

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

**FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**

**KATEDRA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ A ENVIRONMENTÁLNÍHO  
MODELOVÁNÍ**

**POUŽITÍ BEZVÝKOPOVÝCH TECHNOLOGIÍ**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**VEDOUCÍ PRÁCE: Ing. Marcela Synáčková, CSc**

**BAKALANT: Kateřina Klepáčková DiS.**

**2014**

---

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**  
Katedra vodního hospodářství a environmentálního  
modelování  
Fakulta životního prostředí

# **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

Klepáčková Kateřina

Územní technická a správní služba - kombinované Karlovy Vary

Název práce

**Použití bezvýkopových technologií**

Anglický název

**Using trenchless technology**

---

## **Cíle práce**

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

## **Metodika**

Zásady pro zpracování:

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

## **Harmonogram zpracování**

červen – červenec 2013: Seznámení se s literaturou, studium literárních podkladů;

červenec – září 2013: Terénní šetření. Získání dat;

říjen – listopad 2013: Vyhodnocení dat;

leden- únor 2014: První verze bakalářské práce;

březen 2014: Finální verze bakalářské práce.

## Rozsah textové části

40 stran textu

## Klíčová slova

potrubí, výstavba, bezvýkopové metody,

## Doporučené zdroje informací

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

## Vedoucí práce

Synáčková Marcela, Ing., CSc.

Elektronicky schváleno dne 7.1.2014

**prof. Ing. Pavel Pech, CSc.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 22.1.2014

**prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.**

Děkan fakulty

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením Ing. Marcely Synáčkové, CSc. a uvedla jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpala.

V Královském Poříčí dne 15. 4. 2014

Kateřina Klepáčková

**Poděkování:**

Tímto děkuji Ing. Marcele Synáčkové, CSc. za poskytnuté rady, ochotu a vstřícný přístup. Rovněž děkuji Vodohospodářské společnosti Sokolov, s.r.o. jmenovitě Miroslavu Sýkorovi za umožnění osobní prohlídky stavby a předání cenných informací z praxe.

V Královském Poříčí dne 15. 4. 2014

**Abstrakt:**

Tato práce se zabývá problematikou bezvýkopových technologií. Práce je rozdělena na dvě části – teoretickou a praktickou část. V teoretické části práce jsou shrnuty základní bezvýkopové technologie pro novou pokládku a rekonstrukci vodovodního potrubí. Pro volbu vhodné technologie jsou stanovena a stručně popsána základní hlediska.

Praktická část bakalářské práce je zaměřena na konkrétní pokládku nového vodovodního potrubí. Jsou navrženy vhodné metody provádění a ty jsou vyhodnoceny ve vztahu k ekonomické výhodnosti stavby a vlivu na životní prostředí.

**Klíčová slova:** potrubí, výstavba, sanace, bezvýkopové technologie, pluhování

**Abstract:**

This thesis deals with the problematics of trenchless technologies. It is divided into two parts – theoretical and practical. Theoretical part summarizes basic trenchless technologies for laying of new and reconstruction of existing water pipes. To choose an appropriate technology there are determined and briefly described basic aspect.

The practical part of the thesis is focused on particular laying of new water pipes. Thesis suggests applicable execution methods and these are evaluated based on building economy and environmental impact.

**Keywords:** pipe line, construction, rehabilitation, trenchless technologies, ploughing

# Obsah

1. Úvod.....	9
2. Cíle práce .....	10
3. Metodika .....	10
4. Rozdělení bezvýkopových technologií .....	12
4.1 Nová pokládka .....	13
4.1.1 Neřízené metody bez obsluhy na čelbě .....	13
4.1.2 Řízené metody bez obsluhy na čelbě .....	15
4.1.3 Metody s obsluhou na čelbě.....	17
4.1.4 Ostatní metody .....	19
4.2 Rekonstrukce sítí.....	19
4.2.1 Renovace.....	19
4.2.2 Obnova.....	23
4.2.3 Opravy.....	25
5. Postupy při volbě metody bezvýkopové technologie.....	27
5.1 Hlediska při návrhu nové pokládky .....	28
5.2 Hlediska při volbě typu rekonstrukce .....	28
5.3 Důležitá hlediska pro provádění .....	28
6. Konkrétní případ použití BT .....	33
6.1 Popis lokality – Obec Kamenice.....	33
6.1.1 Vodní zdroj .....	33
6.1.2 Vodovod v obci.....	34
6.2 VDJ Kostelní Bříza .....	34
6.3 Identifikační údaje stavby .....	34
6.4 Projektové řešení stavby .....	35
7. Návrh variant provádění.....	36
7.1 Výkopová technologie .....	38
7.2 Nekonečné pluhování.....	39
7.3 Směrové vrtání .....	41
8. Posouzení variant provádění .....	42
8.1 Hodnocení ekonomické výhodnosti.....	42
8.1.1 Hodnotící kritéria .....	42
8.1.2 Sestavení pořadí.....	43
8.1.3 Hodnocení vhodných metod .....	44
8.2 Hodnocení vlivu na životní prostředí.....	44

8.2.1	Hodnotící kritéria .....	44
8.2.2	Hodnocení a sestavení pořadí .....	46
8.3	Vyhodnocení .....	47
9.	Diskuze .....	49
10.	Závěr .....	51
11.	Přehled literatury a použitých zdrojů .....	53



## 1. Úvod

První zmínka o vodovodu na území ČR, pochází z roku 1150, kdy byl vybudován první vodovodní řad z Jezerky na Vyšehrad. (Havlík, 2007). Během staletí docházelo k postupnému vývoji a nejvýznamnější rozvoj budování veřejných vodovodů v ČR byl zaznamenán až v druhé polovině 20. století.

Nutno podotknout, že vedení budované v minulém století, především v 2. polovině minulého století postupně stárne a blíží se k hranici své životnosti nebo je již za hranicí. Doba životnosti materiálu použitého potrubí je udávána od 25 - 100 let dle materiálu. Stáří a kvalita potrubí je ale pouze jedním z mnoha faktorů vzniku poruchy. Dalším faktorem může být nedodržení dané technologie při výstavbě a v neposlední řadě i provozní příčina. Vlastník vedení, resp. jeho provozovatel musí na vzniklou situaci reagovat, vyhodnotit rozsah poškození, místní podmínky a zvolit vhodnou technologii provedení rekonstrukce nebo pokládky.

Zavedenou a osvědčenou technologií pro provádění pokládky nového vedení nebo jeho rekonstrukci byla vždy klasická výkopová technologie. Osvědčenost klasické metody převažovala nad použitím bezvýkopových technologií. Ty byly v ČR v 90 letech minulého století novinkou a byly odbornou veřejností vnímány spíše jako nové, rizikové a mnohdy nedostatečně ověřené metody.

Umístění nového vedení nebo stávajícího vedení určeného k rekonstrukci, okolní zástavba, podmínky vlastníků pozemků a rostoucí nároky na podmínky pro výstavbu ztěžují použít klasickou výkopovou technologii a vlastníci vedení, resp. provozovatelé začínají vyhledávat možnosti „nových“ a v dnešní době již ověřených bezvýkopových technologií.

Základní přehled bezvýkopových technologií je uveden v ČSN EN 12889 Bezvýkopové provádění stok a kanalizačních přípojek. Technologie lze rozdělit podle potřeby korekce směru na metody řízené a neřízené a na metody s obsluhou na čelbě a bez ní. Cílem práce bude rozdělení bezvýkopových technologií vhodných pro použití nové pokládky nebo rekonstrukce vodovodního řadu.

Výběr vhodné technologie ať již nové pokládky nebo rekonstrukce nelze posuzovat pouze z jednoho hlediska. Je nutné vzít v úvahu a posoudit všechny související ohledy a stanovit základní kritéria, která mohou být vlastníkoví, resp. provozovateli vedení vodítkem k výběru vhodné technologie.

## **2. Cíle práce**

Cílem této práce je popsat základní postupy při volbě provádění pokládky vodovodního potrubí a jeho rekonstrukce pomocí bezvýkopové technologie. Pro naplnění cílů je nutné v první řadě rozdělit a stručně popsat současné bezvýkopové technologie. Definovat jejich možnosti použití a výhody a nevýhody. Stanovit a stručně popsat základní hlediska pro volbu vhodné technologie. V druhé části práce na konkrétním případě pokládky nového vodovodního potrubí navrhnout vhodné varianty řešení s ohledem na požadavky provozovatele a vlastníka stavby. Vybrané metody posoudit z hlediska ekonomické náročnosti a vyhodnotit jejich vliv na životní prostředí. Na základě posouzení navrhnout vhodnou metodu.

## **3. Metodika**

Pro zpracování tématu bakalářské práce bylo nutné si v úvodu rozšířit znalosti v dané problematice. Díky své desetileté praxi ve vodárenském oboru jsem mohla čerpat z vlastních zkušeností a znalostí, které jsem doplnila studiem dostupné odborné a technické literatury, norem, zákonů a vyhlášek týkajících se zmíněného oboru.

Dalším zdrojem informací pak byly internetové portály společností, jež se bezvýkopovou technologií zabývají.

Ty byly společně s použitou literaturou zdrojem ke zpracování přehledu bezvýkopových technologií nové pokládky a rekonstrukce vodovodního potrubí. Pro ukázkou principu technologie jsem z dostupné literatury použila jednoduchý zakres metody.

Pro stanovení hledisek, které jsou základním vodítkem při volbě použití bezvýkopových technologií, jsem využila svých projekčních zkušeností a dostupné literatury a pro upřesnění jsem oslovila vlastníka, provozovatele vodovodů a projektanty, jež se problematikou zabývají a mají dostatečné zkušenosti s posouzením a výběrem technologie výstavby nebo rekonstrukce vodovodních řadů.

Pro konkrétní případ nové pokládky potrubí jsem oslovila Vodohospodářskou společnost Sokolov, s.r.o., která mi poskytla základní informace o záměru, projektovou dokumentaci stavby, provozní řády obou obcí, umožnila mi osobní prohlídku místa pokládky a následně dodala ekonomické podklady.

Pro návrh vhodných metod jsem použila dle požadavku provozovatele ekonomickou výhodnost nabízené metody. Návrh jsem rozšířila o vliv na životní prostředí. Ekonomickou výhodnost nabízené metody jsem posuzovala na základě nabídkových cen z internetových portálů společností, jež se technologií zabývají. Získané informace a podklady jsem porovnávala s hodnotícími kritérii a navrhla nejvýhodnější metodu. Vliv na životní prostředí jsem posuzovala pomocí dostupné literatury a internetových portálů společností, jež technologie provádí.

Použitý mapový podklad jsem zpracovala pomocí Geografického informačního systému města Sokolov.

Dále jsem se zabývala problematikou povolování vodohospodářských staveb, resp. vodovodního vedení. K tomuto tématu jsem navštívila Městský úřad Sokolov, odbor životního prostředí a získané informace si ověřila v zákonech, jež se problematiky týkají. Komentář k problematice povolování staveb je součástí diskuze.

V závěru bakalářské práce jsou všechny poznatky vyhodnoceny a shrnuty.

## 4. Rozdělení bezvýkopových technologií

Bezvýkopová technologie je způsob pokládky nových inženýrských sítí, jejich rekonstrukcí a oprav, kdy je minimalizována potřeba provádění výkopů.

Při provádění této technologie není prováděna rýha v celé trase pokládky nebo rekonstruovaného vedení, ale pouze v manipulačních místech, kde jsou v minimálním rozsahu vytvářeny pracovní jámy. Pracovní jámy zajišťují přístup k vedení obvykle na začátku a na konci pokládaného nebo rekonstruovaného úseku. (Vodovod.info, 2014)

Bezvýkopové technologie se uplatňují především v intravilánech měst a obcí, v oblastech zatížených automobilovou a pěší dopravou a v místech přítomnosti stávajících podzemních inženýrských sítí. Jsou vhodné k překonávání překážek typu nepřístupné pozemky, frekventované komunikace, pod památkami, pod vodním tokem a železnicí. (ISST, 2014)

Svým charakterem plně zastupují klasické výkopové práce všude tam, kde je jejich aplikace technicky, legislativně a hlavně ekonomicky obtížně realizovatelná. (Sebak, 2014)

Výhody bezvýkopových technologií spočívají v minimalizaci zemních prací, v minimálních nárocích na přesun zemin a jejich skládkování, omezení zátěže životního prostředí způsobené především hlukem a prachem, minimální zásah do povrchové infrastruktury (chodníků, komunikací, zeleně), pokud možno zachování plné funkčnosti pozemních komunikací. (Bocr, 2014)

Bezvýkopové technologie pokládky a rekonstrukce vodovodních řadů lze rozdělit dle několika hledisek. Pro použití této práce se zaměřím na rozdělení dle charakteru stavby na:

- novou pokládku,
- rekonstrukci (renovace, obnova, oprava).

Podle ČSN EN 12889/2001 Bezvýkopové provádění stok a kanalizačních přípojek dělení na:

- metody s obsluhou na čelbě a bez ní,
- metody řízené a neřízené.

Tab. 1 - Základní členění bezvýkopových technologií vycházející z ČSN EN 12889 (Franczyk et al., 2012)

Nová pokládka		
Bez obsluhy na čelbě		S obsluhou na čelbě
Neřízené	Řízené	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• propichování</li> <li>• vodorovné beranění</li> <li>• horizontální vrtání</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mikrotunelování</li> <li>• řízené horizontální vrtání</li> <li>• směrové vrtání</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• protlačování</li> <li>• štítování</li> <li>• ruční ražba</li> </ul>

Rekonstrukce sítí		
Renovace	Obnova	Opravy
<ul style="list-style-type: none"> <li>• vyvločkování souvislým potrubím</li> <li>• vyvločkování spirálou</li> <li>• nástřikové materiály</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vytlačování</li> <li>• burstlining</li> <li>• pipe eating</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kontaktní injektáž</li> <li>• utěšňování</li> <li>• lokální opravy</li> <li>• zaplavování</li> </ul>

## 4.1 Nová pokládka

Stavba vodovodního řadu je definována zákonem č. 254/2001 Sb. o vodách jako vodní dílo. Novou pokládkou se rozumí vybudování nového vedení v nové trase.

### 4.1.1 Neřízené metody bez obsluhy na čelbě

Principem metod bez obsluhy je, že se v prostoru potrubí ani v prostorech razícího stroje nenachází žádná pracovní četa. Ke vstupu pracovníků do potrubí dochází pouze v mimořádných případech a za určitých podmínek.

Uplatnění neřiditelných metod je především tam, kde není nutná korekce vrtaného směru. To omezuje jejich použití při pokládkách, kde je nutné dodržet přesnost instalace a při pokládkách na větší vzdálenost. (Franczyk et al., 2012)

Výhodou neřízených metod bez obsluhy na čelbě je jednoduchá konstrukce souprav a jejich nízké pořizovací náklady. Soupravy jsou nenáročné na obsluhu, mohou být rychle přemístěny ze stavby na stavbu, smontovány a demontovány. Jejich použitelnost je však omezena dosažitelností délky protlaku, průměru zatlačovaných trub, geologických a hydrogeologických podmínek v trase a požadované přesnosti zatlačování.

Nevýhodou jejich použití je vytlačování nadloží. (Klepsatel, Raclavský, 2007)

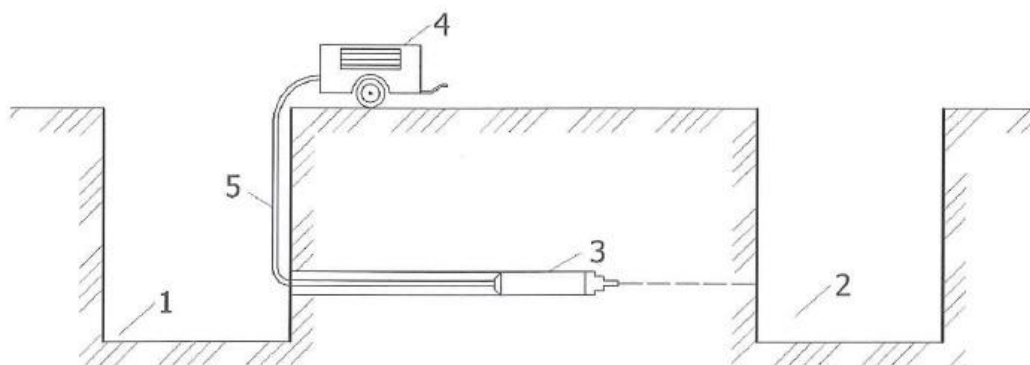
### 1) Propichování (Earth moling)

Principem metody propichování je pokládka potrubí pomocí pneumaticky rázově poháněného kladiva. Ze startovací jámy je postupně zaváděno toto kladivo do zeminy, ve které je v přímém směru, formou roztlačování zeminy do stran, vytvářen otvor pro zatažení nového potrubí. (Bezrouk et al., 2008)

Potrubí se ukládá buď současně se zařízením, nebo dodatečným zatažením. Podmínkou dodatečného zatažení je dostatečně samonosná půda.

Výhodou metody je cenová dostupnost, snadná manipulace, malé nároky na manipulační plochy, rychlost provádění a minimální přerušení provozu.

Nevýhodou mimo již uvedeného je použití metody pro malé průřezy do cca 200 mm. (Franczyk et al., 2012)



Obr. 1 – Metoda s propichovacím kladivem

1. Startovací jáma, 2. Cílová jáma, 3. Propichovací kladivo (pneumatické kladivo), 4. Kompresor, 5. Přívod tlakového vzduchu (Bezrouk et al., 2008)

### 2) Vodorovné beranění

Se zaslepeným čelem (Blind reaming): Princip metody je v roztlačování půdy upraveným zaslepeným čelem. Provádí se zatlačováním nebo beraněním potrubí ve směru trasy nové pokládky.

Nevýhodou metody se zaslepeným čelem je potřeba velkého záboru a omezení použití metody na průměry do 300 – 500 mm dle místních podmínek. Dále pak existence rázů a jejich vliv na okolí. (Franczyk et al., 2012)

S otevřenou troubou: Provádí se zatlačováním potrubí do země pomocí beranění. U kratších délek pomocí protlačování. Zemina, která je natlačena uvnitř potrubí, se po ukončení prací hydraulicky vytlačí nebo vypláchne, případně vyvrtá. U profilů do

500 mm je možné zeminu vytlačit pomocí stlačeného vzduchu.

Nevýhodou metody je potřeba velkého záboru a možná existence rázů a jejich vliv na okolí. (Franczyk et al., 2012)

### **3) Horizontální vrtání**

Horizontální vrtání se provádí ve vodorovné rovině bez korekce směru v kombinaci se zatlačováním roury. Potřebný prostor pro další postup vytváří vrtná hlava na čele. Ocelová trouba je do země zaháněna pomocí tlačného zařízení. Potřebný výlom provádí na čelbě řezná hlava. Odtěžení je zajišťováno šnekovým vynášením.

Výhodou metody je okamžitá stabilizace vrtu během vrtání. Nevýhodou je omezení délek provádění na cca 50 – 80 m dle místních podmínek a použití průměrů do cca 800 mm. (Franczyk et al., 2012)

#### **4.1.2 Řízené metody bez obsluhy na čelbě**

Řízené metody mají své uplatnění při pokládkách, kde je vyžadována korekce směru při provádění vrtání nebo protlačování. Tato korekce je buďto průběžná nebo v nastavitelných bodech nebo je daná zaměřením vodícího vrtu.

Ideální využití metod je především pro výstavbu dlouhých úseků nebo úseků s předepsanou přesností položení. Nejvyšší přesnosti dosahuje mikrotunelování s tolerancí 10–20 mm na 100 m úseku. (Franczyk et al., 2012)

Podle pracovního principu rozdělil Stein (2003) řízené metody bez obsluhy na čelbě na metody s roztlačováním zeminy a metody s odběrem zeminy.

##### **1) Mikrotunelování**

Principem metody je zatlačování tlačných trub pomocí plně mechanizovaného razícího stroje do zeminového masivu. Trouby se umísťují za razící stroj a jsou zatlačovány tlačným zařízením ve startovací jámě, popřípadě i pomocí mezitlačných stanic.

Řízení směru je zajištěno dálkovým ovládním řídicí hlavy.

S výplachovým odtěžením: Odtěžená zemina je hydraulicky odváděna pomocí proudící kapaliny do usazovací nádrže, kde je separována. Vhodným transportním médiem je voda nebo bentonitová suspenze.

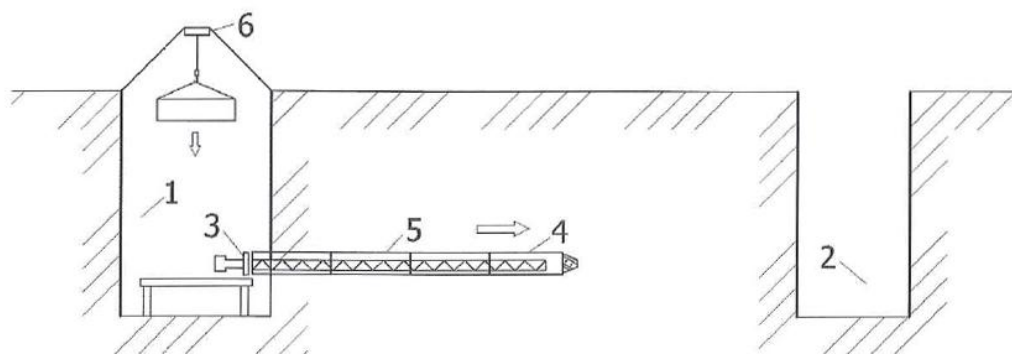
Použití metody je vzhledem k dosahovaným přesnostem vhodné pro pokládku

gravitačních stok a drenážních kolektorů.

Výhodou metody je rychlost provádění a vysoká přesnost. Metodu lze použít i v proměnlivých a obtížných geologických podmínkách.

Nevýhodou je v případě separace výplachu potřeba většího záboru pozemku a vyšší provozní náklady.

Se šnekovým odtěžením: Odtěžení zeminy se provádí v čele vrtnou hlavou a následně transportuje šnekovým dopravníkem do zásobníku umístěného v pracovní jámě. Hlava i šnek jsou poháněny společným agregátem z pracovní jámy. Transport zeminy šnekovým dopravníkem se provádí buď vnitřním profilem protlačovaných trub, nebo speciálním transportním potrubím. Využitím speciálního transportního potrubí se předchází poškození nového vedení. (Klepsatel, Raclavský, 2007)



Obr. 2 – Metoda mikrotunelování se šnekovým odtěžením

1. Startovací jáma, 2. Cílová jáma, 3. Tlačná vrtací stolice, 4. Řízená vrtací hlava, 5. Zatlačované trubky, 6. Doprava trubek (Bezrouk et al., 2008)

## 2) Horizontální vrtání s pilotním vrtem

Základem metody je provedení pilotního vrtu a v případě správné trasy se v dalším kroku provede horizontální vrtání na požadovaný průměr.

Výhodou metody jsou její nízké náklady a v případě vrtání naslepo a zmaření vrtu nedochází k velkým finančním ztrátám.

Nevýhodou je nižší rychlost provádění a vyšší pracnost. (Franczyk et al., 2012)

## 3) HDD – směrové vrtání

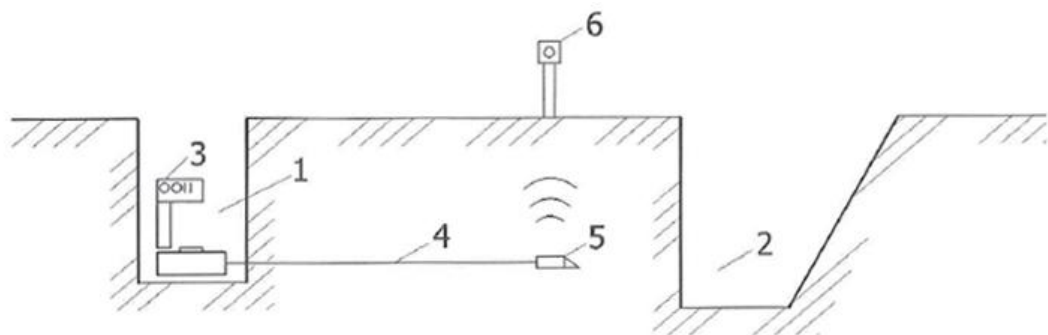
Principem metody je nová pokládka potrubí pomocí vrtné soupravy a elektronického vysílače. Vysílač je umístěn přímo za vrtnou hlavou a pomocí něj dochází k řízení vrtné hlavy po předepsané trase. V první fázi se říditelně provede pilotní vrt



do cílové jámy. Zde se na konec soutyčí namontuje rozšiřovací kónická vrtná hlava s potrubím příslušné délky, které je následně zataženo zpět. (Bayer, 2005)

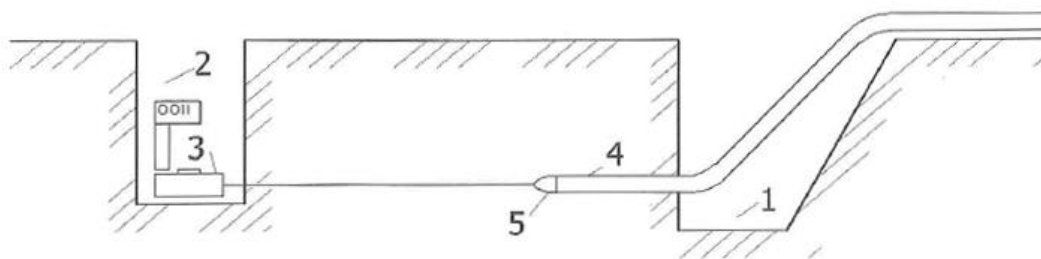
Výhodou metody je rychlost vrtání, jednoduchá manipulace a flexibilita. Díky extrémní pružnosti používaných vrtných tyčí a vysokým krouticím momentům, je možné se během vrtání vyhnout podzemním překážkám.

Nevýhodou je, že při korekci vrtání dochází k zvlnění vrtaného profilu a následnému vybočování, které může způsobit problém u gravitačních vedení, kde je nutné dodržet plynulý spád. (Franczyk et al., 2012)



Obr. 3 – Metoda směrového vrtání

1. Startovací jáma, 2. Cílová jáma, 3. Vrtná soustava, 4. Vrtné soutyčí, 5. Vrtná hlavice/dláto s vysílačem, 6. Přijímač pro data o poloze vrtné soustavy (Bezrouk et al., 2008)



Obr. 4 – Metoda směrového vrtání – postupné zatahování potrubí

1. Startovací jáma, 2. Cílová jáma, 3. Vrátek, 4. Zatahované potrubí, 5. Rozšiřovací hlava (Bezrouk et al., 2008)

### 4.1.3 Metody s obsluhou na čelbě

Při těchto metodách se v podzemí pohybují pracovníci jako součást technologie provádění. Metody protlačování trub a štítování umožňují směrové korekce a jsou tedy říditelné. Ruční ražba neumožňuje měnit směr a jedná se technologii neřízenou. (Franczyk et al., 2012)

### **1) Trubní protlak**

Principem metody je protlačování trub do zeminového masivu hydraulickými válci, umístěnými v pracovní jámě. Zemina v čelbě je rozpojována pod ochranou řezného štítu a následně dopravována ven. Metoda je vhodná k instalaci ocelových chrániček průlezných profilů. (Klepsatel, Raclavský, 2007)

Výhodou metody jsou její nízké provozní náklady a možnost odstranění překážek z čelby. Nevýhodou pak rizika spojená s přítomností lidí v malém profilu na čelbě a velká pracnost. (Franczyk et al., 2012)

### **2) Štít částečně mechanizovaný nebo nemechanizovaný**

Princip metody spočívá v ražení s použitím tunelovacích štítů. Štít je svařovaná konstrukce z ocelového plechu vyztužená příčnými rámy. Zatlačení štítu do zeminy zajišťují hydraulické válce, které jsou umístěny po celém obvodu. (Klepsatel, Raclavský, 2007).

Zemina z otevřené čelby se odtěžuje ručně anebo pomocí částečné mechanizace. Uplatnění metody je především při ražbě hlavních řádů a přivaděčů delších vzdáleností.

Výhodou štítování je větší bezpečnost pracovníků a rychlejší postupy oproti klasické ražbě nebo ručnímu protlačování.

Nevýhodou pak pracnost při nakládání výkopku a možnost deformace nadloží. (Franczyk et al., 2012)

### **3) Ruční ražba**

Principem metody je klasická ručně prováděná ražba s přítomností pracovníků na čelbě. Rozpojování zeminy se provádí ručně pomocí sbíjecích kladiv a za pomoci mechanických nakladačů se dopravuje vozíky nebo dopravníky k těžní jámě.

Zajištění raženého prostoru je provedeno podpěrnou výztuží např. z ocelových profilů či nosníků nebo s využitím nových metod v podobě stříkaného betonu, kotvení, mřížoviny a drátkobetonu. Typ pažení může být různý, např. ocelové celoplošné, betonové, dřevěné a mřížovina. Do vyraženého prostoru je uloženo požadované vedení a zbylý prostor slouží jako kolektor k pochůzkám údržby anebo se zalije výplňovou směsí, např. popílkocementem.

Použití metody je vhodné při stavbě kolektorů vodovodních přivaděčů a kanalizačních sběračů.

Výhodou technologie je její flexibilita způsobená možností doplnění a kombinací s dalšími podpůrnými metodami.

Nevýhodou je její velká pracnost a v případě zhoršení poměrů značné nárůsty nákladů. (Franczyk et al., 2012)

#### **4.1.4 Ostatní metody**

##### **Pluhování**

Princip metody spočívá ve vytvoření rýhy pro pokládku nového potrubí pomocí soupravy tvořené tahačem s hydraulickou kotvou a speciálním pluhovacím strojem.

Výhodou metody je vysoká rychlost pokládky a díky samozavírání rýhy i nízké náklady. (NODIG, 2010)

Raketové pluhování – potrubí o maximální délce 300 m je napojeno na tažný zvon a vtaženo do startovací jámy. Pluhováním je vytvořena dutina, ve které je potrubí vlečeno.

Nekonečné pluhování – přípravou pro nekonečné pluhování je pospojování potrubí v délce pokládaného úseku a jeho položení na povrchu v místě nové trasy. Pluhovací stroj pracuje na principu vytváření rýhy pomocí hnací síly. Potrubí je protaženo skrz úložiště do vytvořené rýhy. Okolní zemina se po projetí pluhu více či méně sesouvá, čímž dochází k samozavírání rýhy a zasypání potrubí. V případě komplikovanějšího podloží zůstává za pluhem vždy vytlačená zemina, která je následně zaválcována. (Merkl, 2008)

## **4.2 Rekonstrukce sítí**

Rekonstrukce sítí je činnost vedoucí ke zlepšení provozních parametrů potrubí a funkčnosti. Potřeba rekonstrukce je dána stářím a poruchovostí potrubí. Rekonstrukce je prováděna nahrazením stávajícího vedení novým buď v původní, nebo nové trase. (Klepsatel, Raclavský, 2007)

### **4.2.1 Renovace**

Cílem renovace je dosáhnout stejných nebo lepších parametrů potrubí, než které mělo stávající. Při renovaci se používají nedestruktivní bezvýkopové technologie,

kdy původní vedení zůstává zachováno, vytvářejí se nové vnitřní povrchy, nebo se nové trouby ukládají přímo do starých. (Vodovod.info, 2014)

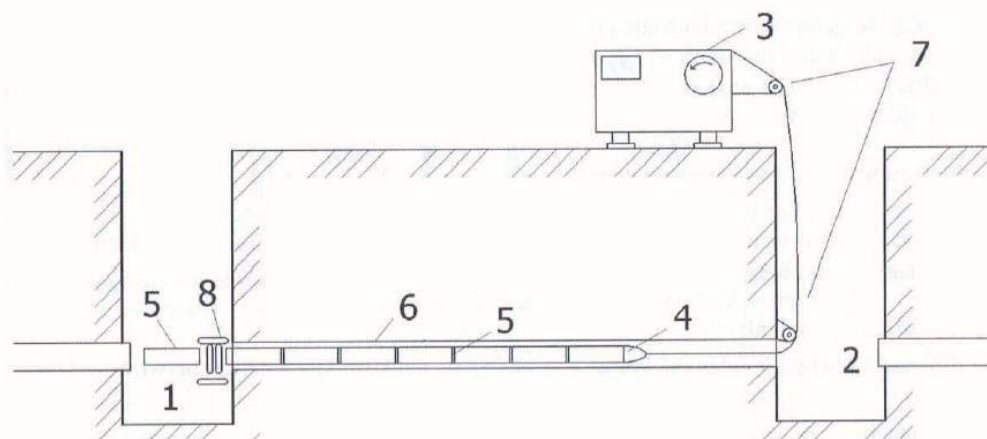
Oproti opravám jsou renovovány celé úseky potrubí a ne jen lokální místa. (Franczyk et al., 2012)

### 1) Vyrožkování souvislým potrubím

Principem metody je zatažení nového potrubí menšího průměru do stávajícího potrubí. Variantně lze zatahovat souvislé potrubí v délce renovovaného úseku nebo trubky v délce 0,5 – 1,0 m, které jsou spojovány v pracovní jámě. Po zatažení vznikne v prostoru mezi novým a starým potrubím tzv. mezikruží, potřebné sousosti lze docílit distančními kroužky nebo injektáží meziprostoru. (Bezrouk et al., 2008)

Výhodou metody je jednoduchost technologie a velký rozsah využití pro různé velikosti potrubí. Nové potrubí je těsné a staticky plně únosné.

Nevýhodou pak je, že potrubí není spojeno s původním materiálem a potřeba provádět vyplnění meziprostoru.



Obr. 5 – Metoda relining

1. Startovací jáma, 2. Cílová jáma, 3. Vrátek, 4. Tažná hlava, 5. Zatahované trubky, 6. Původní potrubí, 7. Vodící kladky, 8. Svařovací agregát, 9. Prostor pro zainjektování potrubí (Bezrouk et al., 2008)

### Zatahování dočasně zdeformovaných trub

Jedná se o tzv. close-fit metody, kdy jsou do renovovaného potrubí zatahovány dočasně zdeformované trubky. Cílem zdeformování trub je minimální zmenšení průřezu a co nejtěsnější přilnutí k lici stávajícího potrubí.

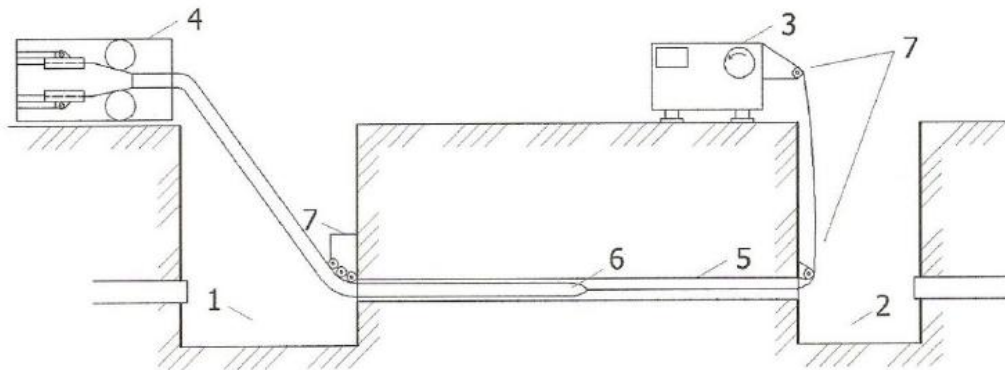
Compact Pipe (C-liners, U-liners) – polyetylenová trouba je tepelně zdeformována ve výrobním procesu do tvaru C, čímž dochází ke zmenšení průměru až o 50%. Na

stavbu je dovážena navinutá na buben. Po zatažení do renovovaného potrubí je do trouby přivedená horká pára, pomocí které se trouba znovu vyrovná do původního tvaru a přilne k povrchu starého potrubí.

Subline - polyetylenová trouba je zdeformována ve výrobním procesu nebo přímo na stavbě do tvaru U. V tomto tvaru je zajištěna pomocí stahovacích pásků. Po zatažení do potrubí se zdeformovaná vložka natlakuje mírným přetlakem vody, dojde k přetržení pásků, vložka se vyrovná dle profilu stávajícího potrubí a přilne ke stávajícímu potrubí.

Rolldown – zdeformování trubky probíhá protahováním přes dvojici klapků. Po zatažení trubky do renovovaného potrubí se oba konce uzavřou a natlakováním vody se trubka vrátí do původního tvaru, čímž přilne ke stávajícímu potrubí.

Swage Lining - trouby jsou přímo na stavbě protahovány vyhřívací komorou a pomocí horkého vzduchu přiváděny do plastického stavu a po protažení redukčním nátrubkem je průměr zmenšen o 10%. Původní tvar získá trouba cca do 24 hod po zatažení do opravovaného potrubí. (Klepsatel, Raclavský, 2007)



Obr. 6 – Metoda Swagelining

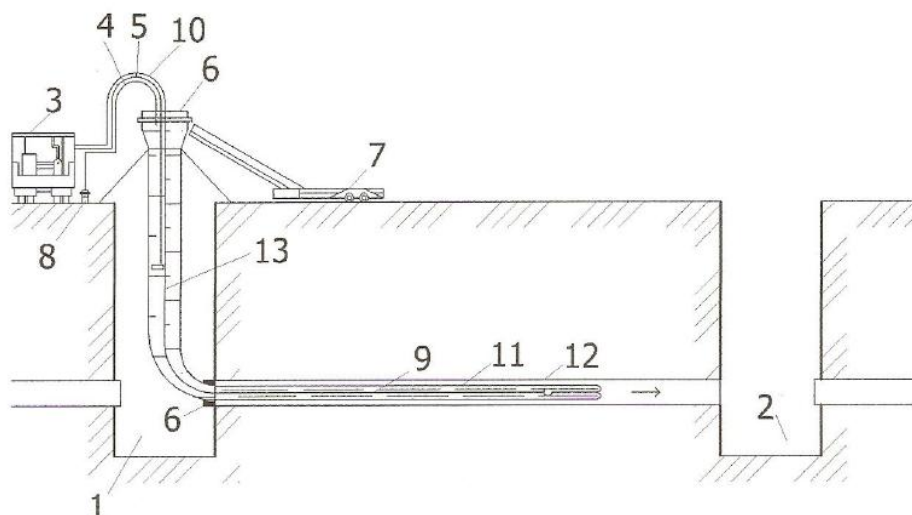
1. Startovací jáma, 2. Cílová jáma, 3. Vrátek, 4. Válcovací stolice, 5. Původní potrubí, 6. Zatahované potrubí, 7. Vodící kladky (Bezrouk et al., 2008)

## 2) Vyrožkování na místě vytvrzovanými hadicemi

Principem metody je zatažení pryskyřicí naimpregnovaného textilního rukávce do vyčištěného potrubí určeného k renovaci. Rukávec je vakuově nasycen pryskyřicí již z výroby a na stavbu je dodáván navinutý na cívce nebo poskládán ve vrstvách. Po zatažení rukávce probíhá proces vytvrzování, nejčastěji recirkulací ohřáté vody popř.

použitím páry nebo UV záření. (GSTT, 2014)

Výhodou metody je rozsah použití pro profily do 2000 mm a dobrá přilnavost k renovovanému potrubí. Nevýhodou může být za jistých podmínek statická neúnosnost potrubí. (Franczyk et al., 2012)



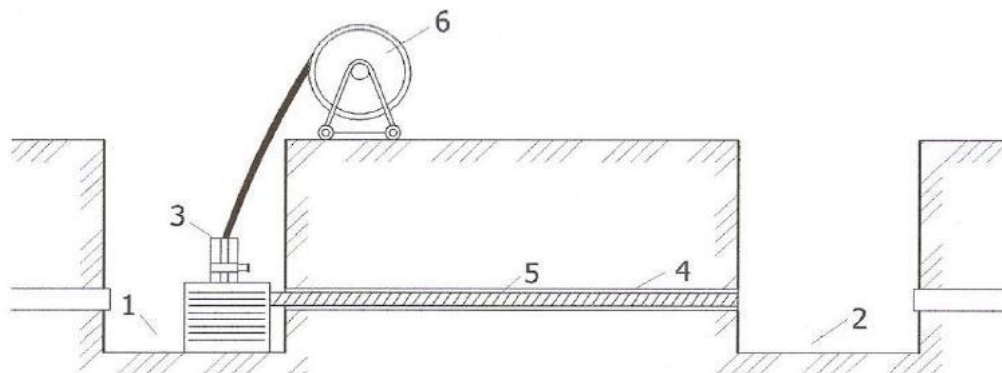
Obr. 7 – Metoda vložkování trubkami vytvrzovanými na místě (hadicový relining)

1. Startovací jáma, 2. Cílová jáma, 3. Čerpací a vyhřívací agregát, 4. Hadice na studenou vodu, 5. Sací vedení, 6. Místo upevnění, 7. Dopravník, 8. Hydrant, 9. Plnění studenou vodou, 10. Hadice na horkou vodu, 11. Sanované potrubí, 12. Zatahovací rukávec, 13. Inverzní trubka (Bezrouk et al., 2008)

### 3) Vyvložkování spirálou

Tato metoda se provádí zasouváním spirálově navíjené vložky do původního potrubí. Vložka je vytvářena přímo na stavbě v pracovní jámě z PE pásů opatřených zámky, popř. jsou pásy svařovány. Prostor mezi starým a novým potrubí se vyplní injektážní směsí, např. cementovou maltou (Bezrouk et al., 2008)

Výhodou metody oproti výše zmíněným metodám je lepší přilnutí k starému potrubí než u zatahování a vyšší statická funkce než u vytvrzování. Nevýhodou pak větší pracnost provádění. (Franczyk et al., 2012)



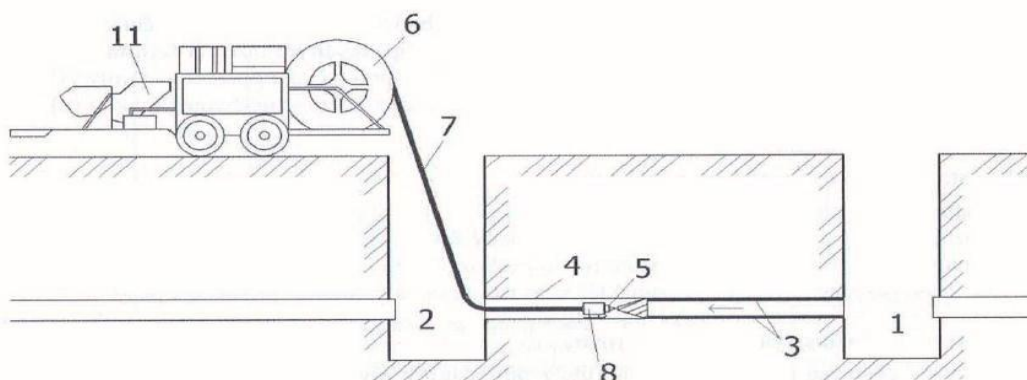
Obr. 8 – Metoda vyvločkování spirálou

1. Startovací jáma, 2. Cílová jáma, 3. Skružovací hlava, 4. Původní potrubí, 5. Navíjené potrubí, (Bezrouk et al., 2008)

#### 4) Nástřikové materiály

Principem metody je aplikace vrstvy cementové malty či dvousložkové epoxidové pryskyřice na vnitřní očištěný povrch potrubí. Aplikace vrstvy probíhá nástřikem vnitřního povlaku vlečeným zařízením s rotující hlavou. Nástřik se provádí po úsecích vymezených startovací a cílovou jámou ve vzdálenosti cca do 150m. (Bezrouk et al., 2008)

Výhodou metody jsou nízké náklady a rychlá realizace. Oba materiály odolávají působení různých agresivních médií. Nevýhodou je relativně rychlý obrus povlaku a v porovnání s vyvločkováním, dojde jen k částečnému statickému zpevnění potrubí. (Franczyk et al., 2012)



Obr. 9 – Metoda cementace

1. Startovací jáma, 2. Cílová jáma, 3. Vrstva stříkané cementové (zoxidované) směsi, 4. Očištěné potrubí k sanaci, 5. Rotační tryska, 6. Buben se sdruženým vedením a hadicí pro dopravu cementové směsi, 7. Sdružené vedení s hadicí, 8. Omítací stroj, 9. Kluzné sáně, 10. Nástavec s hladícím kuželem, 11. Míchačka s čerpadlem cementové směsi (Bezrouk et al., 2008)

#### 4.2.2 Obnova

Obnovou podzemního vedení je myšleno plné nahrazení stávajícího potrubí novým vedením. Důvodem obnovy je špatný technický stav stávajícího vedení nebo nedostatečné provozní hlediska.

Metody obnovy jsou prováděny destruktivní technologií, kdy je stávající roztrháno, rozříznuto, vytaženo nebo rozrušeno.

Podle pracovního principu lze bezvýkopové metody obnovy dělit na vytlačování, burstlining a pipe eaing.

## **1) Vytlačování**

Princip metody spočívá ve vytahování stávajícího potrubí ze zeminy a zároveň zatahování potrubí nového stejného, většího nebo menšího průměru.

Výhodou metody je, že v zemi nezůstanou žádné střepy, úlomky nebo staré vedení a usnadňuje se tím následné napojení přípojek.

Nevýhodou je komplikovanost operace a nutnost likvidace vytaženého materiálu. (Klepsatel, Raclavský, 2007))

## **2) Burstlining**

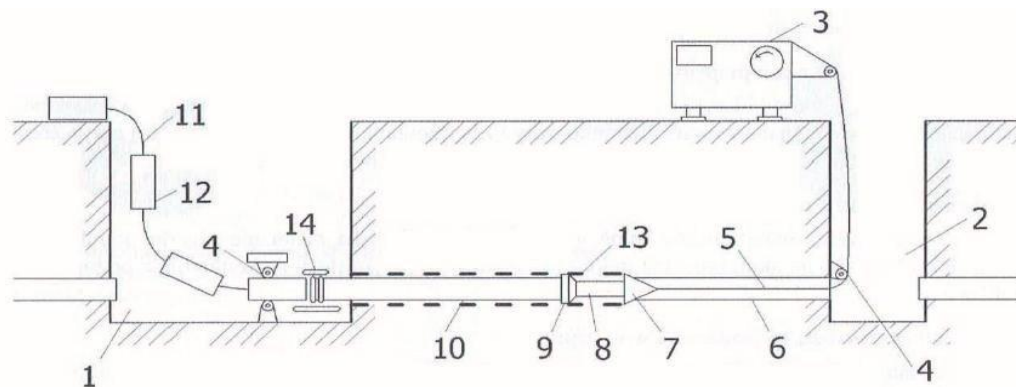
Principem metody je odstranění starého potrubí roztrháním nebo rozříznutím a zároveň zatažení nového potrubí. Metody trhání lze dělit na dynamické trhání a statické trhání.

Dynamické trhání probíhá pomocí pneumatických propichovacích kladiv doplněných o trhací hlavu a rozšiřovací pouzdro. Rozšiřovací pouzdro roztlačuje střepy z trhaného potrubí do okolní zeminy a do takto vytvořeného otvoru je zatahováno nové potrubí stejného nebo většího průměru. Statické trhání zajišťuje trhací hlava společně s expandérem a novým vedením je naváděna do požadovaného směru zatahovacím lanem. Hydraulickým rozpínáním se staré potrubí trhá a střepiny jsou roztlačovány do okolní zeminy.

Výhodou je široký rozsah uplatnění pro původní materiál a profil, rychlost pracovního postupu, jednoduchost a možnost směřování vedení. (Klepsatel, Raclavský, 2007)

Nevýhodou metody je její omezení pouze na kruhové průřezy a zeminy, jež pojmu střepy. Dále pak velká četnost pracovních jam (změny směru a sklonu, napojení přípojek), velká hlučnost, možné ořesy a vytlačování nadloží. (Rameil, 2007)





Obr. 10 – Metoda výměny potrubí roztrháním stávajících trub

1. Startovací jáma, 2. Cílová jáma, 3. Hydraulické tažné zařízení, 4. Směrová kladka, 5. Tažné lano, 6. staré potrubí, 7. Trhací hlavice, 8. Pneumatické kladivo, 9. Rozšiřovací hadice, 10. Zatahované potrubí, 11. Hydraulický rozvod, 12. Nové potrubí, 13. Rozrušené potrubí, 14. Svařovací agregát. (Bezrouk et al., 2008)

### 3) Pipe eating

Principem metody je rozrušování stávajícího potrubí plnoprofilovou frézou s pevnými nebo rotačně valivými dláty z tvrdého kovu. Střepy z potrubí jsou následně drceny a pomocí šnekového dopravníku nebo hydrodopravy transportovány ven. Do rozrušeného prostoru je zatlačováno nové potrubí stejného nebo většího průměru.

Výhodou metody je odtěžení veškerých střepů a úlomků starého vedení. (Klepsatel, Raclavský, 2007)

#### 4.2.3 Opravy

Opravy jsou činnosti prováděné pracovníky popř. roboty přímo v místě poruchy jinak kvalitního a funkčního díla. (Franczyk et al., 2012)

##### 1) Kontaktní injektáž

Tato metoda je využívána k lokálnímu utěsnění prasklin a netěsností. Lze ji provádět manuálně i pomocí dálkově řízených robotů.

Výhodou metody je úspornost metody spočívající v použití zejména tam, kde je jinak řad v dobrém stavu. Nevýhodou je nutnost provádět těsnicí injektáž ve více etapách. (Franczyk et al., 2012)

##### 2) Utěšňování

Tato metoda se provádí ručně pomocí stěrek. Použití je v průlezných průřezech.

Výhodou je jednoduchost metody a nízké náklady. Ovšem v náročných podmínkách nemusí být dostačující. (Franczyk et al., 2012)

### **3) Lokální opravy**

Tato metoda se provádí pomocí krátkých těsnících rukávů pro zpevnění deformovaných nebo staticky narušených úseků. Pro opravu v místě napojení přípojky na hlavní řad (nedosazená přípojka, neodborné napojení výsekem apod.) se používá klobouk, který odstraní netěsnost. (BMH, 2014)

Výhodou metody je možnost opravení potrubí přímo v poškozeném místě bez nutnosti sanace celého úseku.

Nevýhodou je, že opravy nemají oproti kompaktním vložkám statickou únosnost. (Franczyk et al., 2012)

### **4) Zaplavování**

Metoda se využívá ke zpevnění, utěsnění a k vyplnění vnějších prostor za stěnami potrubí. Provádí se protlačením těsnícího materiálu skrz netěsnosti stěn trub. (Franczyk et al., 2012)

## 5. Postupy při volbě metody bezvýkopové technologie

Metodika volby vhodné bezvýkopové technologie pro realizaci nové pokládky nebo rekonstrukci netěsného, či jinak poškozeného potrubí není dosud systematicky zpracována.

Rozhodnutí o použití bezvýkopové technologie předchází podrobné posouzení záměru dotčených subjektů, tj. vlastníků sítě, provozovatel vodovodu a projektant.

Jejich zásadním rozhodnutím je, zda se bude nová pokládka nebo rekonstrukce vodovodního řádu realizovat klasickou metodou v otevřeném výkopu nebo bude použita některá z metod bezvýkopových technologií. V mnoha případech je vhodná kombinace obou technologií. (Bezrouk et al., 2008)

Technologie vhodná pro novou pokládku vychází z projektové přípravy a následně projektové dokumentace. Hlavním hlediskem výběru technologie je umístění stavby, geologické podloží a podmínky stavbou dotčených osob a organizací.

Při volbě metody a potřebného rozsahu prací rekonstrukce vedení je hlavním hlediskem umístění stavby a provozní požadavky.

Pro posouzení záměru a zvolení vhodné metody bezvýkopové technologie je nutné posoudit hlediska uvedená v následující tabulce.

Tab. 2 – Základní hlediska pro volbu vhodné technologie

<b>Nová pokládka</b>	<b>Rekonstrukce</b>
Soulad s územním plánem	Stav potrubí Náhradní zásobování
Umístění stavby Geologický a hydrogeologický průzkum Účastníci stavby Ochrana přírody Hygienické požadavky Zábor veřejného prostranství a komunikací Provozní údaje Doba stavby Umístění, křížení a souběh sítí Umístění přípojek Manipulační prostor Životnost díla Cena	

## **5.1 Hlediska při návrhu nové pokládky**

### **Soulad s územním plánem**

Záměr nové pokládky musí být v souladu s územně plánovací dokumentací a Plánem rozvoje vodovodů a kanalizací schváleného kraje.

## **5.2 Hlediska při volbě typu rekonstrukce**

### **Stav potrubí**

Pro volbu vhodné technologie jsou potřebné informace o stavu potrubí, o dosavadní poruchovosti, jeho korozi, stáří potrubí, použitém materiálu, technologii původní pokládky, apod. (Bezrouk et al., 2008)

### **Náhradní zásobování**

Provozovatel je dle zákona č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích povinen zajistit v případě přerušení nebo omezení dodávky vody náhradní zásobování pitnou vodou v mezích technických možností a místních podmínek. Případem přerušení je myšlena havárie vodovodu, plánované opravy, udržovací a revizní práce.

Realizaci náhradního zásobování v průběhu rekonstrukce vodovodního řádu předchází návrh a posouzení vhodných možností. V rámci posouzení je třeba zvážit případné úpravy ve vodojemech a čerpacích stanicích (dočasné propoje), navrhnout umístění dočasných nebo trvalých sekčních uzávěrů, posoudit možnost obrácení směru toku v souvisejících vodovodních řadech nebo využít vodovodních řadů v souběhu. (Bezrouk et al., 2008)

Mezi nejběžnější používané prostředky pro náhradní zásobování vodou patří:

- výtokové stojánky (hydrantové nástavce),
- cisternové přívěsné voznice a kontejnerové cisterny (objem 2,5 – 3 m<sup>3</sup>),
- automobilové cisterny (objem větší než 7 m<sup>3</sup>),
- suchovody (Novák et al., 2003).

## **5.3 Důležitá hlediska pro provádění**

### **Umístění stavby**

Umístění stavby je jedním ze základních hodnotících kritérií při volbě vhodné technologie. Nová pokládka potrubí nebo rekonstrukce stávajícího vedení v intravilánu měst a obcí vyžaduje zvážení a vyhodnocení daleko více faktorů ovlivňujících volbu použité technologie. Mezi ty nejzásadnější patří vstup do komunikací a omezení dopravy, vliv na okolí stavby (prašnost, hluk, vibrace), vliv na

okolní zeleň, křížení a souběh sítí, podmínky vlastníků pozemků. Umístění stavby v extravilánu měst a obcí nepředpokládá zásadní střet s ostatními inženýrskými sítěmi, omezení dopravy apod., ale bude v některých případech limitováno zájmy ochrany přírody a krajiny. Zde se jeví bezvýkopová technologie jako nejšetnější metoda.

### **Geologický a hydrogeologický průzkum**

Průzkum podloží má značný vliv na výběr technologie a pro stavebníka zásadní při nové pokládce potrubí. Při rekonstrukci stávajícího vedení je nutné provést průzkum podloží v případě, pokud je pokládáno potrubí souběžně se stávajícím nebo dochází k obnově metodou Burstlining, tzn., že stávající vedení se roztrhá.

Jedná se především o informace:

- o zeminovém, resp. horninovém prostředí v trase výstavby,
- o jeho nadloží a podloží včetně pevnostních a přetvárných charakteristik,
- o hydrogeologických podmínkách v trase výstavby, tj. o hloubce naražené a ustálené hladiny podzemní vody a rozmezí, ve kterém kolísá,
- o propustnosti horninového masivu,
- o místech soustředěných výtoků podzemních vod. (Klepsatel, Raclavský, 2007)

Omezujícím faktorem použití bezvýkopové technologie jsou především půdní podmínky. Pro efektivní nasazení jsou nejvhodnější hlinité půdy a jíly bez podílu kamene, komplikací přibývá v prostředí nesoudržných půd, jako jsou hrubé štěrky, písky a kamenité půdy s vysokým podílem kamenné frakce. Vrtání v kompaktní skalní hornině vyžaduje speciální vrtné nářadí nebo požití jiné technologie. V případě zhoršení půdních podmínek a možnosti poškození vtahovaného potrubí ostrými kusy horniny se provádí zkušební protažení potrubí vrtem. V případě nepřipustného rozsahu vrypů je nutné použít chráničku a vlastní potrubí vodovodu pak do něj vtáhnout nebo daný úsek provést otevřeným výkopem. (Talpa – RTF, 2014)

### **Účastníci stavby**

Zajištění seznamu všech známých účastníků stavby, včetně parcelních čísel všech dotčených pozemků s uvedením vlastnických či jiných práv. Metoda bezvýkopových technologií přináší usnadnění tím, že v případě rekonstrukce jsou dotčenými pozemky pouze ty, na kterých se navrhuje montážní jámy. V případě nové pokládky toto neplatí. Stanoviska dotčených účastníků řízení jsou často rozhodující pro volbu metody. (Bezrouk et al., 2008)

## **Ochrana přírody**

Musí být dodrženy veškeré požadavky kladené na ochranu zemědělského půdního fondu, ochranu lesního půdního fondu v souladu se zákonem č. 289/1995 o lesích, ochranu přírody a krajiny v souladu se zákonem č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny.

Nakládání s odpady – veškeré vzniklé odpady při stavbě musí být zneškodňovány v souladu se zákonem č. 185/2001 Sb. o odpadech, ve znění pozdějších předpisů.

## **Hygienické požadavky**

Musí být dodrženy hladiny hluku a vibrací v souladu s nařízením vlády č. 148/2006 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

## **Zábor veřejného prostranství a komunikací**

V případě použití bezvýkopových technologií se zábor veřejného prostranství stanovuje pouze na pozemky, na kterých jsou umístěny pracovní jámy. V případě vstupu do komunikací je nutné zajistit zvláštní užívání komunikací dle §25 zákona 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích. Stavebník má povinnost po dokončení stavby uvést povrch komunikace do původního stavu.

## **Provozní údaje**

Materiál - při návrhu trubního materiálu je třeba zohlednit pracovní a zkušební přetlak, hydraulické rázy, statické a dynamické zatížení, druh a únosnost okolní zeminy, výskyt bludných proudů, životnost potrubí, jakost dopravované vody a důležitost odběrů (ČSN 75 5401)

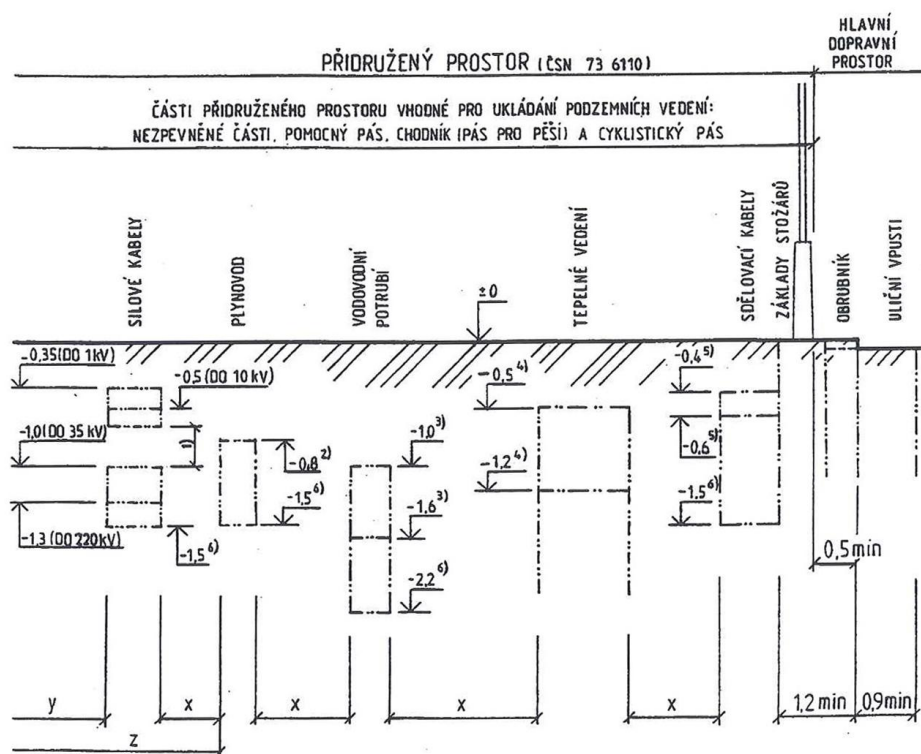
Tlakové poměry a profil – potřeba definovat pracovní přetlak, nejvyšší dovolený přetlak a zkušební přetlak. Jmenovitá světlost potrubí v závislosti na potřebě vody.

Výškové poměry – posouzení zohledňuje hloubku uložení potrubí a jeho krytí a návrh podélného sklonu potrubí. Krytí vodovodního potrubí se navrhuje s ohledem na zámraznou hloubku min do 1,2 m, max 2 m. Podélný sklon se navrhuje v minimálním sklonu 3 ‰ při průměru 200 mm až 0,5 ‰ při průměru větším než 600 mm. (Novák et al., 2003)

Délka pokládky nebo rekonstrukce – má vliv na výběr vhodné technologie a cenu realizace. Bezrouk J. (2007) uvádí, že čím je delší úsek prováděný bezvýkopovou technologií, tím je nabídka na její provedení levnější.

## Doba stavby

Časová náročnost realizace stavby má zásadní vliv na výběr vhodné technologie. Kritériem pro volbu metody je maximální délka položeného nebo rekonstruovaného úseku realizovaná v jednom pracovním cyklu. Doba stavby má vliv na další faktory jako jsou omezení provozu, dopad na okolí, délka náhradního zásobování, vliv na životní prostředí.



Obr. 11 – Zájmová pásma podzemních vedení v přidruženém prostoru (ČSN 73 6005)

- x – nejmenší dovolená vodorovná vzdálenost mezi vedeními
- y- nejmenší dovolená vzdálenost silových kabelů od stavebního objektu
- z – nejmenší dovolená vzdálenost plynovodu od stavebního objektu

1. Prostor pro přípojky, 2. Menší krytí u nízkotlakých a středotlakých plynovodů než 0,8 m je dovoleno jen po projednání s plynárenským podnikem, 3. Nejmenší krytí podle místních podmínek v rozmezí 1,0 m až 1,6 m, 4. Optimální krytí podle místních podmínek v rozmezí 0,4 m až 1,2 m, 5. Nejmenší krytí pro kabely v zemi a povrchové kabelovody je 0,4 m, pro hloubkové kabelovody je 0,6 m, 6. Největší doporučené krytí

## Umístění, křížení a souběh sítí

Rozmístění podzemních vedení v příčném profilu ulice má být koordinováno ve vztahu k čáře zástavby, trase komunikací i mezi vedeními navzájem. Zásady uspořádání určuje ČSN 73 6005 Prostorové uspořádání sítí technického vybavení.

Při výkopových pracích musí být dodrženy podmínky předepsané správcem inženýrských sítí stanovené v rámci projednávání rozhodnutí o umístění stavby a stavebního povolení. (Chevak, 2010)

### **Umístění přípojek**

Poloha o umístění domovních přípojek má velký význam pro volbu vhodné technologie. Napojení domovních přípojek ve většině případů probíhá v pracovních šachtách a v případě umístění přípojek po krátkých vzdálenostech ztrácí bezvýkopová technologie smysl.

### **Manipulační prostor**

Manipulační prostor potřebný pro použití bezvýkopových technologií je daný rozměry pracovních šachet a nezbytným prostorem pro použitou mechanizaci.

Přesné umístění šachty a rozměr je dohodnut při přípravě konkrétního prostupu a liší se dle místních podmínek.

Minimální rozměr pracovní šachty je 1 x 1 m a maximální 2,5 x 2 m. Hloubka šachet je z technologických důvodů obvykle 0,5 m pod požadovanou hloubku dna potrubí.

Potřebný prostor kolem šachty bez mechanizace (pro zajištění výkopu a pohyb pracovníků) je 2,0 m. Prostor pro ustavení vrtné soupravy (v případě směrového vrtání), která musí při práci stát 1 - 3 m od pracovní jámy, se pohybuje 5 - 10 m.

### **Životnost díla**

Je závislá na kvalitě použitého materiálu, na kvalitě dodržení technologického postupu nové pokládky nebo rekonstrukce a na vlivu dopravované vody na potrubí.

Tab. 3 – Orientační doba životnosti vodovodního potrubí (Novák et al., 2003)

<b>Materiál vedení</b>	<b>Životnost (roky)</b>
Azbestocement (dnes se již nepoužívá)	20-30
Ocel	25-40
Plast	40-60
Tvárná litina	80
Šedá litina	60-90

### **Cena**

Je v dnešní době hlavním hodnotícím kritériem veřejných zakázek. Vlastník (investor) stavby, který je veřejným zadavatelem, má povinnost zadávat své veřejné zakázky dle zákona 137/2006 Sb. o veřejných zakázkách. Praxe ukazuje, že i v tomto případě je hlavním hodnotícím kritériem nejnižší nabídková cena na úkor kvality a co hůř i na úkor životního prostředí.

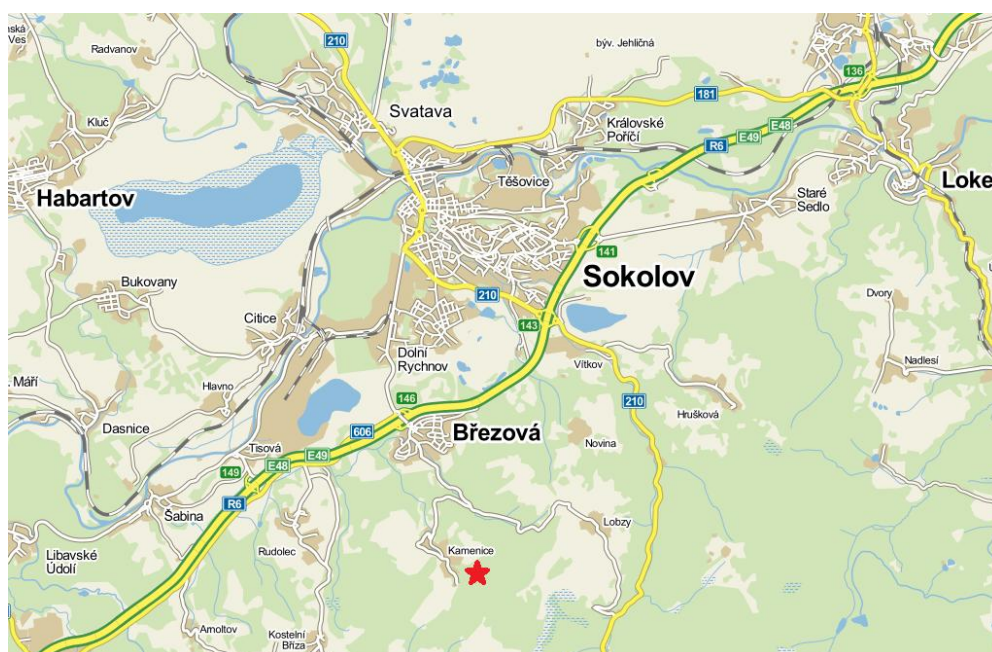


## 6. Konkrétní případ použití BT

### 6.1 Popis lokality – Obec Kamenice

Obec Kamenice je malá vesnička ležící v Karlovarském kraji v kopcích jižně nad městem Březová, v okrese Sokolov. Správně obec náleží městu Březová. Kamenice leží v katastrálním území Kamenice u Březové o rozloze 3,88 km<sup>2</sup> a v katastrálním území Paseka u Březové o rozloze 2,69 km<sup>2</sup>. V současné době zde trvale bydlí 140 osob, přičemž 61 je trvale hlášených a rozdíl tvoří rekreační a chataři.

Veškerou zástavbu tvoří rodinné domy starousedlíků a rekreační chaty. Jedinou technickou vybaveností obce je restaurace. V obci není kanalizace ani plynovod, technickou infrastrukturou obce je vodovod a vedení NN.



Obr. 12 – Obec Kamenice (Mapy, 2014)

#### 6.1.1 Vodní zdroj

Zdrojem pitné vody pro obec Kamenice je podzemní voda jímána ve studních. Jedná se o dvě mělké sběrné studny S1 a S2 jímající vodu z prameniště, které je situováno na hranici lesa nad obcí. Studny S1 a S2 jsou provedeny z betonových skruží a jsou propojeny potrubím Pe 32. Studna S1 je kopaná jímací studna ze skruží o vnitřním průměru 1m a hloubce 4,5m. Ve studni S1, přes kterou je přiváděna voda i ze studny S2, je nainstalována provzdušňovací kolona na odstranění radonu a dávkovací

čerpadlo pro dávkování chlornanu. Jímací podzemní voda je ze studny gravitačně vedena přes násosku přímo do vodovodní sítě obce. Studna S2 po většinu roku neplní svůj účel.

Z důvodu vysokého obsahu radonu a nedostatečné kapacity zdroje v letních měsících bude tento zdroj nahrazen.

### **Hydrogeologická charakteristika**

Hydrogeologicky je území charakterizováno jako prostředí téměř nepropustné, s nízkou transmissivitou, předpokládaná vydatnost puklinových kolektorů ve fylitech je udávána v setinách vteřinového litru. Intenzivnější oběh podzemních vod je vázán na kolektory pokryvných útvarů s průlinovou propustností a je přímo závislý na intenzitě a časovém rozdělení atmosférických srážek. (Klepáčková, 2005)

#### **6.1.2 Vodovod v obci**

Hlavní zásobní řad je z materiálu rPe 110. Z hlavního řadu jsou vyvedeny dvě větve rPe 63, jež zásobují přilehlou zástavbu. Na rozvodné vodovodní síti je osazena armaturní šachta s redukčním ventilem a 2 podzemní hydranty.

Celková délka vodovodní sítě v obci je 2277 m.

### **6.2 VDJ Kostelní Bříza**

Jedná se o nadzemní objekt o obsahu 2x50 m<sup>3</sup> umístěný na jihovýchodním okraji obce Kostelní Bříza. VDJ je součástí Skupinového vodovodu Horka a slouží k zásobení obcí Kostelní Bříza a Arnoltov pitnou vodou. Zdrojem vody je Vodní nádrž Horka, která je hlavním zdrojem pitné vody pro města a obce na Sokolovsku.

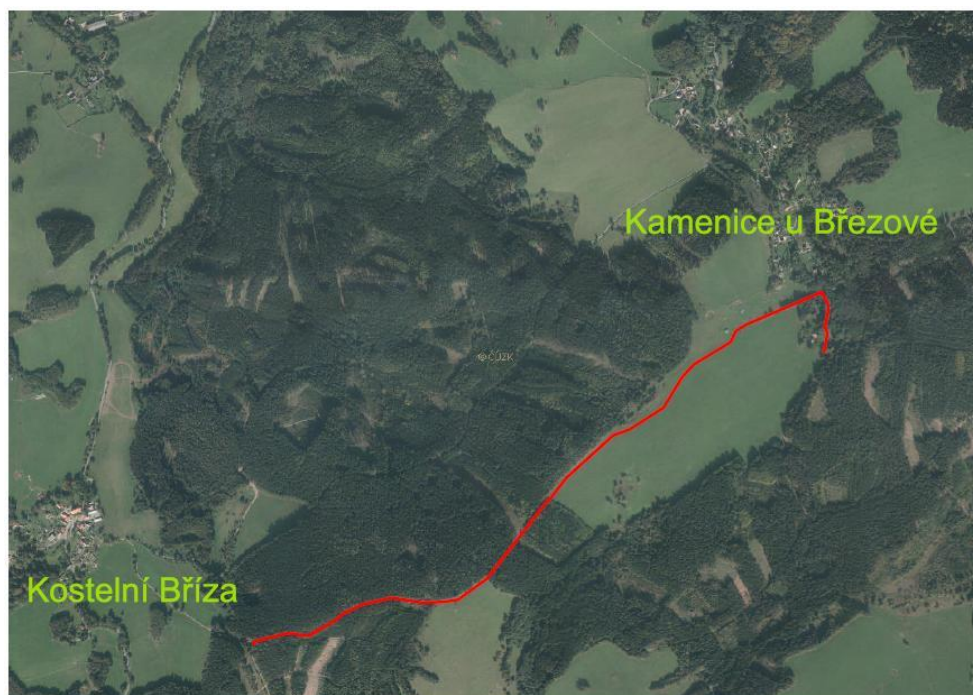
### **6.3 Identifikační údaje stavby**

Název stavby:	Vodovod z VDJ Kostelní Bříza do Kamenice
Lokalita:	k.ú. Kamenice u Březové, k.ú. Kostelní Bříza, k.ú. Bystřina u Rovné
Okres/ kraj:	Sokolov/Karlovarský
Charakteristika stavby:	novostavba
Vlastník vodovodu:	Sokolovská vodárenská s.r.o.
Provozovatel:	Vodohospodářská společnost Sokolov, s.r.o.

Kapacity:	Priváděcí řad PE 100 RC D <sub>e</sub> 110	2427 m
	Zásobní řad PE 100 RC D <sub>e</sub> 110	254 m
	Zemní VDJ ŽB	2x35 m <sup>3</sup>
	Odpad z VDJ PP DN 200	166 m
	Elektropřípojka CYKY 4Bx10	60 m
Termín stavby:	červenec 2013	

#### 6.4 Projektové řešení stavby

Projektová dokumentace (VOSS, 2010) navrhuje výstavbu nového priváděcího výtlačného řadu z VDJ Kostelní Bříza do VDJ Kamenice, který nahradí stávající zdroj pitné vody. Trasa vodovodu v celkové délce 2427 m povede výkopem z nového VDJ Kamenice přes místní komunikaci, dále polní cestou, přes pastviny a lesní cestou směrem k VDJ Kostelní Bříza. Nový objekt VDJ Kamenice bude umístěn na konci obce a bude se skládat ze dvou nádrží a armaturní komory. Součástí stavby VDJ bude i nová elektropřípojka a odpad z VDJ.



Obr. 13 – Navrhovaná trasa priváděče

Stavba byla v lednu 2011 povolena vodohospodářským rozhodnutím vydaným Městským úřadem Sokolov.

## 7. Návrh variant provádění

S ohledem na finanční prostředky investora stavby bude proveden návrh variant provádění pouze přiváděcího řadu z VDJ Kostelní Bříza do stávajícího oploceného areálu zdroje vody v Kamenici.

Trasa nové pokládky je umístěna převážně v extravilánu obcí Kamenice a Kostelní Bříza. Trasa povede od VDJ Kostelní Bříza lesní cestou, loukou, pastvinou, polní cestou a kříží komunikaci III. třídy směrem do oploceného areálu zdroje. Stavba se nachází v ochranném pásmu inženýrských sítí, ale ke střetu nedojde. Trasa vodovodu je navržena po pozemcích cizích vlastníků, kteří vydali souhlasná stanoviska se stavbou a zároveň si stanovili podmínky pro provedení stavby.

### **Kritéria sloužící k posouzení návrhu vhodné technologie konkrétního případu:**

Délka trasy:	2427 m
Průměr potrubí:	110 mm
Materiál:	PE 100 RC, materiál potrubí je navržen s ohledem na využití lesní a polní cesty pro provoz těžké lesní a zemědělské mechanizace.
Korekce směru:	Řízená
Podloží:	V rámci zpracování projektové dokumentace nebyl proveden geologický průzkum podloží. Dle geologických map je podloží v zájmovém území soudržné, pevné a tvrdé konzistence tvořeno především písčitými jíly.
Omezení okolí:	Trasa nové pokládky je vedena především v extravilánu obcí. Nepředpokládá se výrazné omezení okolí. Jediné požadavky dotčených vlastníků pozemků jsou, aby výkopem nebyly nijak změněny odtokové poměry v lokalitě a aby byly pozemky po dokončení stavby uvedeny do původního stavu. V případě překopu komunikace III. třídy v obci Kamenice je nutné zajistit provoz v jednom jízdním pruhu.

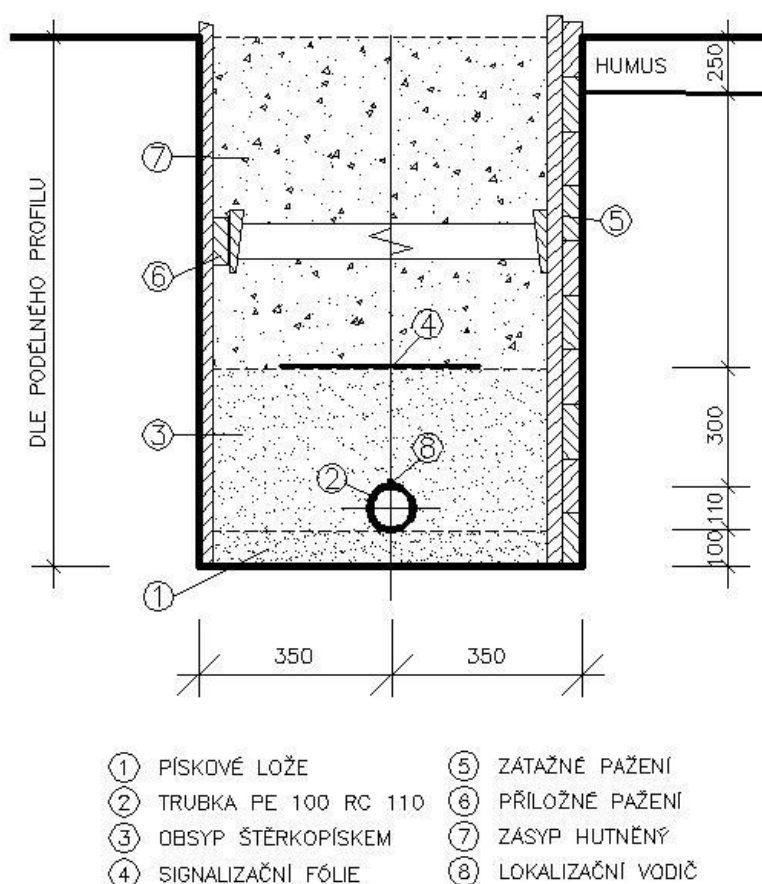
Tab. č. 4 - Posouzení vhodných metod

Metoda	Délka trasy do (m)	Průměr potrubí do (mm)	Materiály	Řízená/ neřízená	Podloží	Omezení okolí	Vhodná/ nevhodná
Otevřený výkop	Neomezená	Neomezeně	Neomezené	Řízená	Všechny druhy zemin	V celé trase	<b>Vhodná</b>
Propichování	25	200	PE HD, OC	Neřízená	Běžné zeminy, měkké nebo zvětralé horniny	Pracovní jámy	Nevhodná
Vodorovné beranění	20	500	OC, PE	Neřízená	Všechny druhy zemin, omezení v v bobtnavých jílech	Pracovní jámy	Nevhodná
Horizontální vrtání	80	1500	OC, PVC, ŽELBET,	Neřízená	Všechny druhy zemin, omezení v v bobtnavých jílech	Pracovní jámy	Nevhodná
Mikrotunelování	150	1200	OC, LTV, LT, a další	Řízená	Všechny druhy zemin	Pracovní jámy	Nevhodná
Horizontální vrtání s pilotním vrtem	90	1200	PE HD, OC	Řízená	Všechny soudržné zeminy	Pracovní jámy	Nevhodná
Směrové vrtání	120	300	PE HD, OC	Řízená	Všechny druhy zemin	Pracovní jámy, 2x 20 m prostor pro mechanizaci	<b>Vhodná</b>
Trubní protlak	60	nad 800	ŽELBET, SKL	Řízená	Všechny druhy zemin s výjimkou skal a zvodněných půd	Pracovní jámy	Nevhodná
Štítování	100	3000	ŽELBET, SKL	Řízená	Všechny druhy zemin	Pracovní jámy	Nevhodná
Ruční ražba	80	nad 1800	ŽELBET, SKL	Řízená	Všechny druhy zemin	Pracovní jámy	Nevhodná
Pluhování	Neomezeně	355	PE	Řízená	Všechny druhy soudržných zemin s výjimkou skal	Rýha v celé trase	<b>Vhodná</b>

## 7.1 Výkopová technologie

Výkopová technologie, zvaná „klasická“, je metoda provádění pokládky v otevřeném výkopu v celé trase stavby. Potrubí se ukládá na řádně zhutněné pískové lože tl. min. 100 mm a obsypává se 300 mm nad horní okraj potrubí štěrko-pískem o maximální velikosti zrna 32 mm. Hutnění obsypu se provádí po vrstvách po obou stranách výkopu ručně nebo lehkými strojními dusadly. Aby nedošlo k deformaci nebo poškození pokládaného potrubí, hutnění nad potrubím se neprovádí. Zásyp z výkopku je hutněn s mírou zhutnění zamezující následnému sedání výplně rýhy. Mezi obsyp a zásyp z výkopku se ukládá výstražná fólie.

Potrubí se dle ČSN 73 6005 ukládá do hloubky min 1,0 m dle místních podmínek.



Obr. 14 – Vzorový příčný řez

Výhodou použití této technologie je pokládka potrubí neomezeného průměru a délky. Bezproblémové a snadné napojování domovních přípojek, vizualizace křížení sítí, atd.

Zásadní nevýhodou technologie je nutnost otevřeného výkopu v celé trase pokládky, vyšší rozsah zemních prací a narušení kulturní vrstvy zemědělské půdy. Další nevýhodou jsou vyšší nároky na zábory pozemků a možný konflikt s vlastníky dotčených pozemků, více vynaložené energie, pohonných hmot, lidské práce. Délka trvání stavby je v porovnání s bezvýkopovou technologií podstatně delší.

### **Cena pokládky**

Průměrná cena výkopové technologie pro trasy delší než 1000 m je 2500 Kč/m pro zeminy třídy 2 - 4. Cena technologie v zeminách 5-6 třídy se pohybuje cca 3000 Kč/m.

Uvedená cena je převzata z ceníků dodavatelských firem, jež se specializují na danou technologii. V ceně jsou zahrnuty výkopové práce, podsyp, pokládka potrubí, potrubí, obsyp, výstražná fólie a zemní práce. V ceně není zahrnutý odvoz přebytečné zeminy na skládku a skládkování.

Reálná cena bývá většinou vyšší, jelikož v průběhu stavby dochází k vícepracím, které nebyly předpokládány. Dochází k nim především absencí inženýrsko-geologického průzkumu, kdy investor musí reagovat na jinou skladbu podloží, než na kterou byly naceněné zemní práce.

## **7.2 Nekonečné pluhování**

Metoda pokládky potrubí nekonečným pluhováním je prováděna pluhovým zařízením, které je tvořeno:

- terénním tažným vozidlem s lanovým navijákem,
- kotvou pluhového pokladače.

Terénní tažné vozidlo zapustí kotvu do země a navíjením lana přitahuje pluhový pokladač, který radlicí pluhu rozpojuje a vytlačuje zeminu v trase pokládky. Pluhový pokladač dno rýhy uhlazuje.





Obr. 15 – Nekonečné pluhování

Uplatnění metody je vhodné v zeminách třídy 2 až 5, třídy těžitelnosti. Použitý materiál je PE 100 a s minimálním koeficientem SDR 17 v průměru 32mm do 355 mm. Na stavbu je potrubí dodáváno ve svitcích nebo v tyčích a následně je svařováno metodou na tupo nebo pomocí elektrospojek.

Pro rovnoměrné uložení potrubí je možné potrubí zapískovat pomocí nasazení pískovacího vozíku. Potrubí je uloženo a obsypáno vrstvou pískového obsypu s mocností 5 cm. Nad potrubím je uložena vrstva o mocnosti do 15 cm.

Nevýhodou nasazení pískovacího vozíku je zpomalení výkonnosti pluhového pokladače a zvýšení nákladů na stavbu. Použitím potrubí s ochrannou vrstvou je pískový obsyp zbytečný.

Výhodou metody je rychlost pokládky, dodržená přesnost pokládky ve vytýčených lomových a směrových bodech včetně hloubky uložení potrubí, nízké náklady a malá pracnost. Použití metody nekonečného pluhování je optimální řešení pro zasíťování mezi jednotlivými obcemi. (Protlaky – Plzeň, 2014)

Další výhodou jsou univerzálně nastavitelná ramena kol, díky nimž překonává pluhová souprava různé nerovnosti povrchu a překážky typu příkopy, jímky, pařezy apod. (Foeck, 2014)



### **Cena pokládky**

Kapacita denní pokládky pluhového pokladače je 4 000 m, proto z důvodu rentability je vhodné nasazení metody pluhování na úseky delší než 1 000 m. Při pokládce potrubí kratších úseků se rentabilita odrazí na ceně. (Protlaky – Plzeň, 2014)

Průměrná cena nekonečného pluhování pro trasy delší než 1000 m je 150 Kč/m.

Uvedená cena je převzata z ceníků dodavatelských firem, jež se specializují na danou technologii. V ceně je zahrnuta pokládka potrubí nekonečným pluhováním a vlastní materiál potrubí. V ceně není zahrnuté následné hutnění rýhy, resp. hrobečku.

### **7.3 Směrové vrtání**

Metoda směrového vrtání, též zvaná jako Horizontal Directional Drilling (HDD) se realizuje ve dvou krocích. Prvním krokem je proveden vodící vrt pomocí speciální vrtné hlavy s tryskami, umístěné na ohybné vrtné koloně. Zemina je rozpojována proudem vrtné kapaliny stříkající z trysek. Poloha vrtné hlavy je kontrolována a směrována pomocí radiového signálu z vysílačky umístěné na vrtné hlavě. V druhém kroku je pomocí rozšiřovací hlavy při zpětném chodu zatahováno nové potrubí. (Klepsatel, Raclavský, 2007)



Obr. 16 – Horizontální vrtací stroj Vermeer D100x140 (Transtechics, 2014)

Použití metody je vhodné v jílových, slínových, pískových a štěrkopískových zeminách. V případě výskytu celistvých tvrdých hornin nebo štěrkových valounů je metoda neúčinná a pro tyto zeminy nevhodná.

Výhodou metody je přesnost pokládky, možnost okamžitého směrování. Nevýhodou je poměrně velká potřeba manipulačního prostoru kolem pracovní jámy.

## Cena pokládky

Průměrná cena směrového vrtání pro trasy delší než 1000 m je 770 Kč/m.

Uvedená cena je převzata z ceníků dodavatelských firem, jež se specializují na danou technologii. V ceně je zahrnuto provedení vrtu a zatažení nového potrubí a vlastní materiál potrubí. V ceně nejsou zahrnuty zemní práce, především výkop pracovních jam.

## 8. Posouzení variant provádění

Z pohledu investora stavby je vhodné stanovit následující základní kritéria:

- ekonomická výhodnost nabídky:
  - cena,
  - doba trvání stavebních prací,
- vliv na životní prostředí.

### 8.1 Hodnocení ekonomické výhodnosti

Pro stanovení nejvhodnější technologie přihlédl vlastník a provozovatel vodovodu k nabídkové ceně a době realizace. Jelikož se nejedná o veřejného zadavatele, není provozovatel povinen postupovat při výběru technologie, resp. dodavatele stavby dle zákona 137/2006 Sb., o veřejných zakázkách.



#### 8.1.1 Hodnotící kritéria

Základním hodnotícím kritériem je ekonomická výhodnost nabídky.

#### Dílčí hodnotící kritéria:

Tab. č. 5 - Stanovení dílčích hodnotících kritérií

Orientace: nákladové kritérium – čím nižší, tím lepší; Váha: součet musí být 100%

Pořadí	Název	Jednotka	Orientace	Váha
1.	Nabídková cena	Kč		70%
2.	Doba realizace	Den		30%

### **1) Obsah a hodnocení kritéria nabídková cena**

Toto dílčí hodnotící kritérium, u něž je nejvýhodnější minimální hodnota se hodnotí tak, že nejnižší hodnotě je přiřazeno 100 bodů. Ostatní hodnocené nabídky získají bodovou hodnotu, která vznikne násobkem 100 a poměru hodnoty nejvýhodnější nabídky k hodnotě hodnocené nabídky.

$$B = 100 \times C_{\min}/C, \text{ kde}$$

C je hodnocená nabídková cena,

C<sub>min</sub> je nejnižší podaná nabídková cena a

B je dosažený počet bodů pro hodnocenou nabídku.

### **2) Obsah a hodnocení kritéria doby realizace**

Toto dílčí hodnotící kritérium, u něž je nejvýhodnější minimální hodnota se hodnotí tak, že nejnižší hodnotě je přiřazeno 100 bodů. Ostatní hodnocené nabídky získají bodovou hodnotu, která vznikne násobkem 100 a poměru hodnoty nejvýhodnější nabídky k hodnotě hodnocené nabídky.

$$B = 100 \times C_{\min}/C, \text{ kde}$$

C je hodnocená doba stavby,

C<sub>min</sub> je nejnižší podaná doba stavby a

B je dosažený počet bodů pro hodnocenou nabídku.

### **8.1.2 Sestavení pořadí**

Bodová hodnota nabídky vypočtená podle výše popsaného způsobu bude násobena vahou kritéria a v každém dílčím kritériu bude takto vypočtena redukovaná bodová hodnota kritéria pro každou nabídku (na dvě desetinná místa).

Součet redukovaných bodových hodnot ze všech dílčích kritérií určí výslednou bodovou hodnotu nabídky.

Celkové pořadí nabídek je dáno absolutní hodnotou bodové hodnoty nabídky tak, že nejvýhodnější je nabídka, která získá nejvyšší celkový počet bodů.

### 8.1.3 Hodnocení vhodných metod

Pro porovnání finančních nákladů jsem použila průměrné nabídkové ceny společností, jež se bezvýkopovou technologií zabývají. Jedná se o ceny průměrné, navržené na stejné geologické a provozní podmínky. Doba realizace je stanovena dle odborných zkušeností provozovatele s uvedenou metodou. Nabídková cena a doba realizace je kalkulovaná na pokládku 1000 m potrubí.

Tab. č. 6 - Hodnocení ekonomické výhodnosti

Metoda	Nabídková cena (70%)		Doba realizace (30%)		Hodnocení (%)
	Kč	Přepočet (%)	Prac. den	Přepočet (%)	
<b>Otevřený výkop</b>	2500000	6	10	3	<b>5,10</b>
<b>Pluhování</b>	150000	100	0,3	100	<b>100</b>
<b>Směrové vrtání</b>	770000	19,48	5	6	<b>15,44</b>

## 8.2 Hodnocení vlivu na životní prostředí

Proces posuzování vlivu bezvýkopových metod na životní prostředí vyžaduje systematické zkoumání a posouzení jejich možného působení na životní prostředí. Smyslem je zjistit, popsat a komplexně vyhodnotit předpokládané vlivy metod na životní prostředí a veřejné zdraví ve všech rozhodujících souvislostech. Cílem procesu je zmírnění nepříznivých vlivů realizace na životní prostředí. (MZP, 2014)

Investor hodnotí nejenom vliv stavby na půdu, ale i na ovzduší, vodu, organismy a ekosystémy vyskytující se v okolí stavby. S tím jsou dále spojeny vedlejší vlivy stavby jako např. stavební odpad, hluk, prach, dopravní omezení.

V porovnání s klasickými výkopovými technologiemi inženýrských staveb respektují a hájí bezvýkopové technologie zájmy ochrany životního prostředí mnohem lépe.

### 8.2.1 Hodnotící kritéria

Podkladem pro hodnocení vlivu na životní prostředí jsou kritéria stanovená KUBÁTEM (2004) v metodice posuzování vlivu bezvýkopových technologií na životní a přírodní prostředí z pohledu veřejného zájmu a i zájmů všech účastněných stran v rámci své diplomové práce na Katedře zdravotního a ekologického

inženýrství Fakulty stavební ČVUT v Praze pod vedením doc. Šrytra.

Pro ekologické hodnocení bezvýkopové technologie byly stanoveny následující kritéria:






- Rozsah a charakter výkopových prací.
- Trvalé či dočasné zábory pozemků (jejich velikost a charakter).
- Hygienické kritérium, do kterého spadá prašnost, hlučnost, atd.
- Ovlivnění povrchové i hlubší struktury geologické vrstvy/terénu a podzemních vod.
- Možnost (stupeň rizika) kontaminace podzemních a povrchových vod (dočasné, případně s dlouhodobými následky apod.).
- Možnost, rozsah a kvalita znečištění okolní zeminy (dočasné, případně s dlouhodobými následky apod.).
- Možnost rozsah a kvalita znečištění ovzduší.
- Stupeň redukce/ minimalizace transportní zátěže životního prostředí při aplikaci konkrétní bezvýkopové technologie.
- Rozsah a druh produkce odpadů při aplikaci bezvýkopové technologie.
- Použité hmoty, kapaliny, chemikálie – jejich druhy, množství, jejich rizikovost, recyklovatelnost.
- Množství energie, měrná spotřeba při aplikaci (energetická náročnost provádění).
- Množství energie, měrná spotřeba při výrobě materiálů a zařízení pro použití konkrétní bezvýkopové technologie (energetická náročnost výroby).
- Ekologická rizika vyplývající z případného nedodržení technologického postupu při konkrétních aplikacích konkrétního druhu bezvýkopové technologie (pravděpodobnost výskytu takové technologie nekázně).
- Další možné negativní dopady na okolí/místa aplikace bezvýkopové technologie (např. dopravní zátěž, apod.).
- Jiná další kritéria (budou-li identifikována, odůvodněná argumenty a reálně použitelná).

Uvedená kritéria vycházejí ze vzájemného srovnání technologií při použití stejných geologických a provozních podmínek. (Šrytr et al., 2004)

Pro hodnocení konkrétního případu jsem zvolila ve spolupráci s investorem a provozovatelem vodovodu vybraná kritéria, která mohou mít dle odborného názoru vliv na okolí stavby. Zbylá kritéria jsou pro navrhované metody posuzována jedním kritériem z důvodu shodného stupně rizika díky použití těžké mechanizace. Na stupeň rizika možnosti negativního dopadu na životní prostředí má zásadní vliv doba realizace. V hodnocení bude tato přímoúměra zohledněna. Kritéria shodných hodnot např. energetické náročnosti při výrobě materiálů a zařízení bez ohledu na délku nebo umístění stavby nebudou hodnocena.

Tab. č. 7 - Dílčí hodnotící kritéria (Šrytr et al., 2004)

Orientace: nákladové kritérium – čím nižší, tím lepší; Váha: součet musí být 100%

Pořadí	Název	Orientace	Váha
1.	Rozsah a charakter výkopových prací.		20
2.	Trvalé či dočasné zábory pozemků (jejich velikost a charakter).		5
3.	Ovlivnění povrchové i hlubší struktury geologické vrstvy/terénu a podzemních vod.		15
4.	Rozsah a druh produkce odpadů při aplikaci bezvýkopové technologie.		15
5.	Možnost kontaminace vod, znečištění zeminy, znečištění ovzduší, transportní zátěž, množství energie, ekologická rizika, atd.		45

### 8.2.2 Hodnocení a sestavení pořadí

Bodové ohodnocení metod vychází z odborných zkušeností provozovatele. Jedná se o subjektivní hodnocení. Hodnota dílčího kritéria č. 5 je poměr bodového ohodnocení (45) a doby realizace v %.

Součet bodových hodnot ze všech dílčích kritérií určí výslednou bodovou hodnotu metody. Celkové pořadí metod je dáno absolutní hodnotou bodové hodnoty metody tak, že nejvýhodnější je metoda, která získá nejnižší celkový počet bodů.

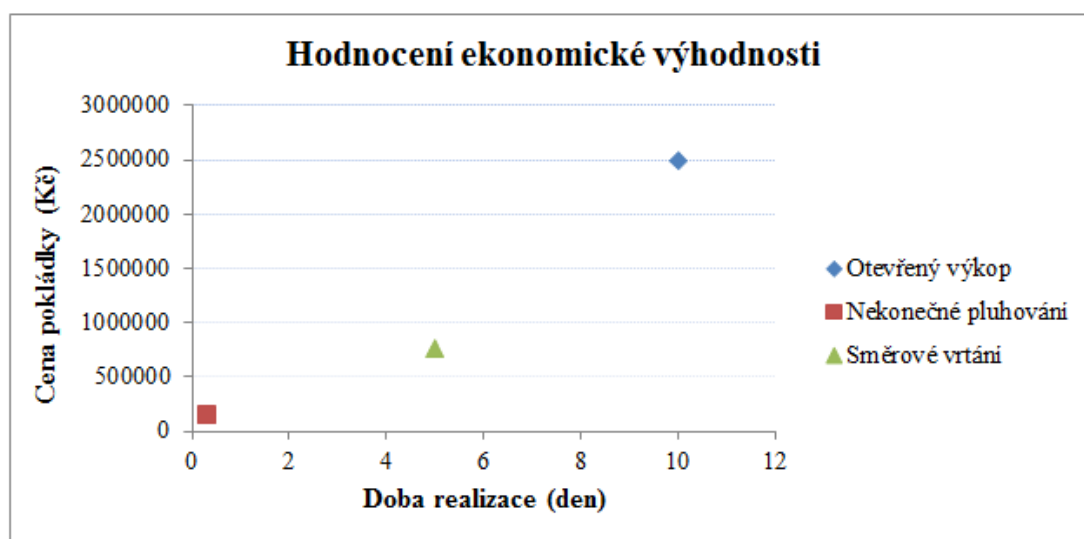
Tab. č. 8 – Subjektivní hodnocení vlivu metod na životní prostředí

Pořadí	Otevřený výkop		Pluhování		Směrové vrtání	
1.	Výkop v celé trase	20	Rýha v celé trase	10	Jámy po cca 100 m	5
2.	Dočasné v celé trase	5	Dočasné v celé trase	4	Dočasné v místech jam	2
3.	V celé trase	15	Minimální	2	V místech jam	7
4.	Výkopek	15	Nepředpokládá se	2	Výkopek z jam	7
5.	V celé trase	45	V celé trase	1,4	V místech jam	22,5
<b>Body</b>		<b>100</b>		<b>19,4</b>		<b>43,5</b>

### 8.3 Vyhodnocení

Hodnocení ekonomické výhodnosti stavby vychází z průměrných nabídkových cen dodavatelských společností, jež se problematikou zabývají. Ceny jsou navrženy na průměrné podloží pro délku stavby delší než 1 km.

Z hodnocení ekonomické výhodnosti jednoznačně vyplývá nejvhodnější metoda nekonečného pluhování. Je to zapříčiněno nízkou cenou pokládky, která je v porovnání s nejdražší výkopovou technologií o 94% levnější. Dalším ukazatelem byla doba realizace. I v tomto případě vychází nekonečné pluhování jako nejvýhodnější metoda. V porovnání s výkopovou technologií je pluhování o 97% rychlejší.



Obr. č. 17 - Hodnocení ekonomické výhodnosti

Hodnocení vlivu bezvýkopových metod na životní prostředí je v současné době předmětem diskuzí, odborných článků i studentských prací. Odborná veřejnost hodnotí výhody a nevýhody jednotlivých metod a pomocí kalkulátorů a k tomu určených softwarů počítá zátěž např. produkce emisí nebo množství spotřebované energie. To celé pak porovnává s výkopovou technologií.

Hlavním kritériem hodnocení vlivu na životní prostředí konkrétního případu byla možnost, resp. stupeň rizika kontaminace vod, znečištění zeminy, znečištění ovzduší, transportní zátěž, množství energie, ekologická rizika. Všechna uvedená rizika vychází z použití těžké mechanizace.

Z výsledků hodnocení opět jednoznačně vychází jako nejvhodnější metoda nekonečného pluhování. V tomto případě nemusí použití těžké mechanizace znamenat konflikt s ekologickým posouzením. Průjezd tahače a pluhového pokladače zanechává na povrchu stopy srovnatelné s těžší technikou využívanou v zemědělství. Ačkoliv je rýha provedená v celé trase pokládky, nedochází k obrácení zeminy a samotná rýha je po dvou měsících v terénu neznatelná. (Enslo CZ, 2014)



## 9. Diskuze

V posledních letech dochází k nárůstu zájmu o moderní způsoby pokládky inženýrských sítí. Vlastník vedení, resp. jeho provozovatel vystupující dle občanského zákoníku jako řádný hospodář má povinnost péče. Pojem péče, jak uvádí BEZOUŠKA (2014), lze chápat jako výkon vědomé rozhodovací činnosti na základě dostatečných informací, konané v dobré víře ve prospěch společnosti. Je tudíž povinností každého vlastníka posuzovat a hodnotit možnosti použití vhodné technologie nejen s ohledem na cenu realizace, ale i na případné negativní vlivy na životní prostředí. Praxe ukazuje, že hlavním kritériem při volbě vhodné metody je cena pokládky v závislosti na umístění stavby a s tím spojené podmínky účastníků řízení.

Dodavatelé uvedených bezvýkopových technologií prezentují snížení ceny oproti klasické výkopové technologii min o 30%. V případě metody nekonečného pluhování může být úspora až 50%. Jaké mohou být příčiny takových rozdílů? Především ve zjednodušení technologie a procesu realizace, menší potřeba lidské práce, minimalizace zemních prací a v neposlední řadě rychlost pokládky. Doložení tohoto tvrzení je zřejmé z výsledků hodnocení konkrétní pokládky. Bohužel i zde je realita složitější a papírově nejvhodnější metoda nemusí být při realizaci tím nejlepším řešením. V rámci projektové dokumentace konkrétního případu nebyl proveden inženýrsko-geologický průzkum. Byl předpoklad a i zkušenosti provozovatele z místa plánované pokládky tomu nasvědčovaly, že se jedná o písčito-jílovité zeminy. Provozovatel v souladu s výsledky práce realizoval metodu pluhování. V průběhu pokládky bylo zjištěno, že podloží lesní cesty je pevné, kamenité a tudíž metodu pluhování nebude možno v tomto úseku cca 600 m použít. Tento úsek byl proveden výkopovou technologií. I tak ale cena pluhování a především rychlost pokládky 1800 m za 4 hodiny přesvědčila provozovatele veřejného vodovodu o výhodnosti metody. Výsledky dále ukazují, že i z pohledu vlivu metody na životní prostředí je pluhování nejvýhodnější. V tomto konkrétním případě proběhlo posouzení, ale děje se to vždy a za všech okolností? Dá se říci, že obrazem dopadu na životní prostředí je především umístění stavby a doba realizace. Resp. doba, po jakou budou mít uvedená kritéria negativní vliv na vodu, půdu, ovzduší a organismy kolem. Zde mají bezvýkopové technologie oproti klasické

výkopové technologii navrhn. Není prováděn výkop v celé trase pokládky nebo rekonstrukce, nýbrž jsou budovány pouze pracovní jámy. Vzdálenosti mezi jámami se pohybují cca 20-150 m dle použité metody. Tyto úseky (stavby a činnosti na povrchu) zůstávají nedotčené. Práce pod povrchem probíhají s minimální zátěží na životní prostředí a to především v případě nové pokládky trubního vedení.

Zelenou na pomyslném semaforu realizací bezvýkopovou technologií dává i dnes platná legislativa (stavební a vodní zákon). V případě nových pokládek bezvýkopovými metodami může v rámci povolovacího řízení dojít ke sloučení územního a stavebního řízení. Tento institut tzv. společného rozhodnutí (společné územní a stavební řízení) zavedla novela stavebního zákona – aplikace tohoto ustanovení stavebními a vodoprávními úřady je v samém prvopočátku. V praxi musí být splněno, že např. úřad, který vede společné územní a stavební řízení musí být z hlediska správního řádu místně a věcně příslušným v dané věci rozhodovat (ne vždy je shodná místní příslušnost územní působnosti daného typu úřadu), vznik funkce koordinátora atd.

Velké usnadnění povolovacího procesu přinesla ovšem novela vodního zákona, která právě pro rekonstrukce, které jsou dnes převážně prováděny bezvýkopovou technologií, zavedla právní úpravu, že stavební povolení ani ohlášení nevyžadují stavební úpravy vodovodů a kanalizací, pokud se nemění jejich trasa.

Zjednodušení procesu povolování staveb a rekonstrukcí prováděných bezvýkopovou technologií napomáhá vlastníkům technické infrastruktury rychleji reagovat na potřeby sítě a odběratelů.

## 10. Závěr

Cílem práce bylo popsat základní postupy při volbě provádění pokládky vodovodního potrubí a jeho rekonstrukce pomocí bezvýkopové technologie.

Práce je rozdělena na dvě části – teoretickou a praktickou část. V teoretické části je rozdělení a stručný popis současných bezvýkopových technologií včetně jejich výhod a nevýhod. Klasifikace metod vychází z brožury České společnosti pro bezvýkopové technologie, která dělí technologie podle charakteru stavby na nové pokládky a rekonstrukce sítí.

Nové pokládky jsou členěné podle obsluhy na čelbě a bez a dále na metody řízené a neřízené. Zásadním rozdílem dělení podle obsluhy je přítomnost lidské osádky v podzemí jako součást technologie. Rozdíl metod řízených a neřízených tkví v možnosti měnit směr a reagovat na případné překážky.

Rekonstrukcí potrubí se zlepšuje jeho funkčnost a provozní parametry. Metody vhodné pro rekonstrukci potrubí jsou děleny na renovace, obnovu a opravu. Renovací dochází k vnitřní úpravě stávajícího potrubí. Obnovou pak k nahrazení stávajícího potrubí řadem novým. Opravy se provádí pouze v místě defektu. Jednotlivé technologie jsou z důvodu své obsáhlosti zestručněny.

Hlavním cílem práce bylo navrhnout a popsat postupy při volbě vhodné technologie pro provádění nové pokládky vodovodu nebo jeho rekonstrukce. V úvodu kapitoly jsou nadefinovány a popsány základní hlediska, které jsou více či méně součástí procesu posouzení volby vhodné technologie. Zásadní informací pro investora a provozovatele je umístění stavby, geologické podloží a podmínky stavbou dotčených osob a organizací. Při rekonstrukci vedení je nutné navíc posoudit stávající stav potrubí a náhradní zásobování obyvatelstva pitnou vodou. A nejdůležitějším hlediskem stále zůstává cena.

V praktické části práce jsou jednotlivá hlediska aplikována na konkrétním případě pokládky vodovodu z VDJ Kostelní Bříza do VDJ Kamenice. Kamenice je malá obec v Karlovarském kraji. V současné době jsou jejím zdrojem pitné vody dvě mělké studny. Z důvodu vysokého obsahu radonu a nedostatečné kapacity zdroje, především v letních měsících, přistoupil vlastník vodovodu k novému řešení zdroje. Tím je napojení obce přiváděcím výtlačným řadem na VDJ Kostelní Bříza, který je

součástí Skupinového vodovodu Horka. V rámci projektové dokumentace byl navržen i VDJ Kamenice a nový zásobní řad, který ovšem z důvodu vysokých investic nebude v této etapě realizován.

Pro zúžení okruhu výběru vhodné metody byla stanovena kritéria, podle kterých byly vybrány tři vhodné metody. Vybrané metody jsou v práci popsány z pohledu realizace a zemních prací a následně posouzeny stran ekonomické náročnosti a vlivu na životní prostředí.

Hodnocení ekonomické výhodnosti stavby vychází z průměrných nabídkových cen dodavatelských společností, jež se problematikou zabývají. Výsledkem je součet bodových ocenění dílčích kritérií Nabídková cena a Doba realizace. Váhy byly definovány dle potřeb investora. Nejvhodnější metodou z pohledu uvedených vah je pluhování. Výsledný rozdíl mezi nejdražší a nejlevnější metodou je 94%. Zamyšlení nad rozdílem je součástí diskuze.

Posouzení vlivu na životní prostředí bylo provedeno pomocí hodnotících kritérií stanovených KUBÁTEM (2004) v metodice posuzování vlivu bezvýkopových technologií na životní a přírodní prostředí z pohledu veřejného zájmu a i zájmů všech účastněných stran. Váhy jsou definovány s ohledem na dopad kritéria na životní prostředí. Jako nejvýhodnější metoda je vyhodnocena metoda pluhování.

Závěrem lze říci, že cíle práce byly dosaženy. Z uvedeného vyplývá, že výběr optimální technologie nelze zúžit pouze na hlediska technická nebo pouze na hlediska ekonomická. Je nezbytné vzít v úvahu veškerá hlediska, která s konkrétním řešeným případem souvisejí a důkladně je posoudit. (Bezrouk et al., 2008)

## 11. Přehled literatury a použitých zdrojů

- BAYER H.-J., 2005: *HDD Practice Handbook*. Vulkan – Verlag GmbH, Essen, 19-21 s
- BEZOUŠKA P., 2014: *Souznění pravidla péče řádného hospodáře a podnikatelského úsudku*. IHNEC.CZ, Praha, online: <http://zpravy.ihned.cz/c1-58790190-souzneni-pravidla-pece-radneho-hospodare-a-podnikatelskeho-usudku>, cit. 29.3.2014
- BEZROUK J. [eds], 2008: *Zásady pro využití bezvýkopových technologií v oboru vodovodů a kanalizací*. Medium, spol. s r.o., Líbeznice, 144s.
- BMH, 2014: *Lokální bezvýkopové opravy*. BMH spol. s r.o., Olomouc, online: <http://www.bmh.cz/-lokalni-bezvykopove-opravy->, cit. 18.1.2014
- BOCR, 2014: *Bezvýkopové technologie*. BOCR Trading s.r.o., Planá nad Lužnicí, online: <http://www.bocr.cz/bocr/bezvykopovetechnologie-informace.asp>, cit. 14.1.2014
- ČSN 73 6005: *Prostorové uspořádání sítí technického vybavení, v platném znění*. Český normalizační institut, Praha.
- ČSN 75 5401: *Navrhování vodovodního potrubí, v platném znění*. Český normalizační institut, Praha.
- ČSN EN 12889: *Bezvýkopové provádění stok a kanalizačních přípojek a jejich zkoušení, v platném znění*. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha.
- ENSLO CZ, 2014: *Ekologie*. Enslo CZ, s.r.o., Praha, online: <http://www.pluhovani.com/#!ekologie/csgw>, cit. 8.3.2014
- FOECK, 2014: *Produktvorteile*. Walter Föckersperger GmbH, Pauluszell, D, Online: [http://www.foeck.com/foeckersperger\\_kabelpflug.html](http://www.foeck.com/foeckersperger_kabelpflug.html), cit. 22.2.2014
- HAVLÍK A., 2007: *Historie vodního stavitelství*. ČVUT, Praha, online: [http://hydraulika.fsv.cvut.cz/Vin/ke\\_stazeni/Historie.pdf](http://hydraulika.fsv.cvut.cz/Vin/ke_stazeni/Historie.pdf), cit. 4.3.2014
- FRANCZYK K., 2012: *Klasifikace bezvýkopových technologií*. Česká společnost pro bezvýkopové technologie, Praha, str. 7-21
- GSST, 2014: *Schlauchlining – Druckleitung*. German Society for Trenchless Technology, Berlin, online: <http://www.gsst.de/index.cfm?menuID=130>, cit. 8.4.2014
- CHEVAK, 2010: *Materiálové a technické standardy vodárenských a kanalizačních*

- zařízení. CHEVAK Cheb, a.s., Cheb, online:  
[http://www.chevak.cz/sites/CHEVAK.cz/repository/Technick\\_standardy.pdf](http://www.chevak.cz/sites/CHEVAK.cz/repository/Technick_standardy.pdf), cit. 22.2.2014
- ISST, 2014: *Why Trenchless?* The International Society for Trenchless Technology, online: <http://www.istt.com/why-trenchless-no-dig>, cit. 29.3.2014
- KLEPÁČKOVÁ K., 2005: *Provozní řád vodovodu Kamenice*. VOSS s.r.o., Sokolov, 37s.
- KLEPÁČKOVÁ K., 2005: *Provozní řád vodovodu Kostelní Bříza*. VOSS s.r.o., Sokolov, 47s.
- KLEPSATEL F., RACLAVSKÝ J., 2007: *Bezvýkopová výstavba a obnova podzemních vedení*. Jaga Group s.r.o., Bratislava, 142s.
- MAPY, 2014: *Mapa umístění obce Kamenice*. Online:  
<http://www.mapy.cz/#!x=12.691671&y=50.162777&z=11>, cit. 6.2.2014
- MERKL G., 2008: *Technik der Wasserversorgung. Praxisgrundlagen für Führungskräfte*. Oldenbourg Industrieverlag, München, 576-577s
- MZP, 2014: *Posuzování vlivů na životní prostředí*. Online:  
[http://www.mzp.cz/cz/posuzovani\\_vlivu\\_zivotni\\_prostredi](http://www.mzp.cz/cz/posuzovani_vlivu_zivotni_prostredi), cit. 29.3.2014
- NOVÁK J. [eds], 2003: *Příručka provozovatele vodovodní sítě*. Medium, spol. s r.o., Libeznice, 151s.
- PROTLAKY-PLZEŇ, 2014: *Pluhování*. Protlaky Plzeň s.r.o., Plzeň, online:  
<http://www.protlaky-plzen.cz/pluhovani>, cit. 22.2.2014
- RAMEIL M., 2007: *Handbook of Pipe-Bursting Practice*. Vulkan – Verlag GmbH, Essen, 351 s.
- SEBAK, 2014: *Bezvýkopové opravy a rekonstrukce*. Sebak spol. s r.o., Brno, online:  
<http://www.sebak.cz/?pg=bezvykopove-opravy-a-rekonstrukce-kanalizace&left=3>, cit. 8.2.2014
- STEIN D., 2003: *Grabenloser Leitungsbau*. Verlag Ernst & Sohn, Berlin, 1144s
- ŠRYTR P., SYNÁČKOVÁ M., NENADÁLOVÁ L. et KUBÁT T., 2004: *Jsou bezvýkopové technologie opravdu ekologické, jak moc, jak to vůbec objektivně měřit a hodnotit?* No-Dig 4/2004: str. 11-14.
- TRANSTECHNIKCS, 2014: *Produkty*. Transtechnik CS spol. s r.o., Praha, online:  
<http://www.transtechnikcs.cz/produkty/vermeer/horizontalni-vrtaci-stroje/horizontalni-vrtaci-stroj-d100x140>, cit. 19.3.2014
- VODOVOD.INFO, 2014: *Bezvýkopové technologie*. online: <http://vodovod.info/old>

[/index.php/clanky/tematicke/65-bezvykopove-technologie](#), cit. 7.2.2014

ZÁKON č. 136/2007 Sb., *o veřejných zakázkách, v platném znění.*

ZÁKON č. 254/2001 Sb., *o vodách, v platném znění.*

ZÁKON č. 274/2001 Sb., *o vodovodech a kanalizacích, v platném znění.*