

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra Vodního hospodářství a enviromentálního modelování



Fakulta životního  
prostředí

Hodnocení bezvýkopových technologií inženýrských sítí z ekologického  
hlediska na příkladu sanace kanalizace v centru Mělníka (studie)

## **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Autor: Bc. Michaela Hloušová

Vedoucí práce: Ing. Marcela Synáčková, CSC.

Praha 2011



Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně a veškeré použité zdroje a informace jsem uvedla v souladu s citační normou.

V Praze. 10.4.2011

.....  
Bc. Michaela Hloušová

### **Poděkování**

Touto cestou bych chtěla poděkovat firmě Zepris s.r.o a především Ing. Jiřímu Zdeňkovi za poskytnutí cenných informací a materiálů. Moje poděkování patří také vedoucí této mé práce Ing. Marcele Synáčkové, CSc. Děkuji jí za cenné rady, připomínky a poskytnutí literárních zdrojů.

## **Anotace**

Tato diplomová práce hodnotí bezvýkopové technologie z ekologického hlediska a je rozdělena do dvou částí.

V první části jsou rozděleny bezvýkopové technologie a následně zhodnoceny s výkopovými metodami dle Fullerovy metody. Toto hodnocení se bude týkat teoretických situací vzniklých při sanaci a nebo výstavbě kanalizace. Jednotlivá kritéria jsou zde podrobně popsána.

Ve druhé části této práce dojde ke zhodnocení z ekologického hlediska konkrétních případů sanace kanalizace. Nejdříve budou zhodnoceny bezvýkopové a výkopových technologie v úzké a široké ulici. Následně se zhodnotí reálná sanace kanalizace v centru Mělníka. Toto hodnocení bude provedeno na výkopové technologii a bezvýkopové technologii, která zde byla použita.

### **Klíčová slova:**

Bezvýkopové technologie, Výkopová technologie, Sanace, Kanalizace, Emise, GFK Liner

## **Annotation**

This graduation thesis evaluates trenchless technologies from ecological evaluation and it is divided into two sections.

In the first section trenchless technologies are classified and their evaluation with dredging technologies by Fuller's method. This method will cover the theoretical situations. These situations arise when rehabilitation or building sewerage. Every evaluation criterion is described in the following chapters.

In the second section of this graduation thesis is to evaluate the environmental criterion of specific cases of sewer rehabilitation. The first will be evaluated trenchless and dredging technologies in the narrow and wide streets. Subsequently, to evaluate the real sewer rehabilitation in the city center of Mělník. This evaluation will be done on dredging and trenchless technologies, that was used here.

### **The Key words:**

Trenchless Technologies, Dredging Technologies, Rehabilitation, Sewerage, Emissions, GFK Liner

## Obsah

<b>Seznam použitých zkratk</b> .....	<b>10</b>
<b>1. Úvod</b> .....	<b>11</b>
<b>2. Cíl práce a metodika</b> .....	<b>13</b>
2.1 Metodika práce.....	13
<b>3. Zpřehlednění bezvýkopových technologií</b> .....	<b>15</b>
3.1 Zpřehlednění BT dle ISTT .....	15
3.1.1 Doplněné klasifikace BT dle ISTT .....	17
3.2 Zpřehlednění BT z oborového hlediska .....	19
3.3 Rozdělení BT podle práce se zeminou.....	20
<b>4. Hodnocení vlivu na životní prostředí</b> .....	<b>23</b>
4.1 Hodnocení výkopových a bezvýkopových technologií při výstavbě kanalizace .....	24
4.1.1 Hygiena .....	24
4.1.2 Délka záboru půdy .....	25
4.1.3 Množství odtěžené zeminy.....	25
4.1.4 Náklady na výstavbu .....	25
4.1.5 Sociální kritérium.....	26
4.1.6 Ekologie .....	26
4.2 Hodnocení výkopových a bezvýkopových technologií při sanaci kanalizace	29
4.2.1 Hygiena .....	29
4.2.2 Délka záboru půdy .....	29
4.2.3 Množství odtěžené zeminy.....	29
4.2.4 Náklady na sanaci .....	29
4.2.5 Sociální kritérium.....	30
4.2.6 Ekologie .....	30
4.3 Hodnocení vybraných bezvýkopových technologií při sanaci kanalizace.....	33
4.3.1 Hodnocení vybraných BT .....	34
4.3.2 Vyhodnocení nejlepší BT pro sanaci kanalizace pomocí Fullerovy metody .....	36
<b>5. Ekologické hodnocení v modelových situacích</b> .....	<b>39</b>
5.1 Kritéria hodnocení:.....	39
5.2 Emise.....	40

5.3 Ekologické hodnocení na modelové situaci v úzké ulici .....	41
5.3.1 Doprava .....	42
5.3.2 Ekologie .....	43
5.3.3 Délka trvání prací .....	43
5.3.4 Náklady na sanaci .....	44
5.3.5 Omezení služeb .....	44
5.4 Ekologické hodnocení modelové situace na široké ulici .....	47
5.4.1 Doprava .....	47
5.4.2 Ekologie .....	49
5.4.3 Délka trvání prací .....	50
5.4.4 Náklady na sanaci .....	50
5.4.5 Omezení služeb .....	51
<b>6. Hodnocení BT na příkladu sanace stok v centru Mělníka .....</b>	<b>54</b>
6.1 Mělník .....	54
6.1.1 Historie města .....	54
6.2 Přírodní podmínky .....	56
6.2.1 Podnebí .....	56
6.2.2 Morfologie .....	56
6.2.3 Hydrogeologie .....	56
6.2.4 Geologie .....	56
6.3 ČOV Mělník .....	57
6.4 Stoková síť .....	57
6.5 Popis sanované lokality .....	58
6.6 Sanované potrubí .....	59
6.6.2 Popis poruch na sanovaných stokách .....	61
6.7 Dotčené pozemky .....	65
6.8 Dotčené inženýrské sítě .....	66
6.9 Uložení potrubí .....	67
6.9.1 Odvodnění dna rýhy .....	67
6.9.2 Zásyp rýhy .....	68
6.9.3 Hloubka nadloží trub .....	68
6.9.4 Těsnění spojů, manipulace a spojování trub .....	69
6.10 Porovnání BT a výkopové technologie v centru Mělníka .....	69



6.10.1 Bezvýkopová technologie .....	69
6.10.2 Výkopová technologie .....	79
6.10.3 Porovnání výsledků BT a výkopové technologie .....	83
<b>7. Diskuze .....</b>	<b>84</b>
<b>8. Závěr.....</b>	<b>87</b>
<b>Seznam použitých zdrojů .....</b>	<b>88</b>
<b>Internetové zdroje:.....</b>	<b>88</b>
<b>Seznam příloh .....</b>	<b>90</b>

## Seznam použitých zkratek

BT – bezvýkopová technologie

CzSTT – Česká společnost pro bezvýkopové technologie

CO – oxid uhelnatý

CO<sub>2</sub> – oxid uhličitý

ČOV – čistírna odpadních vod

ČSN – česká technická norma

DN – vnitřní průměr

EO – ekvivalentní obyvatel

g - gram

IS – inženýrské sítě

ISTT – The international society for trenchless technology

k – koeficient součinitele

kg - kilogram

mg - miligram

No-DIG – Zpravodaj České společnosti pro bezvýkopové technologie

NO<sub>x</sub> – oxidy dusíku

P<sub>konc</sub> – konečná hodnota

PM – pevné částice

P<sub>max</sub> – maximální hodnota

P<sub>min</sub> – minimální hodnota

P<sub>poč</sub> – počáteční hodnota

SO<sub>2</sub> – oxid siřičitý

U – lineární závislost

## 1. Úvod

Bezvýkopové technologie, dále BT, se začaly v České republice používat koncem 20. století, kdy se po listopadu 1989 otevřely hranice a bylo umožněno používání technologií stejných jako v západní Evropě.

V České republice je 36 233 km stok, na něž je napojeno 79,1% populace (údaje jsou z roku 2004). Tato vedení jsou ve většině případů v kritickém stavu a některé z nich už za hranicí použitelnosti. Nejhuře jsou na tom velká města, kde stoky byly postaveny nejdříve. Na těchto stokách často vznikají poruchy a v budoucnu se budou vyskytovat častěji. (Fučík, 2009)

Tradiční způsob sanace kanalizace je nahrazení potrubí po celé délce pomocí výkopové technologie. Zatímco tyto tradiční metody vyžadují odkrytí a nahradit sanované potrubí, bezvýkopová technologie pracuje bez odstranění zeminy a kanalizace. Vlivem této skutečnosti se opravují poruchy nejen na potrubí, ale je i možné postavit novou kanalizaci bez zátěže na životní prostředí na rozdíl od tradiční výkopové metody. (www.NODIG.com 2011)

BT se nejčastěji používají na sanaci v intravilánech větších aglomerací, ale jsou i vhodné k inspekci, čištění, ale i k vytváření nových inženýrských sítí. Díky BT při sanaci nedochází k přerušení dopravy, je zmírněn vliv na občany žijící v okolí a hlavně nedochází k převrstvování zemin.

K rozšíření povědomí o BT nejen u firem, ale i veřejnosti se zapojila mezinárodní organizace ISTT (International Society for Trenchless Technology) a jeho odnož CzSTT (Česká společnost pro bezvýkopové technologie) jako 13. společnost ISTT, která byla založena 9.11.1994. Její hlavní náplní je sdružování jak individuálních členů, tak profesních sdružení, pořádání mezinárodních konferencí, vydávání odborného časopisu NO-DIG a spousta jiných odborných publikací.

Zpravodaj NO-DIG (Zpravodaj České společnosti pro bezvýkopové technologie) je od 1.1.2004 lektorovaným časopisem. Tento zpravodaj je vydáván jako čtvrtletník. V roce 2010 již vyšlo šestnácté číslo tohoto zpravodaje. NO-DIG se nezabývá jenom BT, ale pro větší možnost informovanosti o činnostech firem a zajímavých stavbách a technologiích je zde i oddíl Ze staveb. ([http://www.czstt.cz/zpravodaj\\_nodig.htm](http://www.czstt.cz/zpravodaj_nodig.htm))

CzSTT je nevládní organizace, která spojuje jak právnické, tak i fyzické osoby, které se zabývají problematikou BT. Jejich hlavním úkolem je rozšiřování

vědeckých a technických poznatků o BT a hodnocení používaných materiálů. CzSTT spolupracuje při vytváření legislativy a norem v oboru, pořádá konference, odborná školení a výstavy.

V České republice se BT používají, ale ne v takovém měřítku, jak by bylo potřeba. Hlavním důvodem, proč firmy nevyužívají BT v takové míře, je jejich vysoká pořizovací cena, druhy materiálů, které se používají, a následné zapojení kanalizačních přípojek. Avšak stále větším důrazem na zvyšování kvality životního prostředí při sanacích stok se bude zvětšovat i použití BT. Tím dojde i k nárůstu firem a investorů využívajících BT.

## 2. Cíl práce a metodika

Cílem této diplomové práce je porovnat bezvýkopové a výkopové technologie z různých hledisek hodnocení a rozdělit je. Následně bude provedeno porovnání těchto technologií na příkladu sanace kanalizace v centru Mělníka z hlediska vlivu na životní prostředí a zdraví na člověka.

V této práci bude poukázáno na výhody BT oproti výkopovým technologiím. Často jsou kritéria hodnocení brána z technického a ekonomického hlediska. Jsou hodnocena neobjektivně a často je hodnotitel jen zaměřen na svůj obor. Zde by mělo být poukázáno při hodnocení na všechna kritéria, které se dotýkají nejenom sanačních, ale i výkopových prací.

Pro toto hodnocení bude zvolena Fulerova metoda („metoda vah“), aby nedošlo k zvýhodnění některého kritéria.

### 2.1 Metodika práce

Před samotným ekologickým hodnocením a porovnáním BT a výkopových technologií je třeba zpřehlednit BT. Samotné ekologické hodnocení bude probíhat ve třech fázích:

**1) Obecné zhodnocení BT a výkopových technologií** – toto hodnocení bude probíhat na dvou teoretických modelech – sanace a výkop kanalizace.

**2) Ekologické hodnocení BT a výkopových technologií** – při sanaci kanalizace, která bude ukázková na příkladu úzké ulice (pěší zóně) a široké ulice (silný provoz), bude sloužit jako hodnotící model pro BT a výkopovou technologii.

**3) Ekologické hodnocení sanace v centru Mělníka** – v poslední části této diplomové práce se zhodnotí metoda, která zde byla použita na sanaci kanalizace v centru Mělníka a porovná se s výkopovou metodou.

V těchto třech fázích hodnocení budou použita stejná a nebo podobná kritéria a to podle potřeb hodnotících modelů. Metoda, která bude použita pro srovnání BT a výkopových technologií, je tzv. metoda vah.

**Použitá kritéria ekologického hodnocení:**

- Hygiena,
- délka záboru půdy,
- množství odtěžené zeminy,
- náklady na výstavbu (sanaci),

- sociální kritérium,
- ekologie,
- doprava,
- omezení služeb,
- množství vykopané zeminy,
- emisní limity.

Práce si klade za cíl objektivně zhodnotit veškerá kritéria přiřazená k modelovým situacím. Cílem této diplomové práce bude postupné poukázání na výhody či nevýhody jednotlivých technologií na příkladu sanace v centru Mělníka.

### 3. Zpřehlednění bezvýkopových technologií

BT je možné dělit podle několika hledisek. Základní rozdělení je dle ISTT. Dalším dělením je oborová klasifikace, která se dále dělí podle toho, co budujeme (rekonstrukce stávající trubní sítě a nebo výstavba nové trubní sítě), jaké používáme potrubí (záleží na ploše profilu a vnitřím průměru potrubí DN), na co se budou používat (podle druhu inženýrských sítí, dále jen IS) a jak se budou ukládat. To, jak se budou ukládat inženýrské sítě, je závislé i na jejich druhu a tím pádem je toto dělení závislé také na jejich druhu.

Tato rozdělení jsou výsledky rozsáhlých laboratorních a terénních šetření a to jak v projektu CPAR, která předcházela studii o vlivech způsobujících praskání potrubí, chodníků a jiných struktur a jejich sanace. Toto rozdělení slouží k usnadnění navrhování technologií na jejich opravy. Důraz je kladen na vybavení, materiál, procesy a potenciální poškození. (U.S. Army Corps of Engineers, Trenchless 2010)

#### 3.1 Zpřehlednění BT dle ISTT

##### 1) New installation (Nová instalace IS pomocí BT)

- a) Impact moling and ramming (rázový průpich a protlačování)
    - Percussive moling (vibrační průpich)
    - Pipe ramming (beraněné/protlačování trubek)
  - b) Guided boring and directional drilling (řízené vrtání a přímé vrtání)
    - Fluid – assisted boring (řízené vrtání s podporou výplachem)
    - Dry boring (suché vrtání)
    - Drill pipes (trubní vrtání)
    - Tracing and guidance ancillaries
  - c) Pipejacking and microtunnelling  
(štítování a mikrotunelování s plně mechanizovaným razícím štítem)
    - Pipejacking systems (prosté štítování/protlačovací systémy)
    - Microtunnelling systems (mikrotunelovací systémy)
- (<http://www.istt.com/index.cfm?menuID=63>, 5.2.2011)

##### 2) Repair and renovation (Oprava, obnova včetně sanace)

- a) Sliplining (tvorba povlaku, výstelky, vložky)

- Basic sliplining (tvorba základního povlaku, výstelky, vložky)
  - Spirally wound liners (výstelka ze spirálově navíjených pásů)
  - Live insertion (prosté vložkování)
- b) Close – Fit lining (výstelka/vložka uzavřená/ na míru)
- Swaged liners (vložky vtažené po stlačení/zúžení)
  - Folded liners (vložky vtažené po složení)
  - Expanded spiral lining (vložky z expandujících, spirálově navíjených pásů)
- c) Spray linnig (výstelka nástřikem)
- Cement mortar lining (výstelka cementovou maltou/cementace)
  - Epoxy lining (výstelka epoxidovou pryskyřicí/epoxidace)
- d) Cured – in –place linnig (vložka vytvrzovaná na místě/stavbě)
- Thermal cure (vložka vytvrzovaná teplem)
  - UV cure (vložka vytvrzovaná UV zářením)
  - Ambient cure (vložka vytvrzovaná vlivem okolního prostředí)
- e) Localised repair and sealing (lokální oprava a utěšňování)
- Sleeve repairs (oprava rukávem)
  - Resin injections (injektáž pryskyřicí)
  - Fill and drain system (oprava systémem naplnění a vyprázdnění)
  - Robotic repairs (oprava robotem)
  - Mechanic sealing (mechanické utěšňování)
  - Pipe Re – rounding ( oprava deformací kruhového profilu vyrovnáním )
- f) Renovation of large diameter pipes and chambers  
(oprava/sanace potrubí velkých profilů a šachet)
- Pre – formed liners (oprava/sanace pomocí předtvarovaných vložek)
  - In – situ renovation (oprava/sanace pomocí rukávů vytvrzovaných na místě)
  - Manhole renovation (oprava/sanace šachty)
- (<http://www.istt.com/index.cfm?menuID=63>, 5.2.2011)



### 3) On – line replacement (obnova formou destruktivní spřažené výměny potrubí) (C)

- Percussive pipebursting (vibračním trháním trubek)
- Hydraulic pipebursting (hydraulickým trháním trubek)
- Pipe splitting (trhání trubek jejich roztrháním)
- Pipe eating („požíráním“ trubek)
- Pipe reaming (s rozšiřováním trubek - se zvětšením DN)
- Lead service pipe and replacement (a vynesení/vytažením původních trub/trubek a s instalací nových)

(<http://www.istt.com/index.cfm?menuID=63>, 5.2.2011)

#### 3.1.1 Doplněné klasifikace BT dle ISTT

Zpřehlednění BT podle ISTT není kompletní. Je nutné při doplnění klasifikace přihlídnout k tomu, jakým způsobem se ukládají IS, a klasifikaci BT logicky kompletovat. Doplněné zpřehlednění BT dělíme na *přímé BT* (je to logický doplněk, který nabízí základní zpřehlednění dle ISTT pro DN < cca DN 300), a *nepřímé BT* (klasifikujeme je podle způsobu ukládání IS pro DN 100 až DN 500 i více). V některých případech nepřímé BT se může v klasifikaci též jednat o přímou BT, pokud bude ochranná konstrukce IS instalovaná bezvýkopově.

##### 1) Přímé

- a) Instalace optického kabelu do chráničky vzniklé vyhořením duše DK – telekom. kabelu
  - MCS – Road (ukládání optických kabelů do drážky pod obrusnou vrstvou komunikace či chodníku)
  - MC S – Drain (dtto do kanalizace napínáním kabelů pod stropem kanalizace)
  - S.L.I.M (dtto do kanalizace upevněním do stropu kanalizace pomocí robotu)
  - TCM (dtto jiná firemní verze)
  - TROLINING – COMBI (dtto do kanalizace – do prostoru mezi preliner a kliner s nopy)
  - ICPP (Instalace kabelů tlakem do potrubí)

b) Utěsnění a zpevnění potrubí zevnitř ( injektáží, spárováním, špachtlováním, omítnutím, nátěrem, impregnací vnitřního povrchu apod.; použitím vnitřních rozpínacích manžet apod.)

- Prosté vyčištění potrubí (postačuje-li k obnově provozuschopnosti potrubí)
- Kolektory podpovrchové (mělce ražené)
- Kolektory hlubinné (koridorové, ražené)
- Univerzální multikanály (mělce ražené)
- Montážní kanály, energotunely (ražené)

c) Ukládání IS na/do mostní(ch) konstrukce(i) mostů silničních/speciálních či víceúčelových (př. lávký pro pěši)

- Potrubní mosty, trubní mosty (včetně řetězovek a věšadel)
- Nadchodníkové a fasádové kolektory
- Ukládání IS na podpěrné konstrukce zabudované v nábrežních zdech vodních toků/vodních ploch či na zdech objektů
- Samonosné venkovní shybky
- Samonosné venkovní chráničky
- Nadzemní trubní trasa (s podpěrami různých typů)
- Venkovní trasa, telekom. kabelů, sítě místního rozhlasu/televize (stožárová kombinovaná)
- Ukládání na povrchu terénu (provizorní)
- Ukládání kabelů a potrubí na dno moře, vodní nádrže apod.
- Cable and pipeline plough – lining (ukládání kabelů a trub(ek) probouráním linie)

(<http://www.istt.com/index.cfm?menuID=63> 5.2.2011)

## 2) Nepřímé

Klasifikace BT s užitím ochranných konstrukcí různých typů sdružených tras IS či s užitím dalších typů ochranných konstrukcí IS:

- Klasické (hloubené) kolektory
- Technické chodby (typové, improvizované)
- Univerzální multikanály, univerzální kabelové

- Minipařížský způsob ukládání IS (např. multikanál BIRCO)
- Pařížský způsob ukládání IS (do předdimenzovaného profilu kanalizace či profilu zatrubněné vodoteče)
- Podchodníkové technické kanálky (např. typu INTERPROJEKT či EUREKA apod.)
- Improvizované podchodníkové technické kanálky
- Technickokomunikační koridory
- Ukládání IS do podzemních staveb (metra, podchodů, suterénů, objektů apod.)
- Sdružené chráničky IS
- Klasické chráničky IS
- Klasické kabelovody
- Montážní kanály IS

(<http://www.istt.com/index.cfm?menuID=63> 5.2.2011)

### **3.2 Zpřehlednění BT z oborového hlediska**

#### **1) Podle toho, co budujeme:**

Obnova a oprava stávajících IS v původních trasách

- Ukládání nových IS do nových tras
- Ukládání nových IS do původních tras

#### **2) Podle profilu a vnitřního průměru potrubí:**

##### Mikrotunelování a minitunelování

- Neřízené – Pneumatické propichování (DN do 200)
- Hydraulické propichování (DN do 300)
- Vibrační vrtání (protlačování s vybrováním (DN do 500)
- Vodorovné vrtání (DN do 1500)
- Pneumatické beranění – s otevřeným čelem (DN 300 – 2000)
- S uzavřeným čelem (DN do 200)
- Řízení – Řízené propichování (DN do 300)
- Řízení vrtání (DN do 1500)
- Vrtání s vodícím vrtem (DN do 1500)
- Vrtání na plný průřez (DN do 1500)
- Protlačování s použitím štítů (DN 300 – 2000)

## Štítování

Klasické hornické metody ražbou

Metody výstavby do skalních hornin

(Kubín 2006)

### **3 ) Podle druhu IS a jejich uložení:**

Podle druhu IS

- elektrická silová vedení
- sdělovací vedení
- vodovodní vedení
- plynovodní vedení
- vedení tepelných sítí
- stoky (vedení stokových sítí)
- jiná vedení

Podle uložení IS

- odděleně
- soustředěně: ve společných trasách  
ve sdružených trasách  
v kombinovaných trasách  
v podobě koridoru IS

(Kubín 2006)

### **3.3 Rozdělení BT podle práce se zeminou**

#### **1) BT se zemními pracemi**

##### a) S odběrem zemin

- horizontální vrtání
- horizontální beranění
- hydraulické protlačování potrubí
- hydraulické protlačování chráničky
- ražení štol štítováním
- ražení pomocí TBM
- klasické ražení štol a dočasné vystrojení
- ražení štol bez důlní výztuže

##### b) Bez odběru zemin

- propichování
- horizontální vrtání
- horizontální beranění
- vrtání s použitím vysokotlaké kapaliny
- rozrušovací způsob

(Kubín 2006)

## 2) Metody bez zemních prací

### a) Chemické sanační metody

- ošetření betonových stěn alkalickou látkou
- ošetření klenby stok
- místní utěšňování
- utěšňování dvousložkovými hmotami

### b) Injektážní sanační metody

- vnitřní injektáž
- vnější injektáž
- obnova statické nosnosti pomocí vyztužených kruhů z oceli

### c) Záplatování vnějšími záplatami

### d) Záplatování vnitřními záplatami

- klasické záplatování
- záplaty vytvrzené na stavbě
- záplaty prefabrikované přilepené na stavbě
- pomocí robotů
- záplatování panely a segmenty
- místní opravy chemickými a injektážními způsoby
- vložkování neboli dotěsnění vnitřních spojů

### e) Vystýláním (obložení) stokovými segmenty a dílci

### f) Vystýláním zatahováním potrubí

- zatahování flexibilní hadice vytvrzené na místě
- zatahování navíjených trub
- zatahování samonosného potrubí
- zatahování nesamonosné vložky
- zatahování hadic O a deformovaných C
- zatahování trub s dočasně zmenšeným profilem

- g) Rovnění deformovaného potrubí
- h) Těsnice pro použití v kanalizačních přípojkách
- i) Vystýlací způsoby povlakové, potahovací a nanášecí
  - klasické záplatování
  - vystýlání speciálními povlaky, potahy a nanášením
  - cementace, epoxidová výstelka
  - vystýlání betonáží
- j) Roztrhávání, frézování, utěšňování za použití elastických, plastických a těsnících spárovacích hmot
- k) Použití víceúčelových robotů
- l) Vystýlkování a napojování přípojek

(Kubín 2006)

#### **4. Hodnocení vlivu na životní prostředí**

Cílem tohoto hodnocení je zhodnotit, která z uvedených metod (bezvýkopová a nebo výkopová metoda) použitých při výstavbě a sanaci kanalizace, je neoptimálnější. Kritéria vybraná pro toto hodnocení se dotýkají obou metod a charakterizují jejich základní vlastnosti.

##### **Kritéria hodnocení:**

###### Hygiena

Hygienu můžeme charakterizovat jako dodržení bezpečnosti práce. Jedná se například o prašnostní a hlukové limity a obtížnost jejich dodržet při použití obou metod.

###### Délka záboru půdy

Toto kritérium ukazuje, jak velká plocha a na jak dlouho musí být zabrána nejen pro výstavbu (sanaci) kanalizace, ale i pro provoz zařízení potřebných pro jejich výstavbu (sanaci).

###### Množství odtěžené zeminy

Množství zeminy, které musí být při výstavbě (sanaci) kanalizace odtěženo a překopáno.

###### Náklady na výstavbu (sanaci)

Náklady na výstavbu popř. sanaci nám vyjadřují, kolik stojí oprava či vybudování kanalizaci pomocí různých metod.

###### Sociální kritérium

V sociální kritériu jde hlavně o to, jak se práce, která je prováděná na kanalizaci, dotýká okolí. Jedná se hlavně o uliční a dopravní uzávěrky.

###### Ekologie

Účelem tohoto kritéria je poukázat na to, jak daná výstavba (sanace) kanalizace zatěžuje okolní krajinu (změna biodiverzity, ochrana podzemních vod, aj.).

##### **Stupnice hodnocení:**

- 1 – výborně
- 2 – chvalitebně
- 3 – dobře
- 4 – dostatečně

Fullerova metoda

Je metoda, která slouží k určení důležitosti kritérií, pokud počet kritérií není možné zhodnotit. Proto se zde hodnotí jednotlivé dvojice kritérií a rozhoduje se, které kritérium má větší váhu. Na závěr se sečtou body přidělené kritériím. Aby nedošlo k tomu, že nějaké kritérium má nulovou hodnotu, tak se ke všem ještě připočte jedna a následně normalizujeme. Tímto způsobem získáme váhy pro zhodnocení situací popř. jiných hodnotících modelů.

**Výpočet dle Fullerovy metody:**

$$\text{delta} = (P_{\max} - P_{\min}) / 100$$

$$P_{\text{poč}} = P_{\min} - \text{delta}$$

$$P_{\text{konc}} = P_{\max} + \text{delta}$$

$$k = \frac{\ln[\bar{U}]}{\ln\left[\frac{\bar{P} - P_{\text{poč}}}{P_{\text{konc}} - P_{\text{poč}}}\right]}$$

**lineární závislost:**

$$U = \left[ \frac{P - P_{\text{poč}}}{P_{\text{konc}} - P_{\text{poč}}} \right]^k$$

**nelineární závislost**

$$U = 1 - \left[ \frac{P - P_{\text{poč}}}{P_{\text{konc}} - P_{\text{poc}}} \right]^k$$

#### **4.1 Hodnocení výkopových a bezvýkopových technologií při výstavbě kanalizace**

##### **4.1.1 Hygiena**

###### *Bezvýkopová technologie – 2*

K porušení prašnostních limitů zde nedochází. Horší je to s hlukem, který způsobují stroje používající se k výstavbě.

###### *Výkopová technologie - 1*



Vlivem práce na povrchu zde dochází k malé prašnosti. Hlučnost je zde taky, ale v menší míře než je u BT. Je to dané tím, že hodně prací je prováděno lidskou silou a nebo menšími výkopovými stroji.

#### **4.1.2 Délka záboru půdy**

*Bezvýkopová technologie – 1*

Zábor půdy je zde minimální, plocha záboru je jenom pro stroje a sociální zařízení, která jsou potřeba k výstavbě.

*Výkopová technologie - 3*

Plocha, která je potřeba k výstavbě, je poměrně značná nejen pro stroje a sociální zařízení jako u BT, ale hlavně je zde zábor půdy po celé délce výstavby kanalizace.

#### **4.1.3 Množství odtěžené zeminy**

*Bezvýkopová technologie – 1*

Množství odtěžené a překopané zeminy je pomocí BT jen nejnútnejší. Je to dané tím, že nemusíme nic vykopávat a jenom se odtěží to nejnútnejší množství, které je potřeba k výstavbě.

*Výkopová technologie - 2*

Množství odtěžené zeminy pomocí výkopové technologie je podobné jako u BT, jelikož se sem po výstavbě zemina vrátí. Je zde však problém, v jakém stavu se zemina vrací. Je překopaná a nějakou dobu trvá, než se vrátí do původního stavu.

#### **4.1.4 Náklady na výstavbu**

*Bezvýkopová technologie – 4*

Náklady na výstavbu kanalizační sítě pomocí BT jsou příliš veliké. Je to dané hlavně pořizovací cenou, speciálním druhem materiálu, který se musí použít, a následným zapojením kanalizačních přípojek.

*Výkopová technologie – 1*

U výstavby kanalizační sítě pomocí výkopové technologie jsou náklady podstatně nižší než u BT. Je to dané tím, že se používají základní materiály a výkopové práce se provádějí lidskou silou a menšími výkopovými stroji.

#### 4.1.5 Sociální kritérium

##### *Bezvýkopová technologie – 1*

Jelikož výstavba kanalizace probíhá pod povrchem a skoro se nedotýká vnějšího okolí, nedochází k uzavěrci ulice a nebo omezení silničního provozu.

##### *Výkopová technologie – 3*

U výstavby kanalizace pomocí výkopové metody je ulice uzavřena, v lepším případě část ulice. Je tedy značně omezen silniční provoz. Je to dané tím, že výstavba probíhá na povrchu a ne pod povrchem jako u BT.

#### 4.1.6 Ekologie

##### *Bezvýkopová technologie – 1*

Díky tomu, že výstavba spočívá v tom, že se kanalizace prorazí a nebo například provrtá, nedochází k narušení vnějšího ekosystému.

##### *Výkopová technologie - 3*

Tato technologie je založena na pracovním postupu na vnějšku. Tím pádem dojde k výraznému narušení nejen pro faunu žijící v okolí, ale hlavně pro floru, která se v důsledku výkopových prací musí odstranit.

##### 4.1.1.1 Vyhodnocení nejlepší technologie pro výstavbu kanalizace pomocí Fullerovy metody

Tab. 4.1 - Určení stupnice hodnocení pro výstavbu kanalizace

	<b>BT</b>	<b>VT</b>	<b>delta</b>	<b>Ppoč</b>	<b>Pkonc</b>	<b>Pprum</b>	<b>k</b>
<b>Hygiena</b>	2	1	0.01	0.99	1.99	1.5	1.03
<b>Délka záboru půdy</b>	1	3	0.02	0.98	2.98	2	1.03
<b>Množství odtěžené zeminy</b>	1	2	0.01	0.99	1.99	1.5	1.03
<b>Náklady na výstavbu</b>	4	1	0.03	0.97	3.97	2.5	1.03
<b>Sociální kritérium</b>	1	3	0.02	0.98	2.98	2	1.03
<b>Ekologie</b>	1	3	0.02	0.98	2.98	2	1.03

Tab. 4.2 - Lineární závislost pro výstavbu kanalizace

	BT (U)	VT (U)
<b>Hygiena</b>	1.01	0.01
<b>Délka záboru půdy</b>	0.01	1.01
<b>Množství odtěžené zeminy</b>	0.01	1.01
<b>Náklady na výstavbu</b>	1.01	0.01
<b>Sociální kritérium</b>	0.01	1.01
<b>Ekologie</b>	0.01	1.01
<b>celkem</b>	<b>2.06</b>	<b>4.06</b>

Tab. 4.3 - Určení důležitosti hodnocených kritérií pro výstavbu kanalizace

Hygiena	1	1	1	1	1
	2	3	4	5	6
Délka záboru půdy		2	2	2	2
		3	4	5	6
Množství odtěžené zeminy			3	3	3
			4	5	6
Náklady na výstavbu				4	4
				5	6
Sociální kritérium					5
					6
Ekologie					6

Tab. 4.4 - Vyhodnocení kritérií pro výstavbu kanalizace

počet vítězství	1 + poč. vítězství	$k=x/21$
2	3	0.14
1	2	0.10
0	1	0.05
4	5	0.19
3	4	0.19
5	6	0.29
15	21	

Tab. 4.5 - Vyhodnocení nejlepší metody pro výstavbu kanalizace

	koef. významnosti	BT	VT	vynásobeno koeficientem významnosti	
				BT	VT
<b>Hygiena</b>	0.143	1.010	0.009	0.144	0.001
<b>Délka záboru půdy</b>	0.095	0.009	1.010	0.001	0.096
<b>Množství odtěžené zeminy</b>	0.048	0.009	1.010	0.000	0.048
<b>Náklady na výstavbu</b>	0.190	1.010	0.009	0.192	0.002
<b>Sociální kritérium</b>	0.190	0.009	1.010	0.002	0.192
<b>Ekologie</b>	0.286	0.009	1.010	0.002	0.289
<b>celkem:</b>				0.342	<b>0.628</b>

Z výsledků hodnocení, kde byla použita Fulerova metoda, je patrné že pro výstavbu kanalizace se nejvíce hodí použití výkopové metody. Je to dané tím, že je o dost levnější než bezvýkopová metoda.

## **4.2 Hodnocení výkopových a bezvýkopových technologií při sanaci kanalizace**

Sanaci lze definovat jako opatření, které vede k nápravě škod a nebo příčin způsobených vlivem lidského faktoru a nebo opotřebením.

### **4.2.1 Hygiena**

*Bezvýkopová technologie – 2*

Viz. 4.1.1 hygiena.

*Výkopová technologie – 1*

Viz. 4.1.1 hygiena.

### **4.2.2 Délka záboru půdy**

*Bezvýkopová technologie – 1*

Viz. 4.1.2 délka záboru půdy

*Výkopová technologie – 2*

Viz. 4.1.2 délka záboru půdy

### **4.2.3 Množství odtěžené zeminy**

*Bezvýkopová technologie – 1*

Při sanaci kanalizace pomocí BT se vytěží jen nepatrné množství zeminy. Je to tolik, kolik je třeba pro použité stroje.

*Výkopová technologie – 3*

Je třeba odtěžit veškerou zeminu, která se dotýká úseku, kde je třeba opravit kanalizaci.

### **4.2.4 Náklady na sanaci**

*Bezvýkopová technologie – 2*

Náklady, které jsou třeba na sanaci kanalizace pomocí BT, jsou vyšší. Je to proto, že potřebné stroje jsou drahé, spousta firem je nevlastní, a proto raději používají metodu výkopem, kde zaplatí převážně lidskou práci.

*Výkopová technologie – 1*

Viz. 4.1.4 náklady na výstavbu.

#### **4.2.5 Sociální kritérium**

*Bezvýkopová technologie – 1*

Viz. 4.1.5 Sociální kritérium

*Výkopová technologie – 3*

Viz. 4.1.5 Sociální kritérium

#### **4.2.6 Ekologie**

*Bezvýkopová technologie – 1*

Jak již bylo zmíněno v kapitole 4.1., práce zde probíhají pod povrchem. Jelikož jde o sanaci kanalizace, tak již nedochází ani k porušení ekosystému pod povrchem.

*Výkopová technologie – 4*

U sanace kanalizace pomocí výkopu je to úplně stejné jako u výstavby: musí se vykopat veškerá zemina, která je v daném úseku oprav, a tím pádem dochází k narušení okolí.

4.2.1.1 Vyhodnocení nejlepší technologie pro sanaci kanalizace pomocí Fullerovy metody

Tab. 4.6 - Určení stupnice hodnocení pro sanaci kanalizace

	<b>BT</b>	<b>VT</b>	<b>delta</b>	<b>Ppoč</b>	<b>Pkonc</b>	<b>Pprum</b>	<b>k</b>
<b>Hygiena</b>	2	1	0.01	0.99	1.99	1.5	1.03
<b>Délka záboru půdy</b>	1	2	0.01	0.99	1.99	1.5	1.03
<b>Množství odtěžené zeminy</b>	1	3	0.02	0.98	2.98	2	1.03
<b>Náklady na sanaci</b>	2	1	0.01	0.99	1.99	1.5	1.03
<b>Sociální kritérium</b>	1	3	0.02	0.98	2.98	2	1.03
<b>Ekologie</b>	1	4	0.03	0.97	3.97	2.5	1.03

Tab. 4.7 - Lineární závislost pro sanaci kanalizace

	<b>BT (U)</b>	<b>VT (U)</b>
<b>Hygiena</b>	1.01	0.01
<b>Délka záboru půdy</b>	0.99	0.01
<b>Množství odtěžené zeminy</b>	0.01	1.01
<b>Náklady na sanaci</b>	1.01	0.01
<b>Sociální kritérium</b>	0.99	1.01
<b>Ekologie</b>	0.01	1.01
<b>celkem</b>	4.02	3.06

Tab. 4.8 - Určení důležitosti hodnocených kritérií pro sanaci kanalizace

Hygiena	1	1	1	1	1
	2	3	4	5	6
Délka záboru půdy		2	2	2	2
		3	4	5	6
Množství odtěžené zeminy			3	3	3
			4	5	6
Náklady na sanaci				4	4
				5	6
Sociální kritérium					5
					6
Ekologie					6

Tab. 4.9 - Vyhodnocení kritérií pro sanaci kanalizace

počet vítězství	1 + poč. vítězství	$k=x/21$
1	2	0.10
2	3	0.14
0	1	0.05
4	5	0.19
3	4	0.19
5	6	0.29
15	21	



Tab. 4.10 - Vyhodnocení nejlepší metody pro sanaci kanalizace

	koef. významnosti	BT	VT	vynásobeno koeficientem významnosti	
				BT	VT
<b>Hygiena</b>	0.095	1.010	0.009	0.096	0.001
<b>Délka záboru půdy</b>	0.143	0.991	0.010	0.142	0.001
<b>Množství odtěžené zeminy</b>	0.048	0.009	1.010	0.0004	0.048
<b>Náklady na sanaci</b>	0.190	1.010	0.009	0.192	0.002
<b>Sociální kritérium</b>	0.190	0.991	1.010	0.189	0.192
<b>Ekologie</b>	0.286	0.009	1.010	0.002	0.289
<b>celkem:</b>				<b>0.622</b>	0.533

Z výsledků je patrné, že nejvhodnější metoda na použití sanace kanalizace je BT. I když výkopová metoda vychází levněji, tak je nevhodné, aby se kvůli sanaci kanalizace měl vykopat celý úsek potřebný k opravě.

#### 4.3 Hodnocení vybraných bezvýkopových technologií při sanaci kanalizace

Pro hodnocení vybraných druhů BT musíme daná hodnotící kritéria zkonkretizovat, ale stupnice hodnocení zůstává nezměněna. Nelze použít předešlá, protože spousta metod BT je si podobná, a proto je třeba se zaměřit na jejich rozdíly a nedostatky. Vybrané technologie jsou vhodné na lokální opravy bez narušení statické funkce. Mezi vybrané metody pro hodnocení patří nástřík epoxidovaných pryskyřic na ostění (epoxidace), cementace vnitřního povrchu potrubí, metoda Insituform.

##### **Kritéria hodnocení:**

##### Životnost (dlouhodobost)

Je to schopnost odolávat opotřebení materiálu, který je použit na sanaci dané kanalizace (vzniku chemického a termického působení, vodního skoků, podtlaku aj.). Závisí na kvalitě použitého materiálu a provedení.

## Náklady

Do tohoto kritéria jsou zahrnuty nejenom náklady na sanaci, jako při srovnání BT a výkopových technologií, ale i pořizovací cena nejen strojů a materiálu, který je zde použit. V nákladech se také počítá s tím, jak dlouho bude trvat provedení opravy.

## Dostupnost technologie v ČR

Počet firem, které provádějí hodnocenou BT.

## Ekologie

Při sanaci BT není poškozeno okolí, ale může dojít k poškození vody vlivem použitého materiálu a agresivních látek, které se mohou vyskytovat v dopravované vodě.

## Náročnost sanace

Toto kritérium hodnotí, jak je náročné vyrobit materiál, přípravu strojů a zázemí na prováděnou sanaci.

## Zmenšení DN

Vnitřní průměr potrubí se zmenší vlivem tloušťky použitého materiálu.

### **4.3.1 Hodnocení vybraných BT**

#### 4.3.1.1 Životnost (dlouhodobost)

*Cementace vnitřního povrchu potrubí – 4*

20 let

*Epoxidace – 5*

10 let

*Metoda Insituform – 1*

50 let

#### 4.3.1.2 Náklady

*Cementace vnitřního povrchu potrubí - 1*

Cementace je metoda, která k nanesení vrstvy nepotřebuje žádné speciální podmínky k nánosům.

*Epoxidace - 1*

Nanesení spočívá na stejném principu jako cementace, avšak nepatrný rozdíl je v ceně materiálu.

*Metoda Insituform - 3*

Trubky, které se používají k sanaci, je možné použít jak u nenarušené, tak i narušené statiky potrubí. Před odvozem na pracoviště jsou napuštěny pryskyřicí a k vplavení do potrubí je použita teplá voda.

#### 4.3.1.3 Dostupnost technologie v ČR

##### *Cementace vnitřního povrchu potrubí - 3*

Používá se na místní a malé opravy.

##### *Epoxidace - 2*

Použití je stejné jako u cementace, avšak pryskyřice se používá častěji.

##### *Metoda Insituform - 1*

Tato metoda patří mezi nejpoužívanější ve světě.

#### 4.3.1.4 Ekologie

##### *Cementace vnitřního povrchu potrubí - 2*

Je zde možná reakce s agresivními účinky odpadních vod, obrušování a tím uvolňování látek do vody.

##### *Epoxidace - 2*

Nereaguje s agresivními látkami, ale při teplotě nad 50°C se může uvolňovat do vody.

##### *Metoda Insituform - 1*

Zatím nebyla uvedena žádná závada.

#### 4.3.1.5 Náročnost sanace

##### *Cementace vnitřního povrchu potrubí - 1*

Do potrubí se instaluje hadice (packer) a do prostoru mezi ní a potrubím se pod tlakem vstříkuje cement. Po vytuhnutí se packer odstraní a potrubí je opět provozuschopné. Tato metoda je vhodná na DN 80 až 2 000.

##### *Epoxidace - 1*

Princip nanášení na potrubí je stejný jako u cementace, ale s použitím epoxidované pryskyřice. Je vhodná na litinové, ocelové a betonové potrubí.

##### *Metoda Insituform - 3*

Hadice je vplavována teplou vodou (až 90°C), kdy po 5 až 18 hodinách výstelka zatvrdne. Napuštěná hadice pryskyřicí vlivem natlakované vody utěsní

dutiny a praskliny v kanalizaci. Potom je voda odčerpána a sanována kanalizace je opět provozuschopná. Metodu je možno použít až na 300 m úsecích a od DN 100 do DN 3 000. Pro dobrou funkčnost je důležité, aby potrubí mělo konstantní průřez.

#### 4.3.1.6 Zmenšení DN

##### *Cementace vnitřního povrchu potrubí - 2*

Cementová omítka se nanáší strojem ve velmi tenké vrstvě 3 - 12mm

##### *Epoxidace - 1*

Na sanované potrubí se nanáší velmi tenká vrstva pryskyřice.

##### *Metoda Insituform - 1*

Hadice, která se vplavuje do kanalizace, je tvořena z geotextilie, jež je uvnitř potažena vodotěsnou vrstvou z polyetylénu. Před odvozem na pracoviště je kvůli lepší přilnavosti napuštěna pryskyřicí.

### 4.3.2 Vyhodnocení nejlepší BT pro sanaci kanalizace pomocí Fullerovy metody

Tab. 4.11 - Určení stupnice hodnocení pro sanaci kanalizace pomocí BT

	Cementace	Epoxidace	Insituform	delta	Ppoč	Pkonc	Pprum	k
Životnost	4	5	1	0.04	0.96	4.96	3.33	1.33
Náklady	1	1	3	0.02	0.98	2.02	1.67	1.67
Dostupnost tech. v ČR	3	2	1	0.01	0.99	3.01	2.00	1.00
Ekologie	2	2	1	0.01	0.99	2.01	1.67	1.69
Náročnost sanace	1	1	3	0.02	0.98	3.02	1.67	0.64
Zmenšení DN	2	1	1	0.01	0.99	2.01	1.33	0.64

Tab. 4.12 - Lineární závislost pro sanaci kanalizace pomocí BT

	<b>Cementace</b>	<b>Epoxidace</b>	<b>Insituform</b>
Životnost	0.69	1.01	0.00
Náklady	0.00	0.00	3.03
Dostupnost tech. v ČR	0.00	0.50	1.00
Ekologie	0.02	0.02	1.00
Náročnost sanace	0.05	0.05	0.99
Zmenšení DN	0.01	0.95	0.95
<b>celkem</b>	<b>0.78</b>	<b>2.53</b>	<b>6.97</b>

Tab. 4.13 - Určení důležitosti hodnocených kritérií pro sanaci kanalizace pomocí BT

Životnost	1	1	1	1	1
	2	3	4	5	6
Náklady		2	2	2	2
		3	4	5	6
Dostupnost technologie v ČR			3	3	3
			4	5	6
Ekologie				4	4
				5	6
Náročnost sanace					5
					6
Zmenšení DN					6

Tab. 4.14 - Vyhodnocení kritérií pro sanaci kanalizace pomocí BT

počet vítězství	1+ poč. vít.	k=x/21
4	5	0.24
3	4	0.19
1	2	0.10
5	6	0.19
1	2	0.10
1	2	0.10
15	21	

Tab. 4.15 - Vyhodnocení nejlepší metody pro sanaci kanalizace pomocí BT

	Koef. význam.	Cemen- tace	Epoxi- dace	Insitu- Form	násobeno koef. významnosti		
					Cemen- tace	Epoxi- dace	Insitu- form
<b>Životnost</b>	0.24	0.69	1.01	0.001	0.171	0.24	0.001
<b>Náklady</b>	0.19	0.00	0.001	3.03	0.001	0.001	0.58
<b>Dostupnost tech. v ČR</b>	0.10	0.001	0.50	1.00	0.001	0.05	0.09
<b>Ekologie</b>	0.19	0.02	0.02	1.00	0.001	0.001	0.19
<b>Náročnost sanace</b>	0.10	0.05	0.05	0.99	0.01	0.01	0.09
<b>Zmenšení DN</b>	0.10	0.01	0.95	0.95	0.001	0.09	0.09
<b>celkem:</b>					0.175	0.39	<b>1.05</b>

Z výsledků je patrné, že pro sanaci kanalizace BT je nejlepší použít metodu Insituform. Tato metoda patří do kategorie hadicový relinig, který je možné použít

jak na staticky nenarušené, tak i narušené. Výsledek je dán hlavně tím, že sanace metodou Insituform vydrží 50 let.

## 5. Ekologické hodnocení v modelových situacích

V předešlé kapitole byly hodnoceny BT a výkopové technologie z čistě teoretického hlediska. Tato kapitola poukáže na výhody a nevýhody sanace kanalizace pomocí BT a výkopových technologií v praxi na reprezentativním modelových situacích. Vybrané reprezentativní situace byly vybrány v závislosti na typologii sanovaného území. Jelikož sanované území se nachází v centru Mělníka byly vybrány tyto reprezentativní situace pro sanaci kanalizace: úzká ulice, kde je peší zóna a široká ulice, kde je běžný provoz. Délka záboru sanované kanalizace bude přibližně 200 m. Jedná se o ulici Pražskou a ulici Savtováclavská.

### 5.1 Kritéria hodnocení:

- Doprava

V centru města je doprava jedním z důležitých faktorů, které zahrnují nejen automobilovou, ale i peší dopravu. Bude zde poukázáno na problém dovozu a odvozu materiálu pomocí nákladních vozidel, řešení uzávěrek, a to buď úplných (objížďka), nebo částečných (kyvadlová doprava).

- Ekologie

Vliv na okolní krajinu je vysvětlen v předešlé kapitole. Proto zde bude poukázáno na hlavní problém při sancí či výstavbě v centru měst, a to je zvýšení emisí z nákladních vozidel.

*Emisní limity způsobené nákladním automobilem nad 3,5 t při průměrné rychlosti 30 km . h<sup>-1</sup>:*

CO = 3,78 g . km <sup>-1</sup>	NO <sub>x</sub> = 2,67 g . km <sup>-1</sup>
NO <sub>2</sub> = 0,33 g . km <sup>-1</sup>	SO <sub>2</sub> = 0,019 g . km <sup>-1</sup>
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub> = 0,74 g . km <sup>-1</sup>	PM = 0,11 g . km <sup>-1</sup>
PM 10 = 0,107 g . km <sup>-1</sup>	Metan = 0,031 g . km <sup>-1</sup>

- Délka trvání prací

Toto kritérium poukazuje na rozdíly mezi délkou trvání stejných sanačních prací BT a výkopovými technologiemi.

- Náklady na sanaci

Zde je zahrnut nejenom výstavbový materiál , ale i jeho doprava, odvoz odtěžené zeminy na deponium a zpět na místo po ukončení sanace.

- Omezení služeb

Omezení služeb spadá do ekonomiky, která bude vlivem výstavby omezena. Kvůli špatnému přístupu k těmto službám a omezení dopravy budou mít místní obchodníci menší tržby.

### **Stupnice hodnocení:**

- 1 – výborně
- 2 – chvalitebně
- 3 – dobře
- 4 – dostatečně
- 5 – nedostatečně

## **5.2 Emise**

Emise jsou látky znečišťující životní prostředí. Nejčastěji a v nejvyšší koncentraci se dostávají do ovzduší výfukovými plyny a nebo z komínu (spalování fosilních paliv). Nejhorší koncentrace je přímo u zdroje znečištění a jejich koncentrace se pomalu snižuje mísením se vzduchem aj. Množství emisí se udává většinou v mg . rok<sup>-1</sup>. Za emisní látky považujeme oxidy uhlíku, dusíku, síry, uhlovodíky (hlavně metan), těžké kovy (olovo, rtuť aj.), popílek či prach.

(<http://www.nazeleno.cz/emise.dic> 10.3.2011)

Stavební průmysl, který spotřebuje velké množství fosilních paliv, je pověřen ke snižování emisí ve vzduchu. Používáním tradičních metod (výkopových technologií), jak pro instalaci tak i pro sanaci kanalizací bylo běžnou praxí. Uznáním naléhavosti omezit emise na celém světě vedlo ke zvýšení úsilí v oblasti výzkumu a vývoje nových metod pro sanaci nebo instalaci IS . (Trenchless International, october 2009)



Emise, které pocházejí z dopravy, vznikají z nekvalitního paliva, efektivity a druhu motoru. Je veliký rozdíl, jestli se jedná o benzínový nebo dieslový motor. Benzínový motor na rozdíl od dieslového produkuje více CO a NO<sub>x</sub>, za to dieslový motor produkuje více těžké organické látky (VOC) a karcinogenní pevné částice (PM). Z celkového počtu emisí vyprodukovaných během roku produkuje doprava 10% PM, NO<sub>x</sub> a CO 30 – 80 %, CO<sub>2</sub> 20 – 40% a VOC 30%.

*Vliv emisí z dopravy na zdraví a životní prostředí:*

Oxid uhelnatý (CO) – váže se silněji než kyslík na hemoglobin (krevní barvivo) a následně blokuje přenos kyslíku v krvi. Přispívá ke vzniku přízemního ozónu v ovzduší.

Oxidy dusíku (NO<sub>x</sub>) – při malých koncentracích mohou způsobovat pocit dušení a nucení ke kašli (zvyšují pravděpodobnost onemocnění dýchacích cest). Společně s oxidy síry za působení ultrafialového záření přispívá ke vzniku kyselého deště a s ostatními emisemi a UV zářením vytváří přízemní ozón tzv. fotochemický smog (snižuje viditelnost).

Oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>) – nemá přímý vliv na zdraví člověka, ale je součástí tvorby skleníkového efektu.

Oxid siřičitý (SO<sub>2</sub>) – působí v horních cestách dýchacích. Způsobuje korozi kovových materiálů, narušuje omítky budov, poškozují umělecká díla a památky, způsobuje opad listů (jehličí) u stromů a má vliv na změnu kyselosti půdy i vody (pH).

Pevné částice (PM) – Působí nepříznivě v dýchacích cestách (menší částice se usazují na průduškách (10 μm) nebo vstupují do plicních sklípků (částice o velikosti 1 μm). Tímto nepříznivě ovlivňují kardiovaskulární a plicní systém.

(<http://hluk.eps.cz/hluk/emise/vliv-emisi-na-zdravi/> 10.3.2011)

### **5.3 Ekologické hodnocení na modelové situaci v úzké ulici**

Toto hodnocení bude provedeno na simulačním modelu v ulici Svatováclavská, která je dlouhá přibližně 140 m. Tato ulice vede od náměstí Míru až ke chrámu sv. Petr a Pavla, zámku a městským hradbám, které vedou kolem centra Mělníka. Na konci ulice je místo s dobrým výhledem na vinohrady Karla IV., soutok

Labe s Vltavou, České středohoří a památnou horu Říp. Díky této skutečnosti je zde čilý cestovní ruch a větší počet obchodníků.

### 5.3.1 Doprava

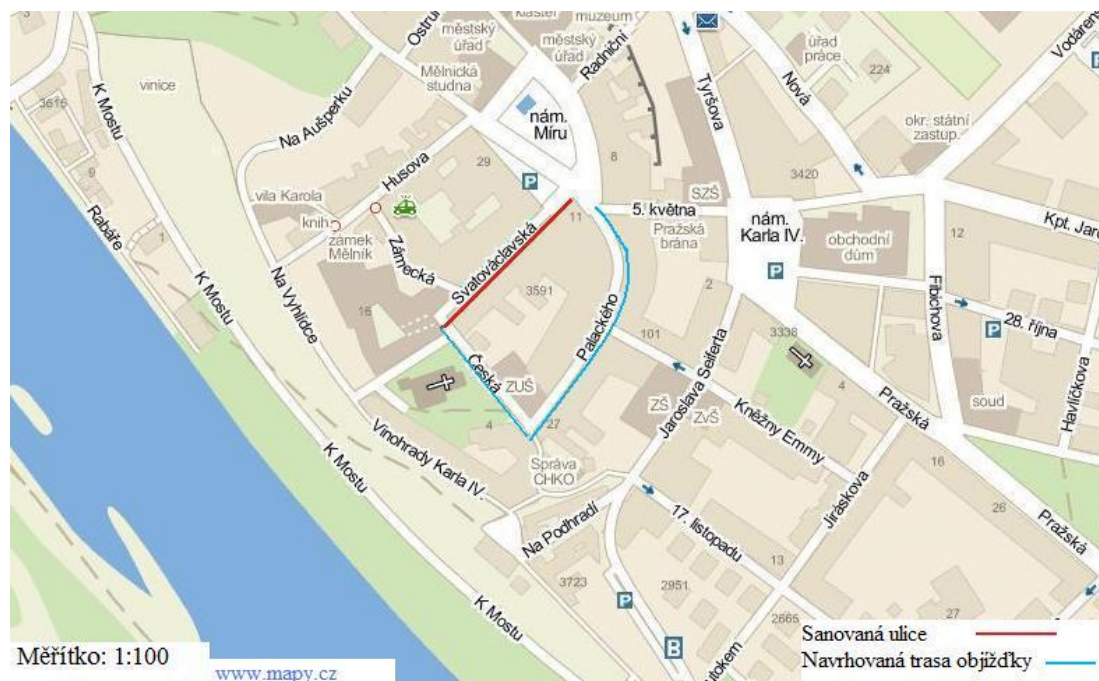
Ulice Svatováclavská je jednosměrka a slouží z hlediska dopravy jenom pro zásobování a majitelům obchodů, kteří mají povolený vjezd. Je to pěší zóna. Proto zde při sanaci kanalizace problém s vysokou frekvencí automobilové dopravy. Omezení se bude týkat pěších, pro které zde budou vyhraněny prostory na průchod touto ulicí.

#### *Bezvýkopová technologie - 2*

Jedná se o pěší zónu a jediný kdo zde může jezdit, je zásobování. Doprava zde nebude omezena, tady nebude jezdit takové množství nákladních automobilů. Není proto nutné zavádět nějaké větší opatření, kromě menších omezení pro zásobování.

#### *Výkopová technologie - 3*

Kůli většímu počtu těžké techniky bude třeba ulici uzavřít na určitou dobu. Objížďka se bude týkat zásobování. Povede jenom na konec ulice Palackého (210 m), po ulici Česká bude nutno dojít pěšky, jelikož je to pěší zóna (105 m) (viz obr. 5.1).



Obr. 5.1 – Návrh objížďky u sanace v úzké ulice (zdroj: www.mapy.cz)

### 5.3.2 Ekologie

Sanace v modelové situaci je prováděna v centru, kde okolní krajina nebude tolik narušena. Budou ale překročeny prachové a emisní limity.

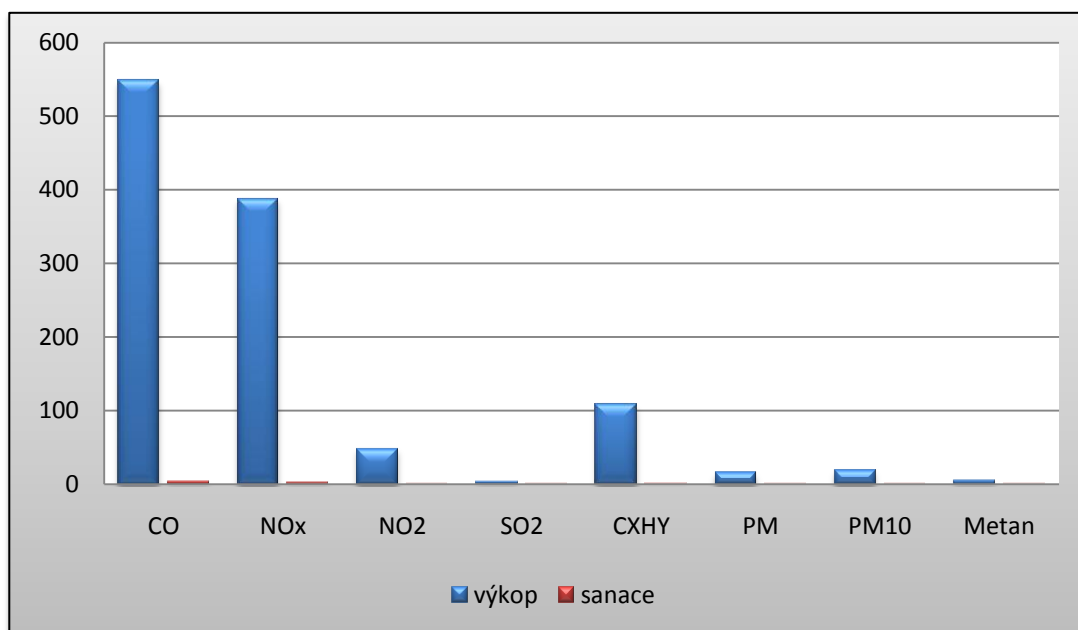
#### *Bezvýkopová technologie - 1*

Prachové a emisní limity nedosáhnou takové hodnoty jako u sanace, která by byla prováděna výkopovou technologií. Je to dané tím, že zde nebude projíždět tolik nákladních aut, takže emisní hodnoty se zvýší jen o tolik, kolik vyprodukuje sanační technologie.

#### *Výkopová technologie - 4*

Emisní limity způsobené nákladním automobilem nad 3,5 t na jednu cestu:

$\text{CO} = 548,1 \text{ g} \cdot \text{km}^{-1}$	$\text{NO}_x = 387,15 \text{ g} \cdot \text{km}^{-1}$
$\text{NO}_2 = 47,85 \text{ g} \cdot \text{km}^{-1}$	$\text{SO}_2 = 2,755 \text{ g} \cdot \text{km}^{-1}$
$\text{C}_x\text{H}_y = 107,3 \text{ g} \cdot \text{km}^{-1}$	$\text{PM} = 15,95 \text{ g} \cdot \text{km}^{-1}$
$\text{PM 10} = 19,515 \text{ g} \cdot \text{km}^{-1}$	$\text{Methan} = 4,495 \text{ g} \cdot \text{km}^{-1}$



Graf. č. 5.1 – Porovnání produkce emisí v úzké ulici při odvozu na deponii

### 3.3.3 Délka trvání prací

Na této simulační modelaci sanace nebude prováděno sanování šachet.

#### *Bezvýkopová technologie – 1*

3 týdny

*Výkopová technologie – 3*

2 měsíce (8 - 9 týdnů)

#### **5.3.4 Náklady na sanaci**

Deponie je vzdálené od místa výstavby přibližně 5 km. Nákladní vozidlo má velikost korby  $14 \text{ m}^3$ . Cena za  $1 \text{ m}^3$  je přibližně 475 Kč. Hustota nesoudržných zemin  $\rho$  je od  $1500 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$  do  $1700 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ . Jednou cestou na deponie je odvezeno 23,5 t za přibližnou cenu 6175 Kč.

*Bezvýkopová technologie – 2*

V úzké ulici, kde jediné množství zeminy, které bude třeba odstranit, se nachází na konci a začátku sanovaného potrubí v místech, kde bude umístěno zařízení. Přibližné množství zeminy je  $10 \text{ m}^3$ , a proto toto množství nebude třeba odvážet za město na deponium. Do nákladů na výstavbu budou započítány práce firmy, která sanaci bude provádět, a použitý materiál. Jelikož není třeba odstraňovat silnici v ulici, tak nebudou ani náklady na její obnovení.

*Výkopová technologie - 5*

U výkopových technologií, které by byly použity pro úzkou ulici o 180 m, je třeba vykopat  $407 \text{ m}^3$  zeminy, a proto je zde zapotřebí na odvoz veškeré zeminy 29 nákladních vozidel. K ceně odvozu zeminy na deponium, které je vzdálené necelých 5 km, je třeba ještě připočíst mzdu pro pracovníky a využití menších bagru na výkop, který by neměly mít problém s prací v užší ulici. Po ukončení veškerých prací je třeba ještě připočíst k ceně opravy i výstavbu komunikace, která musela být odstraněna.

#### **5.3.5 Omezení služeb**

Tato ulice je hlavní turistickou trasou z náměstí Míru k zámku, vyhlídce a chrámu sv. Petra a Pavla, a proto je zde spousta drobných obchodníků závislých na turistech, kteří tudy procházejí.

*Bezvýkopová technologie - 2*

Jelikož při sanaci nebude ulice rozkopána, provoz ulice bude jen částečně omezen po dobu 3 týdnů.

*Výkopová technologie - 3*

Při sanaci výkopem musí být úzká ulice uzavřena úplně. Nejen z důvodů vysoké prašnosti, ale hlavně je třeba v ulici, která je úzká, manipulovat s těžkou technikou. Počet nákladních vozidel zde potřebných je 29, a proto by při takovém provozu mohlo dojít k zranění kolemjdoucích. Tato uzávěrka bude trvat přibližně 8 – 9 týdnů. Bude zde však povolena výjimka na určité dny, kdy zde nebude takový provoz, ale bude se týkat jen pěších.

### 5.3.1.1 Vyhodnocení technologií pro sanaci kanalizace v úzké ulici pomocí Fullerovy metody

Tab. 5.1 - Určení stupnice hodnocení pro sanaci kanalizace v úzké ulici

	<b>BT</b>	<b>VT</b>	<b>delta</b>	<b>Ppoč</b>	<b>Pkonc</b>	<b>Pprum</b>	<b>k</b>
<b>Doprava</b>	2	3	0.01	1.99	2.99	2.5	1.03
<b>Ekologie</b>	1	4	0.03	0.97	3.97	2.5	1.03
<b>Délka trvání prací</b>	1	3	0.02	0.98	2.98	2	1.03
<b>Náklady na sanaci</b>	2	5	0.03	1.97	4.97	3.5	1.03
<b>Omezení služeb</b>	2	3	0.01	1.99	2.99	2.5	1.03

Tab. 5.2 - Lineární závislost pro sanaci kanalizace v úzké ulici

	<b>BT (U)</b>	<b>VT (U)</b>
<b>Doprava</b>	0.99	1.01
<b>Ekologie</b>	0.99	0.01
<b>Délka trvání prací</b>	0.99	0.01
<b>Náklady na sanaci</b>	0.99	0.01
<b>Omezení služeb</b>	0.99	1.01
<b>celkem</b>	4.96	2.05

Tab. 5.3 - Určení důležitosti hodnocených kritérií pro sanaci kanalizace v úzké ulici

Doprava	1	1	1	1
	2	3	4	5
Ekologie		2	2	2
		3	4	5
Délka trvání prací			3	3
			4	5
Náklady na sanaci				4
				5
Omezení služeb				5

Tab. 5.4 - Vyhodnocení kritérií pro sanaci kanalizace v úzké ulici

počet vítězství	1+ počet vítěz.	$k=x/15$
1	2	0.13
4	5	0.33
0	1	0.07
3	4	0.27
2	3	0.20
10	15	

Tab. 5.5 - Vyhodnocení nejlepší metody pro sanaci kanalizace v úzké ulici

	koef. významnosti	BT	VT	násobeno koeficientem významnosti	
				BT	VT
<b>Doprava</b>	0.133	0.991	1.010	0.132	0.135
<b>Ekologie</b>	0.333	0.991	0.010	0.330	0.003
<b>Délka trvání prací</b>	0.067	0.991	0.010	0.066	0.001
<b>Náklady na sanaci</b>	0.267	0.991	0.010	0.264	0.003
<b>Omezení služeb</b>	0.200	0.991	1.010	0.198	0.202
<b>celkem:</b>				<b>0.991</b>	0.344

Z výsledků je patrné, že nejlepší metoda pro sanaci kanalizace v úzké ulici je jednoznačně BT.

#### 5.4 Ekologické hodnocení modelové situace na široké ulici

Ulice Pražská je dlouhá 3,5 km, končí na náměstí Karla IV. a začíná v obci Skuhrov. Vzdálenost k náměstí Míru činí přibližně 200 m. Je hlavní spojnicí mezi centrem Mělníka a silnicí číslo 331, která vede do Staré Boleslavi a tam se napojuje na E 65 do Prahy. Z této skutečnosti vyplývá, že je zde vyšší provoz aut.

Pro vyhodnocení reprezentativní modelové situace sanace kanalizace na příkladu široké ulice byl vybrán úsek dlouhý 180 m. Tento úsek bude začínat na křižovatce ulic Fričova a Dvořáková a končit na vjezdu na sídliště Střed. Tato skutečnost se bude dotýkat i ulic Rohelova a Českobratrská. V této části úseku bude třeba navrhnout, jak se budou obyvatelé dostávat do těchto ulic.

##### 5.4.1 Doprava

###### - Úplná uzávěrka

Úplné uzavření části ulice Pražská v modelovém úseku je mezi ulicemi Dvořáková (z pravé strany), Fričova (z levé strany) a je zakončeno vjezdem na

sídliště Střed. Jelikož jsou v okolních ulicích jednosměrky, bude příjezd a odjezd z náměstí Karla IV. veden jedním směrem dvěma různými trasami.

Trasa z náměstí Karla IV. povede přes ulice Macharova, 17. listopadu, Zbraslavské náměstí a Fričova ulice (viz obr. 5.2). Délka této objížďky je 0,512 km a nachází se v rodinné zástavbě. Vznikne zde problém, kdy se najednou přesune veškerá doprava z hlavní ulice do této zástavby. Zvýší se zejména hlučnost, prašnost a emise.

Druhá objížďná trasa, která povede na náměstí Karla IV., bude vedena přes ulici Dvořákova a Krombholcova. Délka objížďky je cca 0,6 km. Tato objížďka se dotkne zejména obyvatel, kteří bydlí na sídlišti Střed.

#### **- Jednosměrka**

Jednosměrný provoz bude platit v tomto vytyčeném úseku jenom pro příjezd na náměstí Karla IV. Z náměstí bude vedena objížďná trasa a to přes ulice, které jsou uvedeny v předešlé variantě pro řešení provozu na sanovaném úseku (viz obr.5.2).

#### **- Kyvadlová doprava**

Kyvadlová doprava bude řešena pomocí semaforu. Semaforey budou zapůjčeny u Technických služeb Mělník. Jestliže v této modelové situaci bude použita kyvadlová doprava, nevzniknou zde problémy v okolních ulicích jako u předešlých dvou variant. Jedině zde snad budou menší kolony na příjezdu do centra a odjezdu z centra Mělníka.

#### *Bezvýkopová technologie - 2*

Jelikož zde nebude takové množství těžké techniky a potřeba nákladních automobilů, bude zde menší provoz. K odvezení zeminy, která zde bude vykopána, je třeba cca 4 nákladních automobilů. Je tedy možné využít jednosměrku (viz obr.5.2) a nebo řídit dopravu kyvadlově.

#### *Výkopová technologie - 3*

U sanace výkopovou metodou, je zapotřebí cca 38 nákladních automobilů. K tomuto číslu je třeba připočítat techniku potřebnou pro manipulaci s materiálem a na výkop zeminy. Proto by zde bylo vhodnější celý úsek uzavřít a zvolit objížďné trasy (viz. obr.5.2).





### Výkopová technologie - 5

Pro sanovaný úsek 180 m je třeba odtěžit cca 540 m<sup>3</sup> zeminy. Z toho vyplývá, že bude třeba pro odvoz 38 nákladních automobilů.

$$\text{CO} = 718,2 \text{ g} \cdot \text{km}^{-1}$$

$$\text{NO}_x = 507,3 \text{ g} \cdot \text{km}^{-1}$$

$$\text{NO}_2 = 67,2 \text{ g} \cdot \text{km}^{-1}$$

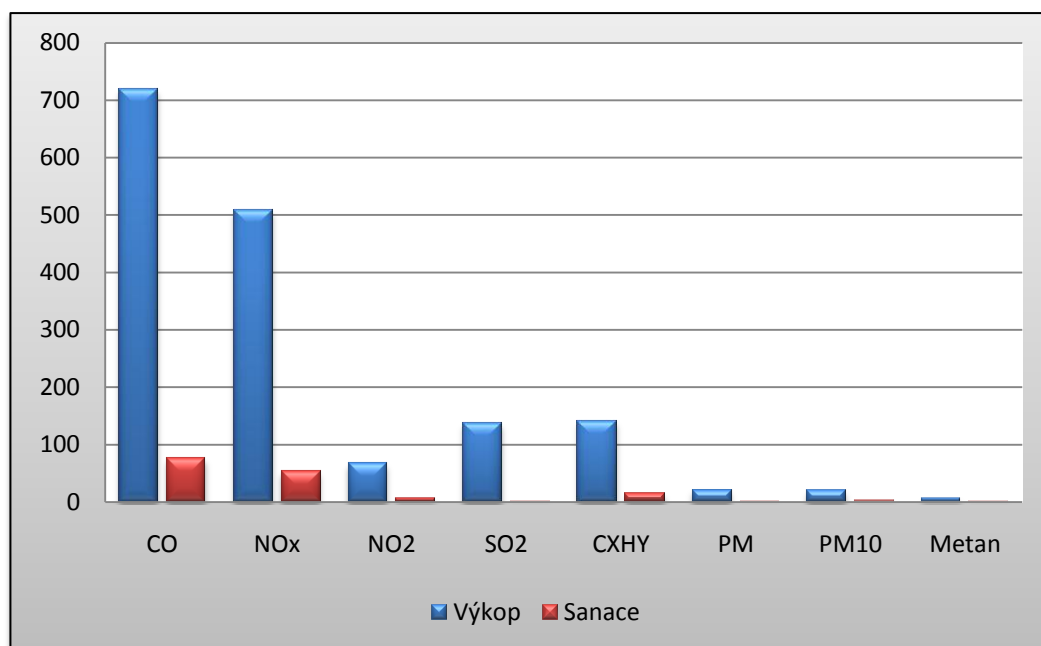
$$\text{SO}_2 = 137,18 \text{ g} \cdot \text{km}^{-1}$$

$$\text{C}_x\text{H}_y = 140,6 \text{ g} \cdot \text{km}^{-1}$$

$$\text{PM} = 20,9 \text{ g} \cdot \text{km}^{-1}$$

$$\text{PM 10} = 20,33 \text{ g} \cdot \text{km}^{-1}$$

$$\text{Methan} = 5,89 \text{ g} \cdot \text{km}^{-1}$$



Graf č. 5.2. Porovnání produkce emisí v široké ulici při odvozu na deponii

### 5.4.3 Délka trvání prací

Na této simulační modelaci sanace nebude prováděno sanování šachet.

*Bezvýkopová technologie – 1*

3 týdny

*Výkopová technologie – 3*

2 měsíce (8 - 9 týdnů)

### 5.4.4 Náklady na sanaci

Viz. Kapitola 5.1. náklady na výstavbu

*Bezvýkopová technologie - 2*

K nákladům na sanaci kanalizace, které činí zaplacení firmy, která tyto práce provádí, je nutné připočítat pronájem nákladního automobilu. K odvozu vykopané zeminy je třeba 4 nákladních automobilů. Při přibližné ceně 475 Kč za m<sup>3</sup> bude třeba zaplatit ještě zaplatit 1 900 Kč za odvoz.

#### *Výkopová technologie – 3*

Na rozdíl u sanace v úzké ulici se použije normální těžká technika, protože tu nebude problém s otáčením. Pro DN 600 a délku 180 m je nutné odstranit cca 540 m<sup>3</sup> zeminy. Toto množství zeminy odveze 38 nákladních automobilů. Celková cena jenom za odvezený materiál na depinium činí 18 050 Kč.

#### **5.4.5 Omezení služeb**

Jelikož je to hlavní silniční trasa z okolí do centra Mělníka, tak zde není tolik drobných obchodníků jako je v centru a na hlavních turistických trasách.

#### *Bezvýkopová technologie - 1*

Vlivem doby oprav, která je 3 týdny a šířky ulice, nebude ovlivnění místní ekonomiky žádné. (ulice pro pěší nebude uzavřena)

#### *Výkopová technologie – 2*

Ovlivnění místní ekonomiky bude skoro stejné, jako u BT, až na rozdíl doby prací která trvá třikrát déle.

#### 5.4.1.1 Vyhodnocení technologií pro sanaci kanalizace v široké ulici pomocí Fullerovi metody

Tab. 5.6 - Určení stupnice hodnocení pro sanaci kanalizace v široké ulici

	<b>BT</b>	<b>VT</b>	<b>delta</b>	<b>Ppoč</b>	<b>Pkonc</b>	<b>Pprum</b>	<b>k</b>
<b>Doprava</b>	2	3	0.01	1.99	2.99	2.5	1.03
<b>Ekologie</b>	2	5	0.03	1.97	4.97	3.5	1.03
<b>Délka trvání prací</b>	1	3	0.02	0.98	2.98	2	1.03
<b>Náklady na výstavbu</b>	2	3	0.01	1.99	2.99	2.5	1.03
<b>Omezení služeb</b>	1	2	0.01	0.99	1.99	1.5	1.03

Tab. 5.7 - Lineární závislost pro sanaci kanalizace v široké ulici

	BT (U)	VT (U)
<b>Doprava</b>	0.99	0.01
<b>Ekologie</b>	0.99	0.01
<b>Délka trvání prací</b>	0.99	0.01
<b>Náklady na výstavbu</b>	0.99	0.01
<b>Omezení služeb</b>	0.01	0.99
<b>celkem</b>	3.97	1.03

Tab. 5.8 - Určení důležitosti hodnocených kritérií pro sanaci kanalizace v široké ulici

Doprava	1	1	1	1
	2	3	4	5
Ekologie		2	2	2
		3	4	5
Délka trvání prací			3	3
			4	5
Náklady na výstavbu				4
				5
Omezení služeb				5

Tab. 5.9 - Vyhodnocení kritérií pro sanaci kanalizace v široké ulici

počet vítězství	1+ počet vítěz.	$k=x/15$
2	3	0.20
4	5	0.33
1	2	0.13
3	4	0.27
0	1	0.07
10	15	

Tab.5.10 - Vyhodnocení nejlepší metody pro sanaci kanalizace v široké ulici

	koef. významnosti	BT	VT	násobeno koeficientem významnosti	
				BT	VT
<b>Doprava</b>	0.20	0.991	0.010	0.198	0.002
<b>Ekologie</b>	0.33	0.991	0.010	0.330	0.003
<b>Délka trvání prací</b>	0.13	0.991	0.010	0.132	0.001
<b>Náklady na výstavbu</b>	0.27	0.991	0.010	0.264	0.003
<b>Omezení služeb</b>	0.07	0.009	0.990	0.001	0.066
<b>celkem:</b>				<b>0.926</b>	0.076

Z celkového hodnocení pomocí Fullerovy metody je zřejmé, že je nevhodnější zvolit sanaci v široké ulici pomocí BT.

## 6. Hodnocení BT na příkladu sanace stok v centru Mělníka

### 6.1 Mělník

Bývalé okresní město Mělník je starobylé královské věnné město, které leží v polabské nížině přibližně 30 km severně od Prahy. Mělník je proslaven hlavně díky pěstování vinné révy a každoročnímu vinobraní. Počtem obyvatel (19 077) je město na šestém místě ve Středočeském kraji.



Obr. 6.1 Plán centra Mělníka (zdroj: www.mapy.cz)

#### 6.1.1 Historie města

První záznamy o městu Mělník se datují k 9. století, kdy je zmiňován kmen Pšovů a sňatkem jejich příslušnice Ludmily s Bořivojem z rodu Přemyslovců. V 10. století se dřevěný hrad Pšov přestavuje na kamenný hrad Mělník. V tomto období zde dochází k rozvoji zemědělství a hlavně pěstování vinné révy. Tradice pěstování je zachována dodnes. Od roku 1000 bývalo zvykem dávat hrad Mělník (časem i podhradí – celé město), jako věno kněžnám a později královnám.

Samotné město vzniklo ve 13. Století. Chybí zakládací listina, ale první zmínka o Mělníku jako o městu je ze dne 25. listopadu 1274 v listině Přemysla Otakara II.. Za královské město byl Mělník prohlášen až Karlem IV., za jehož vlády zde začal rozkvět vinařství a následně se stala vinná réva symbolem města.

Prosperita města byla ukončena koncem 15. století, kdy nastal postupný úpadek. V roce 1547 po protihabsburské vzpouře šlechty byl na rozkaz císaře Ferdinanda I. městu zabaven veškerý majetek, uděleny pokuty, zrušeny cechy a dosazen císařský rychtář. Úpadek města se zvětšuje v době třicetileté války a doby temna, která pak následuje. Dochází k značné emigraci mělnických řemeslníků a vinařů. V 17. a 18. století následují různé epidemie moru, požáry, povstání a neúroda.

Od konce 18. století dochází k postupnému rozvoji Mělníka, který se udržel až do dnešních dob. Město, které dříve bývalo královské věnné, se stalo v této době provinciálním městem a zemědělským zázemím pro pražskou aglomeraci. Díky výhodné poloze mezi obchodními tratěmi se město rozvíjelo i v komunikační sféře. První parník (1845), železnice (1847), most přes Labe (1888), telefon a telegraf (1894). Vlivem rozvoje v komunikaci dochází i k nárůstu zemědělství (cukrovar – 1868). V roce 1850 se Mělník stává okresním městem a speciální vinařská škola byla založena v roce 1881 (byla první svého druhu v ČR).

Po první světové válce dochází k četným stavebním činnostem jako postavení budovy okresního soudu, kulturního domu, pošty, dochází k dokončení obchodního přístavu na Labi. V tomto období také pokračuje budování komunikací a kanalizace, probíhá elektrifikace

(<http://www.melnik.cz/radnice-a-urad/mesto-melnik/historie-mesta/historie-mesta-melnika.html>, 20.1.2011).



Obr. 6.2 – Letecký pohled na centrum Mělníka (zdroj: [www.melnik.info.cz](http://www.melnik.info.cz))

## **6.2 Přírodní podmínky**

### **6.2.1 Podnebí**

S ročními průměrnými teplotami nad 8°C a ročními srážkami pod 800 mm je oblast Mělnicka nejsušší a nejteplejší oblastí ČR. Jelikož katastrální území je ovlivněno geomorfologií terénu, jsou zde četná větrná proudění ze západního kvadrantu. V údolích Labe a Pšovky jsou omezena větrná proudění a je zde častější výskyt inverzí podmiňovaných vyšší vlhkostí vzduchu (<http://www.melnik.cz/radnice-a-urad/mesto-melnik/zakladni-informace/zakladni-informace-o-meste-a-okoli.html>, 20.1.2011).

### **6.2.2 Morfologie**

Morfologicky se daná lokalita nachází na části vrcholového návrší Turbovického hřbetu. Pod tímto návrším dochází k soutoku Labe a Vltavy. Nádmorská výška, kde byla prováděna sanace kanalizace se pohybuje v rozmezích 213 – 220 n. m (Fučík, 2009).

### **6.2.3 Hydrogeologie**

Vlivem morfologických poměrů zájmové lokality zde hladina podzemní vody nebyla zjištěna a ani se zde nepředpokládá její výskyt (Projektová dokumentace „Revitalizace historického centra města Mělník“).

### **6.2.4 Geologie**

#### *Předkvartérní podloží*

Daná lokalita se nachází na Předkvartérní podloží v České křídové pánvi. V tomto území se nacházejí sedimenty lužické litofaciální. Historické centrum Mělníka leží na sedimentech, které patří stratigraficky ke střednímu až svrchnímu turonu, jizerskému souvrství a jeho vyšší části jsou označovány jako kallianasové pískovce. Toto souvrství je charakteristické svými vápnito-lílovitými, glaukonickými, jemně až středně zrnitými pískovci marinního původu. Horniny předkvartérního území podloží jsou v povrchové vrstvě zvětralé, a to vlivem archivních vrtů. To znamená, že jsou tyto zvětralé vrstvy různě zastiženy šedí prachovitého písku s příměsí úlomků matečné horniny vyšší pevnosti. Jejich obsah a



velikost těchto úlomků směrem do podloží narůstá a s ubývajícím stupněm zvětrání se hornina stává odolnější, jemně vrstvená s vyšší pevností. Tloušťka těchto vrstev se různí a tato hodnota se pohybuje v rozmezí od 0,5 – 0,3 m (Projektová dokumentace „Revitalizace historického centra města Mělník).

#### *Kvartérní podloží*

Námi určená oblast je tvořena kvartérní svahovou zeminou patřící k proměnlivě písčitém hlínám až zahliněným pískům. Často se zde nacházejí úlomky mateční horniny. Nacházejí se zde antropogenní sedimenty a to v mocnosti od 1 do 7 m. Je to dané osídlením už od 9. století.

Rozlišujeme zde dva typy antropogenní sedimenty a to přemístěné původní zeminy (vlivem předešlých stavebních úprav a přemístování zeminy) a polosoudržné až nesoudržné navážky (zbytky stavebního materiálu a odpadů, komunálního odpadu – popela, kamenů a jiných). Jelikož nedocházelo k hutnění, je možné, že průzkumný vrt bude procházet dutinami a budou vznikat značné propady a sedání povrchu (Projektová dokumentace „Revitalizace historického centra města Mělník).

### **6.3 ČOV Mělník**

Čistírna odpadních vod byla v Mělníku vybudována v roce 1999 v městské části Mlázice. Do té doby byly odpadní vody vypouštěny do Labe. Do roku 2006 byla kapacita čistírny na 20 250 ekvivalentních obyvatel (EO). Do této čistírny byly svedeny veškeré odpadní vody z Mělníka. V letech 2006 – 2008 musela být kapacita čistírny zvětšena o 3 650 EO na 23 900 EO z důvodů vybudování kanalizace v okrajových částech Mělníka. ČOV splňuje veškeré české normy a evropské směrnice o čištění odpadních vod a jejich vypouštění (Bílek, 2002)

### **6.4 Stoková síť**

Stoková síť byla postavena mezi první a druhou světovou válkou. První byla postavena kanalizace v centru města a postupně se stavělo i v okolních částech. V některých částech probíhá výstavba kanalizace dodnes. Je tu jednotná kruhová síť o různých průměrech. Je buď vejčitá, nebo kruhová, železobetonová a zděná. V dnešní době nejstarší stoka (v centru Mělníka) již nevyhovuje současným normám. Kamerové průzkumy ukázaly, že železobetonová stoka podléhá korozi a v některých

místech jsou vlivem nerovnoměrným poklesům rozlámána vedení. U kamenných stok dochází k vypadávání kamenů a cihel. Tím pádem dochází k průsakům do okolní půdy, její následné kontaminaci a poškozování životního prostředí.



Obr. 6.3 – náměstí Míru po rekonstrukci (zdroj: Hloušová)

### **6.5 Popis sanované lokality**

Celá sanovaná lokalita se nachází v historickém centru Mělníka, kde kanalizace byla postavena mezi prvními, jak již bylo zmíněno v kapitole 6.4. Jedná se o jednotnou stokovou síť. Jelikož úpravy budou prováděny v centru města, bude zde minimální prostor na práci. Je to dané tím, že ulice zde nejsou moc od sebe vzdáleny. Samotné centrum vzniklo ve 13. století a je tedy zřejmé, že jsou zde hluboké základy staveb a veliké množství sklepů, ať již evidovaných nebo ne. U neevidovaných sklepů, ani nevíme o jejich existenci. Jsou buď zasypané a nebo vchody zazděné, a proto je třeba dbát při prováděcích pracích zvýšené pozornosti, protože by mohlo dojít k náhlému propadu nadloží, tím pádem poškození okolních budov a nebo zranění pracovníků. V centru Mělníka jsou kromě kanalizace také položeny tyto inženýrské sítě. Kanalizace (město Mělník), vodovod (Veolia, Středočeské vodárny, a.s.), plynovod (Středočeská plynárenská, a.s.), elektrické (ČEZ Distribuce, a.s.) a telekomunikační kabely (Telefónica O2 Czech republic,

a.s.), kabelová televize (UPS) a kabely veřejného osvětlení (Technické služby města Mělník).

Sanace bude prováděna v ulicích Svatováslavská, 5. května (stoka C2), v ulici Erbenova (stoka C2-6, D3), na náměstí Míru (stoky C2, C2-6, C2-7, D4), v ulicích Na Vyhlídce, Husova, Legionářů (stoka D) a v ulici Zámecká (stoka D5)

(Projektová dokumentace „Revitalizace historického centra města Mělník).

## **6.6 Sanované potrubí**

Sanované potrubí se nachází v centru Mělníka a jeho celková délka je 981,5 m. Jedná se především o potrubí s vnitřním průměrem 300 – 600 mm. Potrubí je především železobetonové kruhového profilu, kromě stoky D, která je kamenná s DN 400/600 a 600/1000 mm. V této části Mělníka, kde bude provedena sanace kanalizace, se nachází 42 šachet a 57 domovních přípojek. Podrobnější údaje o popisovaných stokách jsou uvedeny v tabulce 6.1.

Tab. 6.1. Základní údaje o stokách (zdroj: Projektová dokumentace „Revitalizace historického centra Města Mělník“)

Číslo stoky	Délka potrubí [m]	Vnitřní průměr DN [mm]	Materiál potrubí	Umístění potrubí	Počet šachet	Počet domovních přípojek
C2	272.5	400/600	zděný, železobeton	ul. Svatováclavská, ul. 5. Května a nám. Míru	13	16
C2-6	164.5	300	železobeton	ul. Erbenova a nám. Míru	5	2
C2-7	42.5	300	železobeton	náměstí Míru	0	1
D	292.5	400/600 600/1000	zděný, kamenný	ul. Legionářů, Vinohrady Karla IV., ul. Husova	15	23
D2	77	500	železobeton	Za hradbami	6	2
D3	97	300	železobeton	ul. Erbenova, ul. Ostruhová	1	4
D4	40.5	300	železobeton	náměstí Míru	2	4
D5	72	250	železobeton	ul. Zámecká	6	7
<b>Celkem:</b>	1058,5				48	59

## 6.6.2 Popis poruch na sanovaných stokách

Před sanací kanalizace v centru Mělníka byl stokový systém v této lokalitě v dezolátním stavu. Docházelo zde k častým poruchám a potom následným opravám. Tyto poruchy byly způsobené, tím že celé centrum Mělníka je postavené na navážkách a dochází zde k sesedání podloží. Při výstavbě toto sesedání nebylo do výpočtu dostatečně zahrnuto, a proto zde došlo k propadnutí vedení a jeho následné destrukci. Potrubí bylo také staré a díky všem těmto vlivům docházelo k již zmíněným poruchám. Docházelo k praskání potrubí, následnému úniku odpadních vod do podzemí.

### 6.6.2.1 Odpadní vody

Dle zákona č. 254/2001 Sb. se rozumí odpadní vodou „vody použité v sídlištích, obcích, domech, závodech, ve zdravotnických zařízeních a jiných objektech či zařízeních, pokud po použití mají změněnou jakost (složení nebo teplotu), jakož i jiné vody z nich odtékající, pokud mohou ohrozit jakost povrchových nebo podzemních vod“.

Odpadní vody dělíme na komunální a průmyslové a to podle toho, kde vznikají. Odpadní vody, které tečou v centru Mělníka, jsou výhradně komunální. Charakter těchto vod je dán obsahem znečišťujících látek. Jedná se buď o rozpuštěné nebo nerozpuštěné organické látky. Rozpuštěné látky jsou monosacharidy (biologické rozpustitelné), azobarviva (biologicky nerozpustitelné), anorganické soli (rozpuštěné anorganické látky) a jiné. Nerozpuštěné látky mohou být například škrob a bakterie (biologicky rozložitelné), plasty (biologicky nerozpustitelné) a dále potom různé usaditelné látky jako je písek či štěrk (zákon č 254/2001 Sb.).

### 6.6.2.2 Stoka C2

Stoka C2 se nachází v ulici Svatováslavská, 5. května a na náměstí Míru. Jelikož leží v zóně, kde je vysoký počet chodců, je značně zatížená. Je to dané tím, že je to hlavní pěší zóna, která spojuje náměstí Míru se zámek, kostelem a vyhlídkovou terasou.

Profil této stoky je vejčitý s průměrem DN 400/600 a DN 600/900. Nachází se zde celkem 13 šachet a celková délka potrubí je 273 m. Stoka C2-6 je zaústěna do této stoky v šachtě Š7 a stoka C2-7 v šachtě Š9.

Potrubí probíhá pod kulturní památkou (Pražská brána) a tím pádem je zde velmi zúžené území a je zde velké množství chodců. Všechny tyto vlivy značně ztěžovaly sanační práce. Jsou zde značné sklepní prostory, které se musely vytyčit a muselo se dbát zvýšené opatrnosti, aby při prováděcích pracích nedošlo k propadům stropů v těchto sklepech. V celé délce stoky jsou nahusto umístěny inženýrské sítě, domovní přípojky nejenom pro kanalizaci, ale i pro pitnou vodu a to zvláště v ulici 5. května. Přípojka teplovodu (vytápí se jím místní zdravotní škola) je umístěna mezi šachtami Š1 a Š5. Před začátkem sanačních prací bylo nutno tuto teplovodní přípojku vytyčit a zabezpečit, aby místní zdravotní škola měla naustálý přívod tepla.

Na této stoce je silně poškozeno betonové osetí. Vznikají zde propady podloží, a tak došlo k jeho rozlámání na jednotlivé železobetonové segmenty. Vlivem těchto skutečností zde docházelo k znesnadnění průtoku a usazování materiálu. Netěsnostmi mezi jednotlivými dílci docházelo k úniku podzemních vod do podloží (Projektová dokumentace „Revitalizace historického centra města Mělník, 2001).

#### 6.6.2.3 Stoka C2-6

Tato stoka prochází přímo náměstím Míru a je tvořena železobetonovými trubkami o průměru DN 300 a délce 164,5 m. Odvádí odpadní vody nemovitostí nacházejících se na náměstí. Jsou do ní svedeny dešťové vody, které potom odvádí do stoky D2, která je umístěna na druhé straně budov. Stoka C2-6 je v šachtě Š7 zaústěna do stoky C2 a zároveň má společnou vrcholovou šachtu Š3 se stokou D3.

Stoka C2-6, která se nachází na náměstí Míru, je umístěna ve vozovce a proto je zde značně stísněný prostor na prováděcí práce. Ve značné blízkosti kanalizace se zde vyskytují inženýrské sítě. Ty musely být před zahájením prací vytyčeny. Pokud nějaké překážely sanačním pracím musely se zabezpečit tak, aby nedošlo k jejich poškození. Při prováděcích pracích bylo nutno dbát zvýšené opatrnosti z důvodu možného výskytu sklepů. Tím pádem zde nebylo možné použít vibrační techniku, aby nedošlo v těchto místech k náhlým propadům sklepů.

Kanalizace byla značně narušena a byl zde patrný vysoký stupeň destrukce. Množstvím kaveren byla porušena ostění. Vlivem puklin, které se zde vyskytovaly ve značné hojnosti, docházelo k průsaku odpadních vod do podzemí (Projektová dokumentace „Revitalizace historického centra města Mělník, 2001)..

#### 6.6.2.4 Stoka C2-7

Stoka C2-7 se nachází na náměstí Míru je dlouhá 42,5 m, kruhového profilu a o DN 300. Je napojena pomocí vrcholové šachty Š9 do stoky C2 a na stoku D4 je napojena v šachtě Š19. Tato stoka stejně jako C2 a D4 odvodňuje nemovitosti na náměstí Míru a je umístěna ve vozovce, kde jsou i inženýrské sítě. Opět se zde počítalo při stavbě s výskytem sklepů (Projektová dokumentace „Revitalizace historického centra města Mělník, 2001)..

#### 6.6.2.5 Stoka D

Stoka D prochází ulicemi Vinohrady Karla IV., Husova a Legionářů. Průměr potrubí DN600/1000 má vejčitý profil a je zděný z kamenů a cihel. Sanovaná část potrubí se nachází v ulici Legionářů, kde má značně narušený strop.

Celá plocha, kde je toto potrubí, má značně stísněné prostory (šířka ulice 2,5m) a jsou zde položeny inženýrské sítě hodně nahusto. Je zde položen i telefonní kabel. Tyto podmínky značně ztěžovaly prováděcí práce a jakoukoliv manipulaci či transport s těžkou technikou. Zároveň bylo nutno dbát zvýšené opatrnosti v ulici Vinohrady Karla IV., aby nedošlo k poškození zdi, která se nachází i pod úrovní terénu. Je to mezi šachtami Š12 a Š14.

V ulici Husova se mění průměr i materiál stoky na DN 400/600 se zděným profilem. Je zde velmi úzký profil komunikace a jsou tady velmi nahusto umístěny inženýrské sítě. Opět se tu nacházejí ve velkém množství sklepní prostory, které vedou i pod vozovkou. V č.p. 43 v této ulici bylo těžké zaměřit sklepní prostory, protože do nich nebyl možný přístup. V celé délce této ulice byly provedeny zkušební sondy. Stoka D5, která vede z ulice Zámeckám je napojena na stoku D v šachtě Š9 a stoka D6 je napojena do šachty Š10.

V ulici Legionářů se nacházejí sklepní prostory s krytým nadložím 2,5 až 2,8 m. Tyto prostory se nacházejí mezi šachtami Š3 a Š4. Proto zde bylo nutné dbát zvýšené opatrnosti při prováděcích pracích. Stoka D3, která vede z ulice Ostruhová, se napojuje na stoku D v šachtě Š1 a stoka D4 je napojena na stoku D v šachtě Š5 (Projektová dokumentace „Revitalizace historického centra města Mělník, 2001).

#### 6.6.2.6 Stoka D2

Stoka D2 se nachází v ulici Za hradbami a je dlouhá 77m. Je železobetonová, kruhového profilu o DN 500.

V roce 1978 byla provedena rekonstrukce opěrné zdi a zároveň zde došlo k jejímu vybudování. Jelikož při rekonstrukci opěrné zdi nebyl dostatečně zhuťněn násyp, došlo zde vlivem sesedáním okolního terénu k destrukci žlabů. Tyto žlaby slouží k odvádění dešťových vod z plochy mezi opěrnou zdí a stokou D2. Dále zde došlo k porušení kanalizačních přípojek a následnému průsaku splaškových vod. V dezolátním stavu jsou všechny šachty, ale i jejich poklopy a dna. Stupadla v šachtách jsou značně zkorodovaná a dna jsou vymletá až na ocelovou výstuž, která koroduje (Projektová dokumentace „Revitalizace historického centra města Mělník, 2001).

#### 6.6.2.7 Stoka D3

Stoka D3 vedena ulicí Erbenova a navazuje na stoku v ulici Ostruhová. Délka této stoky je 25,7 m, DN 300 s kruhovým profilem. V místě stavby se nacházejí inženýrské sítě, které všemožně křížují stávající vedení. Při sanaci bylo nutno dbát zvýšené opatrnosti, jelikož podle předběžného průzkumu by se v těchto místech měly pravděpodobně objevovat sklepní prostory. Tuto skutečnost bylo nutno zohlednit a přizpůsobit tomu technologie. V místě výstavby se nacházejí inženýrské sítě včetně domovních přípojek, které je nutno vytyčit a provést tzv. předkopy (Projektová dokumentace „Revitalizace historického centra města Mělník, 2001)..

#### 6.6.2.8 Stoka D4

Stoka D4 se nachází na náměstí Míru a je umístěna ve vozovce. Má délku 40,5 m a kruhový profile DN 300. Na stoku D je napojena pomocí šachty Š4 a odvodňuje budovy na náměstí Míru. Se stokou C2-7 mají vrcholovou šachtu Š2. Před zahájením sanačních prací bylo nutno vytyčit všechny inženýrské sítě a domovní přípojky, které se zde nacházejí (Projektová dokumentace „Revitalizace historického centra města Mělník, 2001).



### 6.6.2.9 Stoka D5

Stoka D5 se nachází v ulici Zámecká a napojuje se na stoku D v ulici Husova v šachtě Š9. Profil má kruhový s DN 250 a délku 72 m. Leží ve stísněném prostoru mezi historickými budovami s velkým množstvím domovních přípojek a inženýrských sítí (Projektová dokumentace „Revitalizace historického centra města Mělník, 2001).

Tab. 6.2 Přehled přípojek v centru Mělníka (Fučík, 2009)

Číslo stoky	Umístění potrubí	Přípojky			
		Zleva		Zprava	
		Počet	Délka [m]	Počet	Délka [m]
C2	ul. Svatováclavská	6	43,12	5	36,60
	ul. 5. května	3	13,90	2	12,70
	nám. Míru				
C2-6	ul. Erbenova				
	nám. Míru	2	15,40		
C2-7	nám. Míru			1	13,50
D	ul. Legionářů	2	5,80	4	21,10
	ul. Husova	6	35,95	8	25,35
	ul. Vinohrady Karla IV.			2	6,65
D2	Za Hradbami	2	4		
D3	ul. Erbenova	1	0,90	3	15,55
D4	nám. Míru	3	34,70	1	11,25
D5	ul. Zámecká	4	4,35	3	8,05
<b>Celkem</b>		27	159	29	152

### 6.7 Dotčené pozemky

Pozemky, na kterých bude prováděna sanace, patří městu Mělník, kromě pozemku č. 7927 a 8032. Pozemek číslo 7927 je ve spoluvlastnictví města Mělník a Správy a údržby silnic Mělník. Správa a údržba silnic Mělník kromě tohoto pozemku dále vlastní v centru i pozemek č. 8032. Všechny tyto pozemky jsou vedeny jako

ostatní plochy. Podrobnější přehled o využití pozemků a na nich ležících potrubí je v tabulce č. 6.3 (<http://nahlizenidokn.cuzk.cz/>, 3.3.2011).

Tab. 6.3. Dotčené pozemky při sanaci kanalizace v centru Mělníka  
(zdroj:Fučík, 2009)

Číslo pozemku	Vlastník	Využití	Číslo stoky
25	Město Mělník	Ostatní plochy	D
56/2	Město Mělník	Ostatní plochy	C2-6
142	Město Mělník	Ostatní plochy	C2
206	Město Mělník	Ostatní plochy	C2
258	Město Mělník	Ostatní plochy	D
267	Město Mělník	Ostatní plochy	D
7927	Město Mělník, Správa a údržba silnic Mělník	Ostatní plochy	C, C2-6, C2-7, D
7928	Město Mělník	Ostatní plochy	D
7931/1	Město Mělník	Ostatní plochy	C2
7931/2	Město Mělník	Ostatní plochy	C2
8032	Správa a údržba silnic Mělník	Ostatní plochy	C2

## 6.8 Dotčené inženýrské sítě

Před zahájením výstavby bylo nutné ověřit, popř. vytyčit, polohy veškerých inženýrských sítí. Ty sítě, které zasahovaly do výkopů, byly se souhlasem správců přeloženy či jiným způsobem zabezpečeny proti poškození. Před zahájením sanačních prací byly přeloženy ty inženýrské sítě, kde nebyl prostor pro položení kanalizace. Prostorové uspořádání sítí je dáno normou ČSN 73 6005 (Projektová dokumentace „Revitalizace historického centra města Mělník, 2001).

Druhy inženýrských sítí a jejich správci, kde byla prováděna sanace:

*Vodovod* – Veolia, Středočeské vodárny a.s.

*Plynovod* – Středočeská plynárenská a.s.

*Kanalizace* – Město Mělník

*Telekomunikační kabely* – Telefónica O<sub>2</sub> Czech Republic a.s.

*Kabelová televize* - UPS

*Elektrické kabely* – ČEZ Distribuce a.s.

*Kabely veřejného osvětlení* – Technické služby města Mělník

## **6.9 Uložení potrubí**

V rámci norem a z nich vypracovaných katalogových listů je zpracováno celkem 6 základních typů uložení trub. Uložení je závislé na těchto faktorech. Světlosti potrubí (DN), profil potrubí, výška podloží, zatížení na povrchu terénu, geologické složení dna rýhy a hladina podzemní vody. Většinou to platí pro (železo)betonové trouby. Tato pravidla neplatí pro extrémní podmínky, jako je poddolované území, sesuvní, krasové, pro bahna, rašeliny s močály, pro zvodnělé písky a pro silně rozbředlou zeminu. Pokud ukládáme potrubí v těchto podmínkách, řešíme to individuálně (Katalogové listy uložení potrubí, 1999).

Obecná pravidla pro typy uložení jsou taková, že po výkopu a zapažení rýhy se dno urovná do požadovaného sklonu. Aby se dosáhlo tohoto sklonu vyplní se rýha vhodným materiálem, který se následně zhutní. Většinou se používá písek a nebo štěrk. Tímto materiálem je vhodné vyrovnávat i nerovnosti, která se nezapočítává do tloušťky lože (Katalogové listy uložení potrubí, 1999).

### **6.9.1 Odvodnění dna rýhy**

Na dno rýhy se ukládá štěrkopískové lože o tloušce 120 mm. Předjde se tak rozbahnění v hlinitých a jílovitých zeminách a popřípadě dojde k odvedení podzemní vody, která zde může prosakovat. Štěrkopískové lože je buď z dreného nebo přirozeného štěrku o vhodné zrnitosti, nikdy by se neměl použít písek, zahliněný štěrk, písek se štěrkem apod. Nepoužívá se takový materiál, který nějak poškodí materiál stoky a nebo má nepříznivý vliv na podzemní vody. Pokud štěrkopískové lože slouží k odvodnění podzemní vody, mělo by mít minimální příčný sklon 3%. Pokud je třeba odvést větší množství podzemní vody, zřizují se dva sběrné žlábký s drenáží, popř. se zvětší DN drenážních trubek (Katalogové listy uložení potrubí, 1999).

## 6.9.2 Zásyp rýhy

Zásyp se provádí až po úspěšné zkoušce vodotěsnosti potrubí. Rýha se zasypává až po podkladní pláni humusu nebo vozovky a v ostatních případech k úrovni okolního terénu. Nejčastěji na zásyp používáme původní materiál, který můžeme zařadit do těchto kategorií:

**I.** zeminy sypké, nesoudržné

**II.** zeminy jemnozrné, soudržné

**III.** zeminy hrubozrné, soudržné s heterogenním složením

Na zasypání rýhy se nesmí použít zeminy, které by působily škodlivě na materiál trub nebo podzemní vody a ani zeminy či hmoty, které by mohly způsobit následné závady – zmrzlá zemina, kusy dřeva, popel, škvára, struska, prázdné obaly aj (Katalogové listy uložení potrubí, 1999).

Hutní se po vrstvách nepřesahujících výšku 300 mm a pokud násyp tvoří soudržné jílovité zeminy, které je těžké hutnit, doporučuje se je nahradit písčítým, hlinitopísčítým nebo štěrkopísčítým materiálem. Při hutnění zásypu u komunikací se postupuje dle normy ČSN 72 1005. Při tvoření nezhutněného násypu ve volném terénu se doporučuje provést nadvýšení, které se určí s ohledem na nakypření zeminy, dobu sedání zeminy a charakter daného pozemku (Katalogové listy uložení potrubí, 1999).

## 6.9.3 Hloubka nadloží trub

### *Minimální hloubka nadloží trub*

Stanovuje se jenom pro terén, kde budou projíždět povozy.

Tuhá vozovka – min. 300 mm + tloušťka vozovky

Netuhá vozovka – min. 500 mm

### *Maximální hloubka nadloží trub*

Maximální hloubka se stanoví pomocí statického výpočtu na základě VÚ (vrcholová unosnost na mezi porušení). Hodnota VÚ je různá pro každou troubu a je uvedena v technické dokumentaci trub. Vždy se stanovuje pro nepojížděný, tuhý pojížděný a netuhý nepojížděný povrch. Dále podle toho o jaký druh komunikace se jedná. Pokud je prováděn obsyp potrubí ve svislé rýze, hodnoty se zvětšují o 15 % (Katalogové listy uložení potrubí, 1999).

#### **6.9.4 Těsnění spojů, manipulace a spojování trub**

Manipulace a spojování potrubí je vždy uvedeno v příručkách výrobce.

Těsnění spojů se provádí v závislosti na druhu trub podle toho, jestli jsou s nasazeným těsnícím profilem a nebo se zabudovaným těsnícím profilem.

##### *Trouby s nasazeným těsnícím profilem*

Většinou jsou to hrdlové trouby, které se spojují uložení konce dřívku trouby do hrdla druhé trouby. Těsní se dodatečně pomocí pryžového kroužku, který je nasazován na dřívík trouby. Tento kroužek se navaluje do konce hrdla trouby, dokud není ve své funkční poloze. Těsnění těchto trub probíhá pomocí technické normy DIN 4060 a ČSN EN 681-1.

##### *Trouby se zabudovaným těsnícím profilem*

Hrdlové trouby se ukládají podobně jako ty předešlé. Jediný rozdíl je v nasazení pryžového kroužku. U těchto trub je již zabudován z výroby. Těsnění těchto trub probíhá pomocí technické normy DIN 4060 a ČSN EN 681-1, která je stejná jako u předešlého způsobu těsnění (Katalogové listy uložení potrubí, 1999).

#### **6.10 Porovnání BT a výkopové technologie v centru Mělníka**

Při sanaci kanalizace je možné použít spoutu metod. Výběr metody je závislý na parametrech technologie a kritériích dané sanace, popř. projektantovi, investorovi, provozovateli kanalizace nebo stavební firmě. Při výběru je nutné hledět na ekonomické a ekologické ukazatele dané metody.

V dnešní době je důležitý ekologický ukazatel z hlediska zátěže na okolní krajinu a emise, které vyprodukuje daná technologie. Dále se musí ohlížet ještě na přídatnou mechaniku, která je potřeba k rekonstrukci.

V následujících kapitolách bude posouzena bezvýkopová a výkopová metoda. Nejdříve bude popsáno, jakým způsobem se provede sanace kanalizace, a následně se zhodnotí z ekologického hlediska a to především v rámci produkce emisí.

##### **6.10.1 Bezvýkopová technologie**

První metoda, která by mohla být použita, je bezvýkopová. Pro sanaci kanalizace v centru Mělníka je možné použít metodu pro vedení bez narušení statické fáze, metodu pro vedení s narušenou statickou fází nebo metodu rozrušovací.

U rozrušovací metody dojde k celkovému odstranění původní kanalizace. V centru Mělníka je terén tvořen špatně zhutněnými navážkami se spoustou dutin. Tuto metodu není vhodné použít, jelikož by zde mohlo dojít k zapadnutí technologií, které jsou potřeba k ražení nové kanalizace. Je zde velmi stísněný prostor a následkem by byla špatná manipulovatelnost s potřebnou technologií (pneumatické rozrušovací hlavice a frézy). Inženýrské sítě jsou značně nahuštěny a leží vedle kanalizace, kde by mohlo dojít vlivem rozrušovací metody k jejich porušení. Jak již bylo zmíněno na začátku této kapitoly, je zde značné množství sklepních prostor. Mohlo by dojít ke statickému narušení a nebo provalení vlivem zvýšení vibrací při rozrušování stávající kanalizace, kdy by vznikl neúnosný tlak na ně. Poslední důvod, proč nepoužít tuto metodu je profil potrubí v sanované lokalitě. Potrubí sanované kanalizace je vejčitého zděného a nebo železobetonového kruhového profilu, a proto zde není vhodné rozrušovací metodu použít (Fučík, 2009).

V této lokalitě se nachází kanalizace v různém stupni poškození s rozdílnými profily a materiály. Proto zde bylo nutné zvolit takovou metodu, která se přizpůsobí všem těmto podmínkám. Vhodná se jeví metoda zatahování polyetylenu s dočasně zdeformovaným profilem, popř. trouby menšího profilu než stávající potrubí. Problém by nastal u vejčitých profilů, kde by došlo k značnému zmenšení průtočného profilu stok. Zmenšení průtočného profilu změní i hloubku nivelity dna. Na vyplněné mezikruží by musel být použit vhodný materiál.

Ze všech těchto důvodů se jeví nejvhodnější metoda hadicového reliningu. Je velmi přizpůsobivá rozdílným profilům a materiálům potrubí. Hadicový relining lze použít jak pro staticky narušené potrubí, tak i pro staticky nenarušené potrubí. Tloušťku rukávce si lze navrhnout již při výrobě a pro sanované úseky může být rozdílná podle potřeby. Tento postup je nejvýhodnější z hlediska technického, ekonomického a ekologického.

Firma Zepris s.r.o., která prováděla sanaci v centru Mělníka použila, metodu hadicového reliningu – GFK – Liner

#### 6.10.2.1 GFK – Liner

##### **Postup prací metodou GFK – Liner**

- 1) *TV – monitoring,*
- 2) *strojní čištění kanalizace,*

- 3) *sanace potrubí,*
- 4) *TV – moitoring (kontrola).*

### **Použití GFK – Lineru**

GFK Liner je metoda vtahování sklolaminátové vložky do potrubí. Vložka je instaluje za vysokých teplot pomocí horké páry a následně prudce schlazena. Tato metoda je vhodná k opravám kanalizace, která je jak staticky narušena tak je i v hodná pro menší poruchy (průniky kořenů do potrubí, prasknuté potrubí aj.) (<http://www.ludwigpfeiffer.com> 2011).

GFK – liner se používá pro všechny profily (od DN150 do DN 1200) a druhy kanalizací (kruhový, vejčitý a tlamový). Pro vejčité a tlamové profily je tloušťka závislá na obvodu stoky. Tloušťka vložky se vyrábí v rozsahu od 4 mm do 30 mm a stanovuje se statickým výpočtem pro každou situaci zvlášť. Maximální délka sanovaného úseku nesmí přesáhnout 600 m a její délka je daná kapacitou mobilní kotelny a musí být dodržen přesný postup vytvrzování (Technologický postup pro výrobu 2004).

### **Postup výroby**

#### *1) Potřebný materiál*

Tkaný skelný rukávec – tkanina ECR/Advantex s 200 µm navařenou PE/PA fólií

Pryskyřice – polyesterová nasycená látka Nordosyne M 86403

#### *2) Vlastní výroba*

Vložka se vyrábí v přípravně, kde jsou vhodné podmínky pro práci se skelnou vatou a pryskyřicí. Skelná vata je nasycena pryskyřicí a uložena do dvou fólií, aby mohla být natažena do potrubí. Tyto dvě folie na funkčnost vložky nemají žádný vliv, usnadňují jenom manipulaci s ní. Takto připravenou vložku je možné skladovat až 3 týdny při teplotě od 5 do 18°C. Vložky jsou opatřeny popisem materiálu a manipulace s ní, který udává výrobce (Technologický postup pro výrobu 2004).



**Obr. 6.4 – Instalace vložky do startovací šachty**

(zdroj:[http://www.brandenburger.de/de/kanalsanierung/Referenzen/Baustellenbericht\\_Nagold\\_2009.php](http://www.brandenburger.de/de/kanalsanierung/Referenzen/Baustellenbericht_Nagold_2009.php), 2011)

### **Postup sanace pomocí GFK- Liner**

Při první fázi se provede čištění pomocí tlakového vozu, aby mohla projet inspekční kamera. Ta musí zjistit následující informace o sanované kanalizaci:

- *Průchodnost profilu po celé délce,*
- *poruchu potrubí (např. přesazení hrdla) nebo předmětu, které zasahují do kanalizace,*
- *přesnou dimenzi potrubí v celé délce sanované kanalizace,*
- *počet a polohu přípojek (včetně úhlu napojení).*

Na základě informací z kamerového průzkumu se rozhodne o rozsahu přípravných prací. Před zahájením instalace musí být kompletně odstraněn veškerý nepůvodní materiál, který by mohl poškodit vložku. Do nepůvodního materiálu v kanalizaci řadíme kořeny, kameny, přesahující přípojky nebo jiný materiál, který zasahuje do sanovaného úseku. Veškeré odstranění provede kanalizační robot, který díky svým schopnostem pracuje zevnitř a vlivem vyměnitelných nástrojů může vrtat,



řezat či brousit. Po odstranění veškerého materiálu se spočítá statika a navrhne tloušťka vložky pro jednotlivé úseky (Technologický postup pro výrobu 2004).

Než dojde k vlastnímu zatažení vložky, je nutné do potrubí vpravit pomocnou fólii z PE, která chrání vložku před roztrhnutím a sníží tření instalované vložky. Tato fólie z PE slouží jako mechanická ochrana, která usnadňuje zatažení vložky a nemá na ni přímý vliv.

Rychlost zatahování vložky nesmí přesáhnout  $5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Povolená tažná síla instalované vložky je dána výrobcem a nesmí být překročena. Pokud by došlo k překročení maximální povolené tažné síly, mohlo by dojít k destrukci instalované vložky (např. natržení, přetržení).

Tab.6.4 - Maximální tažná síla pro jednotlivé dimenze (zdroj: Fučík, 2009)

DN [mm]	Maximální tažná síla	
	Tloušťka stěny pod 6 mm [kN]	Tloušťka stěny nad 6 mm [kN]
100	16	12.5
150	22	18
200	29	25
300	43	38
400	57	51
500	106	63
600	125	75
700	190	88
800	225	101
900	250	113
1000	340	126
1100	450	187
1200	500	234

### Kamerový průzkum

Jelikož nje v potrubí možný výbuch, jsou kamerové roboty neocenitelnými pomocníky při zjišťování stavu potrubí. Jsou to tzv. rozšířeny lidské oči. Vlivem

informacím z těchto kamer můžeme efektivněji a výhodněji zvolit nejvhodnější způsob opravy. (trenchless international, april 2009)

### Instalace vložky

V průběhu instalace vložky a jejího vytvrzení jsou sledovány a dokumentovány tyto veličiny:

- *Teplota vložky na začátku a na konci potrubí,*
- *teplota mezi vložkou a stěnou potrubí na začátku a na konci potrubí,*
- *tlak ve vložce.*



Obr. 6.5 – Řez opravenou stokou pomocí GFK Lineru

(zdroj: [www. http://www.webranitz.de/relining.html](http://www.webranitz.de/relining.html), 2011)

Pomocí stlačeného vzduchu se vložka přitlačí na potrubí. Maximální tlak vzduchu je uveden v tabulce č. 6.5. Takto připravená vložka se může vytvrdit.

Tab. 6.5 - Pracovní tlak pro vytvrzení vložky a jeho nárůst v čase

(zdroj: Fučík, 2009)

DN [mm]	Tlak [bar]	Nárůst tlaku v čase
150 – 250	0,55	0,02 bar . min <sup>-1</sup>
300 – 350	0,50	
400 – 450	0,45	0,015 bar . min <sup>-1</sup>
500 – 600	0,35	
600 – 1200	0,30	

Pára, která je určena k vytvrzování vložky, je zahřátá na 90°C. Takto zahřátá vodní pára se vhání do připraveného rukávce. Tento proces vytvrzování se dělí na čtyři fáze.

*I. fáze:* Tlak ve vložce se zvýší až na vytvrzovací tlak ( viz. tab.4.5 ) a teplotu až 60°C. Teplota nesmí dosahovat maximálního rozdílu 15°C na začátku a na konci úseku. Po dosažení podmínky pokračuje vytvrzovací proces 15 min na této teplotě.

*II. fáze:* Po dobu 30 min se teplota zvýší na 75°C

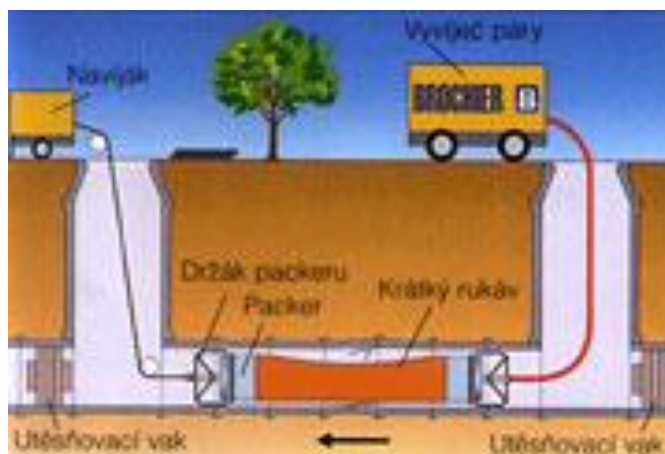
*III. fáze:* Teplota na začátku úseku se zvýší na 90°C. Pokud je dosaženo 45°C na konci úseku, tak doba vytvrzení je 30 min.

*IV. fáze (tzv. dotvrzovací fáze):* V konečné fázi je teplota zvýšena na 1055° – 1150°C. Teplota se zvyšuje, dokud není na vnějším konci vložky 65°C. Po dosažení této teploty trvá dotvrzovací proces 45 min. Po uplynutí této doby je vložka vytvrzená a může začít proces ochlazování. Ochlazení probíhá po dobu 30 min a teplota se sníží na 55°C.

(Technologický postup pro výrobu 2004).

Poslední fází, která je zakončena ochlazením, je ukončen proces instalace vložky. Odstraní se fólie a upraví se okraje vložky zabroušením či zatmelením. Pomocí robotu se zprůchodní otvory kanalizačních přípojek a provede se zkouška těsnosti vložky pomocí vody nebo vzduchu dle normy ČSN EN 1610 (Fučík,2009).

Ukončením metody GFK – Lineru je uvedení potrubí do provozu.



Obr. 6.6 – Grafické znázornění utěsněné rukávce parou  
(zdroj: <http://www.brochier.cz/11611/brochier-spotliner/>, 2011)

#### 6.10.1.1 Ekologické zhodnocení bezvýkopové technologie

Hodnocení bude provedeno na metodě GFK Lineru, která byla použita na sanaci kanalizace v centru Mělníka. Tam, kde nešlo pro sanaci použít šachty, byly pomocí výkopové technologie vytvořeny startovací a cílové šachty. Z tohoto důvodů se při výpočtu kubatury výkopu uvažuje s 4,5 m dlouhým výkopem. Délka startovací šachty se uvažuje 2,5 m a konečné šachty 2 m. Množství zeminy a počet cest na deponii jsou uvedeny v tabulce č. 6.6.

Ekologické zhodnocení této metody bude vycházet z cest na deponii, která je vzdálená přibližně 5 km od sanované lokality. Toto hodnocení je zaměřeno jen na emise, které vyprodukuje nákladní automobil při cestě s vykopanou zeminou na deponii, jelikož nejsou přesně známy hodnoty, které produkují stroje určené k vpravení vložky do sanovaného potrubí. Jedná se především o oxid uhelnatý, oxidy dusíku, oxid uhličitý, oxid siřičitý, pevné částice a metan. Produkce těchto látek je uvedena v tabulce č. 6.7.

Tab. 6.6 – Výpočet nutných výkopů a cest na deponii

Číslo stoky	Umístění stoky	Profil potrubí, DN [mm]	Hloubka . šířka . délka výkopu [m]	Kubatura výkopu [m <sup>3</sup> ]	Kubatura potrubí [m <sup>3</sup> na bm]	Kubatura zeminy [m <sup>3</sup> ]	Počet cest na deponie
<b>C2</b>	ul. Svatováclavská, ul. 5. Května, nám. Míru	vejčítý, 400/600 600/900	1,53 . 2,36 . 4,5	17,74	0,48	15,59	1,11
<b>C2-6</b>	ul. Erbenova, nám. Míru	kruhový, 300	1,23 . 1,89 . 4,5	10,46	0,07	10,15	0,73
<b>C2-7</b>	náměstí Míru	kruhový, 300	1,23 . 1,89 . 4,5	10,46	0,07	10,15	0,73
<b>D</b>	ul. Legionářů, Vinohrady Karla IV., ul. Husova	kruhový, 600/1000	1,53 . 2,87 . 4,5	19,76	0,51	17,47	1,23
<b>D2</b>	ul. Za hradbami	kruhový 500	1,43 . 2,55 . 4,5	16,41	0,20	15,51	1,11
<b>D3</b>	ul. Erbenova, ul. Ostruhová	kruhový, 300	1,23 . 1,89 . 4,5	10,46	0,07	10,15	0,73
<b>D4</b>	náměstí Míru	kruhový, 300	1,23 . 1,89 . 4,5	10,46	0,07	10,15	0,73
<b>D5</b>	ul. Zámecká	kruhový, 250	1,23 . 1,89 . 4,5	10,46	0,07	10,15	0,73
<b>Celkem:</b>				11,56		<b>99,32</b>	<b>7,1</b>

Tab. 6.7 – Množství emisí vyprodukovaných při sanaci v centru Mělníka pomocí BT

Číslo stoky	Počet cest na deponium	Cena odvozu zeminy [kč]	Emise způsobené odvozem zeminy na deponium [g*5 km <sup>-1</sup> ]							
			CO	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	PM	PM10	Metan
<b>C2</b>	1,11	527,25	29,05	18,51	3,93	0,17	6,11	1,02	0,95	0,22
<b>C2-6</b>	0,73	310,25	17,80	11,34	2,41	0,10	3,74	0,62	0,58	0,13
<b>C2-7</b>	0,73	310,25	17,80	11,34	2,41	0,10	3,74	0,62	0,58	0,13
<b>D</b>	1,23	522,75	38,21	24,35	5,17	0,22	8,04	1,33	1,25	0,29
<b>D2</b>	1,11	527,25	29,05	18,51	3,93	0,17	6,11	1,02	0,95	0,22
<b>D3</b>	0,73	310,25	17,80	11,34	2,41	0,10	3,74	0,62	0,58	0,13
<b>D4</b>	0,73	310,25	17,80	11,34	2,41	0,10	3,74	0,62	0,58	0,13
<b>D5</b>	0,73	310,25	17,80	11,34	2,41	0,10	3,74	0,62	0,58	0,13
<b>Celkem:</b>	<b>7,1</b>	<b>3 017,5</b>	<b>185,31</b>	<b>118,07</b>	<b>25,08</b>	<b>1,06</b>	<b>38,96</b>	<b>6,47</b>	<b>6,05</b>	<b>1,38</b>

### 6.10.2 Výkopová technologie

Druhá metoda, která by mohla být použita na sanaci kanalizace v centru Mělníka, je pomocí otevřeného výkopu (tzv. výkopová metoda).

V rámci těchto prací bude odstraněn povrch vozovek a chodníků. Dále je nutné na začátku odstranit zeminu a odvést ji na deponie, které budou ležet cca 5 km za Mělníkem, jelikož v centru Mělníka není místo na skladování zeminy.

Sanaci kanalizace pomocí výkopové metody je možné provést dvěma způsoby. Buď úplným odstraněním původní a nebo bez odstranění původní kanalizace. Pokud bude původní kanalizace ponechána, bude ji nutné vyplnit cementopopílkovou směsí nebo betonem. Je to z toho důvodu, aby nedošlo k prolomení a nebo propadnutí nadloží. Nová kanalizace se položí vedle stávající a nebo, pokud je již nevyhovující trasa původní, bude připravena kanalizaci nová trasa vedení. Jestliže není možné toto řešení, tak se musí stará kanalizace vykopat, odvézt a ekologicky zlikvidovat. V době sanace kanalizace musí být zajištěno bezproblémové odvádění splaškových vod z okolních budov jiným způsobem (např. přečerpáváním) (Fučík, 2009).

Výkop bude prováděn pomocí mechanizace. Kromě míst, kde se stará kanalizace kříží s jinými podzemními sítěmi, je nutné provést výkop ručně, aby nedošlo k jejich porušení. Hloubka výkopové rýhy je dána hloubkou uložení staré kanalizace v rozmezí od 2 do 5,5 m. Rýhy bude nutno pažit podle potřeby, aby nedošlo k sesunutí okolní zeminy.

Při pokládání nové kanalizace je velmi důležité zvolit vhodný materiál. PVC je často používaným materiálem je levný, ale rychle dochází k opotřebení. Nejvhodnějším materiálem pro sanovanou lokalitu budou trouby z kameniny, jelikož je zde vysoká pravděpodobnost sesedání navážky, kdy by mohlo dojít k propadu nebo posunu zeminy. Kamenina těmto procesům snadno odolá. V centru Mělníka je i silný provoz a proto bude vhodné obetonování. Tím se dosáhne větší odolnosti jak samotné kanalizaci, tak i její vedení (Fučík 2009).

Před závěrečným položením trub bude použito pískové a štěrkopískové lože a to ve vyprojektované hloubce podle pokynu výrobců kameninových trub. Po jejich položení a následném připojení přípojek se provede zkouška vodotěsnosti. Po této zkoušce se začne se zasypáváním vykopaných rýh. Každých 20 - 25 cm dojde k hutnění násypu. U spojů a v blízkosti sklepních prostor je třeba dbát zvýšené

pozornosti, aby nedošlo k jejich narušení. Tam, kde jsou sklepní prostory, bude rýha prolitá betonem a nebo cementopopílkovou směsí. Prolití bude probíhat v následujících krocích. Nejdříve se prolíje pískové lože a následně se po částech zalijou trouby. Obsyp a zásyp bude probíhat v souladu s normami ČSN EN 1610 a ČSN 72 1006. Na závěr se upraví komunikace a okolí, které bylo zničeno sanací.

#### 6.10.2.1 Ekologické zhodnocení výkopové technologie

V této části se uvažuje, že práce na sanaci kanalizace byly provedeny výkopovou metodou. Jelikož zde není prostor, aby bylo možné položit novou kanalizace bez odstaranění staré, bude nová kanalizace položena do původní trasy s odstraněním staré. Při tomto hodnocení se vychází stejně jako u předchozího jenom s cestami na deponii. Veškerá původní kanalizace bude odvezena a ekologicky odstraněna. Při odvozu zeminy na deponii byla spočítána i kubatura původního potrubí, aby nedošlo k chybným výsledkům při kalkulaci počtu nákladních automobilů viz. Tabulka 6.8.

Emise stejně jako u ekologického hodnocení BT vycházejí z počtu cest na deponii, aby jednotlivé výsledky mohly být spolu porovnány. Jedná se o stejné znečišťující látky jako u předešlého hodnocení. Množství látek vyprodukovaných nákladními automobily je zřehledněno v tabulce č. 6.9.



Tab. 6.8 – Výpočet nutných výkopů a cest na depónii

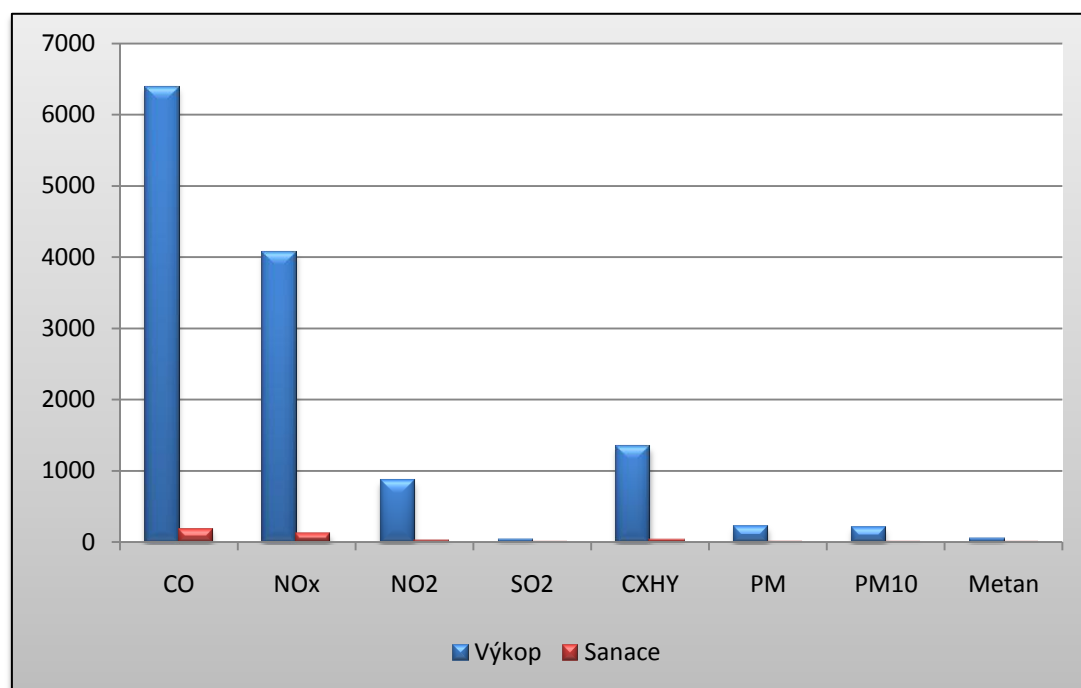
Číslo stoky	Umístění stoky	Profil potrubí, DN [mm]	Hloubka x šířka x délka výkopu [m]	Kubatura výkopu [m <sup>3</sup> ]	Kubatura potrubí [m <sup>3</sup> na bm]	Kubatura zeminy [m <sup>3</sup> ]	Počet cest na deponie
<b>C2</b>	ul. Svatováclavská, ul. 5. května, nám. Míru	vejčítý, 400/600 600/900	2,36 . 1,53 . 272,5	1073,82	0,48	943,29	68
<b>C2-6</b>	ul. Erbenova, nám. Míru	kruhový, 300	1,89 . 1,23 . 164,5	382,42	0,07	370,91	26,5
<b>C2-7</b>	náměstí Míru	kruhový, 300	1,89 . 1,23 . 42,5	98,80	0,07	95,83	7
<b>D</b>	ul. Za hradbami, Vinohrady Karla IV., ul. Husova	kruhový, 600/1000	3,06 . 1,83 . 292,5	1631,86	0,51	1482,69	106
<b>D2</b>	ul. Za hradbami,	kruhový, 500	1,43 . 2,55 . 77,0	280,78	0,20	265,38	19
<b>D3</b>	ul. Erbenova, ul. Ostruhová	kruhový, 300	1,89 . 1,23 . 97,0	225,50	0,07	218,71	15,5
<b>D4</b>	náměstí Míru	kruhový, 300	1,89 . 1,23 . 40,5	94,15	0,07	91,32	6,5
<b>D5</b>	ul. Zámecká	kruhový, 250	1,89 . 1,23 . 72,5	168,54	0,07	163,47	11,5
<b>Celkem:</b>				3675,09		<b>3631,6</b>	<b>260</b>

Tab. 6.9 – Množství emisí vyprodukovaných při sanaci v centru Mělníka pomocí BT

Číslo stoky	Počet cest na deponium	Cena odvozu zeminy [kč]	Emise způsobené odvozem zeminy na deponium [g*5 km <sup>-1</sup> ]							
			CO	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	PM	PM10	Metan
<b>C2</b>	68	28 900	1 779,6	1 133,9	240,9	10,2	374,4	62,0	58,3	13,4
<b>C2-6</b>	26,5	11 263	654,3	416,9	88,6	3,8	137,6	22,8	21,4	4,9
<b>C2-7</b>	7	2 975	183,2	116,7	24,8	1,1	38,5	6,4	6,0	1,4
<b>D</b>	106	45 050	2 486,3	1 584,2	336,5	14,3	523,1	86,6	81,4	18,7
<b>D2</b>	19	8 075	445,7	284,0	60,4	2,7	93,8	15,5	14,6	3,4
<b>D3</b>	15,5	6 587,5	392,6	250,1	53,1	2,3	82,6	13,7	12,9	3,0
<b>D4</b>	6,5	2 762,5	157,1	100,1	21,3	0,9	33,0	5,5	5,1	1,2
<b>D5</b>	11,5	4 887,5	287,9	183,4	38,9	1,65	60,6	10,1	9,4	2,2
<b>Celkem:</b>	<b>260</b>	<b>110 500</b>	<b>6 386,7</b>	<b>4 069,3</b>	<b>864,5</b>	<b>36,95</b>	<b>1 343,6</b>	<b>222,6</b>	<b>209,1</b>	<b>48,2</b>

### 6.10.3 Porovnání výsledků BT a výkopové technologie

Jednoduché porovnání výsledků hodnocení z ekologického hlediska BT a výkopové technologie je znázorněno v grafu č. 6.1. Z výsledků je patrné, že výkopová metoda z ekologického pohledu je nevhodná pro použití. Produkce emisí, cena odvozu, ale i spotřeba pohonných hmot je až 30 krát vyšší.



Graf. č. 6.1. Produkce emisí v centru Mělníka při odvozu zeminy na deponii

## 7. Diskuze

Tato diplomová práce je věcným zhodnocením BT z ekologického hlediska a jejich porovnáním s výkopovými technologiemi. Tuto práci jsem rozdělila na tři části.

Aby bylo možné porovnat BT s výkopovými technologiemi z ekologického hlediska, nejdříve jsem je musela rozdělit. Touto problematikou se zabývá první část diplomové práce. Hlavní dělení je podle mezinárodní bezvýkopové organizace ISTT. Toto dělení je nekompletní, a proto bylo třeba je doplnit o oborové hledisko a práci s odběrem zeminy.

V druhé části diplomové práce jsem hodnotila BT s výkopovými technologiemi z ekologického hlediska. Toto hodnocení jsem provedla na teoretickém porovnání BT a výkopových technologií, proto výsledky vyšly rozdílně oproti třetí části. Je to z důvodů, že v čistě teoretickém hledisku nejsou započteny přímé vlivy na sanaci a nebo vytvoření nové kanalizace. Dále jsem v této části provedla zhodnocení vybraných BT. Toto hodnocení se týkalo sanačních prací, kde nebyla narušená statická funkce. Byly vybrány tři druhy BT a to nástřík epoxidovaných pryskyřic na ostění (epoxidace), cementace vnitřního povrchu potrubí a metoda Insituform. Z výsledku nejlépe vyšla metoda Insituform, která je nejpoužívanější ve světě, avšak na domácím trhu se nepoužívá. Z těchto vybraných metod vyšla nejhůře Epoxidace pryskyřicí. Proto jsem doporučila použít metodu výstřikem cementu vnitřního potrubí a to z důvodů, které jsou v dané kapitole popsány.

V třetí části jsem se zaměřila na hodnocení sanace kanalizace v centru Mělníka. Kanalizace v této části města byla v dezolátním stavu. Jelikož je zde kanalizace stará i 40 let, byla již značně opotřebovaná. Docházelo zde k častým poruchám nejenom z důvodů opotřebení, ale i proto, že se jedná o frekventované místo ve městě. Potrubí, stejně jako většina města Mělník leží na navážkách a stále zde dochází k jejich usazování. Vlivem tohoto usazování docházelo k častému propadu a destrukci. Postupně začalo potrubí praskat a začaly unikat splaškové vody do podzemí.

Z těchto důvodů zde byla provedena sanace. Při návrhu rekonstrukce potrubí se uvažovalo s dvěma bezvýkopovými metodami. Těmito metodami byly metody rozrušovací a hadicového reliningu. Metoda rozrušovací byla zavrhnuta z důvodů

špatné statiky v okolí, kde by mohlo dojít k narušení sklepních prostor, které se zde vyskytují v hojném počtu, a k možnému narušení inženýrských sítí. Jsou zde nevhodné profily pro její použití i z toho důvodu, že ji není vhodné použít pro vejčítý profil. Proto byl vybrán hadicový relining a to GFK Liner. Vložka, která byla zatahována do potrubí měla různou tloušťku a to podle rozsahu destrukce potrubí, které bylo zjištěno pomocí kamerového průzkumu.

Výkopová metoda je nevhodná pro použití kvůli špatné statice okolí. Jelikož se daná lokalita nachází na navážkách, bylo by nutné pažit veškeré obnažené potrubí. Prostor, kde je vedena kanalizace, je úzký a bylo by nutné veškerou kanalizace odstranit a na její místo položit novou. Při odstranění, ale i pokládání nové kanalizace by nastal problém, co se splaškovými vodami produkovanými v okolních domech. Muselo by dojít k jejich odčerpání a převedení do nepoškozené kanalizace. Je zde také veliký počet inženýrských sítí, které leží nahuštěně a často vedle kanalizace a proto by nastal problém s výkopem pomocí technologie. Výkop by se musel provádět ručně a doba sanace by se prodloužila. Tato metoda je nejenom ekonomicky, ale i časově náročná.

Mým úkolem bylo posoudit BT (GFK Liner) a použití výkopové technologie. Toto hodnocení bylo provedeno na příkladu sanace kanalizace v centru Mělníka. Jednalo se o ekologické hodnocení a v něm především o zvýšení množství emisních látek v době sanace. Týkalo se počtu cest, kterých bude třeba na odvezení vykopané zeminy na deponii vzdálenou cca 5 km do Mělníka. Následně byly spočítány emisní limity pomocí MEFA programu, který vznikl ve spolupráci ATEM, DINPROJEKT a VŠCHT Praha. MEFA je emisní kalkulačka, která byla vyvinuta s cílem usnadnit srovnávání metod při hodnocení dopadu na životní prostředí. (trenchless International, october 2009)

Ekologické hodnocení BT a výkopové technologie v Mělníku bylo rozděleno na dvě části a to na modelovou část a reálnou část. Modelová situace je rozdělena na problematiku sanace v úzké ulici (tzv. pěší zóna) a v široké ulici, kde je silný provoz. V modelových situacích jsem použila podobná kritéria jako u teoretického hodnocení. Tato kritéria jsem však musela poupravit tak, aby došlo k jejich k objektivnímu zhodnocení. Hlavním hlediskem zde bylo ekologické hledisko týkající se emisních limitů. Zvýšení emisí zde bylo spočítáno na počet odvezené

zeminy na deponie, které u výkopové technologie vlivem většího počtu nákladních automobilů je třicetkrát větší, viz graf č. 3.1 a graf č. 3.2.

Při samotném hodnocení, která metoda je výhodnější pro sanaci kanalizace v úzké a široké ulici, se bral ohled nejen na ekologii, ale i délku trvání prací, omezení dopravy, náklady a nebo omezení služeb. V celkovém hodnocení a porovnání obou metod vyšla nejlépe BT a to jak při provádění sanace v úzké, tak i v široké ulici. Je to dané nejenom množstvím emisí, které se vyprodukují při odvozu zeminy na deponii, ale i v délkou trvání prací, kdy bezvýkopovou metodou je sanace rychlejší (3–4 týdny), ale je i menší omezení v dopravě vlivem nerozkopání ulic.

V poslední části této diplomové práce jsem hodnotila reálnou sanaci kanalizace v centru Mělníka. Byl zde použit GFK Lineru s částečným použitím výkopové metody (pro startovací a cílovou šachtu, kde nebylo možné použít stávající šachtu). Pro celkové porovnání této a výkopové metody jsem vycházela z kubatury zemin, které by bylo nutné odvézt na deponii. U BT jsem počítala na každý úsek (ulici) sanovaného potrubí 4,5 m dlouhý výkop proto, že je třeba mít místo pro startovací šachtu a cílovou šachtu. Při tomto výpočtu jsem neuvažovala, že se použije původní šachta. Rozdíl v množství zeminy, které je třeba odvézt na deponii, je veliký (přibližně třicetkrát větší než u BT). Je to dané tím, že u výkopové metody musí dojít k úplnému obnažení celé sanované lokality. Jelikož v centru Mělníka není místo pro uchování této zeminy, bylo by ji nutné odvézt veškerou na deponii. Pokud by došlo k použití výkopové metody na sanaci v centru Mělníka, zvýšila by se nejen cena prováděných prací, ale i spotřeba pohonných hmot a zvýšily by se i emisní limity v centru vlivem většího počtu nákladních automobilů.

## **8. Závěr**

Emise jsou celosvětovým problémem a zde byla snaha poukázat na to, jak se během nevhodné volby technologií při sanaci kanalizace zvyšují. Proto bylo cílem této diplomové práce poukázat na vhodnou volbu takové technologie, při které by došlo k co nejmenší míře produkce emisí.

Při závěrečném hodnocení metody, která byla použita na sanaci kanalizace v centru Mělníka, projektant správně zvolil GFK Liner. Při výběru této technologie se bral v potaz vnitřní průměr potrubí, jeho profil a délka, dále také umístění a stávající trasa sanovaného potrubí. Výkopová metoda zde byla použita jenom v nejnútnejším případě. Díky tomu se produkce emisí a doba trvání sanačních prací snížily na minimum.

Je pravda, že v určitých situacích musíme zvolit na sanaci výkopovou metodu a proto je dobré při návrhu projektu uvažovat o všech technologiích a zvolit takové, které by byly co nejšetrnější k životnímu prostředí a fungování města.

## Seznam použitých zdrojů

### Použitá literatura:

1. Bílek D., Oznámení záměru ve smyslu zákona č. 100/2001 Sb. a metodického pokynu odboru posuzování vlivu na ŽP MŽP, 2002
2. Časopis: Trenchless International, april 2009
3. Časopis: Trenchless International, October 2009
4. Časopis: Nodig, (číslo 2005 – 2010)
5. Fučík, L. : Návrh rekonstrukce stokové sítě, Diplomová práce, Praha 2009
6. Kanalizační sekce svazu výrobců betonových stavebních dílců: Katalogové listy uložení potrubí, Brno 1999
7. Klepsatel, F. A Raclavský, J., 2007: Bezvýkopová výstavba a obnova podzemních vedení. Jaga, Brno
8. Klicnarová, J.: Vícekriteriální hodnocení variant – metody, České Budějovice, 2010
9. Kubín, T.: Bezvýkopové technologie, Diplomová práce, Praha 2006
10. Projektová dokumentace „Revitalizace historického centra města Mělník, 2001
11. Regionální rozvojová agentura Střední Čechy a partneři: Profil města Mělník – podkladový materiál pro strategický plán sociálně ekonomického rozvoje města, 2003)
12. Úplné znění zákon č. 185/2001 Sb. o odpadech a změně některých dalších zákonů
13. U.S. Army Corps of Engineers: Trenchless Technology Applications in Public Works, 2010
14. Územně plánovací dokumentace města Mělník
15. Zepri s.r.o. GFK – Liner, Short Liner – Technologický postup pro výrobu, 2004

### Internetové zdroje:

1. <http://www.ludwigpfeiffer.com>, 6.3.2011
2. <http://www.brochier.cz/11610/brochier-gfk-saertex-liner/>, 6.3.2011



3. [www.zepris.cz](http://www.zepris.cz), 20.1.2011
4. <http://nahlizenidokn.cuzk.cz/>, 3.3.2011
5. <http://hluk.eps.cz/hluk/emise/vliv-emisi-na-zdravi/>, 10.3.2011
6. <http://www.nazeleno.cz/emise.dic>, 10.3.2011
7. <http://www.melnik.cz/radnice-a-urad/mesto-melnik/historie-mesta/historie-mesta-melnika.html> 20.1.2011
8. <http://www.melnik.cz/radnice-a-urad/mesto-melnik/zakladni-informace/zakladni-informace-o-meste-a-okoli.html>, 20.1.2011
9. [www.istt.com](http://www.istt.com), 12. 2.2011
10. <http://www.istt.com/index.cfm?menuID=63>, 12.2.2011
11. [http://www.czstt.cz/zpravodaj\\_nodig.htm](http://www.czstt.cz/zpravodaj_nodig.htm), 12.2.2011
12. <http://hnutiduha.cz/nase-prace/doprava/>, 10.3.2011
13. <http://www.webranitz.de/relining.html>, 10.4.2011
14. <http://www.brochier.cz/11611/brochier-spotliner/>, 10.4.2011
15. [http://www.brandenburger.de/de/kanalsanierung/Referenzen/Baustellenbericht\\_Nagold\\_2009.php](http://www.brandenburger.de/de/kanalsanierung/Referenzen/Baustellenbericht_Nagold_2009.php), 10.4.2011
16. [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz) (2011)

## **Seznam příloh**

PŘÍLOHA 1 - Fotodokumentace

PŘÍLOHA 2 – Ukázka uložení kamenného potrubí

PŘÍLOHA 3 – Uložení IS v centru Mělníka

## PŘÍLOHA 1 - Fotodokumentace



Obr.1 – ulice 5. května, stoka C2 (zdroj: Hloušová, 2011)



Obr. 2 – náměstí Míru, levá strana, stoka C2-7 a D4 (zdroj: Hloušová, 2011)



Obr. 3 – náměstí Míru, pravá strana, stoka C2-6 (zdroj: Hloušová, 2011)



Obr. 4 – ulice Svatováclavská, stoka C2 (směrem od zámku) (zdroj: Hloušová, 2011)



Obr. 5- ulice Svatováclavská, stoka C2 (směrem od náměstí Míru) (zdroj: Hloušová, 2011)



Obr. 6 – Vinohrady Karla IV., stoka D (zdroj: Hloušová, 2011)



Obr. 7 – ulice Zámecká, stoka D5 (směrem ke Svatováclavské ulici) (zdroj: Hloušová, 2011)



Obr. 8 – ulice Zámecká, stoka D5 (směrem od Svatováclavské ulice) (zdroj: Hloušová, 2011)



Obr. 9 – ulice Legionářů, stoka D (zdroj: Hloušová, 2011)



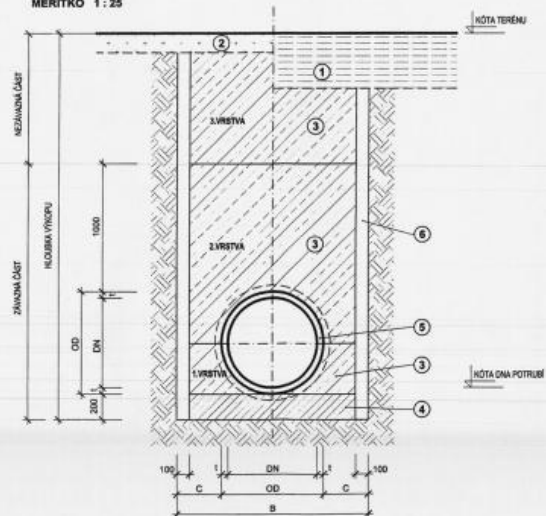
Obr. 10 – ulice Erbenova, stoka D3 (zdroj: Hloušová, 2011)

# PŘÍLOHA 2 – Ukázka uložení kamenného potrubí

## ULOŽENÍ KAMENINOVÉHO KANALIZAČNÍHO POTRUBÍ

### HISTORICKÉ CENTRUM PŘÍČNÝ ŘEZ

MĚŘÍTKO 1 : 25



#### ŠÍŘKA VÝKOPU - KAMENINA (TR. 160)

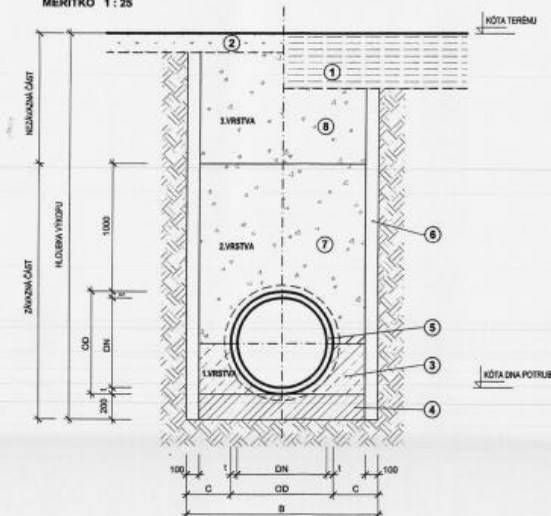
JMENOVITÁ SVĚTLOST	DN	300	400	500
TLOUŠŤKA STĚNY [mm]	I	27,5	43,5	43,5
VNĚŠÍ SVĚTLOST POTRUBÍ [mm]	OD	305	486	581
PRACOVNÍ PROSTOR [mm]	C	390	490	490
ŠÍŘKA RÝHY - PAŽENÁ [mm]	B	1190	1400	1500

#### POZNÁMKA:

- PŘI HLoubCE ULOŽENÍ POTRUBÍ DVAKRÁT VĚTŠÍ NEŽ 4,0 m - ŠÍŘKA PAŽENÉ RÝHY 9+1,40m
- PŘI ZALIVCE CEMENTOPOPĚLKOVOU SMĚSÍ (KOPOSEM) MUSÍ BÝT POTRUBÍ ZAŠTĚNO PROTÍ VYPĚKÁNÍ

### 17. LISTOPADU PŘÍČNÝ ŘEZ

MĚŘÍTKO 1 : 25



#### ŠÍŘKA VÝKOPU - KAMENINA (TR. 160)

JMENOVITÁ SVĚTLOST	DN	400
TLOUŠŤKA STĚNY [mm]	I	43,0
VNĚŠÍ SVĚTLOST POTRUBÍ [mm]	OD	406
PRACOVNÍ PROSTOR [mm]	C	492
ŠÍŘKA RÝHY - PAŽENÁ [mm]	B	1400

#### POZNÁMKA:

- PŘI ZALIVCE CEMENTOPOPĚLKOVOU SMĚSÍ (KOPOSEM) MUSÍ BÝT POTRUBÍ ZAŠTĚNO PROTÍ VYPĚKÁNÍ

#### LEGENDA :

- ① KONSTRUKCE KOMARKACE, OPEVNĚNÉ FLOXY
- ② DRUHODINNÁ OBTETI TRAVNIN SEMENEM
- ③ ZALIVKA CEMENTOPOPĚLKOVOU SMĚSÍ (KOPOSEM)
- ④ ŠTERKOPRÁVKOVÝ PODSYP
- ⑤ KAMENINOVÉ POTRUBÍ (TR. 160)
- ⑥ PAŽENÍ
- ⑦ ODSYP PÍSKEM NEBO ŠTERKOPRÁNKEM - HUTNĚNÝ
- ⑧ ZÁSYP ŠTERKOPRÁNKEM HUTNĚNÝ

Pöyry Engineering s.r.o. Březová 524/16, 602 00 Brno		Tel: +420 541 204 111 Fax: +420 541 311 288		E-mail: info@poyry.com http://www.poyry.cz	
Dobročinná společnost ING. PĚTR KLIMPA		Město: Pöyry spol. s r.o. ING. JIŘINA VOZELKA		Národní středisko ING. PĚTR PRÁZ, PH.D.	
Výkonové ING. PĚTR KLIMPA		Kontaktní ING. ALEXANDRA HRADČEKÁ		Základní činnost SAMOBYTNĚ	
Druh EV 2202		Stupeň odpovědnosti REALIZACE A DOKUMENTACE		Datum ověření 06.10.2018	

**REVITALIZACE HISTORICKÉHO CENTRA  
MĚSTA MĚLNÍK**

SO 16 REKONSTRUKCE KANALIZACE V HISTORICKÉM STŘEDÍ

Práce  
**ULOŽENÍ KAMENINOVÉHO POTRUBÍ**

Objednatel  
MĚSTO MĚLNÍK

Práce  
1 : 25      04.16.01



### PŘÍLOHA 3 – Uložení IS v centru Mělníka

