

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví



DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Technicko-ekonomické porovnání variant
provedení obnovy vodovodního řadu**

Bc. Richard Röhrl

2016

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Zita Prostějovská, Ph.D.



Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, pouze za odborného vedení vedoucí diplomové práce doc. Ing. Zity Prostějovské, Ph.D.

Dále prohlašuji, že veškeré podklady, ze kterých jsem čerpal, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

V Praze

.....
Bc. Richard Röhl



Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucí diplomové práce doc. Ing. Zitě Prostějovské, Ph.D. za odborné vedení, konzultace, rady a připomínky, které mi poskytla v průběhu zpracování diplomové práce a především za čas, který mi věnovala. Můj dík patří též mé rodině a nejbližším přátelům za podporu během celého studia na vysoké škole.



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

studijní program: Stavební inženýrství
studijní obor: Projektový management a inženýring
akademický rok: 2015/2016

Jméno a příjmení diplomanta: Richard Röhrl

Zadávací katedra: Ekonomika a řízení ve stavebnictví

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Zita Prostějovská, Ph.D.

Název diplomové práce: Technicko-ekonomické porovnání variantt provedení obnovy vodovodního řadu

Název diplomové práce
v anglickém jazyce Technical and Economic Comparison of Alternative Methods of Water Mains Reconstruction

Rámcový obsah diplomové práce: Představení konkrétního záměru

Možné varianty technologického provedení

Kritéria hodnocení, vyhodnocení a doporučení


Datum zadání diplomové práce: 5.10.2015 Termín odevzdání: 8.1.2016
(vyplňte poslední den výuky přísl. semestru)

Diplomovou práci lze zapsat, kromě oboru A, v letním i zimním semestru.


Pokud student neodevzdal diplomovou práci v určeném termínu, tuto skutečnost předem písemně zdůvodnil a omluva byla děkanem uznána, stanoví děkan studentovi náhradní termín odevzdání diplomové práce. Pokud se však student řádně neomluvil nebo omluva nebyla děkanem uznána, může si student zapsat diplomovou práci podruhé. Studentovi, který při opakovaném zápisu diplomovou práci neodevzdal v určeném termínu a tuto skutečnost řádně neomluvil nebo omluva nebyla děkanem uznána, se ukončuje studium podle § 56 zákona o VŠ č.111/1998 (SZŘ ČVUT čl 21, odst. 4).

Diplomant bere na vědomí, že je povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.


.....
vedoucí diplomové práce


.....
vedoucí katedry

Zadání diplomové práce převzal dne: 5.10.2015


.....
diplomant

Formulář nutno vyhotovit ve 3 výtiscích – 1x katedra, 1x diplomant, 1x studijní odd. (zašle katedra)

Nejpozději do konce 2. týdne výuky v semestru odešle katedra 1 kopii zadání DP na studijní oddělení a provede zápis údajů týkajících se DP do databáze KOS.

DP zadává katedra nejpozději 1. týden semestru, v němž má student DP zapsanou.

(Směrnice děkana pro realizaci stud. programů a SZZ na FSv ČVUT čl. 5, odst. 7)

Technicko-ekonomické porovnání variant provedení obnovy vodovodního řadu

Anotace

Diplomová práce se zabývá teoretickou a praktickou částí technologií pro provedení obnovy a nové instalace inženýrských sítí. V teoretické části je věnována pozornost technologiím pro provádění inženýrských sítí. Práce je v této části zaměřena na popis výkopové technologie a skupin bezvýkopových technologií s výběrem variant, které je zastupují. Struktura popisu technologií se skládá z technického popisu technologie, omezujících podmínek a jejich výhod a nevýhod. V praktické části diplomové práce je představena zakázka v Novém Městě nad Metují pro obnovu vodovodního řadu. Zakázka slouží pro technicko-ekonomické porovnání vybraných variant a určení nejvhodnější metody pro obnovu vodovodního řadu v Novém Městě nad Metují. V praktické části probíhá hodnocení vybraných variant a dosažení cíle diplomové práce, kterým je vzájemné porovnání variant z technicko-ekonomického hlediska pro obnovu vodovodního řadu.

Klíčová slova

Bezvýkopové technologie, Live Insertion, On-Line Replacement, výkopová technologie

Technical and Economic Comparison of Alternative Methods of Water Mains Reconstruction

Annotation

The thesis deals with the theoretical and practical parts of the technology to perform renovation and new installation of underground utilities. The theoretical part is devoted to technologies which are focussed to implementing underground utilities. This part is focussed on the description excavation technology and groups of trenchless technology with a selection of options that represent them. The structure of describing technologies consists of a technical description of the technology, limiting conditions and their advantages and disadvantages. In the practical part of the thesis is introduced order in Nové Město nad Metuji to restore water mains. The order serves for technical and economic comparison to selected options and determine the best methods for restore of water mains in Nové Město nad Metuji. In the practical part of thesis is going on evaluation of selected options and achievement of the aim of this thesis, which is the mutual comparison of options from technical and economic terms for the restore of water mains.

Keywords

Trenchless Technology, Live Insertion, On-Line Replacement, Excavation Technology

Obsah

| | |
|---|----|
| Úvod | 8 |
| 1 Technologie pro realizaci podzemních vedení | 10 |
| 1.1 Výkopová technologie | 11 |
| 1.2 Přehled bezvýkopových technologií | 13 |
| 1.2.1 Bezvýkopové technologie v členění dle CzSTT | 14 |
| 1.2.2 Skupina technologií A - Oprava a obnova IS | 15 |
| 1.2.3 Skupina technologií B – Obnova destruktivní výměnou potrubí | 20 |
| 1.2.4 Skupina technologií C – Nová instalace IS | 22 |
| 1.2.5 Skupina technologií D – Přímé BT | 28 |
| 1.2.6 Skupina technologií E – Nepřímé BT | 30 |
| 2 Představení zakázky | 33 |
| 2.1 Popis lokality | 33 |
| 2.2 Současné zásobování pitnou vodou | 34 |
| 2.3 Popis stavby | 35 |
| 2.4 Technické údaje | 36 |
| 2.5 Materiál | 36 |
| 2.6 Smluvní požadavky pro vybraného uchazeče | 38 |
| 3 Výběr vhodné technologie | 40 |
| 3.1 Hodnotící kritéria a způsob hodnocení | 41 |
| 3.1.1 Vliv na ŽP | 41 |
| 3.1.2 Ekonomické zhodnocení | 44 |
| 3.2 Vyhodnocení | 49 |
| Závěr | 51 |
| Bibliografie | 53 |
| Seznam obrázků | 57 |
| Seznam tabulek | 57 |
| Seznam příloh | 58 |

Úvod

Moderní doba si stále více žádá zvyšující nároky na každodenní život. Velké úsilí se vynakládá do alternativních zdrojů, nových technologií a služeb pro komfort lidí. Přitom jednou z nezákladnějších složek života je voda a s ní spjatá její doprava. Už ve starověku věděli, že zásobování vodou je naléhavým úkolem a první vodovod tak sahá do dob 2 500 př. n. l., kdy Asyřané postavili první gravitační vodovod z kamene. Voda sebou nese produkci splašků a s nárůstem vody bylo potřeba použítou vodu někam odvést, a tak vznikly kanalizační sítě. Kanalizace měla i funkci drenáže a odvodu dešťové vody. Začaly tak ve větších městech vznikat inženýrské sítě (dále jen „IS“), ke kterým se v pozdější době připojily další IS jako plynovody, horkovody a mnohonásobně více kabelových vedení.

V současnosti vypovídají IS o vyspělosti příslušného státu, kdy je napojení IS na jednotlivé stavby základním kritériem. V dnešní době představují IS nenahraditelnou součást života, kterým nebyla v minulosti věnována patřičná pozornost a z pohledu technického stavu a stárí se stávají aktuálním problémem. Uložené podzemní vedení má svou životnost a po desítky let v provozu jsou některé sítě v nevyhovujícím stavu nebo již přesluhují. Stárnoucí, porušené či netěsné potrubí se renovuje metodou otevřeného výkopu. Tato metoda velmi zatěžuje především intravilán měst a obcí. Mezi negativní vlivy patří narušení dopravní infrastruktury, hluk, prach, emise škodlivých plynů a dlouhá doba trvání realizace. To se s rostoucím zahuštěním měst a zvyšujícími požadavky na kvalitu veřejného prostoru nedá dělat donekonečna, a proto v posledních desetiletích došlo k výrazným technologickým vývojem v oborech inženýrského a podzemního stavitelství a vzniku nového podoboru [1]. Tento obor se nazývá Bezvýkopové technologie (dále jen „BT“). BT umožňují uložit IS pod nenarušený povrch chodníků, komunikací, železničních tratí, parků, řek, a to s minimálním dopadem na infrastrukturu měst. Při realizaci dochází k minimálním záborům, které jsou potřebné pouze pro startovací a cílovou jámu vzdálené mezi sebou několik desítek metrů. To vede ke snížení nákladů na zemní práce a omezení provozu. Obchody a firmy v úzké blízkosti trasy realizace IS nepřicházejí o své zisky, neboť přístupová cesta do jejich provozoven není nijak omezena či rovnou uzavřena po dobu realizace. V neposlední řadě nesmíme zapomenout na životní prostředí, ke kterému jsou BT šetrnější. Práci pod povrchem se snižují emise škodlivých plynů vypouštěné do ovzduší. To je do budoucna jeden z hlavních faktorů k rostoucí poptávce po uplatnění této technologie. Kromě životního prostředí potěší investory rychlejší výstavba oproti použití

otevřeného výkopu, a to mnohdy v řádu týdnů. To už je zásadním faktorem k popřemýšlení o upřednostnění BT před tradičním způsobem otevřeného výkopu.

Přesto je v určitých případech provedení realizace IS otevřeným výkopem stále nenahraditelnou součástí. Na kratší úseky jsou ekonomičtější. Ekonomická výhoda se jeví i ve zvýšeném výskytu domovních přípojek. Při použití BT nastane neúměrně zvýšený počet zemních prací a znovuoobnovení povrchů. Další výhodou metody otevřeného výkopu je instalace a kontrola těsnosti pod vizuálním dohledem a dlouholeté působení firem s nabytými zkušenostmi a počtem pracovníků provádějící pokládku IS. Vhodnou alternativou se pak naskytuje spojením obou metod a využití výhod jak z jedné, tak z druhé technologie.

Se zvyšujícími nároky na výstavbu a opravu IS, bylo jen otázkou času, kdy si BT najdou místo i ve stavebnictví v naší republice, a přestože je na českém trhu několik firem zabývajících se touto problematikou, stále jsou BT považovány za podružné nebo doplňující technologie ke klasickému způsobu provedení. Z tohoto důvodu chci přiblížit tuto problematiku všem, kteří se o toto téma zajímají, a to formou diplomové práce.

Cílem práce je vybrat nejvhodnější technologii k obnově vodovodního řadu pro konkrétní záměr v Novém městě nad Metují. Na začátku práce představím problematiku výkopové technologie a bezvýkopových technologií, dále konkrétní záměr v Novém Městě nad Metují. V druhé části práce se budu zabývat možnou technologií pro provedení dané zakázky, určím způsob hodnocení a provedu posouzení. Na závěr provedu vyhodnocení a doporučení pro danou zakázku.

1 Technologie pro realizaci podzemních vedení

Navrhované technologie se skládají ze dvou hlavních možností, a to provádět obnovu vodovodního řadu otevřeným výkopem nebo bezvýkopově. Realizace otevřeným výkopem je samostatnou kapitolou. Bezvýkopová realizace v sobě skrývá hned několik metod. Tyto metody jednotlivě popíši, určím jejich výhody a nevýhody a podle rozhodovacího procesu eliminuji nevhodné technologie a zaměřím se na ty možné, které se dají použít na daný příklad.

Kromě popisu jednotlivých technologií je dobré zařadit k sítím technického vybavení jejich zásady týkající se prostorového uspořádání. Prostorové uspořádání podzemního vedení je stanoveno podle ČSN 73 6005 a je uvedeno v tabulkách 0.1, 0.2 a 0.3 (viz příloha). Dále se IS rozdělují do čtyř kategorií, které se dělí podle územní působnosti, funkčního a kapacitního významu. Popis všech čtyř kategorií je převzat z [1]:

- **„I. kategorie**

Dálková vedení obvykle celostátního nebo regionálního významu. Pokud procházejí sídelními útvary, obvykle na ně nemají přímou vazbu. Patří k nim elektrická silová vedení velmi vysokého napětí (VVN – nad 110 kV), dálkové vodovodní přivaděče, dálkové vysokotlakové plynovody, dálkové telekomunikační kabely atd.

- **II. kategorie**

Hlavní zásobovací a napájecí vedení, která zabezpečují obsluhu sídelních útvarů nebo jejich zón, ale nemají přímou vazbu na spotřební objekty. K nim patří přivaděcí a hlavní vodovodní řady a kanalizační sběrače, středotlakové plynovody, elektroenergetická vedení vysokého napětí (VN), telekomunikační kabely z ústředny do ústředny apod.

- **III. kategorie**

Vedlejší spotřební a rozvodná uliční vedení, která zabezpečují obsluhu sídelních útvarů a jejich částí a mohou mít i přímou vazbu na spotřební objekty. Patří k nim rozvody elektrické energie, plynovodní a vodovodní rozvody, uliční kanalizační stoky, rozvodné tepelné sítě, vedení místní telefonní sítě apod.

- **IV. kategorie**

Podružná vedení (přípojky), která zabezpečují připojení spotřebitelů na uliční vedení III. kategorie.“

Jednotlivé kategorie udávají význam a využití podzemního vedení pro obyvatelstvo. Úkolem IS je zásobovat obyvatelstvo vodou, plynem, elektrickou energií a odvádět odpadní vody.

1.1 Výkopová technologie

Nejnámější způsob obnovy vodovodních řadů. Jedná se o realizaci otevřeného výkopu, nejčastěji výkopové rýhy. Pomocí zemních pracích se odkryje vodovodní potrubí a zajistí se stěny proti zasypaní. Vykopaná zemina se, podle místa v okolí stavby, ponechá podél výkopové rýhy, jako je tomu vidět na Obr. 1.1, nebo se odveze na deponii, a poté poslouží k zpětnému zasypaní. Po výkopových pracích se staré potrubí odstraní a položí se nové do pískového lože. Po instalaci nového potrubí a provedení tlakové zkoušky se potrubí zasype odtěženou zeminou. Jednotlivé krycí vrstvy jsou při provádění zhutněny. Šířka výkopové rýhy se stanovuje podle druhu ukládaného potrubí a určuje jí výrobce potrubí ve vzorovém uložení, nebo projektant podle místních podmínek. Rýha se vyznačuje maximální šířkou 2 m a plochou půdorysu větší než 36 m².



Obrázek 1.1 Stavební rýha [2]

1) Omezující podmínky

Před prováděním výkopových prací je nutno vytyčit všechna podzemní vedení, která mohou být v kolizi s obnovovaným potrubím. Provádění IS tradičním způsobem je liniovou stavbou s velkým množstvím zemních prací, které je potřeba dopředu naplánovat. Zemní práce se provádějí stavebními stroji nebo ručně v závislosti na velikosti místa v okolí stavby. Ne vždy lze použít stavební stroje kvůli nedostačujícímu prostoru a zemní práce se tak protahují. Dále je potřeba místa podél stavby pro vytěženou zeminu nebo odvoz na deponii. Při realizaci IS ve městech se narušuje běžný provoz na komunikacích a vznikají dočasné uzavírky ulic a objízdné trasy pro dopravu.

2) Materiál

U otevřeného výkopu není omezující podmínka pro výběr materiálu. Jedná se o uložení potrubí do volného prostoru a lze tak použít jakýkoliv materiál k výstavbě IS. Záleží pouze na vhodnosti materiálu pro jednotlivé druhy IS. Mezi základní materiály patří beton, kamenina, litina, ocel a plast.

3) Časová náročnost

Provádění IS otevřeným výkopem je časově náročné a jeden z nejvíce ovlivňujících faktorů k rozhodnutí o realizaci. Odhadovaná doba realizace se odhaduje až o 85 % delší oproti bezvýkopovým technologiím [3]. Ta je ovlivněna délkou prováděného úseku, místem provádění a počtem vyskytujících se přípojek. Na kratších úsecích se zemní práce u výkopové a bezvýkopových technologií tolik neliší, ale pořád to je značný rozdíl. Použití bezvýkopových technologií je hlavně tam, kde je zapotřebí realizace potrubí pod překážkou na povrchu, jako komunikace, železnice či vodní tok. V ostatních případech se preferuje metoda otevřeného výkopu. Místo provádění souvisí s výskytem překážek, a tedy hlavně v ulicích měst, zahuštěné provozem, kde se stále více preferují metody bezvýkopových technologií. U velkého množství přípojek bezvýkopová technologie příliš nepomůže, a tak zůstává provádění IS klasickou metodou.

4) Životnost

Životnost se odvíjí od použitého materiálu a dodržování technologické kázně provedení. Životnost materiálu se navrhuje na 50 let s výjimkou plastového a litinového potrubí, kde se udává až dvojnásobná životnost. Správnou funkci IS je nutno zajistit pravidelnou údržbou a kvalifikovaným provozem. Bezpečný a plynulý provoz IS zamezuje zkracování životnosti.

5) BOZP

Obnova IS otevřeným výkopem se provádí pomocí stavební rýhy. Od určité hloubky jsou třeba zajistit stěny stavební rýhy pažením, aby nedošlo k zasypaní. V zastavěném území se stěny zajišťují od hloubky 1,3 m. V nezastavěném území se stěny zajišťují od hloubky 1,5 m. Dále se provádí zabezpečení proti pádu do rýhy. Zabezpečení je provedeno ohrazením zábradlím, minimálně dvoutyčovým vysoký 1,1 m. Za alternativu lze i vytvořit technickou zábranu vzdálenou 1,5 m od okraje. Pracovníci pohybující se ve výkopech hlubších 1,3 m jsou povinni používat ochrannou přilbu a nesmí pracovat osamoceně. Dno výkopu pro práci musí být minimálně 80 cm.

6) Výhody

Vizuální kontrola při zkoušce. Ekonomicky výhodné pro případ, kde je hodně přípojek. Zkušenosti z dlouholeté tradice provádění IS otevřeným výkopem.

7) Nevýhody

Doba realizace, rozsáhlé zemní práce, znečištění životního prostředí vlivem vypouštěním emisí do ovzduší z použité technologie, narušení infrastruktury měst a obcí, dopravní omezení způsobující kolaps dopravy různými objíždkami a uzavírkami silnic, ohrožení okolních IS a kořenů stromů při realizaci. V neposlední řadě hluk a prach, působící na lidské zdraví.

1.2 Přehled bezvýkopových technologií

Bezvýkopové metody jsou takové, které provedou výstavbu, obnovu či opravu IS bez potřeby otevřeného výkopu, avšak otevřeného výkopu bude vždy v minimálním množství zapotřebí, např. u startovací/cílové jámy pro zavedení nebo napojení potrubí na stávající úsek IS. Kvůli použité technologii jsou zpravidla dražší, než běžná výstavba potrubí tradičním výkopem, ale to jen v případech kratších úseků a velkého množství přípojek na prováděném úseku, kde je potřeba dalších výkopových prací. V závěru jsou BT výhodnější, vzhledem k místu, kde se používají. Používají se především tam, kde by bylo nepředstavitelné výstavbu otevřeným výkopem provést. Jsou to místa s prioritním zájmem nenarušeného provozu měst a obcí, respektive ochrana životního prostředí před ekonomickými ukazateli. Dále k překonání vodních toků a ploch, železničních tratí, komunikací apod.

Rozvoj doby je nezastavitelný a BT se stále více rozvíjejí a stávají se žádoucími. Jednak svou rychlejší realizací oproti otevřeným výkopům, ale především šetrnějšími dopady na již zmiňované životní prostředí, které by mělo být prioritou číslo jedna. Avšak z důvodu dlouholeté tradice realizace inženýrských sítí otevřeným výkopem a nedostatečné informovanosti o BT převládá v současnosti stále metoda otevřeným výkopem.

1.2.1 Bezvýkopové technologie v členění dle CzSTT

V posledních letech se začaly i u nás BT vyvíjet ve větším měřítku, kdy byla města nucena investovat do infrastruktury měst a řada firem začala nakupovat bezvýkopové techniky. V krátké době se snažily dohnat, co zameškaly, a do jisté míry se jim to dařilo a daří. Firmy se začaly na trhu předhánět a přizpůsobovat si metody BT podle svých možností. Začala vznikat nepřehlednost mezi metodami BT a běžné uživatele jen odrazuje neucelenost informací možných variant BT [4]. Touto problematikou se u nás začala zabývat společnost CzSTT (Czech Society for Trenchless Technology), která vychází ze základního rozdělení od mezinárodní společnosti ISTT (International Society for Trenchless Technology). Česká společnost CzSTT rozšířila základní rozdělení o oblast D a E neboli o přímé a nepřímé metody BT. Zbylé metody jsou prezentovány v původním znění, aby nedošlo k nedorozumění z nepřiliš přesného překladu. V závorce je uveden český překlad, který je třeba brát s rezervou. BT představují několik desítek metod od lokálních oprav až po založení nových IS a všechny tyto metody jsou sjednoceny v Tab. 0.4 (viz příloha). Tabulka vytváří jednotnou klasifikaci pro všechny, kdo se zajímají o tento obor. Pro přehled BT pro jednotlivá síťová odvětví a pro sdružení trasy IS slouží Tab. 0.5 (viz příloha).

Základní rozdělení podle české společnosti CzSTT je východiskem moji diplomové práce, ne však jejím podrobným zaobíráním se a celkový popis tohoto rozdělení není tak mým cílem. Použiji pouze názvy skupin technologií označené velkými písmeny A, B, C, D a E a k nim uvedu některé varianty používané v praxi. Výsledkem jsou skupiny metod s podobnými znaky, sloužící k porovnání technologických variant a k výběru nejvhodnější technologie pro konkrétní zakázku. Výběr variant z Tab. 0.4 (viz příloha), zastupující jednotlivé skupiny A, B, C, D a E, jsou v následující Tab. 1.1.

Tabulka 1.1 Varianty BT zastupující jednotlivé skupiny BT

| Skupina BT | Název skupiny | Varianta BT v původním změně | Český překlad |
|------------|-------------------------------------|----------------------------------|--|
| A | Oprava a obnova IS | Live Insertion | Prosté vyvložkování |
| | | Close-Fit Lining | Výstelka na míru |
| | | Cured-In-Place Lining | Vložka vytvrzovaná na místě |
| B | Obnova destruktivní výměnou potrubí | On-Line Replacement | Obnova formou destruktivní spřažené výměny potrubí |
| C | Nová instalace | Pipe Ramming | Protlak beraněním |
| | | Percussive Molding | Vibrační průpich „krtkování“ |
| | | HDD | Horizontální řízené vrtání |
| D | Přímé BT | Cable and Pipeline Plough Lining | Ukládání pluhováním |
| E | Nepřímé BT | Multi-Ducts | Sdružené trasy |

Zdroj: vlastní úprava

Vybrané varianty jsou v následujících podkapitolách popsány. Popis zahrnuje zařazení do kategorií podle ČSN 73 6005, technický popis technologie, omezující podmínky a výhody a nevýhody dané technologie.

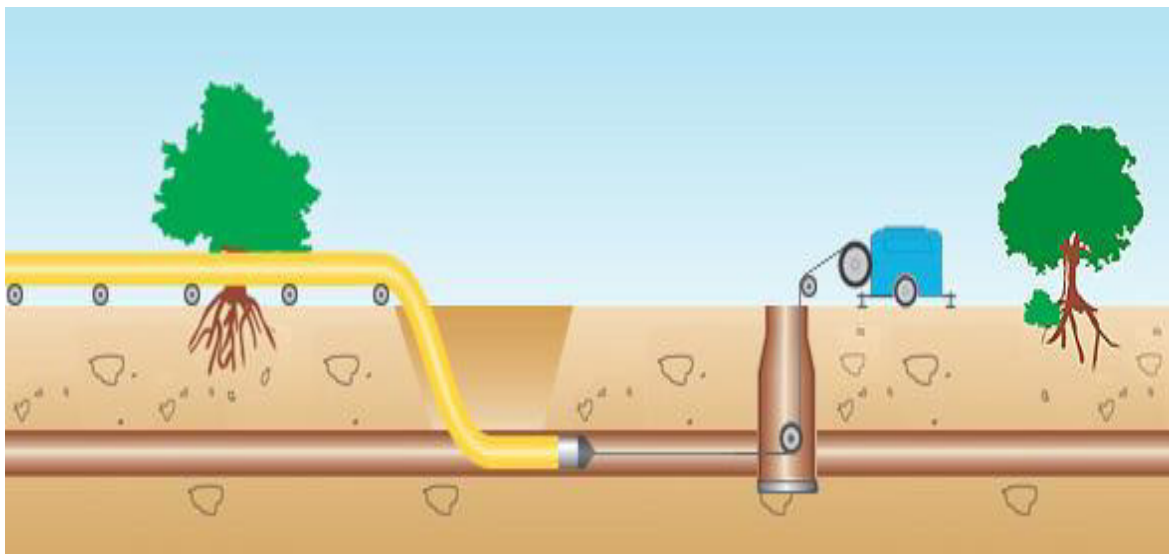
1.2.2 Skupina technologií A - Oprava a obnova IS

○ Live Insertion

První názornou variantou je Live Insertion neboli prosté vyvložkování, v praxi též známé jako „relining“. Tato varianta se používá pro obnovu a opravu vodovodních a plynovodních řadů 3. a 4. kategorie (dle ČSN 73 6005).

1) Technický popis technologie

Relining spočívá v zatahování nového potrubí menšího průměru do stávajícího potrubí s větším průměrem. Zatahovat lze tyčové trubky průběžně svařované ve startovací jámě, nebo svary spojené potrubí na povrchu celého obnovovaného úseku. U menších průměrů lze použít i potrubí z návinu. Před zatahováním nového potrubí se provede kamerový průzkum k zjištění průchodnosti potrubí a vyskytujících se ostrých hran. Pokud se ostré hrany v potrubí vyskytují, je třeba jejich odstranění speciálními stroji ovládané na dálku, aby nedošlo k poškození nového potrubí při zatahování. Po vyčištění může začít zatahování nového potrubí. To se provádí pomocí vrátku umístěného u cílové jámy a prostřednictvím tažné hlavy s lanem se protáhne nové potrubí, které je připravené u startovací jámy (Obr. 1.2).



Obrázek 1.2 Relining [5]

Po zatažení nového potrubí do stávajícího se provede připojení na stávající potrubí, které se provádí ve startovací a cílové jámě a minimalizují se tak náklady na další výkopové práce.

2) Omezující podmínky

Metoda relining vyžaduje minimální nároky na provedení. Startovací a cílové jámy mají minimální rozměry potřebné k umístění technologických zařízení a umožnění pracovní operace. Nároky na zábor vycházejí z použitého průměru potrubí, délky jednotlivých trubek a délky prováděného úseku. Velikost užívaného potrubí je od DN 50 mm a více, dle použitého stroje. Využitím stávajícího řadu odpadají požadavky na hluk a vibrace. Omezení provozu je při optimálním rozčlenění úseku, rychlé výstavbě a malých záborů minimální.

3) Výhody

Mezi výhody metody se řadí jednoduchost a rychlost aplikace a vzhledem k využití stávajícího řadu nedochází k ohrožení okolních IS a zničení kořenů stromů.

4) Nevýhody

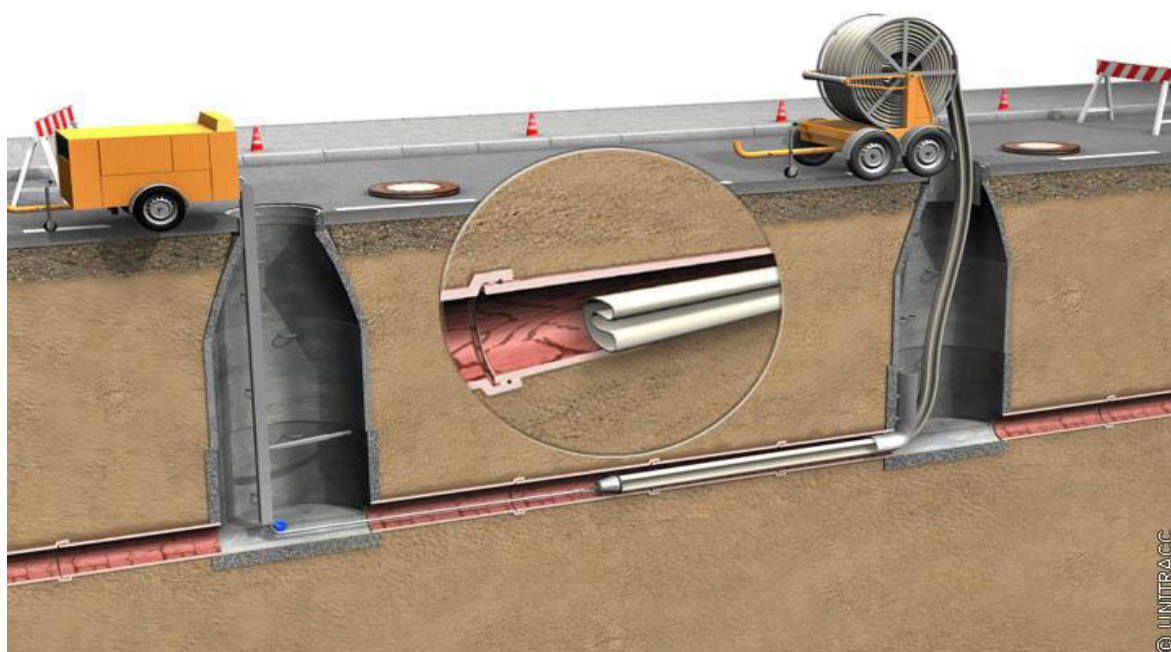
Dimenze potrubí je omezena stávajícím průměrem a relining se tak nedá použít, kde je potřeba zvětšení dimenze, kvůli nedostačující kapacitě potrubí, nebo nevyhovujícím normám. Realizaci nového potrubí je nutné přizpůsobit stávající trase.

- **Close-Fit Lining**

Varianta Close-Fit Lining je výstelka na míru, která má několik subvariant dle typu vtahované vložky/výstelky. Tato metoda se používá pro obnovu vodovodních, plynovodních a kanalizačních řadů 1., 2. a 3. Kategorie (dle ČSN 73 6005).

- 1) Technický popis technologie

Obnova IS metodou Close-Fit Lining spočívá v zatažení výstelky do stávající potrubí. Zatahování nového potrubí začíná ve startovací jámě, kde je na tažném laně a tažné hlavy protaženo do cílové jámy pomocí vrátku (Obr. 1.3). Vtahováno je dočasně zdeformované potrubí, které je při výrobě zredukováno o cca 40 % pro snazší zatažení. Po zatažení dočasně zdeformovaného potrubí je vráceno zpět do původního kruhového tvaru pomocí horké vody či páry. Využívá se zde tzv. memory efekt, kdy se po vyhřátí zredukované potrubí vrátí zpět do původního stavu a těsně přilne ke stěnám původního potrubí, a tím vytvoří další konstrukční vrstvu. Zmenšování potrubí probíhá v oblasti plastické deformace, a díky tomu si zachová schopnost návratu do původního tvaru. Po narovnání nového potrubí do původního tvaru se prostřednictvím svarů provede ve startovací a cílové jámě napojení na sousední potrubní úseky.



Obrázek 1.3 Close-Fit Lining [6]

2) Omezující podmínky

Opět využíváme stávajícího řadu, kde nevznikají požadavky na hluk a vibrace. Ohrožení okolních IS a poničení kořenů stromů také nehrozí. Omezující podmínky jsou pro materiál a teplotu vzduchu. Použitý materiál musí vyhovovat požadavkům vysokých pevnostních vlastností, jelikož při deformaci vzniká vyšší pnutí. Používá se např. materiál z kvalitního PE HD. Velikost dimenze potrubí je od DN 50 mm až DN 600 mm, ale lze aplikovat i větší. Teplota vzduchu při provádění nesmí klesnout pod 5°C. Při této teplotě hrozí prasknutí materiálu.

3) Výhody

Nedochází ke snížení průtočné kapacity, široký rozsah dimenzí, rychlá výstavba s minimálním omezením provozu. Vhodné pro delší úseky, kdy je nové potrubí aplikováno z návínu a bez jediného spoje.

4) Nevýhody

Realizaci nového potrubí nutno přizpůsobit stávající trase. Nelze provést zvětšení dimenze potrubí, kvůli omezujícímu průměru stávajícího potrubí. Teplota vzduchu při provádění musí být vyšší než 5°C. Při nižší teplotě hrozí prasknutí dočasně deformovaného potrubí.

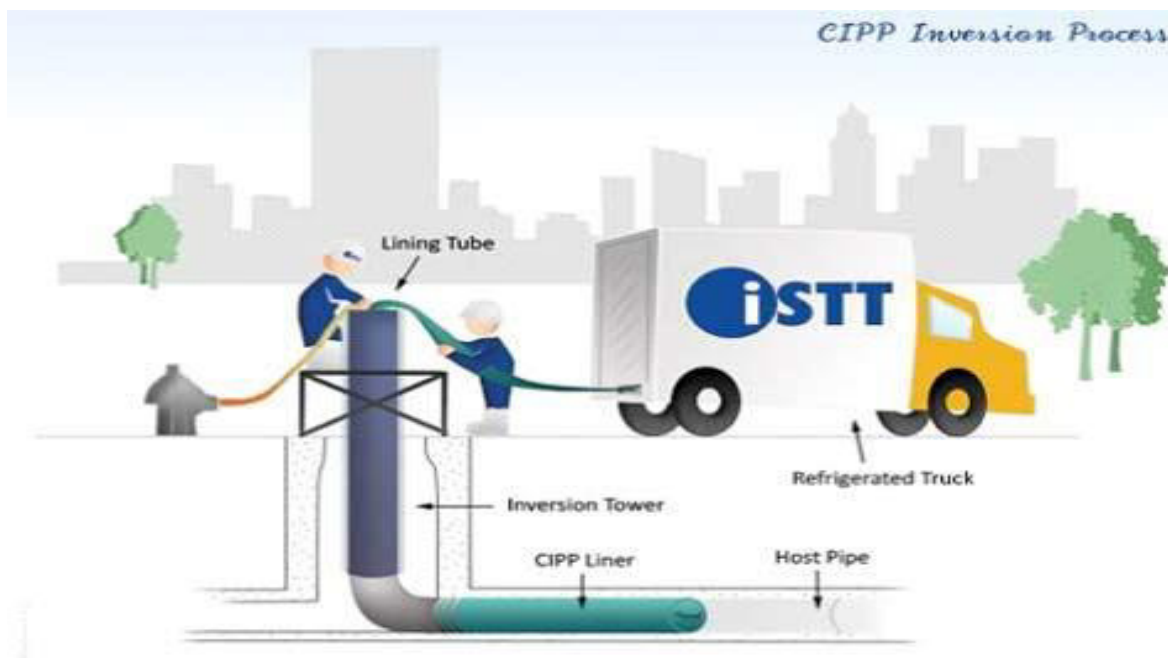
o Cured-In-Place Lining

Další varianta BT, kde se provádí zatahování nového potrubí do stávajícího řadu. Tentokrát se jedná o rukávový relining, který je vhodný pro obnovu vodovodních, plynovodních a kanalizačních řadů 3. kategorie (dle ČSN 73 6005).

1) Technický popis technologie

Rukávový relining je taková metoda, kdy se do starého potrubí provádí instalace tzv. rukávce, vyrobeného z tkané polyesterové nebo nylonové příze a naimpregnován epoxidovou, vinylovou, polyesterovou či jinou pryskyřicí. K impregnaci rukávce dochází již při výrobě a na stavbu je přemístěn složený v pravidelných vrstvách jako „harmonika“. Nebo je navíjen na transportní cívku, chráněn z vnější strany ochranou PE fólií a impregnovaný na stavbě bezprostředně před jeho zatažením. Před zahájením instalace je na místě startovací jámy zřízena inverzní věž a koleno (Obr. 1.4). Tíhou vody či stlačeného vzduchu se pak rukávec spolu s hadicí zavádí do potrubí a po zatažení se napouští horkou

vodou a začíná proces vytvrzování. Voda se ohřívá na teplotu 70 až 90°C přes vyhřívací jednotku a po 5 až 18 hodinách ohřevu rukávec vytvrdne, v závislosti na velikosti průřezu potrubí, délce úseku a tloušťce stěny. Po té je voda odčerpána, vyříznou se otvory pro přípojky, upraví konce potrubí a obnovovaný úsek je uveden do provozu.



Obrázek 1.4 Cured-In-Place Lining [7]

Nasycený rukávec je třeba před instalací udržet v chladu, aby nedocházelo k předčasnému vytvrzování. Tloušťka stěny vytvrzovaného rukávce se určí výpočtem z ověřeného programu, dle konkrétních podmínek užití. Pro statickou funkci se někdy uvádí minimální tloušťka stěny vytvrzeného rukávce 30 mm [1].

2) Omezující podmínky

Před zahájením obnovy potrubí je nezbytný kamerový průzkum, pro zjištění zdeformovanosti stávajícího potrubí. U příliš poškozeného vedení není rukávceový relining příliš vhodný, protože by rukávec nemusel dobře přilnout ke stěnám stávajícího potrubí, nebo by mohlo dojít k poškození nebo propíchnutí rukávce od ostrých hran vyskytující se v původní trase. Povrch stěn starého potrubí je tedy před zahájením obnovy odbrousit od vyčnívajících úlomků s ostrými hrany za použití speciálních přístrojů ovládané na dálku. Optimální velikost dimenze potrubí je DN 200 mm až DN 500 mm. U dobrého stavu podzemního vedení lze aplikovat i větší průměry potrubí.

3) Výhody

Využitím stávajícího řadu odpadá požadavky na hluk a vibrace při provádění a nedochází k ohrožení okolních IS a poničení kořenů stromů. Velkou výhodou je rychlost výstavby, časová nenáročnost spojená s minimální dobou na omezení provozu a minimálním dopadem na životní prostředí. U větších průřezů lze obnovit úsek dlouhý několik set metrů v kuse. Zemní práce jsou oproti výkopové technologii až o 90 % nižší.

4) Nevýhody

Nutno se přizpůsobit stávající trase a nemožnost zvětšení dimenze potrubí. Neudělá-li se speciální opatření při teplotě vzduchu okolo 0°C, hrozí předčasné vytvrzení lepidla.

1.2.3 Skupina technologií B – Obnova destruktivní výměnou potrubí

Jedná se o variantu obnovy podzemního vedení v původní trase, kdy je staré potrubí odstraněno roztrháním, rozřezáním, roztlačáním, vytlačováním či vytahováním za současného zatahování nebo zatlačování nového potrubí. Využití obnovy destruktivní výměnou potrubí nastává v následujících případech, které jsou převzaty z [1]:

- „Staré vedení nebo ostění stoky je narušeno do takové míry, že ztratila funkčnost a akutně hrozí jeho havárie,
- průřez je příčně a podélně natolik zdeformovaný, že se snížila jeho průtočná kapacita na nevyhovující míru,
- starý průřez kapacitně nevyhovuje současným zvýšeným požadavkům,
- z prostorových důvodů je nezbytné – resp. z finančních důvodů výhodnější - vést obnovené podzemní vedení v původní trase.“

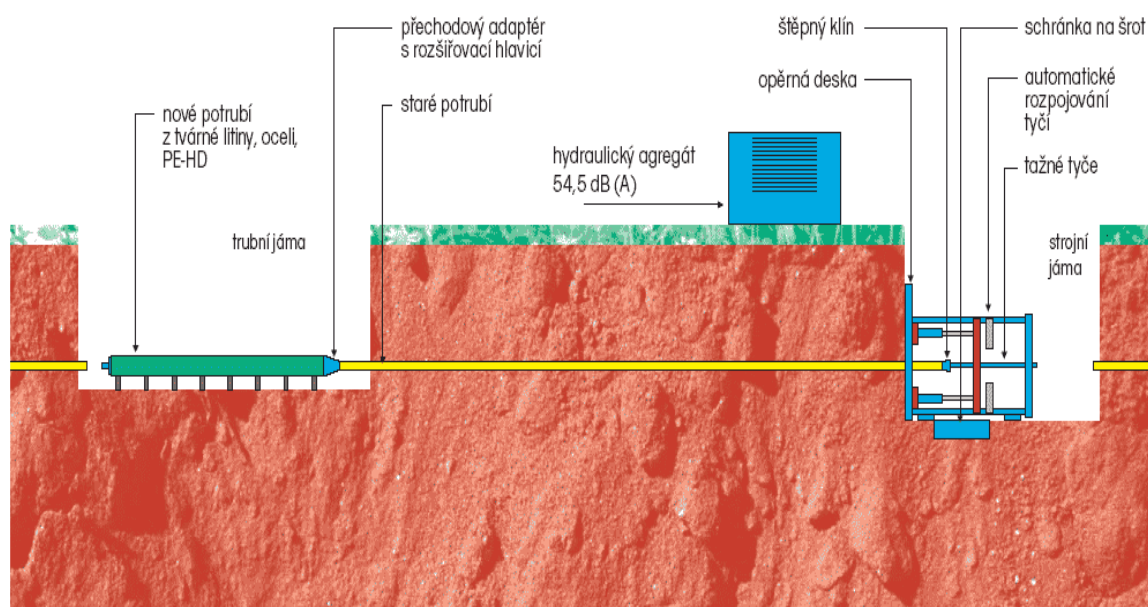
Ze skupiny technologií B je vybrána varianta On-Line Replacement, neboli destruktivní spřažená výměna potrubí. Tato metoda se používá pro vodovodní a plynovodní řady 1., 2. a 3. kategorie (dle ČSN 73 6005).

○ **On-Line Replacement**

1) Technický popis technologie

Stávající potrubí je nahrazeno novým stejného nebo většího průřezu. Zvětšení průřezu je jednou z výhod této varianty. Výměna stávajícího potrubí za nové, probíhá

tažnou/tlačnou silou vyvíjenou pomocí vrátku nebo hydraulického agregátu přes tažné lano či montované soutyčí¹, přichycené k destruktivní hlavici. Soutyčí se postupně montuje v cílové jámě a současně se zatahuje do původního potrubí, než vyjede ve startovací jámě. Ve startovací jámě se na soutyčí přichytne destruktivní hlavice, za kterou je přichyceno nové potrubí. Po napojení hlavice na soutyčí se tažné tyče vrací zpět do cílové jámy, kde se tyče automaticky rozpojují, až dojde poslední spolu se zatahovaným potrubím (Obr. 1.5). Jedná-li se o vytlačování původního potrubí je nové potrubí současně vtahováno/vtlačováno do otvoru po původním potrubí ve stejném směru, od startovací jámy k cílové [1].



Obrázek 1.5 On-Line Replacement [8]

Kamerový průzkum se v tomto případě provádět nemusí, pouze není-li známa přesná trasa původního potrubí nebo pro prověření průchodnosti. Používaná dimenze potrubí je od DN 80 mm až DN 300 mm. Potrubí se opatřuje ochrannou vrstvou např. z polypropylenu, aby se eliminovalo jeho poškození při montáži.

2) Omezující podmínky

Vyžaduje se potřebný prostor v okolí startovací a cílové jámy pro montáž potrubí patřičnou technologií, automobil s hydraulickou rukou a skladování materiálu. Pod

¹ Soutyčí – tažné ocelové tyče sloužící pro zatahování nového potrubí do stávajícího.

kontrolou je třeba udržet hluk a vibrace, které při destruktivní výměně potrubí vznikají. Při dobře připravené organizaci prací je provoz minimálně omezen [9].

3) Výhody

Zvětšení dimenze potrubí a zvýšení tak kapacity obnovovaného úseku. Omezení provozu je minimální, a to u startovací a cílové jámy.

4) Nevýhody

Vysoké nároky na odolnost vnější ochranné vrstvy zatahovaného potrubí. Nutno se přizpůsobit stávajícího trase potrubí

1.2.4 Skupina technologií C – Nová instalace IS

V současné době se pomocí bezvýkopových technologií ukládají celé trasy inženýrských sítí, hlavně v intravilánu měst, kde je využita jejich hlavní výhoda, a to nejmenší zásah do komunikací a k podchodu překážek jako železniční tratě, vodní toky či jiné IS. Výstavba nového vedení se provádí také u chybějících úseků na některém z vedení a k posílení kapacity nedostačujících vedení. Nová instalace IS pomocí BT se rozděluje na metody s obsluhou na čelbě a bez obsluhy na čelbě. Metoda bez obsluhy na čelbě se dále rozděluje na řízené a neřízené vrtání.

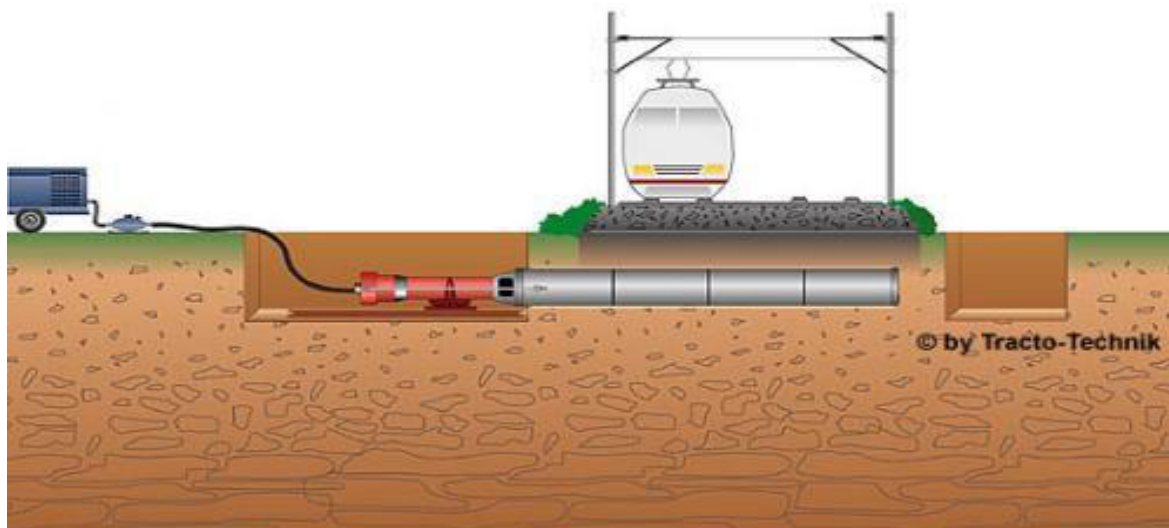
○ Pipe Ramming

Protlak beraněním je metodou neřízeného vrtání a jednou ze základních variant pro novou instalaci IS. Provádí se zejména pro vodovodní, plynovodní a kanalizační řady 3. kategorie, ale možné je použít i pro 1. a 2. kategorii (dle ČSN 73 6005). Protlak beraněním se dá provést bez odběru zeminy nebo s odběrem zeminy.

1) Technický popis technologie

U metody s odběrem zeminy jsou pneumaticky zatlačovány ocelové trouby pod překážkou, kterou je potřeba překonat (Obr. 1.6). Ocelová trouba pak slouží jako chránička pro aplikované potrubí o velikosti dimenze DN 100 mm až DN 1 200 mm. Protlačovaný úsek se provádí do délky 100 m. Ocelové trouby jsou beraněny v délkách 6 m, při dostatečném prostoru startovací jámy. V případech, kdy prostor pro startovací jámu není největší, lze beranit i kratší trouby. Rychlost beranění se pohybuje od 10 do 50 m za den, která se odvíjí od geologických podmínek v prováděném úseku a velikosti průměru

potrubí. Po dosažení délky požadovaného úseku se s chráničky odstraní nahromaděná zemina, která se vystříká vysokotlakou vodou. U větších profilů potrubí se zemina odstraní stlačeným vzduchem. Nakonec se ocelovou chráničkou protáhne nové potrubí [10].



Obrázek 1.6 Pipe Ramming [11]

2) Omezující podmínky

Provádí se geologický průzkum pro zjištění složení zeminy, vlastnosti zeminy a případných překážek v plánované trase. Protlak beraněním je vhodný především do nenáročných geologických podmínek. Při beranění je třeba dodržovat minimální výšku krytí, závislou na velikosti dimenze potrubí, minimálně však 1,5 m. Omezí se tak pravděpodobnost zdvihání, resp. protrhání nadloží. Dále je nutné dodržovat minimální odstup od křížujících a souběžných vedení IS, který se doporučuje 1 m [9]. V okolí startovací a cílové jámy je potřeba prostoru pro technologické zařízení a pro manipulaci a sestavování trub. Použité technologické zařízení má vliv na hluk a vibrace, který je třeba držet pod kontrolou.

3) Výhody

K překonávání překážek na povrchu. Rychlost výstavby.

4) Nevýhody

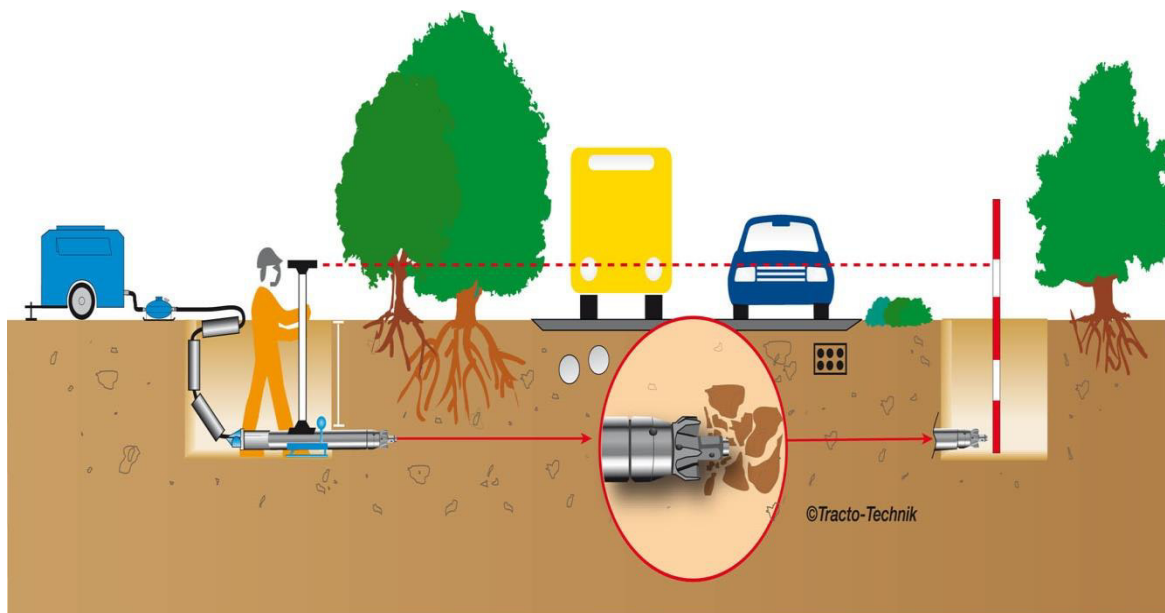
Nevhodné do míst s přehuštěnými IS. Nutné znát geologické podmínky. Vysoké nároky na svařování a nastavování ocelových trub, které prodlužují dobu realizace. Nepříliš vysoká přesnost provádění u delších úseků.

○ Percussive Moling

Vibrační průpich, v praxi taky známé jako „krtkování“ je neřízený protlak k instalaci nových IS pomocí pneumaticky poháněného kladiva. Vibrační průpich se používá pro novou instalaci vodovodních, plynovodních a kabelových vedení 3. a 4. kategorie (dle ČSN 73 6005).

1) Technický popis technologie

Propichovací kladivo je umístěno do startovací jámy na nastavitelný rám. Optickým zařízením se zaměří na cíl a stroj se výškově a stranově nastaví (Obr. 1.7). Poté je kladivo rázově poháněno, dynamicky proráží otvor a současně se zatahuje nové potrubí. Potrubí lze zatahovat i dodatečně, kdy se potrubí instaluje opakovaným zpětným pohybem kladiva s rozšiřovací hlavou. Nevýhodou této varianty je, že se propichovací kladivo nedá směrově řídit v průběhu propichování. Na to někteří výrobci reagovali doplněním vysílacího zařízení na propichovací kladivo, určující místo, hloubku a směr propichování z povrchu země. V případě nedodržení směru propichovacího kladiva, se zpětným chodem vytáhne a zadá nový směr. Nepříliš vysoká přesnost provádění, se odvíjí od velikosti použitého DN, délce prováděného potrubí a homogenitě zeminy. Velikosti dimenze potrubí je od DN 60 mm až do DN 200 mm, v délkách do 30 m [1].



Obrázek 1.7 Percussive Moling [12]

Krtkování se vyznačuje příznivou cenovou relací a investice do strojního zařízení je poměrně nenáročná, takže se touto metodou zabývá velká část stavebních firem.

2) Omezující podmínky

U krtkování je třeba dodržovat minimální výšku krytí, závislou na velikosti dimenze potrubí. U profilů do DN 110 mm se doporučuje výška krytí minimálně 1 m a u větších profilů minimálně 1,5 m. Omezí se tak pravděpodobnost zdvihání, resp. protržení nadloží. Dodržen musí být i minimální odstup od křižujících a souběžných vedení IS, který nesmí být menší než pětinasobek průměru potrubí. Prostor pro startovací a cílovou jámu je minimální, a to v rozměrech 2,5m x 0,6m pro startovací jámu a 1,2m x 1,6m pro cílovou jámu. Výjimečně lze krtkování použít i v menších prostorách. Technologické zařízení se dokáže dostat přes cihelnou zeď do tloušťky 600 mm nebo betonovou zeď do tloušťky 150 mm, takže jako cílová jáma je využíván sklepní prostor, kolektor nebo vodoměrná šachta [10]. Geologický průzkum je nezbytný s ohledem na složení zeminy, vlastnosti zeminy a případných překážek v plánované trase. Omezení provozu se vyžaduje jen na nezbytně nutnou krátkou dobu pro napojení nového úseku na stávající.

3) Výhody

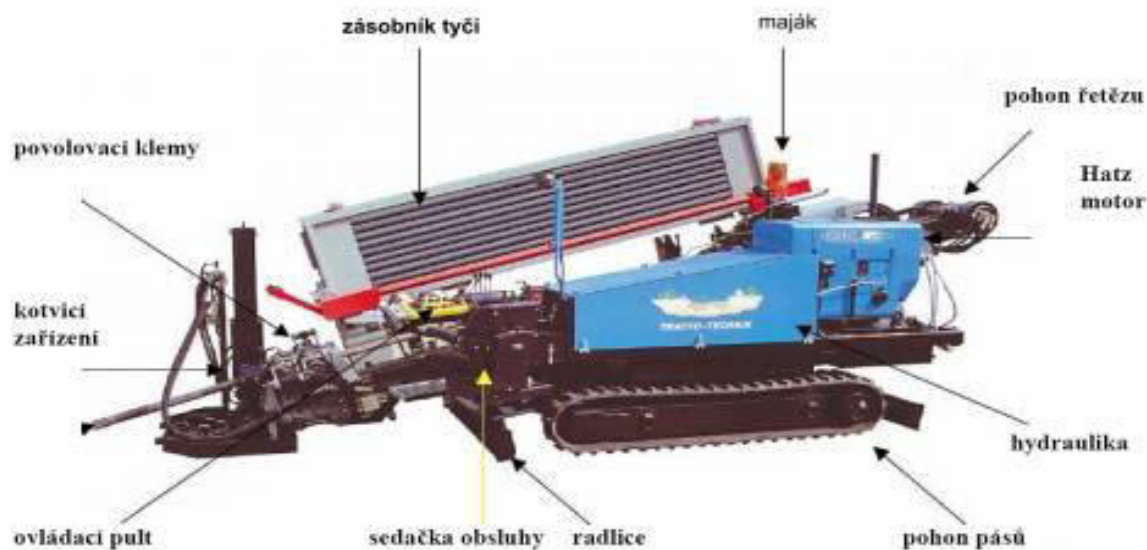
Minimální prostor pro startovací a cílovou jámu, rychlost výstavby, jednoduchost provádění a příznivá cenová relace dělají z krtkování jednu z nejrozšířenějších variant pro protlaky.

4) Nevýhody

Kvůli značné nepřesnosti je limitující délka pro protlak okolo 30 m. Pro menší profily. Nevhodné do míst zahuštěné IS. Krtkování není možné použít v soudržných, vodou nasycených a rozbředlých zeminách.

○ **HDD**

Varianta HDD (Horizontal Directional Drilling) neboli přímé řízené vrtání je technologií posledního období vhodná pro zatahování vodovodních, plynovodních a kabelových vedení 1., 2., 3. a 4. kategorie (dle ČSN 73 6005). Směrové vrtání využívá speciální vrtné soupravy (Obr. 1.8) pracující rovnou z povrchu a minimalizuje tak nároky na startovací a cílovou jámu. Na úkor toho se vyžaduje potřebné místo v okolí startovacího místa pro potřebné technologické zařízení k instalaci nového potrubí.



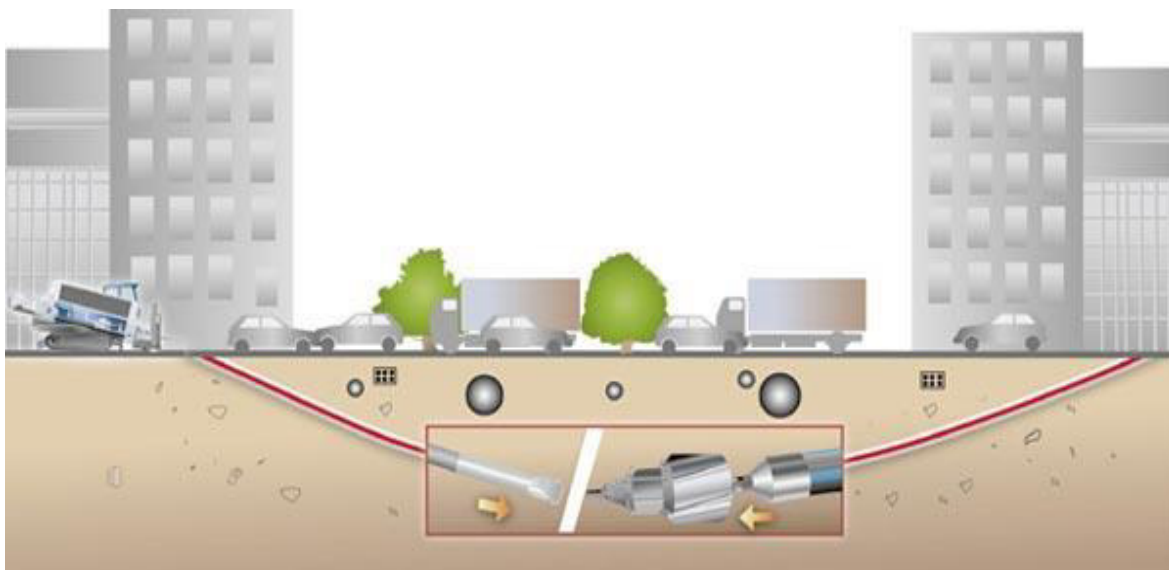
Obrázek 1.8 Vrtná souprava Grundodrill pro přímé řízené vrtání [13]

Stroje pro směrové vrtání jsou malé až robustní velikosti, volitelné podle konkrétních podmínek stavby. Velikost rozsahu a parametry konkrétního díla stavby, bez omezení prostoru, mají hlavní podíl na volbě stroje.

1) Technický popis technologie

Vrtná souprava je umístěna na povrchu u startovacího místa, kde se pomocí této soupravy provede vodící vrt do země pod sklonem 8 až 20 stupňů od roviny terénu. Trasa je dána pevně vymezeným sestupným obloukem s minimálním poloměrem cca 10 m, přecházející do přímé polohy a následného přechodu do výstupního oblouku s analogicky vypočítaným poloměrem oblouku jako u sestupného. Pilotní vrt se provádí odvalovacím dlátem s podporovaným výplachem směsí vody a bentonitu, k redukci sil třením a stabilizaci stěn vrtu. V příznivých podmínkách a krátkých úsecích, se instalace nového potrubí provádí bez výplachu. Po dosažení cílového místa se na soutyčí namontuje rozšiřovací hlavice a za ní je současně zatahováno nové potrubí, které je přichycené k hlavici (Obr. 1.9). U potrubí větších rozměrů se rozšiřování rozšiřovací hlavou provádí vícekrát a nové potrubí se k zatahování připojí až k poslednímu rozšiřování. Pilotní vrt je ovládán řídicí jednotkou, která je součástí vrtné soupravy na povrchu. Řídicí jednotka snímá signál z vysílače umístěného v hlavici. Zpracované údaje konkrétní polohy dláta porovná řídicí souprava s předem stanovenou trasou, aby nedocházelo k vychýlení z plánované trasy potrubního vedení IS. Minimální vzdálenost mezi startovacím a cílovým

místem se doporučuje 50 m, závisle na velikosti a typu stroje. Užívané profily potrubí jsou v rozsahu do DN 1 000 mm a délkách až 500 m [1] [10].



Obrázek 1.9 HDD [14]

V okolí startovacího místa musí být umožněno umístění a manipulace s technologickým zařízením, včetně zařízení pro akumulaci a recyklaci výplachové směsi. Pro rychlost výstavby směrovým vrtáním je tato varianta aplikovaná pro havarijní stavy IS a minimalizování tak doby přerušení provozu.

2) Omezující podmínky

Potřeba prostoru v okolí startovacího místa pro umístění technologického zařízení a prostoru v cílovém místě, kde je potřeba umístit celé zatahované potrubí. Pro ušetření místa je potrubí zatahováno z náviny. Instalace nového potrubí pod hladinou vodního toku musí být prováděno s výškou minimálního krytí 5 m. Omezení provozu se vyžaduje jen na nezbytně nutnou krátkou dobu pro napojení nového úseku na stávající.

3) Výhody

Rychlost výstavby, která je až 250 m za den. Instalace nového potrubí probíhá přímo z povrchu. Velkou výhodou této technologie je využití pro překonání vodních toků a pro havarijní stavy IS, kdy se díky velké rychlosti výstavby minimalizuje doba na přerušení provozu.

4) Nevýhody

Dražší technologie a v náročných podmínkách se cena ještě zvyšuje.

1.2.5 Skupina technologií D – Přímé BT

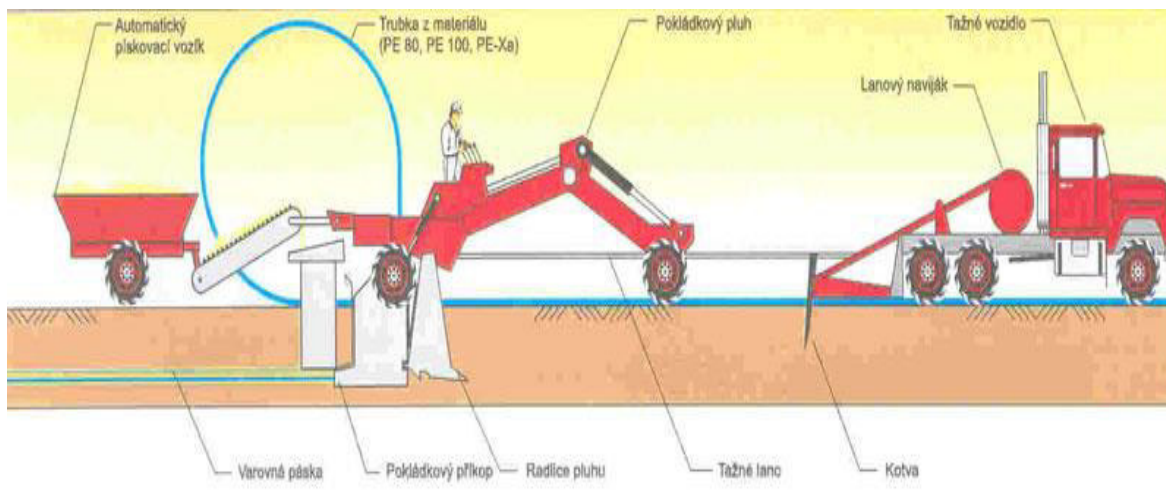
Jde o BT, která není v základním dělení ISST, ale pro kompletní klasifikaci je ji třeba zmínit. Přímé BT dle Tab. 0.4 varianta D jsou především instalace IS do ochranných konstrukcí, které nejsou uvedeny v předchozí části klasifikace. Jsou to např. instalace kabelových vedení do drážky pod obrusnou vrstvu chodníku, do kolektorů, multikanálů, mostů, shybek, na dno vodních toků, apod. Často využívanou je pak ukládání kabelových a potrubních vedení metodou pluhování, která je následně popsána.

○ Pluhování

Metoda pluhování je moderní bezvýkopová technologie pro ukládání dlouhých úseků vodovodních, plynovodních a kanalizačních potrubí a kabelových vedení. Tento způsob provedení splňuje snad všechny výhody, které jsou pro BT specifické. Pluhování umožňuje vysokou rychlost pokládky a finanční úsporu s minimálním dopadem na životní prostředí. Tato technologie se provádí pomocí soustavy zařízení složeného ze dvou částí, a to terénního tažného vozidla s lanovým navijákem a kotvou a speciálního pluhového pokladače. Technologie pluhování se rozlišuje na dva způsoby provádění, a to postup pokládky potrubí nekonečným a raketovým způsobem.

- 1) Technický popis technologie
 - a) Pokládka potrubí nekonečným pluhováním

Terénní tažné vozidlo zapustí kotvu do terénu a pomocí navíjení tažného lana přichycené k pluhu přitahuje pluhový pokladač (Obr. 1.10). Ten je připravený u startovacího místa, kde zasadil radlici pluhu do požadované hloubky. Při navíjení pluhu tažným lanem se zemina rozpojuje a vytlačuje. Tíhou radlice se uhlazuje dno rýhy a současně se pokládá nové potrubí. Po dotažení pluhu k terénnímu vozidlu se zvedne kotva terénního vozidla, a poté popojede o další úsek. Přitom odvíjí tažné lano a proces se opakuje. Pluhový pokladač má všechny čtyři ramena všestranně nastavitelná a spolu s hydraulicky regulovatelnými gumovými koly je vhodný pro obtížné trasy a půdní poměry [15], [16].

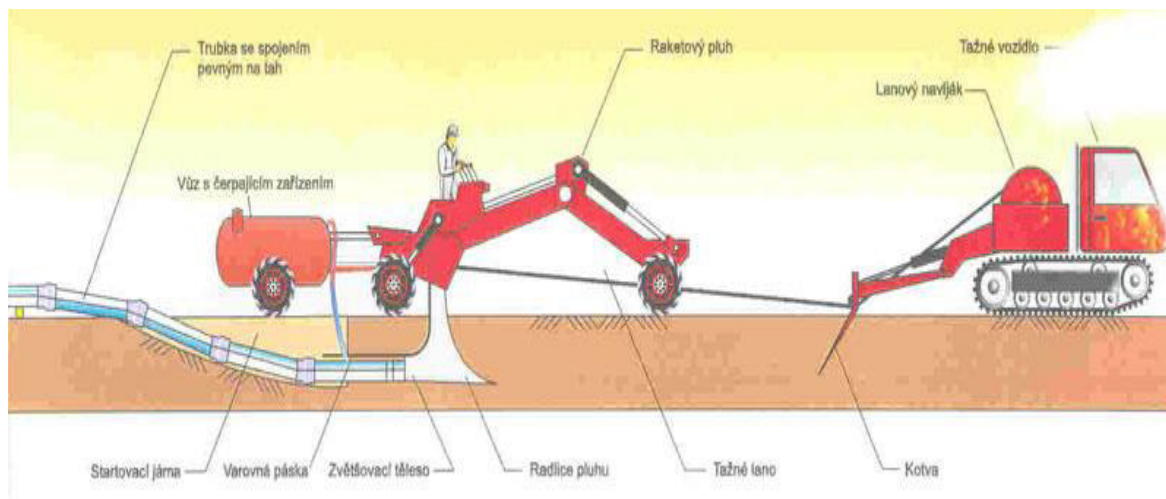


Obrázek 1.10 Nekonečné pluhování [15]

Tímto způsobem provádění je velikost dimenze potrubí maximálně 225 mm. Potrubí je volně položeno na povrchu terénu souběžně s trasou a spojené v celé své délce. Při pojezdu je pak vtahováno do pokládací šachty pluhového pokladače. Potrubí je i rovnou obsypáno pískem, který se provádí pomocí pískového vozíku přichyceného za pluhem. Pískový vozík, ale zpomaluje výkonnost pluhového pokladače a zvyšuje náklady na stavbu. Alternativou je použití potrubí s ochrannou vrstvou, kde se pískový obsyp nemusí provádět. Rychlost pokládky je až 6 000 m za den, a proto pokládka krátkých úseků není příliš ekonomická [15]. Pluh umožňuje ukládat potrubí do hloubky 2,5 m. Požadovanou hloubku pokládky kontroluje zařízení GPS umístěné na pluhu, které je kalibrováno na přesnost pokládky ± 2 cm. Pro rovnoměrnost výkopu se nastavuje radlice na střed pluhu nebo se upevňuje tažné lano přímo na radlici pluhu [17].

b) Pokládka potrubí raketovým pluhováním

Rozdíl oproti nekonečnému pluhování je v pokládce potrubí, které není do rýhy pokládáno, ale přichyceno za radlici pluhu a vtahováno do vytvářené dutiny. Tímto způsobem je možné vytvářet dutiny až do průměru 500 mm a pokládat potrubí o velikosti průměru do 355 mm. Potrubí je předem připravené a svařené v úsecích dlouhých 200 až 300 m. Svařování se provádí natupo a u profilů do 110 mm lze i elektrotvarovkami [15].



Obrázek 1.11 Raketové pluhování [15]

2) Výhody

Rychlost výstavby, která je až 6 km za den. Nižší náklady až o 40 % [18]. Není potřeba žádné manipulace se zeminou. U potrubí s ochrannou vrstvou bez použití pískového obsypu. Pokládka více potrubí v jednom pracovním kroku. Vhodné do náročného terénu.

3) Nevýhody

Nelze použít na zpevněných plochách. Materiál musí odolávat možnému poškození při instalaci.

1.2.6 Skupina technologií E – Nepřímé BT

Jedná se o další BT, která chybí v základním dělení ISST. Kompletní přehled této metody je v Tab. 0.4 varianta E. Do této kategorie se řadí především technologické postupy na ukládání IS do ochranných konstrukcí. Při použití této metody se IS ukládají s časovým odstupem. Nejdříve se vytvoří ochranná konstrukce klasickým výkopovým způsobem a do ní se následně vloží IS. Tuto technologii lze použít při ukládání IS do kolektorů, volných podzemních prostor (podchody, metro), technických chodeb, sdružených chrániček a multikanálů, které v sobě skrývají široké možnosti využití. Pro názornost jsou popsány multikanály SITEL a BIRCO, které jsou často preferované.

a) Multikanál SITEL

Vysokokapacitní kabelovod vyrobený z vysokohustovního polyetyleny, který se vyznačuje vysokou tvrdostí. Tento materiál odolává zatížení 15 tun na 1 m kabelovodu a

chrání tak kabely před nebezpečím mechanického poškození. Kabelovody jsou ukládány do otevřeného výkopu na zhutněný štěrkopísek, a poté se zasypou. Jednotlivé dílce multikanálu jsou dlouhé 1 118 mm a spojeny hrdlovým spojem utěsněným pryžovým těsněním a zajištěny čtyřmi ocelovými sponami. Multikanály jsou vyráběny ve třech velikostech, a to čtyřtvarové, šestitvarové a devítitvarové, kdy světlost jednoho otvoru je 105 mm x 105 mm. Po zhotovení multikanálu se kabelové vedení instaluje z přístupových komor a další zemní a výkopové práce tak nejsou nutné [19]. Na Obr. 1.12 je vidět pohled do přístupové komory, kde jsou uloženy dva devítitvarové multikanály SITEL ležící na sobě.

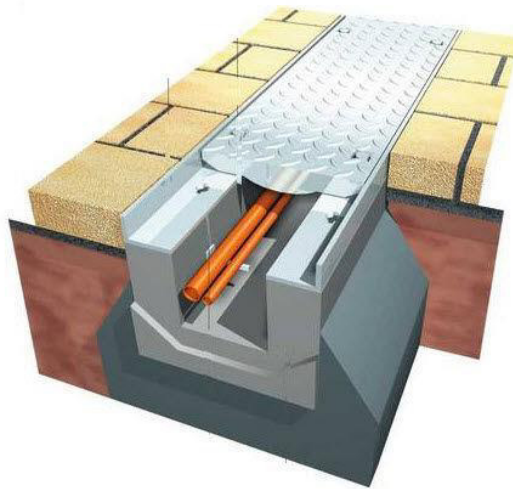


Obrázek 1.12 Multikanály SITEL [20]

Výhody multikanálu SITEL jsou vysoká odolnost proti zatížení, vysoká kapacita kabelového vedení na malém prostoru, rychlá výstavba, přístupové komory se dají instalovat dodatečně a budoucí instalace kabelových vedení je bez dalších zemních a výkopových prací.

b) Multikanál BIRCO

BIRCO slouží pro uložení podzemních vedení, ale i jako odvodňovací kanál. Místo využití je ve výrobních halách a veřejných prostorech [21]. Tato metoda má velký budoucí potenciál, který vyplývá z minimálního zásahu do terénu, což se odrazí na neznehodnocování půdy a rychlosti výstavby. Materiál potrubí je z betonu s profilem ve tvaru U a zakrytý ocelovým krytem či mřížkou (Obr. 1.13). Napojení jednotlivých žlabů mezi sebou jsou systémem pero - drážka.



Obrázek 1.13 Multikanál BIRCO [22]

Výhody multikanálu BIRCO jsou rychlá montáž, doplnění nebo výměna vedení IS. Může sloužit i jako odvodňovací kanál. Vysoká pevnost a stabilita žlabu. Napojení na okolní plochy bez viditelných hran žlabu.

2 Představení zakázky

Pro diplomovou práci jsem si zvolil stavební zakázku v Novém Městě nad Metují, kde je potřeba provést obnovu vodovodního řadu. Účelem zakázky je technické dožití stávajícího stavu. Nevyhovující potrubí je nahrazeno novým a kromě instalace nového potrubí se vymění stávající šoupata a hydranty, přepojí se stávající přípojky a zruší stávající armatury. Dále jsou součástí představení zakázky popis lokality města, stavu současného zásobování pitnou vodou a místa realizace stavby. Provedení obnovy vodovodního řadu má na starost firma Vodovody a kanalizace Náchod, a. s., která zajišťuje provoz vodovodního řadu v celém Náchodském okrese.

Dle [23] jsou identifikační údaje zakázky:

- Stavba Obnova vodovodního řadu v Novém Městě nad Metují
- Místo stavby k.ú. Nové Město nad Metují, ul. 28. října
- Termín realizace 7. červenec 2015 – 17. září 2015
- Investor Vodovody a kanalizace Náchod, a. s.
Kladská 1521, 547 01 Náchod
IČO: 48172928
Tel: 491 419 200
URL: www.vakna.cz
- Projektant Vodovody a kanalizace Náchod, a. s. – projekční oddělení
Kladská 1521, 547 01 Náchod
IČO: 48172928
Tel: 491 419 200
URL: www.vakna.cz

2.1 Popis lokality

Nové Město nad Metují se nachází v severovýchodních Čechách v Královohradeckém kraji v okrese Náchod. Městem protéká řeka Metuje, která je hranicí CHOPAV (chráněné oblasti přirozené akumulace vod) Východočeské křidy [24]. Nové Město nad Metují se skládá ze čtyř katastrálních území, a to Krčín (706434), Nové Město nad Metují (706442), Spy (706485) a Vrchoviny (786527) [25]. Dominantou města je historické centrum, které je vyhlášeno městskou památkovou rezervací a vévodí mu Husovo náměstí, kostel Nejsvětější trojice a přiléhající zámek (Obr. 2.1). Centrum se nachází na jihu města na skalnatém ostrohu obtékající řekou Metuje. Nové Město nad Metují se svojí rozlohou 2 313 ha a počtem obyvatel 9 623 ke dni 1. 1. 2015 řadí k menším městům

v rámci České republiky. Je přirozeným spádovým střediskem Novoměstského regionu a zajišťuje základní občanskou vybavenost [26].



Obrázek 2.1 Nové Město nad Metují – historické centrum [27]

2.2 Současné zásobování pitnou vodou

Vodovodní řad je v Novém Městě nad Metují zaveden do všech bytových jednotek a je napojen na radiový dispečink provozovatele. Provozovatelem je společnost Vodovody a kanalizace Náchod, a. s., stejně jako pro celý okres Náchod. Současný stav některých úseků vodovodního řadu neodpovídá platným normám a je tak potřeba jeho obnova [24].

Město je rozděleno na čtyři tlaková pásma. IV. tlakové pásmo zásobuje hlavní vodojem Vysokov s objemem pitné vody $1\,000\text{ m}^3$ a maximální hladinou vody 429,0 m n. m. Vodojem Vysokov kromě zásobování IV. tlakového pásma zásobuje i další vodojemy, a to vodojem František II. s objemem 250 m^3 a max. hladinou vody 414,4 m n. m., František III. s objemem $1\,500\text{ m}^3$ a max. hladinou vody 412,4 m n. m. a František IV. s objemem 500 m^3 a max. hladinou vody 388,1 m n. m. Vodojem František III. zásobuje

III. tlakové pásmo. Vodojem František IV. zásobuje II. tlakové pásmo a přebytky vody jsou akumulovány ve vodojemu František I. s objemem 700 m³ a max. hladinou vody 388,1 m n. m. Vodojemy František I. a II. zásobují vodojem Nové Město VAK s objemem 800 m³ a max. hladinou vody 354,0 m n. m., který zásobuje I. tlakové pásmo. Množství vody v jímacích objektech je pro stávající i výhledový počet obyvatel dostačující. Objem akumulované vody ve vodojemech pokryje minimálně 60 % maximální denní spotřeby vody [3]. Pitná voda ve vodojemech je hygienicky upravena oxidem chloričitým. Úprava vody probíhá v hlavním vodojemu pro okres Náchod ve vodojemu Vysoká Srbská. Kvalita vody je v souladu s vyhláškou MZdr č. 376/2000 Sb., kterou se stanoví požadavky na pitnou vodu a rozsah a četnost její kontroly, která nabyla účinnost dne 1. 1. 2001 [24].

2.3 Popis stavby

Místo prováděné stavby je na katastrálním území Nového Města nad Metují. Stavba začíná v místě napojení vodovodu ze Sokolské ulice a pokračuje přes Příbyslavskou ulici do Husovy, kterou liniově kopíruje až do ulice Johnova. Odtud povede do kruhového objezdu a bude tak potřeba zajištění kyvadlové dopravy na frekventované ulici T. G. Masaryka. Z kruhového objezdu je stavba vedena ulicí 28. Října. Konec ulice ohraničuje konec stavby.



Obrázek 2.2 Nové Město nad Metují - vyznačený úsek obnovy vodovodu [28]

Na Obr. 2.2 je zakreslena trasa stávajícího vodovodu, který je realizován. Začátek obnovy potrubí je veden od zelené bubliny a končí v červené, kde je konec obnovovaného úseku.

2.4 Technické údaje

V Novém Městě nad Metují je potřeba renovovat technicky nevyhovující vodovodní potrubí v ulici 28. října. Dosloužilé ocelové potrubí velikosti DN 250 mm je nahrazeno potrubím z PE 100 RC Gerofit velikosti DN 160 mm. Podrobnější popis materiálu je v kapitole 1.5 viz níže. Potrubí v celkové délce 1,68 km je v tyčích svařované natupo. Kromě instalace nového potrubí se zruší čtyři stávající armaturní šachty, vymění dvě stávající šoupata, pět stávajících hydrantů a přepojí se tři stávající přípojky [23]. Soupis potřebného materiálu pro obnovu vodovodního řadu je v Tab. 2.1.

Dále je součástí předmětu díla vytyčení všech stavbou dotčených IS z důvodu, že u zemních prací dochází k jejich souběhu a křížení s ostatními IS. Dotčenými IS jsou vodovod spadající pod VAK Náchod, a. s., sdělovací kabely patřící Telefónica O2, podzemní vedení NN patřící ČEZ Distribuce, a. s. a plynovod patřící RWE Distribuční služby s. r. o. Poloha těchto IS je zakreslena ve výkresové části projektové dokumentace a před realizací jsou tyto sítě vytyčeny včetně zemních kabelových přípojek NN, které jsou ve vlastnictví přiléhajících objektů. Vytyčení IS proběhne před zahájením stavebních prací k tomu oprávněnou osobou [23].

2.5 Materiál

Původní ocelové potrubí je podle požadavků investora nahrazeno potrubím Gerofit z PE 100 RC. Označení potrubí z PE je pro materiál z polyetyleny, který nabízí celou řadu výhod. Především nižší hmotnost k snadnější manipulaci a lehkou svařitelnost, která umožňuje rychlejší pokládku. Číslovka 100 udává třídu kvality MRS 10 (minimum required strength – minimální požadovaná pevnost v N/mm^2), neboli dlouhodobou odolnost vůči vnitřnímu tlaku, kdy $1 \text{ N/mm}^2 = 1 \text{ MPa}$. To znamená, že potrubí z PE 100 odolá vnitřnímu tlaku 10 MPa. RC (resistant to crack – odolný proti prasknutí) značí mimořádnou vlastnost odolávat bodové zátěži a následnému šíření trhliny stěnou trubky. RC materiál je celkově tvrdší a odolnější než běžný polyetylen. Díky tomu není potřeba ukládat potrubí do pískového lože, neboť odolává bodové zátěži od větších kamenů

vyskytující se v zemině v místě pokládky. Dochází tak k úspoře nákladům na bm pokládky potrubí. Po trubkách z PE 100 RC materiálu je velká poptávka, a tak se všichni výrobci snaží tyto trubky zařadit do svého sortimentu. Na standardy materiálu z PE 100 RC jsou však kladeny vysoké nároky, specifikované v souboru podmínek PAS 1075, které musí projít zkouškou bodové zátěže trvající 1 rok, nebo alespoň zrychlenou zkouškou zkušební ITC Zlín trvající 320 hodin. Certifikáty zajišťují splnění požadavků na potrubí a jsou jedinou ochranou pro odběratele. Spousta výrobců totiž svou nedostatečnou znalostí a odlišností ve výrobním procesu nedosahuje stejných požadavků na materiál, jako v souboru podmínek PAS 1075 [29].

Hlavní výhody trubek z PE 100 RC [29]:

- nižší hmotnost, která dovoluje omezit použití těžké mechanizace při pokládce,
- rychlejší, přesnější a bezpečnější práce při manipulaci,
- pružnost snižující poškození při transportu a pokládce,
- odolnost vůči plísním a proti napadením mikroorganismů,
- odolnost vůči korozi,
- odolnost vůči opotřebení otěrem,
- malé pořizovací náklady,
- bezúdržbový provoz.

K obnově vodovodního řadu je potřeba mnohem více materiálu než jen PE trubek. Veškerý potřebný materiál pro zajištění plynulého chodu vodovodního řadu je vypsáno v následující tabulce.

Tabulka 2.1 Soupis materiálu

| Materiál | MJ | Množství |
|---|----|----------|
| AVK FFK-kus 45°, DN 150, PN 10/16 | ks | 1 |
| AVK hydrant podzemní 12.1.4, dvojitě jištěný, DN 80, l 500 mm | ks | 5 |
| AVK Q-kus 90° DN 150, PN 10/16 | ks | 1 |
| AVK PLAST uliční poklop hydrantový 7.2.15 | ks | 5 |
| AVK PLAST uliční poklop šoupatový 7.2.13T | ks | 2 |
| AVK PLAST uliční poklop ventilkový 7.2.11T | ks | 3 |
| AVK podkladová deska hydrantová 7.2.17 | ks | 5 |
| AVK podkladová deska ventilková, šoupatová 7.2.10 | ks | 2 |
| AVK šoupátko 3.1, DN 150, stavební délka F4, PN 10/16 | ks | 2 |
| AVK tvarovka litinová, F, příruba s hladkým koncem, DN 80 | ks | 5 |
| AVK T-kus DN 150/80, PN 10/16 | ks | 5 |
| AVK UNI plus příruba DN 150/160, PN 10/16 | ks | 14 |
| AVK zemní teleskopická souprava 7.5, pro šoupě DN 100-150 | ks | 2 |
| Elektrospojka DN 160 SDR11 | ks | 10 |
| Elektrooblouk 160/22° SDR11 | ks | 3 |
| Elektrooblouk 160/15° SDR11 | ks | 4 |
| Elektrokoleno 160/11° SDR11 | ks | 2 |
| Elektrokoleno 160/30° SDR11 | ks | 5 |
| Elektrokoleno 160/45° SDR11 | ks | 8 |
| Pas navrtávací HAKU DN 160-2" | ks | 3 |
| Podkladní deska UNI | ks | 3 |
| Souprava zemní teleskopická, domovní šoupátka-1,3-1,8 | ks | 3 |
| Trubka Gerofit z PE 100 RC, DN 160 | m | 1705,20 |
| Tvarovka ISO K 2681/3151 DN 6/4"-32 | ks | 3 |
| Ventil DELRIN, rohový, DN 2"-6/4" | ks | 3 |

Zdroj: vlastní úprava dle [30]

Materiál pro výstavbu vodovodního řadu zajistí investor. Sepsaný materiál z Tab. 1.5 není tedy součástí pro vypracování nabídky od uchazeče.

2.6 Smluvní požadavky pro vybraného uchazeče

Veškeré práce a případné změny stavby, které jsou realizovány v souladu se smluvními požadavky, musí být před jejich realizací oceněny zhotovitelem a písemně odsouhlaseny investorem. Oceňování prací je prováděno podle soupisu prací schváleného oběma smluvními stranami. Zhotovitel k pracím doplní jednotkové ceny a jakékoliv práce, které nebudou předmětem soupisu prací a jsou-li potřeba, ocení se podle ceníku prací ÚRS

Praha v cenové hladině platné ke dni podání nabídky veřejné soutěže. Práce, které nebudou provedeny a jsou předpokládány k provedení díla, si investor cenu těchto prací vyúčtuje zpátky. Práce jsou hrazeny na základě měsíčních fakturací do výše 90 % smluvené ceny. Zbýlých 10 % je hrazeno po předání a převzetí díla bez vad a nedodělků. Splatnost faktur je 15 dní od jejich odeslání investorovi. Nedílnou součástí pro vystavení faktur je odsouhlasený a potvrzený soupis provedených prací a dodávek.

Pokud investor neuhradí jednotlivé faktury ve lhůtách splatnosti, je povinen zhotoviteli uhradit smluvní pokutu ve výši 0,05 %/den z dlužné částky. Pokud nebude zhotovitel plnit své závazky ve stanové lhůtě je povinen investorovi hradit smluvní pokutu ve výši 1 000,- Kč/den. Za neodstranění vad a nedodělků je zhotovitel povinen uhradit investorovi smluvní pokutu ve výši 250,- Kč/den. Po celou dobu provádění díla je zhotovitel zodpovědný za vzniklé škody na prováděném díle i za škody způsobené třetí osobě svou činností. Zhotovitel takto vzniklé škody odstraní bezodkladně a na svoje náklady. Záruční lhůta díla je stanovena na 60 měsíců a počítá se ode dne podepsání zápisu o předání a převzetí kompletního díla. Na záruku se nevztahuje činnost na provádění běžné údržby [23].

3 Výběr vhodné technologie

Údaje z představení zakázky, z předešlé kapitoly, poslouží k výběru vhodné technologie a eliminují zbylé nevhodné varianty pro realizaci. K tomu využiji eliminační metodu rozhodování. Pro tuto metodu jsem zpracoval technické údaje jednotlivých technologií popsané v první kapitole. Údaje se týkají technického popisu technologie, omezujících podmínek a jejich výhod a nevýhod. Porovnáním technických kritérií bezvýkopových technologií Eliminační metodou rozhodování získám výběr použitelných technologií pro konkrétní zakázku. Výsledek výběru je uveden v Tab. 3.1. Tabulka obsahuje soupis hodnocených technologií, jejich charakteristiku a aplikovatelnost na konkrétní zakázku obnovy vodovodu v Novém Městě nad Metují.

Tabulka 3.1 Eliminační metoda rozhodování

| Varianta | Technologie | Charakteristika | K.O. systém |
|----------|-----------------------|--|-------------|
| A | Live Insertion | zatažení nového potrubí do stávajícího | lze |
| | Close-Fit-Lining | vyložkování starého potrubí novým | lze |
| | Cured-in-Place Lining | vytvrzení vloženého rukávce ve starém potrubí | nelze |
| B | On-Line Replacement | odstranění starého potrubí za nové | lze |
| C | Pipe Ramming | protlak beraněním | nelze |
| | Percussive Moling | průpich krtováním | nelze |
| | HDD | zatažení nového potrubí řízeným vrtáním | nelze |
| D | Pluhování | nová instalace potrubí nevhodná do intravilánu | nelze |
| E | Multikanály | pro instalaci kabelových vedení | nelze |
| - | Výkopová metoda | bez omezení | lze |

Zdroj: vlastní úprava

Na základě technického popisu lze z obecného hlediska použít metody Live Insertion, Close-Fit Lining, Cured-in-Place Lining, On-Line Replacement a výkopovou metodu. Všechny uvedené bezvýkopové varianty se zabývají obnovou vodovodního potrubí, které je třeba provést v Novém Městě nad Metují. Výkopová metoda se jako jediná nerozlišuje na obnovu a novou instalaci IS. Ve všech případech se staré potrubí nahradí novým celkovou výměnou. U ostatních metod jako Pipe Ramming, Percussive Moling, HDD, metoda pluhování a multikanály jsou varianty BT pro novou instalaci IS, nikoliv pro obnovu potrubí, která je v daném příkladu požadována.

Na přání investora je dalším rozhodujícím kritériem materiál potrubí, který je z PE 100 RC a velikosti dimenze 160 mm. Tímto kritériem nám odpadá další varianta pro provádění, a to metoda BT Cured-in-Place lining, která provádí obnovu potrubí pomocí speciální výstelky. Dále metody Live Insertion a Close-Fit lining jsou metody reliningu

s rozdílem stavu potrubí, ve kterém se nachází při zatahování. Live Insertion zatahuje potrubí v původním profilu a Close-Fit lining v profilu, který je dočasně redukován o cca 10 % a více pro snazší zatažení, a poté se vrátí do původního stavu. Přesný popis technologie je v kapitole 1. Vzhledem k podobnosti těchto dvou variant vybírám pro následující hodnocení (v kapitole 3.1), pouze variantu Live Insertion. Celkem porovnávám v kapitole 3.1 tři technologie aplikovatelné pro obnovu vodovodu v Novém Městě nad Metují. Těmi jsou výkopová technologie a dvě bezvýkopové technologie Live Insertion a On-Line Replacement.

3.1 Hodnotící kritéria a způsob hodnocení

Hodnotit se bude vliv na životní prostředí (ŽP), který bude stanoven na základě ekologických kritérií, a těmto kritériím subjektivně přiřadím jejich váhu. Porovnávat se budou výkopová technologie a BT jako celek. Hodnocením je docíleno subjektivního výsledku, jaký mají vliv na ŽP výkopové a jaký bezvýkopové technologie. Způsob hodnocení probíhá přiřazení známky 1 – 5 technologiím, podle ekologických kritérií (Tab. 3.2), kdy 1 je nejlepší známka a 5 nejhorší. Poté se jednotlivé známky u technologií vynásobí patřičnou vahou kritéria, hodnoty se sečtou a výsledná hodnota se porovná s Tab. 3.4. Tabulka ukazuje rozsah dopadu na ŽP.

Druhým hodnotícím kritériem je ekonomické zhodnocení. Způsob provedení je vypracování propočtů hodnotících technologií a jejich vzájemné porovnání. Propočty jsou provedeny dvěma způsoby. První způsob je pomocí technicko-hospodářských ukazatelů (THU) a druhý způsob je vypočítání průměrných nákladů na 1 m délky z celkových nákladů stavby. Rozdíl udává, jak moc se liší průměrný náklad na 1 m délky vypočtený z celkových nákladů stavby a stanovený náklad na 1 m délky z THU.

3.1.1 Vliv na ŽP

Výkopové technologie mají na ŽP větší vliv než BT. Otázkou je, o jak moc velký rozdíl se jedná. Aby se BT daly hodnotit, musejí se nejdříve dostatečně kvalifikovat, zpřehlednit a následně analyzovat. Výchozím krokem je tedy jejich podrobná klasifikace, kterou připravila česká společnost CzSTT (viz příloha.). Ve všech navrhovaných stupních ekologického hodnocení BT může být použit základní soubor hodnotících ekologických kritérií v Tab. 3.2.

Tabulka 3.2 Kritéria pro ekologické hodnocení BT

| č. | Kritéria |
|----|--|
| 1 | Rozsah výkopových prací |
| 2 | Trvalé či dočasné zábory pozemků |
| 3 | Hygienické kritérium (hluk, prach) |
| 4 | Ovlivnění povrchu terénu |
| 5 | Kontaminace podzemních a povrchových vod |
| 6 | Znečištění okolní zeminy |
| 7 | Znečištění ovzduší |
| 8 | Dopravní zátěž |
| 9 | Produkce odpadů |
| 10 | Použité hmoty, kapaliny, chemikálie |
| 11 | Spotřeba energie při aplikaci BT |
| 12 | Spotřeba energie při výrobě materiálu |
| 13 | Ekologické riziko |
| 14 | Negativní dopady na okolí |
| 15 | Jiná kritéria |

Zdroj: Vlastní úprava dle [31]

K vybraným ekologickým kritériím z Tab. 3.2 jsou subjektivně přiřazeny jejich váhy (Tab. 3.3). Poté se hodnotí technologie známky 1 – 5 podle ekologických kritérií., přičemž známka 1 je nejlepší a známka 5 nejhorší. Nakonec se známky vynásobí váhami jednotlivých kritérií a výsledné hodnoty pro danou technologii se sečtou. Výsledná hodnota určí stav dopadu na ŽP podle Tab. 3.4. Pro výpočet byl použit ukazatel celkové hodnoty technologie (CHT_i), který je uveden pod následující Tab. 3.3.

Tabulka 3.3 Vyhodnocení vlivu na ŽP

| č. | Kritéria | W _j | Hodnota technologie | |
|--------|--|----------------|---------------------|-------------|
| | | | Výkopová | Bezvýkopová |
| 1 | Rozsah výkopových prací | 0,09 | 4 | 2 |
| 2 | Trvalé či dočasné zábory pozemků | 0,05 | 3 | 2 |
| 3 | Hygienické kritérium (hluk, prach) | 0,09 | 4 | 2 |
| 4 | Ovlivnění povrchu terénu | 0,05 | 4 | 2 |
| 5 | Kontaminace podzemních a povrchových vod | 0,07 | 5 | 2 |
| 6 | Znečištění okolní zeminy | 0,05 | 3 | 2 |
| 7 | Znečištění ovzduší | 0,11 | 5 | 2 |
| 8 | Dopravní zátěž | 0,10 | 5 | 2 |
| 9 | Produkce odpadů | 0,08 | 5 | 2 |
| 10 | Použité hmoty, kapaliny, chemikálie | 0,05 | 2 | 2 |
| 11 | Spotřeba energie při aplikaci BT | 0,10 | 4 | 2 |
| 12 | Spotřeba energie při výrobě materiálu | 0,07 | 3 | 3 |
| 13 | Ekologické riziko | 0,04 | 3 | 1 |
| 14 | Negativní dopady na okolí | 0,03 | 3 | 1 |
| 15 | Jiná kritéria | 0,02 | 1 | 3 |
| Celkem | Σ | 1,00 | 3,96 | 2,02 |

Zdroj: Vlastní úprava

- Ukazatel celkové hodnoty technologie (CHT_i)

$$CHT_i = \sum_{i=1}^n ZT_i * W_j$$

CHT_icelková hodnota technologieZT_iznámka technologieW_jváha kritéria

npočet kritérií

Pomocí ukazatele CHT_i jsem dosáhl výsledné hodnoty určující stav ŽP podle Tab.

3.4. Výkopová technologie spadá do 4. kategorie a má nedostačující stav na ŽP. BT se s výslednou hodnotou řadí do 2. kategorie a má dobrý stav na ŽP.

Tabulka 3.4 Kategorie stavu ŽP

| Kategorie hodnocení | Stav | Popis | Hodnota [-] |
|---------------------|---------------|---------------------------------------|-------------|
| 1 | velmi dobrý | bez vlivu na ŽP a zdraví člověka | 1 - 1,5 |
| 2 | dobrý | malý vliv na ŽP a zdraví člověka | 1,5 - 2,5 |
| 3 | dostačující | zhoršený vliv na ŽP a zdraví člověka | 2,5 - 3,5 |
| 4 | nedostačující | velký vliv na ŽP a zdraví člověka | 3,5 - 4,5 |
| 5 | rizikový | ohrožení vlivu na ŽP a zdraví člověka | 4,5 - 5 |

Zdroj: Vlastní úprava

Výkopová technologie má dvakrát tak větší dopad na ŽP než technologie bezvýkopová. Hlavním důvodem jsou zemní práce a odvoz zeminy na deponii a zpět. Dalším důvodem je omezení provozu na poměrně dlouhou dobu v řádu měsíců. Vytváří se kolony aut, produkuje se více emisí a roznáší se prach po okolí.

3.1.2 Ekonomické zhodnocení

Ekonomická výhodnost nabídky je hlavním ukazatelem pro výběr dané technologie. Nejde přitom jenom o nejnižší cenu, ale mělo by se jednat i o náklady na provoz a údržbu. Nemluvě o nákladech způsobené výstavbou potrubí na jeho okolí. Jsou to náklady na dopravní omezení, znečištění ovzduší, prach, hluk. Jsou to náklady, které se mezi jednotlivými technologiemi neporovnávají. Pokud těmito náklady zatížíme výkopovou technologii, pak se BT stávají ještě výhodnější. Vše dokazuje srovnání otevřeného výkopu s BT podle tabulky 3.5.

Tabulka 3.5 Srovnání otevřeného výkopu s BT

| Kritérium | Technologie | |
|----------------------------------|-------------|--------------|
| | Výkopová | BT |
| Délka potrubí | 100% | 100% |
| Rozsah zemních prací | 100% | 15% |
| Délka výstavby | 100% | 30% |
| Náklady | 100% | 50 - 70% |
| Provozní životnost | 100% | 70 - 100% |
| Šetření přírodních zdrojů | 20% | 80% |
| Hluk, životní prostředí, omezení | 100% | ideální zisk |

Zdroj: [3]

Srovnání výkopové a bezvýkopových technologií, z ekonomického hlediska, umožní propočítat na danou zakázku. Propočítání je předběžná cena stavebního díla, stanovena podle rozsahu a druhu objektu. Slouží pro stanovení předběžných nákladů investorovi, kdy ještě není známá podrobná projektová dokumentace. Stanovuje se pomocí technicko-hospodářských ukazatelů (THU) a vypočte se jako součin ceny za měrnou jednotku a počtu měrných jednotek. Výsledkem jsou základní rozpočtové náklady (ZRN) na stavební objekt (SO).

a) Výpočet propočtu pro výkopovou technologii

Propočítání pro otevřený výkop je provedeno dvěma způsoby. První způsob je podle ceníkových ukazatelů THU, které jsou uvedeny na internetových stránkách www.stavebnistandardy.cz pod hlavičkou ceny ve stavebnictví. Pro vodovodní

potrubí slouží tabulka 827 | Vedení trubní dálková a přípojná, kde je stanovena cena na 1 m délky vodovodu, závislá na velikosti dimenze potrubí a použitého materiálu. Druhý způsob provedení je dosažení průměrných nákladů na 1 m délky potrubí. Ty se vypočítají zpracováním rozpočtu, dosažením celkových ZRN a podělením délkou obnovovaného potrubí. Průměrné náklady na 1 m délky pak poslouží ke kontrole, jak moc se liší náklady z rozpočtu od nákladů z THU.

Vstupní charakteristiky pro 1. způsob:

SO.....vodovodní potrubí

Velikost dimenze potrubí...DN 160 mm

Materiál.....polyetylen

Délka potrubí.....1 680 m

Výpočet 1. způsobu:

ZRN = cena za m.j. x počet m.j.

ZRN = 2 824 x 1 680

ZRN = 4 744 320 Kč

Cena.....2 824 Kč (dle THU pro rok 2015 [32])

Počet.....1 680 m

Vstupní charakteristiky pro 2. způsob:

Délka potrubí.....1 680 m

Cena ZRN z rozpočtu.....4 992 960 Kč

Výpočet 2. způsobu:

Náklady_{průměr} = Cena ZRN / počet m.j.

Náklady_{průměr} = 4 992 960 / 1 680

Náklady_{průměr} = 2 972 Kč/m

Cena.....4 992 960 Kč

Počet.....1 680 m

Vyhodnocení 1. a 2. Způsobu:

$c = \text{Náklady}_{\text{průměr}} - \text{cena z THU}$

$c = 2 972 - 2 824$

$c = \underline{148 \text{ Kč}} \Rightarrow \underline{5 \%}$

Porovnáním výpočtu mezi 1. a 2. způsobem jsem dosáhl zanedbatelného rozdílu 5%. Tímto způsobem jsem si ověřil vypracovaný rozpočet, pro obnovou vodovodního řádu otevřeným výkopem, s minimální odchylkou od cenového ukazatele THU. Rozpočet jsem zpracoval v programu KROS_{plus} a celkové náklady ZRN byly vypočteny na částku ve výši 4 992 960 Kč. Zpracovaný rozpočet je uvedený v Tab 0.6 (viz příloha).

b) Výpočet propočtu pro bezvýkopové technologie

Oproti otevřenému výkopu není u BT vypracování propočtu tak jednoduchý. Stavební standardy neobsahují cenové ukazatele pro BT a v současnosti tak nejsou k dispozici tabulky obsahující jednotkovou cenu na 1 m délky potrubí prováděné BT. V praxi existují pouze náklady na 1 m délky potrubí, které si jednotlivé firmy na BT uvádějí sami a výše nákladů je docílena z jejich dosavadní praxe. Tyto náklady však neobsahují celkové náklady na 1 m délky. Jedná se pouze o náklady za montáž potrubí danou technologií a ve výjimečných případech je součástí nákladů i dodávka potřebného technologického zařízení. V nákladech nejsou zahrnuty výkopové práce pro startovací a cílové jámy, obnovení průchodnosti potrubí pro zatahování tažných tyčí, u vodovodu zajištění dočasněho zásobování pitnou vodou, u kanalizace zřízení by-passu², provedení tlakové zkoušky a dodávky materiálu a signalizačního vodiče. Vytvoření jednotkových cen na 1 m délky potrubí je díky mnoha ovlivňujícím faktorům velkou výzvou, ale ne nereálnou. Je jen otázkou času, kdy budou cenové ukazatele pro BT vytvořeny.

Propočet u BT jsem vypočítal podobně jako u výkopové technologie, a to v prvním případě podle nákladů na 1 m délky uvedené určitou firmou a v druhém případě pomocí rozpočtu. V prvním případě je hodnocení BT Live Insertion, která vychází z nákladů na 1 m délky od firmy Hydros. Uvedené náklady jsou v rozmezí 1 200 Kč – 1 800 Kč na 1 m délky potrubí, v závislosti na velikosti dimenze obnovovaného potrubí a obsahují pouze náklady na montáž potrubí a dodávku technologického zařízení. Náklady neobsahují výkopové práce pro startovací a cílové jámy, obnovení průchodnosti potrubí pro zatahování nového potrubí, zajištění dočasněho zásobování pitnou vodou, provedení tlakové zkoušky a dodávky materiálu. Výsledné náklady je proto brát s nadhledem jako orientační. Před zahájením propočtu si nejprve stanovím vstupní náklady na 1 m délky potrubí z rozmezí 1 200 Kč – 1 800 Kč, v závislosti na velikosti dimenze potrubí, pomocí

² By-pass je dočasné přepojení kanalizace na vedlejší kanalizační potrubí

lineární interpolace (Tab. 3.6). Vstupní náklady s interpolace vynásobím délkou úseku obnovovaného vodovodu a dostanu celkové náklady propočtu.

Tabulka 3.6 Lineární interpolace

| Lineární interpolace | | |
|----------------------|---------------------|----------|
| 1. mez | iterpolační hodnota | 2. mez |
| 80 DN | 160 DN | 300 DN |
| 1 200 Kč | 1 418,18 | 1 800 Kč |

Zdroj: Vlastní úprava

Vstupní charakteristiky:

Délka potrubí.....1 680 m

Interpolovaná cena.....1 418,- Kč

Výpočet:

ZRN = cena za m.j. x počet m.j.

ZRN = 1 418 x 1 680

ZRN = 2 382 240,- Kč

Cena.....1 418 Kč

Počet.....1 680 m

Poslední hodnocenou metodu je BT On-Line Replacement. Propočtení této technologie je proveden pomocí rozpočtu. Tento způsob spočívá v získání průměrných nákladů na 1 m délky, které jsem získal zpracováním rozpočtu, dosažením celkových ZRN a podělením délkou obnovovaného úseku potrubí. V tomto případě jsem spolupracoval s firmou Aquarex s. r. o., která se zabývá BT a zakázku v Novém Městě nad Metují vyhrála. Firma mi poskytla částku týkající se celkových nákladů ZRN a na základě těchto nákladů jsem stanovil průměrné náklady na 1 m délky potrubí. Důležité je zmínit, že firma Aquarex s. r. o. vyhrála zakázku s metodou BT On-Line Replacement. Náklady této metody proto posloužily k porovnání ekonomického zhodnocení s výkopovou technologií a BT Live Insertion.

Vstupní charakteristiky:

Délka potrubí.....1 680 m

Celkové náklady ZRN.....2 289 087 Kč

Výpočet:

$$\text{Náklady}_{\text{průměr}} = \text{celkové náklady ZRN} / \text{počet m.j.}$$

$$\text{Náklady}_{\text{průměr}} = 2\,289\,087 / 1\,680$$

$$\text{Náklady}_{\text{průměr}} = \underline{1\,362.55 \text{ Kč}}$$

Výsledná hodnocení propočtů jednotlivých technologií jsou uvedena v Tab. 3.7.

Tabulka 3.7 Vyhodnocení propočtů

| Technologie | Cena propočtu | Hodnocení |
|----------------------|---------------|-----------|
| Výkopová technologie | 4 992 960 | 3. |
| On-Line Replacement | 2 289 087 | 1. |
| Live Insertion | 2 382 240 | 2. |

Zdroj: Vlastní úprava

Průměrná cena BT On-Line Replacement je ve srovnání s průměrnou cenou otevřeného výkopu o 54 % výhodnější. Live Insertion je pak výhodnější o 52 % oproti výkopové technologii. Podle Tab. 3.5 to odpovídá horní hranici v úspoře na nákladech, která uvádí rozdíl v ušetření nákladů 30 % - 50 %.

○ **Posouzení ekonomického zhodnocení s časovou náročností**

Ekonomické zhodnocení závisí na délce realizace a je tak dobré posoudit vzájemnou souvislost na konkrétních technologiích. Výsledné hodnocení je uvedeno v procentech, a čím vyšší tím lepší. Pro výpočet je rozdělení vah 70 % ku 30 % vůči nabídkové ceně, která je v tomto případě pro investora významnější oproti rychlosti výstavby. Pro výpočet jsou stanovena dvě kritéria, a to nabídková cena a doba realizace uvedené v Tab. 3.8. Orientace šipky směrem dolů značí, že čím nižší náklady a doba realizace, tím lepší. Postup výpočtu je v bodovém hodnocení, kdy se u každého kritéria přiřadí 100 bodů nejvýhodnější variantě a ostatní varianty získají body násobkem 100 a poměru hodnoty nejvýhodnější varianty k hodnotě hodnocené varianty. Pomocný vzoreček pro výpočet je uvedený pod Tab. 3.9.

Tabulka 3.8 Stanovení kritérií

| Kritéria | Jednotka | Orientace | Váha |
|----------------|----------|-----------|------|
| Náklady | Kč | ↓ | 70% |
| Doba realizace | den | ↓ | 30% |

Zdroj: vlastní úprava

Pro posouzení jsou použity náklady z propočtu z Tab. 3.7. Doba realizace je stanovena z termínu realizace dané zakázky, který je od 7.7. – 17.9. V úvahu se berou

pouze pracovní dny bez víkendů, kterých je dohromady 53 dní. Tyto dny jsou určeny pro realizaci bezvýkopovou technologií On-Line Replacement, včetně všech ostatních prací jako jsou výkopové práce či úprava povrchů. Doba realizace výkopové technologie je o 70% delší podle Tab. 3.5, a tedy stanovena na 176 dní. Zatahováním nového potrubí do starého metodou Live Insertion je o cca 30 % rychlejší oproti On-Line Replacement, ale doba realizace ostatních prací zůstává stejná. Doba realizace metodou Live Insertion vychází na 49 dnů.

Tabulka 3.9 Posouzení ekonomického zhodnocení s časovou náročností

| Technologie | Náklady (70 %) | | Doba realizace (30 %) | | Hodnocení [%] |
|-------------------|----------------|--------|-----------------------|--------|---------------|
| | Kč | Body | den | Body | |
| Live Insertion | 2 382 240 | 96,09 | 49 | 100,00 | 97,26 |
| On-Line Replaceme | 2 289 087 | 100,00 | 53 | 92,45 | 97,74 |
| Výkopová metoda | 4 992 960 | 45,85 | 176 | 27,84 | 40,44 |

Zdroj: vlastní úprava

- Vzorec pro výpočet

$$B = 100 * V_n / V_h [-]$$

B.....dosažený počet bodů

V_n.....hodnota nejvýhodnější varianty

V_h.....hodnota hodnocené varianty

Z posouzení nákladů a doby realizace vyšla nejvýhodněji metoda On-Line Replacement. V porovnání s metodou Live Insertion jen o půl procenta, ale oproti výkopové technologii až o 57 %.

3.2 Vyhodnocení

Po zhodnocení výkopové technologie s BT Live Insertion a On-Line Replacement jsem dosáhl závěrů, že On-Line Replacement je o 2 % ekonomičtější než Live Insertion a až o 54 % levnější než výkopová technologie. Po započítání doby realizace se rozdíl bezvýkopových technologií s výkopovou technologií ještě zvýší. Celkový rozdíl činí 57 %. BT jsou si v závěru rovni jen s minimálním rozdílem a lze tak aplikovat obě varianty pro obnovu vodovodního řádu v Novém Městě nad Metují. Z vlivu na ŽP jsou BT dvakrát šetrnější než klasická technologie. Celkové hodnocení porovnávaných variant technologií pro konkrétní zakázku je uvedeno v Tab. 3.10.

Tabulka 3.10 Celkové vyhodnocení hodnotících kritérií

| Technologie | Vliv na ŽP | Pořadí | Ekonomické zhodnocení [Kč] | Pořadí | Posouzení ekonomického zhodnocení s časovou náročností [%] | Pořadí |
|---------------------|---------------|--------|----------------------------|--------|--|--------|
| Výkopová | nedostačující | 2. | 4 992 960 | 3. | 40,44 | 3. |
| On-Line Replacement | dobry | 1. | 2 289 087 | 1. | 97,74 | 1. |
| Live Insertion | dobry | 1. | 2 382 240 | 2. | 97,26 | 2. |

Zdroj: Vlastní úprava

Tabulka přiřazuje daným technologiím pořadí, které jim náleží podle uvedených parametrů. Nejlépe se umístila BT On-Line Replacement, která zvítězila ve všech kategoriích. Druhá metoda Live Insertion se od On-Line Replacement odlišuje o cca 4 % na nákladech a o cca 0,5 % na celkovém hodnocení zahrnující i dobu realizace. Výkopová technologie se umístila na třetím místě, která má o 54 % vyšší náklady v porovnání s nejlepší variantou a na celkovém hodnocení trati o další 3 %. Ve výsledku je výkopová technologie o 57 % méně výhodná než vítězná metoda On-Line Replacement.

Závěr

Předkládaná diplomová práce hodnotí výběr možných variant pro obnovu vodovodního řadu v Novém Městě nad Metují. Zmapování a analýza vybraných variant probíhá v teoretické části diplomové práce, která si klade za svůj cíl zmapovat a analyzovat metody výkopové a bezvýkopových technologií. Výběr variant jsem provedl na základě jednotné klasifikace BT, kterou byly vysvětleny všechny hlavní skupiny označené velkými písmeny A, B, C, D a E. K těmto skupinám jsem vybral další varianty používané v praxi. Celkem jsem v diplomové práci uvedl 11 metod pro uložení podzemních vedení IS, a to 10 bezvýkopových z klasifikace BT a 1 otevřeného výkopu. Zastupující metody hlavních skupin BT jsem podrobně popsal v 1. kapitole. Struktura podrobného popisu variant se skládá z technického popisu technologie, omezujících podmínek, jejich výhod a nevýhod. Ve srovnání s realizací podzemních vedení otevřeným výkopem jsou BT výhodnější pro rychlejší dobu realizace, která je až o 70 % rychlejší. Dále dochází k menšímu narušení infrastruktury měst a obcí, neboť množství zemních prací je až o 85 % nižší, a tím je spojeno minimální omezení dopravy pro malý rozsah záborů. V poslední řadě jsou BT šetrnější na ŽP a zdraví člověka. Největší dopad na ŽP vykazují zemní práce a jejich stroje pro provádění, které vypouštějí do ovzduší škodlivé plyny. U BT jsou tyto práce minimální. Výhody BT jsou značné, ale najdou se i nevýhody. K hlavním nevýhodám BT patří realizace podzemního vedení na úseku s výskytem velkého množství přípojek pro napojení. V této situaci se zemní práce zvyšují a BT přicházejí o hlavní výhodu, a to minimalizace zemních prací při provádění podzemního vedení. S nárůstem zemních prací se zvyšují finanční náklady a metoda otevřeného výkopu se v tomto případě stává ekonomicky přijatelnější. Po montáži podzemního potrubí s velkým množstvím přípojek je výhodnější variantou provedení tlakové zkoušky potrubí v otevřeném výkopu, kdy zkouška probíhá pod vizuálním dohledem s lepší eliminací případných netěsností. Věřím, že naplnění cíle teoretické části diplomové práce, zmapovat a analyzovat metody výkopové a bezvýkopových technologií, se podařilo splnit.

Prvním cílem praktické části diplomové práce je představení stavební zakázky. Jedná se o veřejnou zakázku pro obnovu vodovodního řadu v Novém Městě nad Metují. V této části jsem uvedl všechny aspekty zakázky, která se realizuje z důvodu technického dožití stávajícího podzemního vedení vodovodního řadu. Podrobně jsem popsal smluvní podmínky zadavatele, popis lokality, současnou situaci se zásobováním vodou, technické údaje stavby a vlastnosti vybraného nového potrubí z materiálu PE 100 RC. Představení

zakázky je dalším východiskem pro výběr nejvhodnější varianty pro obnovu vodovodního řadu. Druhým cílem praktické části diplomové práce je výběr nejvhodnější metody pro modelovou zakázku na základě zpracovaných technických údajů vybraných technologií a předložených údajů. Ve vzájemném porovnání vlastností jednotlivých technologií s požadavky zakázky jsem eliminoval nevhodné metody. Z celkových uvedených 11 technologií jsem porovnal 3 nejvhodnější, a to metody Live Insertion, On-Line Replacement a metodu otevřeného výkopu. Metody jsem mezi sebou vzájemně hodnotil podle vlivu na ŽP, ekonomického zhodnocení a časové náročnosti.

Ze vzájemného hodnocení jsem vyhodnotil dle stanovených kritérií jako nejvýhodnější metodu On-Line Replacement, která vyhrála ve všech hodnotících kritériích. Z ekonomického hodnocení má o 54 % nižší náklady než výkopová technologie a pouze o 2 % nižší náklady než metoda Live Insertion. Jedno procento odpovídá v tomto případě částce ve výši cca 50 000 Kč. Rozdíl u posouzení ekonomického zhodnocení s časovou náročností je u metod On-Line Replacement a Live Insertion minimální, a to pouhých 0,5 % ve prospěch vítězné metody. Ve srovnání s výkopovou technologií to je o celkových 57 %. Vliv na ŽP dopadl podle očekávaných představ, kdy má výkopová technologie dvakrát větší dopad na ŽP než technologie bezvýkopová. Hlavním důvodem jsou zemní práce a odvoz zeminy na deponii a zpět. Dalším důvodem je omezení provozu na poměrně dlouhou dobu v řádu měsíců, tvoří se kolony vozidel, produkuje se více škodlivých emisí, roznáší se prach po okolí apod.

Na základě všech relevantních dokumentů jsem dospěl k závěru, že vývoj a rozvoj nových technologií BT se stále více rozvíjejí a stávají se společensky žádoucími. Jednak rychlejší realizací oproti otevřeným výkopům, ale především šetrnějšími dopady na již zmiňované ŽP, které by mělo být prioritou číslo jedna. Avšak z důvodu dlouholeté tradice realizace inženýrských sítí otevřeným výkopem a nedostatečné informovanosti o BT převládá v současnosti stále metoda otevřeným výkopem. Na základě zjištěných skutečností se domnívám, že nejdůležitějším aspektem rozšíření BT při ukládání IS v intravilánech měst a obcí je jejich větší publicita s důrazem na zajištění větší informovanosti nejenom odborné, ale i laické veřejnosti. S ohledem na možnost zvýšení kvality života ve městech a obcích při zajišťování uložení, údržby či výměny podzemních vedení IS by měl být vyvíjen větší tlak na investory a stavební firmy ze strany orgánů ochrany životního prostředí a angažované veřejnosti na využívání šetrných metod, kterými BT jednoznačně jsou.

Bibliografie

- [1]. **KLEPSATEL F., RACLAVSKÝ J.** *Bezvýkopová výstavba a obnova podzemních vedení*. Bratislava : Jaga Group, s.r.o., 2007. ISBN 978-80-8076-053-3.
- [2]. Vodohospodářská společnost Dobříš. *Významné investiční akce*. [Online] 2013. [Citace: 11. 10 2015.] Dostupné také z: <http://www.vhs-dobris.cz/ospolecnosti/vyznamne-investicni-akce/vyznamne-investicni-akce-fotogalerie/>.
- [3]. Duktus. *Příručka Duktus*. [Online] 11 2008. [Citace: 8. 11 2015.] Dostupné také z: http://duktus.cz/prospekt_dok/prirucka_bezvykop_tlg.pdf.
- [4]. CzSTT. *Užívání BT při snižování emisí CO2 během realizací staveb IS*. [Online] 2012. [Citace: 28. 6 2015.] Dostupné také z: <http://www.czstt.cz/dokumenty/casopis/2011-2012/1.2012-2.brozura.pdf>.
- [5]. Sierajewski. *Relining*. [Online] [Citace: 19. 10 2015.] Dostupné také z: <http://www.sierajewski.pl/uslugi-specjalistyczne.php>.
- [6]. Unitracc. *Close-Fit Lining*. [Online] [Citace: 19. 10 2015.] Dostupné také z: <http://www.unitracc.com/>.
- [7]. United Kingdom Society of Trenchless Technology. *Cured-in-Place Pipe Lining*. [Online] [Citace: 10. 19 2015.] Dostupné také z: <http://www.ukstt.org.uk/trenchless-technology/lining-techniques/cured-in-place-pipe-lining-cipp>.
- [8]. VAK Stavby. *On-Line Replacement*. [Online] [Citace: 19. 10 2015.] Dostupné také z: <http://www.vakstavby.cz/var/www/vakstavby/files/image/plus1.gif>.
- [9]. ŠRYTR, P. *Bezvýkopové technologie ve prospěch městského inženýrství*. [Online] 2011. [Citace: 27. 4 2014.]
- [10]. Hydrotechnik. *Technologie*. [Online] [Citace: 19. 10 2015.] Dostupné také z: <http://www.hydrotechnik.cz/produkty-a-sluzby/protlacovani/technologie/>.
- [11]. Tracto-technik. *Pipe Ramming*. [Online] [Citace: 10. 19 2015.] Dostupné také z: <http://www.tracto-technik.de/Querrungen-im-Pipelinebau-86.html>.
- [12]. United Kingdom Society of Trenchless Technology. *Percussive Moling*. [Online] [Citace: 10. 19 2015.] Dostupné také z: <http://www.ukstt.org.uk/82-news?start=14>.

- [13]. Interglobal drilling. *Řízené horizontální vrtání*. [Online] [Citace: 19. 10 2015.] Dostupné také z: <http://www.igdrilling-protlaky.cz/stranka-rizene-horizontalni-vrtani-9>.
- [14]. Profundis. *Horizontal Directional Drilling*. [Online] [Citace: 19. 10 2015.] Dostupné také z: http://www.nodig-construction.com/index.cfm?cmd=techniques&object_id=13.
- [15]. Rabmer. *Pokládka metodou pluhování*. [Online] [Citace: 22. 11 2015.] Dostupné také z: <http://www.rabmer.cz/cz/pokladka-inzenyrskych-siti/pluhovani.htm>.
- [16]. AT-Drilling. *Pokládky potrubí metodou pluhování*. [Online] [Citace: 22. 11 2015.] Dostupné také z: <http://www.at-drilling.cz/index.php?goto=text&sekce=JYv2UaNr&lng=cz>.
- [17]. Enslo. *Technologie pluhování*. [Online] [Citace: 22. 11 2015.] Dostupné také z: <http://www.pluhovani.com/#technologie>.
- [18]. IFK. [Online] Dostupné také z: <http://www.verlegepflug.at/>.
- [19]. Sitel. [Online] [Citace: 22. 11 2015.] Dostupné také z: <http://www.sitel.cz/>.
- [20]. Sitel. *Přístupové kabelové komory*. [Online] [Citace: 22. 11 2015.] Dostupné také z: <http://www.sitel.cz/categories/view/categoryId/397>.
- [21]. Birco. [Online] [Citace: 22. 11 2015.] Dostupné také z: <http://www.birco.de/>.
- [22]. Birco. *BIRCOcanal*. [Online] [Citace: 22. 11 2015.] Dostupné také z: <http://www.birco.de/BIRCOcanal.3935.0.html>.
- [23]. Vhodné uveřejnění veřejných zakázek. *Nové Město nad Metují ul. 28.října - stavební úpravy vodovodu*. [Online] 6. 10 2015. [Citace: 29. 11 2015.] Dostupné také z: <https://www.vhodne-uverejneni.cz/zakazka/nove-mesto-nad-metuji-ul-28-rijna-stavebni-upravy-vodovodu>.
- [24]. OHGS s. r. o. *Plán rozvoje vodovodů a kanalizací Královéhradeckého kraje, Nové Město nad Metují*. [Online] 11. 12 2008. [Citace: 17. 9 2015.] Dostupné také z: <http://mapy.kr-kralovehradecky.cz/vak/PDF/KARTY/41042.pdf>.
- [25]. Český úřad zeměměřický a katastrální. *Katastrální úřad pro Královéhradecký kraj*. [Online] [Citace: 19. 9 2015.] Dostupné také z: http://www.cuzk.cz/Dokument.aspx?AKCE=META:SESTAVA:MDR001_XSLT:WEBCUZZK_PRACOVISTE:605.

- [26]. Nové Město nad Metují. *Základní informace o městě*. [Online] [Citace: 17. 9 2015.] dostupné také z: <http://www.novemestonm.cz/obcan/mesto/zakladni-informace/>.
- [27]. aloismilacek. *Nové Město nad Metují*. [Online] 15. 7 2008. [Citace: 17. 9 2015.] dostupné také z: <http://www.panoramio.com/photo/12124059>.
- [28]. Mapy.cz. [Online] [Citace: 9. 17 2015.] Dostupné také z: <http://mapy.cz/zakladni?mereni-vzdalenosti&x=16.1473423&y=50.3540357&z=16&l=0&rm=9kyD.xZXMhfiNgRPfgGKLENgflfIDP.I8HxI0MwfkJgSEfgxY2fZGWdHqNQfSDg1Z>
- [29]. Maincor. *GEROFIT PE 100 RC*. [Online] [Citace: 8. 10 2015.] Dostupné také z: www.maincor.cz.
- [30]. *PD - Obnova vodovodního řádu v Novém Městě nad Metují*. Náchod : Vodovody a kanalizace Náchod, a. s., 2015.
- [31]. CzSTT. *Zpravodaj České společnosti pro bezvýkopové technologie*. [Online] 2004. [Citace: 13. 12 2015.] Dostupné také z: <http://www.czstt.cz/dokumenty/casopis/Dig4-204.pdf>.
- [32]. České stavební standardy. *Cenové ukazatele ve stavebnictví pro rok 2015*. [Online] 2015. [Citace: 13. 12 2015.] Dostupné také z: http://www.stavebnistandardy.cz/doc/ceny/thu_2015.html.
- [33]. ČSN EN 12889 (756115) *Bezvýkopové provádění stok a kanalizačních přípojek a jejich zkoušení*. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2001.
- [34]. ČSN 73 6005 *Prostorové uspořádání sítí technického vybavení*. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2004.
- [35]. ČSN EN 15885 (756121) *Klasifikace a funkční vlastnosti technologií pro renovace a opravy stok a kanalizačních přípojek*. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- [36]. ČSN EN 15542 (138105): *Trouby, tvarovky a příslušenství z tvárné litiny - Vnější povlak trubek cementovou maltou - Požadavky a zkušební metody*. únor 2009.
- [37]. Zákon č. 183/2006 Sb., zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), v platném znění.



- [38]. Zákon č. 61/1988 Sb., o hornické činnosti, výbušninách a státní báňské správě, v platném znění.
- [39]. Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), v platném znění. 2. 8 2001.

Seznam obrázků

| | | |
|--------------|--|----|
| Obrázek 1.1 | Stavební rýha [2]..... | 11 |
| Obrázek 1.2 | Relining [5] | 16 |
| Obrázek 1.3 | Close-Fit Lining [6] | 17 |
| Obrázek 1.4 | Cured-In-Place Lining [7]..... | 19 |
| Obrázek 1.5 | On-Line Replacement [8] | 21 |
| Obrázek 1.6 | Pipe Ramming [11] | 23 |
| Obrázek 1.7 | Percussive Molding [12] | 24 |
| Obrázek 1.8 | Vrtná souprava Grundodrill pro přímé řízené vrtání [13]..... | 26 |
| Obrázek 1.9 | HDD [14] | 27 |
| Obrázek 1.10 | Nekonečné pluhování [15]..... | 29 |
| Obrázek 1.11 | Raketové pluhování [15]..... | 30 |
| Obrázek 1.12 | Multikanály SITEL [20]..... | 31 |
| Obrázek 1.13 | Multikanál BIRCO [22] | 32 |
| Obrázek 2.1 | Nové Město nad Metují – historické centrum [27]..... | 34 |
| Obrázek 2.2 | Nové Město nad Metují - vyznačený úsek obnovy vodovodu [28]..... | 35 |

Seznam tabulek

| | | |
|--------------|--|----|
| Tabulka 1.1 | Varianty BT zastupující jednotlivé skupiny BT..... | 15 |
| Tabulka 2.1 | Soupis materiálu | 38 |
| Tabulka 3.1 | Eliminační metoda rozhodování..... | 40 |
| Tabulka 3.2 | Kritéria pro ekologické hodnocení BT | 42 |
| Tabulka 3.3 | Vyhodnocení vlivu na ŽP | 43 |
| Tabulka 3.4 | Kategorie stavu ŽP | 43 |
| Tabulka 3.5 | Srovnání otevřeného výkopu s BT | 44 |
| Tabulka 3.6 | Lineární interpolace..... | 47 |
| Tabulka 3.7 | Vyhodnocení propočtů | 48 |
| Tabulka 3.8 | Stanovení kritérií | 48 |
| Tabulka 3.9 | Posouzení ekonomického zhodnocení s časovou náročností | 49 |
| Tabulka 3.10 | Celkové vyhodnocení hodnotících kritérií | 50 |

Seznam příloh

| | | |
|-------------|---|----|
| Tabulka 0.1 | Nejmenší dovolené krytí podzemních vedení, sklonové podmínky (ČSN 73 6005) | 59 |
| Tabulka 0.2 | Nejmenší dovolené horizontální vzdálenosti při souběhu podzemních vedení (cm) podle ČSN 73 6005 | 59 |
| Tabulka 0.3 | Nejmenší dovolené svislé vzdálenosti při křížení podzemních vedení (cm) podle ČSN 73 6005 | 60 |
| Tabulka 0.4 | Rozdělení BT | 61 |
| Tabulka 0.5 | Přehled BT pro jednotlivá síťová odvětví a pro sdružení trasy IS | 63 |
| Tabulka 0.6 | Rozpočet výkopové technologie..... | 65 |

Tabulka 0.1 Nejmenší dovolené krytí podzemních vedení, sklonové podmínky (ČSN 73 6005)

| Podzemní vedení | | Nejmenší krytí (m) | | | Maximální krytí (m) | Sklonové podmínky | |
|-----------------------------------|-----------|--------------------|---------|-------------|---------------------|-------------------|-----------------|
| | | chodník | vozovka | volný terén | | min. % | max. % |
| elektrické silové kabely | do 1 kV | 0,35 | 1,0 | 0,35 (0,7) | A | - | - |
| | do 10 kV | 0,5 | 1,0 | 0,7 | A | - | - |
| | do 35 kV | 1,0 | 1,0 | 1,0 | A | - | - |
| | do 110 kV | 1,3 | 1,3 | 1,3 | A | - | - |
| oznamovací kabely | místní | 0,4 | 0,9 | 0,6 | A | - | - |
| | dálkové | 0,5 | 0,9 | 0,6 (0,9) | A | A | A |
| plynovody | | 0,8 | 1,0 | 0,8 | 1,5 | A | A |
| vodovody | | 1,0 až 1,6 | 1,5 | 1,0 až 1,6 | 2,5 | 2; 4 | 25 |
| teplivody | | 0,5 | 1,0 | 0,5 | 1,2 | 3 (1) | 25 |
| kabelovody | | 0,6 | 1,0 | 0,6 | A | 2 až 5 (1,5) | 25 (10) |
| stoky (minimální doporučené míry) | | 1,0 | 1,8 | 1,0 | nespecifikováno | podle F_u | podle v_{max} |
| potrubní pošta | | 0,7 | 1,0 | 0,7 | A | nespecifikováno | |
| kolektor | | 0,5 | 1,0 | 0,5 | nespecifikováno | 1 | 10 |

Zdroj: [1] A – nespecifikováno; minimum je současně možné považovat za maximum, F_u – unášecí síla, v_{max} – maximální průtočná rychlost

Tabulka 0.2 Nejmenší dovolené horizontální vzdálenosti při souběhu podzemních vedení (cm) podle ČSN 73 6005

| Druh vedení | | silové kabely do | | | | telekomunikační kabely (chráněná) | plynovody | | | teplivod | kabelovod | stoka | potrubní pošta | kolektor | tramvajová kolej |
|--|-------------------------|-------------------------------|---------|---------|--------|-----------------------------------|--------------|------------|-------------------------------|----------|-----------|-------|----------------|-------------------------------|------------------|
| | | 1 kV | 10 kV | 35 kV | 110 kV | | do 0,005 MPa | do 0,3 MPa | nechráněný vodovod (chráněná) | | | | | | |
| silové kabely do | 1 kV | 5 | 15 | 20 | 20 | 30 (10) | 40 | 60 | 40 | 30 | 10 | 50 | 50 | až k lici stavební konstrukce | 100 |
| | 10 kV | 15 | 15 | 20 | 20 | 80 (30) | 40 | 60 | 40 | 70 | 30 | 50 | 50 | | 100 |
| | 35 kV | 20 | 20 | 20 | 20 | 80 (30) | 40 | 60 | 40 | 100 | 30 | 50 | 50 | | 100 |
| | 110 kV | 20 | 20 | 20 | 50 | 80 | 40 | 60 | 40 | 200 | 50 | 100 | 50 | | 100 |
| telekomunikační kabely nechráněné (chráněné) | | 30 (10) | 80 (30) | 80 (30) | 80 | - | 40 | 40 | 40 | 80 | 30 | 50 | 20 | 30 | 100 |
| plynovody | nízkotlaké do 0,005 MPa | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 50 | 50 | 40 | 100 | 40 | 40 | 120 |
| | středotlaké do 0,3 MPa | 60 | 60 | 60 | 60 | 40 | 40 | 40 | 50 | 50 | 100 | 100 | 40 | 100 | 120 |
| vodovod – nechráněný (chráněný) | | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 50 | 50 | 60 | 100 | 60 | 60 | 50 | 60 | 120 |
| teplivod | | 30 | 70 | 100 | 200 | 80 | 50 | 50 | 100 | - | 30 | 30 | 30 | 30 | 120 |
| kabelovod | | 10 | 30 | 30 | 50 | 30 | 40 | 100 | 60 | 30 | - | 30 | 20 | 30 | 120 |
| stoka | | 50 | 50 | 50 | 100 | 50 | 100 | 100 | 60 | 30 | 30 | - | 30 | 30 | 120 |
| potrubní pošta | | 50 | 50 | 50 | 50 | 20 | 40 | 40 | 50 | 30 | 20 | 30 | - | 30 | 120 |
| kolektor | | až k lici stavební konstrukce | | | | 30 | 40 | 100 | 60 | 30 | 30 | 30 | 30 | - | 120 |
| tramvajová kolej | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | - |

Zdroj: [1]

Tabulka 0.3 Nejmenší dovolené svislé vzdálenosti při křížení podzemních vedení (cm) podle ČSN 73 6005

| Druh vedení | silové kabely do | | | | telekomunikační kabely (chráněná) | plynovody | | | teploty | kabelovody | stoka | potrubní pošta | kolektor | tramvajová kolej | |
|--|---------------------------------------|---------|---------|--------|-----------------------------------|--------------|------------|-------------------------------|---------|------------|-------|----------------|----------|---------------------------------------|-----|
| | 1 kV | 10 kV | 35 kV | 110 kV | | do 0,005 MPa | do 0,3 MPa | nechráněný vodovod (chráněná) | | | | | | | |
| silové kabely do | 1 kV | 5 | 15 | 20 | 20 | 30 (10) | 10 | 10 | 40 (20) | 30 | 30 | 30 | 30 | až k většímu lici stavební konstrukce | 100 |
| | 10 kV | 15 | 15 | 20 | 20 | 80 (10) | 10 | 20 | 40 (20) | 50 | 30 | 30 | 30 | | 100 |
| | 35 kV | 20 | 20 | 20 | 25 | 80 (10) | 10 | 20 | 40 (20) | 50 | 30 | 50 | 30 | | 100 |
| | 110 kV | 20 | 20 | 25 | 25 | 50 | 30 | 70 | 40 | 100 | 300 | 50 | 30 | | 130 |
| telekomunikační kabely nechráněné (chráněné) | 30 (10) | 80 (10) | 80 (10) | 50 | - | 10 | 10 | 20 | 50 (15) | 10 | 20 | 20 | 10 | 100 | |
| plynovody | nízkotlaké do 0,005 MPa | 10 | 10 | 10 | 30 | 10 | 10 | 15 | 10 | 10 | 50 | 10 | 10 | 100 | |
| | středotlaké do 0,3 MPa | 10 | 20 | 20 | 70 | 10 | 10 | 15 | 10 | 10 | 50 | 10 | 10 | 100 | |
| vodovod – nechráněný (chráněný) | 40 (20) | 40 (20) | 40 (20) | 40 | 20 | 15 | 15 | - | 20 | 20 | 10 | 20 | 20 | 150 | |
| teplovod | 30 | 50 | 50 | 100 | 50 (15) | 10 | 10 | 20 | - | 15 | 10 | 20 | 20 | 100 | |
| kabelovod | 10 | 30 | 30 | 30 | 10 | 10 | 10 | 20 | 15 | - | 10 | 20 | 20 | 100 | |
| stoka | 30 | 30 | 50 | 50 | 20 | 50 | 50 | 10 | 10 | 10 | - | 30 | 10 | - | |
| potrubní pošta | 30 | 30 | 30 | 30 | 20 | 10 | 10 | 30 | 20 | 20 | 30 | - | 20 | 100 | |
| kolektor | až k většímu lici stavební konstrukce | | | | | 10 | 10 | 10 | 20 | 20 | 20 | 10 | 20 | - | 100 |
| tramvajová kolej | 100 | 100 | 100 | 130 | 100 | 100 | 100 | 150 | 100 | 100 | - | 100 | 100 | - | |

Zdroj: [1]

Tabulka 0.4 Rozdělení BT

| A Repair and Renovation (oprava, obnova, včetně tzv. sanace) | |
|--|---|
| A.1 Sliplining (tvorba povlaku, výstelky, vložky) | A.4 Cured-in-Place Lining (vložka vytvrzovaná na místě/na stavbě) |
| A Basic Sliplining (tvorba základního povlaku, výstelky, vložky) B Spirally Wound Liners (výstelka ze spirálově navíjených pásů) C Live Insertion (prosté vyvločkování/ prostá výstelka) | I Thermal Cure (vložka vytvrzovaná teplem) J UV Cure (vložka vytvrzovaná UV zářením) K Ambient Cure (vložka vytvrzovaná vlivem okolního prostředí) |
| A.2 Close-Fit Lining (výstelka/vložka „uzavřená; na míru“) | A.5 Localised Repair and Sealing (lokální oprava a utěšňování) |
| D Swaged Liners (vložky vtažené po „stlačení/zúžení“) E Folded Liners (vložky vtažené po „složení“) F Expanded Spiral Liners (vložky z expandujících, spirálově navíjených pásů) | M1 Sleeve Repairs (oprava rukávцем) M2 Resin Injections (injektáž pryskyřicí) M3 Fill and Drain Systems (oprava systémem „naplnění a vyprázdnění“) M4 Robotic Repairs (oprava robotem) M5 Mechanic Sealing (mechanické utěšňování) M6 Pipe Re-rounding (oprava vyrovnáním deformací kruhového profilu) |
| A.3 Spray Lining (výstelka nástřikem) | A.6 Renovation of Large Diameter Pipes and Chambers (oprava/sanace potrubí velkých profilů a šachet) |
| G Cement Mortar Lining (výstelka cementovou maltou, cementace) H Epoxy Lining (výstelka epoxidovou pryskyřicí, epoxidace) | N1 Pre-formed Liners (oprava/sanace pomocí „předtvarovaných vložek“) N2 In – situ Renovation (oprava/sanace pomocí rukávců vytvrzovaných na stavbě/na místě) N3 Manhole Renovation (oprava/sanace šachty) |
| B On-Line Replacement (obnova formou destruktivní spráženého výměny potrubí) | |
| O1 Percussive Pipebursting (vibračním trháním trub/trubek) O2 Hydraulic Pipebursting (hydraulickým trháním trub/trubek) O3 Pipe Splitting (trháním trub/trubek jejich roztržení) O4 Pipe Eating („požíráním“ trub/trubek) O5 Pipe Reaming (s rozšiřováním trub/trubek – se zvětšením DN) O6 Lead Service Pipe and Replacement (s vynesemím – vytažením/vytlačemím – původních trub/trubek a s instalací nových) | |
| C New Installation (nová instalace IS pomocí BT) | |
| C.1 Impact Moling and Ramming (rázový průpich/„krtkování“ a protlačování/beranění) | C.3 Pipejacking and Microtunnelling (štítování a mikrotunelování s plně mechanizovaným razícím štítem) |
| P1 Percussive Moling (vibrační průpich/„krtkování“) P2 Pipe Ramming (beranění/protlačování trub/trubek) | S1 Pipejacking Systems (prosté štítování, protlačovací systémy) S2 Microtunnelling Systems (mikrotunelovací systémy) |
| C.2 Guided Boring and Directional Drilling (řízené vrtání a přímé vrtání) | |
| R1 Fluid-assisted Boring (řízené vrtání s podporou výplachem) R2 Dry Boring (suché vrtání, vrtání „na sucho“) | R3 Drill Pipes (zavrtávání potrubí) R4 Tracing and Guidance Ancillaries (vrtání užitím směrově řízeného zařízení) |
| D „Přímé BT“ – DOPLNĚK²¹⁾ | |
| Q Instalace optického kabelu do „chráničky“ vzniklé vyhořením duše DK – dálkového telekomunikačního kabelu T1 MCS – Road (ukládání optických kabelů do drážky pod obrusnou vrstvu komunikace či chodníku) T2 MCS – Drain (dtto do kanalizace napínáním) | W1 Ukládání IS na/do mostní(ch) konstrukce(i) mostů silničních/ speciálních či víceúčelových (př. lávky pro pěší, cyklisty apod.) W2 Potrubní mosty, trubní most (včetně řetězovek a věšadel) W3 Nadchodníkové a fasádové kolektory včetně SMST, viz obr. 3.5 |

| | |
|--|--|
| <p>kabelů pod stropem kanalizace)</p> <p>T3 S.L.I.M. (dtto do kanalizace kabelu upevněním do stropu kanalizace pomocí robotu)</p> <p>T4 TCM (dtto – další jiné firemní verze)</p> <p>T5 TROLINING – COMBI (dtto do kanalizace – do prostoru mezi prelinerem a inlinerem s nopy)</p> <p>T6 ICPP (Instaling Cable in Pressurized Pipelines; instalace kabelu do tlakového potrubí)</p> <p>T7 ADL (Aided Dielectric Load; instalace speciálních optických kabelů navijením na vedení VN a příp. VVN)</p> <p>U1 Utěsnění a zpevnění potrubí zevnitř (injektáží, spárováním, špachtlováním, omítnutím, nátěrem, impregnačí vnitřního povrchu apod.; použitím vnitřních rozpínacích manžet apod.)</p> <p>U2 Prosté vyčištění potrubí (postačuje-li k obnově provozuschopnosti potrubí)</p> <p>V1 Kolektory podpovrchové (mělce ražené)</p> <p>V2 Kolektory hlubinné (koridorové, ražené)</p> <p>V3 Univerzální multikanály (mělce ražené)</p> <p>V4 Montážní kanály, energotunely (ražené)</p> | <p>W4 Ukládání IS na podpěrné konstrukce, zabudované v nábrežních zdech vodních toků//vodních ploch či na zdech staveb</p> <p>W5 Samonosné venkovní shybky</p> <p>W6 Samonosné venkovní chráničky</p> <p>W7 Nadzemní potrubní trasa (s podpěrami různých typů)</p> <p>W8 Venkovní trasa VVN, VN, NN, VO, telekomunikačních kabelů, sítě místního rozhlasu kabelové televize (trasa stožárová, kombinovaná)</p> <p>W9 Prosté ukládání na povrchu terénu (provizorní)</p> <p>W10 Ukládání kabelů a potrubí na dno moře, vodní nádrže, vodního toku apod.</p> <p>W11 Cable and pipeline plough-lining (ukládání pluhováním)</p> |
| <p>E. „NEPŘÍMÉ BT“²¹⁾, klasifikace BT s užitím ochranných konstrukcí různých typů sdružených tras IS či s užitím dalších typů ochranných konstrukcí IS:</p> | |
| <p>X1 Klasické (hloubené) kolektory</p> <p>X2 Technické chodby (typové, kombinované improvizované)</p> <p>X3 Univerzální multikanály, univerzální kabelovody (např. typu Carson-Brooks, v ČR pod názvem SITEL)</p> <p>X4 Minipařížský způsob ukládání IS (např. užitím multikanálu BIRCO)</p> <p>X5 Pařížský způsob ukládání IS (do předdimenzovaného profilu kanalizace či profilu zatrubněné vodoteče)</p> <p>X6 Podchodníkové technické kanálky (např. typu INTERPROJEKT či EUREKA apod.)</p> | <p>X7 Improvizované podchodníkové technické kanálky</p> <p>X8 Technicko-komunikační koridory</p> <p>X9 Ukládání IS do volného prostoru podzemních staveb (např. metra, podchodů, suterénů staveb apod.)</p> <p>X10 Sdružené chráničky IS</p> <p>Y1 Klasické chráničky IS</p> <p>Y2 Klasické kabelovody</p> <p>Y3 Montážní kanály IS</p> |

Zdroj: [9]

Tabulka 0.5 Přehled BT pro jednotlivá síťová odvětví a pro sružení trasy IS

| Síťové odvětví druh IS | Uplatňované BT / Použitelné BT | | | |
|--|--|--|--|-----------------------------------|
| | „přímé“ ⁽¹⁾ | | „nepřímé“ ⁽¹⁾ | |
| | v intravilánu ⁽²⁾ | v extravilánu ⁽²⁾ | v intravilánu ⁽²⁾ | v extravilánu ⁽²⁾ |
| Vodárenství (včetně zemědělských závlahových systémů) Vodovodní řady | A, C, D, E, G, H, I ⁽⁴⁾ , J ⁽⁴⁾ , O1 ⁽⁶⁾ , O2 ⁽⁶⁾ , O3 ⁽⁷⁾ , O4, O5 ⁽⁸⁾ , O6 ⁽⁹⁾ , P1 ⁽¹⁰⁾ , P2 ⁽¹¹⁾ , R1 ⁽¹³⁾ , R2 ⁽¹³⁾ , S1 ⁽¹⁶⁾ , S2 ⁽¹²⁾ , U2, V4, W1, W4, W6, W7, W9 | A, C, D, E, G, H, I ⁽⁴⁾ , J ⁽⁴⁾ , O1 ⁽⁶⁾ , O2 ⁽⁶⁾ , O3 ⁽⁷⁾ , O4, P2 ⁽¹¹⁾ , R1 ⁽¹³⁾ , R2 ⁽¹³⁾ , S1 ⁽¹⁶⁾ , S2 ⁽¹²⁾ , U2, W1, W4, W7, W9, W11 ⁽⁷⁾ | X1, X2, X3, X4, X6, X7, X8, X9, X10, Y1, Y3 | X10, Y1, Y3 |
| Stokování (odvodňování) Stoky (kanalizační řady) Odvodňovací řady | A ⁽⁴⁾ , B, C ⁽²⁾ , D ⁽²⁾ , F, I, J, K, M1, M2, M3, M4, M5, M6, N1, N2, N3, S1 ⁽¹⁶⁾ , S2, U1, U2, V4 ⁽²⁾ , W1 ⁽²⁾ , W4 ⁽²⁾ , W6 ⁽²⁾ , W7 ⁽²⁾ , W9 ⁽²⁾ | zatím se vyskytují jen omezeně | X1 ⁽⁵⁾ , X2 ⁽⁵⁾ , X3 ⁽⁵⁾ , X4 ⁽⁵⁾ , X6 ⁽⁵⁾ , X8 ⁽⁵⁾ , X9 ⁽⁵⁾ , X10 ⁽⁵⁾ , Y1 ⁽²⁾ , Y3 ⁽²⁾ | zatím se vyskytují jen omezeně |
| Plynárenství Plynovodní řady | A, C, D, E, G, H, I ⁽⁴⁾ , J ⁽⁴⁾ , P1 ⁽¹²⁾ , P2 ⁽¹²⁾ , R1 ⁽¹³⁾ , R2 ⁽¹³⁾ , S1 ⁽¹⁶⁾ , S2 ⁽¹²⁾ , U2, W1, W4, W5, W6, W7 | A, C, D, E, G, H, I ⁽⁴⁾ , J ⁽⁴⁾ , P1 ⁽¹²⁾ , P2 ⁽¹²⁾ , R1 ⁽¹³⁾ , R2 ⁽¹³⁾ , S1 ⁽¹⁶⁾ , S2 ⁽¹²⁾ , U2, W1, W4, W5, W6, W7, W10 ⁽⁷⁾ , W11 ⁽⁷⁾ | X1, X2, X3, X4, X5, X6, X8, X10, Y1, Y3 | X10, Y1 |
| Teplárenství Vedení tepelných sítí | P1 ⁽¹²⁾ , P2 ⁽¹²⁾ , R1 ⁽¹²⁾ , R2 ⁽¹²⁾ , S1 ⁽¹²⁾ , S2 ⁽¹²⁾ , V4, W1, W4, W6, W7, W9 | P1 ⁽¹²⁾ , P2 ⁽¹²⁾ , R1 ⁽¹²⁾ , R2 ⁽¹²⁾ , W1, W5, W7, W9 | X1, X2, X3, X6, X8, X9, X10, Y1, Y3 | X10, Y1, Y3 |
| Elektroenergetika Vedení silová (přenosu a rozvodu elektrické energie) | P1 ⁽¹²⁾ , P2 ⁽¹²⁾ , R1 ⁽¹²⁾ , R2 ⁽¹²⁾ , S1 ⁽¹²⁾ , S2 ⁽¹⁷⁾ , V4, W1, W6, W8 | P1 ⁽¹²⁾ , P2 ⁽¹²⁾ , R1 ⁽¹²⁾ , R2 ⁽¹²⁾ , S1 ⁽¹²⁾ , W1, W8, W10 ⁽⁷⁾ , W11 ⁽⁷⁾ | X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8, X9, X10, Y1, Y2, Y3 | X10, Y1 |
| Telekomunikace Telekomunikační vedení | C, P1 ⁽¹²⁾ , P2 ⁽¹²⁾ , R1 ⁽¹²⁾ , R2 ⁽¹²⁾ , S1 ⁽¹²⁾ , S2 ⁽¹²⁾ , T1, T2, T3, T4, T5, T6, W1, W4, W6, W8 | C, P1 ⁽¹²⁾ , P2 ⁽¹²⁾ , R1 ⁽¹²⁾ , R2 ⁽¹²⁾ , S1 ⁽¹²⁾ , S2 ⁽¹²⁾ , L, T1, T6, U2, W1, W4, W8, W10 ⁽⁷⁾ , W11 ⁽⁷⁾ | X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8, X9, X10, Y1, Y2, Y3 | X10, Y1 |
| Doprava surovin, produktů a odpadů potrubím Produktovody Odpadní potrubí | A ⁽³⁾ , B ⁽³⁾ , C ⁽³⁾ , D ⁽³⁾ , E ⁽³⁾ , F ⁽³⁾ , H ⁽³⁾ , I ⁽⁴⁾ , J ⁽⁴⁾ , M1 ⁽⁴⁾ až M6 ⁽⁴⁾ , N1 ⁽⁴⁾ až N3 ⁽⁴⁾ , P1 ⁽¹²⁾ , P2 ⁽¹²⁾ , R1 ⁽³⁾ , R2 ⁽³⁾ , S1 ⁽¹²⁾ , S2 ⁽¹²⁾ , W1, 3W4, W7, W9 | A ⁽³⁾ , B ⁽³⁾ , C ⁽³⁾ , D ⁽³⁾ , E ⁽³⁾ , F ⁽³⁾ , H ⁽³⁾ , I ⁽⁴⁾ , J ⁽⁴⁾ , M1 ⁽⁴⁾ až M6 ⁽⁴⁾ , N1 ⁽⁴⁾ až N3 ⁽⁴⁾ , P1 ⁽¹²⁾ , P2 ⁽¹²⁾ , R1 ⁽³⁾ , R2 ⁽³⁾ , S1 ⁽¹²⁾ , S2 ⁽¹²⁾ , W1, W7, W9, W10 ⁽⁷⁾ , W11 ⁽⁷⁾ | X10, Y1 | X10, Y1 |
| Sružené trasy IS Ochranné konstrukce IS (typy sružených tras IS) | R1 ⁽¹⁵⁾ , R2 ⁽¹⁵⁾ , S1 ⁽¹⁵⁾ , S2 ⁽¹⁵⁾ , V1, V2, V3, W1, W2, W3, W4, W6, W8 | R1 ⁽¹⁵⁾ , R2 ⁽¹⁵⁾ , S1 ⁽¹⁵⁾ , S2 ⁽¹⁵⁾ , W1, W8, W10 ⁽⁷⁾ , W11 ⁽⁷⁾ | X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8, X9, X10 | X10 |

Zdroj: [9]

Vysvětlivky k Tab. 0.4 a Tab. 0.5 [9]

- 1 „Přímé“ BT, ty, které nabízí klasifikace ISTT a další, jako logický DOPLNĚK a KOMPLETACE o tzv. „Nepřímé“ BT, tj. ty, které logicky vyplývají z klasifikace způsobů ukládání IS, viz tab. 3.1
- 2 Rozlišením území aplikace BT na intravilán a extravilán je fakticky zaváděno rozlišení IS podle jejich kategorizace (ČSN 73 6005).
- 3 Zachováno originální označení BT podle ISTT z důvodu známého rizika nepřesností překladu; s ohledem na snahu postupné nápravy terminologických nepřesností v úseku BT je separátně níže uváděná česká verze již alespoň částečně upravena.
- 4 Např. instalace chráničky/svazku chrániček pro optický kabel/kabely do potrubí vyřazeného z provozu.
- 5 V případě tlakové či podtlakové kanalizace.
- 6 Jen v některých případech.
- 7 Jen omezeně a s riziky.
- 8 Jen pro malé DN.
- 9 Pro DN 100 až D 500 i více.
- 10 Pro DN < cca DN 300.
- 11 Pro menší DN a kratší vzdálenosti.
- 12 Pro malé profily DN 12 až cca DN 25.
- 13 Pro DN < DN 200 včetně a na kratší vzdálenosti.
- 14 Pro DN < DN 2000 a na kratší vzdálenosti.
- 15 Pro instalaci chráničky (podchody překážek).
- 16 Velikosti aplikovaného DN a délky úseku jsou závislé na geologických podmínkách, na parametrech užitého stroje, na pevnostních parametrech materiálu potrubí apod.
- 17 Např. při odlehčení systému jednotné kanalizace o podíly srážkových vod (např. z areálů), či pro tlakovou kanalizaci apod.
- 18 Např. aplikace sdružené chráničky či ochranné konstrukce jiného typu sdružené trasy IS.
- 19 Spíše pro relativně krátké úseky a menší DN.
- 20 Pro instalaci chráničky či montážního kanálu.
- 21 ISTT klasifikace není kompletní, a proto je nezbytné ji jednak doplnit prostým způsobem (viz D „Přímé BT“ – doplněk) a dále s přihlédnutím ke způsobům ukládání IS je nezbytné klasifikaci BT dále zcela logicky kompletovat (viz E „nepřímé BT“; při všem se může v jednotlivých případech jednat též o „přímou BT“, bude-li ochranná konstrukce IS instalována bezvýkopově!). Převážná většina technologických postupů vázaných na konkrétní způsoby ukládání IS do ochranných konstrukcí představuje „nepřímé BT“, tj. „BT s případným časovým posunem“, je-li ochranná konstrukce prvotně instalována klasicky, užitím výkopové rýhy.

Tabulka 0.6 Rozpočet výkopové technologie

| Popis | MJ | Množství celkem | j. cena | Dodávka | Montáž | Cena celkem |
|--|-----|-----------------|----------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Práce a dodávky HSV | | | | | | |
| Zemní práce | | | | 1 121 589,48 | 1 960 852,26 | 3 082 441,74 |
| Rozebrání dlažeb komunikací pro pěší ze zámkových dlaždic | m2 | 672,000 | 45,30 | 0,00 | 30 441,60 | 30 441,60 |
| Odstranění podkladu pl přes 200 m2 živičných tl 100 mm | m2 | 1 008,000 | 35,40 | 0,00 | 35 683,20 | 35 683,20 |
| Hloubení rýh š do 2000 mm v hornině tř. 3 objemu do 5000 m3 | m3 | 1 260,000 | 170,00 | 0,00 | 214 200,00 | 214 200,00 |
| Příplatek za lepivost k hloubení rýh š do 2000 mm v hornině tř. | m3 | 630,000 | 21,40 | 0,00 | 13 482,00 | 13 482,00 |
| Hloubení rýh š do 2000 mm v hornině tř. 4 objemu do 5000 m3 | m3 | 1 260,000 | 244,00 | 0,00 | 307 440,00 | 307 440,00 |
| Příplatek za lepivost k hloubení rýh š do 2000 mm v hornině tř. | m3 | 630,000 | 46,60 | 0,00 | 29 358,00 | 29 358,00 |
| Zřízení příložného pažení a rozeprání stěn rýh hl do 2 m | m2 | 5 376,000 | 89,90 | 52 738,56 | 430 563,84 | 483 302,40 |
| Odstranění příložného pažení a rozeprání stěn rýh hl do 2 m | m2 | 5 376,000 | 15,50 | 0,00 | 83 328,00 | 83 328,00 |
| Svislé přemístění výkopku z horniny tř. 1 až 4 hl výkopu do 2,5 | m3 | 1 260,000 | 67,90 | 0,00 | 85 554,00 | 85 554,00 |
| Vodorovné přem. do 10000 m výkopku/sypaniny z horniny tř. | m3 | 1 587,600 | 254,00 | 0,00 | 403 250,40 | 403 250,40 |
| Poplatek za uložení odpadu ze sypaniny na skládce | t | 2 540,160 | 130,00 | 330 220,80 | 0,00 | 330 220,80 |
| Zásyp jam, šachet rýh nebo kolem objektů sypaninou se | m3 | 1 327,200 | 76,60 | 0,00 | 101 663,52 | 101 663,52 |
| šterkodrt' frakce 0-63 | t | 1 363,100 | 277,00 | 377 578,70 | 0,00 | 377 578,70 |
| Obsypání potrubí ručně sypaninou bez prohození, uloženou do | m3 | 726,327 | 311,00 | 0,00 | 225 887,70 | 225 887,70 |
| šterkopísek (Bratčice) frakce 0-8 | t | 1 491,948 | 242,00 | 361 051,42 | 0,00 | 361 051,42 |
| Vodorovné konstrukce | | | | 76 944,00 | 47 712,00 | 124 656,00 |
| Lože pod potrubí otevřený výkop ze šterkopísku | m3 | 168,000 | 742,00 | 76 944,00 | 47 712,00 | 124 656,00 |
| Komunikace pozemní | | | | 900 547,20 | 237 484,80 | 1 138 032,00 |
| Podklad ze šterkodrtě ŠD tl 160 mm | m2 | 672,000 | 106,00 | 56 313,60 | 14 918,40 | 71 232,00 |
| Podklad z podkladového betonu tř. PB III (C12/15) tl 200 mm | m2 | 1 008,000 | 534,00 | 470 736,00 | 67 536,00 | 538 272,00 |
| Asfaltový beton vrstva obrusná ACO 11 (ABS) tř. I tl 60 mm š do 3 m z nemodifikovaného asfaltu | m2 | 1 008,000 | 377,00 | 340 704,00 | 39 312,00 | 380 016,00 |
| Kladení zámkové dlažby pozemních komunikací tl 100 mm skupiny A pl přes 300 m2 | m2 | 672,000 | 221,00 | 32 793,60 | 115 718,40 | 148 512,00 |
| Trubní vedení | | | | 34 238,40 | 416 089,60 | 3 279 448,00 |
| Montáž potrubí z trub litinových hrdlových s integrovaným těsněním otevřený výkop DN 150 | m | 1 680,000 | 175,00 | 16,80 | 293 983,20 | 294 000,00 |
| trubka vodovodní tlaková Gerofit PE 100 RC | m | 1 680,000 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Tlaková zkouška vodou potrubí DN 150 nebo 200 | m | 1 680,000 | 16,40 | 2 469,60 | 25 082,40 | 27 552,00 |
| Proplach a desinfekce vodovodního potrubí DN 150 nebo 200 | m | 1 680,000 | 49,70 | 8 232,00 | 75 264,00 | 83 496,00 |
| Zabezpečení konců potrubí DN do 300 při tlakových | kus | 8,000 | ##### | 23 520,00 | 21 760,00 | 45 280,00 |
| Ostatní konstrukce a práce, bourání | | | | 0,00 | 31 920,00 | 31 920,00 |
| Očištění vybouraných zámkových dlaždic s původním spárováním z kameniva těžného | m2 | 672,000 | 47,50 | 0,00 | 31 920,00 | 31 920,00 |
| Přesun sutě | | | | 61 120,08 | 46 049,67 | 107 169,75 |
| Vodorovná doprava sutě ze sypkých materiálů do 1 km | t | 357,168 | 40,10 | 0,00 | 14 322,44 | 14 322,44 |
| Příplatek ZKD 1 km u vodorovné dopravy sutě ze sypkých | t | 3 214,512 | 9,87 | 0,00 | 31 727,23 | 31 727,23 |
| Poplatek za uložení odpadu z asfaltových povrchů na skládce (skládkovné) | t | 182,448 | 335,00 | 61 120,08 | 0,00 | 61 120,08 |
| Přesun hmot | | | | 0,00 | 58 001,18 | 58 001,18 |
| Přesun hmot pro trubní vedení z trub litinových otevřený | t | 125,816 | 461,00 | 0,00 | 58 001,18 | 58 001,18 |
| Celkem | | | Σ | 2 194 439,16 | 2 798 109,51 | 4 992 548,67 |