

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra vodního hospodářství a environmentálního
modelování



**Využití bezvýkopové technologie na středové
kanalizaci dálnice D5 v daném úseku**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Ing. Marcela Synáčková, CSc.

Bakalant: Aneta Škvorová

2023

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Aneta Škvorová

Krajinářství

Územní technická a správní služba

Název práce

Využití bezvýkopové technologie na středové kanalizaci dálnice D5 v daném úseku

Název anglicky

Use of trenchless technology on the central sewer of the D5 motorway in the given section

Cíle práce

Materiály trubních stokových sítí a příčina poruch. Možnosti opravy poruch na stokových sítích. Popis dané lokality. Zjištěné závady. Možnosti a popis opravy konkrétní poruchy.

Metodika

Zásady pro zpracování:

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
2. Cíle práce
3. Literární rešerše
4. Metodika
5. Popis daného úseku dálnice
6. Opravy konkrétních poruch
7. Diskuze
8. Závěr
9. Použitá literatura
10. Přílohy

Doporučený rozsah práce

40 stran textu

Klíčová slova

stoková síť, porucha, oprava

Doporučené zdroje informací

HLAVÍNEK, Petr, Jan MIČÍN a Petr PRAX. Příručka stokování a čištění. Brno: NOEL 2000, c2001. ISBN 80-86020-30-4

KLEPSATEL F. et RACLAVSKÝ J., 2007: Bezvýkopová výstavba a obnova podzemních vedení. Jaga Group s.r.o., Bratislava, 142s.

NODIG (www.czstt.cz/zpravodaj_nodig.htm) NODIG 2005- 2022

Nypl V., SYNÁČKOVÁ M.: Zdravotně inženýrské stavby 30: Stokování. 1. vyd. Praha: ČVUT, 1998. 149 s. ISBN 80-01-01729-X.

SOVAK, 2008: Zásady pro využití bezvýkopových technologií v oboru vodovodů a kanalizací. Medim, spol s.r.o., Líbeznice, 134s.

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

Předběžný termín obhajoby

2022/23 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Marcela Synáčková, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 6. 3. 2023

prof. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 7. 3. 2023

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 28. 03. 2023

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: „Využití bezvýkopové technologie na středové kanalizaci dálnice D5 v daném úseku“ vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

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

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

V Praze dne

.....

Podpis

Poděkování

Tímto děkuji paní Ing. Marcele Synáčkové, CSc., za možnost vypracování mé bakalářské práce pod jejím odborným vedením. Za její trpělivost a užitečné, věcné rady. Dále děkuji panu Dominikovi Bakosovi ze společnosti HOCHTIEF CZ a.s., který mi poskytl významné informace pro vypracování praktické části práce. Děkuji také své rodině, za poskytovanou významnou podporu po celou dobu studia.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá bezvýkopovými technologiemi. Hlavním účelem je porovnání procesu opravy kanalizace bezvýkopovou a výkopovou metodou. Práce je rozdělena na část teoretickou a část praktickou.

V teoretické části práce jsou rozepsány materiály využívané na stokové sítě a objekty na stokových sítích. Dále pak jednotlivé bezvýkopové metody nové pokládky, sanace a diagnostiky kanalizace.

V praktické části došlo k porovnání dvou technologií oprav středové kanalizace dálnice. Nejdříve bylo provedeno porovnání celkových nákladů na prvních pět závad na středové kanalizaci na řešeném úseku. Dále byla detailněji řešena jedna závada, kde se vypracoval harmonogram a spotřeba pohonných hmot pro bezvýkopovou a výkopovou technologii.

Klíčová slova

stoková síť, porucha, oprava, bezvýkopová technologie, sanace, materiál

Abstract

This bachelor thesis deals with trenchless technologies. The main purpose is to compare the process of sewer repair using trenchless and excavation methods. The thesis is divided into a theoretical part and a practical part.

The theoretical part of the thesis describes materials used for sewer networks and objects on sewer networks. It also describes the various trenchless methods of new laying, rehabilitation, and diagnostics of sewers.

In the practical part, a comparison of two technologies for repairing the central highway sewer was made. First, a comparison was made of the total cost of the first five defects on the centre sewer on the section in question. Next, one defect was addressed in more detail, where the schedule and fuel consumption for trenchless and trenchless technologies were developed.

Key words

sewerage network, failure, repair, trenchless technology, sanitation, material

Obsah

1	Úvod	1
2	Cíle práce	2
3	Materiály stokových sítí	3
3.1	Trubní stokové sítě.....	3
3.1.1	Tuhá potrubí.....	3
3.1.2	Pružná potrubí.....	6
3.2	Zděné stokové sítě.....	7
4	Objekty na stokových sítích	8
5	Metody bezvýkopových technologií	12
5.1	Metody nové pokládky.....	12
5.1.1	Neřízené metody bez obsluhy na čelbě.....	13
5.1.2	Řiditelné zařízení bez obsluhy na čelbě.....	16
5.2	Diagnostika.....	20
5.3	Sanace.....	21
5.3.1	Metody renovací.....	22
5.3.2	Metody obnov.....	25
5.3.3	Metody oprav.....	27
6	Čištění kanalizace	30
7	Příčiny poruch podzemních vedení	31
8	Odvodnění silnic a dálnic	32
9	Metodika	34
10	D5 Oprava CB vozovky v km 144,57-150,85 vpravo	34
11	Popis řešené lokality	35
11.1	SO 301 – Oprava kanalizace.....	35
11.2	Technologický postup využitých technologií.....	36
11.2.1	Bezvýkopová technologie.....	36
11.2.2	Výkopová technologie.....	38
12	Porovnání	40

12.1	Celkové náklady.....	41
12.2	Harmonogram	43
12.3	Spotřeba pohonných hmot.....	44
12.4	Vyhodnocení	46
13	Diskuze.....	47
14	Závěr.....	48
15	Použité zdroje.....	49
16	Seznamy.....	52
17	Přílohy	54

1 Úvod

Inovativní metody. Přesně to jsou bezvýkopové technologie, které nám umožňují provádět práce pod zemí bez toho, aniž bychom jakkoli porušili nebo změnili charakter původního terénu. Jsou využívány v mnoha oblastech, jako například telekomunikace, vodohospodářství, energetika či doprava.

Historie rozvoje vodovodů a kanalizací v České republice sahá až do roku 1150, kdy Vladislav II. nechal vybudovat první vodovod z Jezerky na Vyšehrad. V 19. a zejména 20. století došlo k významnému rozvoji veřejných vodovodů. V této době také začal rozvoj likvidace splašků, které byly po staletí sbírány v ulicích. V roce 1660 byla v Praze vybudována klenutá stoka od kostela sv. Jindřicha k Prašné bráně, která se dále zaústila do městského příkopu. Nicméně, soustavná kanalizace se v Česku rozvíjela až v 20. století. (Havlík, 2007)

S rozvíjející se populací je stále větší potřeba budování nových technických sítí. A proto je nutné investovat nejen do staveb, ale i do obnov stávajících vedení. I když jsou některé materiály vodovodů a kanalizací dlouhověké, musíme počítat s jejich stárnutím. Vždyť velké množství z nich se blíží k hranici své životnosti, někdy dokonce přesluhují. Oprava či obnova je v těchto případech nejrychlejším a nejefektivnějším řešením. (KLEPSATEL, RACLAVSKÝ, 2007)

Důležité je rozhodnout, zda opravu či renovaci budeme provádět výkopovou nebo bezvýkopovou metodou, případně jejich kombinací. Důležité aspekty pro rozhodování jsou zejména ekonomické hledisko, rychlost provedení sanace, míra narušení okolního prostředí a další okolní vlivy. Bezvýkopové metody se nejčastěji využívají v intravilánech měst, kde je již velké množství technických sítí, neboť správci místních komunikací kladou přísné požadavky na zachování provozu veřejného prostranství města, na jeho zábor, případné změny dopravního značení a obnovu narušeného povrchu spolu s uvedením do původního stavu. Města také dbají na dodržování hygienických kritérií, jako je hlučnost, prašnost, nebo zachování městské zeleně. (SOVAK, 2008)

Toto všechno jsou aspekty, které vedou ke stále častějšímu využívání bezvýkopových technologií.

2 Cíle práce

Cílem bakalářské práce je snaha o objasnění problematiky bezvýkopových technologií a jejich praktické využití na stavbě. V úvodní teoretické části se práce zaměřuje na využití typických stavebních materiálů, ze kterých se realizuje středová kanalizace. Součástí práce je i popis objektů, které se běžně vyskytují právě na středové kanalizaci. Hlavním cílem teoretické části bylo popsání různých bezvýkopových technologií a jejich hlavní výhody a nevýhody.

Druhá část práce se věnuje aplikaci využití bezvýkopové technologie metodou tzv. krátké vložky na řešeném úseku. Pro porovnání byla tato metoda řešena s výkopovou technologií, kde se kladl důraz na časový fond, celkové náklady a spotřebované pohonné hmoty.

3 Materiály stokových sítí

Materiál pro stokové sítě je vybírán s ohledem na účel a plánovanou životnost díla. V dnešní době se přihlíží i na okolní řad (což například znamená, že pokud je v kraji využíván převážně jeden typ materiálu, tak bude využit stejný materiál, pokud bude splňovat technické požadavky návrhu) a bere se ohled na zkušenosti provozovatele sítí v dané lokalitě. Použitý materiál musí umožnit bezpečné a efektivní čištění stok, být vodotěsný, odolný proti mechanickým, chemickým a biologickým vlivům, stejně tak vlivům dopravované odpadní vody a agresivnímu působení okolního prostředí.

Kanalizace mohou být trubní, zděné z kanalizačních cihel, monolitické, nebo z prefabrikátů (ze stavebních železobetonových dílců). Na obložení se využívá kamenina, tavený čedič, odolný a pevný kámen, sklolaminát, plasty a podobné materiály. Při kompletaci je nezbytné použít odolné pojivo pro spojení materiálů a technologii, které zaručí, že se materiál nebude odlupovat. (NYPL, SYNÁČKOVÁ, 1998)

3.1 Trubní stokové sítě

Na trubní stoky jednotné i oddílné stokové soustavy se používá stavební materiál v souladu s platnými normami. Vyhovující materiály jsou kamenina, plasty, čedič, tvárná litina, šedá litina, beton (vhodný pro dešťové stoky dle požadovaného návrhu betonové směsi, která specifikuje stupeň vlivu prostředí), železobeton, sklolaminát a kombinace těchto materiálů. (HLAVÍNEK, MIČÍN, PRAX, 2001)

3.1.1 Tuhá potrubí

A) Kameninové

Kameninové trubky jsou ideální pro odvod odpadních vod díky vysoké životnosti, kterou výrobci uvádějí minimálně 100 let. Dokonce existuje jedno z nejstarších potrubí z kameniny v Drasenhofenu, které funguje již od roku 1884. Trubky jsou navrženy tak, aby se daly jednoduše napojit na již existující potrubí. Dále mají skvělou tepelnou odolnost (- 10 °C až + 70 °C), dobré hydraulické vlastnosti a vynikající chemickou odolnost vůči

kyselinám a louhům (pH 0,4 – 14), organickým kyselinám, rozpouštědlům a dalším agresivním látkám.

Kameninové produkty jsou ekologické. Vyrábí se smíšením přírodního jílu, vody a šamotu, což je již vypálený a rozemletý jíl nebo recyklované kameninové výrobky. Nicméně, existují i nevýhody kameninového potrubí, jako je křehkost, vyšší hmotnost a náročnější pokládka. (ŠEJNOHA, 2003)



Obrázek 1 - Realizace kameninové odbočky na stávající kanalizační řad (Vlastní)

B) Betonové a železobetonové

Hrdlové trouby z betonu a železobetonu, jsou využívány pro odvádění dešťových vod a dalších neagresivních tekutin, které mají volnou hladinu. Lze je přechodně použít i v místech s mírným tlakovým prouděním. Vnitřní průměry trub je možné obohatit čedičovou nebo kyselinovzdornou kameninovou výstelkou, která výrazně prodlužuje jejich životnost. Takové trouby pak splňují provozní požadavky na odolnost proti opotřebení a chemicky agresivním látkám. Stavba kanalizací z hrdlových trub se provádí pomocí výkopové metody. Vzhledem k hmotnosti se doporučuje ukládat trouby na betonové lože, případně na štěrkové lože s drenáží.

Jejich hlavní výhodou je výborná mezní únosnost ve vrcholovém zatížení, teplotní odolnost a jsou ekologicky recyklovatelné. Mohou být dodány v kruhovém nebo vejčitém průřezu a mají integrovaný spoj. Nevýhody zahrnují vysokou hmotnost trub, potřebu použití těžkých mechanismů při pokládce a neschopnost pokládky ve štolách. Bez

síranovzdorného cementu, či vnitřní výstelky hrozí poškození trub korozi nebo obrusem čímž je rychlost průtoku omezena. (ŠEJNOHA, 2003)

C) Polymerbetonové

Polymerbeton je složen z plniva, obvykle šterkopísku, a pojiva (syntetické pryskyřice), a je ideální pro použití v místech s vysokou námahou, jako jsou potrubí, kaskádovitá koryta a obklady. Jeho výhodou je, že díky možnosti volby pojiva a plniva, může v široké míře plnit fyzikálně-chemické vlastnosti odolnosti.

Nesycená polyesterová, vinylesterová a epoxidová pryskyřice jsou používány jako pojiva v polymerbetonu v závislosti na chemické zátěži. Kamenný prach slouží jako mikropojivo. Nahrazení cementového tmelu pryskyřicemi zvyšuje pevnost v tlaku, tahu a v tahu za ohybu. Zlepšuje odolnost proti korozi od pH 1 až 13 (v závislosti na použité pryskyřici) a téměř eliminuje nasákavost. (VÁCLAVÍK, 2014)

D) Sklolaminátové (GRP)

Sklolaminát, kterému se také říká GRP (Glass Reinforced Pipes), je významný pro jeho vysokou pevnost, stálost a nízkou hmotnost. Sklolaminátové trubky jsou teplotně stálé. Při vysokých teplotních rozdílech (např. od -40 °C do 100 °C) neměknou. Jejich nízká hmotnost umožňuje vyrábět trubky v délce až 12 m.

Dalšími výhodami je, že jsou odolné vůči ultrafialovému záření, mají skvělé hydraulické parametry a vysokou životnost (výrobce udává 100 let). Hlavními složkami sklolaminátových trub jsou polyesterová pryskyřice, křemičitý písek a skelná vlákna. (HLAVÍNEK, MIČÍN, PRAX, 2001)

E) Čedičové

Čedičové trouby jsou vyráběny z taveného čediče, který omezuje rozměry trub kvůli řízenému chladnutí odlitých výrobků. Maximální velikost výrobků je cca 500 x 500 mm, tloušťka stěn cca 30 mm.

Tento materiál je vhodný pro stokové prostředí, neboť je hutný, nenasákavý a velmi odolný vůči obrusu a chemickým účinkům. Čedičové trouby mají prakticky neomezenou životnost a přijatelnou hydraulickou

hladkost. Hlavní nevýhodou je omezený sortiment a délka, takže jsou používány především pro mechanicky extrémně namáhané úseky stok. (TS HOSTIVICE, 2010)

3.1.2 Pružná potrubí

A) Plastové

Plastová potrubí jsou vyráběna tepelným tvarováním polymerů, jako je PVC, PEHD nebo PP. Použití pružných materiálů v potrubí vyžaduje zdůvodnění a statický výpočet, stejně jako stanovení míry zhutnění lože a obsypu. Konečné rozhodnutí a schválení náleží vlastníkovi a provozovateli potrubí. (TS HOSTIVICE, 2010)

- **PEHD – vysokohustotní polyetylenové**

PE HD je materiál používaný pro tlakové trubky určené pro všeobecné použití. Ty jsou vyráběny tak, aby byly odolné a schopné odvádět splaškovou a povrchovou vodu z různých volných ploch, jako jsou silnice a cesty. (VÁCLAVÍK, 2014)

- **PVC – polyvinylchloridové**

Používá se pro trubky a tvarovky ke stavbě podzemních kanalizací a vodovodů. Snadno snáší odpadní vody s pH v rozmezí 2 až 12 a je klasifikován jako nesnadno hořlavý. (VÁCLAVÍK, 2014)

- **PP – polypropylénové**

Jde o materiál určený pro vnitřní i vnější kanalizace. Vydrží vysoké teploty odpadních vod. Jak potrubí, tak tvarovky se používají pro odvod většiny druhů odpadních tekutin i chemických látek, výjimkou jsou některá rozpouštědla a ropné látky. (HLAVÍNEK, MIČÍN, PRAX, 2001)

B) Litinové (tvárná litina)

Nástupcem standardní šedé litiny je litina tvárná. Rozdíl mezi nimi je ve výskytu zrnitosti grafitu. Tvárná litina obsahuje shluky kulovitého tvaru, zatímco litina šedá obsahuje grafit ve formě lamel.

Významné vlastnosti jsou odolnost proti korozi a otěru, formovatelnost, pevnost v tahu a životnost. Tvárnou litinu používáme na vodotěsné

kanalizační systémy. Proto se používá pro odvádění odpadů domácností i průmyslových odpadních vod. Je vhodná jak pro gravitační, tak pro tlakové kanalizace. (HLAVÍNEK, MIČÍN, PRAX, 2001)

3.2 Zděné stokové sítě

Zděné stoky, jsou samy sobě vlastní konstrukcí, která zajišťuje statickou únosnost, a proto není nutné následné obetonování. Tyto stoky se nejčastěji používají u kruhových a vejčitých stok větších průměrů. Pro ty je nutné použít armovanou betonovou klenbu nad vnitřním pásem, aby byla zajištěna dostatečná únosnost. K zdění se využívají kanalizační cihly nebo keramické segmenty (tvárnice), čedičové cihly, žlaby a bočnice, které jsou spojeny maltou s předepsanými vlastnostmi. (TS HOSTIVICE, 2010)

A) Kamenné

Kámen se hodí pro výstavbu konstrukcí, které jsou vystaveny extrémnímu zatížení, jako jsou například stěny šachet, dešťových oddělovačů, přepadových hran, nebo pro konstrukce s nepravidelnými tvary. Pro použití kamene jako stavebního materiálu je důležité, aby měl dostatečnou pevnost, nerozpadavost a aby neobsahoval vápence a vápnité příměsi. Struktura kamene by neměla být vrstevnatá a neměl by snadno zvětrávat (jako například jílovité břidlice a prachovce). (TS HOSTIVICE, 2010)

B) Keramické cihly

Výrobce cihel pro výrobky určené pro kanalizační stoky musí zajistit, aby byly pevné, odolné vůči kyselinám a mrazu a aby měly zvýšenou odolnost proti opotřebení. Kromě standardních cihel by měl také dodávat různé typy krátkých klínů pro zdění klenby a kantovek pro zdění stokových žlabů v šachtách.

Cihly by měly být spojeny cementovou maltou, která je odolná vůči agresivním účinkům odpadní vody. Pro zdění klenby mohou být použity měkké malty a dutinové cihly, zatímco v dolní části se doporučují cihly plné. (TS HOSTIVICE, 2010)

C) Čedičové cihly

Jsou vyráběny z tvárného čediče ve stejném tvaru jako cihly keramické. Jsou vhodné pro oblasti s extrémním mechanickým zatížením stokových úseků. Mezi jejich výhodou je vysoká pevnost, nenasákavost, obrusová odolnost, chemická odolnost a tím splnění všech požadavků na kanalizační materiál. (TS HOSTIVICE, 2010)

4 Objekty na stokových sítích

Stokové sítě, jsou tvořeny stokovými objekty a úseky. Objekty zajišťují správné fungování a slouží pro snadný přístup k čištění a údržbě stok. K výstavbě objektů se využívá prostý beton, železobeton, kanalizační kamenina, prefabrikovaný beton, kanalizační cihly, a jiné materiály, které jsou odolné vůči účinkům protékajících odpadních vod.

Další drobné prvky, jako jsou poklopy, žebříky či stupadla, musí být z materiálů odolných proti korozi a opatřeny protiskluzovou ochranou. Je nutné, aby veškeré vstupní otvory objektů byly vybaveny kruhovými poklopy s minimálním průměrem 600 mm a zajištěné proti vysunutí projíždějícími vozidly. V místech s nulovým výskytem vozidel, lze využít čtvercové poklopy. Objekty na stokových sítích se dělí podle účelu, k jakému jsou určeny. (NYPL, SYNÁČKOVÁ, 1998)

Na srážkové kanalizaci, která slouží k odvádění soustředěné vody z odvodněných pozemních komunikací do vodních recipientů (tzn. do nádrží nebo vodních toků odvádějících z povodí povrchovou vodu, vodu z přítoků a odpadní vody). Můžou se zde vyskytnout následující objekty. (MD-OPK, 2014)

A) Vstupní šachta

Vstupní šachta je nejzákladnější objekt na stokové síti. Slouží k usnadnění přístupu provozním pracovníkům, kteří potřebují objekt kontrolovat, spravovat nebo čistit. Ve většině případů, nesmí být vzdálenost mezi jednotlivými vstupními šachtami větší než 50 m. umísťují se na konce stok, v místech změny profilu, v lomových bodech, nebo také k rozdělení dlouhého rovného úseku kanalizace. (NYPL, SYNÁČKOVÁ, 1998)

B) Spojná šachta

V místech, kde se potřebují stoky spojit, se používají vstupní (spojné) šachty a spojné komory. Jejich základem je kruhový půdorys. Připojení či spojení stok se realizuje ve vstupní (spojné) šachtě a pokud je třeba spojit více stok, používají se spojné komory. Na dně je vytvořeno žlábkovité spojení jednotlivých stok. (VÁCLAVÍK, 2014) (NYPL, SYNÁČKOVÁ, 1998)

C) Rozdělovací komory

Rozdělovací komory na stokové síti, plní opačnou funkci než spojné šachty. Slouží k rozdělení přítoku jedné stoky do dvou nebo více stok na odtoku z komory. Pro regulaci toku v jednotlivých stokách (za rozdělovací komorou) se často instalují stavítka (a slouží k uzavření a regulaci průtoku vody v kanalizaci). Díky nim se umožní odstavení stok pro případné údržby nebo opravy. (VÁCLAVÍK, 2014)

D) Spadiště

Účelem spadiště je regulace rychlosti průtoku, aby nebyla přesažena maximální povolená rychlost. Použitím stupňů ve dně stoky je umožněno překonávat strmý sklon terénu. Konstrukce spadiště se skládá ze základní vstupní šachty, přítokového potrubí, vlastního spadiště a odtokového potrubí. V případě, kdy je stupeň vyšší než 600 mm, splašková voda je svedena vertikální rourou na dno spadiště.

Při přívalu většího množství vody, kdy odtoková vertikální roura nedokáže pojmout celé množství vody, velká část vody přepadá z horní stoky ke dnu spadiště do vodního polštáře. Dno spadiště a části šachty, které jsou vystaveny nárazům dopadajících odpadních vod, musí být zpevněny odolným obkladem (například žulovou dlažbou) integrovaným do konstrukce. (VÁCLAVÍK, 2014)

E) Skluz

Stejně jako u spadiště, se využívá ve stokových úsecích s velkým sklonem dna, které musí být upraveno proti negativnímu účinku velkých rychlostí. Skluzy jsou navrhovány na velmi dlouhých a strmých tratích, kde

by vybudování kaskády spadišť bylo příliš nákladné a obtížně proveditelné. Skluz se skládá ze skluzové stoky (průtočná rychlost max. $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) a z objektu, který se nachází na konci skluzu a slouží k utlumení pohybové energie a k odvodu vody. K utlumení pohybové energie se využívají železobetonové rozrážeče osazené na dně šachty, která je pro odvodu vody přikryta kovovým roštem. (NYPL, SYNÁČKOVÁ, 1998), (HLAVÍNEK, MIČÍN, PRAX, 2001)

F) Shybka

Shybka je stavba na kanalizační síti, která umožňuje převedení odpadních vod pod překážkou, jako jsou jiné stoky, vodní toky, kolektory, komunikace, metro a jiné. Z hydraulického hlediska kanalizační shybky můžeme rozdělit na úplné a neúplné podle toho, zda strop shybky leží pod dnem přítokové a odtokové stoky, nebo nad jeho dnem.

Shybky se také dělí na jednoramenné a víceramenné podle počtu ramen. Horní zhlaví tvoří vtokový objekt, který slouží jako přechod ze stoky do shybky. Před horním zhlavím se obvykle nachází odlehčovací komora, která umožňuje nouzové odstavení shybky pomocí stavítka. Dolní zhlaví slouží jako výtokový objekt neboli přechod ze shybky do stokové sítě. Výtok musí být řešen tak, aby nedocházelo ke zpětnému vzduť v ramenech shybky. (VÁCLAVÍK, 2014)

G) Dešťová vpust'

Dešťové vpusti jsou provozovány zpravidla jinými právníckými osobami než provozovatelem kanalizace. Dle zákona č. 135/1964 Sb. jsou součástí komunikačních staveb. Slouží k odvodňování vozovek, chodníků a zpevněných ploch. Můžeme je rozdělit na uliční, chodníkové a horské.

Chodníková vpust' je vhodná všude tam, kde je malý sklon odvodňovacích ploch a kde se vyžaduje zachování plynulosti povrchu vozovky. Navrhují se například u zastávek městské hromadné dopravy a jsou umístěny v boční straně chodníku.

Horská vpust' náleží do míst, kde je strmý sklon odvodňovaného terénu (nad 8 %), do míst, je očekáván velký přítok dešťové vody z nezpevněné plochy nebo do silničních a jiných otevřených příkopů.

Těleso uliční vpusti by nemělo být zatěžováno bezprostředně. Zatížení by se mělo přenášet na hutnější, pružné podloží. (NYPL, SYNÁČKOVÁ, 1998), (HLAVÍNEK, MIČÍN, PRAX, 2001)

H) Lapač splavenin

Lapáky splavenin se umisťují do míst, kde se odvodňuje extravilán pomocí otevřených příkopů, svedených do trubního systému. Lapač slouží k zachytávání nečistot a sedimentových splavenin před vtokem do stokové sítě. Hlavní části lapače jsou sedimentová jímka na splaveniny a mříž, která slouží i jako bezpečnostní prvek, který chrání před zneužitím nebo před případným pádem (dítěte). Pro bezproblémový chod je nutné lapač pravidelně čistit. (NYPL, SYNÁČKOVÁ, 1998), (HLAVÍNEK, MIČÍN, PRAX, 2001)

I) Odlehčovací komora

Odlehčovací komora je nejdůležitější, avšak nejsložitější objekt na stokové síti, a to jak z pohledu stavebního provedení, tak z hydrotechnického návrhu. Slouží k automatickému odvádění dešťové vody od určitého průtoku, aby se zabránilo zahlcení čistírny odpadních vod. Její uspořádání musí umožnit oddělení dešťové vody, podle požadovaného poměru k ředění splaškových vod, které dále pokračují do čističky odpadních vod. (NYPL, SYNÁČKOVÁ, 1998), (HLAVÍNEK, MIČÍN, PRAX, 2001)

J) Výúst'

Slouží k vypouštění odpadních vod do nádrží nebo vodních toků. Má podpořit promísení přiváděných odpadních vod s vodou z recipientu. Je potřeba dbát na kvalitní zpevnění objektu, jelikož je často vystaven silným účinkům proudící vody. Výústní objekt musí být řešen tak, aby netvořil překážku, ale přirozeně zapadal do okolního prostředí. (NYPL, SYNÁČKOVÁ, 1998), (HLAVÍNEK, MIČÍN, PRAX, 2001)

5 Metody bezvýkopových technologií

Bezvýkopové technologie umožňují opravy i obnovy vodovodních či stokových sítí bez velkých zásahů do životního prostředí nebo většího omezení provozu na pozemních komunikacích a ve veřejném prostoru měst a obcí. Stejně tak slouží k výstavbě nových sítí. K dispozici je mnoho různých bezvýkopových technologií, které jsou neustále inovovány a vylepšovány. Ideální pro jejich využití jsou městské zástavby, lokality s hustým provozem, ale i chráněná krajinná území. Rozhodnutí, zda pro danou stavbu či renovaci bude využita bezvýkopová technologie nebo otevřený výkop, je stanoveno na základě podrobné ekonomické a technické analýzy.

Technologie dělíme na bezvýkopové rekonstrukce, při kterých se staré sítě odstraňují a nová potrubí se ukládají do existujících tras. Bezvýkopové opravy, které mohou být prováděny lokálně nebo vkládáním nových potrubí nebo rukávců do stávajících sítí, čímž vzniká jednotný celek. Tyto metody zahrnují i opravy vnitřních povrchů pomocí nástřiku cementovou maltou nebo speciálními nátěrovými hmotami. Poslední variantou je ukládání nových potrubí do starých, která už netěsní a nejsou stabilní po statické stránce, a tak poslouží pouze jako chránička. (KYNCL, HEVIÁNKOVÁ, 2014)

(Informace do jednotlivých pod-bodů této kapitoly jsem čerpala převážně z webu NASTT (tj. Severoamerický spolek pro bezvýkopové technologie), z brožury odborného časopisu NODIG z roku 2012, a částečně z webu společnosti HYDROTECHNIK PRAHA s.r.o., kde jsem si zapůjčila obrázky jednotlivých metod.)

5.1 Metody nové pokládky

Podle normy ČSN EN 12 889 týkající se bezvýkopového budování stok a kanalizačních přípojek a jejich testování, se bezvýkopové technologie dělí na metody s obsluhou na čelbě a metody bez obsluhy na čelbě.

V případě metod bez obsluhy na čelbě, se dále dělí na základě možnosti kontroly a úpravy směru na metody neřízené, které neumožňují korekci směru při zabudování trub a kabelů a metody řízené, při nichž se využívají progresivní soupravy s dálkovým ovládáním, které umožňují precizní zabudování trub a kabelů do cílové trasy a v případě potřeby je možné korigovat vzniklé směrové a výškové odchylky. Dalším

dělením bezvýkopové technologie pro novou pokládku je způsob odběru zeminy, profil trasy, říditelnost směru vrtání a pracovní princip.

Při volbě metody pro výstavbu podzemních vedení se berou v úvahu faktory jako požadovaná přesnost ve směrovém a výškovém uspořádání, blízkost ostatních sítí technického vybavení, průměr trub, délka zabudovávaného potrubí, geologické a hydrogeologické podmínky v trase a nejnižší výška nadloží. (KLEPSATEL, RACLAVSKÝ, 2007)

5.1.1 Neřízené metody bez obsluhy na čelbě

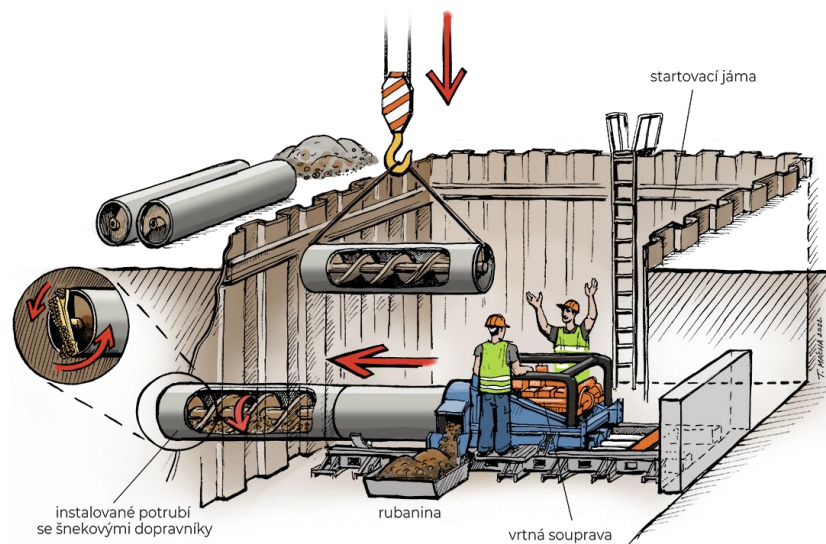
Metody bez obsluhy na čelbě se dělí na říditelné a neříditelné. Dále se jednotlivé techniky dělí na metody, při nichž zemina zůstává na místě a pouze se vytlačuje do stran a metodu, kdy je zemina odstraněna z původního místa a nahrazena např. chráničkou pro kabel nebo kanalizační přípojkou či řadem. Neříditelné metody nemají takřka žádnou schopnost korekce vrtného směru, což omezuje jejich využití při větších vzdálenostech a tam, kde je nutné dodržet vysokou přesnost instalace. Dále jsou nevýhodné v městské zástavbě, kde je nutné dodržet požadované krytí a odstup od dalších inženýrských sítí.

A) Horizontální/Šnekové vrtání (Auger Boring)

Jde o techniku vodorovného vrtu, často kombinovanou se zatlačováním roury. Tento systém využívá vrtnou hlavu, která slouží k narušování horniny. Za vrtnou hlavou je v ocelové chráničce šnekový dopravník, který dopravuje původní zeminu do startovací jámy. Jednou z nevýhod je nutnost dalšího strojního zařízení (JCB), které vkládá ocelové chráničky se šnekovým dopravníkem do jámy. Jak můžete na obrázku vidět, tato technologie potřebuje kolejnice, po kterých se pohybuje vrtná souprava. Běžně dosažitelná přesnost u této neřízené technologie se pohybuje okolo 1 % délky protlaku.

Výhody – Okamžitá stabilizace vrtu během vrtání.

Nevýhody – Omezení průměrů do cca 800 mm, a hlavně délek provádění na cca 50–80 m dle podmínek.



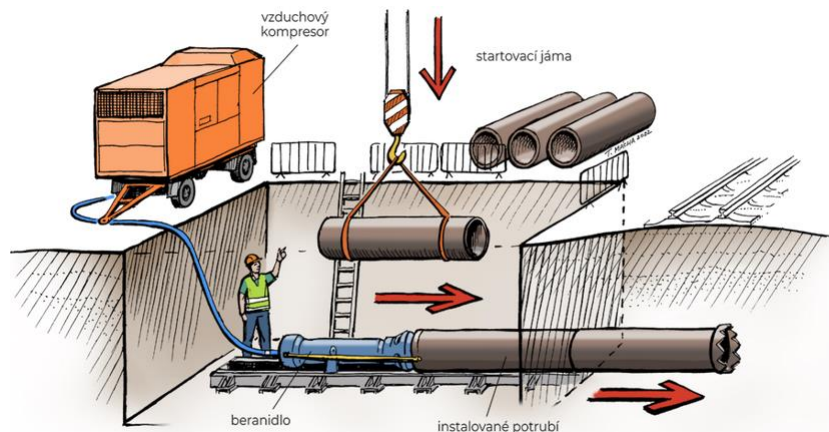
Obrázek 2 - Schéma šnekového vrtání (HYDROTECHNIK PRAHA)

B) Vodorovné beranění s otevřenou troubou (Pipe Ramming)

Jedná se o bezvýkopovou technologii, při které se využívá dynamická síla, přenášená pomocí beranidla na konec trub. Beranidlo funguje na systému stlačeného vzduchu. Beraněné trouby jsou postupně svařovány k sobě a zatlačovány do země. Pro vytvoření otevřeného pouzdra se hornina uvnitř trub odstraní hydraulicky, vysokotlakým vodním výplachem, nebo stlačeným vzduchem.

Výhody – Vysoká rychlost provádění.

Nevýhody – Velký zábor, existence rázů může mít vliv na okolí. Vysoká kontrola svarů – špatný svar může být poškozen během beranění. V případě využití vodním výplachem dojde k rozbahnění startovací a cílové jámy.



Obrázek 3 - Schéma beranění (HYDROTECHNIK PRAHA)

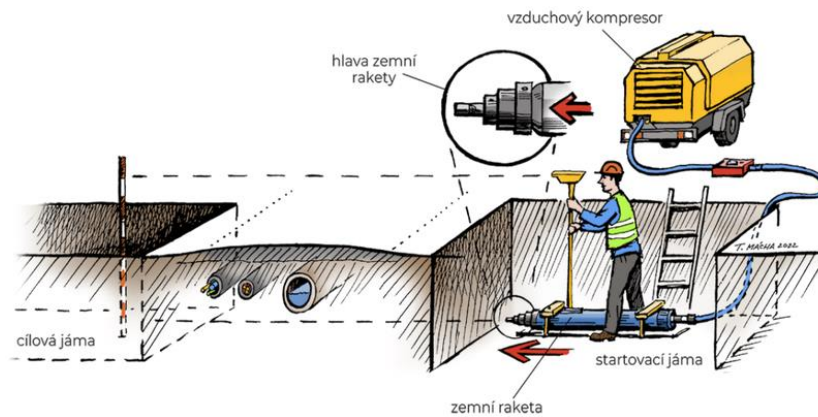
C) Protlaky s použitím zemních raket – Propichování (Impact Moling)

Tato metoda vytváří vrt pomocí pneumatického nebo hydraulického kladiva ve tvaru torpéda/ rakety. Rázově poháněná raketa se protlačuje v přímém směru ze startovací jámy do cílové, přičemž zemina z vrtu je roztlačována do stran (nikoli odstraňována).

Využívá se především pro kratší vzdálenosti (okolo 25 m a do průměru 200 mm), například k protažení kabelů pod komunikací, nebo výstavbě menšího potrubí. Potrubí může být ukládáno současně s vrtem, nebo v případě samonosné půdy (např. skalní podloží) může být zataženo dodatečně.

Výhody – Nízké náklady, flexibilita, snadná manipulace, rychlost provádění.

Nevýhody – Malá přesnost, omezení na krátké úseky a malé průřezy do cca 200 mm.



Obrázek 4 - Schéma protlaku pomocí zemní rakety (HYDROTECHNIK PRAHA)

5.1.2 Říditelné zařízení bez obsluhy na čelbě

Říditelná zařízení umožňují kontrolu a úpravu směru nebo výšky při vrtání nebo protlačování. Tuto korekci lze provádět buď průběžně (při mikrotunelování) nebo v nastavitelných bodech (u HDD – viz dále) a lze ji upravit podle potřeby.

Metody vrtání mohou být aplikovány v místech, kde je potřeba dodržet přesnost vrtu (např. ve městech, kde je více sítí v místě vrtu). Mikrotunelování dosahuje nejvyšší přesnosti (tolerance na 100 m délky je max. 10–20 mm), zatímco HDD může mít větší výchylky. Avšak u HDD díky pružnosti vrtných tyčí a vysokým krouticím momentům, je možné se vyhnout podzemním překážkám během vrtání.

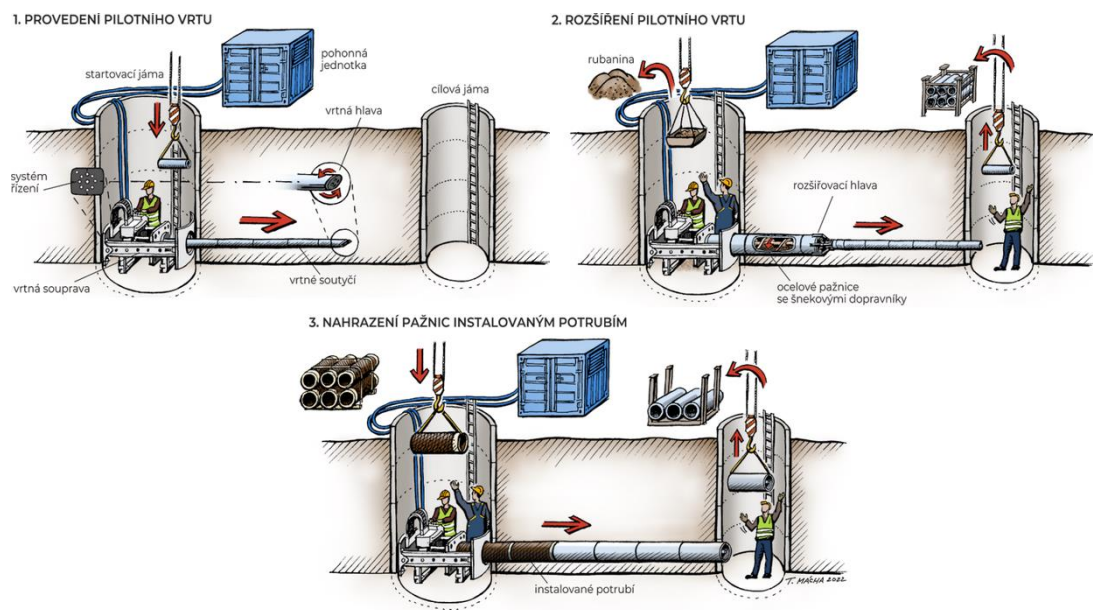
A) Protlačování s pilotním vrtem (Pilot Tube Guided Boring)

Je metoda pro instalaci potrubí, kabelů a kabelovodů pomocí vrtacího zařízení, umístěného ve startovací jámě, které je poháněno z pohonné jednotky umístěné na povrchu. Nejprve se provádí menší řízený pilotní vrt pomocí vrtné hlavy připevněné na rotačním vrtném soustředění. Potřebné odchylky během pilotního vrtání zajišťuje skloněná plocha vrtné hlavy, excentrické kapalně trysky nebo kombinace těchto prvků, obvykle spolu s vysílačem.

V dalším kroku může být vrt rozšířen za pomoci ocelových pažnic se šnekovým dopravníkem, který je vyústěný do startovací jámy a transportuje do ní přebytečnou zeminu. Po zvětšení do požadované velikosti pro produkční trubku, se ocelové pažnice nahrazují daným potrubím.

Výhody – Při nejriskantnější operaci (vrtání naslepo) jsou náklady při případném zmaření vrtu nižší.

Nevýhody – Vyšší pracnost, nižší rychlost provádění.



Obrázek 5 - Schéma protlačení s pilotním vrtem (HYDROTECHNIK PRAHA)

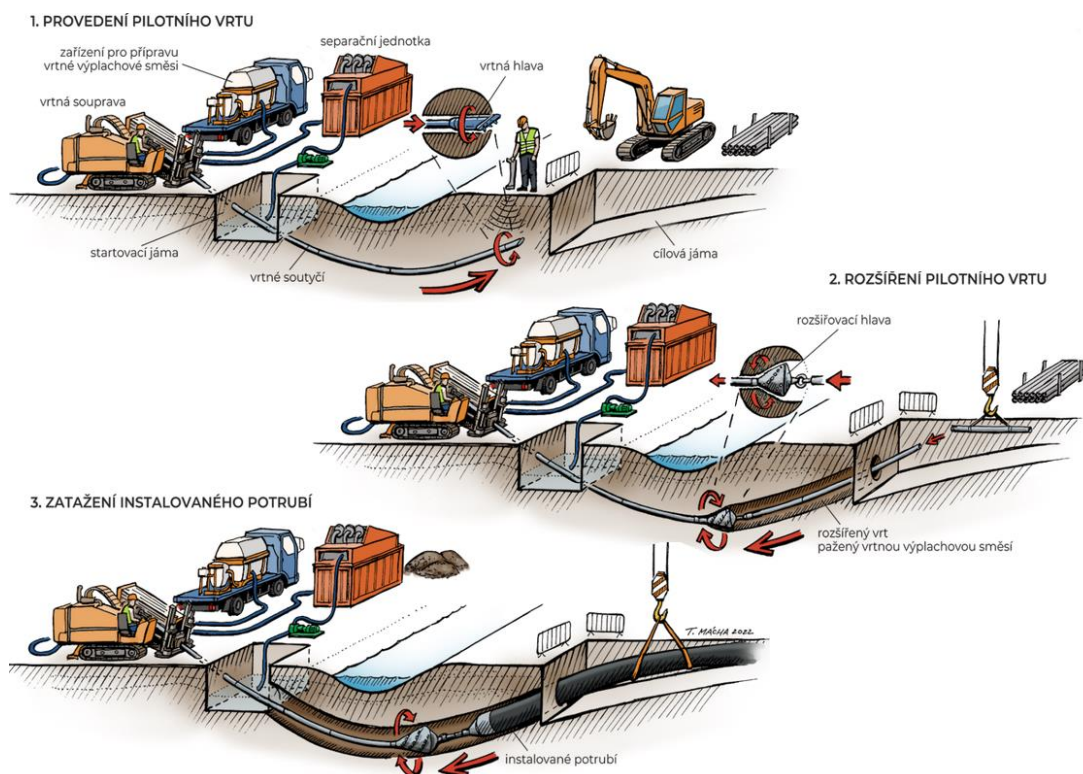
B) HDD zařízení – směrové vrtání (Horizontal Directional Drilling)

I tato metoda se využívá k ukládání potrubí, kabelů a kabelovodů. HDD vytvoří pilotní vrt s odtěžením nebo roztláčením zeminy. Pozice vrtné hlavy v zemi se zjišťuje za pomoci vysílače/ sondy a následně se může provést změna směru vrtání natočením řídicí desky ve vrtné hlavě. Po vyústění vrtné hlavy se na vrtné soutyčí připevní rozšiřovací hlava. Díky ní se v dalším kroku vrt rozšíří za pomoci vrtného výplachu, který vrt zpevní a zároveň vyplavuje rozpojenou horninu do cílové a startovací jámy.

V poslední fázi procesu se do připraveného otvoru vtažením instaluje potřebný produkt. Tuto metodu je možné aplikovat na vzdálenost až stovek metrů, avšak není vhodná pro případy, kde je potřeba dodržovat velmi přesný spád.

Výhody – Relativně jednoduchá manipulace a flexibilita, vysoká rychlost vrtání.

Nevýhody – Korekce vrtání způsobují zvlnění vrtaného profilu, takže většinou je problém dodržet plynulý spád.



Obrázek 6 - Schéma řízeného vrtání HDD (HYDROTECHNIK PRAHA)



Obrázek 7 - Foto z realizace metodou HDD – startovací jáma (Vlastní)

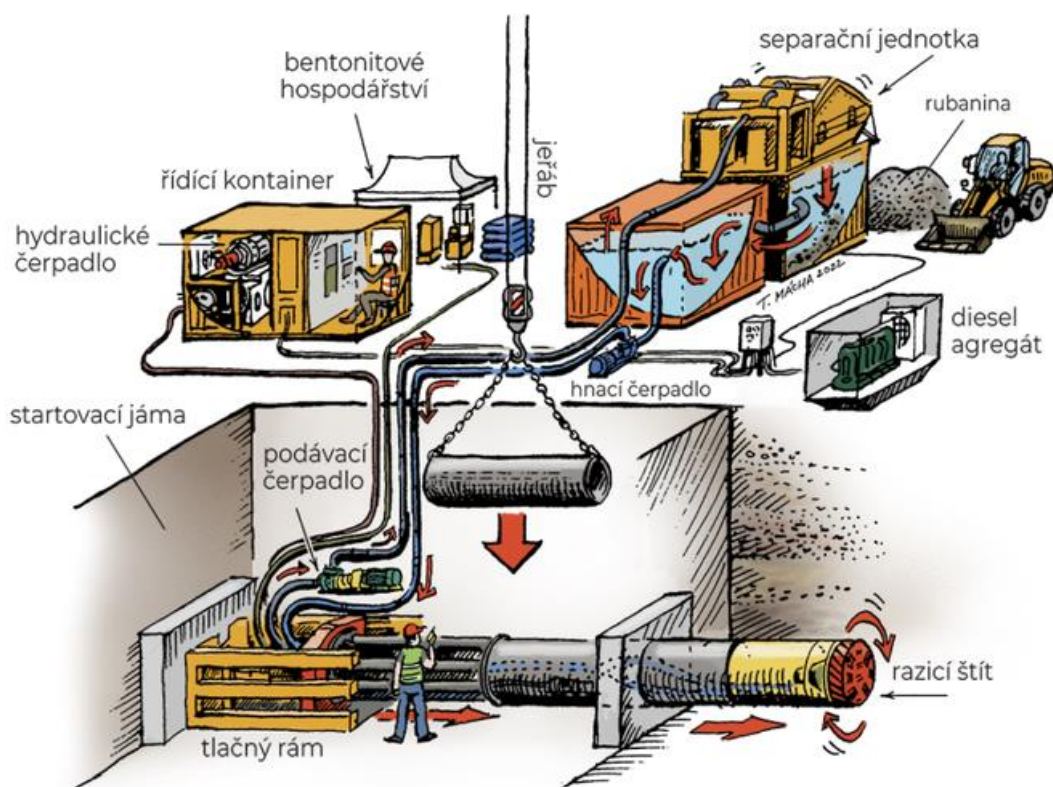
C) Mikrotunelování (Microtunneling)

Mikrotunelování je mechanický, řízený a dálkově ovládaný proces, při kterém je ze startovací šachty cyklicky zatlačován razicí štít, a speciální trubní prvky. Zároveň probíhá provrtávání zeminy razicí hlavou. Rozpojená zemina je odtěžena šnekovým dopravníkem, nebo hydraulickým výplachem (což je častější metoda).

Mikrotunelování umožňuje realizaci nejen přímých, ale i zakřivených tras. Zaměření se provádí pomocí laserového systému, vodováhy nebo gyroskopem. Je možné hydraulicky upravit směr protlaku díky hydraulickému ovládání razicího štítu. Stále jsou vyvíjeny nová razicí hlavy pro použití v obtížných geologických podmínkách.

*Výhody – Vysoká přesnost i rychlost provádění (cca 10 m za směnu),
možnost nasazení v proměnlivých a obtížných
geologických podmínkách, šetrnost k okolní zástavbě.*

*Nevýhody – Vyšší provozní náklady, větší zábor na povrchu v případě
separace výplachu.*



Obrázek 8 - Schéma mikrotunelování (HYDROTECHNIK PRAHA)

5.2 Diagnostika

Základní předpoklad pro dobře provedenou obnovu kanalizace je důkladná revize aktuálního stavu potrubí. Revize kanalizačních potrubí se provádí vizuálně. V případě menších průměrů se provádí pouze pohledem do revizních šachtic. U větších profilů, kde se vejde i člověk, provádíme fyzickou prohlídku.

Existuje několik dalších možností, jak můžeme revidovat kanalizaci bez přítomnosti pracovníků v podzemí.

A) TV kamery

Vhodnou metodu opravy nebo obnovy kanalizačního řadu, volíme na základě dokonalé znalosti stavu vedení. Průzkum se provádí pomocí TV techniky, což je ideální nástroj pro zjištění stavu stok, pro jejich pravidelné inspekce, nebo pro prohlídky při přejímkách staveb. Na základě získaných informací z diagnostiky TV kamerou se rozhodujeme, jakou metodu sanace zvolíme a v jakém rozsahu. (SOVAK, 2008)

U potrubí, která mají průměr menší než 150 mm, využíváme malé nástrčné kamery. Jejich pohyb v potrubí zajišťujeme flexibilní ohebnou tyčí. U potrubí od DN 200 a větší se využívají kanalizační roboti s otočnou TV kamerou.

Výstupem z prohlídky je videozáznam, který se ukládá na DVD, spolu s kompletní fotodokumentací jednotlivých závad, společně s jejich podrobným popisem. Dále obsahuje podrobnou zprávu o vyhodnocení stavu potrubí a případné návrhy řešení. (SOVAK, 2008)



Obrázek 9 - Kanalizační TV kamera (Vlastní)

B) Zkoušky těsnosti

Další možností diagnostiky kanalizace je pomocí vzduchu nebo vody, ale to lze provádět pouze u průměrů do DN 200 (většinou odbočky na středové kanalizaci). Tento způsob nepřímého ověření stavu kanalizace (těsnosti kanalizace) provádíme napuštěním části kanalizace a následně jeho utěsněním. Pokud během procesu klesne tlak vzduchu, nebo hladiny napuštěné látky, znamená to, že kanalizace není v pořádku a tudíž netěsní. Tlakové zkoušky provádíme také po uskutečnění sanace stok.

C) Geofyzikální metody

Významným příkladem geofyzikální metody je zjišťování existence takzvaných kaveren neboli volných dutin, v blízkosti kanalizačních řadů. Vzhledem k tomu, že tyto dutiny jsou velmi nebezpečné samy o sobě, správci sítí berou velký zřetel na jejich nález a zajištění. Kaverny lze vyplnit vhodným materiálem, například směsí na bázi popílkocementu, či chemické výplňové injektáže. Výskyt kaveren na daném úseku kanalizace může vést až už velkým porušením, nebo i pouhou malou netěsností, k porušení konstrukčních vrstev pozemní komunikace. Na základě zjištění provede správce sítě diagnostiku daného potrubí a navrhne případné opravy.

5.3 Sanace

Bezvýkopová sanace kanalizačního potrubí je moderní metodou oprav, obnov a renovací, které nahrazují tradiční způsob odkopání a výměny potrubí bez toho, aby

bylo nutné zasáhnout do povrchových vrstev. V dnešní době jde o jednu z ekonomicky nejdostupnějších forem sanace a prodloužení životnosti existujícího potrubí. (ŘSD ČR, 2020) (SEKISUI)

5.3.1 Metody renovací

Renovace potrubí je nedestruktivní metoda, která umožňuje sanaci poškozeného potrubí, bez zničení renovovaného původního díla. Obvykle se používají speciální rukávce či vložky, které jsou zatahovány do původního potrubí. Při renovaci potrubí se používají různé druhy rukávců a vložek, které jsou vtaženy do stávajících řadů. Tato metoda se provádí na celé délce sanovaného díla.

A) Vyložkování souvislým potrubí (Relining)

Bezvýkopová metoda zvaná Relining spočívá v zatahování, ve většině případů polyetylenového potrubí menšího průměru do stávajícího poškozeného řadu, které převezme jeho funkci. Používá se u kapacitně předimenzovaných potrubí, kde můžeme akceptovat zmenšení průtočného profilu.

Existuje možnost, při níž je zatahované potrubí mechanicky či jinak zdeformováno. Díky tomu se zmenší jeho průměr a je snadněji zataženo do původního potrubí. Poté se potrubí natlakuje horkou párou, a tak dojde k perfektnímu přilnutí materiálů.

Výhody – Může být použit na různé velikosti potrubí a je relativně rychlý a jednoduchý na provedení. Nově instalované potrubí poskytuje nejen těsnost, ale také statickou únosnost.

Nevýhody – Výsledné potrubí není spojeno s původním materiálem a může být nutné provést vyplnění meziprostoru. Také může dojít ke zmenšení konečného profilu potrubí.



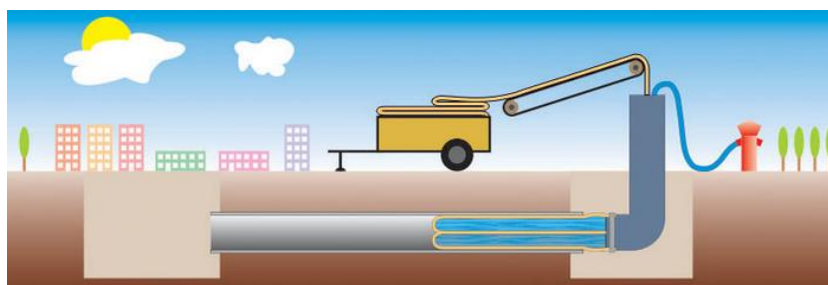
Obrázek 10 - Schéma Reliningu (BROCHIER)

B) Hadicový Relining – Vytvoření vytvrzovanými hadicemi

Dvojitý impregnovaný rukávec je zatažen do sanovaného potrubí a díky působení tepla vytvrdne. Tato dvouplášťová konstrukce umožňuje velký ohyb potrubí. Proto u této metody není potřeba budovat cílové a startovací jámy, jelikož ke vstupu do původního potrubí stačí běžná revizní šachta.

Výhody – Vyznačuje se dobrou přilnavostí a je vhodný pro širokou škálu profilů, a to až do velikostí DN 100–2000 mm. Konečný profil potrubí se při této metodě příliš nesníží.

Nevýhody – Výsledný produkt je těsný, ale nemusí být za jistých podmínek dlouhodobě staticky únosný.



Obrázek 11 - Schéma hadicového Reliningu (BROCHIER)

C) UV Liner

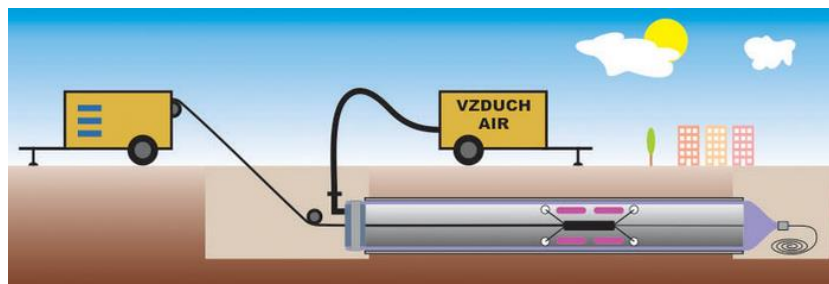
Jedná se bezvýkopovou opravu kanalizace, prováděnou pomocí technologie UV Liner, která umožňuje vznik nového potrubí uvnitř starého s minimální životností dalších 50 let a plnou statickou únosností. Proces zahrnuje přípravu potrubí, vtažení nasyceného sanačního rukávce s

pryskyřici do kanalizačního potrubí za pomoci navijáku, následné natlakování rukávce a vytvrzení nového potrubí pomocí UV záření. Konce rukávce jsou zapraveny do šachet a přípojky jsou otevřeny pomocí frézovacího robota a připojeny na hlavní řad kloboukem nebo injektáží. Kontrola správnosti instalace (pomocí TV kamery) a tvorba dokumentace jsou rovněž součástí procesu. (TRASKO – BVT)

Jedná se o jednu z nejnovějších metod renovací potrubí, jejíž obrovskou výhodou je možnost přerušování prací (například na noc a může se pokračovat následující den), což ocení hlavně obyvatelé v okolí stavby. (TRENCHLESS INTERNATIONAL, 2011)

Výhody – Není potřeba mít k dispozici projekt, stavební povolení ani podávat ohlášení. Tato technologie navíc vykazuje minimální omezení v provozu a umožňuje běžně instalovat až 150 metrů denně.

Nevýhody – Větší pracnost provádění.



Obrázek 12 - Schéma metody použití UV lineru (BROCHIER)

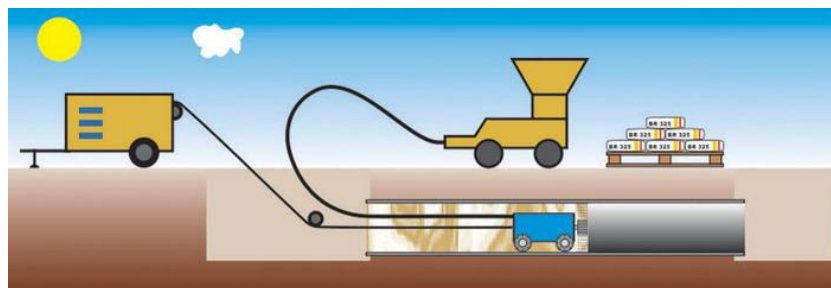
D) Vyvložkování nástřikovým materiálem

Jedná se o metodu cementace a epoxidace, při níž se aplikuje vrstva na vnitřní (předem vyčištěný) povrch potrubí, pomocí strojního nástřiku. Tato vrstva zajistí jeho protikorozi ochranu. Cementace spočívá v aplikování vnitřního povlaku nástřikem cementové malty rotující hlavou (Vlečeným nástrojem). Epoxidace spočívá v nástřiku dvou-komponentních epoxidových pryskyřic. Tyto nástřiky musí po aplikaci splňovat dobré mechanické a chemické vlastnosti. (SOVAK, 2008)

Tento princip renovace, v podobné formě, existuje již od roku 1973. Využíval se k renovaci vodovodního ocelového nebo litinového potrubí, nástřikem cementové matly. (STEIN, NIEDEREHE, 1992)

Výhody – Zastaví korozi oceli či degradaci betonu či původního materiálu. Semistrukturální materiály pomůžou se statickou stabilitou poškozeného potrubí a jsou často používány v případech, kdy diagnostika ukáže nárůst degradace materiálu a ke snížení rizika budoucích poruch.

Nevýhody – Oproti vyvločkování dojde jen k částečnému statickému zpevnění materiálů.



Obrázek 13 - Schéma vyvločkování nástřikovým materiálem (BROCHIER)

5.3.2 Metody obnov

Jedná se o sanační metody, při nichž je původní potrubí zničeno a plně nahrazeno novým řadem. Materiál ze stávajícího potrubí je vytlačen ze země do cílové jámy, nebo je rozrušen a zatlačen do okolní půdy.

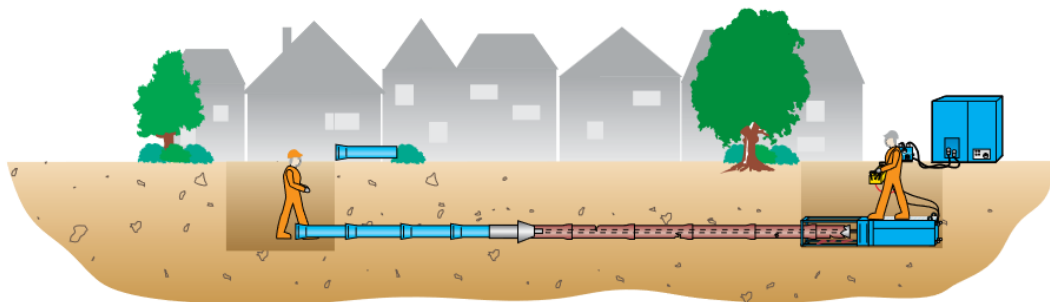
A) Vytlačování

Jedna z metod pro výměnu potrubí je tzv. metoda vytlačování a vtahování, při které se staré potrubí vytlačí z trasy pomocí tažných tyčí a zatlačovací hlavice a na jeho místo se současně vtahuje nové potrubí. Obměnou této metody je, pokud se použije chránička. Ocelová chránička se vtlačuje do původní trasy potrubí (místo tažné/ vtlačovací hlavice) a vytlačuje původní potrubí, zatímco nová trouba z tvárné litiny se připojí k chráničce. Poté se pomocí vytahování chráničky na stejné místo vtahuje nové potrubí. Celý proces probíhá stejně jako u metody bez chráničky. Jako

nové potrubí lze použít různé materiály, jako například železobeton, sklolaminát, keramiku nebo dokonce čedič. (DUKTUS)

Výhody – Při obnově potrubí touto metodou je hlavní výhodou vznik prakticky nového a plně funkčního potrubí.

Nevýhody – Tato operace však může být komplikovaná, zejména pokud jde o vytvoření pracovní jámy, která musí být často zřízena nově nebo rozšířena.



Obrázek 14 - Schéma metody vtažování a vtlačování (DUKTUS)

B) Berstlining (Pipe Bursting)

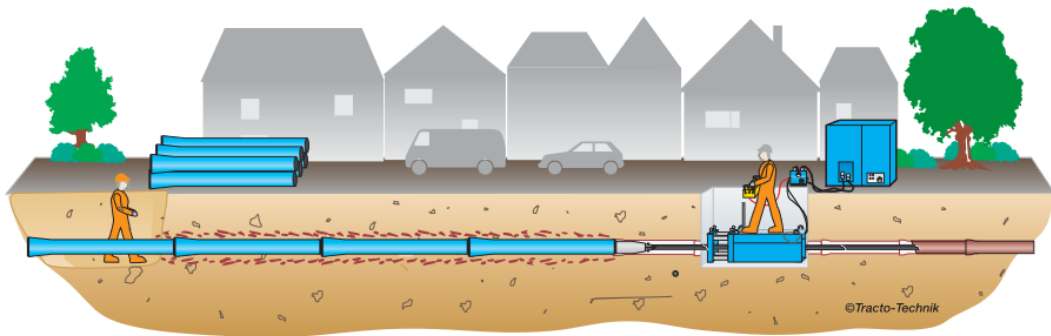
Při bezvýkopové obnově potrubí v jeho původní trase se využívá technologie šetrné k životnímu prostředí nazývané berstlining. Tato technologie spočívá v roztrhání existujícího potrubí pomocí trhací hlavy, která vtlačí staré potrubí do okolní zeminy a současně vytvoří dutinu, která je rozšířena natolik, aby bylo možné zatáhnout nové potrubí o stejném nebo větším rozměru.

Moderní systémy pro trhání potrubí se liší především druhem přenosu síly. Kromě toho se metody rozlišují také podle druhu pohonu. (RAMEIL, 2007)

Můžeme použít dynamický nebo statický berstlining. Berstlining se využívá v případech, kdy je existující potrubí ve velmi špatném stavu, ale je třeba zachovat jeho profil, nebo dokonce ho mírně zvětšit, zejména však pro staré potrubí z křehkého materiálu, jako je azbestocement, kamenina nebo šedá litina. (SIMICEVIC, STERLING, 2001)

Výhody – Velký rozsah materiálů a profilů. Velká rychlost provádění.

Nevýhody – Náročná příprava i vlastní operace.



Obrázek 15 - Schéma Berstliningu (DUKTUS)

5.3.3 Metody oprav

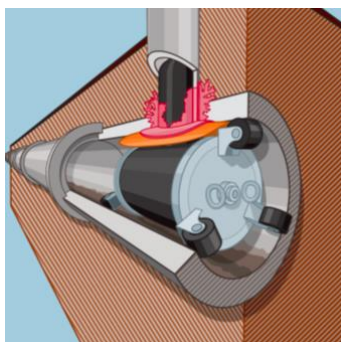
Opravou rozumíme místně určené sanace pouze omezeného úseku nebo místa na jinak plně funkčním a kvalitním řadu. Existuje mnoho možností opravy, které mohou být prováděny buď pracovníky přímo na místě, nebo pomocí menších robotů a jiných zařízení.

A) Kontaktní injektáž

Tato metoda se využívá u potrubí z kameniny a betonu, které mají dimenzi DN 200 – DN 600. Jako těsnicí materiál používáme speciální malty nebo pryskyřice, které dokážou proniknout do prasklin a meziprostor a tím vyplnit veškerá volná místa a stávající potrubí utěsnit. Slouží převážně k opravám spojů a přípojek.

Výhody – Úsporná metoda, která je vhodná zejména tam, kde je jinak řad v dobrém stavu.

Nevýhody – Těsnicí injektáž je často nutno provádět ve více etapách.



Obrázek 16 - Schéma kontaktní injektáže (TRASKO – BVT)

B) Krátká vložka

Metoda opravy potrubí krátkou vložkou, byla vyvinuta a uzpůsobena pro lokální opravy prasklého, netěsného, či jinak porušeného potrubí, které má dimenzi od DN 150 mm do DN 1200 mm. Tímto způsobem lze opravovat potrubí z betonu, azbestocementu, všech typů plastů (PVC, PP i HDPE), z litiny, železobetonu i glazované kameninové trubky a trouby, kruhového i vejčitého profilu. Opravované úseky potrubí se pohybuje v rozmezí délky 0,5 – 5 m. Oprava krátkou vložkou se provádí přes již vybudované kanalizační šachty, což znamená, že není zapotřebí ani minimální zásah do povrchů v okolí opravy. Díky tomu jsou časové a ekonomické náklady výrazně nižší.

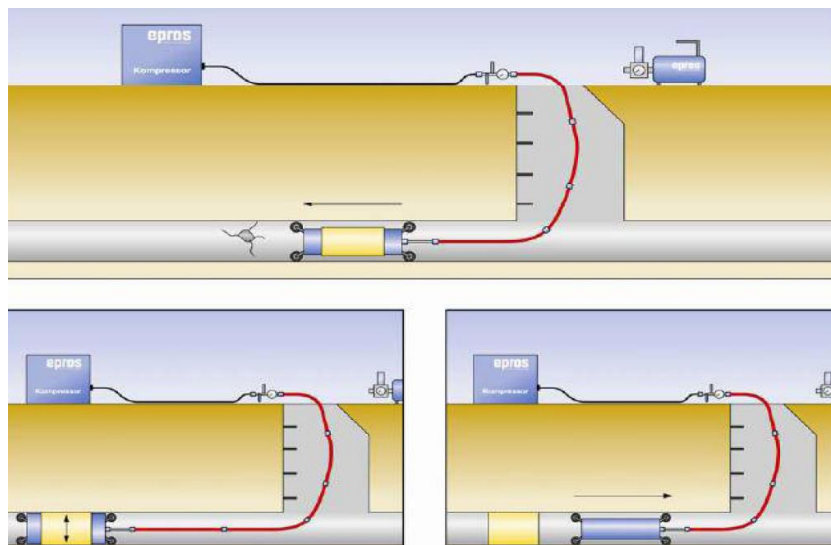
Krátká vložka je velice flexibilní a dokáže zkopírovat tvar a sklon stávajícího potrubí. Vyrábí se až na místě opravy kanalizace: Skelná tkanina je napuštěna pomocí stěrky silikonovou pryskyřicí v určitém množství a koncentraci. Pryskyřice tuhne v závislosti na typu použité pryskyřice a teplotě okolního vzduchu určitou dobu (přibližně 20 minut). Je vhodná i v případě, že do potrubí prosakuje voda. Krátká vložka dokáže vytvrdnout i během působení vody na materiál a díky tlaku, který vyvíjí packer (tj. kanalizační robot určený pro tuto metodu) se utěsní místa, kudy prosakují podzemní vody. (ŘSD ČR, 2020)

V prvním kroku opravy dopravíme packer (již obalený napuštěnou tkaninou) na poškozené místo, kde se obvod packeru rozšíří pomocí stlačeného vzduchu (ponecháme 2-3 hodiny na vytvrdnutí). Tkanina tlakem

přilne k povrchu poškozeného potrubí. Po vytvrnutí vypustíme vzduch z packeru a vytáhneme ho ven. (TRASKO – BVT)

Výhody – Oprava je možná přímo v poškozeném místě bez nutnosti sanace celého úseku.

Nevýhody – Opravy nemají oproti kompaktním vložkám statickou únosnost.



Obrázek 17 - Schéma metody oprav krátkou vložkou (ŘSD ČR, 2020)



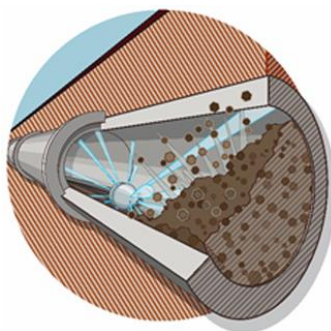
Obrázek 18 - Navlečení krátké vložky na packer (Vlastní)

6 Čištění kanalizace

Před samotnou opravou, či obnovou kanalizace musíme provést několik přípravných prací. Čištění je velice důležité již před prováděním důkladné diagnostiky (např. TV kamerou), bez které by nebylo možné zjistit stav poškozeného potrubí a vyhodnotit charakter samotné závady. (ŘSD ČR, 2020)

Při výběru čisticí metody, vycházíme ze složení sedimentů a ulpívajících látek, které je nutné odstranit, jelikož zamezují viditelnosti závad. Zároveň zohledníme materiál vnitřní stěny potrubí. (PRO PIPE)

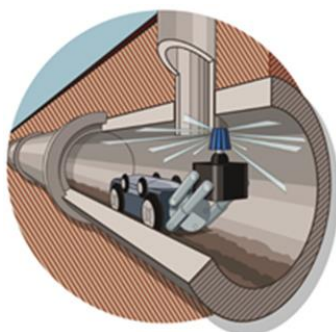
V případě vysokotlakého čištění je nutné uzpůsobit tlak vody tak, aby nepoškodil samotnou konstrukci kanalizačního řadu, obzvláště u betonových stok. (KLEPSATEL, RAČLAVSKÝ, 2007)



Obrázek 19 - Schéma čištění kanalizace tlakovou vodou (TRASKO – BVT)

V případě potřeby, odstranit z potrubí pevné usazeniny a tvrdé předměty je ideálním nástrojem pro takové čištění je kanalizační robot vybavený frézou. Robot je pomocí kamery navigován na místo výskytu překážky ve formě vystouplého těsnění, prorostlého kořene, nebo třeba vraženého cizího předmětu, kde danou závadu odstraní a začistí pomocí frézy. (TRASKO – BVT)

Po tomto procesu je nutné opět potrubí vyčistit tlakovou vodou, pro odstranění veškerých nečisto, aby sanační materiál dobře přilnul ke stěnám stoky. (ŘSD ČR, 2020)



Obrázek 20 - Schéma frézování kanalizace (TRASKO – BVT)

7 Příčiny poruch podzemních vedení

Podzemní trubní vedení mají příčiny poruch, které se dají rozdělit do následujících skupin.

A) Přírozené stárnutí materiálu

Existuje velké množství podzemních vedení, především v historických částech měst, která jsou v mnoha případech na pokraji životnosti, někdy i za ní. Díky tomu se setkáváme s problémy na stokové síti způsobenými například celkovým narušením ostění, vyluhování pojiva z betonového ostění stok, či obroušení betonového ostění až do hloubky, kde se nachází ocelová konstrukce železobetonových stok. V případě ocelového a litinového potrubí se řeší problémy se zvýšenou drsností stěn.

B) Změna vlastností transportovaných tekutin

Narušení podzemních kanalizačních soustav je způsobeno narůstáním agresivity transportovaných médií. V těchto tekutinách se stále zvyšuje zastoupení chemických látek z domácností, chemických posypů pozemních komunikací v zimních obdobích, nebo chemikálií ze zemědělství.

C) Účinky tlakového působení média

V případě tlakového potrubí jsou důležité absolutní hodnoty tlaků, tlakové rozdíly a jejich dynamika.

D) Využití nekvalitního materiálu

Časté případy nekvalitního materiálu jsou zabudováním již poškozených, deformovaných, nebo jinak od počátku porušených trub. Dále mohl být použit nekvalitní těsnící a spojovací materiál.

E) Špatná kvalita provedené práce

Při výstavbě kanalizace může dojít k mnoha nedbalostem, které způsobí následné závady na potrubí. Například nedostatečná kvalita svárů, utěsnění spojů, nebo špatné provedení zaústění přípojek. Dalším problémem při realizaci může být poškození od stavební techniky při činnostech v blízkém okolí.

F) Další vnější vlivy

Vnějšími vlivy mohou být kořeny stromů vrůstající do potrubí, zvýšené statické zatížení v místech skládek, nebo účinky takzvaných bludných proudů (urychlují korozi ocelových a litinových potrubí). Velké zastoupení mají také závady způsobené narušením potrubí cizím předmětem.



Obrázek 21 - Cizí předmět v potrubí (Vlastní)

8 Odvodnění silnic a dálnic

Při výstavbě a provozu nové pozemní komunikace je důležité zabránit negativnímu vlivu odváděné povrchové vody na kvalitu povrchových a podzemních vod. Dále je třeba myslet na vhodné odvodnění komunikace, aby nedocházelo

k vytváření vodní hladiny na vozovce. Z toho důvodu je důležité správně nadimenzovat kanalizační řad. Při navrhování je nutné zajistit bezpečné zachycení a odvádění srážkových vod do náležitého recipientu a brát v úvahu zásady ochrany přírody a krajiny. Při silných deštích může nárazový přítok povrchové vody z pozemních komunikací způsobit poškození na koncových objektech. Z tohoto důvodu je nutné vyřešit zadržení nebo vsakování povrchové vody pomocí stavebních úprav a v případě návrhu odvodňovacích zařízení v obcích musíme brát v potaz také další urbanistické požadavky.

Je vhodné využívat existující vodoteče jako příjemce přebytečné vody z nových staveb, aby se minimalizovalo poškození přírody. Proto by mělo být minimalizováno vytváření nových toků, včetně těch, které jsou podobné těm přírodním. V případě, že byly vodoteče v minulosti zrušeny kvůli intenzivní zemědělské výrobě, mohou být při návratu k původnímu stavu výhodné pro minimalizaci erozních rýh v polích. Pro získání informací o historických vodotečích mohou být užitečné historické mapy.

Při výstavbě nové silnice je nutné brát v úvahu případný výskyt důležitých vodních zdrojů nebo jiných lokalit citlivých na srážkovou vodu a navrhnout opatření k minimalizaci nepříznivých dopadů. Tento návrh se později upřesní během technického návrhu a dokumentace stavby musí být projednána s vodoprávními úřady a se správou recipientních vodních toků. (MD-OPK, 2014)

9 Metodika

Pro zpracování teoretické části jsem se zaměřila na získávání odborné literatury, technologických předpisů od ŘSD a internetových zdrojů. Dále jsem měla možnost nahlédnout na realizaci „úprava křižovatky Černokostelecká – Průmyslová“, kde byla použita metoda HDD (realizace rezervních chrániček) a vodorovné beranění (realizace nové kameninové odbočky na stávající řad v ocelové chráničce).

Na základě těchto odborných materiálů jsem sepsala teoretickou část, kde se věnuji popisu jednotlivých materiálů, využívaných na kanalizačních řadech, popis jednotlivých objektů na stokové síti a využití bezvýkopové technologie.

Praktickou část jsem pojala jako porovnání bezvýkopové (metoda tzv. krátké vložky) a výkopové technologie na daném dálničním úseku. Tyto metody jsem porovnávala dle následujících parametrů: dle cenové nabídky, kdy jsou porovnány cenové náklady na provedení sanace na prvních pěti opravách. Dále pak dle časového harmonogramu opravy první řešené poruchy na stokové síti a jako poslední přibližný výpočet spotřebovaných pohonných hmot při stavbě dle harmonogramu.

10D5 Oprava CB vozovky v km 144,57-150,85 vpravo

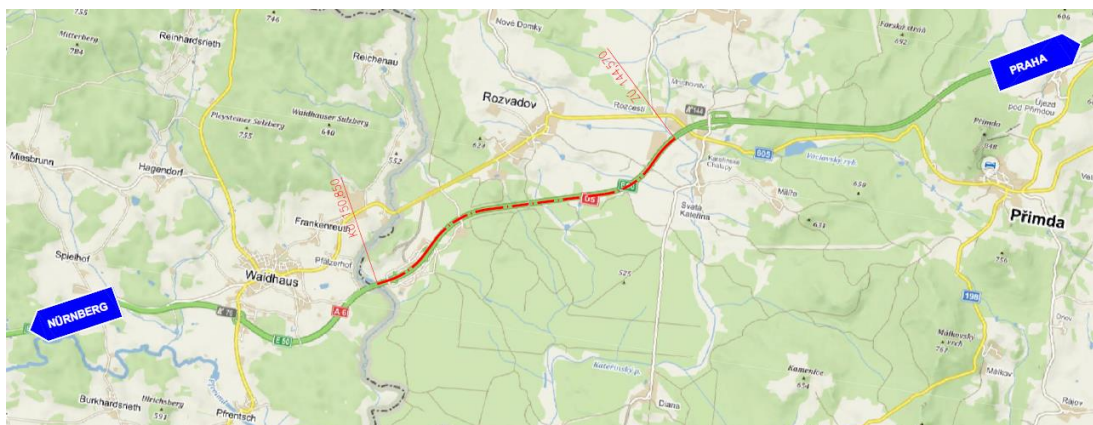
Praktická část bakalářské práce se věnuje dálničnímu úseku D5 v km 144,57 - 150,85. V roce 2020 Ředitelství silnic a dálnic vypsal veřejnou zakázku na realizaci opravy CB desky vpravo v tomto úseku, která byla realizována v roce 2021 sdružením firem HOCHTIEF CZ a.s. a COLAS CZ a.s. Součástí tohoto úseku byla i oprava středové kanalizace pomocí bezvýkopové technologie.

V rámci bakalářské práce došlo ke zjednodušení původního projektu. Bylo upuštěno od opravy cementobetonového krytu a věnuji se pouze části objektu SO 301 - Oprava kanalizace. Na tento objekt je v rámci bakalářské práce využita technologie bezvýkopové opravy metodou tzv. krátké vložky v porovnání s běžnou výkopovou metodou. Druhým zjednodušením je porovnání cenových nákladů pouze na prvních pěti poruchách na středové kanalizaci na zkoumaném úseku. Prvních pět poruch se vyskytuje na úseku o délce 3,265 km. Další částí práce je porovnání harmonogramu

pro poruchu č. 1 vč. posouzení ekologické stránky daných činností. Ekologická část je zaměřena na celkové množství spotřebovaných pohonných hmot během dané opravy.

11 Popis řešené lokality

Daný úsek se nachází na stávající dálnici D5, která byla postavena z Prahy až na státní hranici Německo, kde tento úsek plynule navazuje na dálnici A6. Tento úsek se nachází na samotném konci stavby v km 144,57 – 150,85. Projekt řeší opravu stávajícího úseku vč. opravy lokálních míst na středové kanalizaci, která již vykazuje poruchy. Poruchy na středové kanalizaci byly zjištěny pomocí TV kamery, již před vypsaním veřejné zakázky. Na základě toho byla provedena diagnostika a byla určena technologie opravy.



Obrázek 22 - Celková situace stavby (ŘSD ČR, 2020)

11.1 SO 301 – Oprava kanalizace

Jedná se o stávající dešťovou kanalizaci ve středním dělicím pásu dálnice D5, která vykazuje závady nutné k opravě. Veřejná zakázka uvažuje s opravou kanalizace využitím bezvýkopové technologie pomocí tzv. krátkých vložek. Jedná se tedy vždy o lokální opravu na daném místě bez nutnosti výměny dané části kanalizační trouby. Bezvýkopovou technologii lze v tomto případě pro lokální opravu daného místa využít, protože poruchy na potrubí (např. vyčnívající těsnění, trhliny s infiltrací) nemají vliv na celkovou statiku a těsnost systému.

Středová kanalizace v řešeném úseku je navržena z DN300 (materiál – PVC, kamenina), DN400 (beton, kamenina), DN500 (kamenina) a DN800 (beton). Pro využití bezvýkopové technologie jsou nutné kanalizační šachty, z kterých je vedena jak samotná oprava, tak i kamerové zkoušky před realizací a po realizaci opravy. Šachty mají průměr 1 m. Z důvodu poklopu s rámem o průměru 0,6 m je použita přechodová skruž 1000/600 na níž je nasazen vyrovnávací prsteneček.

Tabulka 1 Základní data o řešeném úseku

Poruchy na řešeném úseku					
-	Staničení [km]		Profil / Materiál	Zjištěné závady:	Počet navržených krátkých vložek dle projektanta [ks]:
	Začátek	Konec			
1	144,840	144,890	DN 300 - PVC	Vyčnívající těsnění	1
2	144,960	145,000	DN 300 - PVC	Hřebík v potrubí	1 + fréza
3	147,975	147,940	DN 400 - BET	Trhlina	2
4	147,985	148,020	DN 800 - BET	Trhliny + infiltrace	8
5	148,140	148,105	DN 400 - BET	Trhliny	3

11.2 Technologický postup využitých technologií

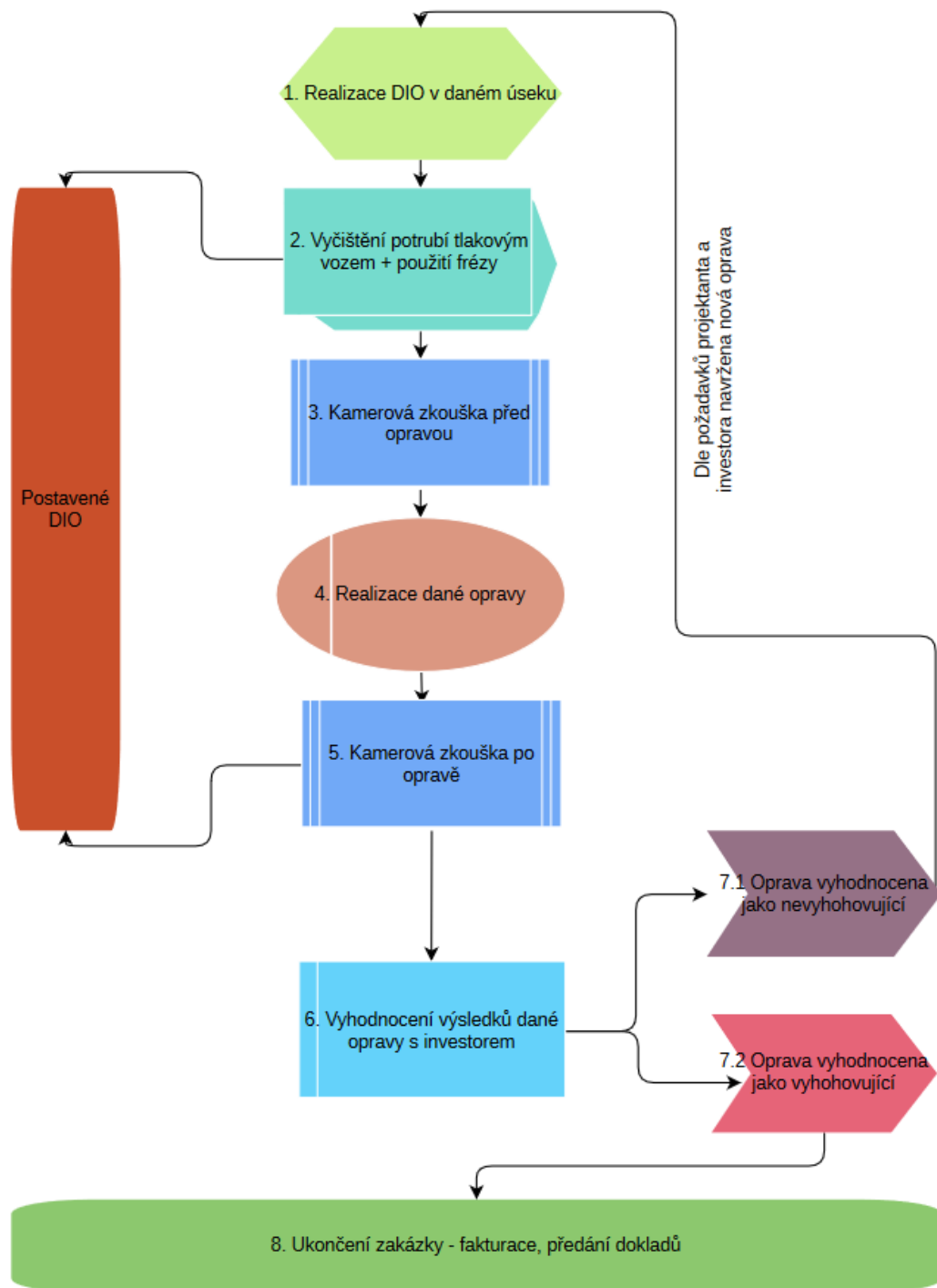
Před samotnou realizací dané zakázky a vypsáním veřejné soutěže dojde nejdříve ke kamerové TV zkoušce, která odhalí jednotlivé poruchy. Během práce TV kamery je rychlý jízdní pruh lokálně uzavřen a doprava je zde zúžena do jednoho pruhu. Na základě zjištění TV kamery je následně provedena diagnostika a vypracován protokol z daného kamerového úseku (úsek mezi šachtami). Stanoven je počet závad a návrh samotné opravy. Tento postup je aplikován u obou metod.

11.2.1 Bezvýkopová technologie

V rámci bakalářské práce je zkoumána metoda tzv. krátké vložky. Na základě specifikace lokálních oprav je nejdříve nutné postavit na komunikaci dopravně-inženýrská opatření (směrová šipka, směrovací deska, výstražné prahy, směrovací deska s výstražným světlem nebo mobilní betonové svodidlo). Následně dojde k vyjmutí poklopu na startovací a cílové šachtě.

Podle diagnózy zjištěné TV kamerou bude v první fázi vyčištěno potrubí pomocí tlakového vozu a případného použití frézy, aby bylo potrubí čisté a mohla na něm být využita lokální oprava. Je nutné potrubí důkladně vyčistit, aby krátká vložka správně přilnula a oprava byla provedena bez dalších poruch. Po vyčištění je krátká vložka natřena pryskyřicí a nasazena na packer. Packer je následně vložen do kanalizačního řadu. V místě lokální poruchy je nafouknut, kdy během 2-3 hodin dojde k vytvrzení vložky. Po tomto čase je packer vyfouknut a vyjmut z potrubí.

Následně je opět potřeba provést kamerová zkouška, na jejímž základě je vyhodnocena oprava. V případě, že je oprava vyhovující, přejde se na další část úseku s lokální poruchou. Pokud byla oprava vyhodnocena jako nevyhovující (např. nepřilnutí k povrchu, špatně identifikované místo), tak je původní vložka odstraněna nebo přelepena novou. Po vyhodnocení všech oprav je následně zakázka ukončena pomocí fakturace a předáním potřebných dokladů (kamerová zkouška vč. dokumentace, fotodokumentace, doklady o použitých materiálech).



Obrázek 23 - Postupový diagram bezvýkopové technologie (Vlastní)

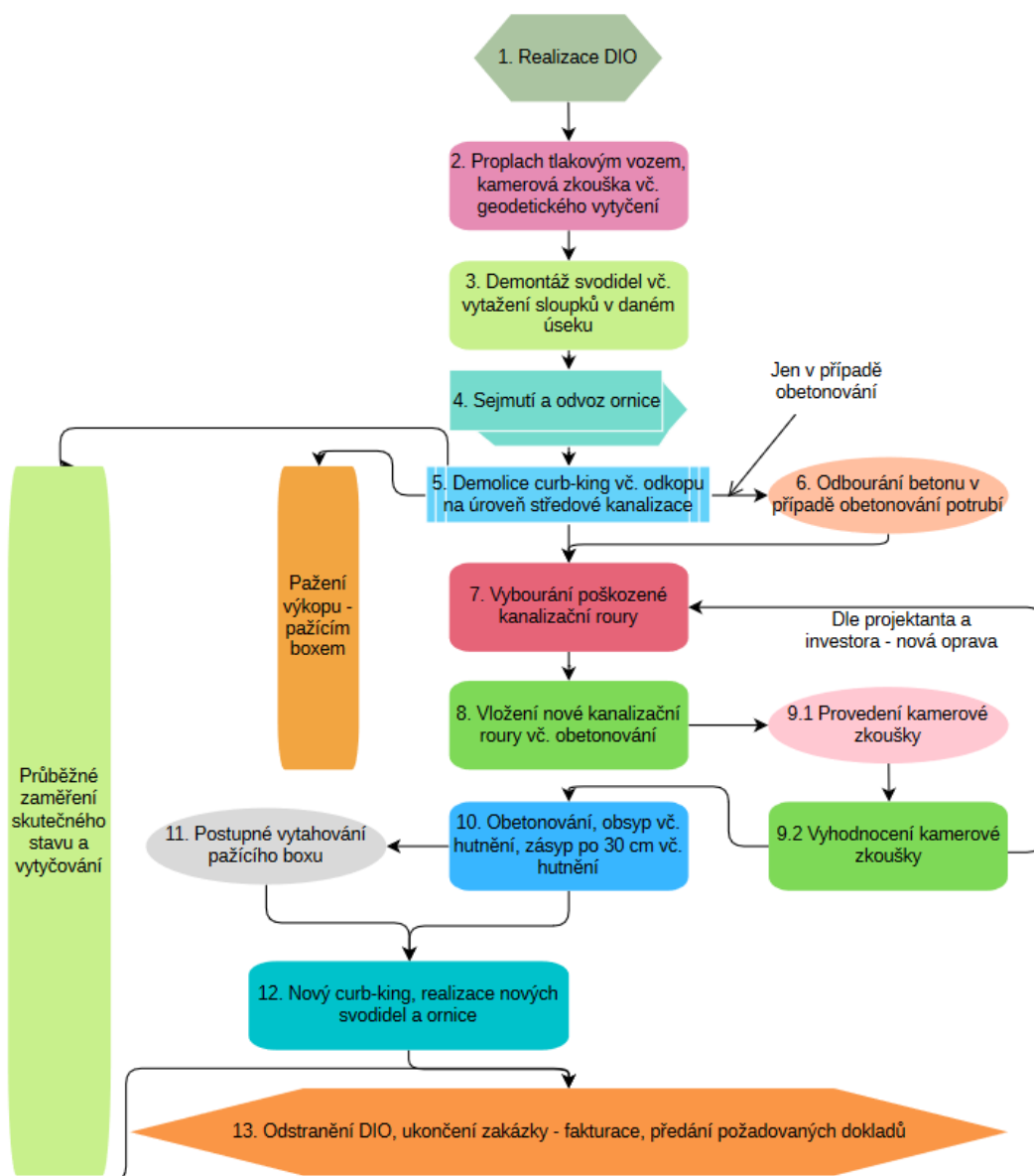
11.2.2 Výkopová technologie

Při využití metody výkopové technologie se postupuje obdobně. Nejdříve se postaví dopravně-inženýrská opatření a následně je provedeno vyšetření TV kamerou a čištění kanalizační stoky. Tím je určena poloha poruchy. Geodet vytyčí ve středním dělicím páse přesné umístění. Četa svodidlářů přijede demontovat stávající svodidla a

budou vyňaty původní sloupky (pokud nedojde k poškození a na základě technického dozoru se určí, zda bude použito stávající svodidlo nebo nové).

Po odstranění zádržného systému dojde k případné demolici odvodňovacího prvku (např. monolitický žlab) a skrývce ornice. Ta bude odvezena na mezideponii a po ukončení celé opravy vrácena zpět na místo. Následně za průběžného odtěžování bude vsouván pažící box (pro ochranu pracovníků ve výkopu a těžké mechanizace používané v blízkosti výkopu), který zpevní hrany výkopu. Po nalezení kanalizačního potrubí (v případě obetonávky bude odbourána), bude poškozený úsek vyříznut a očištěny okolní roury. Následně bude do výkopu vložena nová kanalizační roura, která bude napojena na stávající kanalizační řad a utěsněna pomocí pružné spojky.

Poté bude potrubí znovu obetonováno jako ochranný prvek. Po obetonování bude prováděn hutněný zásyp po 30 cm (přibližně 3-5 vrstev za den a průběžné vytahování pažícího boxu). Mezi dokončovací práce spadá nový odvodňovací prvek, zpětné uložení ornice a namontování chybějícího úseku svodidel. Během všech prací je průběžně pečlivě sledován a zaměřován skutečný stav a postup opravy. Následně bude zakázka dokončena jako u bezvýkopové technologie.



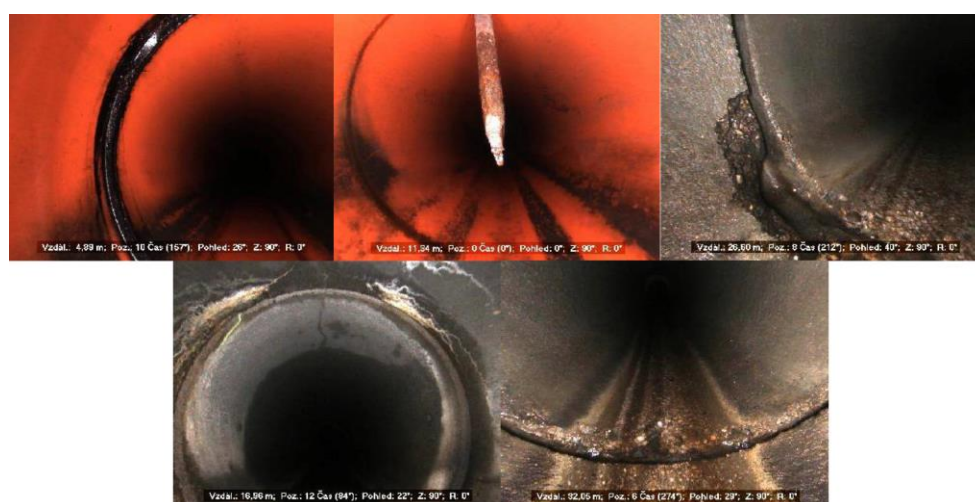
Obrázek 24 - Postupový diagram výkopové technologie (Vlastní)

12 Porovnání

Jak již bylo řečeno v úvodu, přistupuji k porovnání bezvýkopové a výkopové metody na stávající středové kanalizaci. Vstupními podklady pro zpracování praktické části byla samotná projektová dokumentace, která byla součástí veřejné zakázky. Avšak v praxi by došlo k vytvoření realizační dokumentace, kde by byla provedena nová kamerová zkouška, která by zjistila skutečný stav středové kanalizace (např. od měření, které bylo použito v projektové dokumentaci mohl uplynout delší časový úsek).

Obě metody jsou porovnávány ve třech různých parametrech. Prvním parametrem je porovnání celkových nákladů na objektu SO 301 – Středová kanalizace. Druhým parametrem, je porovnání harmonogramu, tedy zkoumání časového plánu. Tím dojde ke zjištění, která metoda bude rychlejší. V dnešní době je jedním z hodnotících kritérií u staveb ŘSD i čas (doba uzavírky). Proto je nutné zkoumat i odlišné metody a hledat vhodnější technologie. Nicméně hledání vhodnějších technologií (levnější, rychlejší) lze provádět pouze u staveb, které jsou vypsány např. dle Žluté knihy FIDIC. Ta umožňuje generálnímu dodavateli i návrh projektu. Většina staveb je vypsána dle tzv. Červené knihy FIDIC. Tedy měřený kontrakt. Objednatel do veřejné zakázky přiloží soupis prací a projektovou dokumentaci, kterou uchazeči ocení.

Třetím parametrem je zjednodušené porovnání spotřeby pohonných hmot u obou variant.



Obrázek 25 - Fotografie kanalizace z diagnostiky TV kamerou - 5 řešených závad (ŘSD ČR,2020)

12.1 Celkové náklady

Prvním porovnáním jsou celkové náklady na danou opravu kanalizace. Jedná se o stavební objekt SO 301 bez (bezvýkopová metoda) a SO 301 výk (výkopová metoda).

Celkové náklady jsou porovnávány na prvních pěti opravách. Jedná se tedy o zjednodušení celkového projektu. Druhým zjednodušením je vypuštění nákladů za zpracování dokladů (např. atesty materiálů), dokumentace skutečného provedení nebo dopravně-inženýrská opatření. Dopravně-inženýrská opatření by bylo taktéž zajímavé

prozkoumávat (jedná se vlastně o omezení na komunikaci, kdy každá metoda by měla jiný záběr), ale jedná se o širokou problematiku, kterou nebylo možné zahrnout do této bakalářské práce.

Stanovení celkových nákladů vychází z původního soupisu prací (Příloha 2 - SO 301bez), který byl upraven pouze na prvních pět oprav. Druhý soupis prací (Příloha 3 – SO301výk), byl vytvořen přímo pro výkopovou metodu. Jednotlivé položky a převážná cenotvorba byla stanovena z oborového třídníku stavebních konstrukcí a prací (OTSKP). OTSKP je volně přístupný dokument od SFDI, který obsahuje tzv. expertní ceny. Expertní ceny mají v sobě zakomponován přímý náklad (materiál, stroje), nepřímý náklad (správní a výrobní režie) a přiměřený zisk. Tento třídník se používá jak pro sestavení soupisu prací u staveb ŘSD, tak např. pro stanovení ceny u nové položky u víceprací na stavbě.

U varianty SO 301bez jsou dále položky tzv. R-položka. Jedná se o položku v daném soupisu prací, kterou nezná třídník OTSKP (specifická položka – vytvořena rozpočtářem nebo projektantem). Taková položka musí být dobře popsána, aby se dala správně ocenit. V rámci bakalářské práce byla možnost nahlédnout do skutečné ceny na této stavbě. Ovšem z důvodu ochrany zhotovitele, byla položka pro moji práci procentuálně upravena.

Po zpracování jednotlivých položek došlo k porovnání obou variant. Z těch je zřejmé, že výkopová metoda je na této stavbě výrazně levnější. Přesněji o 159 871,65 Kč bez DPH. (Jedná se samozřejmě o zjednodušený výpočet.) Při detailní kalkulaci by bylo nutné vycházet z celkové pracnosti a strojního nasazení.

Dále je otázka, jak výrazně se pohybuje cena u R-položek. U těchto položek vychází cena z cenové hladiny z roku 2021 s procentuální úpravou. Výkopová metoda (viz kapitola 13.2 Harmonogram) je výrazně delší než bezvýkopová metoda. V tom případě lze předpokládat, že by došlo k určitému nárůstu ceny. Pro uživatele vozovky je určitě příjemnější bezvýkopová metoda, protože omezení bude kratší. Rozsah omezení není v rámci bakalářské práce prozkoumán, tento aspekt nelze vyhodnotit.

**Stavba: 18_032 - D5 - Oprava CB vozovky v km
144,57 — 150,85 vpravo**

Varianta: ZŘ - Základní řešení

Objekt	Popis	OC	DPH	OC+DPH
SO 301bez	Oprava kanalizace	433 870,80	91 112,87	524 983,67
SO 301výk	Oprava kanalizace	273 999,15	57 539,82	331 538,97

12.2 Harmonogram

Samotný harmonogram byl zpracován pro opravu č. 1 v bezvýkopové a výkopové variantě. Bylo uvažováno, že další opravy budou časově stejně náročné. Samozřejmě, že např. uložení betonové roury DN 800 zabere podstatně více času oproti ukládání plastového potrubí DN 300. Nicméně vytvoření časového plánu na jedné závadě je dostačující pro porovnání těchto variant.

Z vytvořeného harmonogramu je zřejmé, že bezvýkopová metoda je významně rychlejší. V rámci bakalářské práce se předpokládala 8hodinová pracovní doba. A to přesně od 09:00 do 13:00 hod. a dále od 14:00 do 18:00 hod. Dnes je běžné, že se na stavbách pracuje již od brzkého rána (od 07:00 hod.). Ale v případě bezvýkopové metody se uvažovalo se zvýšeným provozem od 07:00 do 09:00 hod., kdy cestuje do práce větší počet lidí.

Bezvýkopová metoda bude trvat jeden pracovní den. V případě 5 pracovních lokalit lze uvažovat s 5-7 pracovními dny v závislosti na počtu krátkých vložek na daném úseku. Výhodou bezvýkopové metody je určitě jejich rychlost a nižší strojní nasazení vč. Potřeby menšího počtu pracovníků. Nevýhodou je (min. ve sledovaném úseku) vyšší cena a nutnost vyšší odbornosti pracovníků. Vybavením na bezvýkopovou technologii disponuje pouze několik společností, kdežto výkopovou metodu může dělat více společností specializujících se na zemní práce. Na bezvýkopovou metodu je třeba méně pracovních čt (četa na DIO, četa na bezvýkopovou technologii). U výkopové je to složitější (četa DIO, četa svodidlářů, geodet, četa na zemní práce vč. výměny kanalizace, četa na proplach potrubí a kamerové zkoušky).

Podrobné harmonogramy naleznete v přílohách této bakalářské práce – jsou přiloženy na konci bakalářské práce (Příloha 4 Harmonogram bezvýkopové metody a Příloha 5 Harmonogram výkopové metody).

Tabulka 3 - Potřebný počet pracovníků při opravě bezvýkopovou metodou

Bezvýkopová technologie			
-	Četa	Stoje	Pracovníci
1	DIO	Dodávka s valníkem, valník s šípkou	3
2	Bezvýkopová technologie	Tlakový vůz, dodávka s navijákem, robot s kamerou	3

Tabulka 4 - Potřebný počet pracovníků při opravě výkopovou metodou

Výkopová technologie			
-	Četa	Stoje	Pracovníci
1	DIO	Dodávka s valníkem, valník s šípkou	3
2	Bezvýkopová technologie	Tlakový vůz, robot s kamerou	2
3	Svodidláři	Auto s rukou	3
4	Zemní práce, odbourání, kanalizace, obetonování	Tatra, JCB + hydraulické kladivo, mix	4

12.3 Spotřeba pohonných hmot

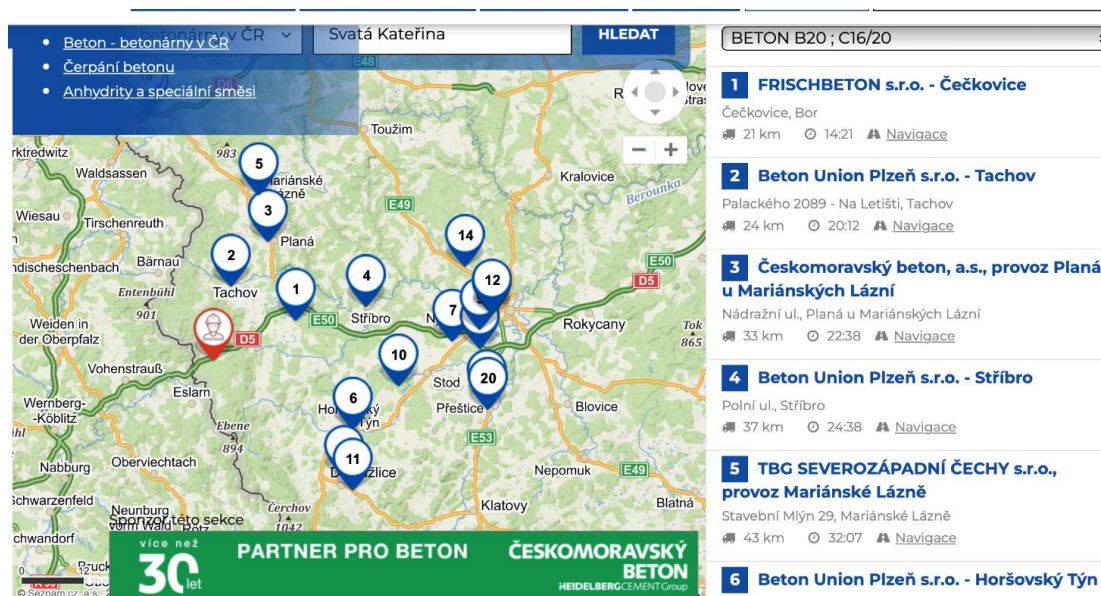
Zjednodušený výpočet spotřeby pohonných hmot vychází z harmonogramu pro obě technologie (dle jednotlivých úkolů). Jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole, nároky na strojní zařízení nutné pro výkopovou technologii je vyšší. V rámci zjednodušení porovnání pro účely bakalářské práce, došlo k vypuštění čtyř DIO a tlakového čistícího vozu, protože se na stavbě vyskytují převážně po stejně dlouhou dobu, u obou případů metod.

U výkopové metody se dále uvažuje s tím, že výkop nebude odvážen, ale pouze ponechán v záboru a následně znovu využit na zásyp, pokud bude vhodný. V opačném případě by musel být materiál nakupován a stávající odvezen na skládku.

Na skládku se bude odvážet pouze vybouraný beton (obetonování a stávající monolitický žlab), kde skládka se uvažuje 15 km od stavby. Druhou odváženou položkou je ornice. Ta bude zase navrácena zpět po dokončení (případně nakupována nová dle požadavků technického dozoru stavby). (Pro odvoz materiálu je využita Tatra Phenix)

Pro obetonování a nový monolitický žlab bude využita stávající betonárna FRISCHBETON s.r.o., která je vzdálená 21 km od začátku stavby (využití mixu).

Spotřeba jednotlivých strojních mechanismů, byla nalezena na internetu a konzultována v rámci rodiny.



Obrázek 26 - Mapa betonáren v okolí stavby (BETONSERVER)

Z níže uvedených výsledků (tabulka 5 a 6) je zřejmé, že spotřeba litrů pohonných hmot u bezvýkopové technologie je menší a zatěžuje tedy méně životní prostředí během realizace stavby.

Tabulka 5 - Výpočet spotřeby PHM při využití bezvýkopové metody

Spotřeba PHM při bezvýkopové technologii dle HMG					
-	Stroj	Spotřeba PHM / stroj	Úkoly z harmonogramu	Doba trvání / vzdálenost	Spotřeba PHM
1	Dodávka s navyjákem na volnoběh	6l/h	3 - 7	5h	30,00
Celkem spotřebovaných litrů pohonných hmot					30,00

Tabulka 6 - Výpočet spotřeby PHM při využití výkopové metody

Spotřeba PHM při výkopové technologii dle HMG					
-	Stroj	Spotřeba PHM / stroj	Úkoly z harmonogramu	Doba trvání / vzdálenost	Spotřeba l PHM
1	Traktorbagr (JCB)	9 l/h	5 - 10, 13, 17	17,5 h	157,50
2	Tatra Phenix (beton)	32 l/100 km	5	30 km	9,60
3	Tatra Phenix (ornice)	32 l/100 km	6, 17	60 km	19,20
4	Vibrační deska	1,5 l/h	13	4 h	6,00
5	Mix	42 l/100 km	12, 14	42 km	17,64
6	Auto s rukou na volnobě	7 l/h	4, 16	4 h	28,00
Celkem spotřebovaných litrů pohonných hmot					237,94

12.4 Vyhodnocení

V dnešní době, kdy se začíná soutěžit vícekriteriálně (nejnižší cena, doba trvání, zkušenosti realizačního týmu) má porovnání bezvýkopové a výkopové technologie určitě smysl. V současnosti se zakázky vypisují na měřený kontrakt (pevně daná projektová dokumentace a soupis prací), musí toto porovnání provést sám objednatel, než soutěž vypíše. Na základě takového porovnání by měl zvolit vhodnou metodu opravy. Druhým typem zadání je Desing and Build, kde kromě samotné realizace uchazeči nabízí i projektovou dokumentaci (objednatel musí stanovit minimální technické požadavky, aby byly nabídky porovnatelné). V tomto případě by samotný uchazeč mohl zvolit vhodnou technologii.

Z výsledků je zřejmé, že celkové náklady jsou u bezvýkopové metody vyšší. Je to zapříčiněno zjednodušením porovnání, kdy celkové náklady vychází z tzv. expertních cen, které jsou zveřejněny v třídníku OTSKP. V případě detailního porovnání by na základě harmonogramu došlo ke kalkulaci jednotlivých položek. Tedy kalkulace přímých nákladů (pracovníci, stroje, materiál), nepřímých nákladů (správní a výrobní režie) a zisk. Jak je zřejmé z výsledků harmonogramu, tak výkopová metoda je o 3 dny delší. Proto nasazení pracovníků bude delší a mohlo by to výsledky ovlivnit. Nicméně bakalářská práce vychází z expertních cen a výkopová metoda vychází na tomto úseku levněji.

Druhou a třetí metodou porovnání je harmonogram. Na základě toho dochází k výpočtu spotřeby pohonných hmot. U bezvýkopové metody je spotřeba minimální, protože v rámci porovnání je na stavbě pouze dodávka s navijákem (tlakový vůz a četa na realizaci dopravního označení byla vypuštěna, jelikož se vyskytují totožně v obou metodách). Časový rozdíl je dán pracností obou metod. U bezvýkopové technologie dochází k otevření kanalizačních šachet a vložení kamery a packeru do potrubí. U

výkopové dochází k odstranění velké části středového dělicího pásu a hledání středové kanalizace. Následně po výměně poškozené roury dojde k návratu do původního stavu. Ve zkoumaném parametru harmonogram a spotřeba pohonných hmot je výhodnější bezvýkopová technologie. Ovšem u celkových nákladů, které jsou v dnešní době stále dominantní při kritériálním hodnocení je výhodnější výkopová technologie.

Tabulka 7 Výsledky bakalářské práce

	Celkové náklady	Harmonogram	Spotřeba pohonných hmot
	[Kč s DPH]	[počet pracovních dní]	[l]
Bezvýkopová metoda	524 983,67 Kč	1 (8 hodin)	30,00
Výkopová metoda	331 538,97 Kč	4 (31,5 hodin)	237,94
Počet zkoumaných oprav	5	1	1

13 Diskuze

Tato problematika je řešena ve velkém množství akademických i praktických diskusí, z kterých vyplývá, že bezvýkopové práce by měli být ve většině případů výhodnější ve všech požadavcích. V mém konkrétním případě při porovnání všech tří parametrů uvedených v méj bakalářské práci vychází překvapivý výsledek. V případě ceny je příznivější kalkulace pro výkopovou technologii, která je na první pohled mnohem pracnější a časově náročnější, vyžadující vysoké nasazení stavební techniky a manuální síly.

Na opačné straně stojí bezvýkopová metoda vyžadující odborně vyškolený personál a speciální techniku, kterou disponuje jen malá část firem v České republice. Doprava požadované strojní techniky i vyškoleného personálu na velkou vzdálenost se proto v našem případě značně prodraží a tím se ukáže v nepříznivém světle. I když z hlediska ekologie, úspory času i omezení dopravy by výsledky odpovídaly bezvýkopové metodě provedení.

Dle mého názoru, v případě masovějšího rozvoje technických i lidských kapacit pro bezvýkopové práce bude v budoucnu přístupnější a využitelnější ve větším rozsahu.

14 Závěr

Cílem této práce bylo prohloubit povědomí o problematice bezvýkopových technologií a jejich využití na stavbách v praxi. Práce je rozdělena na teoretickou část a praktickou část. V první kapitole teoretické části jsem se zabývala materiály trubních a zděných stokových sítí. V druhé kapitole jsem popsala objekty stokových sítí, které jsou významné pro funkčnost a údržbu středové kanalizace dálnice. Popsala jsem jejich uplatnění a výskyt v intravilánech či extravilánech.

Podstatnou kapitolou této práce je rozdělení bezvýkopových metod nové pokládky a sanace stokových sítí. Technologie nové pokládky jsou rozděleny na řízené a neřízené metody bez obsluhy na čelbě. Před sanací kanalizace je nutné provést důkladnou diagnostiku kanalizace, o které pojednává následující kapitola. Metody sanace je možné rozdělit na základě jejich rozsahu. Dělíme je na metody renovací, obnovy a metody oprav.

V závěru teoretické části jsem zhodnotila možné příčiny poruch na kanalizačních řadech, odvodnění silnic a dálnic a možnosti čištění kanalizace, což je vyžadováno před každou sanací či diagnostikou stokové sítě.

Praktická část je zaměřena na opravu poruch středové kanalizace dálnice D5 v daném úseku, za pomoci metody sanace, tzv. krátké vložky. V úvodu jsem popsala lokalitu stavby, která se nachází u německých hranic, nedaleko Rozvadova a popsala jsem provedení dané sanace jak bezvýkopovou, tak výkopovou metodou.

Porovnávala jsem náklady na základě odborného třídníku stavebních konstrukcí a prací, tzv. OTSKP, který je dostupný na webových stránkách SFDI. Rozpracovala jsem jednotlivé položky potřebné k opravě prvních pěti poruch bezvýkopovou i výkopovou metodou. Dalším srovnáním je vypracovaný časový harmonogram, taktéž pro obě metody. Jako poslední parametr jsem vypočítala pravděpodobnou spotřebu pohonných hmot na základě odhadnuté spotřeby jednotlivých strojů. I v tomto případě pro oba způsoby provedení.

Výsledkem mé práce je porovnání využití technologií pro výkopovou a bezvýkopovou metodu.

15 Použité zdroje

Publikace:

- HLAVÍNEK, Petr, Jan MIČÍN a Petr PRAX. Příručka stokování a čištění. Brno: NOEL 2000, 2001. ISBN 80-860-2030-4.
- KLEPSATEL, František a Jaroslav RACLAVSKÝ. Bezvýkopová výstavba a obnova podzemních vedení. Bratislava: JAGA GROUP, 2007. ISBN 978-80-8076-053-3.
- KULICZKOWSKI A. et KULICZKOWSKA E., 2009: Technologie bezvýkopovej wymiany przewodów infrastruktury podziemnej. Instal 11/2009
- KYNCL, Miroslav a Silvie HEVIÁNKOVÁ. Udržitelné systémy veřejných vodovodů a veřejných kanalizací. Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně v Ústí n. Labem, Fakulta životního prostředí. ISBN 978-80-7414-830-9 (online: http://envimod.fzp.ujep.cz/sites/default/files/skripta/10e_final_tisk.pdf).
- NODIG: Zpravodaj České společnosti pro bezvýkopové technologie. 2012. ISSN 1214-5033.
- NYPL, Vladimír a Marcela SYNÁČKOVÁ. Zdravotně inženýrské stavby 30: stokování. Praha: České vysoké učení technické, 1998. ISBN 80-010-1729-X.
- OTSKP: Oborový třídník stavebních konstrukcí a prací. In: . Schváleno Ministerstvem dopravy 8.6.2021. Dostupné také z: <https://www.sfdi.cz/pravidla-metodiky-a-ceniky/cenove-databaze/>
- RAMEIL, Meinolf. Handbook of Pipe-Bursting Practice. Essen – Germany: Vulkan-Verlag, 2007. ISBN 978-3-8027-2750-4.

- SOVAK ČR. Zásady pro využití bezvýkopových technologií v oboru vodovodů a kanalizací. Líbeznice u Prahy: Medim, spol., 2008. ISBN 978-80-87140-07-9.
- STEIN, Dietrich a Wilhelm NIEDEREHE. Instandhaltung von Kanalisationen. 2. vydání. German: Ernst, 1992. ISBN 978-3433011775.
- ŠEJNOHA, Ing. Jiří. Stavební materiály pro výstavbu stokových sítí: technický podklad pro řešení výstavby, rekonstrukci a dostavby stokových sítí v malých a středních obcích. Praha: Česká vědeckotechnická vodohospodářská společnost, Odborná skupina pro kanalizace, 2003. ISBN 80-020-1585-1.
- VÁCLAVÍK, Vojtěch. Vodohospodářská zařízení II: Multimediální texty předmětu Vodohospodářská zařízení II [online]. Ostrava: VŠB – TUO, 2014 [cit. 2023-03-12]. Dostupné z: http://hgf10.vsb.cz/546/VHZ2/1_uvod.html
- TRENCHLESS INTERNATIONAL: The official magazine of the ISST. 2011. ISSN 1836-3474.

Jiné dokumenty:

- CzSTT: Česká společnost pro bezvýkopové technologie [online]. [cit. 2023-03-14]. Dostupné z: <https://www.czstt.cz/>
- ČSN EN 12889: Bezvýkopové provádění stok a kanalizačních přípojek a jejich zkoušení, v platném znění. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha.
- DUKTUS. Potrubí z tvárné litiny pro bezvýkopové technologie: Prospektová dokumentace [online]. In: [cit. 2023-03-16]. Dostupné z: http://www.duktus.sk/prospekt_dok/bezvykopove_tlg.pdf

- HAVLÍK, Aleš. Historie vodního stavitelství [online]. Praha: ČVUT, 2007 [cit. 2023-03-06]. Dostupné z:
http://hydraulika.fsv.cvut.cz/Vin/ke_stazeni/Historie.pdf

- MD-OPK. TP 83. Odvodnění pozemních komunikací.: Technické podmínky. Praha: MINISTERSTVO DOPRAVY, ODBOR POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ, 2014. Dostupné také z: <https://1url.cz/drcPM>

- NASTT: North American Society for Trenchless Technology [online]. [cit. 2023-03-14]. Dostupné z: <https://nastt.org/>

- ŘSD ČR. D5 – Oprava CB vozovky v km 144,57-150,85 vpravo: Ředitelství silnic a dálnic ČR [online]. Ředitelství silnic a dálnic ČR, 2020 [cit. 2023-03-14]. Dostupné z: <https://tenderarena.cz/dodavatel/seznam-profilu-zadavatele/detail/Z0003026/zakazka/315893>

- SIMICEVIC, Jadranka a Raymond L. Sterling STERLING. Guidelines for Pipe Bursting: TTC Technical Report #2001.02. Vicksburg, 2001. Dostupné také z: <https://1url.cz/erYsj+>

- TRASKO. BVT: bezvýkopové technologie. TRASKO [online]. [cit. 2023-03-14]. Dostupné z: <https://www.trasko.cz/bvt>

- TS HOSTIVICE: Technické standardy pro kanalizační zařízení ve správě Technických služeb Hostivice. PROJECT ISA s.r.o. září 2010. Dostupné z: http://www.ts.hostivice.cz/wp-content/uploads/KANALIZACE_textova_cast.pdf

Weby:

- BETONSERVER [online]. [cit. 2023-03-20]. Dostupné z:
<https://www.betonserver.cz/>

- BROCHIER. TECHNOLOGIE [online]. [cit. 2023-03-14]. Dostupné z: <https://stellaris.cz/technologie/>
- JSDI-ŘSD ČR. Dálniční doprava: Dálnice D5 [online]. [cit. 2023-03-26]. Dostupné z: <https://www.dd.cz/>
- HYDROTECHNIK PRAHA spol. s.r.o. [online]. [cit. 2023-03-14]. Dostupné z: <https://hydrotechnik.cz/>
- Pro-Pipe: Professional Pipe Services [online]. [cit. 2023-03-16]. Dostupné z: <https://pro-pipe.com/>
- SEKISUI: Global Pipe Renewal Service [online]. Germany: SEKISUI CHEMICAL [cit. 2023-03-21]. Dostupné z: <https://sekisui-spr.com/eu/>
- SFDI: Státní fond dopravní infrastruktury [online]. [cit. 2023-03-25]. Dostupné z: <https://www.sfdi.cz/>

16 Seznamy

Seznam obrázků:

Obrázek 1 - Realizace kameninové odbočky na stávající kanalizační řad (Vlastní) ...	4
Obrázek 2 - Schéma šnekového vrtání (HYDROTECHNIK PRAHA).....	14
Obrázek 3 - Schéma beranění (HYDROTECHNIK PRAHA)	15
Obrázek 4 - Schéma protlaku pomocí zemní rakety (HYDROTECHNIK PRAHA)	16
Obrázek 5 - Schéma protlačení s pilotním vrtem (HYDROTECHNIK PRAHA).....	17
Obrázek 6 - Schéma řízeného vrtání HDD (HYDROTECHNIK PRAHA)	18
Obrázek 7 - Foto z realizace metodou HDD – startovací jáma (Vlastní)	18
Obrázek 8 - Schéma mikrotunelování (HYDROTECHNIK PRAHA).....	19
Obrázek 9 - Kanalizační TV kamera (Vlastní)	21
Obrázek 10 - Schéma Reliningu (BROCHIER)	23
Obrázek 11 - Schéma hadicového Reliningu (BROCHIER).....	23

Obrázek 12 - Schéma metody použití UV lineru (BROCHIER)	24
Obrázek 13 - Schéma vyvločkování nástřikovým materiálem (BROCHIER).....	25
Obrázek 14 - Schéma metody vtahování a vlačování (DUKTUS)	26
Obrázek 15 - Schéma Berstliningu (DUKTUS)	27
Obrázek 16 - Schéma kontaktní injektáže (TRASKO – BVT).....	28
Obrázek 17 - Schéma metody oprav krátkou vložkou (ŘSD ČR, 2020)	29
Obrázek 18 - Navlečení krátké vložky na packer (Vlastní)	29
Obrázek 19 - Schéma čištění kanalizace tlakovou vodou (TRASKO – BVT)	30
Obrázek 20 - Schéma frézování kanalizace (TRASKO – BVT).....	31
Obrázek 21 - Cizí předmět v potrubí (Vlastní)	32
Obrázek 22 - Celková situace stavby (ŘSD ČR, 2020)	35
Obrázek 23 - Postupový diagram bezvýkopové technologie (Vlastní).....	38
Obrázek 24 - Postupový diagram výkopové technologie (Vlastní)	40
Obrázek 25 - Fotografie kanalizace z diagnostiky TV kamerou - 5 řešených závad (ŘSD ČR,2020).....	41
Obrázek 26 - Mapa beronáren v okolí stavby (BETONSERVER).....	45

Seznam tabulek:

Tabulka 1 Základní data o řešeném úseku	36
Tabulka 2 - Cenové porovnání bezvýkopové a výkopové metody	43
Tabulka 3 - Potřebný počet pracovníků při opravě bezvýkopovou metodou	44
Tabulka 4 - Potřebný počet pracovníků při opravě výkopovou metodou.....	44
Tabulka 5 - Výpočet spotřeby PHM při využití bezvýkopové metody	45
Tabulka 6 - Výpočet spotřeby PHM při využití výkopové metody	46
Tabulka 7 Výsledky bakalářské práce.....	47

Seznam použitých zkratk:

DIO – Dopravně inženýrské opatření
 CB vozovka – Cementobetonová vozovka
 JCB – Traktorbagr
 SFDI – Státní fond dopravní infrastruktury
 ŘSD – Ředitelství silnic a dálnic

OTSKP – Oborový třídník stavebních konstrukcí a prací

HMG – Harmonogram

PHM – Pohonné hmoty

17 Přílohy

Příloha 1 - Schéma vybraného úseku dálnice D5

Příloha 2 - Ocenění nabídky bezvýkopovou technologií (SO301bez)

Příloha 3 - Ocenění nabídky výkopovou technologií (SO301výk)

Příloha 4 - Harmonogram bezvýkopové metody

Příloha 5 - Harmonogram výkopové metody