšňování. Zdroj: <https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-2.brozura.pdf>

### Lokální opravy

Tato metoda je používána v místech, kde došlo k deformaci nebo narušení potrubí. Je využíváno těsnících rukávů, které nahrazují chybějící potrubí na daných místech. Výhodou metody je možnost opravy pouze v nezbytně nutném rozsahu bez nutnosti sanace delšího úseku potrubí. Nevýhodou je menší statická únosnost opraveného úseku (Kapadiya, 2014).



Obrázek 24- Profil lokálních vložek. Zdroj: <https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-2.brozura.pdf>

### 7.3 Volba bezvýkopové technologie

Přesná metodika pro výběr bezvýkopové technologie není pro všeobecné užití zpracována. Každý jednotlivý případ je nutné zevrubně posoudit z různých úhlů pohledu zúčastněných stran, tedy strany vlastníka sítě, provozovatele a projektanta (Adamec, 2008).

Cílem rozhodnutí všech zúčastněných je rozhodnutí mezi novou pokládkou, či rekonstrukcí a dále zvolit mezi klasickým výkopem, či alternativou v podobě jedné z bezvýkopových metod. Nelze vždy striktně užit pouze jednu variantu, protože často je nejefektivnějším řešením kombinace obou výše zmíněných postupů (Adamec, 2008).

### 7.4 Technické a ekonomické hodnocení bezvýkopových metod

Hledisko při finálním rozhodování o hospodárnosti a výhodnosti užití bezvýkopové metody je postaveno na srovnání finančních a časových nákladů na realizaci a výstavbu. S postupným vývojem stavebních materiálů a také vývojem bezvýkopových metod se otevírají nové možnosti a pracovní postupy. Důležitým faktorem je míra a zhodnocení rizika narušení životního prostředí. Dále je nutné zvážit narušení a omezení dopravy zasahující oblasti uloženého podzemního vedení. Dalším faktorem je energetická náročnost zvolené metody, porovnání úspory práce a času výstavby. Při zkouškách nových technologií musíme brát v potaz také návratnost vynaložených investic (Klepsatel, 1986; Najafi, 2013).



## 8 Metodika

Postup práce je vyhotoven rešeršní metodou, která je založena na sběru a kompletování informací potřebných k zpracování určených cílů. Konkrétním cílem je tedy porovnání dvou rozdílných metod vyhotovení, a to pomocí výkopové a bezvýkopové metody.

Použité zdroje, ze kterých jsem čerpal data pro tuto práci, jsou především z odborných knih, skript a publikací. Dále jsem čerpal z elektronických zdrojů, jako vědeckých a odborných článků. Veškeré citace jsou zmíněné v textu vždy za odstavcem a celé znění citovaného zdroje pak na konci dokumentu v podkapitole použitá literatura.

Mimo to jsou v této práci užity fotografie zachycující momenty z prováděné rekonstrukce, které jsem na místě vyhotovil se souhlasem provozovatele Vrchlice-Maleč a.s. Fotografie by měly poukázat na konkrétní detaily a časový harmonogram provedených prací.

Jeden z důležitých zdrojů porovnání a finálního posouzení obou metod jsem obdržel taktéž od zhotovitele opravy tedy firmy Vrchlice-Maleč, a.s. Získal jsem průvodní a technickou zprávu z oblasti Sudoměřické ulice a další data spojená s rekonstrukcí. Hlavní z nich jsou vloženy k nahlédnutí v příloze zhotovené práce.

## **9 Konkrétní návrh pro použití BT**

Jako konkrétní případ pro alternativní návrh použití bezvýkopové technologie byla vybrána rekonstrukce kanalizace, která se nachází v Kutné Hoře, a to v Sudoměřické ulici. Tato ulice leží v historické části města, která nese obdobně jako pražská čtvrť název Žižkov. Tento název není náhodný a úzce souvisí s historií obou měst. Pokud zdůrazňuji historickou významnost, nesmím opomenout i blízký sportovní areál. Mimo historického a kulturního významu má Sudoměřická ulice také dopravní význam a jedná se o frekventovanou ulici z hlediska dopravy. Kromě samozřejmé přítomnosti osobních automobilů vede touto ulicí také trasa autobusové dopravy. Z hlediska uložení vede tato konkrétní trasa kanalizační stoky uvnitř vozovky.

Rekonstrukce kanalizace v Sudoměřické ulici proběhla klasickou výkopovou metodou a mým hlavním záměrem je nastítnit výhody alternativního užití jiné bezvýkopové technologie s ohledem na výše zmíněné okolnosti.

### **9.1 Kutná Hora – Sudoměřická ulice**

Chtěl bych blíže přiblížit důvody pro zvolení tohoto konkrétního města a ulice. Město Kutná Hora se nachází ve Středočeské kraji a to zhruba 70 kilometrů západně od Prahy. Je celosvětově známa především památkami, které jsou uvedeny na seznamu kulturního světového dědictví UNESCO. Vzhledem ke svému historickému významu a stáří je město stejně jako v jiných obdobných městech rozděleno na starší a mladší část. Dané území se nachází ve starší části města, konkrétně do části Žižkov. Hlavním motivem zvolení tohoto projektu bylo zjištění kladů a záporů a celkového porovnání klasických metod s bezvýkopovými metodami v zastavěné oblasti v blízkosti historicky významných budov. V průběhu celé rekonstrukce jsem byl přítomen na místě prací a veškeré postupy jsem zaznamenával a dělal fotodokumentaci s povolením provozovatele, tedy Vodohospodářské společnosti Vrchlice-Maleč, a.s. (Štroblová, 2000).

### **9.2 Hodnocení technického stavu kanalizace**

Hlavním impulsem k provedení rekonstrukce byla preventivní kontrola stavu kanalizace, která byla posouzena jako nevyhovující. Z tohoto důvodu bylo rozhodnuto o plánu na provedení stavby a jako variantu řešení a provedení

rekonstrukce byla provozovatelem vybrána a použita metoda klasické výkopové technologie. K neodkladné opravě právě touto metodou došlo kvůli zjištění několika poruch, a to vytvoření prasklin na stávajících stěnách stoky, vrstlé kořeny a také mírná inkrustace. Pokud bychom chtěli tyto zjištěné závady řešit samostatně, bylo by možné celou plánovanou trasu rozdělit na menší části a řešit je jednotlivě, avšak z finančního a časového hlediska by tato varianta byla velmi nevýhodná. Primární příčinou a důvodem vzniku těchto závad bylo zřejmě přirozené opotřebení a stárnutí materiálu. Dle poskytnutých materiálů byla tato stoka lehce za hranicí plánované životnosti kameninového materiálu, ze kterého byla původní stoka vytvořena. Svůj podíl na konečném stavu mají nepochybně také vlastnosti odpadních vod, které se v průběhu desetiletí měnila. Je třeba zmínit, že vizuální prohlídka dokáže objevit vnitřní závady a zkontrolovat celou trasu, avšak míru poškození a pevnost stávajícího materiálu pomocí vizuální kontroly nezjistíme. Pokud je nutné provést kontrolu stávajícího materiálu, tak musí dojít k vytvoření kontrolních vývrtů, které stanoví přesné vlastnosti.

### **9.3 Průběh rekonstrukce otevřeným výkopem**

Tato metoda se obecně označuje za klasickou a principem je rozrušení zeminy v celé trase plánovaného výkopu v hloubkách, které se odvíjejí od konkrétního případu. Materiál nové pokládky, která se ukládá do otevřeného výkopu, je umísťována do pískového lože, které se následně hutní. Před obsypem je provedena vizuální prohlídka, dle které se zjišťuje správnost směrového a výškového uspořádání. Posléze se obsypává různým materiálem, nejčastěji štěrkopískem o velikosti 32 milimetrů. Následné hutnění materiálu obsypu je postupné a jednotlivé vrstvy se pomocí dusadel koncentrují na sebe.



Obrázek 25 - Příklad hutnění. Zdroj: vlastní práce

Jednou z hlavních výhod zvolení a užití otevřeného výkopu je volnost a neomezenost pokládky, která může mít různý průměr a délku. Také je jednodušší napojování na domovní přípojky, které jsou s postupem prací obnaženy stejně jako ostatní vedení inženýrských sítí.

Nevýhody jsou úzce spojeny s klady metody, a to tedy volnost v rozměrech pokládky, avšak vykoupená nutností otevření výkopu v celé plánované délce. To je samozřejmě také spojeno s rozsahem a délkou zemních prací, zábohem a lokálním omezením i znečištěním. Při rekonstrukci této konkrétní kanalizační sítě v Sudoměřické ulici šlo o práce s dobou trvání v rozsahu 8 týdnů (ČSN 7350).



Obrázek 26 - Průběh rekonstrukce v Sudoměřické ulici. Zdroj: vlastní práce.

### **Postup dle připraveného plánu rekonstrukce**

Prvním krokem jsou přípravné inženýrské činnosti, které zahrnují vytyčení inženýrských sítí a zaměření výkopové rýhy. Po ukončení přípravných prací přichází na řadu narušování a prořezávání asfaltového povrchu komunikace společně s odtěžením a odvozem vzniklého materiálu. Potřebná hloubka je dosažena strojním hloubením s použitím pažení. S postupem prací dochází k odvozu a ekologické likvidaci vytěženého materiálu. Po dosažení potřebné hloubky dochází k přípravě lože. Po nahrazení stávajícího potrubí dochází k instalaci nového potrubí. Po tomto úkonu dochází k provedení zkoušek vodotěsnosti v otevřeném výkopu, které se řídí normou ČSN 75 6909. Po úspěšně provedené zkoušce dojde k odstranění pažení a přichází postupný zásyp a hutnění dle pracovního postupu. S dokončením prací přichází na řadu finální inspekce celého rekonstruovaného úseku kanalizace pomocí

průzkumu kamerou. Pokud i ta má uspokojivé výsledky, tak je na řadě zkouška zhutnění komunikace a konečná obnova asfaltového povrchu komunikace.

### **Postup prací na místě rekonstrukce**

Průběh rekonstrukce byl naplánován na dva rozdělené úseky v délce 242 metrů. Prvním a delším úsekem o délce 214 metrů je trasa mezi označenými šachtami 324 a 328. Tyto zmíněné šachty byly díky kladným výsledkům průzkumu zachovány a nahrazeny byly pouze jejich poklopy včetně prstenců. Prstence již byly vlivem dopravy narušené a výměna byla nutná. Kromě těchto dvou šachet byly ostatní šachty nahrazeny zcela novými, a to z důvodu nalezených závad při provedeném průzkumu. Stávající kameninové vedení o průměru DN 300, které bylo v minulosti často využíváno při výstavbě kanalizačních sítí, bylo nahrazeno polypropylénový materiál, a to konkrétně o trouby s označením PP Ultra Rib 2 SN 16 DN 300. Kromě toho bylo také nutné přepojit 9 domovních přípojek o průměru DN 150, a také jednu přípojku o průměru DN 200. Byly vyměněny také přípojky 12 uličních vpustí o průměru DN 200.

V plánovaném druhém kratším úseku, který měl délku 28 metrů, byly vyměněny dvě stávající šachty s označením 329 a 330, které měly obdobné nálezy závad jako šachty v prvním úseku. Rozdílem mezi prvním a druhým úsekem je ten, že v druhém úseku byla místo kameniny použit betonový materiál o průměru DN 300. I toto potrubí bylo nahrazeno polypropylénovým potrubím Ultra Rib 2 stejně jako v prvním úseku. Zaústění obou stok do jednoho celku bylo provedeno pomocí nově vybudovaného spadiště, které bylo následně napojeno na stávající síť se zaslepeným šachtovým dnem. Celý postup prací a úkonů je zmíněn v přílohách.

#### **9.2.1 Projektové řešení stavby**

Celý projektový návrh rekonstrukce kanalizační sítě je z potrubí UltraRib 2 DN 300 SN 16

#### **Technické parametry potrubí:**

Materiál	Polypropylén (PP) UltraRib 2 SN 16
Barva vnější stěny	hnědá
Barva vnitřní stěny	šedobílá

### Fyzikální vlastnosti:

Střední hustota	0,900 g/cm <sup>3</sup>
Délkové prodloužení	1,5 x 10 <sup>2</sup> mm
Tepelná vodivost	0,2 W/ mK
Modul pružnosti	1 700 MPa
Povrchový odpor	1012 Ω
Kruhová tuhost	SN 16 kN/ m <sup>2</sup>
Chemická odolnost	DIN 8087, pH 2-12
Osvědčení	Certifikát ITC, a.s., Zlín



**Obrázek 27- Potrubí UltraRib 2 DN 300 SN 16. Zdroj: vlastní práce.**

Důvodem použití tohoto potrubí jsou jeho kladné vlastnosti, a to velmi vysokou odolností proti poškození proražením a s tím spojené šíření trhlin, chemickou odolnost schopnou reagovat na změny odpadních látek, dále také odolnost proti vzniku abraze a dostačující tepelný rozsah od – 20 °C do 90 °C. Využití v praxi má také své pravidla použití, což v tomto konkrétním případě znamená, že velikost spodní vrstvy lože nesmí být menší než 100 milimetrů v obecných podmínkách jako

je tato. Při využití ve skalnatých nebo tuhých zeminách je doporučena míra podloží 150 milimetrů. Obsyp krycím materiálem je pro tento typ určen na minimální hodnotu 100 milimetrů.



Obrázek 28 - Původní a nový druh použitého materiálu. Zdroj: vlastní práce.

### 9.2.2 Cena pokládky

Poskytnutá odhadní cena celkových nákladů na plány a realizaci stavby vyčíslila Vodohospodářská společnost Vrchlice-Maleč, a.s. na 3 miliony Kč. Tento předem stanovený rozpočet firma dodržela i s rezervou. Rozpočet zahrnoval pokrytí veškerých zemních prací a úkonů s tím spojených, jako například prvotní nařezání a narušení původního podkladu, vykopání a vyhloubení rýh, které se v místě prací vždy pažily, jak je určeno v normě ČSN EN 1997-1 o navrhování geodetických staveb. Lože výkopu, do kterého se nová pokládky provádí je vystlána v tomto případě pískem dle plánu na vzorové uložení (viz. přílohy). Po odstranění původní



kameninové a betonové kanalizace a položení nového vedení proběhl obsyp materiálem. Ten probíhal směsí písku a šterku o malém průměru do 8 milimetrů až do výšky 300 milimetrů nad okraj pokládaného polypropylénového materiálu nového potrubí. Na tuto vrstvu se posléze instaluje šedá výstražná folie, která má sloužit jako ukazatel přechodu vrstev a zabránit možnému poškození. Po tomto úkonu přišlo na řadu strojní hutnění po 200 milimetrových vrstvách. Toto hutnění již probíhá s drsnějším materiálem o větším průměru. Po dosažení dostatečné výšky vzniklého zhutněného zásypu a dokončení všech prací dochází k obnovení vrchní vrstvy terénu. V tomto případě jde o opravu stávající betonové vrstvy komunikace. Do rozpočtu je zahrnuto také přesun a skládkování odtěženého materiálu, který se odvážel na 10 kilometrů vzdálenou skládku v Čáslavi. Jednalo se pouze o odtěžený materiál, který se nedal dále využít.



Obrázek 29 - Příklad využitých strojů. Zdroj: vlastní práce

### 9.3 Alternativní bezvýkopová metoda

Největším a nejnápadnějším rozdílem mezi použitím klasického otevřeného výkopu a jedné z bezvýkopových metod je dopad a vliv na lokalitu, v níž práce probíhá a zatěžuje ji. Dopad, který mnohdy velmi negativně ovlivňuje dotčené životní

prostředí, je velmi výrazný. Podobné lokality jako je právě Sudoměřická ulice v Kutné Hoře s historickým centrem a památkami ležícím v blízkosti je vhodným příkladem pro možné užití metod, které co nejméně ovlivňuje okolí stavby. Odpadly by tak problémy s výkopem spojené jako je hlučnost, prašnost, dopravní a jiná omezení, snížila by se výrazná uhlíková stopa spojená s užitím mnoha vozidel a strojů. Dalším negativním faktem ovlivňující tuto konkrétní lokalitu je velmi špatně zmapované záznamy o samotném podloží města a možných tunelech vyhloubených před staletími. To vše souvisí s těžbou stříbrné rudy ve středověku (Šuta, 2010).

### **9.3.1 Varianty užití bezvýkopových technologií**

Pokud by to stav a místní podmínky původního kanalizačního potrubí umožňovaly, dalo by se uvažovat o užití jedné z možných bezvýkopových metod. Kritérium, které ovlivňuje možnou metodu je také stávající materiál z kameniny a betonu. Dále konkrétní lokalita s omezeným záběrem půdy.

Jako možné varianty jsem zvolil výběr mezi metodou close fit a metodou vyvločkování na místě vytvrzovacími hadicemi. Obě varianty jsou možné z hlediska omezujících faktorů. Níže popíši obě varianty z hlediska pracovního postupu při možné realizaci.

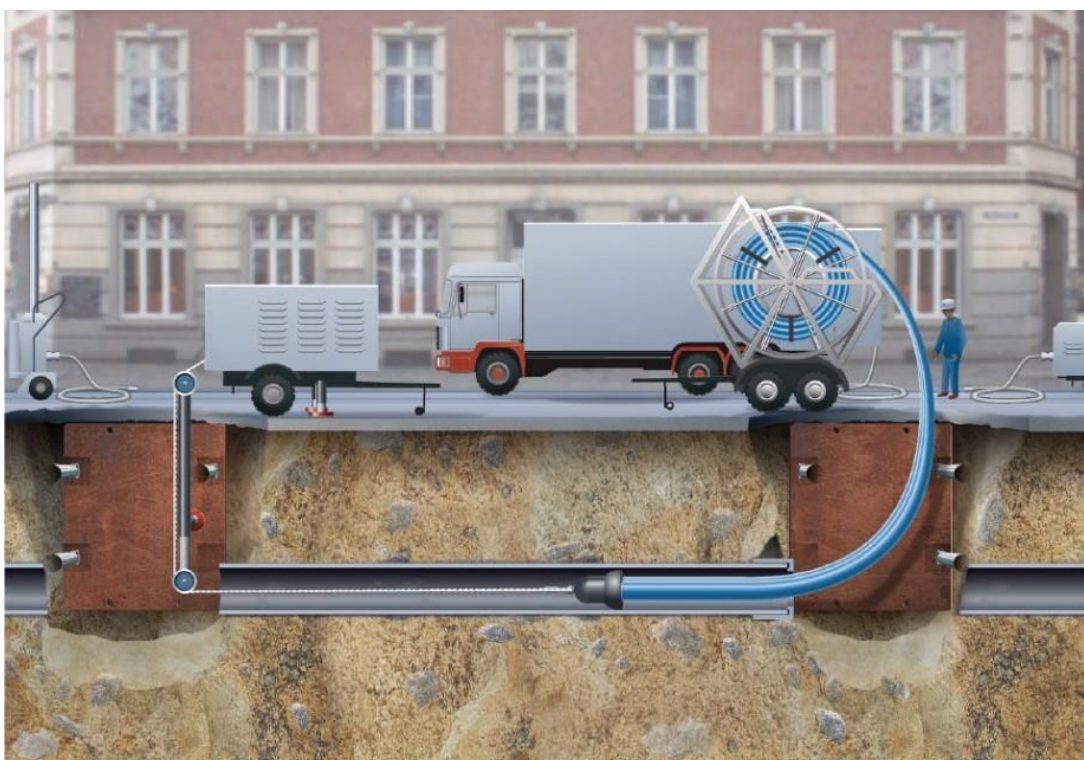
#### **Varianta 1 – Close fit metoda**

Při zvolení této varianty se stoka obnoví za pomoci vločkování souvislou trubkou, která se nejdříve ve velikosti vnějšího průměru zmenší mechanickým nebo tepelně mechanickým způsobem. Po pokládce a instalaci se následně uvede do původní velikosti pomocí použitím tepla či tlaku. Tak dojde k těsnému přilnutí ke stávajícímu potrubí. Vyvločkování metodou close fit se provádí skrze montážní jámu, ale v případě rekonstrukce kanalizace se provádí skrze šachty (Modlitba, 2016).

Před začátkem sanačních prací by muselo dojít k důkladnému průzkumu stavu kanalizační sítě s důrazem na průzkum závad a překážek. Společně s tím je nutné provést záznam umístění přípojek pro pozdější obnovu. Poté je stávající potrubí zkalibrováno a je zataženo nové potrubí pomocí navijáku. Po zatažení je potrubí zahřáto horkou parou, kterou se aktivuje paměťový efekt materiálu. Při aktivaci dojde k změně tvaru potrubí na požadovaný kruhový průměr a přilne k vnitřní straně

stávajícího potrubí. Různé úseky jsou k sobě propojeny pomocí svařování tvarovkami nebo dalšími metodami. Po tlakových zkouškách a obnovení funkčnosti kanalizace je nově položená síť připravena k použití (Modlitba, 2016; Šnajdr a kol., 2018).

Tuto technologii lze využít pro bezvýkopovou sanaci tlakových i netlakových potrubí z litiny, oceli, azbestocementu, kameniny, betonu, sklolaminátu. Oblast využití je možná ve všech odvětvích inženýrských sítí (SAINT-GOBAIN PAM ©2013; Šnajdr a kol., 2018).

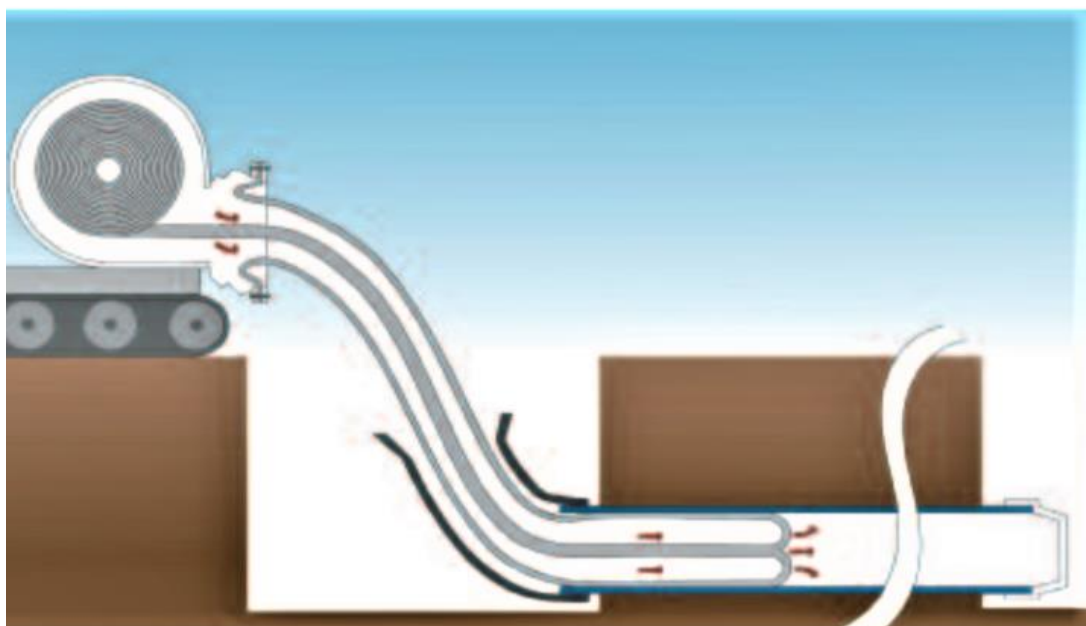


Obrázek 30 - Close fit metoda. Zdroj: <https://www.egeplast.de/cs/beratung/verlegetechniken/grabenlose-verlegung/close-fit-lining/>

### **Varianta 2 – Vyvložkování na místě vytvrzovacími hadicemi**

Pokud bychom uvažovali o této metodě, musela by jí předcházet precizní očista celé trasy kanalizace. Dále by musely být odstraněny překážky v trase, jako například vyčnívající přípojky. Po těchto čistících úkonech by musel být proveden kontrolní kamerový průzkum, který by zaznamenal přesná místa přípojek a místa přechodu, protože ty jsou stěžejní pro pozdější injektáž a zprovoznění. Dále by došlo k přípravě a kontrole nastavení navíjecího bubnu, čerpadla a dalších zařízení sloužících k zavádění materiálu. Pokud je samotný přístroj pro zavádění připraven, nastává

příprava samotného rukávce, který je zaváděn do potrubí. Před zavedením dojde k nasycení rukávce a následná montáž zavádějícího potrubí se zavedením k ústí rekonstruovaného potrubí. Následně dojde k použití tlaku vzduchu, který zavede připravený rukávec do potrubí. Po natažení rukávce po celé délce dojde k zalití rukávce vodou současně s odpouštěním stlačeného vzduchu. K aktivaci rukávce dochází zahřátím napouštěné vody na 60 °C, která působí po dobu nejméně 5 hodin. Po průběhu aktivace dojde k ochlazení vypuštěním teplé vody a její výměnou za vodu z vodovodní sítě. Následné dokončení je spojeno z ověření správnosti provedení, které se zjišťuje pomocí inspekce kamerou. Pokud je obnova provedena správně, dojde k injektáži a připojení původních zaústění a přípojek. Dle normy ČSN EN 13508 a inspekčního protokolu se provádí finální inspekce rekonstruovaného úseku optickou kamerou s videozáznamem (Modlitba, 2016).



Obrázek 31 - Metoda vytvrzovací hadicí. Zdroj: <http://www.ckvpraha.cz/file.php?nid=9910&oid=2563846>

### **Výběr z možných variant provedení BT**

Obě výše uvedené varianty jsou proveditelné, takže kritérium pro výběr vychází z lokálních podmínek a šetrnějšímu průběhu provedení. Vzhledem k delšímu úseku kameninového potrubí v rekonstruované kanalizace je vhodnější použití metody close fit, která má o něco větší přilnavost než metoda vytvrzovacími hadicemi. Metoda close fit je i méně náročná na přípravné úkony, a tudíž rychlejší metodou. Metoda využívající vytvrzovací hadice je náročnější na přípravu a také časově

náročnější na samotnou aktivaci přilnavosti. Proto bych se více přikláněl k alternativnímu využití první zmíněné varianty a možném použití close fit metody.

### 9.3.2 Cena pokládky bezvýkopovou technologií

Jak již bylo zmíněno, tak sanace původního potrubí pomocí bezvýkopové technologie close fit probíhá zaváděním polyesterepoxidové výstelky, která nahradí vnitřní stěny nevyhovujícího potrubí.

Zvolení takové metody s sebou přináší mnoho výhod jako krátkou dobu realizace, minimální zábor a omezení provozu, nedojde k narušení povrchu komunikace a také není nutná demontáž a likvidace starého potrubí. Je nutné si však připomenout, že sanace pouze prodlouží životnost původního potrubí a nemá takovou dobu životnosti jako zcela nové potrubí.

Možné ceny jsou dány původním profilem tedy ve velikosti DN 300, od kterých se odvíjí další náklady. Dalšími náklady je myšleno například nutné čištění před samotnou obnovou, tedy s větším profilem potrubí se cena zvyšuje, dále je nutné mít na paměti také přesun strojů a materiálu k tomu potřebných. Pro představu zde uvádím ceník firmy Aquatis, která se zabývá projekty v oblasti vodohospodářství a životního prostředí. Pro příklad uvádím tabulku s různými profily a cenami.

Profil potrubí	Náklad na m sanace potrubí (Kč)
DN 200	4600
DN 250	5 500
<b>DN 300</b>	<b>6 000</b>
DN 400	6 600
DN 500	11 540
DN 600	14 400
DN 800	18 500

Tabulka 4 - Sanace potrubí. Zdroj: AQUATIS, a.s., 2018.

Jak již bylo zmíněno, tak celková délka uvažované rekonstrukce je 242 metrů, rozdělených do dvou úseků. Dle cenové tabulky to ve výsledné kalkulaci tvoří částku 1 452 000 Kč bez DPH, tj. 1 756 920 Kč včetně DPH.

Popis činnosti	Měrná jednotka	Počet	Cena za jednotku	Cena celkem
Doprava sanačního vozu	km	172	20 Kč	3 440 Kč
Doprava čistícího vozu	km	172	20 Kč	3 440 Kč
Doprava kamerového vozu	km	172	20 Kč	3 440 Kč
Doprava vozu s robotem	km	172	20 Kč	3 440 Kč
Přípravné a dokončovací práce	ks	1	80 000 Kč	80 000 Kč
Robotické zpřístupnění přípojek	ks	10	3200	32 000 Kč
Čištění kanalizace	m	242	100 Kč	24 200 Kč
Monitoring potrubí	m	242	50 Kč	12100 Kč
Osazení výstelky DN 300	bm	242	6 000 Kč	1 756 920 Kč
Úprava pracovních konců vložky	ks	2	1 500 Kč	3000 Kč
Laboratorní vzorek	ks	1	10 000 Kč	10 000 Kč
Inspekční průzkum kanalizace po bezvýkopové obnově	m	242	50 Kč	12 100 Kč
<b>Cena celkem</b>				<b>1 944 080 Kč</b>

Tabulka 5 - Celková kalkulace. Zdroj: <http://www.uur.cz/default.asp?ID=899>.

Výsledná kalkulace je pouze orientační, protože další možné náklady jsou velice pravděpodobné s průběhem pracovního vyhotovení. Z tohoto důvodu nelze zcela jasně upřednostnit bezvýkopové technologie z finančního hlediska, protože výsledný rozdíl mezi oběma variantami může být minimální.

Jako možného zhotovitele projektu bych zvolil jednu z pražských firem, které jsou z hlediska vzdálenosti a tím i časové flexibility vhodným řešením. Také celkový počet a možný široký výběr je z tohoto hlediska výhodný.

Použití bezvýkopových technologií není vždy možné a celkové přípravné práce jsou mnohem delší a náročnější než u otevřeného výkopu. Často je velice problematické koncové napojování u kanalizačních přípojek a vpustí, protože je nutná velká přesnost, která je rozhodujícím faktorem pro obnovení funkčnosti sítě. Proto je nižší cena a rychlejší průběh vykopen delším přípravným úkonům a měřením. Je patrné, že zkrácením rekonstrukce z původních 8 týdnů na několik málo dní alternativním užitím bezvýkopové technologie sníží rozpočet a mimo to také méně zatíží životní prostředí, avšak příprava by trvala mnohem déle.

## 10 Diskuze

Zvolené téma, které zahrnuje stokování a s tím spojené zajímavé druhy technologií pro rekonstrukci či nové stavby systémů mi ukázalo mnoho nových poznatků a zajímavostí, pro které jsem získal kvalitní základ na přednáškách a dále je rozšířil. Z mého pohledu bylo velmi zajímavé se seznámit s historií stokování v českých zemích a konkrétně Kutné Hory. Je patrné, že středověká historie Kutné Hory a Prahy má mnoho, například ve skokovém rozvoji a nárůstu počtu obyvatel obou měst a tím související rozšiřování území obou měst. Jedním z hlavních poznatků, které jsem si odnesl je, že tato oblast je velmi dynamická a prochází velmi rychlým vývojem s neustálým zdokonalováním a vznikem nových postupů a technologií. Stejně jako v jiných obdobných kruzích se proto čím dál rychleji nové a vyhovující postupy překlápí do zastaralých a již nevyhovujících metod. V minulosti se při výstavbách příliš nehledělo na životní prostředí a obecně nebylo prioritou. I toto se mění a zásah do životního prostředí se dostává do popředí zájmu a ochrana je stále více zdůrazňována. I to je důvod pro aktualizaci či nahrazování starších metod novými postupy, které již více chrání životní prostředí při průběhu prací a celkové výstavbě. Tento trend a vývoj vychází z celosvětového tlaku na zlepšení a ochranu životního prostředí, které zasahuje všechny oblasti každodenního života občanů. Pro příklad snižování emisí v automobilovém průmyslu, snižování množství skládkovaného odpadu, výstavba a rozšiřování zelených ploch v centrech měst a mnoho dalších opatření. V kontextu s touto prací a užitím otevřeného výkopu a s tím spojených negativních vlivů na životní prostředí, je nutné uvést velké množství vypuštěných emisí z pracovních strojů po celou dobu obnovy kanalizační sítě, tedy 8 týdnů. Dále také nutnost skládkování části vytěženého materiálu, který nebyl vhodný pro další zpracování. Také došlo k poškození menších zelených ploch v úzké blízkosti prací. Mimo jiné došlo také k částečnému omezení rezidentů v zasažené oblasti (Lomborg, 2006).

Metody užití bezvýkopových technologií mají velký počet výhod a asi nejvýraznější z nich je rychlost provedení. Zrychlení oproti klasické metodě je zapříčiněno zjednodušením pracovního procesu, menší využití lidské a zemní práce a několikanásobně rychlejší pokládce nového potrubí či výstelky. Přesto je užití často velmi problematické a omezené vnějšími faktory a mnohdy příprava celého projektu

stojí v konečném důsledku více vynaloženého úsilí a celkové práce. Z tohoto důvodu není vždy užití adekvátní a každé užití by se mělo zvážit s ohledem na místní podmínky a okolnosti plánovaného projektu. Proto je využívání klasického otevřeného výkopu stále častější než varianta použití bezvýkopové metody. Náročnost obou metod je také dalším faktorem, protože otevřený pažený výkop je základní úkon každé stavební firmy, kdežto na používání bezvýkopových metod je třeba speciálních strojů a přístrojů. Fakticky je tedy firem využívajících bezvýkopové metody, a které jsou schopny takové projekty zrealizovat stále nízký počet (SOVAK, 2006).

Tento fakt mě vede k přesvědčení, že bezvýkopové technologie budou stále více nabývat na důležitosti a míra využívání bude stoupat, a to jak z hlediska rozšiřujícího se zastavěného území, snižováním investičních nákladů, tak i z enviromentálního hlediska.

V konkrétní praktické části jsem dostal možnost nahlédnout na skutečný projekt z pohledu plánování, příprav a realizace. Také jsem zjistil, co všechno je třeba před samotným zahájením stavebních prací naplánovat, zjistit a celkově připravit. Zjistil jsem zajímavé skutečnosti ohledně možností využití bezvýkopových technologií a také volbou mezi oběma zmiňovanými postupy, nejen kvůli finanční stránce věci, ale také z hlediska proveditelnosti v zastavěném území.

Po vypracování této práce je můj názor na využívání bezvýkopových technologií kladný. Je pravda, že přípravy před uskutečněním jsou mnohdy velmi náročné, ale ochrana životního prostředí by měla mít stále větší prioritu. Proto užívání v zastavěném území a v místech tomu umožňujících by tato varianta měla být brána v potaz a být upřednostňována před klasickým otevřeným výkopem.



## 11 Závěr

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo popsat teoretická fakta o stokování a poukázat na možné alternativní řešení rekonstrukce kanalizace pomocí bezvýkopové metody.

Práci jsem rozdělil na dvě části, a to teoretickou a praktickou část. V teoretické části práce je zmíněna historie kanalizačních sítí a jejich řešení, ze které vycházejí moderní postupy a metody. Důležitou částí je také popis možných sanačních metod, které dále souvisí s bezvýkopovými metodami. Většina použitého textu pochází z odborných knih, publikací a norem, ať v tištěné či elektronické podobě.

Praktická část a jeden z cílů, na které byla práce zaměřena, byl popis konkrétního příkladu rekonstrukce kanalizace pomocí klasického otevřeného výkopu s postupem a popisem kladů a záporů použití. Následně jsem dle místních faktorů vybral 2 možné alternativní varianty a ty dále detailně popsal. Z hlediska efektivity byla vybrána metoda close fit a ta dále rozpracována i s orientační kalkulací na výstavbu. S ohledem na místo provedené sanace stoky, tedy v Sudoměřické ulici v Kutné Hoře a její blízkost historického centra se jeví jako ideální příklad využití bezvýkopové metody, avšak v tomto konkrétním případě tomu tak není.

Technologie zaměřené na bezvýkopová řešení staveb získávají stále větší slovo a stávají se nástrojem, díky kterému je možné výrazné prodloužení životnosti stávajících inženýrských sítí, které jsou ve velké míře ve špatném technickém stavu. Rozsah a kvalita, která by byla optimální pro větší míru užití, ale stále není na takové úrovni. K takovému stavu je nutná velká míra času a práce zainteresovaných orgánů a osob.

Nelze přehlížet mnoho kladů, které bezvýkopové technologie přinášejí, a to časové hledisko výstavby a ekologičtější přístup, avšak nesmíme opomenout náročnost příprav na uskutečnění prací. Nelze jednoznačně označit jednu metodu jako tu nejideálnější ve všech možných podmínkách, jako nelze obecně určit ideální způsob obnovy a rekonstrukce. I přes to si myslím, že procentuální zastoupení využití bezvýkopových metod na úkor klasických výkopů bude stoupat, avšak zcela ji neupozadí.

## 12 Seznam použitých zdrojů

### 12.1 Seznam vložené literatury

ADAMEC, V. a kol., 2008: Doprava, zdraví a životní prostředí. 1. vydání. Praha: Grada. 176 s. ISBN 978-80-247-2156-9

BAYER, H. J., 2005: HDD Practice Handbook. Vulkan – Verlag Gmb H, Essen, 192 s. ISBN 3-8027-2739-8

BEZROUK, J., 2008: Zásady pro využití bezvýkopových technologií v oboru vodovodů a kanalizací, Medium, spol. s.r.o., Líbeznice, 144 s.

BRONCOVÁ, D., 2002: Historie kanalizací: dějiny odvádění a čištění odpadních vod v Českých zemích. Praha: Milpo media. 259 s. ISBN 80-86098-25-7

ČÍŽEK, P., 1953: Hydrologie stokových sítí. Praha: Státní nakladatelství technické literatury. 148 s.

ČVTVHS, 2003: Stavební materiály pro výstavbu stokových sítí. Česká vědeckotechnická společnost, Praha, 95 s.

FRANCZYK K., 2012: Klasifikace bezvýkopových technologií. Česká společnost pro bezvýkopové technologie, Praha, 7-22 s.

GAUTAM, R. K. a CHATTOPADHYAYA, M. Ch., 2017: Advanced nanomaterials for wastewater remediation. Boca Raton; London; New York: CRC Press, Taylor & Francis Group. 414 s. ISBN 978-1-4987-5333-3

HASENÖHRL, J., 1987: Zdravotně vodohospodářské stavby. 1. Vydání Bratislava: Alfa. 248 s. ISBN 80-03-00337-7

HASÍK, O., 2007: Stavby vodovodů a kanalizací: Structures for water supply and sewerage and sewage treatment. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava. 132 s. ISBN 978-80-248-1428-5

HLAVÍNEK, P., MICÍN, J. a PRAX, P., 2001: Příručka stokování a čištění. Brno: Noel, 2000. ISBN 80-860-2030-4

KAPADIYA, I., PITRODA, J. a BHAVSAR, J.J., 2014. Ribloc technology: New era of enviromental friendly nad pollution free technique in construction technology. ISBN 978-81-929339-0-0

- KLEPSATEL, F. a ČULÍK, M., 1986: Bezvýkopová výstavba podzemních vedení. Vyd. 1., Bratislava Alfa. 304 s.
- KLEPSATEL, F. a RACLAVSKÝ, J., 2007: Bezvýkopová výstavba a obnova podzemních vedení. Vyd. 1. Jaga Group s.r.o., Bratislava. 142s.
- KREJČÍ, V. a kol., 2003. Odvodnění urbanizovaných území – koncepční přístup. Brno: Noel 2000. ISBN 80-860-2039-8
- LOMBORG, B., 2006: Skeptický ekolog: jaký je skutečný stav světa?. Praha: Dokořán. 587 s. ISBN 80-7363-059-1
- MARTOŇ, J., 1991: Získavanie, úprava, čistenie a ochrana vôd. 2., dopl. vyd. Bratislava: Alfa. 647 s.
- MODLITBA, R., 2016: Sanace potrubí– bezvýkopové technologie. Zpravodaj české společnosti pro bezvýkopové technologie číslo 1/2016. 14 – 16 s.
- NAJAFI, M., 2013: Trenchless technology: planning, equipment, and methods. New York: McGraw-Hill,2013. 582 s. ISBN 978-0-07-176245-8
- NĚMEČEK, Z. a ŠEDIVÝ, F., 1955: Stokování. Praha: Státní nakladatelství technické literatury. Vyd. 1. 263 s.
- PAUSER, A., 1988: Unterirdische Kanalsanierung. New York: Springer-Verlag, 149 s. ISBN 0387820973
- RAMEIL M., 2007: Handbook of Pipe-Bursting Praktice. Vulkan - Verlag GmbH, Essen, 351 s.
- SOVAK, Ing. Josef Novák a kolektiv autorů, 2003. Příručka provozovatele stokové sítě, Libeznice: Medim. spol. ISBN 978-80-87140-52-9
- STEIN, D. a NIEDEREHE, W.,1987: *Instandhaltung von Kanalisationen*. Berlin: Ernst. ISBN 3433010242
- ŠEJNOHA, J., 2003: Stavební materiály pro výstavbu stokových sítí. Praha. 88 s.
- ŠNAJDR, D. a kol., 2018: SMĚRNICE CzSTT PRO BEZVÝKOPOVÉ TECHNOLOGIE. Vložkování těsně přiléhající trubkou (“close-fit“).
- ŠTROBLOVÁ, H. a ALTOVÁ, B., 2000: Kutná Hora. Praha: Nakladatelství Lidové noviny. Dějiny českých měst. ISBN 80-7106-186-7

ŠUTA, M., 2010: Účinky výfukových plynů z automobilů na lidské zdraví. 3., dopl. vyd. Brno: ZO ČSOP Veronica. 59 s. ISBN 978-80-87308-01-1

THOMSON J. C., 1993: Pipejacking and microtunneling. Abingdon: Taylor & Francis. 289 s. ISBN 0-7514-0102-1

TOPINKA, O., ZVEJŠKA M. a SÝKORA M., 1967: Kanalizace a čistírny odpadních vod 2. Praha: Ministerstvo zemědělství, lesního a vodního hospodářství. 116 s.

## 12.2 Seznam internetových zdrojů

AQUATIS, a.s., Ústav územního rozvoje 2019: Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury (online) [cit. 2019.12.26], dostupné z <<http://www.uur.cz/images/5-publikacni-cinnost-a-knihovna/internetove-prezentace/prumerne-ceny-TI/2017/03-kanalizace-ceny-ti-2017.pdf>>

ČVUT, Ing. D. Háňková 2005: České vysoké učení technické (online) [cit. 2019.10.13], dostupné z <<http://people.fsv.cvut.cz/www/hanekpav/K154/PDF/Stokovani.pdf>>.

NODIG, Česká společnost pro bezvýkopové technologie 2016: Zpravodaj NODIG (online) [cit. 2019.01.13], dostupné z <<http://www.czstt.cz/zpravodaj-nodig-rocnik-2017-2019>>

SAINT-GOBAIN PAM CZ © 2013: Bezvýkopové technologie – jaký zvolit materiál? (online) [cit. 2019.01.20], dostupné z <<http://www.trubnisystemy.info/enl.php?a=c&n=3&e=0&i=37&crc=202eefb88341bca1052a0d79b614d59413775043>>

SOVAK, Ing. J. Bezrouk; Časopis oboru vodovodů a kanalizací 2006: Využití close fit technologie (online) [cit. 2019.01.12.], dostupné z <<https://www.sovak.cz/sites/default/files/GRmzXiLMq3TndjXxG/sovak0906.pdf>>

TS-25.07, L. Dostálová 2008: Navrhování a konstrukční řešení stokových sítí (online) [cit. 2019.10.25.], dostupné z <[http://www.smvak.cz/documents/20182/59162/1\\_TS-25.07.pdf/0c82bb07-9f0e-492c-a511-ce4b2f0d987b](http://www.smvak.cz/documents/20182/59162/1_TS-25.07.pdf/0c82bb07-9f0e-492c-a511-ce4b2f0d987b)>.

### **12.3 Seznam norem**

ČSN 72 5200: Kanalizační kamenina – jakost, rozměry a tvary

ČSN 73 3050: Zemné práce

ČSN 73 6005: Prostorová úprava vedení technického vybavení

ČSN 75 6101: Stokové sítě a kanalizační přípojky

ČSN 75 6909: Zkoušky vodotěsnosti stok a kanalizačních přípojek

ČSN EN 12889: Bezvýkopové provádění stok a kanalizačních přípojek a jejich zkoušení

ČSN EN 13508-2 (75 6901): Posuzování stavu venkovních systémů stokových sítí a kanalizačních přípojek – Část 2

ČSN EN 14654-1: Řízení a kontrola postupů čištění ve stokách a kanalizačních přípojkách – Část 1: Čištění stok

ČSN EN 1610: Provádění stok a kanalizačních přípojek a jejich zkoušení

ČSN EN 1671 75 6111: Venkovní tlakové systémy stokových sítí

ČSN EN 295 72 5201: Kameninové trouby, tvarovky a spoje trub pro venkovní a vnitřní kanalizaci

TNV 75 6120: Renovace a oprava stokových sítí a kanalizačních přípojek

TNV 75 6925: Obsluha a údržba stok

## 13 Seznam grafických podkladů

### 13.1 Seznam obrázků

Obrázek1 – Rozdělení systémů, Zdroj: vlastní práce .....	18
Obrázek 2- Denní protokol čištění stok. Zdroj: (ČSN EN 14654-1).....	29
Obrázek 3 –Metoda propichování. Zdroj: <a href="https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-2.brozura.pdf">https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-2.brozura.pdf</a> .....	34
Obrázek 4 - Metoda beranění se zaslepeným čelem. Zdroj: <a href="https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-2.brozura.pdf">https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-2.brozura.pdf</a> .....	35
Obrázek 5 – Metoda beranění s otevřenou troubou. Zdroj: <a href="https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-2.brozura.pdf">https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-2.brozura.pdf</a> .....	35
Obrázek 6 - Metoda horizontálního vrtání. Zdroj: <a href="https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-2.brozura.pdf">https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-2.brozura.pdf</a> .....	36
Obrázek 7 - Metoda mikrotunelování. Zdroj: <a href="https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-2.brozura.pdf">https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-2.brozura.pdf</a> .....	37
Obrázek 8 - Směrově vrtané potrubí. Zdroj: <a href="https://www.czstt.cz/sites/default/files/soubory/hdd_verze_14.8.2018_pro_web_czstt_s_logem_002_0.pdf">https://www.czstt.cz/sites/default/files/soubory/hdd_verze_14.8.2018_pro_web_czstt_s_logem_002_0.pdf</a> .....	37
Obrázek 9 - Metoda směrového vrtání. Zdroj: <a href="https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-2.brozura.pdf">https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-2.brozura.pdf</a> .....	38
Obrázek 10 - Metoda trubního protlaku. Zdroj: <a href="https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-2.brozura.pdf">https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-2.brozura.pdf</a> .....	39
Obrázek 11 - Metoda štítování. Zdroj: <a href="https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-2.brozura.pdf">https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-2.brozura.pdf</a> .....	39
Obrázek 12 - Metoda ruční ražby. Zdroj: <a href="https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-2.brozura.pdf">https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-2.brozura.pdf</a> .....	40
Obrázek 13 - Metoda vyvločkování souvislým potrubím. Zdroj: <a href="https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-.brozura.pdf">https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-.brozura.pdf</a> .....	41
Obrázek 14- Metoda zatahování dočasně deformovaných trub. Zdroj: Stein, 1987 ..	42

Obrázek 15 - Deformovaná a narovnaná výstelka. Zdroj: Stein, 1987.....	42
Obrázek 16 - Metoda vyvločkování vytvrzovacími hadicemi. Zdroj: <a href="https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-2.brozura.pdf">https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-2.brozura.pdf</a> .....	43
Obrázek 17 - Metoda vyvločkování spirálou. Zdroj: <a href="https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-2.brozura.pdf">https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-2.brozura.pdf</a> .....	43
Obrázek 18 - Metoda nástřiku materiálu. Zdroj: <a href="https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-2.brozura.pdf">https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-2.brozura.pdf</a> .....	44
Obrázek 19- Metoda vytlačování. Zdroj: <a href="https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-2.brozura.pdf">https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-2.brozura.pdf</a> .....	45
Obrázek 20 - Metoda berstliningu. Zdroj: <a href="https://www.czstt.cz/sites/default/files/soubory/berstlining-pro_web_czstt_28.08.2018_slogem_0.pdf">https://www.czstt.cz/sites/default/files/soubory/berstlining-pro_web_czstt_28.08.2018_slogem_0.pdf</a> .....	45
Obrázek21 -Metoda pipe eatingu. Zdroj: Stein, 1987 .....	46
Obrázek 22 - Metoda kontaktní injektáže. Zdroj: <a href="https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-2.brozura.pdf">https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-2.brozura.pdf</a> .....	47
Obrázek 23 - Metoda utěšňování. Zdroj: <a href="https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-2.brozura.pdf">https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-2.brozura.pdf</a> .....	47
Obrázek 24- Profil lokálních vložek. Zdroj: <a href="https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-2.brozura.pdf">https://www.czstt.cz/sites/default/files/1.2012-2.brozura.pdf</a> .....	48
Obrázek 25 - Příklad hutnění. Zdroj: vlastní práce.....	52
Obrázek 26 - Průběh rekonstrukce v Sudoměřické ulici. Zdroj: vlastní práce.....	53
Obrázek 27- Potrubí UltraRib 2 DN 300 SN 16. Zdroj: vlastní práce.....	55
Obrázek 28 - Původní a nový druh použitého materiálu. Zdroj: vlastní práce. ....	56
Obrázek 29 - Příklad využitých strojů. Zdroj: vlastní práce .....	57
Obrázek 30 - Close fit metoda. Zdroj: <a href="https://www.egeplast.de/cs/beratung/verlegetechniken/grabenlose-verlegung/close-fit-lining/">https://www.egeplast.de/cs/beratung/verlegetechniken/grabenlose-verlegung/close-fit-lining/</a> .....	59
Obrázek 31 - Metoda vytvrzovací hadicí. Zdroj: <a href="http://www.ckvpraha.cz/file.php?nid=9910&amp;oid=2563846">http://www.ckvpraha.cz/file.php?nid=9910&amp;oid=2563846</a> .....	60

## 13.2 Seznam tabulek

Tabulka 1-Orientální doba životnosti vedení podzemních vedení. Zdroj: Klepsatel & Raclavský, 2007.....	23
Tabulka 2 - Základní členění u nové pokládky. Zdroj: Franczyk et al., 2012 .....	33
Tabulka 3 - Základní členění rekonstrukce sítě. Zdroj: Franczyk et al., 2012.....	40
Tabulka 4 - Sanace potrubí. Zdroj: AQUATIS, a.s., 2018.....	61
Tabulka 5 - Celková kalkulace. Zdroj: <a href="http://www.uur.cz/default.asp?ID=899">http://www.uur.cz/default.asp?ID=899</a> .....	62



## **14 Přílohy**

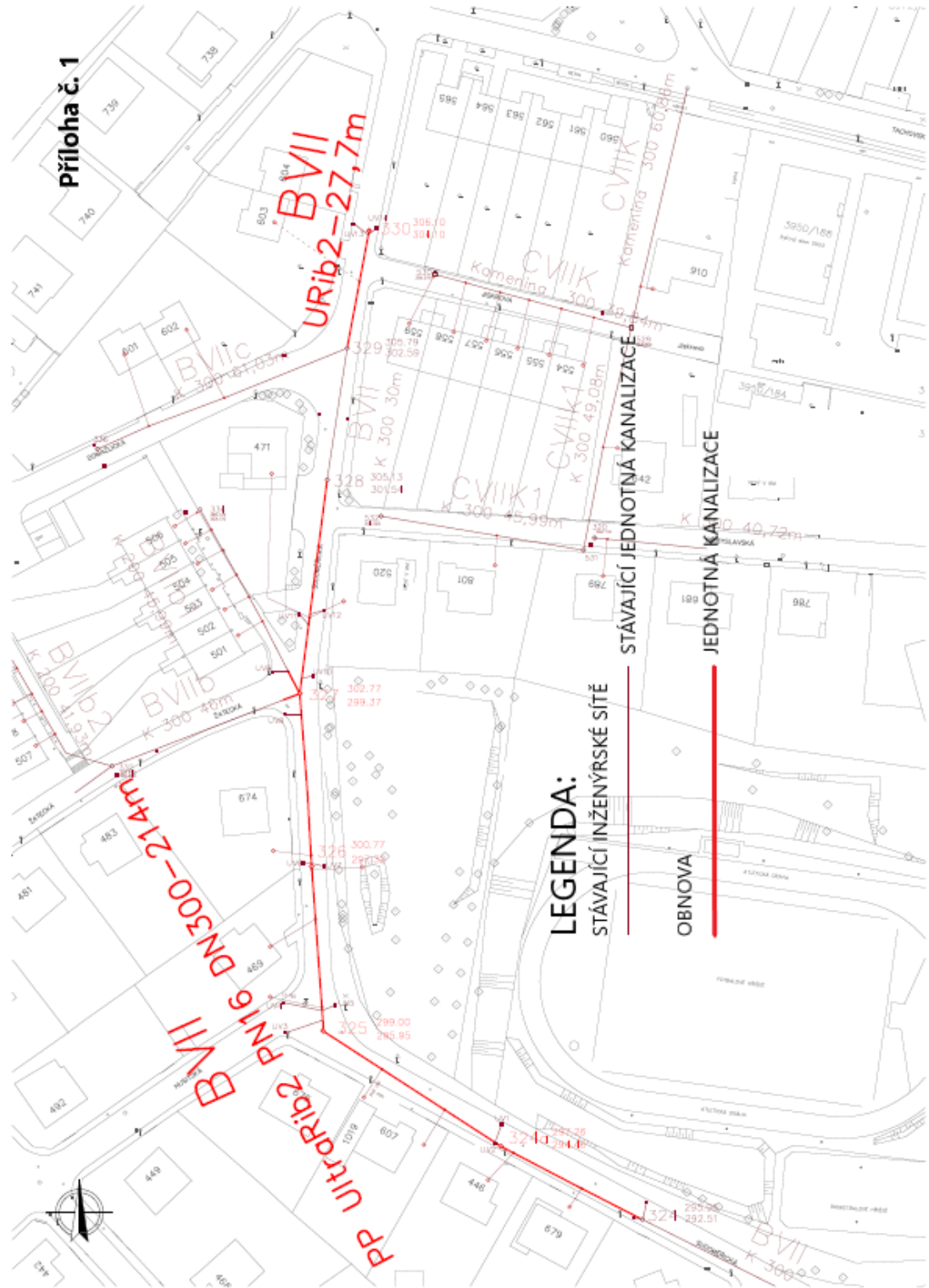
Příloha 1 – Situace prováděné sanace. M 1 :750

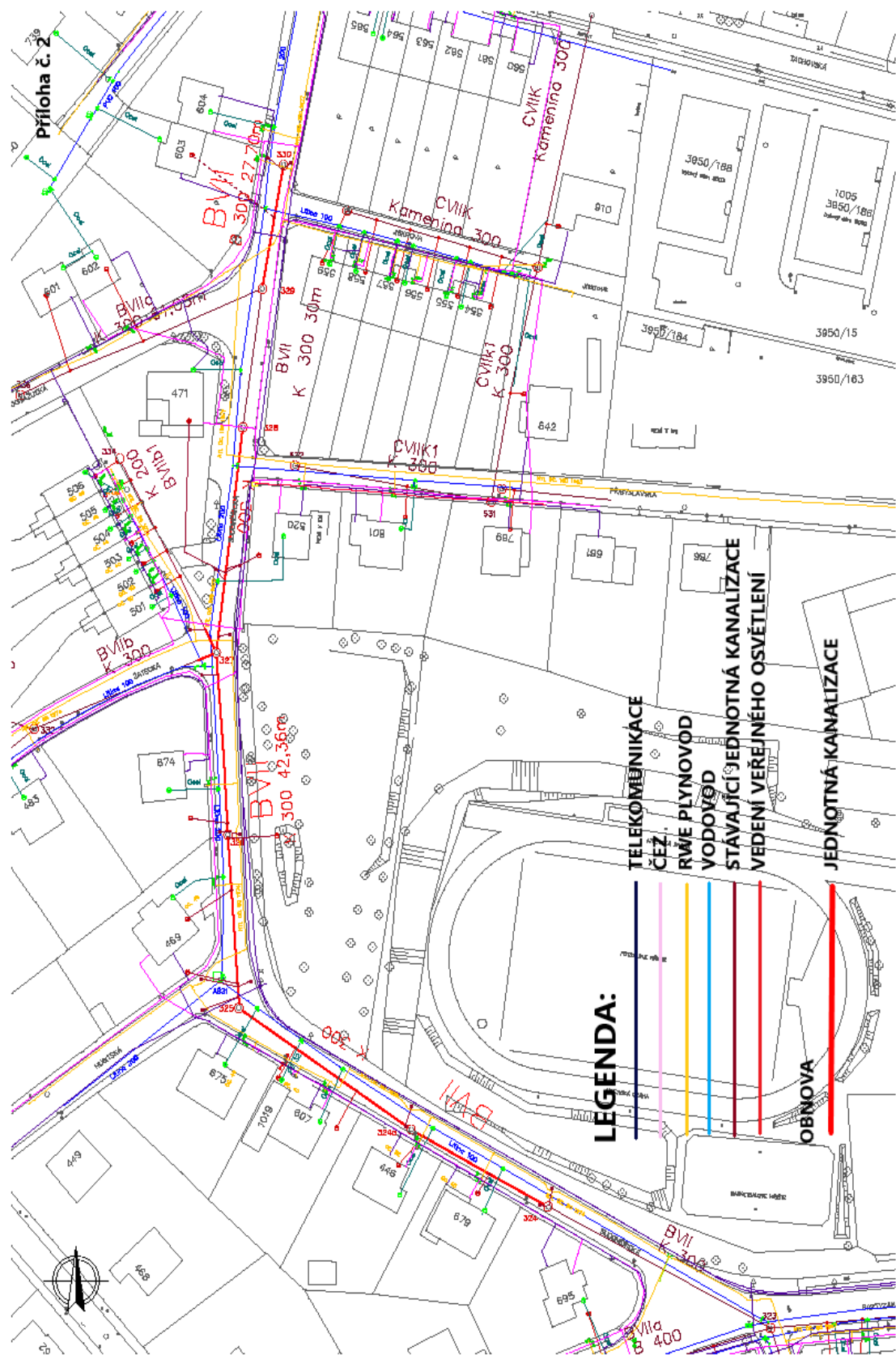
Příloha 2 – Koordinační situace prováděné sanace. M 1 :750

Příloha 3 – Podélný profil stoky B VII. M 1:500/100

Příloha 4 – Schéma uložení potrubí UltraRib 2 SN 16. M 1:25

**Příloha č. 1**

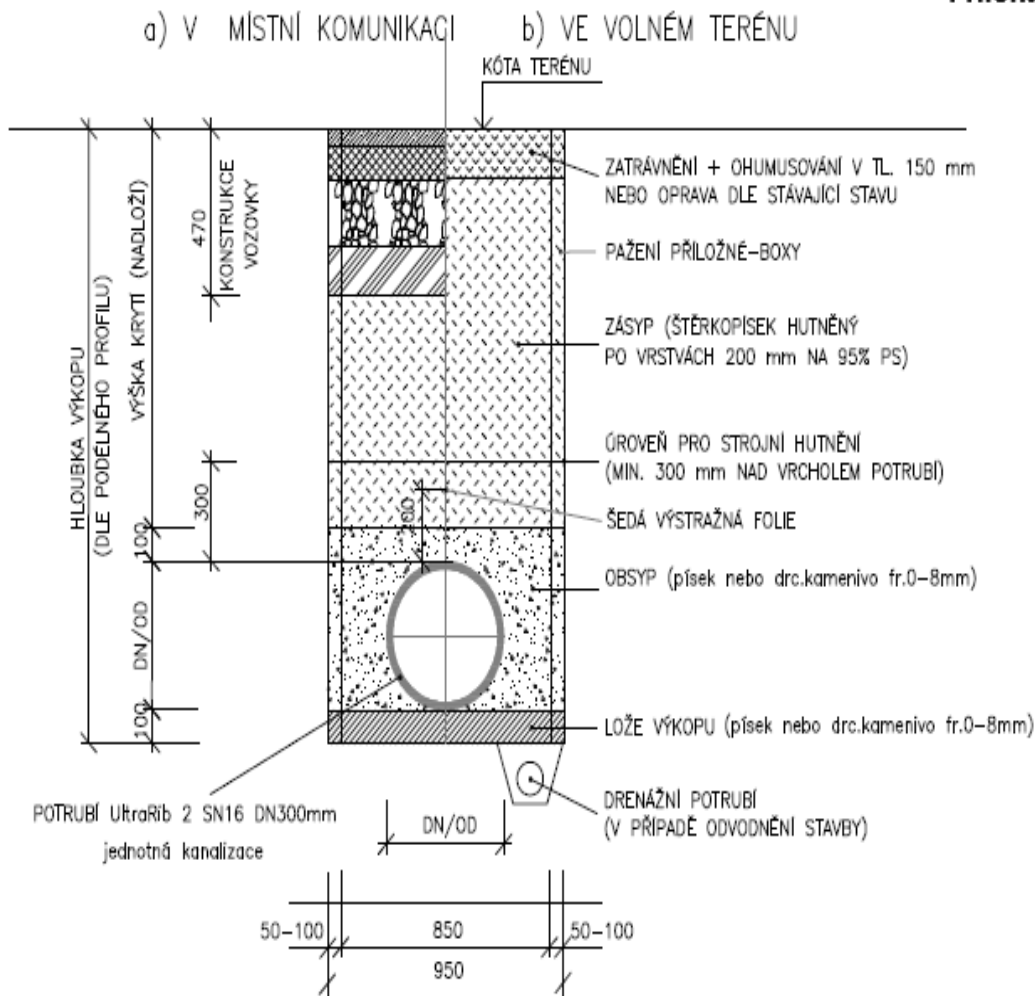






# SCHÉMA ULOŽENÍ POTRUBÍ UltraRib2 SN16 KANALIZACE JEDNOTNÁ

Příloha č. 4



POZNÁMKA:

OD HLOUBKY VÝKOPU 1,20 m BUDE RÝHA PAŽENA

NEJMENŠÍ ŠÍŘKA ZAPAŽENÉ RÝHY:

DLE ČSN EN 1610

OD + 0,50m

350 + 500 = 850mm

DLE HLOUBKY

<1,0m - 0m

0-1,75m - 0,80m

1,75-4m - 0,90m

>4,0m - 1,00m

NEJMENŠÍ VZDÁLENOST DVOU POTRUBÍ VE SPOLEČNÉ RÝZE JE 500mm.