

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V
PRAZE**

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

ÚZEMNÍ TECHNICKÁ A SPRÁVNÍ SLUŽBA



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BEZVÝKOPOVÉ TECHNOLOGIE

Vedoucí práce: Ing. Marcela Synáčková, CSc.

Vypracoval: Roman Kramarski

2021

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Roman Kramarski

Krajinářství
Územní technická a správní služba

Název práce

Bezvýkopové technologie

Název anglicky

Trenchless technology

Cíle práce

Cílem práce je popis postupů při volbě provádění ukládání potrubí a jeho rekonstrukce. Dále ne konkrétním příkladě ukázat možnosti provedení a jejich vyhodnocení.

Metodika

Zásady pro zpracování:

1. Úvod
2. Cíle práce
3. Literární rešerše
4. Metodika
5. Popis lokality
6. Návrh variant provádění
7. Vyhodnocení variant
8. Diskuze
9. Závěr
10. Použité zdroje
11. Přílohy

Doporučený rozsah práce

40 stran textu

Klíčová slova

trubní sítě, bezvýkopové technologie

Doporučené zdroje informací

- FRYČ I., 2010: Nekonvenční pohled na skryté environmentální aspekty bezvýkopových technologií. No-Dig, 4/2010: str.27-29.
- ISTT, 2011: Rerounding. The International Society for Trenchless Technology, London, UK, online: http://www.istt.com/index.cfm?menuID=66&cmid=63&rub-rikID=2&object_id=11, cit. 22.2.2011.
- KLEPSATEL F. et RACLAVSKÝ J., 2007: Bezvýkopová výstavba a obnova podzemních vedení. Jaga Group s.r.o., Bratislava, 142s.
- KUBÁT T., 2004: Hodnocení bezvýkopových technologií z ekologického hlediska na příkladu sanace přivaděčích vodovodních řadů VDJ Zdobva VDJ Malá Varta ČS Sudoměřice – VDJ Hodušín studie. Diplomová práce, nepublikováno, dep.: Katedra zdravotního a ekologického inženýrství, Fakulta stavební ČVUT, Praha.
- Legislativní podklady a normy
- SOVAK, 2008: Zásady pro využití bezvýkopových technologií v oboru vodovodů a kanalizací. Medim, spol s.r.o., Libeznice, 134s.
- STEIN D. et NIEDEREHE W., 1987: Instandhaltung von Kanalisationen. Ernst & Sohn, Berlin, 356 s.
- STRABAG, 2007: Trenchless sewer inspection and rehabilitation. STRABAG AG Kanaltechnik, Loosdorf, online: <http://www.kanal-technik.at/Downloads/KATE-Folder%20englisch.pdf>, cit. 15.11.2010.
- ŠEJNOHA J., 2003: Stavební materiály pro výstavbu stokových sítí. Česká vědeckotechnická vodohospodářská společnost, Praha, 95s.
- ŠEJNOHA J., 2006: Čištění stok. Příručka vlastníka stokové sítě. Hydroprojekt CZ a.s., SOVAK, ČSVTS, 79s.
- ŠRYTR P., SYNÁČKOVÁ M., NENADÁLOVÁ L. et KUBÁT T., 2004: Jsou bezvýkopové technologie opravdu ekologické, jak moc, jak to vůbec objektivně měřit a hodnotit? No-Dig 4/2004: str.11-14.
- ZEPRIS, 2009: Sanace tlakových a kanalizačních potrubí. Zepris, spol. s r.o., Praha, online: <http://www.zepris.cz/uploads/media/Sanace.pdf>, cit. 5.3.2011.

Předběžný termín obhajoby

2020/21 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Marcela Synáčková, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 2. 2. 2021

prof. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 10. 2. 2021

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 22. 02. 2021

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Bezvýkopové technologie 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 je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti GDPR.

V Praze,

.....
podpis

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucí mé práce Ing. Marcele Synáčkové, CSc., za odborné vedení, užitečné a cenné rady, a v neposlední řadě za její trpělivost při zpracovávání. Dále bych rád poděkoval mé rodině, která mě celou dobu podporovala a stála při mně.

Abstrakt

V této práci se zabývám bezvýkopovými technologiemi a všemi pracemi s nimi spojenými. Rekonstrukce inženýrských sítí pomocí klasických výkopových technologií nám často velice narušují infrastrukturu a tím jsou tyto práce prodražovány, hlavně ve velkých městech, proto se stále častěji volí způsob bezvýkopový, popř. kombinace obou těchto metod. Tato bakalářská práce je rozdělena na dvě části. Na část teoretickou a část praktickou. V teoretické části se zabírám a popisuji možné využitelné materiály pro vodovodní a stokové sítě, přehled bezvýkopových technologií a hodnocení vlivu na životní prostředí.

Klíčová slova: bezvýkopové technologie, materiál, sanace

Abstract

In this work I deal with trenchless technologies and all work connected with them. Reconstruction of engineering networks using classical excavation technologies often greatly disrupts our infrastructure and thus these works are more expensive, especially in large cities, which is why the method of trenchless or a combination of both of these methods. This bachelor thesis is divided into two parts: The theoretical part and the practical part. In the theoretical part I deal with and describe possible usable materials for water supply and sewerage networks, an overview of trenchless technologies and environmental impact assessment.

Key words: trenchless technologies, material, pipeline rehabilitation

Obsah

1	Úvod	1
2	Cíle práce	2
3	Materiály potrubí	3
3.1	Materiály vodovodního potrubí	3
3.1.1	Litina	3
3.1.2	Ocel	4
3.1.3	Nerezová ocel	4
3.1.4	PVC	5
3.1.5	Polyetylen	5
3.1.6	Sklolaminát	5
3.1.7	Azbestocement	6
3.2	Materiály kanalizačních stok	6
3.2.1	Stoky trubní	6
3.2.2	Stoky zděné z cihel	9
3.2.3	Stoky z prefabrikátů	10
3.2.4	Stoky monolitické	10
4	Klasifikace bezvýkopových technologií	11
5	Popis jednotlivých bezvýkopových metod	12
5.1	Nová pokládka	12
5.1.1	Bez obsluhy	12
5.1.2	Metody s obsluhou	18
5.2	Rekonstrukce	20
5.2.1	Renovace	20
5.2.2	Obnova	22
5.2.3	Opravy	24
6	Diagnostika trubních sítí	26
6.1	Revize vodovodního potrubí	26
6.2	Revize kanalizačního potrubí	27
7	Hodnocení vlivu na životní prostředí	28
7.1	Stavební činnosti a jejich vliv na prostředí	28
7.1.1	Emise výfukových plynů	28
7.1.2	Emise prachových částic	28
7.1.3	Emise hluku a vibrací	28

8	Metodika.....	29
9	Konkrétní příklad sanace – Burstlining.....	30
9.1	Popis území.....	30
9.2	Rozsah řešeného území.....	30
9.3	Provozní řešení, technologie výroby	30
9.4	Materiálové řešení	31
9.4.1	Jakost použitých materiálů	32
9.5	Provádění stavby.....	33
9.5.1	Popis provádění	33
9.5.2	Zemní práce	36
9.5.3	Provizorní zásobování vodou	36
9.5.4	Hutní zkoušky.....	37
9.5.5	Pokládka a montáž potrubí	39
9.5.6	Geodetické zaměření	40
9.5.7	Provizorní čerpání a odvodnění.....	40
9.5.8	Tlakové zkoušky.....	40
9.5.9	Obnova povrchů	40
10	Vyhodnocení vybraného úseku	42
11	Diskuze	45
12	Závěr.....	46
13	Použité zdroje	47
14	Seznam obrázků	50

1 Úvod

Inženýrské sítě jsou dnes již běžným systémem každého vyspělejšího státu. V ČR mají stokové sítě přes 37 000 km a každý rok se jejich délka zvětšuje přibližně o 400 km. (Barták, 2007). Nikdo z nás si dnes nedovede představit, že bychom tyto sítě neměli. Proto je nutné se o tyto sítě starat, udržovat je, rekonstruovat a jiné s nimi spojené úkony na nich provádět. První zmínka o vybudovaném vodovodu na území ČR pochází z roku 1150, kdy byl vybudován vodovodní řad z Jezerky na Vyšehrad. (Havlík, 2007). Rekonstrukce klasickou výkopovou metodou velmi zatěžují okolí stavby, proto byly vyvinuty, a dále jsou vyvíjeny technologie bezvýkopové. Pomocí bezvýkopových metod se snažíme co nejméně narušit infrastrukturu na povrchu. Tyto technologie vznikaly zejména jako reakce na nutnost masivně zasíťovat často již přehuštěné území. Byly vytvářeny na základě zkušeností s vrtáním, či tunelováním. Proto stroje používané pro bezvýkopovou pokládku v něčem kopírují velké vrtací soupravy nebo jsou zmenšeninami plnoprofilových tunelovacích strojů. Pro správnou volbu provádění je důležitý správně provedený geologický průzkum. Bezvýkopovou technologií také šetříme životní prostředí, konkrétně výrazně snižujeme produkci CO₂ a jemných prachových částic způsobovaných nákladní dopravou při odvozu přebytečné zeminy z výkopu a návozu materiálů na zásyp a úpravu narušených povrchů. (Sovak, 2008).

Směry vývoje byly postupem času adaptovány a upravovány zejména na podmínky městského prostředí, které je geologicky náročnější a výrazně specifické.

Bezvýkopové technologie zastupují klasické metody výkopu všude tam, kde je jejich aplikace technicky, legislativně ale hlavně ekonomicky obtížně realizovatelná. (Sebak, 2014).

V mé bakalářské práci se zabývám bezvýkopovými technologiemi a možnostmi jejich využití. Využití nalézají hlavně ve větších městech, kde je infrastruktura mnohem rozsáhlejší. Pomocí těchto metod se realizují jak nové stavby, tak jsou využívány k lokálním opravám, ale také pro kompletní rekonstrukce v celé délce potrubí nebo stoky. Při zvolení správné metody jsme schopni provést opravy a rekonstrukce téměř jakýchkoliv potrubí.

Konkrétně se v praktické části zabývám obnovou potrubí pomocí metody burstlining. Burstlining je metoda pro položení nového potrubí ve stávající trase s ponecháním původního potrubí v zemi. Stroj pro pokládku se skládá z tažného lana, z pneumaticky poháněného beraního zařízení a rozšiřující trhací hlavy. Při roztrhávání původního potrubí je současně zatahováno nové potrubí nebo chránička se stejným nebo zvětšeným DN.

2 Cíle práce

Cílem této práce je zpřehlednění bezvýkopových technologií pro provádění vodovodních a kanalizačních sítí. Popis možných použitých materiálů pro tyto technologie, zhodnocení vlivu na životní prostředí a vyhodnocení jednotlivých variant provádění z finančního hlediska na zvoleném úseku na konkrétním příkladu.

Dále na konkrétním případě ukázat možnou sanaci pomocí bezvýkopové technologie a zpětné zhodnocení této metody.

3 Materiály potrubí

Dnes se vyrábí potrubí z nejrůznějších materiálů. Na trhu jich je nepřeberné množství jak pro vodovodní, tak kanalizační potrubí. I přes tuto skutečnost se stále snažíme objevovat nové a dokonalejší. Jak z finančního hlediska, tak například z ekologického hlediska. Vyhledáváme a vymýšlíme materiály, které by co nejméně zatěžovaly Zemi. K určení materiálu, z jakého má potrubí být nám slouží normy. Všechny materiály jak pro vodovodní, tak stokové sítě musí splňovat evropské, popř. české normy.

Životnost podzemních vedení se liší podle použitého materiálu. Ocelové trouby 25-40 let, plastové trouby 40-60 let, betonové a železobetonové trouby 50-70 let, polymerbeton 60-80 let, litinové trouby 80-100 let, kameninové trouby 90-110 let, trouby z litého čediče více než 100 let. (Klepsatel, Raclavský, 2007).

3.1 Materiály vodovodního potrubí

Materiály pro vodovodní potrubí musejí být absolutně zdravotně nezávadné. Potrubí nesmí ovlivňovat jakost vody tekoucí uvnitř potrubí. Výrobky, přicházející do styku s pitnou vodou, musí být v souladu se zákonem o ochraně veřejného zdraví č.258/2000 Sb., v platném znění a prováděcí vyhláškou MZd č.409/2005 Sb., o hygienických požadavcích na výrobky přicházející do přímého styku s vodou a na úpravu vody. Všeobecně se doporučuje v rámci jedné lokality použít materiál od jednoho výrobce, aby byl kompatibilní.

3.1.1 Litina

Použití prvních litinových trub se datuje již do roku 1455 pro zásobování vodou tehdejšího zámku v Dillenburgu a bylo v provozu více než 300 let. Od šedesátých let dvacátého století se začaly vyrábět litinové trouby z tvárné litiny, spolu doposud známými troubami z litiny šedé. Spojování trub se provádí pomocí hrdlových spojů.

3.1.1.1 Šedá litina

Na našem území se jedná o nejdéle používaný materiál, a tím pádem tvoří i největší podíl používaného potrubí.

Výhody:

- odolnost proti korozi.

Nevýhody:

- velká křehkost,
- poměrně malá pevnost v tahu.

3.1.1.2 Tvárná litina

Tvárná litina se od šedé liší hlavně tvarem grafitových částic. Název tvárná získala tím, že se dokáže pod zatížením tvarovat. Z hlediska statiky jsou trouby a tvarovky považovány za ohybově měkké nebo flexibilní. Tento materiál spojuje výhody ocelových trub a trub z šedé litiny. Spojování se provádí pomocí gumových kroužků na hrdlo, ale také pomocí přírubových spojů nebo temování. (Chejnovský, 2010).

Výhody:

- větší odolnost proti korozi než ocelové trouby,
- vysoká životnost,
- odolnost proti korozi,
- velká pevnost a odolnost proti otěru a mechanickému poškození,
- menší hmotnost než šedá litina.

Nevýhody:

- vyšší pořizovací cena,
- větší hmotnost než ocelové trouby.

3.1.2 Ocel

Potrubí z oceli je druhým nejpoužívanějším materiálem vodovodní sítě. Je využíván v úsecích s velkým a nerovnoměrným zatížením a pro úseky s nepříznivými geologickými poměry (např. poddolovaná území a místa s málo únosnou základovou půdou). Také se využívá v úsecích s vysokým tlakem a velkou dimenzí. Pro spojení se využívají přírubové, závitové, svařované, temované spoje. Množné je použití i litinové fitinky.

Výhody:

- velká pružnost a pevnost,
- odolnost proti vodním rázům,
- stavební délka až 13,5 m,
- menší počet spojů,
- možnost dotvarování dle potřeby,
- prodlužování a zkracování,
- menší hmotnost než litinové trouby.

Nevýhody:

- náchylnost ke korozi a s tím související nákladná antikorozní ochrana.

3.1.3 Nerezová ocel

Tento materiál se používá hlavně v objektech, jako jsou vodojemy, úpravny vod, čerpací stanice, tlakové stanice a kolektory. Spojování se provádí přírubovými spoji nebo svařovanými.

Výhody:

- odolnost proti korozi,
- velká pevnost a pružnost,

- odolnost proti vodním rázům,
- možnost dotvarování dle potřeby,
- prodlužování a zkracování.

Nevýhody:

- vysoká pořizovací cena.

3.1.4 PVC

Tento materiál se používá pro potrubí dopravující vodu o maximální teplotě 20 °C a tlacích 1,0 až 1,6 MPa. Barva výrobku je šedá. Potrubí je vyráběno z polyvinylchloridu. Spoje trub jsou provedeny pomocí hrdel.

Výhody:

- rychlá a jednoduchá pokládka,
- odolnost proti obrusu,
- snadná manipulovatelnost,
- cenově dostupný materiál.

Nevýhody:

- malá rázová pevnost,
- negativní vliv UV záření,
- omezení pokládky teplotou pod 5 °C,
- nutnost štěrkového podsypu.

3.1.5 Polyetylen

Toto potrubí má černou barvu. Vyráběn je jako kusový materiál o délkách 6 až 12 m, ale také v návinu až 500 m (u průměrů do 110 mm). Vyrábí se s různými příměsemi značící se LPE, PEHD, HDPE. Potrubí je určeno pro vodu o stálé teplotě do 20 °C. materiál je schopen přenést i kapalinu o teplotě vyšší než 80 °C, ale bez tlaku. Tento materiál je měkčí než klasické PVC. Spoje jsou provedeny svařováním kontaktním nebo se používá elektrotvarovek.

Výhody:

- rychlá a jednoduchá pokládka,
- snadná manipulovatelnost,
- cenově dostupný materiál.
- možnost dopravy kapaliny o vyšší teplotě.

Nevýhody:

- velmi náchylný pro mechanické poškození smykem po ostrých hranách.

3.1.6 Sklolaminát

Tento materiál se vyznačuje mnoha vynikajícími vlastnostmi, vysokou pevností a pružností, velmi malou drsností stěn. Pro spojování se používají

mechanické spojky s gumovými těsníci prvky. Další možnost je pomocí přírubových spojů.

Výhody:

- velká pevnost a pružnost,
- malá hmotnost,
- stavební délka až 12 m.

Nevýhody:

- nízká odolnost proti mechanickému poškození,
- křehkost.

3.1.7 Azbestocement

Toto potrubí je zdravotně závadné, proto se v dnešní době již pro pokládku nepoužívá, a bylo úplně vyřazeno z provozu.

3.2 Materiály kanalizačních stok

Hlavním úkolem kanalizačních stok je odvézt odpadní vodu bez jakýchkoliv ztrát až na čistírnu odpadních vod.(Horák, 2009). Jaké jsou požadavky na materiál, ze kterého mají být kanalizační stoky vyrobeny, definuje ČSN 75 6101 Stokové sítě a kanalizační přípojky: „*Materiál stok se musí volit podle účelu a plánované životnosti díla, musí být vodotěsný a bezpečně odolný proti mechanickým, Chemickým, biologickým a jiným vlivům protékajících odpadních vod a proti agresivním účinkům okolního prostředí. Současně má umožnit bezpečné a účinné čištění stok.*“ (Novák, 2003).

3.2.1 Stoky trubní

3.2.1.1 Kamenina

Kameninové trouby jsou oblíbené hlavně pro svoji životnost, která je udávána nejméně 150 let. Hlavní surovinou pro výrobu je jíla, který je dostupný v neomezeném množství a těží se způsobem šetrným k životnímu prostředí. Samotné trouby lze po překročení své životnosti recyklovat. (Pauser, 1988). Kromě trub, se díky své mechanické a chemické odolnosti, využívá také jako doplněk např. jako obklad šachetních den. Vývoj glazovaných kameninových trub dospěl do takového stadia, že mají vyšší mechanickou pevnost než trouby z železobetonu. (Šejnoha, 2005).

Výhody:

- vysoká chemická odolnost,
- vysoká odolnost proti obrusu,
- teplotní odolnost (−10°C +70°C).
- dobré hydraulické vlastnosti.
- vysoká životnost,

- materiál je ekologicky recyklovatelný.

Nevýhody:

- křehkost,
- vyšší hmotnost,
- náročnější pokládka.

3.2.1.2 Beton (železobeton, polymerbeton)

Jedná se o klasický, staletí využívaný, materiál. Má konstantní vlastnosti, vynikající statické vlastnosti. Spojování se provádí převážně pomocí hrdlových spojů.

Výhody:

- nižší cena,
- vysoká vrcholová únosnost,
- možnost použití pro protlačování,
- možnost použití pro tunelování.

Nevýhody:

- vysoká hmotnost,
- nutnost pokládky pomocí mechanismů.

3.2.1.3 Plast

Jedná se o mladší materiál než třeba beton nebo kamenina, ale dnes již patří mezi velmi často používaný. Trubky z tohoto materiálu jsou velmi lehké, pružné, pevné, odolné proti kyselinám a dalším nežádoucím látkám. Dají se montovat i bez použití těžkých mechanismů.

3.2.1.3.1 Polyvinylchlorid (PVC)

Tento druh plastů je z plastů nejdéle používaný. I když užité vlastnosti novějších plastů tento překonávají, jedná se stále o nejlevnější. Jelikož si u tohoto typu plastu často připravuje směs výrobce sám, je dobré dbát na renomované firmy. Potrubí se násuvnými hrdly a s těsníci elastomery nebo pomocí polodrážky u speciálních trub určených pro bezvýkopové technologie.

Výhody:

- malá hydraulická drsnost,
- cenová dostupnost,
- nízká hmotnost,
- jednoduchá pokládka (bez mechanizace).

Nevýhody:

- negativní vliv UV záření,
- omezená únosnost,
- nevhodnost pokládky v chladnějších obdobích.

3.2.1.3.2 Polypropylen (PP)

Jeho pokládka je možná oproti PVC v průběhu všech ročních období. Není tak využíván. Je odolnější než PVC. Spojování se provádí výhradně svařovanými spojkami.

Výhody:

- nízká hmotnost,
- výborná chemická odolnost,
- vysoká rázová odolnost,
- vysoká odolnost vůči teplotám,
- dobrá houževnatost,
- bezproblémová recyklovatelnost.

Nevýhody:

- vyšší cena,
- nízká životnost.

3.2.1.3.3 Polyetylen (PE)

Čistě o sobě se polyetylen pro kanalizační sítě používat nesmí. Využívá se vysokohustotního (HDPE). Tento materiál i přesto, že už je překonaný, se stále vyrábí ve velkém. Oproti vodovodům je zde materiál využíván jen zřídka. Trubky se spojují pomocí spojek, buďto mechanicky nebo svařováním. Svařování může být provedeno i bez spojek a to tzv. natupo.

Výhody:

- nízká hmotnost,
- bezproblémová recyklovatelnost,
- snadná manipulace,
- dobrá houževnatost.

Nevýhody:

- nižší životnost,
- velký vliv lidského faktoru při manipulaci a pokládce,
- malá odolnost proti oxidantům.

3.2.1.4 Sklolaminát

Toto potrubí má mnohem hladší stěny než ostatní materiály a tím pádem i nižší tření. Spojování se provádí pomocí speciálních spojek taktéž ze sklolaminátu. Nevýhodou je nízká vrcholová únosnost, proto je nutné profily nadbetonovat.

Výhody:

- vysoká pevnost proti vnitřním přetlakům,
- nižší hmotnost,
- nízká hodnota hydraulické drsnosti.

Nevýhody:

- ruční výroba tvarovek,
- křehkost.

3.2.1.5 Tvárná litina

Tvárná litina se používá již několik desetiletí. Na trhu je nabízen kompletní systém, jak trub, tak i tvarovek. Jsou používány jak v historických částech měst, tak i v komunikacích se silným provozem nebo pro nestandardní výstavby. Díky jejím vlastnostem je její využití velmi široké a vhodné i v problematických montážních a provozních podmínkách. Dají se použít při extrémně malém krytí potrubí již od 0,3 m nebo při velkých výškách krytí až do 30 m. Životnost litinových trub se pohybuje v rozmezí 50 až 80 let. Vyrábějí se v délkách 6 až 8 m. Používá se pro kanalizace tlakové, gravitační. Dále také pro tlaková kalová potrubí, pro průsakovou vodu ze skládek, odpadní vodu z rafinérií, potrubí se solankou a pro dešťovou, splaškovou a smíšenou vodu. Spojování se provádí pomocí hrdlových spojů, které mohou být násuvné, šroubové nebo nástrčkové.

3.2.1.6 Tavený čedič

Tento materiál je hlavně využíván na vystýlky den betonových trub nebo jako obezdívka šachet.

Výhody:

- vysoká pevnost,
- tvrdost,
- otěruvzdornost.

Nevýhody:

- nevyřešený způsob spojování,
- vyšší hmotnost,
- nižší odolnost proti rázům.

3.2.1.7 Kombinace materiálů

Kombinujeme materiály tak, abychom vylepšili vlastnosti materiálu. Nejčastěji se jedná o obklad betonových trub čedičem. Nebo pro místa mechanicky namáhané používáme žulu nebo cihly z taveného čediče.

3.2.2 Stoky zděné z cihel

V dřívějších letech se stoky stavěly převážně z kameninových cihel nebo klenovek, vyznačující se velkou odolností a životností. Dno se většinou obkládalo kameninovými žlábkami. I v dnešní době můžeme tyto stoky stále vidět stavět nebo přestavovat.

3.2.3 Stoky z prefabrikátů

Jedná se převážně o betonové dílce, které se vyrábějí mimo staveniště. Dna těchto dílců jsou ve většině případů obložena tvrdším a odolnějším materiálem např. čedičem. Tyto dílce se také využívají pro tunelování.

3.2.4 Stoky monolitické

Budují se na místě stavby. Betonují se bez přerušení, aby nevznikaly pracovní spáry. Když je tato spára vytvořena, musí se zajistit její dokonalé utěsnění. Dno je poté možné taktéž obložit. Jsou vylévány do předem připraveného bednění.

4 Klasifikace bezvýkopových technologií

V této kapitole jsem z velké části čerpal z brožury České společnosti pro bezvýkopové technologie (CzSTT): Užívání bezvýkopových technologií při snižování emisí CO₂ během realizací staveb inženýrských sítí (březen 2012). O metodě bezvýkopové lze mluvit tehdy, provede-li se instalace nebo oprava sítě v zemi, bez klasického výkopu. Klasický výkop je potřeba pouze pro tzv. startovací jámy nebo např. je-li na daném úseku již provedena nějaká oprava pomocí opravné manžety.

Toto základní členění vychází z ČSN EN 12889

➤ NOVÁ POKLÁDKA

- Bez obsluhy na čelbě
 - Neřízené
 - Propichování
 - Vodorovné beranění
 - Horizontální vrtání
 - Řízené
 - Mikrotunelování
 - Řízené horizontální vrtání
 - Směrové vrtání
- S obsluhou na čelbě
 - Protlačování
 - Štítování
 - Ruční ražba

➤ REKONSTRUKCE

- Renovace
 - Vyvložkování souvislým potrubím
 - Vyvložkování spirálou
 - Nástřikové materiály
- Obnova
 - Vytlačování
 - Burstlining
 - Pipe eating
- Opravy
 - Kontaktní injektáž
 - Utěsňování
 - Lokální opravy
 - Zaplavování

5 Popis jednotlivých bezvýkopových metod

Vzhledem k potřebám lidí se jednotlivá území stále více zasíťují. Tím sílí otázka, jak lze tato stará potrubí sanovat. Ať se na tuto problematiku podíváme z ekonomického, ekologického pohledu, či společenského nepohodlí, jeví se nám jako nejlepší způsob provádění bezvýkopové sanace těchto potrubí. (Modlitba, 2016) Bezvýkopové technologie se používají pro novou výstavbu, ale také rekonstrukci stávajících sítí. Tyto technologie, ať už se provádějí jakýmkoliv způsobem, jsou mnohem méně náročné na čas realizace, jsou čistší, neomezují příliš dopravu a provoz ve městech, nevyžadují nákladné likvidace starých asfaltů a výkopků, nepráše se u nich tak jak u klasických výkopů. Jsou také méně náročné na přípravu projektu a velmi často přinášejí nižší investiční náklady. Jejich členění se různí. V této kapitole čerpám z brožury „Užívání bezvýkopových technologií při snižování emisí CO₂ během realizací staveb inženýrských sítí“ (CzSTT, Česká společnost pro bezvýkopové technologie 2012).

5.1 Nová pokládka

5.1.1 Bez obsluhy

5.1.1.1 Neřízené metody nové pokládky bez obsluhy

Při těchto metodách se kolem potrubí ani v prostorách stroje nenachází žádná lidská osádka. Metody bez obsluhy se dělí říditelné a neříditelné. Mohou se ještě dělit na metody s roztlačení zemin a s odběrem zemin.

Neříditelné nemají většinou možnost jiné korekce než je základní ustavení zařízení ve startovacím prostoru. Proto není možné zpravidla tuto metodu používat při větších vzdálenostech, kde je potřeba dodržet vysokou přesnost instalace (vyhýbání se podzemním překážkám, gravitační stoky, atd.). (Brochier, 2021)

5.1.1.1.1 Propichování – Zemní rakety nebo kladiva (Earthmoling)

Potrubí se ukládá buď současně, nebo při dostatečně samonosné půdě dodatečným zatažením. Pomocí ramovací energie (stlačený vzduch nebo hydraulika) se zemina roztlačuje působením provozu zemní rakety. Pro zatahování menších průřezů na kratší vzdálenost (do 25m), hlavně pod komunikacemi. Ve skalním prostředí použití kladiv.

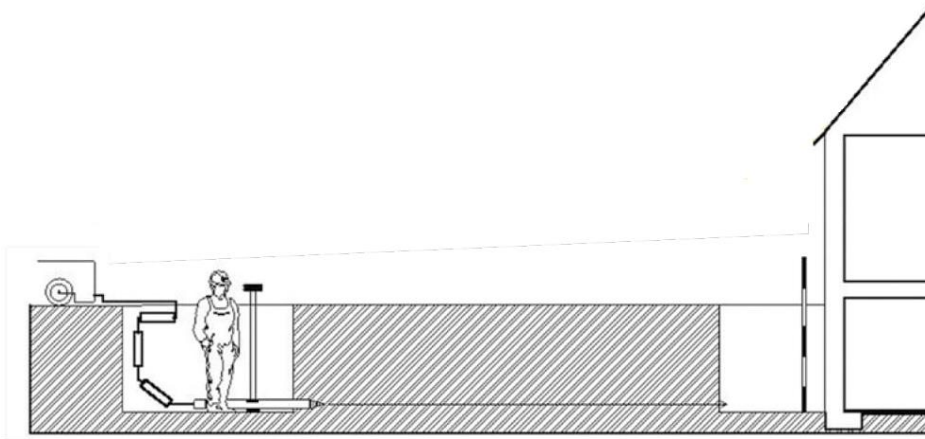
Výhody:

- nízké náklady,
- flexibilita,
- snadná manipulace,
- rychlost provádění.

Nevýhody:

- malá přesnost,

- omezení na krátké úseky a malé průřezy do cca 200 mm.



Obr. 1 – Propichování – zemní rakety nebo kladiva (CzSTT, 2012)

5.1.1.1.2 Vodorovné beranění se zaslepeným čelem (Blind reaming)

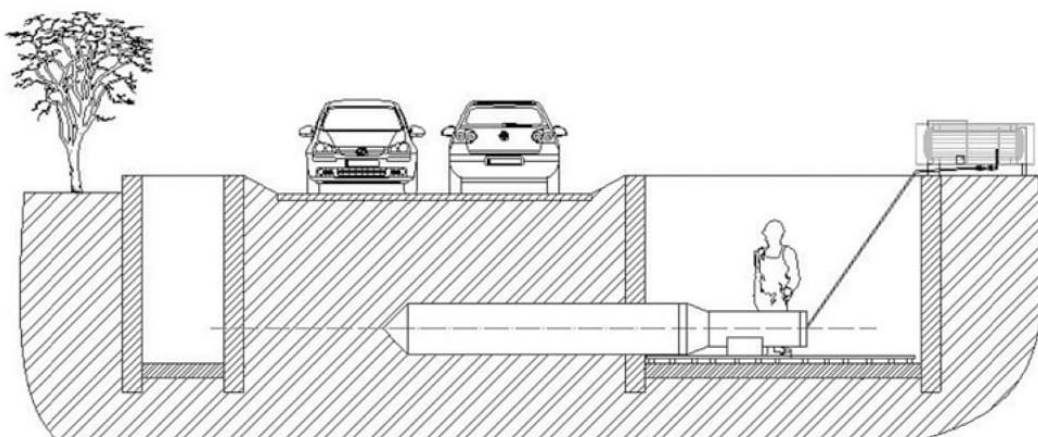
Potrubí, které se k sobě svaří, se zahání do země beranící energií nebo zatlačováním. Půda se roztlačuje zaslepeným čelem. Využití ve všech druzích zemin. Využití pro podcházení náspů, terénních nerovností a překážek pro různé produktové trouby.

Výhody:

- vysoká rychlost provádění.

Nevýhody:

- omezení na průměry cca 300 – 500 mm dle podmínek,
- existence rázů může mít vliv na okolí stavby,
- velký zábor.



Obr. 2 – Vodorovné beranění se zaslepeným čelem (CzSTT, 2012)

5.1.1.1.3 Vodorovné beranění či protlačování s otevřenou troubou

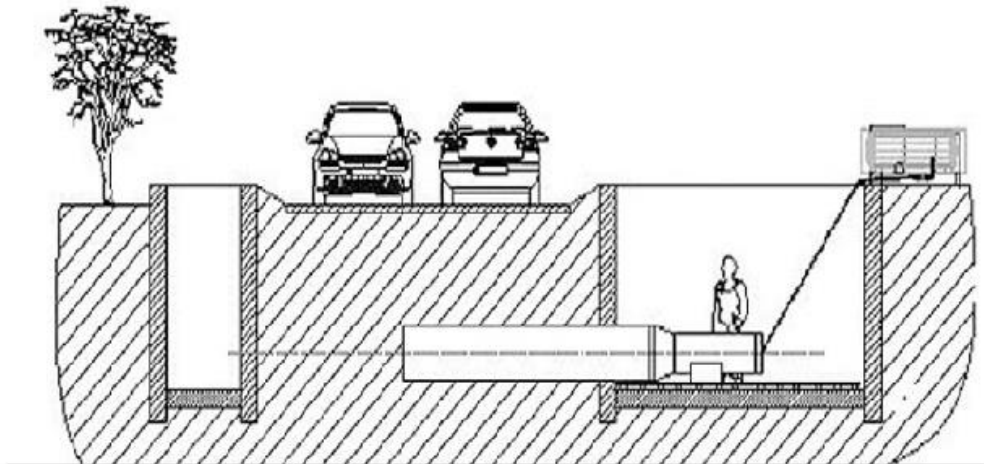
Potrubí s otevřeným čelem se zatlačuje do země pomocí beranění nebo (méně používáno spíše u kratších délek) pomocí protlačování. Zemina, která se dostane dovnitř trouby, se po ukončení zatlačování vytlačí hydraulicky, nebo se vypláchne, popř. vyvrtá. Lze také vytlačovat pomocí stlačeného vzduchu, ale jen u profilů do 500 mm. Pro podcházení násypů.

Výhody:

- vysoká rychlost provádění.

Nevýhody:

- velký zábor,
- existence rázů může mít vliv na okolí stavby.



Obr. 3 – Vodorovné beranění či protlačování s otevřenou troubou (CzSTT, 2012)

5.1.1.1.4 Horizontální vrtání

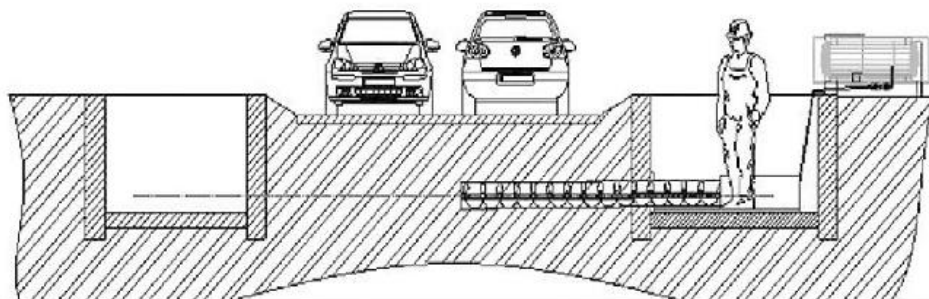
Horizontální vrtání aplikuje prvky vrtání ve vodorovné rovině. Ocelová trubka (chránička) se zahání do země pomocí tlačného zařízení, přičemž na čelbě provádí výlom řezná hlava a odtěžení je zajišťováno šnekovým vynášením. Pohon hlavy je v jámě a přenos se provádí přes šnekový vynašeč. Volba vrtné hlavy se řídí dle půdních podmínek na stavbě. Využití pro různé druhy zemin. Lze použít pro podzemní vedení vody, v omezeném rozsahu na kratší vzdálenost i kanalizace.

Výhody:

- okamžitá stabilizace vrtu během vrtání.

Nevýhody:

- omezení průměrů do přibližně 800 mm a hlavně délek provádění na cca 50 – 80 m.



Obr. 4 – Horizontální vrtání (CzSTT, 2012)

5.1.1.2 Říditelná zařízení bez obsluhy na čelbě

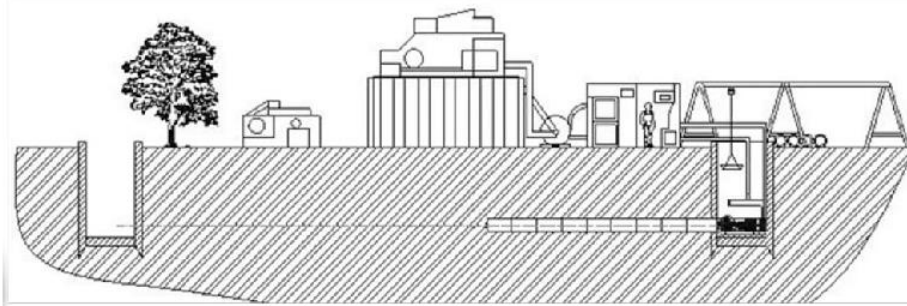
Mají možnost kontroly a korekce směru při provádění vrtání nebo protlačování. Tato korekce je buďto průběžná nebo v nastavitelných bodech, které je možné dle potřeby zhošťovat nebo je dána možnostmi správně zaměřeného vodícího vrtu. Ve všech případech je nutné počítat s výchyly od ideální osy.

5.1.1.2.1 Mikrotunelování

Dříve bylo možné tuto metodu používat do průměru 1000 mm, ale postupem času a zdokonalování je dnes možná volba i pro větší průřezy. Je to jednostupňová metoda dálkově řízená, pomocí které se zatlačují tlačné trouby. Je tak prováděno za pomoci mechanického razícího stroje se současným úplným odtěžením zeminy. Trouby se postupně umisťují na razící stroj a jsou zatlačovány tlačným zařízením ve startovací jámě. Zaměřování se provádí laserovým paprskem nebo gyroskopem, popř. vodní vahou. Tato metoda je typická způsobem odtěžování zeminy, kdy je zemina drcena na menší kousky. Tento způsob provádění se dále dělí vzhledem k použité metodě odtěžování. (Thomson, 2003).

5.1.1.2.1.1 Mikrotunelování s výplachovým odtěžením

Dnes se hlavně využívá této metody. Z pohledu různorodé geologie je nejuniverzálnější. Zemina je odváděna pomocí transportního média hydraulicky do separačního zařízení. Tím může být např. usazovací nádrž nebo cyklóna. Druh transportního média se určuje podle druhu zeminy a poměrů na stavbě. Použití pro gravitační stoky a drenážní kolektory. Pro všechny typy zemin.



Obr. 5 - Mikrotunelování s výplachovým odtěžením (CzSTT, 2012)

Výhody:

- vysoká rychlost a přesnost provádění (cca 10 m za směnu),
- možnost použití v obtížných podmínkách,
- šetrnost k okolní zástavbě.

Nevýhody:

- vyšší provozní náklady,
- větší zábor vzhledem k separaci.

5.1.1.2.1.2 Mikrotunelování se šnekovým odtěžením

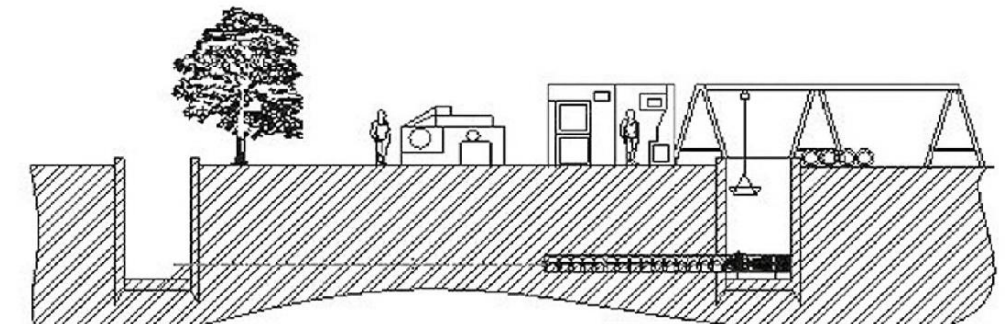
Odtěžování je prováděno šnekem, který se nachází v pomocné troubě. Hlava i šnek jsou poháněny ze startovací jámy. Ve zvodněném prostředí se musí použít další opatření. Je podobná metodě s výplachem, ale je citlivější na změny geologie a hůře se stabilizuje čelba. Je používána do 90 m se stejnorodým geologickým prostředím. (Tuhovčák, 2007).

Výhody:

- oproti výplachu suché provedení.

Nevýhody:

- citlivost na změny geologie půdy.



Obr. 6 – Mikrotunelování se šnekovým odtěžením (CzSTT, 2012)

5.1.1.2.2 Řízené horizontální vrtání

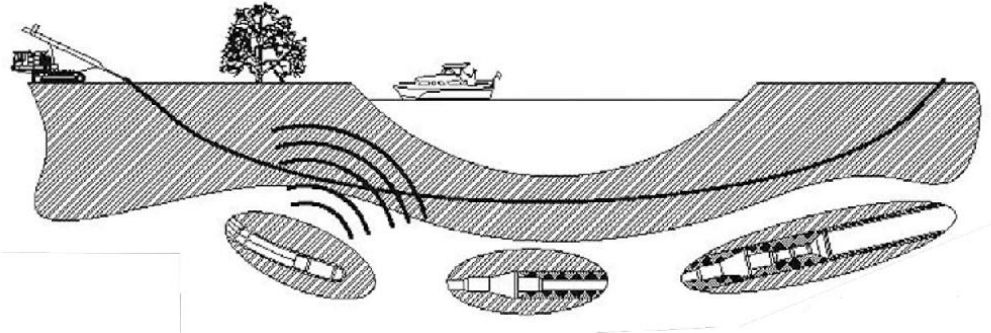
Zde je nejdříve proveden pilotní vrt, buď s odtěžením, nebo roztlačení. Odtěžení se provede u nesoudržných zemín hydromechanicky s tryskami na hlavě a u skalních hornin vrtným náčiním. Využívá se na dlouhé vzdálenosti až stovky metrů, hlavně pro kabely a potrubí, kde není nutné dodržet velmi přesný spád. Použití téměř ve všech typech zeminy. Do skalního prostředí opatřen o tzv. mud motory. (Esterková, 1998).

Výhody:

- jednoduchá manipulace a flexibilita,
- vysoká rychlost vrtání.

Nevýhody:

- korekce vrtání způsobující zvlnění vrtaného profilu (problém dodržení plynulý sklon).



Obr. 7 – Řízené horizontální vrtání (CzSTT, 2012)

5.1.1.2.3 Horizontální vrtání s pilotním vrtem

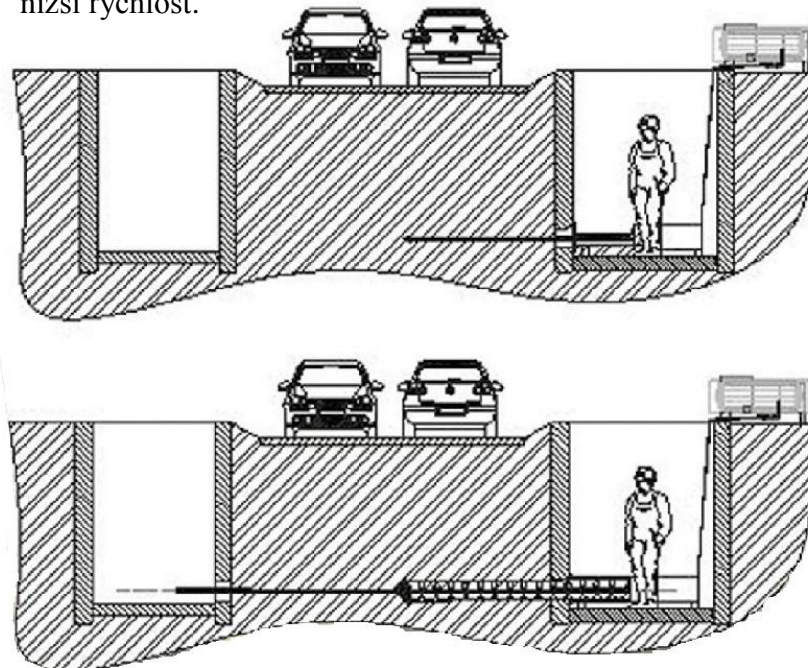
Nejprve se provede pilotní vrt. V případě, že je správně zaměřený, tak se rozjíždí horizontální vrtání na požadovaný průměr. Používá se pro potrubí do průměru 1200mm na vzdálenost do 90 m, pro všechny druhy zemin.

Výhody:

- při nejriskantnější operaci (vrtání naslepo) jsou náklady při zmaření vrtu nižší.

Nevýhody:

- vyšší pracnost,
- nižší rychlost.



Obr. 8 – Horizontální vrtání s pilotním vrtem (CzSTT, 2012)

5.1.2 Metody s obsluhou

Při těchto technologiích se v podzemí pohybují pracovníci jako součást technologie provádění. Při ručním protlaku se jedná o technologii neřízenou. Ostatní metody umožňují korekce, jsou tudíž říditelné.

5.1.2.1 Trubní protlak

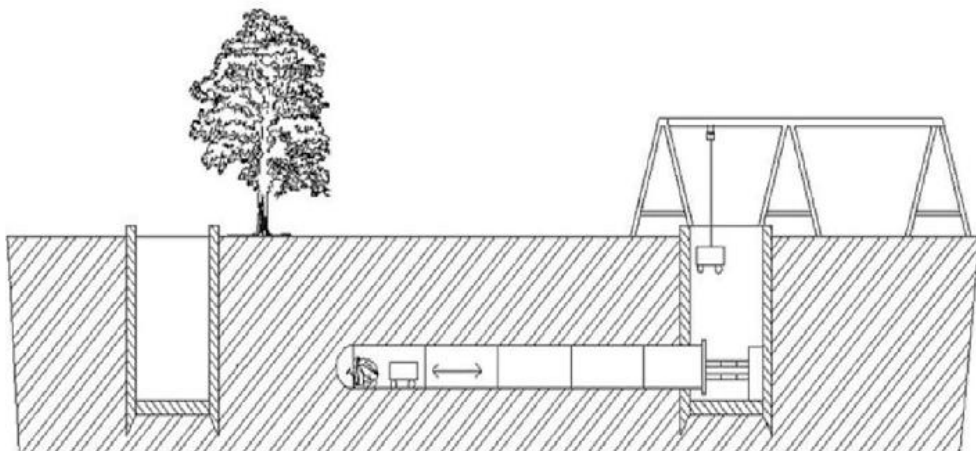
Před tlačené trouby se umístí štítek, pod nímž se odtěžuje zemina a dopravuje ven. Ve zvodněném prostředí se musí provést další opatření např. snížení vodní hladiny odčerpáváním. Z geologického hlediska lze použít pro všechny druhy zemin, kromě skalního. Využívá se při instalaci chrániček průlezných profilů.

Výhody:

- nízké provozní náklady,
- možnost odstranění překážek z čelby.

Nevýhody:

- rizika spojená s přítomností lidí,
- velká pracnost.



Obr. 9 – Trubní protlak (CzSTT, 2012)

5.1.2.2 Štít částečně mechanizovaný nebo nemechanizovaný

Zemina je odtěžována z otevřené čelby ručně nebo pomocí částečné mechanizace. Pokud je čelba stabilní, není nutné provádět její stabilizaci. Stroj se skládá z pláště a rozpojovacího nářadí. Zemina se dopravuje pásy nebo vozy.

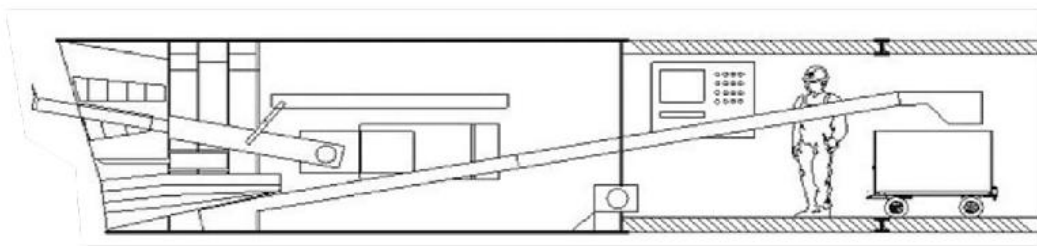
Výhody:

- lepší kvalita,
- větší bezpečnost,
- rychlejší postupy oproti klasické ražbě,

- nižší náklady než např. mikrotunelování.

Nevýhody:

- ruční podíl práce.



Obr. 10 – Štít částečně mechanizovaný nebo nemechanizovaný (CzSTT, 2012)

5.1.2.3 Ruční ražba

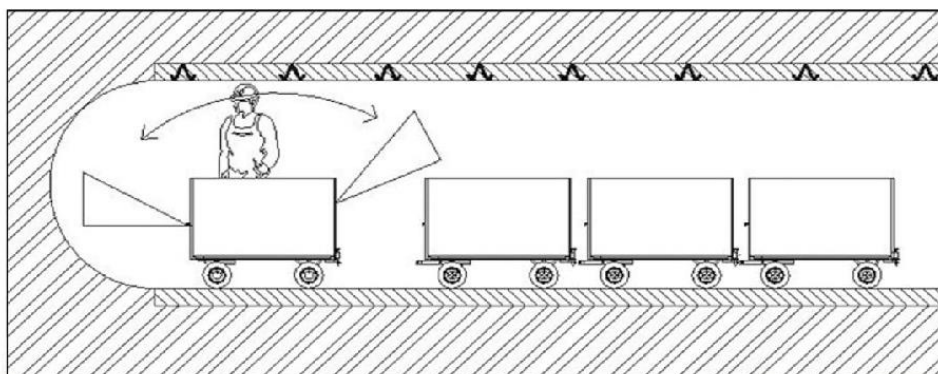
Jedná se o ručně prováděnou, tzv. klasickou ražbu s přítomností lidí na čelbě. Rozpojuje se ručně pomocí sbíjecích kladiv a za pomoci mechanických nakladačů se dopravuje vozy nebo dopravníky k těžním jámám. Výkop se vyztužuje za pomoci podpěrných konstrukcí (věřeje, ocelové profily, nosníky) nebo s využitím prvků tunelovací metody (stříkaný beton, mřížovina, drátkobeton). Do vyraženého profilu se umístí potrubí a zbylý prostor se buďto vyplní materiálem (popílkocement) nebo slouží k pochůzkám (kolektory). Využívá se pro výstavbu kolektorů a kanalizačních sběračů. Dá se provádět v jakýchkoliv horninách.

Výhody:

- dá se doplňovat a kombinovat s jinými metodami.

Nevýhody:

- velká pracnost,
- nízké postupy ražby.



Obr. 11 – Ruční ražba (CzSTT, 2012)

5.2 Rekonstrukce

5.2.1 Renovace

5.2.1.1 Vyvložkování souvislým potrubím

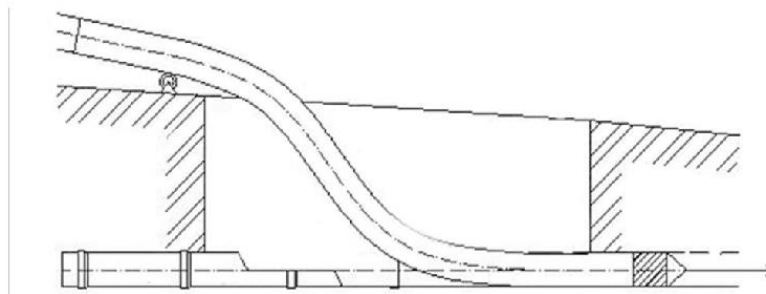
Tuto metodu lze také pojmenovat jako Relining. Jedná se o nejjednodušší a nejlevnější možnou metodu, díky jednoduchosti je často nasazován bez ohledu na další aspekty a komplikace. (Šnajdr, 2012). Do stávajícího potrubí se zatáhne potrubí nové o menším průměru. Toto potrubí přebírá funkci původního a původní se stává pomyslnou chráničkou. V některých případech jde zmenšit průměr zatahovaného potrubí, čímž po zatažení dojde k jeho lepšímu přilnutí. Ve většině případů je použit jako materiál polyetylén. Tato metoda je převážně využívána u renovací vodovodního potrubí z betonu či litiny. Jedná se o jednu s nejlevnějších a nejrychlejších variant opravy velkým průměrem kanalizačních stok. (Moore, 2009).

Výhody:

- lze využít pro různé průměry,
- jde o rychlou a celkem snadnou operaci,
- nové potrubí je těsné a také staticky únosné.

Nevýhody:

- potrubí není spojeno s původním materiálem,
- konečný profil potrubí se zmenší.



Obr. 12 – Vyvložkování souvislým potrubím (CzSTT, 2012)

5.2.1.2 Vyvložkování na místě vytvrzujícími hadicemi

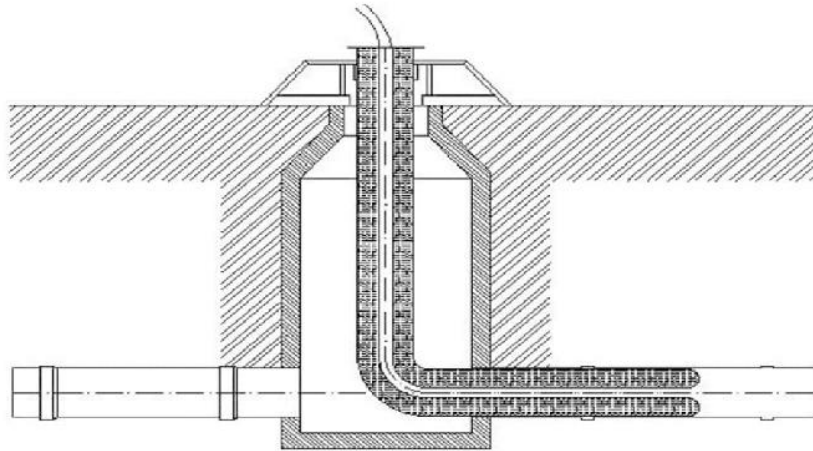
Vyvložkování se provádí látkami na bázi pryskyřice ve spojení s textilními látkami, které se po zatažení do rekonstruovaného potrubí vytvrzují horkou vodou nebo párou. Používají se jak pro vodovodní, tak i kanalizační řady. Dá se použít také na přípojky.

Výhody:

- dobrá přilnavost,
- využití v širokém rozsahu profilů,
- konečný profil se příliš nezmění.

Nevýhody:

- produkt je těsný.



Obr. 13 – Vyvložkování na místě vytvrzujícími hadicemi (CzSTT, 2012)

5.2.1.3 Vyvložkování spirálovým způsobem

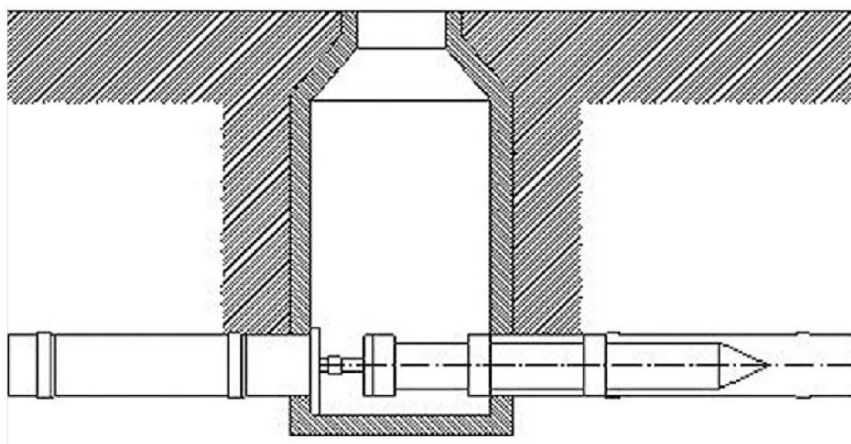
Obdobné jako u předchozích metod. Materiál se spirálovitě navíjí na renovovaný profil původního řadu.

Výhody:

- kombinuje výhody a nevýhody předchozích metod,
- lepší statická funkce než u vytvrzování,
- lepší přilnutí než u zatahování.

Nevýhody:

- dojde jen k částečnému statickému zpevnění



Obr. 14 – Vyvložkování spirálovým způsobem (CzSTT, 2012)

5.2.1.4 Vyrožkování nástřikovým materiálem

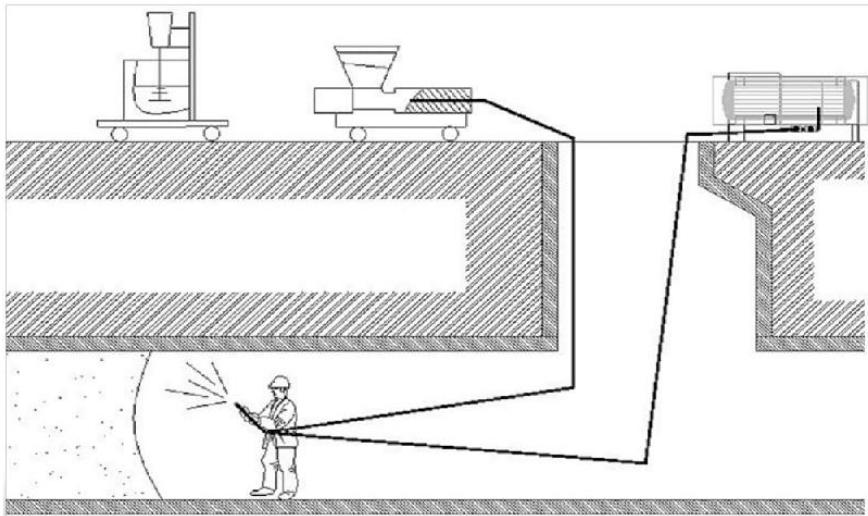
Provádí se manuálně nebo pomocí dálkově řízených robotů s rotační stříkácí hlavou. Jako materiál se používá cementová malta nebo jiné speciální stavební hmoty. Používají se tam, kde diagnostika prokázala degradaci. Nástřik se aplikuje v profilech DN 100-800. Doba realizace trvá pouhých několik hodin. Optimálních pevnostních hodnot dostáváme již po 8 hodinách po aplikaci. Je vlastně vytvořeno nové potrubí uvnitř stávajícího. (ČVTVHS, 2003)

Výhody:

- zastaví korozi oceli.

Nevýhody:

- dojde jen k částečnému statickému zpevnění.



Obr. 15 – Vyrožkování nástřikovým materiálem (CzSTT, 2012)

5.2.2 Obnova

Obnovou máme na mysli destruktivní sanaci původního řadu. Stávající potrubí je plně nahrazeno potrubím novým.

5.2.2.1 Vytlačování

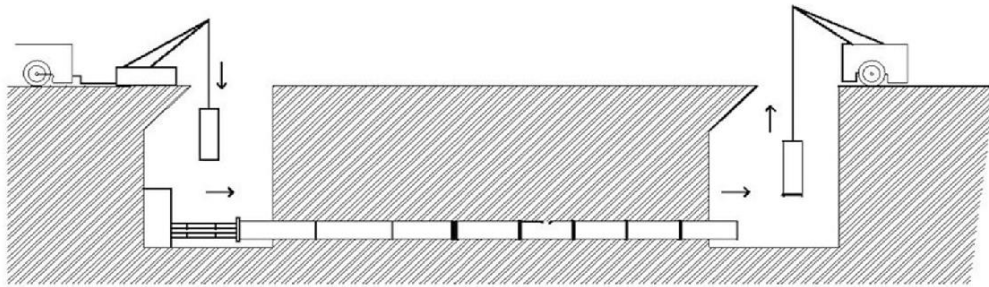
Nahrazuje se stávající potrubí potrubím o stejném průměru na kratší vzdálenosti (do 70 m). Novým materiálem může být železobeton, sklolaminát, keramika případně čedič. (GSST, 2014).

Výhody:

- při obnově vznikne úplně nové plně funkční potrubí.

Nevýhody:

- komplikovaná operace zejména co se týká přístupové jámy.



Obr. 16 – Vytlačování (CzSTT, 2012)

5.2.2.2 Burstlining

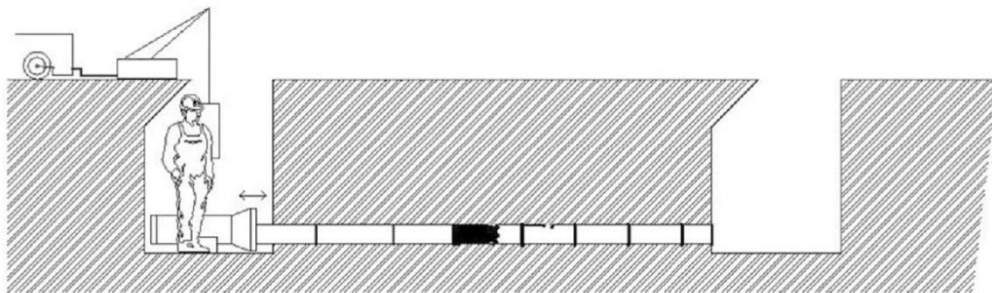
Pro jakýkoliv materiál a jakýkoliv původní profil, který je likvidován a na místě nahrazen novým zatahovaným materiálem. Použití tam, kde je potřeba zachovat stávající profil nebo ho dokonce trochu zvětšit. (Interglobal, 2014).

Výhody:

- velký rozsah materiálů a profilů,
- rychlost provádění.

Nevýhody:

- náročná příprava i vlastní operace.



Obr. 17 – Burstlining (CzSTT, 2012)

5.2.2.3 Pipe eating

Potrubí je rozrušováno plnoprofilovou frézou. Fréza má rotační nebo pevná valivá dláta z tvrdého kovu. Používá se na velikost profilu do 600 mm a délky do 70 m.

Výhody:

- rozrušení betonových, čedičových a azbestocementových trub.

Nevýhody:

- finanční náročnost.

5.2.3 Opravy

Jedná se o místně určené sanace týkající se jen omezeného úseku, jinak funkčního a kvalitního díla. Je celá škála možností provádění oprav, jak pracovníky v místě, tak i roboty řízenými na dálku. (BMH, 2014)

5.2.3.1 Kontaktní injektáž

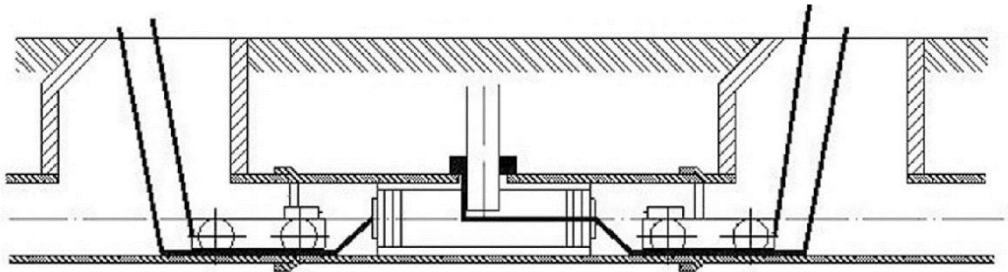
Používá se k lokálnímu utěsnění prasklin a netěsností. Lze provádět jak manuálně, tak i pomocí robotů.

Výhody:

- úsporná metoda.

Nevýhody:

- těsnící injektáž je často nutné provádět ve více etapách.



Obr. 18 – Kontaktní injektáž (CzSTT, 2012)

5.2.3.2 Utěšňování nanášeným materiálem

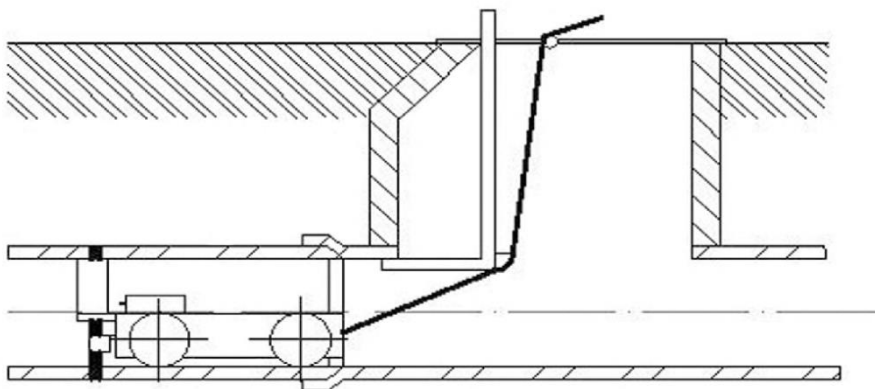
Tato metoda se provádí pomocí speciálních stěrek ručně.

Výhody:

- levná a jednoduchá metoda.

Nevýhody:

- v náročných podmínkách nedostačující.



Obr. 19 – Utěšňování nanášeným materiálem (CzSTT, 2012)

5.2.3.3 Lokální vložky

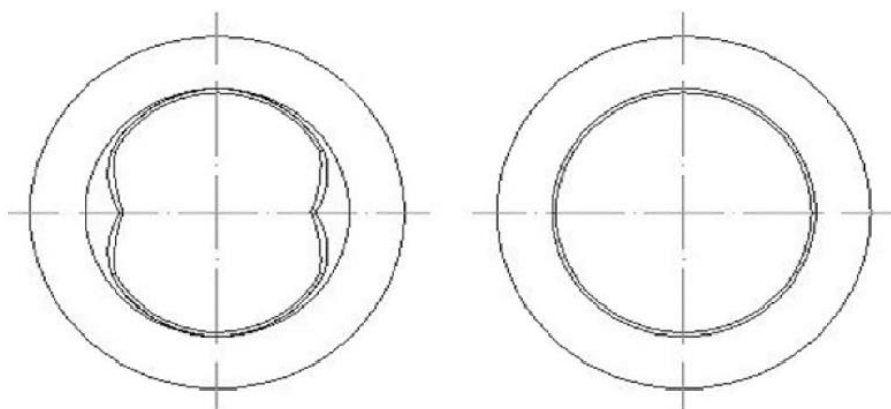
Pro zpevnění staticky narušených nebo deformovaných úseků. Obdoba těsnících rukávů, ale pouze v lokálním výskytu.

Výhody:

- oprava pouze v místě poškození, není nutné měnit celý úsek.

Nevýhody:

- oproti kompaktním vložkám nemají statickou únosnost.



Obr. 20 – Lokální vložky (CzSTT, 2012)

5.2.3.4 Zaplavování těsnícím roztokem

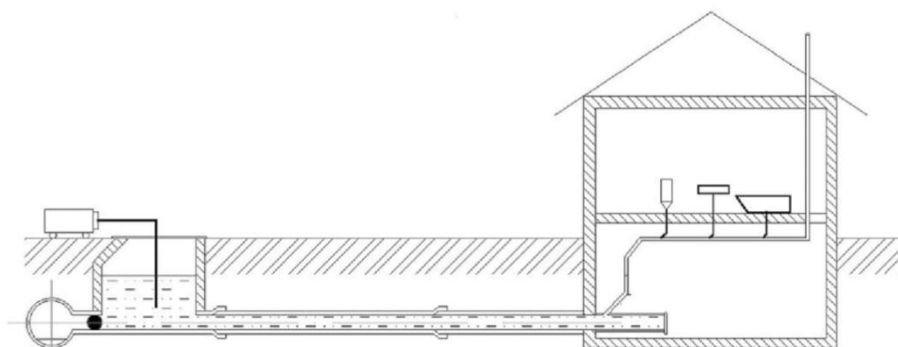
V netěsném úseku se protlačí těsnící materiál skrze troubu, což vede k utěsnění a zpevnění. Používá se spíše pro provizorní opravy.

Výhody:

- dochází ke zpevnění potrubí a vyplnění případných prostor.

Nevýhody:

- spíše provizorní oprava.



Obr. 21 – Zaplavování těsnícím roztokem (CzSTT, 2012)

6 Diagnostika trubních sítí

Základním úkolem je zrevidovat stav potrubí před jeho obnovou. Je to vlastně řada operací, pomocí kterých zjistíme stav sítě. Diagnostiku rozdělujeme na potrubí vodovodní a kanalizační. I když se většina operací na těchto potrubích provádí vesměs stejná. (Najafi, 2010).

6.1 Revize vodovodního potrubí

- **Kamery**

Zjišťuje se pomocí nich kvalita potrubí po optické stránce. Potrubí před aplikací kamery musí být odstavené z provozu a vyčištěno od nánosů a inkrustů. Velkou nevýhodou je, že optika kamer nedokáže rozlišit místa úniku vody, stupeň porušení a vůbec ne netěsnosti spojů.



Obr. 22 – Příklad kamery (CzSTT, 2012)

- **Korelátory**

Dnes se nejvíce k detekci skrytých poruch používají korelátory. Ty jsou již v majetku každého většího provozovatele veřejného vodovodu. Princip zjišťování poruchy je založen na zaznamenání a vyhodnocení rychlosti zvuku, který doprovází únik vody přes senzory umístěné po obou stranách úniku. Podle zadané vzdálenosti mezi senzory a změřené rychlosti zvuku se určí místo úniku. Tento způsob je velmi přesný, a tudíž nám určí, kde se má provést výkop, popř. v jakých místech provést bezvýkopovou opravu. Také se používají unikátní multikorelační systémy, pomocí kterých lze i ve velkých oblastech vyhledat místa úniku. Princip je víceméně stejný, je zde navýšen počet senzorů.



Obr. 23 – Příklad korelátoru (CzSTT, 2012)

- **SmartBall**

Slouží k detekci na potrubí s tlakovým režimem proudící kapaliny a minimálním průměrem potrubí 300mm. Jedná se o akustický záznamník dat, uložený v hliníkové kouli o průměru 66 mm společně s vysílačem ultrazvukového vlnění a zdrojem elektrické energie. Pohybuje se společně s kapalinou a zaznamenává šумы, které jsou spojeny s výtokem v poruše. Touto technologií je možné revidovat úsek dlouhý až 23 km.

- **Geofyzikální průzkumné metody**

Jednou z těchto metod je např. elektromagnetický průzkum pláště. V tomto případě se kontroluje síla stěna pomocí měření takzvané elektromagnetické impedance.

6.2 Revize kanalizačního potrubí

Kanalizační stoky se kontrolují vizuálně, a to buď pohledem do revizních šachtic, u větších průřezů fyzickou kontrolou, nebo u neprůchozích se provádí kontrola kamerou. (Pelikán, 1983).

- **TV kamery**

Získáváme objektivní informace pro rozhodování v procesu oprav a rekonstrukcí. Pro menší průměry se používá nástrčných kamer zajištěných flexibilní ohebnou tyčí. Pro větší průměry se používají kamerové vozy vybaveny různými druhy kamer s otočnou hlavou a různými typy samohybných vozíků. Výstupek je kamerový záznam uložen na DVD a závěrečná zpráva s komentářem a fotodokumentací.

- **Zkoušky těsnosti**

Tyto zkoušky se provádějí vzduchem nebo vodou. Pokles tlaku vzduchu, nebo úbytek vody napuštěné látky značí únik.

- **Geofyzikální metody**

Zjišťují existenci kaveren (volných dutin) v okolí sítí. Opravují se např. popílkocementem. Tyto kaverny signalizují netěsnost nebo i větší porušení potrubí. Zjišťují se měřením tzv. elektromagnetické impedance.

7 Hodnocení vlivu na životní prostředí

V dnešní době se snažíme co nejvíce hledět na ochranu životního prostředí, a tudíž i při stavebních pracích spojených s výstavbou sítí, nesmíme toto hledisko opominout.

7.1 Stavební činnosti a jejich vliv na prostředí

Vliv těchto činností se nedá nikdy úplně odstranit, ale snaha je o to, je co nejvíce eliminovat. Při bezvýkopových metodách se operuje s mnohem menším množstvím vytěžené zeminy, tudíž jsou méně vytěžovány stavební stroje, které mají vliv na následující problémy. (O'Sullivan, 2009).

7.1.1 Emise výfukových plynů

Tento problém je celosvětově probírán. Tyto plyny obsahují látky škodlivé lidskému organismu. Především se jedná o oxid uhelnatý, oxid siřičitý, oxid dusíku, uhlovodíky a těkavé látky. Dále obsahují i neškodlivé látky jakými jsou dusík, kyslík a voda.

7.1.2 Emise prachových částic

Tyto částice prachu mají různé velikosti. Při velikosti menší jak 10 μm jsou nebezpečné pro dýchací cesty. Čím menší tyto částice jsou, tím se dá říct, že jsou škodlivější. Při měření emisí je stále dost neznámých faktorů.

7.1.3 Emise hluku a vibrací

Hlavní zdrojem hluku a vibrací je doprava na stavbě. Vibrace nejsou moc řešeny, jelikož jsou celkem neškodné pro náš organismus. O zvuku se to samé říci nedá. Ten je škodlivý pro sluchový aparát, máme v jeho důsledku špatný spánek, vliv na kardiovaskulární systém.

8 Metodika

V první fázi mé práce jsem si obstarával literární zdroje jak ve formě periodik, odborných knih, odborných časopisů, vyhlášek, norem, zákonů, ale také internetové portály jednotlivých konkrétních společností zabývajících se touto problematikou.

Po prostudování těchto informací jsem je využil pro sepsání teoretické části této bakalářské práce. V té zpřehledňuji materiály a postupy bezvýkopových technologií. Dále pak zhodnocení vlivu na životní prostředí.

V druhé fázi, takzvané praktické části, jsem se zaměřil na konkrétní příklad jedné z metod, a to konkrétně burstliningu, použitou při rekonstrukci přivaděče vody mezi obcemi Údlice a Přečaply na Chomutovsku. Při které jsem mohl do této problematiky nahlédnout a prozkoumat ji.

9 Konkrétní příklad sanace – Burstlining

V této části se soustředím na konkrétní příklad sanace vodovodního potrubí mezi obcemi Údlice a Přečaply na Chomutovsku.

9.1 Popis území

Obec Údlice se nachází v Ústeckém kraji v okrese Chomutov. Její součástí jsou také sousedící Přečaply. Vesnice leží v Mostecké pánvi v nadmořské výšce okolo 280 m n.m. asi 4 km východně od města Chomutova. V obci žije přibližně 1200 obyvatel. Obec mívala status městečka i města, ve kterém se obyvatelé živili převážně zemědělstvím. Rozvoj v průmyslu nastal až v 19. století, kdy byl mezi těmito obcemi otevřen cukrovar, a v okolí započala těžba hnědého uhlí. Dominantou vesnice je kostel Povýšení svatého Kříže s románskou apsidou.

9.2 Rozsah řešeného území

Stavba se nachází v katastrálním území obcí Údlice a Přečaply, převážně v extravilánu, ale i intravilánu obcí.

Rekonstrukce vodovodu je vedena přesně v trase stávajícího potrubí a začíná v Údlicích ve slepé ulici u č. p. 321 a 211. Dále vede přes několik soukromých pozemků s převážně zatravněnými plochami až k bezejmenné vodoteči poblíž čerpací stanice odpadních vod Údlice. Dále pokračuje v zemědělských plochách až k silnici III./00728 v obci Přečaply. Dále je vedena v chodníku podél zástavby a uvedené silnice. Rekonstrukce je přerušena v místě, kde stávající potrubí LT 250 kříží silnici III./00728 a pokračuje za touto silnicí ve šterkové komunikaci v Přečaplech. Rekonstrukce je ukončena ve stávající armaturní šachtě v křižovatce v Přečaplech u č. p. 29.

Lokalita stavby se rozkládá v nadmořské výšce 283,00 – 287,00 m n.m.

Stávající vodovodní přívodní řad A/LT (azbestocement/litina) DN250 k rekonstrukci zásobuje (z vodojemu Údlice – 1000 m³, 365,50/369,95 m n.m., v případě potřeby z vodojemu Chomutov DP – 2000 m³, 382,58/387,01 m n.m. přes redukční ventily) část Údlic a Přečaply. Stávající přívaděč dále pokračuje do Nezabylic, Hořence, Bílenců, Voděrad, Šklří, Lažan, Hrušovan, Vysočan a Hořetic. Vodovodní řad je ve špatném technickém stavu s častými poruchami.

9.3 Provozní řešení, technologie výroby

Na rekonstruovanou část jsou v Údlicích napojeny tři domovní vodovodní přípojky DN 1“ v km 0,000, v km 0,0524 a v km 0,0762. Dále v km 1,0790 v armaturní šachtě je na přívaděč napojen zásobní řad PVC 110 pro část Přečapel. Další napojení na zásobní řady pro Přečaply PVC 110 je v poslední armaturní šachtě na rekonstruované části. V km 0,3930 je ve stávající armaturní šachtě

umístěno odvodu řadu pomocí automatického ventilu, v km 0,5747 bude umístěn podzemní hydrant pro možnost odkalení a v km 1,0790 bude ve stávající podzemní armaturní šachtě umístěn další automatický odvodušňovací ventil, sekční šoupě a vodoměr pro měření průtoku odbočujícím zásobním řadem PVC 110. Funkce vodovodu se nemění. Součástí stavby nejsou provozní ani technologická zařízení.

Kapacitní údaje:

IO 01.1 – Řad 1 (bezvýkopová technologie):

- Potrubí PEHD100RCplus s ochrannou vrstvou pro burstlining DN250 (d 280/25,4 mm) PN16 – **1171,0 m.**
- Výměna vystrojení stávajících armaturních šachet – **3 x.**
- Podzemní hydrant pro odkalení – **1 x.**
- Připojení stávajících přípojek – **2 x.**

IO 01.2 – Řad 2 (otevřený výkop + bezvýkopová technologie)

- Potrubí PEHD100RCplus DN250 (d 280/25,4 mm) PN16 – **178 m.**
- Výměna vystrojení stávající armaturní šachty – **1 x.**

9.4 Materiálové řešení

Nové potrubí je navrženo z PEHD100RCplus (zvýšená odolnost vůči trhlinám a mechanickému poškození) DN 250.

Řad 1 km 0,0 – 1,1710 je z potrubí v provedení z PEHD100RCplus DN250 PN16 SDR 11, vnější D 280 mm, tl. stěny 25,4 mm + s ochrannou vrstvou pro bezvýkopovou technologii typu Burstlining – zatahování nového potrubí do starého se současným roztlačováním starého do okolního prostředí.

Řad 2 km 0,00 – 0,178 je z potrubí z provedení PEHD100RCplus DN250 PN16 SDR 11, vnější D 280 mm, tl. stěny 25,4 mm.

Potrubí je tyčové (dl.12 m) a v otevřených výkopech je svařováno elektrospojkami. V úseku prováděném bezvýkopovou technologií je svařováno natupo.

Nový poklop (SAŠ 2) je uzamykatelný, vodotěsný třídy únosnosti B125 z kompozitního materiálu s větracím komínkem, čtvercový, průlezných rozměrů 600 x 600 mm. V armaturních šachtách 2 a 5 jsou osazena nová vstupní stupadla z OC s PE potahem. Stupadla jsou umístována pomocí navrtání a chemických kotev 250 mm nad sebou. Prostupy pro potrubí jsou do stěn stávajících šachet vrtány jádrovým vrtáním v místě stavby podle skutečné situace na stavbě.

Okolo podzemních hydrantů jsou použity drenážní bloky s EPS. Armatury a některé tvarovky jsou z tvárné litiny s povrchovou úpravou dle ČSN EN 545. Příslušenství pro přírubové tvarovky tj. šrouby se šestihranou hlavou, matice a podložky dle DIN EN ISO 4034 jsou s korozivzdorného materiálu.

PE tvarovky jsou z PEHD100RC odpovídajícího DN a PN k potrubí a na potrubí jsou přivařovány elektrotvarovkami.

9.4.1 Jakost použitých materiálů

9.4.1.1 Polyethylenové trouby a tvarovky

Vysokopevnostní polyethylen PE-HD, pevnostní třídy PE 100, SDR 11 (PN16), certifikované dle PAS 1075. Provedení RCplus vícevrstvá trubka se zvýšenou odolností proti šíření trhlin. Toto potrubí je určené přímo pro tuto metodu, kdy se potrubí zatahuje do starého. Svařuje se v otevřeném výkopu elektrotvarovkami a při metodě bez výkopu se svařuje natupo. Svařování provádí pouze osoba s příslušnou kvalifikací a s použitím svařovacího zařízení s registračním označením. Svary potrubí musejí být prováděny v souladu s pokyny výrobce.

9.4.1.2 Přírubové spoje

Použití pro spojení dvou přírub. Nepochůdnost docílena axiálním stlačením elastomerního přírubového těsnění s kovovou vložkou utažením šroubů. Matky a šrouby musejí být použity z korozivzdorného materiálu. Při použití nerezových šroubů je nutné použít matice s úpravou proti zadírání. Pod hlavu šroubu a matici musí být vložena podložka.

9.4.1.3 Armatury a tvarovky z tvárné litiny

Spojovací materiál těchto armatur musí být též s korozivzdorného materiálu. Povrchová úprava bude dle ČSN EN 545 standardně uvnitř a vně těžká protikorozní ochrana práškovým epoxidem min. tloušťky 250 μm nebo ekvivalent. Musejí splňovat požadavky vyhlášky 409/2005 Sb. o hygienických požadavcích na výrobky přicházející do přímého styku s pitnou vodou.

9.4.1.4 E – příruba

Je to spojka jištěná proti posuvu. Tělo a přítlačný kroužek je z tvárné litiny s epoxidovou povrchovou, těsnění z elastomeru dle EN 681-1 pro pitnou vodu, jistící prvky z nerezové oceli včetně šroubů a matic.

9.4.1.5 Šoupata

Jsou měkčetěsnící z nezúženým průchodem. Musí mít atest pro pitnou vodu. Skládá se z těla, víka a klínu.

9.4.1.6 Podzemní hydranty

Musí mít minimální tlakovou třídu PN 16. Drenážní blok s EPS. Tělo je z tvárné litiny. Vnitřní a vnější povrchová úprava z protikorozní epoxidové práškové barvy.

9.4.1.7 Automatické vzdušníky

Vnitřní a vnější povrchová úprava z protikorozní epoxidové práškové barvy. Mechanické části z nerezové oceli.

9.4.1.8 Zemní soupravy

Vždy teleskopické. Ovládací tyč nerezová nebo pozinkovaná. Unášecí čtyřhran z tvárné litiny.

9.4.1.9 Podkladní desky

Podkladní desky budou z recyklovaného plastu, určené pro šoupátkové a hydrantové poklopy nebo betonové šoupátkové tvárnice z betonu C 40/50.

9.4.1.10 Poklopy šoupátkové

Plastové v těžkém provedení. V intravilánu třída zatížení D400, osazen v úrovni terénu nebo zpevněné plochy. V extravilánu třída zatížení A15 nebo B125, osazen s ochranou betonovou skruží. Označeny symboly VODA nebo VODOVOD.

9.5 Provádění stavby

9.5.1 Popis provádění

- **Řad 1**

Rekonstrukce tohoto řadu nijak nezměnila účel užívání stavby. Stále se jedná o gravitační zásobování obyvatelstva pitnou vodou.

Pokládka potrubí byla prováděna pomocí bezvýkopové technologie (Burstlining) – zatahování nového potrubí do starého a zároveň roztláčování starého potrubí do okolní zeminy. Výjimkou byl úsek staničení od armaturní šachty 4 k VB7 v km 1,1090, kde byla provedena pokládka v otevřeném výkopu v zatravněné ploše s celkovou délkou výkopu 16,0m. Pro bezvýkopovou pokládku bylo v prováděném úseku vyhloubeno 14 kusů strojních a trubních jam o velikosti 2 x 8 m na požadovanou hloubku a 13 kusů průběžných kontrolních a pomocných jam o velikosti 2 x 2-3 m o hloubce odpovídající hloubce potrubí v podélném profilu. Tyto rozměry byly určeny dle poloměru potrubí DN250 a hloubce uložení pod terénem. V případech, kdyby byla potřeba větší hloubka, tak

se i úměrně zvětší jáma. Poloha jam byla určena tak, aby vznikly co nejmenší škody. Pro napojení přípojek, odstranění opravných pásů, aj. byly zřízeny pomocné jámy. V tomto úseku se přivaděč křížil s plynovodem VTL, tudíž zde musela být udělána nejprve ruční sonda, aby nedošlo k poškození.



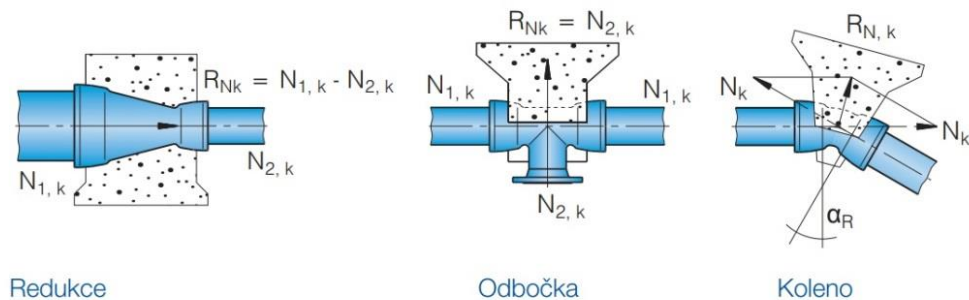
Obr. 24 – Foto startovací jámy při tlakové zkoušce

Společně s potrubím bylo zatahováno i vytyčovací lanko. Toto lanko je z nerezového materiálu a slouží jako vyhledávací vodič.

Pro zasypávání jam platí stejné postupy jako pro běžné výkopové metody. Potrubí této části bylo provedeno z materiálu PEHD100RCplus s ochrannou vrstvou pro pokládku burstliningem DN250 PN16 o celkové délce 1171,0 m.

Tento řad bude napojen na okolní vodovodní síť a objekty stejně jako stávající. Na začátku rekonstruovaného úseku v Údlících byly přepojeny tři domovní přípojky DN1“ v km 0,0010 pro č. p. 321, v km 0,0524 pro č. p. 225 a v km 0,0762 pro č. p. 430. Vzhledem k přepojení těchto přípojek byly vyhloubeny jámy o rozměrech cca 2,0 x 2,0 m. Přepojení bylo provedeno pomocí navrtávacího pasu pro PE potrubí s kombinovaným litinovým navrtávacím šoupátkem se zákopovou soupravou. Propojení na stávající potrubí bylo provedeno pomocí spojek ISO. Další napojení na okolní zařízení je ve stávající armaturní šachtě 4 v km 1,0790. Zde bylo provedeno napojení i na zásobní řad pro Přechaply PVC110. Na odbočce pro zásobní řad byla rekonstruována vodoměrná sestava a napojení na vlastní stávající potrubí bylo provedeno pomocí speciální příruby s jištěním v tahu. Na začátku a konci bude provedeno přepojení pomocí speciálních spojek a přírub s jištěním proti podélnému tahu.

U lomových bodů a odboček byly provedeny opěrné betonové bloky. Tyto bloky slouží k zachycení hydraulických sil vyvolávaných působením dopravované kapaliny v potrubí.



Obr. 25 – Opěrné bloky (duktus)

V nejnižších místech potrubí bude možné provádět odkalení. V km 0,3930 zůstala stávající kalníková šachta. Uvnitř této šachty byla obnovena odbočka se šoupátkem s ručním kolem s napojením na stávající odkalení. V km 0,5747 byl osazen nový podzemní hydrant DN100. Hydrant byl vybaven pro možnost výměny předřazeným šoupětem, hydrantovým poklopem a drenážním blokem z EPS dle předpisu výrobce. Vzhledem k tomu, že se nachází ve volné krajině, tak byl opatřen betonovou ochranou skruží DN1000 výšky 1 m. Skruž je 0,5 m zapuštěna pod terén. Vnitřek skruže byl kolem poklopů vysypán štěrkem do jejich úrovně. Stávající betonová konstrukce v tomto místě byla zbourána.

V nejvyšších místech potrubí byly umístěny automatické odvzdušňovací a zavzdušňovací ventily. V km 0,3930 byla stávající vzdušnicková podzemní šachta zachována. Dovnitř se umístil nový automatický odvzdušňovací ventil DN80 s předřazeným šoupětem s ručním kolem. Další odvzdušňovací ventil byl umístěn v šachtě č. 4, kde byl také vyměněn.

U všech objektů na vodovodu byly umístěny orientační tabulky s vyznačením vzdálenosti k poklopům armatur. Tabulky jsou umístěny na sloupcích modro-bílé barvy z kompozitního materiálu dl. 2,0 m v betonových základových patkách. Dále byly tyto tyče umístěny v extravilánu v lomových bodech.

Na první části se nacházely čtyři podzemní armaturní šachty. V km 0,3930 se nachází kalníková šachta, která byla již před rekonstrukcí v dobrém stavu. Vnitřní rozměry této šachty jsou 1,2 x 1,3 m. Prostup stěnou pro nové potrubí byl zvětšen pomocí jádrového vrtání a utěsněn pryžovým těsněním z jednotlivých prvků spojovaných nerezovými šrouby. V km 0,4995 je podzemní vzdušnicková šachta. U této šachty byl vyměněn kompozitní poklop opatřen možností zamykání s větracím komínkem. Do této šachty byla také nově osazena pogumovaná stupadla kotvená pomocí chemické kotvy. Prostup stěnou byl opět zvětšen jádrovým vrtáním a utěsněn. V km 0,5747 se nacházelo odkalení kryté betonovou konstrukcí ve špatném stavu. Tudiž bylo nutné tuto konstrukci zbourat. Nově zde byl osazen podzemní hydrant chráněn betonovou skruží. V km 1,0790 se nachází armaturní podzemní šachta o rozměrech 1,5 x 3,7 m. V této šachtě je umístěno

sekční šoupě, automatický vzdušník a napojení na zásobní řád s vodoměrnou sestavou. Zde bylo pouze opraveno zdivo okolo stávajícího prostupu.

- **Řad 2**

V této části se stavba přibližuje silnici Údlice – Přečaply. Je zde proveden řízený protlak pod touto komunikací. Dále za touto komunikací je v km 0,158 až km 0,096 provedena pokládka klasickým způsobem pomocí výkopu a od km 0,096 až po km 0 pomocí bezvýkopové technologie. Nové potrubí bylo ukládáno do zapažené rýhy na hutněné pískové lože. Následně bylo obsypáno 30 cm nad jeho povrch. Dále byl výkop zasypáván po vrstvách 20 cm a hutněn. Samotný obsyp se nehtnul. Tento výkop se nacházel převážně v štěrkové cestě v obci Přečaply. Potrubí je zde taktéž PEHD100RCplus DN250 PN16 o celkové délce 178 m.

9.5.2 Zemní práce

Před zahájením zemních prací bylo nutné nechat vytýčit všechny podzemní inženýrské sítě. Správci těchto sítí byli vyzváni na základě vyjádření o existenci sítí, které byly součástí dokladové části dokumentace. Výkop startovacích a pomocných jam, ale také při výkopu rýhy bylo použito pásové otočné rypadlo. Vhodný výkopek byl skladován podél rýh ke zpětnému zásypu a přebytečný byl odvážen na skládku v Údlicích. O likvidovaných odpadech vzniklých při realizaci stavby je vedena evidence, kde je uvedeno skutečné množství odpadů a způsob jejich využití či likvidace. Tato evidence slouží pro možnou kontrolu městského úřadu města Chomutov.

Obsyp a následný zásyp byl hutněn po maximálních vrstvách okolo 20 cm. Obsyp byl proveden vhodným pískovým materiálem dle předepsané ČSN 72 1006. K zásypu byl použit, především na zatravněných plochách a zemědělsky využívaných pozemcích vhodný výkopek. Vhodnost výkopku byla posouzena certifikovaným geologem. Na zemědělských pozemcích byl navrácen celý výkopek, který byl separován, v nezměněném pořadí půdních vrstev, aby nedošlo k znehodnocení zemědělské půdy. V komunikacích byly před finální úpravou povrchu provedeny hutnicí zkoušky.

9.5.3 Provizorní zásobování vodou

Vzhledem k provádění bezvýkopovou metodou přesně ve stávající trase původního potrubí, bylo provizorní zásobování řešeno provizorním propojovacím vodovodem z PEHD100 DN150 PN10 uloženým na povrchu – suchovodem. Suchovod byl vždy přesouván do aktuálně prováděného úseku. Potrubí suchovodu bylo před použitím do provozu dezinfikováno. Provizorní potrubí DN150 bylo na stávající potrubí DN250 napojeno pomocí speciálních přírub s jištěním v tahu DN250 a přírubové redukce DN250/150. Pro vyvedení potrubí z výkopu na povrch bylo na každé straně použito přírubové koleno Q 90 st. DN150 a speciální hrdlové koleno s jištěním v tahu 90 st. Pro PE potrubí DN150. Provizorní potrubí bylo možné na obou koncích uzavřít pomocí šoupátek DN150

s ručními koly. Suchovod byl navržen v délce 175 m, a bylo předpokládáno, s ním nebo jeho částí, pro dvanáctinásobné použití pro dvanáct pracovních úseků.

Veškeré provizorní propojování, manipulace a odstávky na přivaděči byly prováděny ve spolupráci a podle pokynů pracovníku provozovatele vodovodu, kterými jsou Severočeské vodovody a kanalizace.

9.5.4 Hutnící zkoušky

Při zasypávání rýh a jam v komunikacích (startovací jáma, chodníky na řadu 1 a štěrková cesta u řadu 2) a zkoušení dosaženého zhutnění se postupuje dle požadavků TP 146 a ČSN 72 1006.

Klasifikace výkopu je v závislosti na rozsahu prací a významu rýhy určena:

- | | |
|-----------------------------------|----------------------|
| 1) V místních komunikacích | rozsah prací B |
| | význam rýhy II |
| | kategorie kontroly 4 |

Charakteristika kontroly 4

Před zahájením zasypávání:

Posouzení vhodnosti zemin – min. 1x vlhkost, zrnitost a případně konzistenční meze.

Kontrola zhutnitelnosti – min. 1x zkouška zhutnitelnosti PS.

Při provádění zásypu:

Kontrola vhodnosti zemin – min. 1x vlhkost, zrnitost popřípadě konzistenční meze na každých 1500 m³ nebo při změně materiálu.

Kontrola zhutnitelnosti – min. 1x zkouška zhutnitelnosti PS, popř. zkouška min. a max. relativní ulehlosti na každých 1500 m³ nebo při změně materiálu.

V zóně obsypu a v zóně zásypu mimo aktivní zónu – min. 1x zkouška zhutnění přímými metodami 1x na 50m délky rýhy a 1m hloubky. V případě použití jiné nepřímé metody četnost 3x větší.

V aktivní zóně – zrnitost 1x na 250 m³. V případě měření zhutnění přímou metodou 1/500m²(při homogenním materiálu 1/1000m²). Zhutnění přímými metodami 1/50 bm, při použití nepřímých metod min. 3x větší četnost zkoušek.

Na pláni – statické zatěžovací zkoušky v četnosti 1/100 bm min. však 2 zkoušky. Náhrada jinými nepřímými metodami se nepřipouští.

Byly provedeny 2 statické zatěžovací zkoušky v startovací jámě na řadu 1 v km 0,0 na zhutněném podloží a 2 zkoušky v otevřeném výkopu řadu 2 v km 0,0174 a 0,0780 na zhutněném podloží. A dále byly provedeny 3 zkoušky

2) Rýhy a jámy mimo zpevněné komunikace

Zatravněný pás podél silnice a zemědělsky využívané pozemky

Charakteristika kontroly

V zóně zásypu – min. 3 zkoušky zhutnění nepřímými metodami.

Na pláni – min. 3 zkoušky zhutnění nepřímými metodami.

Vizuálně.

Vzhledem k množství lokálních výkopových jam pro burstlining byla provedena jedna hutnicí zkouška v každé z nich – tj. celkem 19

9.5.5 Pokládka a montáž potrubí

Pokládka do stávajícího potrubí (bezvýkopová technologie I. až XI. Úsek

Nové potrubí PEHD100RCplus s ochrannou vrstvou DN250 PN16 (280/25,4mm) bylo zatahováno do starého azbestocementového (část z LT km 0,0 – 0,0500 a km 1,0790 – 1,1710 řad 1) DN250 pomocí burstliningu při současném roztlačování starého potrubí do okolní zeminy. Pro tuto metodu byly v prováděném úseku vyhloubeny strojní a trubní jámy 2,0 x 8,0 m v počtu 14 ks a 13 ks průběžné kontrolní a pomocné jámy 2,0 x 2,0-3,0 m a o hloubce odpovídající hloubce potrubí podle podélného profilu.

Pro zásyp jam po bezvýkopové technologii platí stejné zásady jako pro otevřený výkop.

Při provádění touto technologií bylo nutné provést pomocné jámy pro přepojení přípojek., odstranění všech opravných pásů na stávajícím potrubí a u podzemních betonových šachet. Vzhledem k zatahování přímo do stávajícího potrubí bude pro provizorní zásobování vodou použit provizorní vodovod uložený na povrchu.

Jámy byly umístovány tak, aby vznikly jejich výkopem co nejmenší škody.

Otevřený výkop

Potrubí bylo ukládáno do pískového lože. Pod pískovým ložem bylo dno rýhy urovnáno do roviny a zbaveno kamení, aby potrubí leželo rovnoměrně po celé své délce. Při pokládce bylo dno rýhy odvodněno. Pod přírubami a spojkami byly vyhloubeny jamky, aby se vyloučilo bodové uložení potrubí. Před zásypem bylo potrubí zkontrolováno za účasti provozovatele.

Obsyp trouby 300mm (pro potrubí PEHD100RCplus) nad vrchol byl proveden kopaným pískem. Nad touto zónou byla rýha zasypána nesedavým materiálem hutněným po vrstvách cca 200 mm (zejména výkopkem).

Ke kontrole obsypu byl přizván zástupce provozovatele.

9.5.6 Geodetické zaměření

Po dokončení montáže potrubí, před provedením zásypu, bylo nutné oprávněnou osobou geodeticky zaměřit přesnou polohu a hloubku uložení potrubí v souřadnicovém systému JTSK. Byly zaměřeny veškeré armatury, lomové body, atd.

Ze zaměření vznikla dokumentace dle příslušné směrnice Severočeských vodovodů a kanalizací, a.s. a následně byla ve dvou vyhotoveních a jednou digitálně na CD předána provozovateli sítě.

9.5.7 Provizorní čerpání a odvodnění

Staveniště bylo odvodňováno částečně gravitačně nebo čerpáním, a to buď do silničního příkopu, nebo do nejbližší kanalizace. Po celou dobu výstavby byla na stavbě připravena čerpací sestava. Čerpání bylo využito při vydatnějších srážkách a v okolí vodoteče v km 0,4 – 0,5 kde byla zvýšena hladina podzemní vody.

9.5.8 Tlakové zkoušky

Na potrubí bylo provedeno 12 úsekových tlakových zkoušek. Vodovodní řad byl zkoušen na hodnotu 1,6 MPa po dobu 8 hodin. Potrubí vyhovělo, jelikož přetlak po dobu trvání zkoušky neklesl pod hodnotu 0,9 zkušebního přetlaku, a při prohlídce nebyl zjištěn viditelný únik vody. Při zkoušce byly sledovány nezasypané povrchy trub, spoje, tvarovky a armatury. Po dokončení celého potrubí byla provedena celková zkouška, která také vyhověla.

9.5.9 Obnova povrchů

V místě, kde byla výměna potrubí provedena otevřeným výkopem, nebo byly vykopány startovací jámy, se provedla oprava povrchů. Nejprve byl zaříznut asfaltový nebo betonový kryt. Po provedení zemních prací a uložení potrubí byl proveden obsyp potrubí do vrstvy 150 mm nad vrchol. Na zbytek zásypu byl použit zhutnitelný a nenamrzavý materiál, tak aby před položením štěrkové vrstvy dosahovala pláň (konečná úprava zásypu) únosnosti vyjádřené modulem pružnosti.

Konečná oprava krytu svrchní obrusné vrstvy vozovky byla provedena podle požadavků správce komunikace. Svislé napojení na kryt stávající konstrukce stmelovaných vozovek bylo řádně utěsněno.

Konstrukce vozovky byly provedeny dle TP 146 a požadavků správce následovně:

Konstrukce komunikace – D1-N-2-V-PII (místní)

- asfaltobeton ACO11 tl. 40 mm,
- asfaltobeton ACP16+ tl. 70 mm,
- štěrkodrt' ŠDA tl. 200 mm (100 MPa),
- pláň (60 MPa).

Konstrukce chodníku (dlažba)

- stávající zámková dlažba + znovuosazení obrubníků,
- ložní vrstva tl. 30 mm (šotolina 4/8),
- drcené kamenivo 8-16 mm tl. 150 mm (60 MPa),
- pláň (45 MPa).

Ze zatravněných ploch byla před výkopem sejmuta vrstva ornice v mocnosti 200 mm. Ta byla skladována po celou dobu realizace odděleně od ostatního výkopku. Po dokončení prací byla tato vrstva opět rozprostřena a osazena původní kulturou. Sejmutí a následné rozprostření bylo provedeno i ve staveništním pruhu používaném pro pohyb vozidel. V zemědělsky využívaných plochách byla při zpětných zásypech dodržena půdní stratifikace souborů zemin. Obnova štěrkových cest byla provedena ze štěrkodrti 16/32 tl. 200 mm a následně zhutněna.

10 Vyhodnocení vybraného úseku

Ve vyhodnocení jsem se snažil určit, jestli je z hlediska finančního výhodnější metoda výkopová či bezvýkopová. Vycházel jsem z cen, které měl zhotovitel zasmluvněné s objednatelem pro dané metody. Vybral jsem úsek z řady dva, který jsem rozdělil na dva úseky. Úsek 1 je od bodu 1 do bodu 2, a druhý úsek od bodu 2 do bodu 3.



Obr. 28 – Fotosnímek zvoleného úseku - rozdělení

Úsek 1 měří 62 m a úsek 2 měří 96 m, dohromady tudíž zvolený úsek měří 158 m. Nachází se vedle zpevněné komunikace ve štěrkové cestě.

Zvolil jsem tři metody. Metodu klasickou neboli pomocí výkopu a pokládky potrubí, a s tím spojené práce obsyp, zásyp, odvoz přebytečné zeminy, návoz zásypového materiálu, úpravu povrchů do původního stavu. Metodu bezvýkopovou pomocí Burstliningu, která obsahuje výkop startovacích jam, odvoz přebytečné zeminy z jam, návoz materiálu na zásyp jam a uvedení povrchů do původního stavu. A v poslední variantě jsem obě metody zkombinoval.

1) Provedení pomocí výkopové metody

- Délka výkopu: 158 m
- Hloubka výkopu: 1,95 m
- Šířka výkopu: 1,2 m

Objem vykopané zeminy = $158 \cdot 1,95 \cdot 1,2 = 369,72 \text{ m}^3$

Cena běžného metru této metody činí 5 830 Kč

Celková cena za daný úsek touto metodou je $5\,830 \cdot 158 = \underline{921\,140 \text{ Kč}}$

2) Provedení pomocí bezvýkopové metody

- Výkop 2 x startovací jáma 2*2*8: 64 m³

Objem vykopané zeminy = 64 m³

Cena běžného metru této metody činí 7 760 Kč

Celková cena za daný úsek touto metodou je $7\,760 \cdot 158 = \underline{1\,226\,080\text{ Kč}}$

3) Kombinace obou metod

Zde jsem zvolený úsek rozdělil na dva. Úsek 1 je mezi bodem 1 (lomový bod po křížení s komunikací) a bodem 2 (lomový bod před pneuservisem). Úsek 2 je mezi bodem 2 (lomový bod před pneuservisem) a bodem 3 (napojení na stávající šachtu).

Úsek 1 – výkopová metoda

- Délka výkopu: 62 m
- Hloubka výkopu: 1,95 m
- Šířka výkopu: 1,2 m

Objem vykopané zeminy = 145,08 m³

Cena běžného metru této metody činí 5 830 Kč

Cena za úsek 1 = $5\,830 \cdot 62 = \underline{361\,460\text{ Kč}}$

Úsek 2 – bezvýkopová metoda

- Výkop 1 x startovací jáma 2*2*8: 32 m²

Objem vykopané zeminy = 32 m³

Cena běžného metru této metody činí 7 760 Kč

Cena za úsek 2 = $7\,760 \cdot 96 = \underline{744\,960\text{ Kč}}$

Celková cena za daný úsek kombinací je $361\,460 + 744\,960 = \underline{1\,106\,402\text{ Kč}}$

Jako nejvýhodnější metoda z hlediska finančního vychází výkopová. Tato metoda ale nejvíce zatěžuje okolí, co se týče prašnosti, hluku z dopravy, a hlavně doby provádění. V našem případě nemohla být ani realizována v celém úseku, z hlediska nutnosti zachování průjezdu v úseku 2 k rodinným domům.

Nejdražší variantou vychází metoda bezvýkopová. Ta ovšem vychází nejlépe zatěžujícím faktorem, což se týká dobou realizace, hlučnosti a prašnosti z dopravy spojené s odvozem a návozem zemin. Tato metoda také nemohla být provedena, jelikož by startovací jáma zasahovala do komunikace, a to nebylo správcem komunikace povoleno a také z hlediska financí.

Tudíž byla zvolena třetí varianta, kombinace obou metod, která vyvažuje plusy a mínusy výkopových a bezvýkopových prací.



Obr. 29 – Fotosnímek zvoleného úseku – finální provedení



Obr. 30 – Situace Řád 2

11 Diskuze

V předchozí kapitole mé bakalářské práce se zaobírám rekonstrukcí vodovodního přivaděče mezi obcemi Údlice a Přečaply. Tato rekonstrukce byla rozdělena na několik úseků. Většina těchto úseků byla prováděna bezvýkopovou technologií Burstlining a toto je i hlavním tématem mé práce.

Po prostudování projektové dokumentace pro provádění stavby se zdála být tato metoda jako nejvhodnější, jelikož bude kopírovat stávající trasu a naruší okolí stavby, co nejméně to jen půjde. Ale ihned po převzetí staveniště se začali ozývat někteří majitelé pozemků, pod kterými potrubí vede. Jelikož do dnešní doby na těchto pozemcích neměli zřízené věcné břemeno (otázkou je či to byla chyba). Po rekonstrukci by zde již věcné břemeno zřízeno bylo a oni by tím měli svůj pozemek „znehodnocen“. I když otázkou je v jak velkém měřítku, protože se většinou jednalo o zemědělskou půdu, kdy při správném postupu orby po uvedení do původního stavu jsou tyto zásahy zanedbatelné a věcné břemeno růstu plodit určitě nevedí. Takže tito majitelé realizující firmě zakázali přístup na pozemky. Kvůli tomuto problému byla vyvolána řada jednání, ať už na stavbě za přítomnosti policie tak i v sídle provozovatele. Dokonce zde byla zmiňována i možná nová trasa, která by tyto dotčené pozemky obešla, a nejspíš by došlo ke spokojenosti všech zúčastněných. Nakonec tento spor musel řešit i Vodoprávní úřad, který dal za pravdu provozovateli. Majitelům pozemků, vyšel provozovatel a realizační firma, co nejvíce vstříc, a byli jim částečně vyplaceny i nějaké kompenzace. Rekonstrukce tedy byla nakonec dokončena dle původní projektové dokumentace bez jakýchkoliv změn.

Díky těmto skutečnostem byla celá tato stavba prodloužena o přibližně tři roky. Po tuto dobu bylo nutné hlídat staveniště, platit za uskladnění již nakoupeného materiálu a další nepředvídatelné výdaje.

Za mě tedy zůstává otázkou, zda toto prodloužení a všechny výdaje s ním spojený nakonec nevyšli dražší, než kdyby byla použita již zmiňovaná varianta, při které by se tyto pozemky obešly. Nejde pouze o peněžní stránku, ale i o dobu prodloužení, během které lidé, z tohoto řádu zásobování, museli pít ne zcela zdravotně nezávadnou vodu a také se několikrát museli po tuto dobu realizace obejít bez přítoku pitné vody, jelikož v těchto místech došlo několikrát k poruše. Z mého pohledu by měli tyto výdaje být vymáhány od majitelů, jelikož se jedná o infrastrukturu, kterou bylo nutné kvůli jejímu špatnému stavu rekonstruovat, v zájmu několika set obyvatel oproti několika jedincům, kteří tomu bránili.

12 Závěr

Závěrem bych chtěl říci, že vzhledem k volbě mé bakalářské práce s danou problematikou, jsem si rozšířil svůj obzor a navýšil svůj okruh vědomostí. Tato naskytnutá možnost mi do budoucna bude moci pomoci i v mé profesní praxi. Bezvýkopové technologie se velice rychle rozšiřují a dle mého názoru by měly být využívány ještě v mnohem větším měřítku, než doposud jsou. Jelikož nám zástavba neustále roste tak v to i pevně věřím. V současnosti jsou ve větší měřítku využívány k renovaci či rekonstrukci.

Práce je dělena na dvě části, a to část teoretickou a část praktickou.

V teoretické části se snažím co nejlépe zpřehlednit možné použitelné metody pro bezvýkopové technologie, jak potrubí vodovodních, tak kanalizačních stok. Včetně popsání jejich výhod a nevýhod, oblasti jejich použití, a v některých případech také způsobu jejich využití. Tyto metody rozdělují na metody nové pokládky a rekonstrukce nebo renovace. Nové pokládky jsou členěny podle obsluhy na čelbě a bez, a dále na metody řízené a neřízené. Rekonstrukce se dělí na renovaci, obnovu a opravu. Rekonstrukcí zlepšujeme jeho funkčnost, obnovou nahrazení stávajícího novým a opravy se provádí lokálně. Dále popisují v této části jednotlivé materiály, které je možné pro různé způsoby použít. A v poslední řadě vliv na životní prostředí.

V druhé praktické části ukazuji na konkrétním příkladu rekonstrukci vodovodního přivaděče mezi obcemi Údlice – Přečaply, který ale dále zásobuje i další přilehlé obce, postup výstavby a všechny náležitosti s ní spojeny. Mohl jsem být částečně součástí této stavby, a tudíž si jí projít od úplného začátku, které se týkalo vytýčení jednotlivých sítí až po jeho přepojení do provozu a posledních terénních úprav. Tato stavba se mé osobě týkala i mimo studijní zájmy vzhledem k tomu, že žiji v obci, která je z tohoto řadu taktéž zásobována. Takže mohu stavební činnost posoudit i z pohledu obyvatelstva, a to jen v kladném, jelikož bylo zásobování zajištěno po celou dobu realizace suchovodem a při přepojování jednotlivých úseků, pomocí cisteren s pitnou vodou. Jako na každé stavbě bylo nutné řešit nepředvídané skutečnosti, ať už v podobě podzemní vody, tak s částečnými nesouhlasy vlastníků pozemků se vstupem na pozemky. Tyto věci byly řešeny operativně za běhu a vše bylo vyřešeno ke vši spokojenosti.

13 Použité zdroje

Literatura:

- BARTÁK F., 2008: Úvodní slovo předsedy představenstva SOVAK ČR Ing. Františka Bartáka. In SOVAK [ed.]:
- BMH, 2014: Lokální bezvýkopové opravy. BMH spol. s r.o., Olomouc, online: <http://www.bmh.cz/-lokalni-bezvypkove-opravy->
- BROCHIER, 2021: Berstlinig, Brochier s.r.o., Praha
- Brožura (Užívání bezvýkopových technologií při snižování emisí CO2 během realizací staveb inženýrských sítí – CzSTT, česká společnost pro bezvýkopové technologie 2012)
- ČVTVHS (2003): Stavební materiály pro výstavbu stokových sítí. Česká vědeckotechnická společnost, Praha, 95 s.
- ESTERKOVÁ, M. (1998): Bezvýkopová obnova podzemních vedení
- FOECK, 2014: Produktvorteile. Walter Föckersperger GmbH, Pauluszell, D, Online: http://www.foeck.com/foeckersperger_kabelpflug.html
- GSST, 2014: Schlauchlining – Druckleitung. German Society for Trenchless Technology, Berlin, online: <http://www.gstt.de/index.cfm?menuID=130>,
- HAVLÍK A., 2007: Historie vodního stavitelství. ČVUT, Praha, online: http://hydraulika.fsv.cvut.cz/Vin/ke_stazeni/Historie.pdf
- HORÁK M., 2009: Průzkum a technická analýza stokových sítí. Konstrukce Media, s. r. o., Ostrava-Vítkovice, 2009
- CHEJNOVSKÝ, P.: Zdravotní vodohospodářské stavby, 2010
- INTERGLOBAL, 2014: Bezvýkopová obnova potrubí metodou Berstlining, INTERGLOBAL DUO s.r.o., 2014
- ISTT (www.istt.com) – obsahuje rozsáhlé databáze různých článků a informací z oboru bezvýkopových technologií
- KLEPSATEL, F. & ČULÍK, M.: Bezvýkopová výstavba podzemních vedení, Bratislava: Alfa, 1986. 312 s. ISBN- 978-80-8076-053-3

- KLEPSATEL, F. & RACLAVSKÝ, J. (2007): Bezvýkopová výstavba a obnova podzemních vedení. JAGA, Brno
- MODLITBA, R.: Sanace potrubí – bezvýkopové technologie, NODIG 1/2016, str. 14-16
- MOORE I.: Specialised design considerations for liners in gravity flow pipes, Trenchless International, 1/2009
- NAJAFI Mohammad: Trenchless technology pipping. Installation and inspection, 2010
- NOVÁK, J.: Příručka provozovatele vodovodní sítě, SOVAK 2003
- PAUSER, A.: Unterirdische Kanalsanierung, 1. Vydání. Vídeň: Springer-Verlag, 1988. 149 s. ISBN3-211-82097-3
- PELIKÁN, V.: Ochrana podzemních vod. 1. vydání. Praha: SNTL, 1983. 324 s.
- SEBAK, 2014: Bezvýkopové opravy a rekonstrukce. Sebak spol. s r.o., Brno, online: <http://www.sebak.cz/?pg=bezvypkopove-opravy-a-rekonstrukce-kanalizace&left=3>
- SOVAK, 2003: Příručka provozovatele stokové sítě., Medim, spol. s r.o., Líbeznice
- SOVAK, 2008: Zásady pro využití bezvýkopových technologií v oboru vodovodů a kanalizací., Medim, spol. s r.o., Líbeznice
- ŠEJNOHA, J.: Trubní materiály stokových sítí, VODNÍ HOSPODÁŘSTVÍ 10- 11/2005, 6319 ISSN 1211-0760, str. 283-288 a 337-339.
- ŠNAJDR, D.: Sanace potrubí technologií relining, NODIG 2/2012
- ŠNAJDR, D.: Sanace zastaralého vodovodního přivaděče inovativní technologií, Wavinacademy, 2014
- TEUNIS, P. F. M. a kol.: Enteric Virus Infection Risk from Intrusion of Sewage into a Drinking Water Distribution Network. Environmental Science & Technology; 2010, 22, s. 61 – 66.
- THOMSON, James C.: Pipejacking and microtunneling. 1. Vydání. Abingdon: Taylor& Francis, 1993. 289 s. ISBN 0-7514-0102-1

- TRENCHLESS WORD, WORD TUNNELING – časopis zabývající se bezvýkopovými technologiemi výstavby IS a tunelováním, 2007 – 2010
- TUHOVČÁK, L.: Rekonstrukce vodohospodářských sítí. Metody rekonstrukcí vodovodních sítí. Brno, 2007
- O'SULIVAN, D.: Reducing emissions with Trenchless Technology, Trenchless International, 1/2009
- WOMBAT, 2011: Ochrana vnitřního povrchu vodovodního potrubí epoxidovým nástřikem., Wombat s.r.o., Brno, 2011

Internetové zdroje:

- Český statistický úřad – Vodovody, kanalizace a vodní toky v roce 2010 [online]. 2012 [cit. 2012-04-25]. Dostupné z: www.czso.cz
- NODIG (www.czstt.cz/zpravodaj_nodig.htm) – obsahuje 21 čísel časopisu NODIG 2005 2010
- Severočeská vodárenská společnost - https://www.svs.cz/files/akcionari/nabyvani-vh-majetku/ts/vp18_technicky-standard-vh-staveb_smernice_vydani-c-6.pdf
- Stavební portál - <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/inzenyrskostavby/inzenyrskesite/potrubiztvarnelitiny>

Normy:

- ČSN 75 6101 - Stokové sítě a kanalizační přípojky
- ČSN EN 752 (75 6110) - Odvodňovací systémy vně budov
- ČSN EN 12 889 (75 6115) - Bezvýkopové provádění stok a kanalizačních přípojek a jejich zkoušení

14 Seznam obrázků

- Obr. 1 – Propichování – zemní rakety nebo kladiva
- Obr. 2 – Vodorovné beranění se zaslepeným čelem
- Obr. 3 – Vodorovné beranění či protlačování s otevřenou troubou
- Obr. 4 – Horizontální vrtání
- Obr. 5 – Mikrotunelování s výtlačovým odtěžením
- Obr. 6 – Mikrotunelování se šnekovým odtěžením
- Obr. 7 – Řízené horizontální vrtání
- Obr. 8 – Horizontální vrtání s pilotním vrtem
- Obr. 9 – Trubní protlak
- Obr. 10 – Štít částečně mechanizovaný nebo nemechanizovaný
- Obr. 11 – Ruční ražba
- Obr. 12 – Vyvložkování souvislým potrubím
- Obr. 13 – Vyvložkování na místě vytvrzujícími hadicemi
- Obr. 14 – Vyvložkování spirálovým způsobem
- Obr. 15 – Vyvložkování nástřikovým materiálem
- Obr. 16 – Vytlačování
- Obr. 17 – Burstlining
- Obr. 18 – Kontaktní injektáž
- Obr. 19 – Utěšňování nanášeným materiálem
- Obr. 20 – Lokální vložky
- Obr. 21 – Zaplavování těsnícím roztokem
- Obr. 22 – Příklad kamery
- Obr. 23 – Příklad korelátoru
- Obr. 24 – Foto startovací jámy při tlakové zkoušce
- Obr. 25 – Opěrné bloky
- Obr. 26 – Výřez situace Řad 1
- Obr. 27 – Výřez situace Řad 2
- Obr. 28 – Fotosnímek zvoleného úseku – rozdělení
- Obr. 29 – Fotosnímek zvoleného úseku – finální provedení
- Obr. 30 – Situace Řad 2