

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**  
**FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**



**Sanace stokové sítě města Cheb v lokalitě Švédský vrch**  
**(studie)**

**Diplomová práce**

Vedoucí diplomové práce: Ing. Marcela Synáčková, CSc.

Diplomant: Bc. Olga Podorská



Česká zemědělská univerzita v Praze  
**Fakulta životního  
prostředí**

**2012**

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně, za použití uvedených zdrojů, vlastních poznatků a pod vedením vedoucí diplomové práce.

Cheb, dne 22. dubna 2012

Bc. Olga Podorská

## **Poděkování**

Velmi děkuji Ing. Marcele Synáčkové, CSc. za cenné rady, připomínky, odborné vedení a vstřícnost při zpracovávání diplomové práce. Mé poděkování patří také mé rodině a blízkým přátelům za pomoc a morální podporu během studia.

# **Sanace stokové sítě města Cheb v lokalitě Švédský vrch (studie)**

## **Souhrn**

Tato práce se zabývá sanací stokové sítě města Cheb v lokalitě, která je nazývána Švédský vrch. Práce je rozdělena na dvě části. První část se věnuje obecným informacím technickým, vztahujícím se k příčinám poruch stokových sítí a k zpřehlednění bezvýkopových technologií těchto sítí. Část druhá seznamuje s konkrétním řešením právě probíhající sanace stokové sítě a hledá a posuzuje variantní možnosti řešení.

**Klíčová slova:** sanace, rekonstrukce, oprava, stoková síť, bezvýkopové technologie

## **Summary**

This work deals with the rehabilitation of sewerage networks in the Cheb area, which is called Swedish Hill. The work is divided into two parts. The first part (which is the subject of literary research) is devoted to general technical information, related to the causes of failures of sewer networks and the streamlining of trenchless technology for these networks. Part Two (which will be treated to in the thesis) introduces the specific solution of the ongoing rehabilitation of sewerage networks and search and assess alternative possible solutions.

**Keywords:** rehabilitation, reconstruction, repair, sewer system, trenchless technology

## **Základní použité termíny a definice**

**Sanace** - jsou všechna opatření ke znovuobnovení nebo zlepšení stávajících systémů stokových sítí a kanalizačních přípojek, zahrnuje opravy, renovaci, anebo obnovu stok a kanalizačních přípojek.

**Rekonstrukce** – je vybudování nových stok a kanalizačních přípojek ve stávající nebo jiné trase, při zachování funkce původních stok a kanalizačních přípojek.

**Oprava** – je opatření k odstranění místních závad.

**Bezvýkopové technologie** – jsou způsoby uložení potrubí v zemi bez použití otevřené výkopové rýhy.

**Kanalizace** - je provozně samostatný soubor staveb a zařízení zahrnující kanalizační stoky k odvádění odpadních vod a srážkových vod, kanalizační objekty včetně čistíren odpadních vod, jakož i stavby k čištění odpadních vod před jejich vypouštěním do kanalizace.

**Stoková síť** - je soustava stok a objektů na nich (např. vstupních šachet, odlehčovacích komor, uličních vpustí, dešťových nádrží) na zachycování a odvádění odpadních vod z daného území.

**Stoková síť jednotné soustavy** - je stoková síť odvádějící jednotlivé druhy odpadních vod společně jedinou soustavou stok.

**Stoková síť oddílné soustavy** - je stoková síť odvádějící jednotlivé druhy nebo skupiny odpadních vod odděleně.

**Čistírna odpadních vod (ČOV)** - je zařízení určené k čištění odpadních vod.

**Čerpací stanice** – je stavební objekt a technologické zařízení, určené k dopravě odpadních vod do výtlačného potrubí pod tlakem nebo k jinému způsobu zdvíhu odpadních vod.

**Kanalizační přípojka** - je samostatnou stavbou tvořenou úsekem potrubí od vyústění vnitřní kanalizace stavby nebo odvodnění pozemku k zaústění do stokové sítě. Kanalizační přípojka není vodním dílem.

**Odpadní vody** - jsou vody změněné použitím a odvedené do systému stokových sítí a kanalizačních přípojek.

**Splaškové odpadní vody** - jsou znečištěné tekuté odpady z domácností, z technické občanské vybavenosti a z živností - musí být odváděny kanalizačním systémem na ČOV, výjimečně likvidovány v žumpách nebo domovních ČOV.

**Balastní vody** - jsou vody (zejména podzemní), které se dostaly do stokové sítě v důsledku její netěsnosti nebo jiným způsobem a jejichž přítomnost není ve stokové síti žádoucí.

**Průmyslové odpadní vody** - jsou znečištěné tekuté odpady z technických provozů, které musí být odváděny na ČOV, pokud nemají charakter splaškových vod (resp. jejich znečištění překračuje limity stanovené kanalizačním řádem), musí být před zaústěním do kanalizace předčištěny do limitů stanovených kanalizačním řádem nebo musí být čištěny samostatně.

**Srážkové znečištěné vody** - jsou odpadní vody dešťové a z tání sněhu, odtékající ze znečištěných povrchů (silniční komunikace s vysokou intenzitou provozu, znečišťovaných odstavných ploch, průmyslových a zemědělských areálů), jen po dobu oplachu těchto povrchů, nebo při tání sněhu.

**Srážkové neznečištěné vody** - jsou vody odtékající z neznečištěných povrchů (pěších zón, parků a zahrad, střech a silničních komunikací s nízkou intenzitou provozu a z odstavných ploch, pokud tyto neslouží jako parkoviště nebo odstavné plochy), tyto vody nejsou odpadními vodami.

**Jmenovitá světlost (DN)** - je numerické označení pro velikost stavebního dílu, který se blíží skutečnému výrobnímu rozměru vyjádřenému v mm. Vztahuje se na vnitřní průměr (DN/ID) nebo na vnější průměr (DN/OD).

**Revizní šachta** - je kanalizační šachta s odnímatelným poklopem, umístěná na stoce nebo přípojce, která umožňuje kontrolu z povrchu, neslouží ale ke vstupu osob.

**Vstupní šachta** - je kanalizační šachta s odnímatelným poklopem, umístěná na stoce nebo kanalizační přípojce, která umožňuje vstup osob.

**Shybka** - je tlakový úsek gravitační stoky nebo kanalizační přípojky, který je uložen níže než navazující úseky proti a po proudu, umožňující podejití překážky.

**Odlehčovací komora** - je objekt na stokové síti jednotné soustavy nebo v čistírně odpadních vod, který odlehčuje systém při přívalových deštích.

**Retence vod** - je schopnost odkanalizovaného území nebo kanalizačního objektu zachycovat a zpomalovat odtok vody.

**Kruhová stoka** - je stoka s kruhovým průtočným profilem.

**Vejčítá stoka** - je stoka s průtočným profilem, který má ve dně menší poloměr zakřivení než ve stropě a nejvyšší poloměr zakřivení mají boční stěny.

**Sítě technického vybavení** - jsou všechna nadzemní a podzemní vedení a zařízení, zahrnující elektrická silová vedení, sdělovací vedení, vodovody, plynovody, teplovody, parovody, stoky a jiná vedení (např. produktovody) včetně armatur a objektů na vedení.

**Ochranné pásmo kanalizační stoky** - je prostor v bezprostřední blízkosti stoky, určený k zajištění její provozuschopnosti.

*(Hydroprojekt, a.s., 2002), (Hydroprojekt, a.s., 2001), (Hydroprojekt, a.s., 1998), (Hydroprojekt, a.s., 1995), (zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích).*

# Obsah

<b>1. Úvod.....</b>	<b>9</b>
<b>2. Cíle práce a metodika .....</b>	<b>10</b>
<b>3. Materiály trubních stokových sítí a příčiny poruch .....</b>	<b>11</b>
3.1. Tuhé trubní systémy gravitačních sítí .....	11
3.1.1. Kameninové trouby.....	11
3.1.2. Betonové trouby .....	12
3.1.3. Železobetonové trouby.....	13
3.1.4. Azbestocementové trouby .....	14
3.2. Polotuhé trubní systémy gravitačních sítí .....	14
3.2.1. Tvárná litina .....	14
3.2.2. Ocelové trouby .....	15
3.2.3. Polymerbetonové trouby .....	15
3.2.4. Sklolaminátové trouby .....	16
3.3. Pružné trubní systémy gravitačních sítí .....	17
3.3.1. Plastové trouby.....	17
3.3.2. Ostatní plastové potrubí .....	17
3.4. Příčiny poruch trubních stokových sítí .....	19
3.4.1. Přirozené stárnutí materiálu .....	19
3.4.2. Narušení stability stoky.....	19
3.4.3. Polohové odchylky stok vertikální a horizontální.....	20
3.4.4. Poruchy spojů trub .....	20
3.4.5. Vnitřní koroze stoky.....	21
3.4.6. Chybné napojení přípojek .....	21
3.4.7. Porušení stoky obrusem .....	22
3.4.8. Zanášení stok.....	22
3.4.9. Destrukce stoky .....	22
3.4.10. Narušení stok cizími sítěmi.....	23
3.4.11. Netěsnost stok .....	23
<b>4. Zpřehlednění bezvýkopových technologií.....</b>	<b>24</b>
4.1. Průzkum a vyhodnocení dat.....	24
4.2. Bezvýkopové technologie - metody bez obsluhy - neřízené.....	25
4.2.1. Metoda bez odběru zeminy - s propichovacím kladivem (krtkem) ...	25
4.2.2. Metoda bez odběru zeminy – beranění s uzavřeným hrotem.....	26
4.2.3. Metoda bez odběru zeminy – se zatlačovanou vodící troubou .....	26
4.2.4. Metoda bez odběru zeminy – rozrušovací metoda (Pipe bursting)....	26
4.2.5. Metoda bez odběru zeminy – vytahování potrubí (Pipe extraction)..	27
4.2.6. Metoda s odběrem zeminy – s beraněním nebo protlakem.....	27
4.2.7. Metoda s odběrem zeminy – vrtání se zatlačováním potrubí.....	27
4.2.8. Metoda s odběrem zeminy – příklepové vrtání.....	27
4.2.9. Metoda s odběrem zeminy – propichování s rozšířenou hlavou.....	27
4.3. Bezvýkopové technologie – metody bez obsluhy – řízené .....	27
4.3.1. Mikrotunelování – se šnekovým dopravníkem .....	27
4.3.2. Mikrotunelování – s hydraulickou dopravou zeminy .....	27
4.3.3. Mikrotunelování – s podtlakovou dopravou zeminy .....	28

4.3.4.	Mikrotunelování – s jiným způsobem dopravy zeminy .....	28
4.3.5.	Mikrotunelování – s rozrušováním potrubí.....	28
4.3.6.	Protlak s vodící troubou .....	28
4.3.7.	Směrové vrtání (Directional drilling).....	28
4.4.	Bezvýkopové technologie – s obsluhou – trubní protlak.....	28
4.5.	Bezvýkopové technologie – s obsluhou – ostatní metody .....	29
4.6.	Bezvýkopová technologie – Swagelining (z angl. zápusťka).....	29
<b>5.</b>	<b>Konkrétní případ sanace stokové sítě .....</b>	<b>30</b>
5.1.	Představení projektu.....	30
5.1.1.	Charakteristika řešeného území .....	30
5.1.2.	Identifikační údaje stavby .....	32
5.1.3.	Stručný popis.....	33
5.1.4.	Technické řešení.....	33
5.1.5.	Rozsah stavby .....	33
5.1.6.	Údaje o provozu a kapacitě .....	33
5.1.7.	Ochranná pásma .....	34
5.2.	Legislativní proces .....	34
5.3.	Monitorování průběhu prací.....	36
5.3.1.	Protlak pod Pražskou ulicí .....	36
5.3.2.	Křížování drážního tělesa.....	39
5.3.3.	Křížení Vrázovy ulice .....	42
5.3.4.	Souběh trasy kmenové stoky se zahrádkářskou kolonií.....	42
<b>6.</b>	<b>Variantní možnosti řešení a jejich posouzení .....</b>	<b>43</b>
6.1.	Varianta č. 1 .....	43
6.2.	Varianta č. 2 .....	45
6.3.	Čerpací jímka .....	45
6.4.	Návrh čerpací jímky a výtlačků .....	47
6.4.1.	Návrh tlakové kanalizace pro splaškové vody z ČJ – varianta 1 .....	48
6.4.2.	Návrh tlakové kanalizace pro splaškové vody z ČJ – varianta 2 .....	50
6.5.	Předpokládané náklady .....	51
6.5.1.	Dle ÚÚR - Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury.....	51
6.5.2.	Dle MZe - Metodický pokyn.....	53
<b>7.</b>	<b>Diskuze .....</b>	<b>56</b>
<b>8.</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>59</b>
<b>9.</b>	<b>Použitá literatura a zdroje .....</b>	<b>60</b>
9.1.	Legislativa .....	62
<b>10.</b>	<b>Seznam obrázků a tabulek .....</b>	<b>63</b>
10.1.	Seznam obrázků .....	63
10.2.	Seznam tabulek .....	65
<b>11.</b>	<b>Přílohy .....</b>	<b>66</b>



# 1. Úvod

Kdy a kde byla vynalezena vůbec první kanalizace na světě, se přesně neví. První zmínky o existenci kanalizačního systému a odpadové jámě se vyskytují v mytologii semitských Akadů, přesídlených do Babylonu okolo roku 2 600 př. Kr. V městech mezopotámských a protoindických kolem roku 2 510 př. Kr. budovali speciální kanalizační systémy na odvádění odpadních vod a podle vykopávek v městech Harapo a Mohendžo – daro, můžeme mluvit dokonce i o koupelnách a toaletách. Na území českých zemí jsou první zmínky o „odvádění“ odpadu zachyceny z doby raného středověku. K likvidaci fekálních odpadů na hradech sloužily suché záchody, vypadávající přímo na hradby. Tyto tzv. prevéty jsou jedním z nejstarších kanalizačních útvarů a je nesporné, že plnily vlastně dvojí funkci, jak pro tělesnou úlevu, tak i zvyšovaly nedobytnost hradeb. (*anonimus, nedatováno*)

Tak jako lidé od pradávna jedí, musejí vykonávat i jiné potřeby. Jeden z prvních „záchodkových“ zákonů se v roce 1519 objevil v Normandii. Nařizoval, aby ve všech domácnostech byly postaveny záchody napojené na kanalizaci. Tento moderní nápad tehdy narážel na neochotu a také na technické potíže. Ve vyspělé Anglii byl podobný zákon vydán až roku 1848. (*Vondruška, 2007*)

U nás v současnosti řeší tuto problematiku zákon č. 274/2002 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů. Stokové sítě a kanalizační přípojky zajišťují ochranu vodního recipientu před znečištěním odpadními vodami z urbanizovaných území a účelem stokových sítí a kanalizačních přípojek je spolehlivé, hospodárné a zdravotně neškodné odvádění odpadních vod do zařízení na čištění odpadních vod.

Stoková síť je soustava trubních rozvodů a dalších zařízení sloužících k odvádění odpadních vod z jednotlivých nemovitostí a z veřejného prostranství zpravidla do městské čistírny odpadních vod. Vystavěním prvních stokových sítí se předcházelo šíření infekčních nemocí, jako byl mor a tyfus. Ty se vyskytovaly ve městech právě z důvodu kumulace odpadních vod a odpadků v ulicích. Ačkoli stoková síť je pouze částí kanalizace, je všeobecně používáno pro stokovou síť právě označení „kanalizace“.

Stokování je obor zabývající se navrhováním, stavbou a provozem stokových sítí, sloužících k odvodňování měst, dopravních zařízení, průmyslových a zemědělských závodů s cílem zabezpečit provoz a hygienu prostředí. Stokový systém musí spolehlivě odvádět srážkové povrchové vody a odpadní vody tak, aby jeho funkce byla v souladu s požadovanými legislativními předpisy a technickými normami. (*Hydroprojekt, a.s., 2011*)

Za účelem udržení čistoty a životnosti stokové sítě a jejího příslušenství je prováděn provoz stokové sítě, do kterého podle místních poměrů patří pozorování průtoku ve stokách co do množství, povahy a teploty, povodňová služba, čištění otevřených potočních koryt, nádrží a lapačů splavenin, boj proti potkanům, odstraňování kalových nánosů ve stokové síti, provoz čerpacích stanic a čistíren, ale též vyhledávání a odstraňování poruchových míst ve stoce. (*Schleicher, 1955*)

## **2. Cíle práce a metodika**

### **Cíle práce**

Tato diplomová práce si klade za cíl předložit legislativní, odborné a technické informace v problematice odkanalizování sídelních území, a to jak obecně, tak na konkrétním příkladu právě probíhající realizace projektu. Jedná se o část velkého skupinového projektu „Chebsko-environmentální opatření“, který se skládá ze tří projektů zasahujících na území aglomerací Cheb, Františkovy Lázně a Mariánské Lázně. Projekty jsou zaměřeny na rozšíření a zkvalitnění systémů sloužících k odvádění a čištění odpadních vod ve zmíněných oblastech, k dosažení snížení znečištění recipientů Ohře a Kosového potoka organickými látkami a nutriety. Tato diplomová práce se zabývá projektem řešícím odvádění odpadních vod z území městské části Cheb – Švédský vrch.

### **Metodika**

Při řešení diplomové práce bylo postupováno následujícím způsobem:

- prostudování odborné literatury,
- průzkum archivu vodoprávního úřadu,
- prostudování legislativy,
- shromažďování informací prostřednictvím internetu,
- vlastní průzkum terénu,
- vlastní monitoring průběhu stavebních prací,
- osobní konzultace se zástupci provozovatele kanalizace a zhotovitele stavby sanované kanalizační stoky,
- vlastní návrh variantních možností řešení, včetně návrhu a výpočtu čerpací jímky a výtlačků,
- vlastní výpočty předpokládaných nákladů navržených variant, včetně výpočtu předpokládaných nákladů právě realizované varianty, a to za pomoci dvou zdrojů.

### 3. Materiály trubních stokových sítí a příčiny poruch

Stoky mohou být trubní, monolitické (betonované a zděné) a montované. Tato práce se zabývá pouze materiálem trubních stokových sítí.

Základními materiály trubních stokových sítí jsou:

- kameninové potrubí a kameninové tvarovky, do DN 600 (resp. 800 mm),
- betonové nebo železobetonové trouby s kameninovou nebo čedičovou vystýlkou,
- tvárná litina,
- sklolaminátové trouby prováděné odstředivým způsobem,
- materiály používané pro rekonstrukce – vložkováním,
- betonové a železobetonové trouby bez vystýlky, železobetonové pouze pro dešťové kanalizace,
- potrubí z termoplastů (PVC, PE, PP).

#### 3.1. Tuhé trubní systémy gravitačních sítí

##### 3.1.1. Kameninové trouby

Jsou tradičním a nejpoužívanějším materiálem pro stokové sítě a kanalizační přípojky, velmi vhodným, vzhledem ke své schopnosti odolávat agresivním účinkům odpadních vod i podzemních vod v podloží. Kameninové trouby mají dostatečnou hladkost a dlouhou životnost. Jejich nevýhodou je větší počet spojů, vzhledem k vyráběné délce 1 m, výjimečně 1,25 m, 1,5 m, 2 m. Vyrábějí se v profilech DN 150, 200, 250, 300, 400, 500, 600, 800, 1000 (připravují se DN 700 a DN 1200).



**Obr. č. 1** - Kameninové trouby – zdroj (KERAMO STEINZEUG, s.r.o., 2009)

Kameninové trouby se vyrábějí jako hrdlové a bezhrdlové (pro bezvýkopové technologie). Jedná se o kameninové trouby, jejichž hlavní předností je schopnost přenášet obrovské tlačné síly v podélném směru. Tomuto je přizpůsobena i síla stěny (téměř dvojnásobná než u trub hrdlových) a ve výrobním závodu je již osazena těsnící manžeta. (KERAMO STEINZEUG, s.r.o., 2009)

Dříve se kameninové trouby těsnily konopným provazem a asfaltem. Dnes se používá kameninové potrubí s integrovaným spojem v hrdle a na dřiku trouby (polyuretan nebo pryžové těsnění). Při spojování dřiků (konců) dvou trub bez těsnění se používá spojení převlečnou manžetou, při spojování dřiku bez těsnění a hrdla trouby se používá spojovací P kroužek. Uložení potrubí se provádí buď do pískového, nebo štěrkového lože, nebo na betonovou desku. (VaK Havlíčkův Brod, 2008)

**Výhody:**

- vysoká prokázaná životnost (až 100 let),
- velmi dobrá mezní únosnost ve vrcholovém zatížení,
- vysoká chemická odolnost proti kyselinám a louhům (pH 0-14), organickým kyselinám, rozpouštědlům, aromatickým látkám a halogenovým uhlovodíkům,
- vysoká odolnost proti obrusu,
- teplotní odolnost (těsnost systému -10 °C až +70 °C),
- dobré hydraulické vlastnosti,
- dokonalá těsnost spojů,
- vyhovující způsob dodatečného napojení,
- vysoká životnost prověřená dlouholetou praxí,
- ekologická recyklovatelnost materiálu.

**Nevýhody:**

- křehkost – nízká pevnost v rázu,
- vyšší hmotnost,
- větší počet spojů v důsledku kratší výrobní délky (při obnově stok v husté zástavbě je ale naopak výhodou),
- náročnější pokládka. (*Šejnoha & [eds.], 2003*)

**3.1.2. Betonové trouby**

Mají krátkou životnost a špatně odolávají agresivním účinkům odpadních vod i podzemních vod v podloží a obrusu. Vzhledem ke své nasákavosti se doporučují používat pouze pro dešťové kanalizace.



Pro splaškovou nebo jednotnou kanalizaci je lze používat jen jako provizorní. Nevýhodou je skutečnost, že se nevyrábějí odbočné tvarovky. Vyrábějí se v profilech DN 300, 400, 500, 600, 800, 1000, 1200 a v délkách do 2,5 m. Nevýhody trub z prostého betonu odstraňují trouby polymerbetonové. (*Raclavský, 2003*)

**Obr. č. 2** - Betonové trouby – zdroj (*Sloupárna Majdalena s.r.o., 2008*)

**Výhody:**

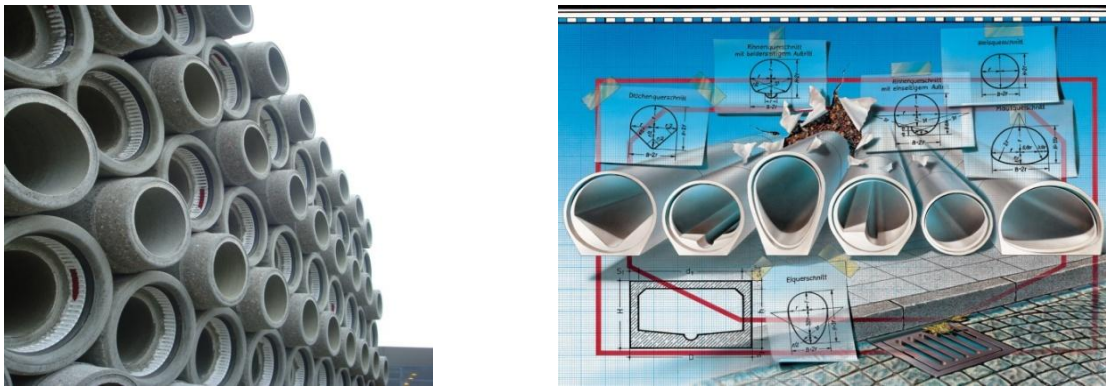
- vysoká pevnost v rázu a výborná mezní únosnost ve vrcholovém zatížení,
- možnost provedení vnitřní výstelky trub podle druhu odpadních vod a sklonu stoky,
- teplotní odolnost,
- možnost dodávky trub kruhového nebo vejčitého průřezu,
- vyhovující způsob dodatečného napojení,
- integrovaný spoj,
- možnost zvýšení chemické odolnosti proti síranové agresivitě okolního prostředí při použití síranovzdorných cementů,
- ekologická recyklovatelnost materiálu.

**Nevýhody:**

- krátká životnost,
- vysoká hmotnost trub,
- pokládka za použití mechanismů,
- nevhodnost pokládky trub ve štolách,
- omezené maximální rychlosti průtoku, pokud není provedena vnitřní výstelka,
- nebezpečí porušení trub obrusem a korozí, není-li použit síranovzdorný cement a vnitřní výstelka. (Šejnoha & [eds.], 2003)

**3.1.3. Železobetonové trouby**

Používají se obdobně jako trouby kameninové, ale často nahrazují kameninu v profilech nad DN 600. Životnost mají delší než betonové trouby, ale špatně odolávají agresivním účinkům odpadních vod v podloží a obrusu. Tento nedostatek lze odstranit výstelkou z odolnějšího materiálu.



**Obr. č. 3** - Železobetonové trouby – zdroj (B&BC, 2008)

Jako výstelka se nejčastěji používá kamenina, tvarovaný čedič nebo sklolaminát. Ochranné nátěry trub se zatím příliš neosvědčily. Železobetonové trouby se vyrábějí v profilech (kruhových) DN 300, 400, 500, 600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600, 2200, méně v profilech vejčitých (např. 500/750, 600/900). Výhodou železobetonových trub je jejich vysoká pevnost. Dříve se těsnily cementovou maltou nebo suchým konopným provazem, impregnovaným konopným provazem a cementovou maltou, nebo asfaltovým tmelem, či v kombinaci s konopným provazem. Dnes se těsní pryžovými kroužky, popř. se spáry zatírají polymercementovou maltou. Nejčastěji se používá tzv. integrovaný spoj, jehož základem je pryžový nebo polyuretanový těsnící kroužek. (Raclavský, 2003)

**Výhody:**

- dlouhá životnost (> 100 let),
- vysoká pevnost v rázu a výborná mezní únosnost ve vrcholovém zatížení,
- možnost provedení vnitřní výstelky trub podle druhu odpadních vod a sklonu stoky,
- teplotní odolnost,
- možnost dodávky trub kruhového nebo vejčitého průřezu,
- vyhovující způsob dodatečného napojení,
- integrovaný spoj,

- možnost zvýšení chemické odolnosti proti síranové agresivitě okolního prostředí při použití síranovzdorných cementů,
- ekologická recyklovatelnost materiálu.

#### **Nevýhody:**

- vysoká hmotnost trub,
- pokládka za použití mechanismů,
- nevhodnost pokládky trub ve štolách,
- nebezpečí porušení trub obrusem a korozí, pokud není použit síranovzdorný cement a vnitřní výstelka,
- omezené maximální rychlosti průtoku, není-li provedena vnitřní výstelka. (Šejnoha & [eds.], 2003)

### **3.1.4. Azbestocementové trouby**

Pro stokové sítě se používají jen výjimečně. Vzhledem k nasákavosti a malé obrusovzdornosti mají krátkou životnost. Při sanaci se doporučuje nahradit je jiným materiálem. Vyráběly se ze směsi azbestových vláken, cementu a vody. Z důvodu prokázaného negativního vlivu azbestových vláken na lidský organismus se potrubí z běžného azbestocementu již nepoužívá. Při výměně nebo opravách tohoto potrubí se mohou do ovzduší uvolňovat azbestová vlákna. (Žabička, 2008)

## **3.2. Polotuhé trubní systémy gravitačních sítí**

### **3.2.1. Tvárná litina**

Potrubí z tvárné litiny se používá u gravitačních stok v místech namáhaných na ohyb nebo u potrubí s extrémním mechanickým namáháním (vždy pouze s podmínkou vnější a vnitřní ochrany potrubí). Uložení potrubí je vždy v celé délce do pískového lože. (VaK Havlíčkův Brod, 2008)



Vzhledem k vysokým cenám, se používají jen ojediněle, a to tam, kde jde o tlakovou kanalizaci, nebo u gravitační kanalizace při značné průtočné rychlosti v kanalizační stoce. Vyrábějí se tlakové trouby z tvárné litiny v profilech DN 150, 200, 250, 300, 350, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800 v délkách do 8,17 m. Kromě hrdlových trub na běžné ukládání se vyrábí i razicí trouby.

**Obr. č. 4** - Litinové trouby – zdroj (SFB s.r.o., 2011)

Vnitřky trub se obvykle opatřují cementovou nebo epoxidovou výstelkou (např. hlinitanový cement), vnějšek trub se opatřuje zinkovým povlakem a epoxidovým nátěrem nebo polyuretanovým povlakem. Trouby se spojují a těsní spoji LKD (starý typ), SKD, ucpávkovými spoji a speciálními spoji patentovaných značek. Základem je pryžový těsnící prstenec. (Raclavský, 2003)



### Výhody:

- formovatelnost,
- odolnost proti otěru,
- schopnost tlumit chvění,
- pevnost v tahu,
- odolnost proti nárazům,
- vysoká mez průtažnosti.

### Nevýhody:

- nízká odolnost proti korozi,
- křehkost,
- vysoká hmotnost. (Hladiš, 2010)

### 3.2.2. Ocelové trouby

Jejich použití je všestranné, ale vzhledem k malé odolnosti vůči korozi by mělo být jen výjimečné, nebo při požadavku větší trvanlivosti by měly být opatřeny vnitřním ochranným nátěrem (např. živičným). Ocelové trouby se používají jako provizorní stoky, tlaková potrubí (např. ve shybkách), obtoky, jako vnitřní výstelka (vnitřní bednění) betonových monolitických stok nebo jako chránička pro vložené stokové potrubí z jiných materiálů. (Raclavský, 2003)



Kanalizační potrubí podléhají stárnutí. Především starší ocelové potrubí kanalizačních systémů minulého století trpí zanášením vodním kamenem, organickými usazeninami, oxidací a působením atmosférických vlivů i hydro-dynamických sil. Není proto moudré ponechat kanalizaci svému osudu a čekat až na první havárii. Včasná rekonstrukce a renovace kanalizace by měla být v zájmu majitele každého objektu. (Instalatéři EKOMPLEX, 2011)

**Obr. č. 5** - Ocelové trouby – zdroj (Instalatéři EKOMPLEX, 2011)

### Výhody:

- Všeestranné použití.

### Nevýhody:

- Malá odolnost vůči korozi.

### 3.2.3. Polymerbetonové trouby

Vysoké požadavky na pevnost, pružnost, chemickou odolnost a vodotěsnost splňuje polymerbeton. Je to beton s křivkou zrnitosti odpovídající DIN 1045 (označení německých národních technických norem) o největším zrně až 16 mm, křemičitý písek a elektrárenský popílek jako filtr, s minimální pórovitostí podle DIN 1045. Pojícím materiálem je nenasyčená polyesterová pryskyřice podle DIN 16946.

Z polymerbetonu se vyrábějí kanalizační trouby DN 150-2500 do otevřených výkopů, pro protlačování (mikrotunelování a minitunelování) a relining, vejčité profily DN 300/450 – 1400/2100, šachtové dílce a tubingy. (Raclavský, 2003)

**Výhody:**

- vynikající fyzikálně-chemické vlastnosti,
- nízká drsnost,
- téměř nulová nasákavost,
- odolnost proti korozi.

**Nevýhody:**

- vyšší součinitel teplotní roztažnosti a u některých pryskyřic větší polymerační smrštění (a tedy větší vnitřní napětí),
- vyšší cena polymerových pojiv,
- hmotnost. (Hladiš, 2010)

### 3.2.4. Sklolaminátové trouby

Používají se při požadavku na vysokou odolnost proti agresivnímu prostředí. Jsou odolné proti agresivním účinkům odpadních vod i podzemních vod a proti obrušování. Mají dostatečnou hladkost a dlouhou životnost. Vyrábějí se v profilech DN 200, 250, 300, 350, 400, 500, 600, 700, 800, 1000, 1100, 1200, 1400, 1500, 1600, 1800, 2000, 2200, 2400 v délce do 6 m. Trouby se spojují speciálními násuvnými spojkami, pomocí pryžové manžety z materiálu EPDM. Tyto trouby lze použít i pro protlak, pro relining a vložkování. (Raclavský, 2003)



**Obr. č. 6** - Sklolaminátové potrubí – zdroj (All-Biz, 2011)

**Výhody:**

- možnost výroby trub s různou silou stěny při standardním vnějším průměru, což znamená možnost výroby trub v různých tuhostních třídách a jejich spolehlivé spojování na stavbách,
- velmi dobrá chemická odolnost,
- velmi dobrá odolnost proti obrušování,
- nízká hodnota hydraulické drsnosti,
- možnost skládkování zbytků trub,
- volitelnost kvalitativní třídy dle požadavků na tepelnou a chemickou odolnost,
- nižší hmotnost trub.

**Nevýhody:**

- ekologická závadnost odpadu,
- komplikované dodatečné připojení u trub větších dimenzí,
- nižší odolnost trub proti poškození úderem, bodovému zatížení a smykovému namáhání,
- nutnost objednání odbočných tvarovek podle zadání projektu při výstavbě nových stok a zejména při dodatečném napojování. (Šejnoha & [eds.], 2003)



### 3.3. Pružné trubní systémy gravitačních sítí

#### 3.3.1. Plastové trouby

Mají vynikající odolnost proti agresivním účinkům odpadních vod i podzemních vod, nízkou hmotnost, dostatečnou hladkost. Jejich pevnost (ve vrcholovém tlaku) a životnost je však různá, v závislosti, kromě jiných faktorů, na tloušťce stěn. Nejčastěji se používá polyvinylchlorid (PVC-U), často modifikovaný pro zvýšení pevnosti; používá se rovněž chlorovaný polyvinylchlorid (PVC-C).



Trouby mohou být hladké plnostěnné nebo korugované. Korugované trouby se skládají z vnější profilované stěny a z vnitřní hladké plochy, přičemž vnější žebra jsou široká a dutá. Tyto trouby vykazují vysokou kruhovou tuhost.



Obr. č. 7 a obr. č. 8 - Plastové potrubí – zdroj (Plastmont Bureš, s.r.o., 2011)

#### Výhody:

- velmi dobrá odolnost proti obrusu,
- nízká hydraulická drsnost,
- jednoduchá pokládka (vyžaduje dodržování technologického postupu),
- cenová dostupnost,
- nízká hmotnost,
- výborná chemická odolnost.

#### Nevýhody:

- malá rázová pevnost,
- nevhodnost provádění oprav a dodatečného napojování v zimním období,
- negativní vliv UV záření,
- omezená únosnost (kromě dvojitých trub),
- ekologická závadnost při likvidaci materiálu,
- nemožnost použití při teplotě vody  $T > 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,
- vyloučení pokládky při nízkých teplotách,
- velký vliv lidského faktoru při manipulaci a pokládce. (Šejnoha & [eds.], 2003)

#### 3.3.2. Ostatní plastové potrubí

Dále se používá:

- polyethylen (PE-HD) - rozvětvený (rPE), lineární (IPE) nebo síťovaný (vPE),
- polypropylen (PP),
- polyamidy (PA),
- polyvinylidenchlorid (PVDC),
- polybuten (PB),
- reaktoplasty na bázi:
  - nenasycené polyesterové pryskyřice (UP),
  - epoxidové pryskyřice – epoxidy (EP).

Tyto materiály se používají i na vnitřní výstelku, rukávce a jiné sanační metody. Plastové trouby se spojují buď svařováním, nebo v hrdlech integrovanými spoji založenými na pryžovém nebo polyuretanovém těsnícím kroužku. Existují i speciální spojky. Vyrábějí se v profilech DN 150, 200, 250, 300, 400, 500, 600, méně často i ve větších profilech až do DN 1200 v délkách do 5 m. (Raclavský, 2003)



Obr. č. 9 - Trouby kovové plastové – zdroj (All-Biz, 2011)

#### Výhody:

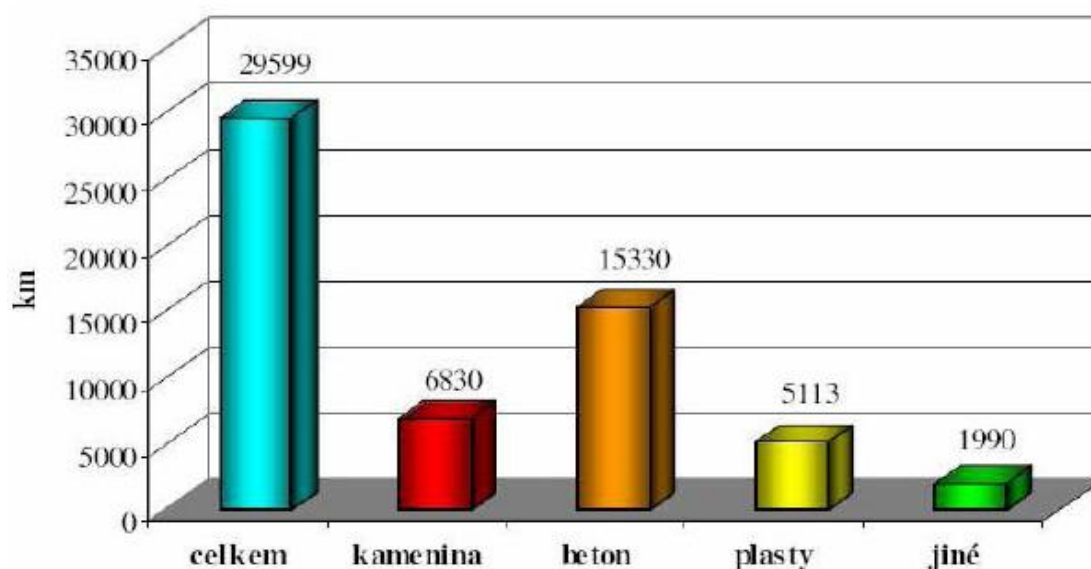
- absolutní těsnost svařovaných spojů,
- velmi dobrá houževnatost,
- velmi dobrá chemická odolnost,
- velmi dobrá rázová odolnost,
- velmi dobrá odolnost proti obrusu,
- bezproblémová recyklovatelnost,
- nízká hodnota hydraulické drsnosti,
- nízká hmotnost.



Obr. č. 10 - Trouby plastové – zdroj (Glasspol spol. s r. o., 2010)

#### Nevýhody:

- omezená teplotní odolnost,
- nízká odolnost proti silným oxidantům,
- komplikovanější dodatečné připojování u korugovaných trub,
- vyšší teplotní roztažnost,
- vliv lidského faktoru při pokládce. (Šejnoha & [eds.], 2003)



Obr. č. 11 - Celková délka kanalizačních stok v ČR dle materiálu – zdroj (Raclavský, 2009)

### 3.4. Příčiny poruch trubních stokových sítí

Sanace stokových systémů představují v současnosti jeden z nejvýznamnějších a nejsložitějších problémů, s nímž se projektanti, provozovatelé a především stavební organizace setkávají. Stokové sítě často vyhovují kapacitně, ne však z hlediska stavebně-konstrukčního. Tento druhý případ pravděpodobně převažuje. (RACLAVSKÝ & MIČÍN, 2001)

Současná problematika sítí technického vybavení spočívá v těchto faktorech:

- stárnutí objektů rozvodů a tím i zvyšování počtu jejich poruch,
- změny v množství přepravovaných médií,
- nedostatek financí pro sanaci a výstavbu,
- platná legislativa umožňující oddělení provozovatele od vlastníka sítí.

Příčiny poruch na podzemních vedeních je možné rozdělit do několika skupin:

- přirozené stárnutí materiálu,
- změna vlastností transportovaných médií,
- účinky tlakového působení média,
- použití nekvalitního stavebního materiálu,
- špatná kvalita práce,
- vnější vlivy. (Raclavský, 2008)

Udržování stokových soustav se provádí v souladu s nejlepšími technickými znalostmi, nepřináší-li to nadměrné náklady, zejména pokud jde o objem a charakter městských odpadních vod, předcházení průsakům, omezování znečištění recipientů v důsledku silných dešťů. (European Council, 1991)

#### 3.4.1. Přirozené stárnutí materiálu

Mnoho stokových sítí, hlavně v historických jádrech měst, je již na hranici předpokládané životnosti, přestože kapacitně stále vyhovují. V důsledku toho jsou všeobecně narušené, a to se projevuje:

- celkovým narušením ostění,
- vyluhováním pojiva z betonového a železobetonových ostění stok,
- kořeny vegetace prorůstajícími do stok,
- chemickým narušením líce ostění v důsledku postupně narůstající agresivity splaškových vod,
- obrušováním líce ostění, především v úsecích s větším podélným sklonem, kde je větší rychlost proudění a z toho vyplývající zvýšená obrusnost unášenými splaveninami. (Horák, 2008)

#### 3.4.2. Narušení stability stoky

Projevuje se:

- prasklinami a trhlinami, vyskytujícími se jednotlivě nebo jako celý systém v různých směrech a velikostech,
- zlomy trub v příčném směru k ose trouby,
- deformacemi trub (stlačením profilu ve svislém směru), spolu s podélnými trhlinami, vypadnutím střepeň trouby, případně vnikem okolní zeminy,
- zborcením trub.

#### **Příčiny narušení stability stok:**

- nedostatečná pevnost trub ve vrcholovém tlaku a u pružných trub nízká kruhová tuhost trub,
- dodatečné přetížení terénu, zvýšení zatížení povrchu vlivem změny způsobu užívání nebo zvýšení zatížení stoky vlivem okolních staveb,
- nerovnoměrné sedání podloží stoky a podkladní konstrukce,
- vyplavování podloží a podsypu trub např. při poruchách vodovodů, v důsledku dlouhodobě neregistrovaných skrytých úniků vod vlivem netěsnosti stok nebo prouděním podzemní vody,
- dlouhodobé působení průtoku odpadních vod abrazí nebo korozi na stoku,
- vadně provedená prohlídka trub. (Šejnoha & [eds.], 2003)

#### **3.4.3. Polohové odchylky stok vertikální a horizontální**

##### **Příčiny těchto poruch (zpravidla již v době výstavby):**

- chybně provedené podkladní konstrukce,
- nevhodný návrh podkladní konstrukce stoky,
- nerovnoměrná únosnost základové spáry výkopu,
- nerovnoměrné hutnění lože a obsypu trub,
- nesouosost trub,
- nerovnoměrné sedání podloží,
- výstavba stok na nestabilním podloží,
- vyplavování podloží.

##### **Důsledky těchto poruch a vad:**

- usazování materiálu ve stoce v místech jejich protisklonu,
- porušení přípojky v místě jejího napojení na stoku a netěsnost v místě poruchy,
- poruchy stoky ve spojích,
- poruchy trub v místech jejich namáhání smykem. (Šejnoha & [eds.], 2003)

#### **3.4.4. Poruchy spojů trub**

##### **Příčiny poruch spojů:**

- neodborně provedený spoj,
- poklesy jednotlivých trub v podélním směru stoky,
- velká ovalita pružných trub a nesouosost trub tuhých.



**Obr. č. 12 a obr. č. 13** - Příklady ovality kanalizačních trub – zdroj (Dolejš & Bernát, 2011)

V důsledku poruch spojů trub netěsností vnikají do stok balastní vody nebo odpadní vody vnikají do podloží. V blízkosti stromů může docházet k prorůstání kořenů do stoky právě netěsnými hrdly, kdy kořeny ve stoce tvoří překážku průtoku odpadních vod a může dojít až k ucpání stoky. (Šejnoha & [eds.], 2003)

### 3.4.5. Vnitřní koroze stoky

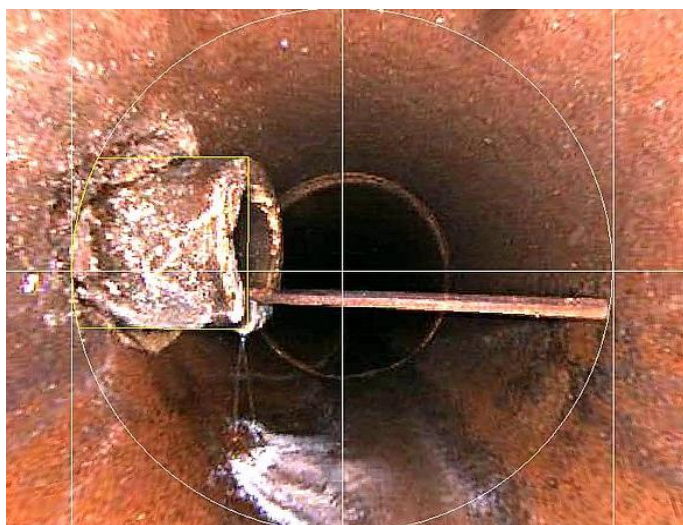
**Příčiny** plošného porušení vnitřního povrchu stoky vlivem dlouhodobého působení agresivity odpadních vod na stoky:

- použití nevhodného, málo odolného trubního materiálu pro konkrétní druh odpadních vod,
- nedostatečné větrání betonových stok,
- nekázeň producentů odpadních vod, zejména průmyslových podniků, vypouštějících do stokové sítě odpadní vody nevyhovující limitům stanoveným v kanalizačním řádu,
- biochemický rozklad organických látek obsažených v odpadní vodě, vznikající především při dlouhém zdržení ve stokové síti (již v projektech stavby bývá tento jev podceněn při návrhu dlouhých úseků s minimálním sklonem, bez možnosti odvětrání stoky).

Dlouhodobě působící koroze může způsobit i ztrátu stability stoky. (Šejnoha & [eds.], 2003)

### 3.4.6. Chybné napojení přípojek

Dobře jsou zpravidla provedeny kanalizační přípojky napojené na stoku současně s její výstavbou a přípojky napojené na stávající stoku v místech vysazených revizních odboček. V případě vývrtu kruhového otvoru diamantovou frézou do betonového nebo kameninového potrubí, osazení připojovací objímkové tvarovky na potrubí z tvárné litiny, nebo dodatečné vysazení odbočné tvarovky potrubí z plastu případně skelného laminátu nelze přípojku připojit zásadně chybným způsobem. Zcela nevhodné je ale provedení výseku do stávajícího kameninového nebo betonového potrubí a nasunutí potrubí přípojky do vybouraného otvoru.



**Obr. č. 14** - Přesazení potrubí přípojky do průtočného profilu stoky – zdroj (Dolejš & Bernát, 2011)

**Důsledkem** takového neodborného napojení přípojky je:

- narušení trubní stoky prasklinami,
- přesazení potrubí přípojky do průtočného profilu stoky,
- zmenšení průtočného profilu stoky a vznik místa náchylného k ucpávání,
- vznik netěsnosti na stoce s možností vniku balastních vod do systému nebo kontaminace podzemních vod, (*Šejnoha & [eds.], 2003*)

### 3.4.7. Porušení stoky obrusem

**Příčiny** porušení stoky obrusem jsou:

- nevhodná volba materiálu stoky,
- velký sklon stoky způsobující velké rychlosti průtoku odpadní vody ve stoce,
- nekázeň producentů odpadních vod, splavování písku, šterku a zbytků stavebních materiálů do stok,
- zanedbané čištění uličních dešťových vpustí.

**Důsledkem** obrusu stoky je:

- negativní vliv na hydrauliku průtoku,
- postupné snižování statické únosnosti stoky,
- perforace dna stoky a vznik její netěsnosti. (*Šejnoha & [eds.], 2003*)

### 3.4.8. Zanášení stok

Je zpravidla způsobeno v důsledku chybného hydraulického návrhu stoky, spočívajícího v návrhu příliš malého sklonu stoky. Nedostatečná unášecí síla průtoku vyvolává sedimentaci materiálu ve stoce, jehož odstraňování musí provozovatel zajišťovat pravidelným čištěním. Usazený sediment přitom snižuje hydraulickou kapacitu stoky, může být příčinou ucpání přípojky v místě jejího napojení na stoku a opakované čištění stoky zvyšuje provozní náklady. Další běžnou příčinou zanášení stok představuje vniknutí hrubého materiálu do stoky, např. při stavební činnosti, především při úpravách komunikací. Po demontáži poklopu a přechodové skruže vniká do stoky materiál podkladních vrstev vozovky, neodplavitelný protékající odpadní ani dešťovou vodou. Zanášení stok často způsobuje také nekázeň producentů odpadních vod, zejména průmyslových podniků, vypouštějících do stokové sítě odpadní vody nepřipustného složení (např. zbytky lepidel, tuky, atd.), nabalující na sebe další nečistoty a postupně ve stokách s malými průtoky mineralizující. (*Šejnoha & [eds.], 2003*)

### 3.4.9. Destrukce stoky

Typické **příčiny** destrukce stok (v důsledku překročení jejich únosnosti) jsou:

- zvýšené abrazivní působení průtoku odpadních vod na povrch dnové části stok,
- postupné narušování konstrukce dna stoky počínaje vymíláním podélných spar zdiva a konče úplným rozrušením konstrukce dna stoky, průniky odpadních vod do podloží s jeho vyplavováním,
- poklesy dna stoky, způsobující pokles opěr klenby a porušení klenby,
- nedokonale vyplněné nadvýlomy mezi konstrukcí stoky a okolní horninou a vyhnití dřevěných prvků dočasné výstroje ponechaných ve štole,
- občasný výskyt tlakového režimu proudění ve stoce.



Zborcení stoky je doprovázeno vzdutím odpadních vod do výše položených úseků stok a do domovních přípojek. (Šejnoha & [eds.], 2003)

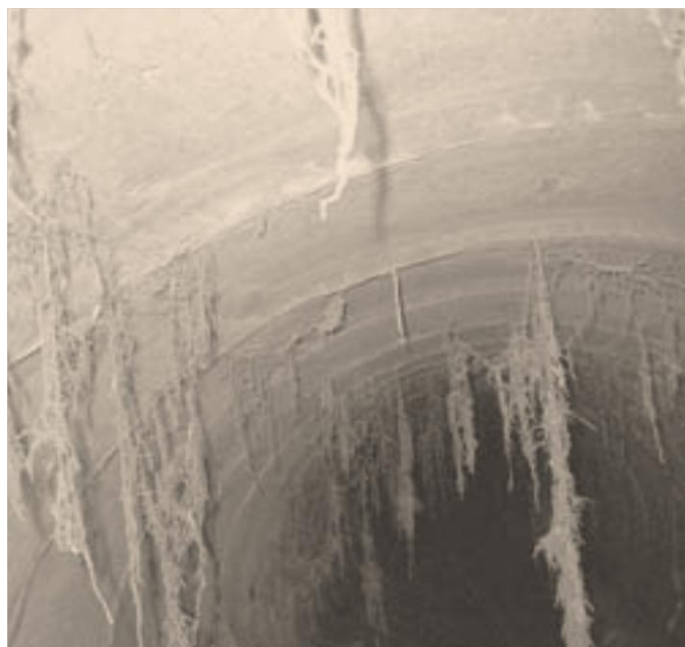
### 3.4.10. Narušení stok cizími sítěmi

V důsledku neřešeného křížení sítí se stokou může dojít k průrazu stok a průchodu cizích inženýrských sítí stokou. Takovým případům by měl zabránit dobře prováděný technický dozor provozovatele stokové sítě při stavebních pracích v blízkosti stokové sítě. Překážka ve stoce totiž výrazně zhoršuje její průtočnost a je rizikovým faktorem pro obsluhu stokové sítě. (Šejnoha & [eds.], 2003)

### 3.4.11. Netěsnost stok

Důsledkem netěsnosti stokového systému je přítok podzemních balastních vod do systému, nebo naopak výtok odpadních vod do podloží. Obě varianty jsou nežádoucí, proto je těsnost stok nejdůležitějším požadavkem. Balastní vody stokový systém a ČOV hydraulicky přetěžují, odpadní vody prosakující do podloží zase ohrožují kvalitu podzemních vod a současně vymíláním podkladních vrstev stoky ohrožují samotnou stoku.

Aby se předešlo netěsnostem stok, mají se provádět před záhozem stok zkoušky těsnosti dle ČSN 75 6909 – zkoušky vodotěsnosti stok, a dle ČSN EN 1610 – provádění stok a jejich zkoušení. Při sanaci stok je tato zkouška obtížně proveditelná, případně i neproveditelná. Netěsnost stok však může vznikat z různých důvodů i během provozování. (Šejnoha & [eds.], 2003)



Obr. č. 15 - Prorůstání kořenů – zdroj (Horák & [eds.], 2007)

## 4. Zpřehlednění bezvýkopových technologií

### 4.1. Průzkum a vyhodnocení dat

Za účelem posouzení naléhavosti, rozsahu oprav, obnovy a následně ke kontrole provedených oprav se provádí kontrola stavu stokových sítí. Před zahájením kontroly se předem stanoví, jak se má detailně provádět zjištění a posouzení stavu dle jednotlivých hledisek (stavebních, hydraulických).

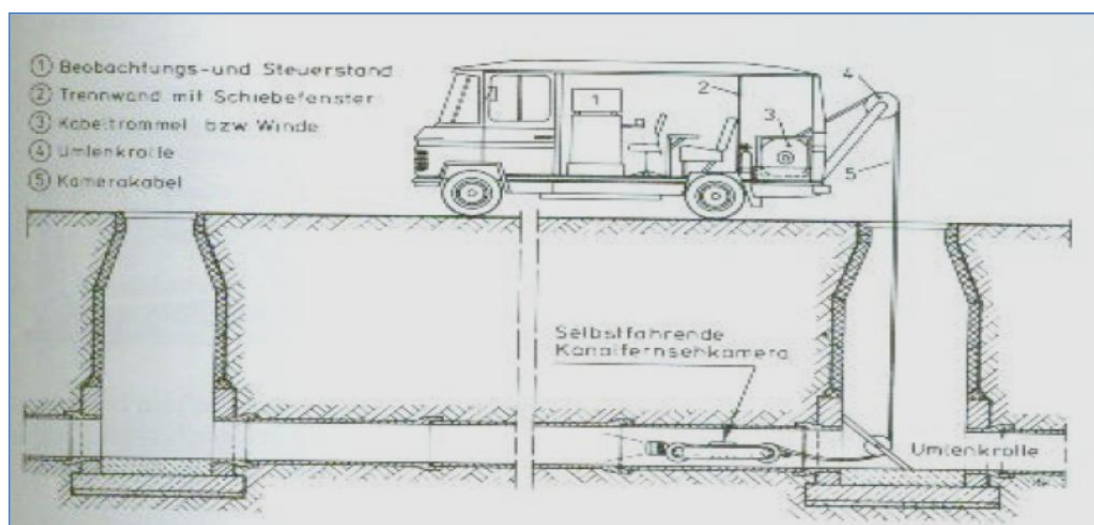
U průlezných profilů je kontrola snadná. Spočívá v tom, že pracovník projde úseky s kamerou a vše pečlivě zaznamená. U neprůlezných profilů, kterými se zabývá tato práce, se používají tyto **metody**:

- vizuální prohlídka (TV kamerou, zrcadlem, tzv. kamerovým průzkumem),
- měření deformací profilu potrubí,
- zjišťování stavu stěny trouby a dutin za ostěním pomocí georadarů,
- další zkoušky.

Nejrozšířenějším způsobem průzkumu neprůlezných stokových sítí je vizuální prohlídka pomocí inspekčního systému. Tento systém se skládá z kamerového vozíku a inspekčního přenosného zařízení, nebo inspekčního zařízení pevně zabudovaného v inspekčním voze. V případě potřeby je v inspekčním voze možné okamžitě vytisknout zvětšený snímek. Na základě těchto kamerových průzkumů se vyhodnotí stávající stav stokové sítě.



**Obr. č. 16** - Kamerový vozík se záznamovým zařízením ECO-Star-Elka 250 – zdroj (Raclavský, 2009)



**Obr. č. 17** - Princip kamerové prohlídky – zdroj (Stein, 1992)



Ze zákona č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změnách některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění zákona č. 76/2006 Sb., vyplývá, že do konce roku 2008 musely být zpracovány desetileté plány rozvoje. Lze tedy konstatovat, že průzkum a následné vyhodnocení stokových sítí spolu bezpodmínečně souvisejí. Proto se musí neustále vyvíjet nové monitorovací systémy, dovolující lépe a rychleji monitorovat stokové sítě. Z toho následně plyne i lepší informovanost o chování stokového systému a vytvoření základního sanačního plánu. Pomocí něho je možné navrhnout nejvhodnější sanační metodu a minimalizovat náklady na rekonstrukci stokových sítí. Stokové sítě přestávají správně plnit svou funkci, a to především v důsledku svého stáří. Od roku 2010 je nutno postupně sanovat okolo 30 % stokových sítí. (Raclavský, 2009)

## 4.2. Bezvýkopové technologie - metody bez obsluhy - neřízené

Trouby jsou ze startovací šachty (jámy) protlačovány pomocí nárazové, vibrační nebo staticky působící síly do cílové šachty (jámy). Zemina je buď roztlačována, nebo z přídě odebírána. Přesnost směru je u neřízených metod ovlivňována vlastnostmi podloží a délkou protlaku. Tyto metody se proto využívají jen pro ukládání potrubí, jež nevyžadují směrovou přesnost. Vykopávky ražené strojně mají řadu výhod. Zrychlují provádění prací, snižují pracnost, zvyšují stabilitu výrubu, vylučují účinky otřesů na okolní objekty a snižují nadvýrobu. Naopak nevýhodou je vysoká pořizovací cena strojů, hospodárnost nasazení pouze v dlouhých úsecích, obtíže při průchodu poruchovými pásmy, obtíže při transportu, montáži a demontáži strojů. (Šrytr & [eds.], 1998)

### 4.2.1. Metoda bez odběru zeminy - s propichovacím kladivem (krtkem)

Tato metoda používá zařízení složené z nárazového kladiva (krtka) s vodící troubou. Obvykle jde o válec s kónickou nebo stupňovou špicí, procházející zeminou.



**Obr. č. 18** - Neřízená zemní raketa / pneumatické kladivo Grundomat – zdroj (TLAK SMOLÍK s.r.o., 2008)

Používá se na celém světě už přes 30 let. Při podzemním pokládání vodovodních a kanalizačních přípojek se hlavně používají zemní rakety, které jsou poháněny stlačeným vzduchem a pracují samočinně s vytlačováním půdy do okolí, přitom dokáží prorazit kamenitou půdu a dokonce i zdivo. Nové potrubí se zatahuje současně s propichovacím kladivem nebo dodatečně se zasouvá. Zemní raketa je zaměřovací optikou nasměrovaná na cíl a při délce průpichu od 10 m do 15 m, dosahuje jako neřízená přesně do nasměrovaného cílového bodu. Požadované nadloží je deseti násobek průměru stroje. (Hydroprojekt, a.s., 2001)

#### 4.2.2. Metoda bez odběru zeminy – beranění s uzavřeným hrotem

Metoda vodorovného beranění (ramování) s uzavřeným čelem vodící protlačovací trouby představuje metodu zatlačování ocelové trubní výpažnice (chráničky) pomocí energie beranidla. Uzavřeným čelem vodící trouby se zemina roztlačuje.



Obr. č. 19 - Beranění ocelového potrubí Grundoram – zdroj (TLAK SMOLÍK s.r.o., 2008)

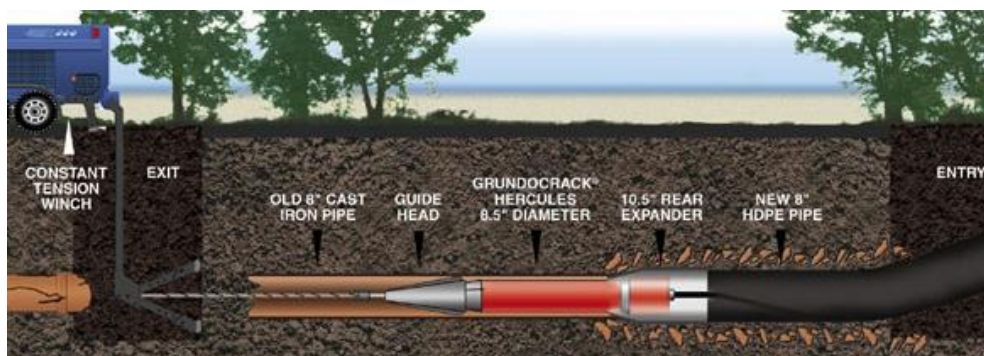
Beranění stlačeným vzduchem rází dynamickými účinky s průraznou silou až 40 000 kN ocelové potrubí do průměru 4 000 mm a délky do 80 m do téměř všech tříd zemín bez náročného pažení pod silnicí, hrází, železnicí atd. Po dosažení cíle je zemina dle průměru potrubí pneumaticky, hydraulicky či mechanicky odstraněna a požadované potrubí je přesně uloženo, mezikruží vyplněno. Tato metoda se také používá při stavbě tunelu vytvářením tzv. vějíře z trub. (Hydroprojekt, a.s., 2001)

#### 4.2.3. Metoda bez odběru zeminy – se zatlačovanou vodící troubou

Metoda s vodorovnou zatlačovanou vodící troubou a s roztlačovací hlavou představuje metodu, při které je zemina roztlačována zatlačováním tuhé vodící (pilotní) trouby a sutyčí. Potrubí je následně ukládáno zatahováním nebo zatlačováním za roztlačovací hlavou. (Hydroprojekt, a.s., 2001) Při práci je třeba dodržovat (v závislosti na průměru průpichu) určitou minimální výšku nadloží, jinak by mohlo dojít k jeho zdvihání, resp. potrhání. (Klepsatel & Raclavský, 2007)

#### 4.2.4. Metoda bez odběru zeminy – rozrušovací metoda (Pipe bursting)

Stávající potrubí je zevnitř rozrušováno a roztlačováno spolu s okolní zeminou pomocí roztlačovací trhačí hlavy (např. pneumatické nebo hydraulické kladivo, hydraulicky poháněné roztlačovací zařízení nebo pevný kužel). Spolu s trhačí hlavou je stávajícím potrubím protahováno nové potrubí stejného nebo většího průměru. (Hydroprojekt, a.s., 2001)



Obr. č. 20 - Rozrušovací metoda (Pipe bursting) – zdroj (Schill, 2011)

#### **4.2.5. Metoda bez odběru zeminy – vytahování potrubí (Pipe extraction)**

Stávající potrubí se vytahováním nebo zatlačováním odstraňuje a současně nahrazuje novým potrubím. Pokud je průměr nového potrubí podstatně větší než potrubí starého, používá se rozšiřovací hlava. *(Hydroprojekt, a.s., 2001)*

#### **4.2.6. Metoda s odběrem zeminy – s beraněním nebo protlakem**

Vodorovné beranění nebo protlak s otevřeným čelem je metoda, při které je otevřené ocelové potrubí chráničky zatlačováno beraněním nebo zatlačováním pomocí beranidla, případně tlačného agregátu. Uvolněná zemina je odstraňována šnekovým dopravníkem nebo výplachem, a to pneumaticky nebo hydraulicky vysokotlakou vodou. *(Hydroprojekt, a.s., 2001)*

#### **4.2.7. Metoda s odběrem zeminy – vrtání se zatlačováním potrubí**

Při metodě vodorovného vrtání se současným zatlačováním potrubí se zemina uvolňuje rotující vrtanou hlavou a plynule odstraňuje šnekovým dopravníkem. Současně, přitom nezávisle na šnekovém dopravníku, je protlačováno potrubí. Některá zařízení mohou mít omezenou možnost řízení. *(Hydroprojekt, a.s., 2001)*

#### **4.2.8. Metoda s odběrem zeminy – příklepové vrtání**

Při této metodě proniká vrtaná hlava s nárazovým kladivem do zeminy spolu s chráničkou nebo bez ní. Takto uvolněná zemina se odstraňuje mechanicky, hydraulicky nebo pneumaticky. *(Hydroprojekt, a.s., 2001)*

#### **4.2.9. Metoda s odběrem zeminy – propichování s rozšířenou hlavou**

Zeminou se protlačuje tuhé vodící propichovací soutyčí. Nové potrubí je následně zatahováno za rotující rozšiřovací hlavu. *(Hydroprojekt, a.s., 2001)*

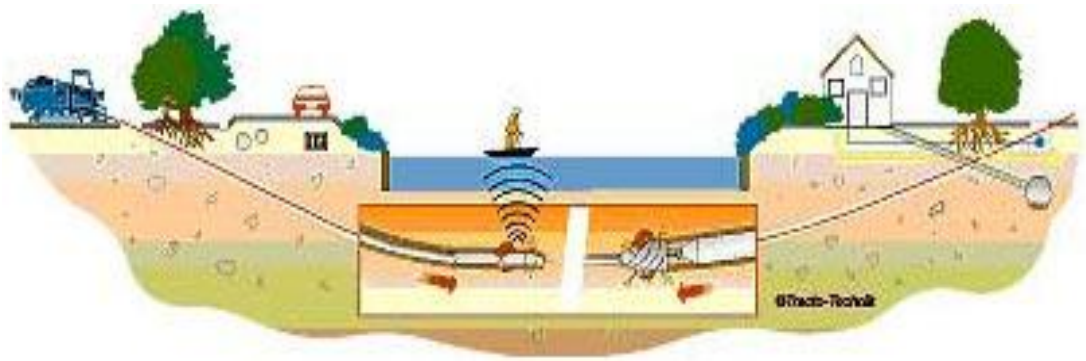
### **4.3. Bezvýkopové technologie – metody bez obsluhy – řízené**

#### **4.3.1. Mikrotunelování – se šnekovým dopravníkem**

Všeobecně mikrotunelování představuje řízenou, jednostupňovou metodu k protlačování trub s vnitřním průměrem zpravidla do jednoho metru. Jedná se o metodu dálkově řízenou z řídicího stanoviště vně tunelu, kdy se potrubí ukládá bezprostředně za mikrotunelovacím strojem. Zařízení provádí řízenou mikrotuneláž kanalizačních stok, při které využívá řízení podle laserového paprsku. Sestává z vrtací stolice, šnekového dopravníku, vrtací hlavy a kontejneru, ve kterém je řídicí centrum se zdrojem hydraulického tlaku. Pro manipulaci je instalován jeřáb. Maximální síla přítlaku při vrtání činí 60 t. Stroj, se přemisťuje na vlastním podvozku taženém nákladním automobilem. Mikrotunelování se šnekovým dopravníkem je metodou, při které se vytěžená zemina odstraňuje šnekovým dopravníkem. *(Hydroprojekt, a.s., 2001)*

#### **4.3.2. Mikrotunelování – s hydraulickou dopravou zeminy**

Tato metoda představuje mikrotunelování, při němž se vytěžená zemina dopravuje hydraulickým systémem. *(Hydroprojekt, a.s., 2001)*



**Obr. č. 21** - Horizontální vrtání s výplachem - řízený vrtný systém Grundodrill - zdroj (TLAK SMOLÍK s.r.o., 2008)

#### **4.3.3. Mikrotunelování – s podtlakovou dopravou zeminy**

Vytěžená zemina se dopravuje pneumaticky pomocí podtlaku. (*Hydroprojekt, a.s., 2001*)

#### **4.3.4. Mikrotunelování – s jiným způsobem dopravy zeminy**

Při této metodě se vytěžená zemina dopravuje jinými metodami než v předchozích uvedených metodách. (*Hydroprojekt, a.s., 2001*)

#### **4.3.5. Mikrotunelování – s rozrušováním potrubí**

Tato metoda představuje řešení, při němž je stávající potrubí odtěženo společně s okolní zeminou, přičemž mikrotunelovací stroj má možnost drcení a řezání. Vytěžený materiál se následně odstraňuje šnekovým dopravníkem nebo vyplavováním. Stávající potrubí může být předem vyplněno vhodným materiálem, aby byla umožněna hydraulická doprava, nebo zlepšení řízení postupu. (*Hydroprojekt, a.s., 2001*)

#### **4.3.6. Protlak s vodící troubou**

Je vícestupňovou metodou, při které se v první etapě přesně protlačuje říditelná tuhá vodící (pilotní) trouba a v následujících etapách se tyto vodící vrty rozšiřují. Za nimi se protlačují trouby roztlačováním nebo odstraňováním zeminy. (*Hydroprojekt, a.s., 2001*)

#### **4.3.7. Směrové vrtání (Directional drilling)**

Jedná se o říditelný systém používající pro ukládání potrubí vrtného zařízení, přičemž vodící vrt vrtá za použití říditelné vrtné hlavy s pružným vrtným soutyčím. Vrt se následně rozšiřuje rozšiřovací hlavou, dokud se nedosáhne potřebného průměru pro potrubí produktovou, a poté se jednotlivé trouby, celé potrubí zatahuje, zatlačuje do potřebné polohy. (*Hydroprojekt, a.s., 2001*)

### **4.4. Bezvýkopové technologie – s obsluhou – trubní protlak**

Ze startovací šachty (jámy) se protlačují pod stálým působením tlaku trouby do cílové šachty (jámy). Zpředu se zemina odstraňuje manuálně, mechanicky



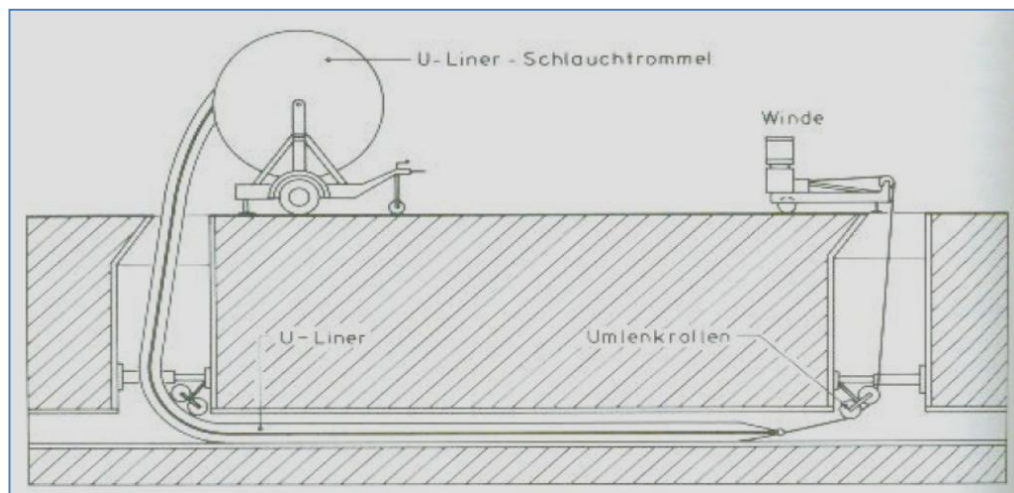
nebo hydraulicky. Tento systém je vždy říditelný a umožňuje vést protlak v přímém směru nebo v mírných obloucích. (Hydroprojekt, a.s., 2001)

#### 4.5. Bezvýkopové technologie – s obsluhou – ostatní metody

Potrubí lze ukládat i jinými metodami, např. vystrojením vyražené štoly nebo ukládáním prefabrikovaných trub ve štole ze vstupní šachty. (Hydroprojekt, a.s., 2001)

#### 4.6. Bezvýkopová technologie – Swagelining (z angl. zápusťka)

Trubní vedení je taženo zápusťkou, uzpůsobenou vnitřnímu průměru starého potrubí. Vedení je drženo v tahovém napětí, dokud není kompletní trubní větev protlačena. Ve chvíli, kdy tahové napětí na potrubí přestane působit, dojde k zpětné deformaci a mezikružní prostor se uzavře. Potrubí poté přiléhá těsně ke starému trubnímu vedení. (GEREX, 2007)



Obr. č. 22 - Technologie Swageling – zdroj (Stein, 1992)

#### Bezvýkopové technologie mají následující výhody:

- omezení narušení dopravních komunikací a snížení objemu zemních prací až o 80 %,
- zmenšení objemu transportované výkopové zeminy a ložného materiálu,
- menší potřeba prostoru pro stavbu (mimořádný význam v centrech měst),
- zřízení „bodových“ staveníšť s možností zastřešení stavební jámy a zamezení vlivům počasí (prospívá kvalitě produktu, tj. „položeného potrubí“),
- práce probíhá bez otřesů a potichu, při výměně se redukuje omezení dopravy a občanů na minimum,
- nedochází k poškození stromů vysazených podél silnice v trase potrubí. (Hobohm, 2008)

#### Bezvýkopové technologie mají následující nevýhody:

- vysoká pořizovací cena strojů,
- hospodárnost nasazení pouze v dlouhých úsecích,
- obtíže při průchodu poruchovými pásmy,
- obtíže při transportu, montáži a demontáži strojů. (Šrytr & [eds.], 1998)

## 5. Konkrétní případ sanace stokové sítě

Pro tuto diplomovou práci byl vybrán projekt, řešící sanaci stokové sítě ve městě Cheb, v lokalitě Švédský vrch. Jedná se o část skupinového projektu nazvaného „Chebsko-environmentální opatření“, který je spolufinancovaný Evropskou unií, konkrétně Fondem soudržnosti a Státním fondem životního prostředí České republiky (SFŽP ČR). Skupinový projekt tvoří tři projekty, které jsou realizovány na území aglomerací Cheb, Františkovy Lázně a Mariánské Lázně. Jsou zaměřeny na intenzifikaci centrální čistírny odpadních vod (ČOV) v Chebu, včetně zabezpečení rovnoměrného přečerpávání odpadních vod z kanalizace města Františkovy Lázně, odvedení odpadních vod z území městské části Cheb - Švédský vrch a intenzifikaci ČOV v Mariánských Lázních. Rozšířením a zkvalitněním systémů sloužících k odvádění a čištění odpadních vod ve zmíněných oblastech bude dosaženo snížení znečištění recipientů Ohře a Kosového potoka organickými látkami a nutrieny.



Obr. č. 23 a obr. č. 24 – Poloha Karlovarského kraje a města Chebu – zdroj (Vodohospodářský rozvoj a výstavba, a.s., 2007)

### 5.1. Představení projektu

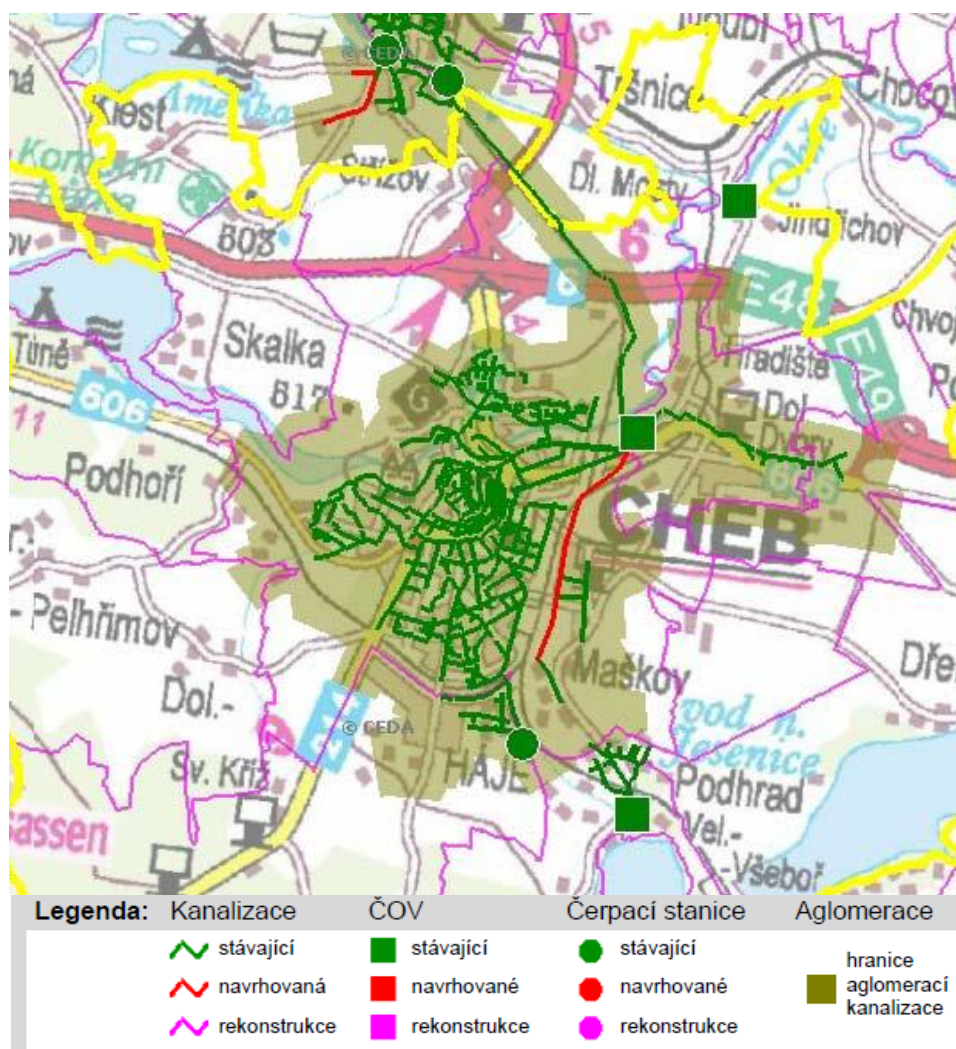
#### 5.1.1. Charakteristika řešeného území

Město Cheb leží v Chebské pánvi na řece Ohři. Je nejzápadnějším bývalým okresním městem České republiky. Ve městě se nachází velké množství historických památek, proto se Cheb stal městskou památkovou rezervací. Část řešeného území se nachází v ochranném pásmu stupně II.B přírodních léčivých zdrojů lázeňského místa Františkovy Lázně.

Vybudování kanalizační sítě města v historickém jádru je datováno k roku 1886. Nejstarší stoky jsou cca 100 let staré, téměř všechny mají vejčitý profil. Spodní části stok (cca 30 cm) jsou betonové (ochrana před vymílacími rychlostmi), zbytek je zděný. Kamenina byla pro výstavbu kanalizace použita teprve na přelomu 19. a 20. století. Hloubka uložení stok je průměrně 3,5 m. Vlivem stáří mají historické stoky narušené žlábkové stěny i stropy. (Hájková, 2007)

Ve městě Cheb je vybudovaný systém jednotné kanalizační sítě zakončené centrální ČOV. Zástavba na východním okraji města, nazývaná Švédský vrch, je odkanalizovaná kanalizační stokou pro veřejnou potřebu vyústěnou třemi volnými výtoky (nezakončenými ČOV) přímo do Matzelbašského (Maškovského) potoka. Dva výtoky odvádějí odpadní vody z bytové zástavby, předčištěné v biologických septicích patřících k jednotlivým nemovitostem. Na jedné z výstí je malá čistírna odpadních vod typu ŠN 9. Jedná se o typ mechanické čistírny, šterbinové nádrže, dnes již nevyhovující technickým požadavkům kladeným na ČOV. Třetí výtok odvádí odpadní vody z průmyslového areálu Švédský vrch, kde jsou jednotlivé provozy odkanalizovány přes vlastní ČOV - typ DČP-F2 a DČB 16.

Do doby sanace stokové sítě v lokalitě nazývané Švédský vrch nebudou na tuto stoku připojováni noví producenti vzhledem k technickému stavu této kanalizační sítě a skutečnosti, že kanalizační síť není opatřena čistícím zařízením.



**Obr. č. 25** - Kanalizační rozvody v obci - trasování sítě, lokalizace ČOV, ČS, výústě – zdroj (Vodohospodářský rozvoj a výstavba, a.s., 2007)

Jednotná stoková síť ve městě Cheb, dle Plánu rozvoje vodovodů a kanalizací v Karlovarském kraji (PRVKUK KK) ke dni 20. srpna 2004, dosahovala délky 54,9 km. Stoky byly vybudovány v 65,6 % z trub betonových, v 25,1 % z trub



kameninových, v 9 % byly stoky provedeny zděné a v 0,3 % byly vybudovány z litinových trub. Uloženy byly v hloubkách až 9,5 m. Odvodňovaná plocha města činila celkem 562,3 ha. Převážná část města leží na málo propustných horninách, které jsou zvodněné a obsahují puklinovou vodu, vyskytující se i v malých hloubkách pod terénem. Tato voda vlivem netěsností vniká do kanalizačního potrubí na různých místech v celkovém množství cca 20 l/s. (*Vodohospodářský rozvoj a výstavba, a.s., 2007*)

Městská ČOV v Chebu je mechanicko-biologická. Stará ČOV z roku 1972 byla v roce 1982 rekonstruována a z důvodu navýšení kapacity pro čištění odpadních vod města byla v letech 1993 – 1994 v bezprostřední blízkosti stávající ČOV postavena ČOV nová s tím, že byly využívány některé nádrže staré ČOV. V současné době probíhá intenzifikace této ČOV. (*Vodohospodářský rozvoj a výstavba, a.s., 2007*)

Město Cheb bylo zařazeno do seznamu dokumentu „Konkrétní seznam aglomerací České republiky určených do různých prozatímních kategorií přechodných období (podle směrnice Rady 91/271/EHS)“, na jehož základě měla být navržena opatření realizována do roku 2010. Získání strukturální pomoci z Evropského fondu a podpory ze státního rozpočtu ČR však nebylo ani v tomto případě jednoduché. Od přijetí žádosti ze dne 30. dubna 2008 do podepsání smlouvy o poskytnutí podpory trval proces projednávání téměř 3 roky.

Slavnostně byl skupinový projekt „Chebsko-environmentální opatření“ zahájen dne 6. října 2010. Oficiální zahájení vlastní realizace se datuje ke dni 1. října 2010.

### 5.1.2. Identifikační údaje stavby

Sanace stokové sítě ve městě Cheb, v lokalitě Švédský vrch je součástí skupinového projektu „Chebsko-environmentální opatření“.

Investorem a příjemcem dotace je:	CHEVAK Cheb, a.s., Tršnická 4/11, 350 11 Cheb
• Celkové uznatelné náklady činí:	<b>627 449 594 Kč</b>
• Dotace EU činí:	381 047 497 Kč
• Dotace SFŽP ČR činí:	22 414 558 Kč
• Příspěvek příjemce dotace činí:	223 987 539 Kč
Zhotovitelem stavby je:	Sdružení "Čistý Cheb"
• Vedoucím sdružení je:	SMP CZ, a.s.
• Účastníky sdružení jsou:	Metrostav, a.s., ALGON, a.s.
Správce stavby je:	Sdružení VRV-INVESTON
• Vedoucím sdružení je:	Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s.
• Účastníkem sdružení je:	INVESTON s.r.o.
Autorem zadávací dokumentace je:	HYDROPROJEKT CZ a.s.
Stavba byla zahájena:	1.10.2010
Předpokládané ukončení stavby:	1.4.2013 ( <i>CHEVAK Cheb, a.s., 2010</i> )



OPERAČNÍ PROGRAM  
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE  
Fond soudržnosti | Pro vodu,  
vzduch a přírodu



### 5.1.3. Stručný popis

V současné době nemá oblast Švédského vrchu systematickou stokovou síť. V této oblasti se nachází veřejná kanalizace zakončená třemi volnými výustmi. Dvě z nich nejsou v terénu patrné, neboť jsou umístěné pod přemostěním vodního toku (viz **Obr. č. 66**). Podle pěnící vody vytékající z propustku je však zřejmé, že do toku přitékají vody nedostatečně čištěné (viz **Obr. č. 64**). Předčištění odpadních vod v lokalitě Švédský vrch je zajištěno v biologických septicích. Dále se zde nachází několik kanalizací ve správě jiných subjektů z průmyslového areálu. Jak je patrné z **Obr. č. 65**, je i tato třetí volná výust v terénu jen těžko patrná. Jediným recipientem v celé oblasti (viz **Obr. č. 63**) je Maškovský (Matzelbašský) potok, který je v oblasti depa ČD zatrubněn.

Záměrem projektu, řešícího sanaci stokové sítě ve městě Cheb, v lokalitě Švédský vrch, je vytvořit podmínky pro odvádění odpadních vod z obytné i průmyslové části této lokality na městskou biologickou čistírnu odpadních vod. Územní plán (ÚP) v dané oblasti předpokládá jednotnou stokovou síť s odlehčením. Do koncových částí stok by dle ÚP měly být v budoucnu napojeny i splaškové vody z Horních Dvorů a z Podhradu, kde je navrhována kanalizace oddílná. (Palivec & [eds.], 2005)

### 5.1.4. Technické řešení

Schválená projektová dokumentace řeší částečně jednotnou kanalizaci s odlehčením pomocí třech odlehčovacích komor do Maškovského potoka. Hlavní trasa kanalizační stoky vede od depa ČD podél potoka, pokračuje v úzkém pásu mezi garážemi a zahrádkami (viz **Obr. č. 55**), které jsou stavbou dotčeny na svém okraji a překopem po polovinách, křížuje Vrázovu ulici. Kanalizace je následně vedena podél hráze rybníka a nivou Maškovského potoka až k drážnímu mostnímu objektu, kde křížuje těleso železniční trati Cheb – Chomutov. Pro křížování komunikace v Pražské ulici byl navržen protlak s ocelovou chráničkou DN 900, s následným vložením kameninového potrubí a vyplněním meziprostoru injektážní směsí (betonem). (Palivec & [eds.], 2005)

### 5.1.5. Rozsah stavby

Schválená projektová dokumentace zahrnuje stavbu celkem 2 192 m kanalizace, včetně odlehčovacích stok. Do nově zbudované stokové sítě budou napojeny tři volné výust. Kapacitně je stoka připravena též pro napojení kanalizace Českých drah a dalších staveb.

### 5.1.6. Údaje o provozu a kapacitě

Územní plán navrhuje odvodnění řešené lokality, tj. Švédského vrchu, jednotnou stokovou síť. Pro následně připojované lokality Horní Dvory a Podhrad je navrženo odvodnění oddílnou kanalizací. Aby nebylo nutné realizovat stoky neúměrně velkých profilů, jsou na stoce navrženy tři odlehčovací komory. Z tohoto důvodu je vhodné budoucí zástavbu koncipovat jako stokovou oddílnou síť. Toto řešení bude mít pozitivní vliv na čistící efekt centrální ČOV a pozitivní dopad na relativně málo vodný Maškovský potok. Dešťové vody budou odváděny přímo, nebo přes dešťovou zdrž do recipientu, respektive kaskády vodních nádrží. Sanovaná stoka je navržena z kameninových trub, v dimenzi DN 250 – DN 600. Pouze v trase železničního mostního objektu jsou navrženy sklolaminátové trouby. (Palivec & [eds.], 2005)

### 5.1.7. Ochranná pásma

Stavba se nachází v ochranném pásmu dráhy a v ochranném pásmu komunikace I. třídy. Křížování významné železniční tratě Cheb – Chomutov, je řešeno v místě mostního objektu – propustku, kterým protéká Maškovský potok. V tomto místě bude stoka provedena z tvárné litiny, respektive PP, PE, PVC nebo z odstředivě litého sklolaminátu. Aby byl profil co nejméně snížen, bude kanalizační potrubí uloženo částečně do dna propustku, obetonováno a v celém rozsahu chráněno obkladem z kamene. (Palivec & [eds.], 2005)

Podchod pod dráhou je klenutý, kamenný o rozměrech 2,5 x 3,7 m, přičemž světlá výška je 2,5 m. Délka mostního objektu je 202 m a spád potoka v propustku je 0,99 %. Zbývající část 1,2 m by měl tvořit šterkový zásyp s kamennou dlažbou. Dle vyjádření pamětníků není pravděpodobně v novější části podchodu dno vyšterkováno, ale zabetonováno. V průběhu zpracování projektu pro stavební řízení bylo provedeno za účasti zástupců Českých drah šetření na místě s pokusem provést sondu až na základy betonové konstrukce. Bylo zjištěno, že mostní objekt je v celé ploše zanesen vrstvou naplavenin mocnosti cca 20 cm. Pod nánosem byla zjištěna pevná dlažba. Projektant zvažoval možnost rozebrání dlažby před zahájením stavby. Tento postup však vyhodnotil jako ne zcela vhodný, proto v průzkumu nebylo pokračováno. (Palivec & [eds.], 2005)

V projektové dokumentaci je navrženo, že část potrubí, která bude zasahovat do dnešního průtočného profilu, bude obetonována a obložena kamennou dlažbou. Ta bude plynule navazovat na stávající dlažbu zachovanou ve druhé polovině. Toto řešení bude mít příznivý vliv na průtočné podmínky v mostním objektu, neboť ve dně bude vytvořena kyneta, která díky zvýšení rychlosti zlepší odtokové poměry za nízkých průtoků. Tím bude snížena sedimentace. I při tomto řešení bude profil mostního objektu (dle výpočtu v projektové dokumentaci) dostatečně kapacitní pro převedení stoleté vody. (Palivec & [eds.], 2005)

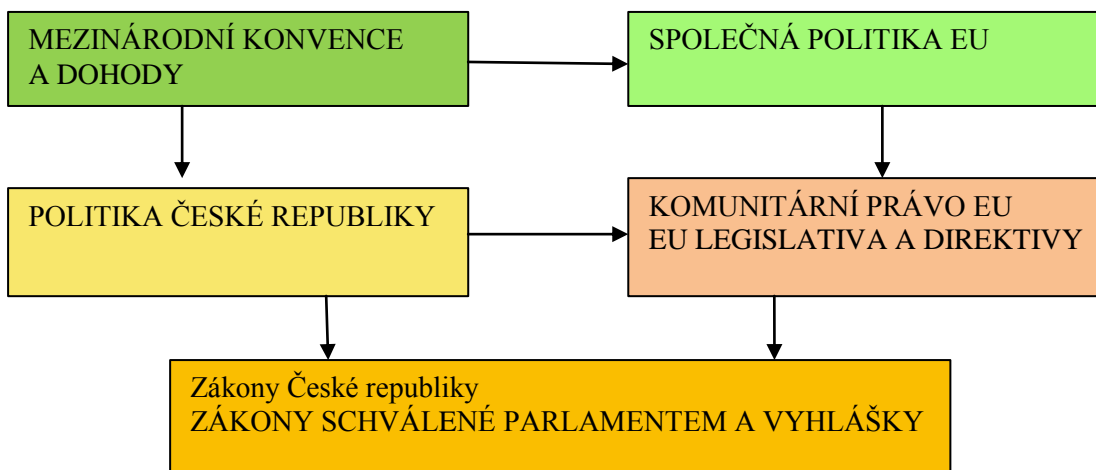
V mostním objektu dráhy bylo navrženo použití sklolaminátového potrubí, odstředivě litého, respektive PP, PVC, PE nebo potrubí z tvárné litiny. Definitivní rozhodnutí je vázáno na výběr zhotovitele a momentálně garantované nejlepší technické parametry. Po převedení kanalizační stoky pod drážním tělesem, bude křížována komunikace I/6, a to protlakem ocelové chráničky DN 900, do níž bude uloženo kameninové potrubí DN 600, a vzniklé mezikruží bude vyplněno injektážní směsí. Následně bude kanalizační stoka zaústěna do pravobřežního kmenového sběrače DN 1500. (Palivec & [eds.], 2005)

## 5.2. Legislativní proces

Po vstupu České republiky do Evropské unie se Česká republika, ovlivněna implementací článku 2 bodu 9 směrnice č. 91/271/EHS, o čištění městských odpadních vod, zavázala prostřednictvím české legislativy splnit stanovené podmínky nejpozději do 31. prosince 2010. V souhrnu lze definovat 4 základní body nutné pro naplnění požadavků dané směrnice, a to:

1. vybavit aglomerace větší než 2 000 ekvivalentních obyvatel (EO) sběrným systémem městských odpadních vod (OV),

2. zajistit, že městské OV v aglomeracích větších než 2 000 EO vstupující do sběrných systémů budou před vypuštěním podrobeny sekundárnímu nebo jinému ekvivalentnímu čištění,
3. zajistit, že městské OV vstupující do sběrných systémů v aglomeracích větších než 10 000 EO budou před vypuštěním vyčištěny podle přísnějších požadavků,
4. zajistit, že městské OV vstupující do sběrných systémů v aglomeracích menších než 2 000 EO budou před vypuštěním podrobeny "přiměřenému čištění".



**Obr. č. 26** - Právní rámec v České republice – zdroj (Asociace čistírenských expertů České republiky, 2009)

Akciová společnost CHEVAK Cheb, jako většinový vlastník a provozovatel kanalizačních sítí na území bývalého okresu Cheb, zadala ke splnění limitů daných směrnicí Rady 91/271/EHS, o čištění městských odpadních vod, zpracování skupinového projektu „Chebsko-environmentální opatření“, jehož součástí je i sanace stokové sítě v Chebu, v lokalitě Švédský vrch.

Dle archivu vodoprávního úřadu v Chebu bylo Městským úřadem Cheb, stavebním úřadem, dne 13. června 2005 vydáno územní rozhodnutí o umístění stavby pod č.j. 800/2005/SU/Oca. Následně vydal Městský úřad Cheb, odbor životního prostředí, jako příslušný vodoprávní úřad rozhodnutí o povolení stavby pod č.j. ŽP/801/2005/Po ze dne 7. prosince 2005 s lhůtou pro ukončení stavby do 31. prosince 2010.

Vzhledem ke skutečnosti, že předmětná stavba jako jedna akce ze souboru staveb byla připravována k realizaci z dotačního titulu Evropské unie (EU) a její realizace byla závislá na přidělení prostředků především z fondu EU, požádal investor o prodloužení platnosti stavebního povolení. Tyto prostředky v rámci projednávání projektů v EU byly přislíbeny na období 2009 – 2011. Na základě pravidel pro přidělování dotace z prostředků EU nelze prostředky použít na již zahájenou stavbu, proto investor nezahájil předmětnou stavbu před přidělením dotace z vlastních prostředků. Vodoprávní úřad vydal dne 4. ledna 2008 rozhodnutí o změně povolení (dle ustanovení § 115 odst. 4 zákona č. 183/2006 Sb., stavebního zákona) pod č.j. 1732/ŽP/07/Po s prodloužením lhůty pro výstavbu do 31. prosince 2011. Investorovi se bohužel nepodařilo získat požadované dotační prostředky v předchozím kole, proto opakovaně požádal o prodloužení platnosti stavebního

povolení vzhledem ke skutečnosti, že předmětná stavba jako jedna akce ze souboru staveb je připravována k realizaci z dotačního titulu Evropské unie a její realizace je závislá na přidělení prostředků především z fondu Evropské unie. Tyto prostředky v rámci projednávání projektů v EU byly přislíbeny na období 2010 – 2013. Na základě pravidel pro přidělování dotace z prostředků EU nelze dotační prostředky použít na již zahájenou stavbu, a proto investor nezahájil předmětnou stavbu v době současné platnosti stavebního povolení z vlastních prostředků. Na základě této žádosti vodoprávní úřad vydal dne 29. prosince 2009 rozhodnutí o změně povolení (dle ustanovení § 115 odst. 4 zákona č. 183/2006 Sb., stavebního zákona) pod č.j. MUCH 84985/2009/ŽP s prodloužením lhůty pro výstavbu do 31. prosince 2013.

Dne 13. prosince 2010 sdělil investor vodoprávnímu úřadu jméno vybraného zhotovitele stavby a oznámil, že stavba byla oficiálně zahájena dne 1. října 2010 a její dokončení je smluvně potvrzeno na březen 2013.

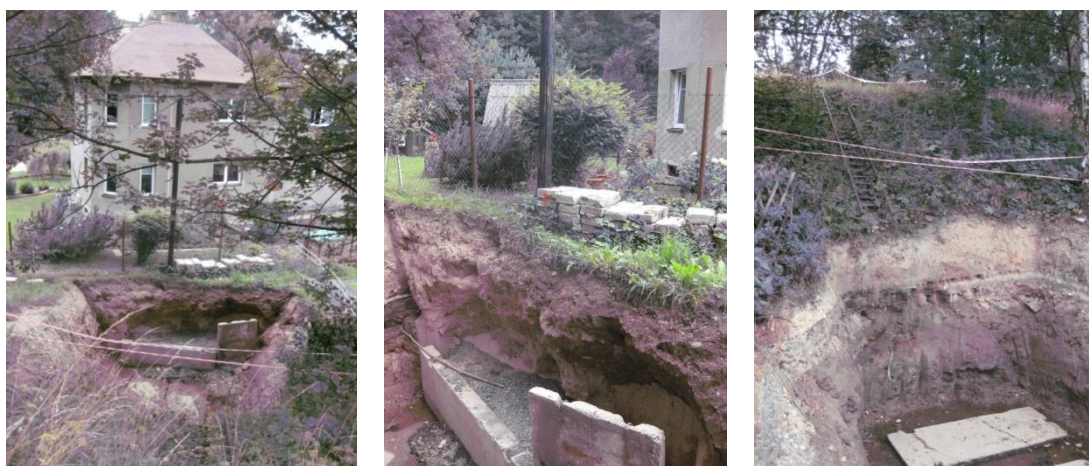
V průběhu stavby se ukázalo, že je potřeba provést změnu trasy uložení kanalizačního potrubí, proto investor stavby požádal o projednání změny stavby před jejím dokončením. Rozhodnutí o změně stavby před jejím dokončením bylo vydáno dne 23. června 2011 pod č.j. MUCH 41645/2011.

### 5.3. Monitorování průběhu prací

Stavba byla slavnostně zahájena v rámci skupinového projektu „Chebsko-environmentální opatření“ dne 6. října 2010 a oficiálně bylo započato s realizací stavby dne 1. října 2010.

#### 5.3.1. Protlak pod Pražskou ulicí

Trasa nově budované kanalizační stoky křížuje velmi frekventovanou komunikaci I/6, v Pražské ulici, v délce cca 37 m. Pro překonání této vzdálenosti byla použita bezvýkopová metoda. Vzhledem ke stísněnému prostoru u startovací jámy, byla použita poměrně primitivní bezvýkopová technologie – hornickou metodou za pomoci ocelové chráničky DN 1000 o tloušťce stěn 12,50 mm, autojeřábu, sbíječky a elektrocentrály.



Obr. č. 27, 28, 29 - Startovací jáma v Pražské ulici – zdroj (foto autorka DP, 07/2011)



Ocelové chráničky byly nařezány na délku 3 m. Místo řezu bylo označeno značkou v podobě zářezu a vyčnívajícího hrotu (viz **Obr. č. 31**). Toto označení provádí zhotovitel z důvodu správného napojení obou kusů chrániček před svařováním, neboť při zatlačování se roura pootáčí.



**Obr. č. 30** - Ocelová chránička před úpravou - zdroj (foto autorka DP, 08/2011)



**Obr. č. 31** - Ocelová chránička po úpravě pro správné napojení - zdroj (foto autorka DP, 08/2011)

Samotná technologie je založena na ruční práci. Jeden pracovník odtěžuje uvnitř chráničky pomocí sbíječky a malého hornického vozíku zeminu v místě zasouvání chráničky. Odtěžovat se smí zemina jen na délku lokte pracovníka. Když je zemina takto odtěžená, pracovník i s vozíkem opouští chráničku a následuje zatlačování chráničky do místa protlaku pomocí hydrauliky. Správnost zatlačování je sledována pomocí vodováhy. Tento způsob ražby probíhá rychlostí cca 3-4 m/den.

Práce byly organizovány ve dvousměnném provozu. V průběhu prací bylo nutno odčerpávat vodu ze startovací jámy. Technologický postup je dobře patrný z fotodokumentace (viz **obr. č. 53 - 68**).



**Obr. č. 32** - Nezbytná elektrocentrál - zdroj (foto autorka DP, 08/2011)



**Obr. č. 33** - Kompresor pro sbíječku - zdroj (foto autorka DP, 08/2011)

Po protlačení chráničky (DN 1000) do koncové jámy lze díky stékající dešťové vodě do obou jam, porovnáním vtokové a výtokové části chráničky, zjistit dosažený spád potrubí (v délce cca 37 m) i pouhým okem (viz **Obr. č. 34** a **Obr. č. 35**).





**Obr. č. 35** - Koncová jáma - zdroj  
(foto autorka DP, 08/2011)



**Obr. č. 34** - Startovací jáma - zdroj (foto autorka DP, 08/2011)



**Obr. č. 36** - Koncové jámě musely  
ustoupit zahrádky v malé zahradní kolonii  
– zdroj (foto autorka DP, 07/2011)



**Obr. č. 37** - Napojovací šachta kanalizace  
DN 500 na kmenový sběrač DN 1500 –  
zdroj (foto autorka DP, 10/2011)



**Obr. č. 38, 39** - Místo startovací jámy po dokončení prací – zdroj (foto autorka DP, 02/2012)



### 5.3.2. Křižování drážního tělesa

Od Pražské ulice vede trasa kanalizace k drážnímu tělesu významné železniční tratě Cheb – Chomutov. Pro křížení byl využit drážní mostní objekt z roku 1869, kterým protéká Maškovský potok. Jedná se o místo, kam (dle sdělení zástupce stavby) před zahájením prací na realizaci sanace stokové sítě Švédský vrch pravděpodobně několik desetiletí nikdo nevstoupil. Práce byly zahájeny zřízením a zpevněním cesty pro příjezd stavební techniky. Následovalo vyčištění usazených naplavenin (pravděpodobně z nedalekého rybníka) v celé ploše mostního objektu o mocnosti min. 20 cm.



**Obr. č. 40, 41** - Železniční mostní objekt po vyčištění od nánosů - zdroj (foto autorka DP, 09/2011)

Následně bylo do mostního objektu instalováno elektrické osvětlení, neboť délka mostního objektu je cca 200 m. Vstup do mostního objektu byl opatřen mříží proti vniknutí nepovolaných osob. Pouze v trase mostního objektu bylo použito sklolaminátové potrubí.



**Obr. č. 42, 43** - Železniční mostní objekt zabezpečený proti vstupu nepovolaných osob - zdroj (foto autorka DP, 10/2011, 02/2012)



**Obr. č. 45** - Stavební mechanizace uvnitř mostního objektu - zdroj (foto autorka DP, 02/2012)



**Obr. č. 44** - Sklolaminátové potrubí – zdroj (foto autorka DP, 02/2012)

Mezi Pražskou ulicí a drážním tělesem železniční tratě Cheb – Chomutov se nachází malá zahrádkářská kolonie. Z důvodu propojení veřejné kanalizace na Švédském vrchu s kmenovým sběračem na centrální ČOV musela být část zahrad zrušena. Při monitorování průběhu prací sanace stokové sítě pro diplomovou práci bylo zjištěno, že jedna z opuštěných zahrad je naprosto zdevastovaná. Zbytky částí rozpadlé a rozebrané chaty i jiných součástí zahrady byly pohozeny v korytě vodního toku a po jeho březích. O tomto stavu úřady nikdo neinformoval. Správcem vodního toku je město Cheb, byly proto učiněny kroky k zajištění nápravy tohoto neutěšeného stavu.



**Obr. č. 46** - Zdevastovaná zahrada - zdroj (foto autorka DP, 09/2011)



**Obr. č. 47** - Maškovský potok mezi drážním mostním objektem a Pražskou ulicí - zdroj (foto autorka DP, 09/2011)



**Obr. č. 48** - Přicpaný silniční propustek pod Pražskou ulicí - zdroj (foto autorka DP, 09/2011)



V průběhu přípravných stavebních prací v železničním mostním objektu bylo zjištěno, že se místní organizace Českého rybářského svazu chystá na výlov nedalekého rybníka, umístěného cca 350 m nad železničním mostním objektem. Bylo proto nutno zkoordinovat stavební práce s aktivitami místních rybářů. Zároveň v případě, že by nebyl včas vyklizen odpad z koryta potoka a jeho okolí a rybáři nebyli informováni o situaci pod výustí z rybníka, hrozilo přicpání propustku pod Pražskou ulicí a vybřežení vody z koryta Maškovského potoka. Následoval proto úklid potoka a stavební práce pokračovaly po výlovu rybníka.



**Obr. č. 49, 50** - Maškovský potok po úklidu odpadu v korytě a na březích toku – zdroj (foto autorka DP, 02/2012)



**Obr. č. 51** - Pohled do nové kanalizační šachty RŠ3 - zdroj (foto autorka DP, 02/2012)



**Obr. č. 52** - Trasa kanalizace v místě bývalých zahrad - zdroj (foto autorka DP, 02/2012)



**Obr. č. 53** - Pohled do nové kanalizační šachty RŠ2 - zdroj (foto autorka DP, 02/2012)



### 5.3.3. Křížení Vrázovy ulice

Další komunikací, kterou bylo nutno v rámci výstavby křížit, byla Vrázova ulice. V rámci územního řízení bylo rozhodnuto o křížení této komunikace překopem po dvou polovinách.



Obr. č. 54 - Překop komunikace po dvou polovinách - zdroj (foto autorka DP, 07/2011)

### 5.3.4. Souběh trasy kmenové stoky se zahrádkářskou kolonií

Obtížně dostupný byl pro techniku prostor souběžné trasy kmenové stoky se zahrádkářskou kolonií, kde bylo nutno dočasně odstranit oplocení kolonie a částečně zasáhnout i na pozemky zahrad.



Obr. č. 55, 56 - Stavební technika ve stísněném prostoru zahrádkářské kolonie - zdroj (foto autorka DP, 08/2011)



Obr. č. 57 - Trasa kanalizace v souběhu se zahrádkářskou kolonií po ukončení prací – zdroj (foto autorka DP, 09/2011)

## 6. Variantní možnosti řešení a jejich posouzení

Lokalita Švédský vrch se nachází na východní části města Cheb a od centrální části města ji odděluje masivní železniční stanice a DEPO kolejových vozidel, významného železničního uzlu Cheb - státní hranice - Schirnding, dále Cheb - Vojtanov, Cheb - Plzeň, Chomutov – Cheb a Cheb – Aš. V této lokalitě je umístěná zástavba rodinných domů, ale také významné průmyslové podniky.



Obr. č. 58 - Přehledná situace města Cheb – zdroj (<http://maps.google.com> 29.02.2012)

Zástavba obytných budov se svažuje k tělesu dráhy, podél něhož protéká Maškovský (Matzelbašský) potok. Systematická stoková síť veřejné kanalizace se nachází na protilehlé straně masivního železničního tělesa, které je vybaveno labyrintem inženýrských sítí. Jednou z možností, jak tuto masivní překážku překonat pro napojení lokality na veřejnou stokovou síť, je podejítí železniční tratě v místě nejbližšího viaduktu (viz Obr. č. 83).

### 6.1. Varianta č. 1

Kmenová stoka, navržená dle schválené PD, kopíruje trasu vodního toku od železničního DEPA přes Vrázovu ulici až do Pražské ulice. Vodní tok je v těchto místech jen v mírném spádu, a to až do Pražské ulice. Ve Vrázově ulici se kolmo na trasu vodního toku a kmenové stoky nachází první viadukt.

Oproti schválené PD lze navrhnout trasu sanované kanalizace podejítím tohoto viaduktu. Trasa k viaduktu je v protisklonu, proto v tomto místě již nelze uvažovat o gravitační stoce, ale je potřeba navrhnout kanalizaci tlakovou. Pro potřeby tlakové kanalizace je nutno vybudovat čerpací stanici. Při dodržení zásady z kapitoly 4.6 ČSN 75 6101, že stoky veřejných kanalizací se situují do veřejných ploch a pozemních komunikací, se nabízí umístění čerpací stanice (po křížení kanalizace s komunikací) na p.p.č. 1398, která je v majetku města Cheb, s druhem pozemku -



ostatní plocha, se způsobem využití – manipulační plocha a výměrou 14 643 m<sup>3</sup>. Kmenová kanalizace se po celé trase až k železničnímu mostnímu objektu a opět za ním až do Pražské ulice nachází na pravém břehu toku. Čerpací stanici je vhodné umístit rovněž na pravém břehu vodního toku, a to ze dvou důvodů:

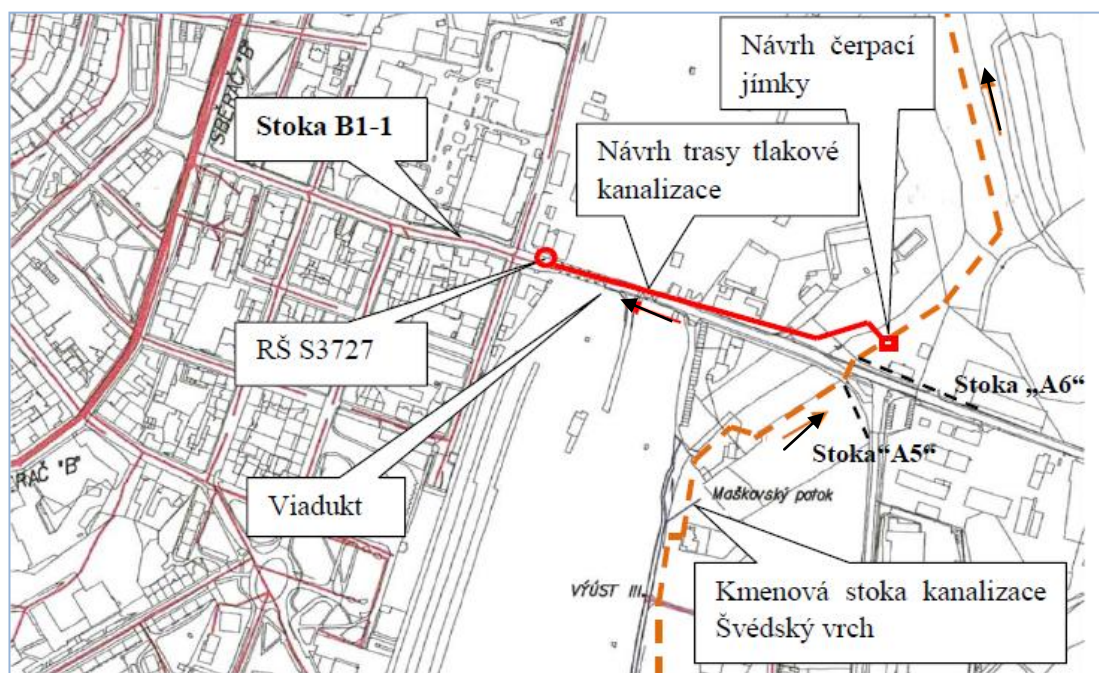
1. Pozemek je z pravé strany lépe dostupný.
2. Vodní tok je nutno křížit (podejít). Při křížení toku tlakovou kanalizací, která představuje menší profil, bude vodní tok méně zasažen, než při křížení gravitační kanalizací, která v tomto místě má profil DN 500.

Z čerpací stanice, po podejití vodního toku lze vést trasu kanalizace v místní komunikaci, která je v majetku města Cheb. V místě viaduktu se nachází pozemky v majetku města Cheb a Českých drah (ČD).

Nejbližší veřejná kanalizace se nachází cca ve středu viaduktu, pod sjezdem obslužné komunikace ČD z viaduktu. Veřejná kanalizace, která se zde nachází, je z KT DN 400. V tomto místě není kanalizace dostatečně kapacitní pro případné napojení.

Nejbližší dostatečně kapacitní kanalizace se nachází za viaduktem od kanalizační šachty označené dle Generelu kanalizace pro město Cheb jako S3727. Kanalizační stoka v tomto místě je z PB 500/750, se sklonem 1,004 %. Trasa této kanalizační stoky vede Pivovarskou ulicí a na světelné křižovatce se napojuje na stoku v Evropské ulici, která je z PB DN 1400. (Kolářová & Pliska, 2005)

Délka navržené tlakové kanalizace od čerpací jímky do ukliďovací šachty činí cca 410 m (viz **Obr. č. 85**).



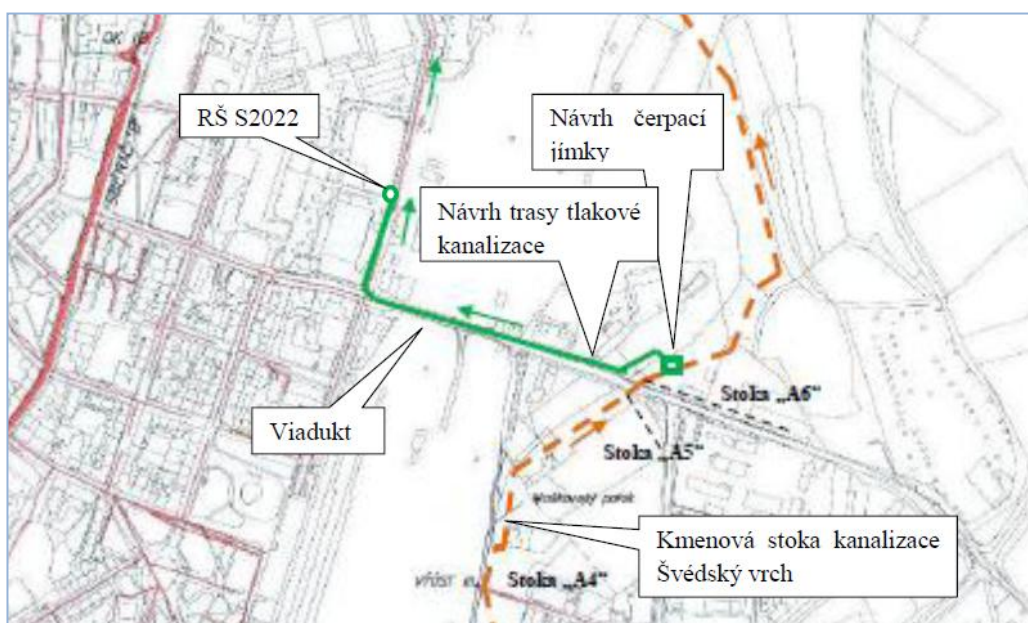
**Obr. č. 59** - Vrázova ulice s viaduktem – návrh řešení: varianta 1 – zdroj (CHEVAK Cheb, a.s., 2007) a (autorka DP)

## 6.2. Varianta č. 2

Stejně jako u varianty č. 1 lze z čerpací stanice, po podejití vodního toku, vést trasu kanalizace v místní komunikaci, která je v majetku města Cheb. V místě viaduktu se nachází pozemky v majetku města Cheb a Českých drah (ČD).

Další dostatečně kapacitní kanalizace se nachází za viaduktem od kanalizační šachty označené dle Generelu kanalizace pro město Cheb jako S2022. Kanalizační stoka v tomto místě je ZD 500/750, se sklonem 2,343 %. Trasa této kanalizační stoky vede Wolkerovou ulicí a na světelné křižovatce se napojuje na stoku v Pražské ulici, která je ZD DN 1200. (Kolářová & Pliska, 2005)

Délka navržené tlakové kanalizace od čerpací jímky do ukliďňovací šachty činí cca 566 m (viz **Obr. č. 86**).



**Obr. č. 60** - Vrázova ulice s viaduktem – návrh řešení: varianta 2 – zdroj (CHEVAK Cheb, a.s., 2007) a (autorka DP)

## 6.3. Čerpací jímka

Z čerpací jímky je potřeba dopravovat odpadní vody pomocí ponorného objemového čerpadla, vybaveného drtičem nečistot, tlakovým potrubím podstatně menšího průměru do stokové sítě. Provoz čerpání probíhá automaticky s hladinovým spínačem, případně řízeně počítačem.

Systém se skládá z:

- gravitační stokové sítě do sběrné jímky,
- elektropřípojky,
- vlastní akumulární a čerpací jímky s ponorným čerpadlem,
- výtlačky do sběrného tlakového potrubí,
- sběrného tlakového potrubí,
- signalizace a dálkového přenosu.



**Výhody** tohoto principu dopravy odpadních vod:

- v ČOV nejsou třeba mělníci česle,
- odpadá údržba stok,
- poruchy jsou snadněji zjistitelné,
- předpoklady pro min. balastních vod,
- nižší pořizovací náklady.

**Nevýhody** tohoto principu dopravy odpadních vod:

- možnost poruch čerpadel,
- vyšší pořizovací cena čerpací šachty,
- větší spotřeba elektrické energie,
- zvýšené nároky na provádění.

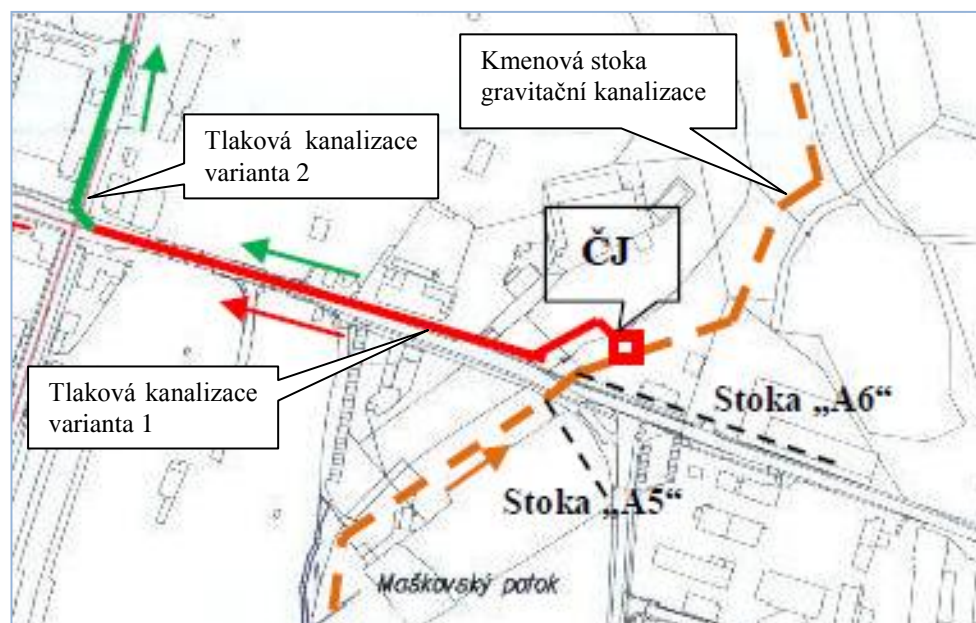
(Synáčková, 2010)

**Výhody** čerpací jímky se separací pevných látek, s čerpadly v suché jímce (viz **Obr. č. 87**):

- nízké provozní náklady na údržbu a výměnu opotřebovaných dílů čerpadel,
- prostor čerpadel zůstává suchý, čistý a bez zápachu,
- pevné látky zachycené v separačních komorách nezatěžují čerpadla a neusazují se v čerpací jímce,
- jsou zajištěny hygienické podmínky pro obsluhu a údržbu,
- nejsou problémy s korozí dílů čerpací jímky ani v případě přítomnosti sloučenin síry.

Protože se jedná o kanalizaci jednotnou, kterou jsou odváděny vody odpadní i dešťové, je třeba čerpací jímku vybavit dvěma komorami pro vody odpadní a pro vody dešťové. Obě komory je nutno vybavit záložními čerpadly.

Před čerpací jímku je vhodné předřadit ručně stírané česle.



**Obr. č. 61** - Vrázova ulice s viaduktem – návrh čerpací jímky – zdroj (autorka DP)

## 6.4. Návrh čerpací jímky a výtlaků

Sanovaná kanalizační stoka se skládá ze stávajících a výhledových stok A-A6 (viz Obr. č. 84). Na jednotlivých úsecích se předpokládá využití stokové sítě obyvateli obytné zóny a zaměstnanci průmyslové zóny takto:

Stoka	obyvatelstvo	zaměstnanci (průmysl)
A	100	200
A1		50
A2		250
A3	250	
A3a	100	
A4	150	
A5	100	200
A6	200	300
	$\Sigma$ 900	$\Sigma$ 1 000

*(Palivec & [eds.], 2005)*

Směrná čísla roční potřeby vody dle vyhlášky MZe č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích) příloha 12, je pro bytový fond na jednoho obyvatele bytu s tekoucí teplou vodou (teplá voda na kohoutku) za rok 35 m<sup>3</sup>. Na jednoho obyvatele bytu v rodinném domě s (max. 3 byty - 3 rodiny) se připočítává 1 m<sup>3</sup> na spotřebu spojenou s očištěním okolí rodinného domu i s očištěním osob při aktivitách v zahradě apod. Pro venkovní zahrady okrasné (travníky, květiny) nebo osázené zeleninou na 100 m<sup>2</sup> se uvažuje 16 m<sup>3</sup>. V součtu vychází roční potřeba vody na 1 obyvatele (v lokalitě Švédský vrch převažuje zástavba rodinných domů) 40 m<sup>3</sup>, tj. 110 l/osobu/den.

$Q_{24} = \text{počet obyvateľ} * q$  (potřeba vody)

$Q_{24} = [900 \text{ (obyvatel)} * q \text{ (potřeba vody)}] + [1000 \text{ (zaměstnanců)} * q \text{ (potřeba vody)}]$

$Q_{24} = (900 * 110) + (1000 * 120) = 219\,000 \text{ [l/den]} = 219 \text{ [m}^3\text{/den]} = 9,13 \text{ [m}^3\text{/h]}$

$Q_{24} = 2,54 \text{ l/s}$

**Maximální průtok splaškových vod před čerpací jímkou (ČJ)**

$$Q_{\max} = \frac{Q_{24}}{24} * k_h = \frac{219}{24} * 2,1 = 9,13 * 2,1 = 19,17 \text{ [m}^3\text{/h]} \approx 5,33 \text{ [l/s]}$$

**Minimální průtok splaškových vod před ČJ**

$$Q_{\min} = \frac{Q_{24}}{24} * k_{\min} = \frac{219}{24} * 0,6 = 9,13 * 0,6 = 5,48 \text{ [m}^3\text{/h]} \approx 1,52 \text{ [l/s]}$$

$$Q_{\text{dešť}} = 230,56 - 5,33 = 225,23 \text{ [l/s]}$$

**Vysvětlení některých veličin:**

$v$  - rychlost proudění

$h_t$  - výška čerpání

$V$  - objem čerpací jímky

$T_\xi$  - doba čerpání

$H_t$  - ztráty v potrubí

$H_\xi$  - čerpaná výška

$Q$  - průtok odpadních (dešťových) vod

$DN$  - profil potrubí

$\lambda$  - součinitel tření

$g$  - gravitační zrychlení

$k$  - součinitel místních ztrát

*(Hydroprojekt, a.s., 1995)*

### 6.4.1. Návrh tlakové kanalizace pro splaškové vody z ČJ – varianta 1

$$Q_{\xi} \geq 5,33 \text{ [l/s]}$$

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 * Q}{v * \pi}} = \sqrt{\frac{4 * 0,0053}{1 * 3,14}} = 0,082 \text{ [m]} \Rightarrow \text{DN 80}$$

$$S = \frac{\pi * d_1^2}{4} = \frac{3,14 * 0,08^2}{4} = 0,005024 \text{ [m}^2\text{]} \quad v = \frac{Q_{\xi}}{S} = \frac{0,0053}{0,005024} = 1,06 \text{ [m/s]}$$

$$h_z = \lambda * \frac{L}{d} * \frac{v^2}{2 * g} = 0,014 * \frac{410}{0,08} * \frac{1,06^2}{2 * 9,81} = 4,11 \text{ [m]}$$

#### Návrh čerpací jímky pro splaškové vody

Přítok potrubí	-	444,72 m n.m.
Dno kanalizační šachty S3727	-	454,39 m n.m.
Zaústění tlakové kanalizace do šachty	-	456,20 m n.m.

Čerpadlo bude při průměrném průtoku  $Q_{24}$  zapínat 4x za hodinu.

$$V_1 = \frac{Q_{24}}{4} = \frac{2,54}{4} = 0,635 \text{ [m}^3\text{]} \quad D_1 = 1,0 \text{ [m]}$$

$$S_1 = \frac{\pi * D_1^2}{4} = 0,785 \text{ [m}^2\text{]} \Rightarrow h_1 = \frac{V_1}{S_1} = \frac{0,635}{0,785} = 0,81 \text{ [m]}$$

#### Návrh doby čerpání

$$T_{\xi} = \frac{V_1 * 4}{Q_{\max}} * 24 = 3,18 \text{ [den]}$$

#### Návrh tlakové kanalizace pro dešťové vody z ČJ

$$Q_{\xi} \geq 225,23 \text{ [l/s]} \quad \text{déšť} = 15 \text{ minut}$$

Dešťová voda musí být vyčerpána za 24 hodiny.

$$V_d = \frac{Q_{\xi} * 60 * 15}{1000} = \frac{225,23 * 60 * 15}{1000} = 202,7075 \text{ [m}^3\text{]} \Rightarrow$$

$$Q_2 = \frac{V_d}{24} = \frac{202,707}{24} = 8,45 \text{ [m}^3\text{/h]}$$

$$Q_{\xi} = 30,24 \text{ [l/s]}$$

$$d_2 = \sqrt{\frac{4 * Q}{v * \pi}} = \sqrt{\frac{4 * 0,03024}{1 * 3,14}} = 0,203 \text{ [m]} \Rightarrow \text{DN 200}$$

$$S = \frac{\pi * d_2^2}{4} = \frac{3,14 * 0,20^2}{4} = 0,03141 \text{ [m}^2\text{]} \quad v = \frac{Q_2}{S} = \frac{0,03024}{0,0314} = 0,96 \text{ [m/s]}$$

$$h_z = \lambda * \frac{L}{d} * \frac{v^2}{2 * g} = 0,014 * \frac{410}{0,200} * \frac{0,96^2}{2 * 9,81} = 1,34 \text{ [m]}$$

$$V_2 = 2,89 \text{ [m}^3 \text{]}$$

$$D_2 = 2,0 \text{ [m]}$$

$$S_2 = \frac{\pi \cdot D_2^2}{4} = 3,14 \text{ [m}^2 \text{]} \Rightarrow h_2 = \frac{V_2}{S_2} = \frac{2,89}{3,14} = 0,92 \text{ [m]}$$

$$456,20 - 442,95 = 13,25 \text{ [m]}$$

převýšení činí 13,25 [m]

### Splašky

$$H_{\check{c}} = H_g + h_1 + h_2 + h_z + 5 = 13,25 + 4,11 + 5 = 22,36 \text{ [m]}$$

$$Q_{\check{c}} = 5,33 \text{ [l/s]} = \underline{19,17 \text{ [m}^3\text{/h]}}$$

Pro čerpání splaškových vod lze použít čerpadlo typ SV 072BH, výrobce GRUNDFOS, s příkonem 7,4 kW.

### Deště

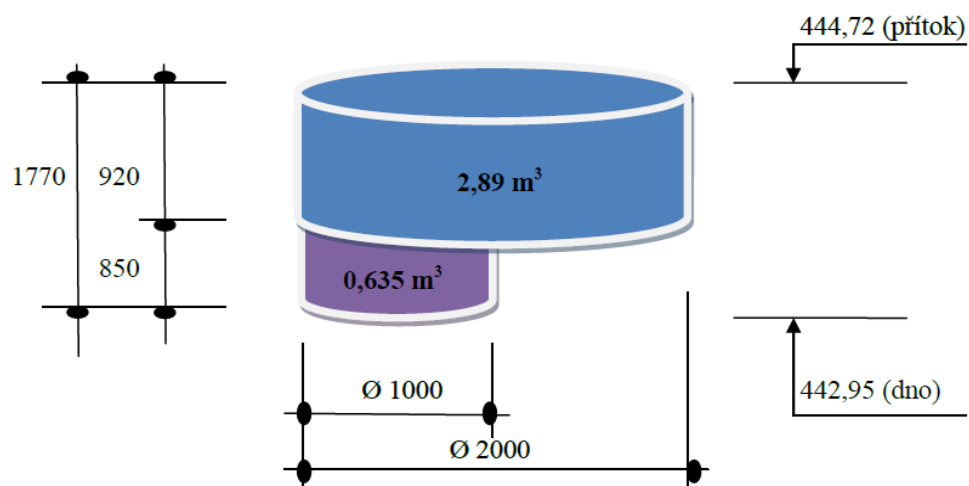
$$H_{\check{c}} = H_g + h_1 + h_2 + h_z + 5 = 13,25 + 1,34 + 5 = 19,59 \text{ [m]}$$

$$Q_{\check{c}} = 30,24 \text{ [l/s]} = \underline{108,86 \text{ [m}^3\text{/h]}}$$

Pro čerpání dešťových vod lze použít čerpadlo typ S1 124BM, výrobce GRUNDFOS, s výtlačkem 200 [m<sup>3</sup>/h] a příkonem 12,5 kW.

$$V_1 = 0,635 \text{ [m}^3 \text{]}$$

$$V_2 = 2,89 \text{ [m}^3 \text{]}$$



**Obr. č. 62** - Schéma návrhu čerpací jímky splaškových a dešťových vod – zdroj (autorka DP)

#### 6.4.2. Návrh tlakové kanalizace pro splaškové vody z ČJ – varianta 2

$$Q_{\xi} \geq 5,33 \text{ [l/s]}$$

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 * Q}{v * \pi}} = \sqrt{\frac{4 * 0,0053}{1 * 3,14}} = 0,082 \text{ [h]} \Rightarrow \text{DN 80}$$

$$S = \frac{\pi * d_1^2}{4} = \frac{3,14 * 0,08^2}{4} = 0,005024 \text{ [h}^2 \text{]} \quad v = \frac{Q_{\xi}}{S} = \frac{0,0053}{0,005024} = 1,06 \text{ [h/s]}$$

$$h_z = \lambda * \frac{L}{d} * \frac{v^2}{2 * g} = 0,014 * \frac{566}{0,08} * \frac{1,06^2}{2 * 9,81} = 5,67 \text{ [h]}$$

#### Návrh čerpací jímky pro splaškové vody

Prítok potrubí	-	442,72 m n.m.
Dno kanalizační šachty S2022	-	455,46 m n.m.
Zaústění tlakové kanalizace do šachty	-	459,50 m n.m.

Čerpadlo bude při průměrném průtoku  $Q_{24}$  zapínat 4x za hodinu.

$$V_1 = \frac{Q_{24}}{4} = \frac{2,54}{4} = 0,635 \text{ [h}^3 \text{]} \quad D_1 = 1,0 \text{ [h]}$$

$$S_1 = \frac{\pi * D_1^2}{4} = 0,785 \text{ [h}^2 \text{]} \Rightarrow h_1 = \frac{V_1}{S_1} = \frac{0,635}{0,785} = 0,81 \text{ [h]}$$

#### Návrh doby čerpání

$$T_{\xi} = \frac{V_1 * 4}{Q_{\max}} * 24 = 3,18 \text{ [den]}$$

#### Návrh tlakové kanalizace pro dešťové vody z ČJ

$$Q_{\xi} \geq 225,23 \text{ [l/s]}$$

déšť = 15 minut

$$V_d = \frac{Q_{\xi} * 60 * 15}{1000} = \frac{225,23 * 60 * 15}{1000} = 202,7075 \text{ [h}^3 \text{]} \Rightarrow$$

$$Q_2 = \frac{V_d}{24} = \frac{202,707}{24} = 8,45 \text{ [h}^3 \text{/h]}$$

$$Q_{\xi} = 30,24 \text{ [l/s]}$$

$$V_2 = 2,89 \text{ [m}^3 \text{]}$$

$$d_2 = \sqrt{\frac{4 * Q}{v * \pi}} = \sqrt{\frac{4 * 0,03024}{1 * 3,14}} = 0,203 \text{ [h]} \Rightarrow \text{DN 200}$$



$$S = \frac{\pi * d_2^2}{4} = \frac{3,14 * 0,20^2}{4} = 0,03141 \text{ [m}^2\text{]} \quad v = \frac{Q_2}{S} = \frac{0,03024}{0,0314} = 0,96 \text{ [m/s]}$$

$$h_z = \lambda * \frac{L}{d} * \frac{v^2}{2 * g} = 0,014 * \frac{566}{0,200} * \frac{0,96^2}{2 * 9,81} = 1,86 \text{ [m]}$$

$$459,5 - 442,95 = 16,55 \text{ [m]}$$

převýšení činí 16,55 [m]

### Splašky

$$H_{\check{c}} = H_g + h_1 + h_2 + h_z + 5 = 16,55 + 5,67 + 5 = 27,22 \text{ [m]}$$

$$Q_{\check{c}} = 5,33 \text{ [l/s]} = \underline{19,17 \text{ [m}^3\text{/h]}}$$

Pro čerpání splaškových vod lze použít čerpadlo typ SV 072BH, výrobce GRUNDFOS, s příkonem 7,4 kW.

### Deště

$$H_{\check{c}} = H_g + h_1 + h_2 + h_z + 5 = 16,55 + 1,86 + 5 = 23,41 \text{ [m]}$$

$$Q_{\check{c}} = 30,24 \text{ [l/s]} = \underline{108,86 \text{ [m}^3\text{/h]}}$$

Pro čerpání dešťových vod lze použít čerpadlo typ S1 124BM, výrobce GRUNDFOS, s výtlakem 200 [m<sup>3</sup>/h] a příkonem 12,5 kW.

## 6.5. Předpokládané náklady

### 6.5.1. Dle ÚÚR - Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury

Dle materiálu Ministerstva pro místní rozvoj ČR, Ústavu územního rozvoje, Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury, aktualizovaného v roce 2011.

Pro tlakovou kanalizaci je vhodné použít tvárnou litinu DN 80 (splaškové vody) a DN 200 (dešťové vody).

#### Společné pro variantu 1 a 2 (viz Obr. č. 85 a

#### Obr. č. 86) – kanalizace tlaková

Úsek 23,31 m

Protlak pod drobným vodním tokem

Chránička DN 150 + potrubí DN 80

Náklad cca 2.780,- Kč/bm + 1.876,- Kč/bm (70 %)

108.531,36 Kč

Chránička DN 300 + potrubí DN 200

Náklad 5.400,- Kč/bm + 3.024,- Kč/bm (70 %)

196.363,44 Kč

Úsek 38,56 m	
Nezastavěné území, pažená rýha	
DN 80 + DN 200	
Náklad cca 3.760,- Kč/bm + 5.250,- Kč/bm	347.425,60 Kč
Úsek 65,55 m + 133,75 m + 148.23 m	
V zastavěném území, pažená rýha ve vozovce	
DN 80 + DN 200	
Náklad cca 7.100,- Kč/bm + 8.740,- Kč/bm	5.504.875,20 Kč
	<hr/>
	<u>Σ 6.157.195,60 Kč</u>

### Náklady na vybudování čerpací jímky (společné pro obě varianty)

V cenovém ukazateli pro stanovení ceny čerpacích stanic jsou zahrnuty všechny základní objekty a vybavení technologickým zařízením.

Čerpací jímka (stanice) $Q_{\text{č}} = 5,33$ [l/s] a $Q_{\text{č}} = 30,24$ [l/s]	650.000,- Kč
Přípojka elektro cca 50 m	
Náklady cca 692,- Kč/bm	34.600,- Kč
Příjezdová komunikace 80 m <sup>2</sup>	
Náklady cca 791,- Kč/m <sup>2</sup>	63.280,- Kč
Oplocení 80 m	
Náklady cca 852,- Kč/m	68.160,- Kč
	<hr/>
	<u>Σ 816.040,- Kč</u>

**Náklady na vybudování tlakové kanalizace - varianta 1 – činí 6.157.195,60 Kč + náklady na čerpací jímku 816.040,- Kč, tj. celkem 6.973.235,60 Kč.**

*(Polešáková & [eds.], 2011)*

### **Varianta 2 (viz Obr. č. 86) – kanalizace tlaková**

Úsek 23,31 m + 38,56 m + 65,55 m + 133,75 m + 148.23 m	6.157.195,60 Kč
Úsek 24,8 m + 131,47 m	
V zastavěném území, pažená rýha ve vozovce	
DN 80 + DN 200	
Náklad cca 7.100,- Kč/bm + 8.740,- Kč/bm	2.475.316,80 Kč
	<hr/>
	<u>Σ 8.632.512,40 Kč</u>

**Náklady na vybudování tlakové kanalizace - varianta 2 - činí 8.632.512,40 Kč + náklady na čerpací jímku 816.040,- Kč, tj. celkem 9.448.552,40 Kč.**

*(Polešáková & [eds.], 2011)*

Náklady jsou pouze orientační. Nelze je přesně vyčíslit, neboť nejsou známy poměry inženýrských sítí (především drážních) v daném úseku.

### **Varianta dle schválené PD – kanalizace gravitační**

Úsek 22 m, KT DN 600 Potrubí uložené v asfaltové vozovce Náklady cca 27.600,- Kč/bm	607.200,- Kč
Úsek 37 m, KT DN 600, ocelová chránička DN 1000 Protlak řízený s obsluhou (hornickou metodou) Náklady cca 72.600,- Kč/bm Náklady potrubí KT DN 600 (70 %) cca 15.190,- Kč/bm	2.686.200,- Kč 562.030,- Kč
Úsek 103,50 m, KT DN 500 Potrubí uložené v nezpevněné ploše nebo v poli Náklady cca 18.440,- Kč/bm	1.908.540,- Kč
Úsek 214 m, sklolaminát DN 500 Drážní mostní objekt Odstranění dlažby – náklady cca 140,- Kč/m <sup>2</sup> Výkop – nepažená jáma – náklady cca 1.000,- Kč/m <sup>3</sup> Potrubí sklolaminát DN 500 - náklady cca 18.050,- Kč/bm (včetně obetonování)	59.000,- Kč 428.000,- Kč 3.862.700,- Kč
Úsek 608,50 m, KT DN 500 Potrubí uložené v nezpevněné ploše nebo v poli Náklady cca 18.000,- Kč/bm	10.953.000,- Kč
	<hr/> <b><u>Σ 21.066.670,- Kč</u></b>

**Celkové náklady gravitační kanalizační stoky činí 21.066.670,- Kč.**

*(Polešáková & [eds.], 2011)*

### **6.5.2. Dle MZe - Metodický pokyn**

Dle materiálu Ministerstva zemědělství ČR - Metodický pokyn pro orientační ukazatele výpočtu pořizovací (aktualizované) ceny objektů do Vybraných údajů majetkové evidence vodovodů a kanalizací, pro Plány rozvoje vodovodů a kanalizací a pro Plány financování obnovy vodovodů a kanalizací z 20.01.2010.

Pro tlakovou kanalizaci je vhodné použít tvárnou litinu DN 80 (splaškové vody) a DN 200 (dešťové vody).

### **Společné pro variantu 1 a 2 (viz Obr. č. 85 a Obr. č. 86) – kanalizace tlaková**

Úsek 23,31 m Protlak pod drobným vodním tokem chránička ocel DN 150 + potrubí DN 80 Náklad cca 2.450,- Kč/bm + 1.904,- Kč/bm	101.491,74,- Kč
Chránička ocel DN 300 + potrubí DN 200 Náklad cca 3.390,- Kč/bm + 2.268,- Kč/bm	131.887,98,- Kč

Úsek 38,56 m	
Nezastavěné území, pažená rýha	
DN 80	
Náklad cca 2.720,- Kč/bm	104.883,20 Kč
DN 200	
Náklad cca 3.240,- Kč/bm	124.934,40 Kč
Úsek 65,55 m + 133,75 m + 148.23 m	
V zastavěném území, pažená rýha ve vozovce	
DN 80	
Náklad cca 3.930,- Kč/bm	1.365.792,90 Kč
DN 200	
Náklad cca 4.990,- Kč/bm	1.734.174,70 Kč
	<u>Σ 3.563.164,92 Kč</u>

### Náklady na vybudování čerpací jímky (společné pro obě varianty)

V cenovém ukazateli pro stanovení ceny čerpacích stanic jsou zahrnuty všechny základní objekty, vybavení technologickým zařízením, příjezdná komunikace apod.

Čerpací jímka (stanice) $Q_{\check{c}} = 5,33$ [l/s]	300.000,- Kč
Čerpací jímka (stanice) $Q_{\check{c}} = 30,24$ [l/s]	1.150.000,- Kč
Přípojka elektro cca 50 m	
Náklady cca 692,- Kč/bm (Polešáková & [eds.], 2011)	34.600,- Kč
	<u>Σ 1.484.600 Kč</u>

**Náklady na vybudování tlakové kanalizace - varianta 1 - činí 3.563.164,92 Kč + náklady na čerpací jímku 1.484.600,- Kč, tj. celkem 5.047.764,92 Kč.**

$$C_{TO} = k * C_U = 1,05 * 5.047.764,92 = \underline{\underline{5.300.153,17 \text{ Kč}}}$$

### **Varianta 2 (viz. Obr. č. 86) – kanalizace tlaková**

Úsek 23,31 m + 38,56 m + 65,55 m + 133,75 m + 148.23 m	3.563.164,92 Kč
Úsek 24,8 m + 131,47 m	
V zastavěném území, pažená rýha ve vozovce	
DN 80	
Náklad cca 3.930,- Kč/bm	614.141,10 Kč
DN 200	
Náklad cca 4.990,- Kč/bm	779.787,30 Kč
	<u>Σ 4.957.093,32 Kč</u>

**Náklady na vybudování tlakové kanalizace - varianta 2 - činí 4.957.093,32 Kč + náklady na čerpací jímku 1.484.600,- Kč, tj. celkem 6.441.693,32 Kč.**

$$C_{TO} = k * C_U = 1,05 * 6.441.693,32 = \underline{\underline{6.763.777,99 \text{ Kč}}}$$

### Varianta dle schválené PD – kanalizace gravitační

Úsek 22 m, KT DN 600

Potrubí uložené ve zpevněných plochách

Náklady cca 11.220,- Kč/bm 246.840,- Kč

Úsek 37 m, KT DN 600, ocelová chránička DN 1000

Protlak řízený s obsluhou (hornickou metodou)

Náklady protlaku cca 72.600,- Kč/bm 2.686.200,- Kč

(Polešáková & [eds.], 2011)

Náklady potrubí KT DN 600 (70 %) cca 6.650,- Kč/bm 246.050,- Kč

Úsek 103,50 m, KT DN 500

Potrubí uložené v nezpevněné ploše nebo v poli

Náklady cca 8.350,- Kč/bm 864.225,- Kč

Úsek 214 m, sklolaminát DN 500

Drážní mostní objekt

Odstranění dlažby – náklady cca 140,- Kč/m<sup>2</sup> 59.000,- Kč

Výkop – nepažená jáma – náklady cca 1.000,- Kč/m<sup>3</sup> 428.000,- Kč

(Polešáková & [eds.], 2011)

Potrubí sklolaminát DN 500 - náklady cca 9.110,- Kč/bm 1.949.540,- Kč

(včetně obetonování)

Úsek 608,50 m, KT DN 500

Potrubí uložené v nezpevněné ploše nebo v poli

Náklady cca 8.350,- Kč/bm 5.080.975,- Kč

---

Σ 11.560.830,- Kč

$$C_{TO} = k * C_U = 1,05 * 11.560.830,00 = \underline{\underline{12.138.872,00 \text{ Kč}}}$$

**Celkové náklady gravitační kanalizační stoky činí 12.138.872,- Kč.**

(Ministerstvo zemědělství ČR, 2010)



## 7. Diskuze

Tradičním způsobem odvodnění zájmového území je v ČR gravitační kanalizace, jednotné nebo oddílné stokové sítě, tedy gravitační doprava odpadních vod. Mezi alternativní způsoby odkanalizování lze zařadit např. tlakovou kanalizaci. Předností gravitačního odvádění odpadních vod je jednoduchost a spolehlivost provozování. Nevýhodou gravitačního systému je potřeba zachování dostatečného spádu, neboť při jeho nedodržení ztrácí tento systém samočisticí schopnost. To pak zvyšuje náklady na provozování stoky.

Alternativním způsobem odkanalizování je tedy např. tlaková kanalizace. Její použití je vhodné v případech, kdy by vznikly neúměrné náklady, např. při extrémním zahloubení gravitační kanalizace, nebo ukládání v těžko dostupném a komplikovaném prostředí, jako je tomu v případě sanace stokové sítě Cheb, Švédský vrch.

Výhody tlakové kanalizace:

- nižší pořizovací náklady,
- použití při nedostatečném přirozeném spádu v rovinatých územích u obcí s řídkým osídlením,
- při překážkách v trase, např. velké množství inženýrských sítí, vodní toky, stísněné podmínky při stavbě,
- při vysoké hladině podzemní vody,
- v nepříznivých geologických podmínkách,
- pokud je nutno omezit negativní vliv stavebních prací na minimum (malé hloubky a šířky výkopů).

Nevýhody tlakové kanalizace:

- nutnost snížení (oddělení) přítoku dešťových vod,
- vyšší provozní náklady v důsledku přečerpávání (nároky na elektrickou energii),
- nutnost pravidelné obsluhy.

Na konkrétním příkladu právě realizované sanace stokové sítě v Chebu bylo provedeno porovnání nákladů budované jednotné gravitační stoky a variantních možností řešení tlakové kanalizace s čerpací jímkou.

Výpočty byly provedeny ve dvou variantách. Podle dokumentu „Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury“ Ministerstva pro místní rozvoj ČR, Ústavu územního rozvoje, aktualizovaného v roce 2011, a podle dokumentu „Metodický pokyn pro orientační ukazatele výpočtu pořizovací (aktualizované) ceny objektů do Vybraných údajů majetkové evidence vodovodů a kanalizací, pro Plány rozvoje vodovodů a kanalizací a pro Plány financování obnovy vodovodů a kanalizací“, Ministerstva zemědělství ČR, který nabyl účinnosti dne 20. ledna 2010. Mezi těmito podklady je značný rozdíl, což je dobře patrné z následující tabulky výsledků provedených výpočtů.

<b>Předpokládané náklady na sanaci stokové sítě Cheb – Švédský vrch od místa navržené čerpací jímky</b>	
<b>Výpočty dle materiálu MMR ČR, ÚÚR</b>	
Čerpací jímka (ČJ)	<b>816.040,- Kč</b>
<b>Varianta 1</b>	
Tlaková kanalizace v délce cca 410 m + ČJ	<b>6.973.235,60 Kč</b>
<b>Varianta 2</b>	
Tlaková kanalizace v délce cca 566 m + ČJ	<b>9.448.552,40 Kč</b>
<b>Gravitační kanalizace</b>	<b>21.066.670,- Kč</b>
<b>Výpočty dle materiálu MZe ČR</b>	
Čerpací jímka (ČJ)	<b>1.484.600,- Kč</b>
<b>Varianta 1</b>	
Tlaková kanalizace v délce cca 410 m + ČJ	<b>5.300.153,17 Kč</b>
<b>Varianta 2</b>	
Tlaková kanalizace v délce cca 566 m + ČJ	<b>6.763.777,99 Kč</b>
<b>Gravitační kanalizace</b>	<b>12.138.872,- Kč</b>

**Tabulka 1** - Předpokládané náklady – zdroj (autorka DP)

Rozdíly v cenách obou materiálů jsou dány především tím, že metodický pokyn MZe ČR vychází z cen roku 2009, zatímco materiál MMR, ÚÚR byl aktualizován k roku 2011.

I přes značnou rozdílnost cen lze konstatovat, že poměr cen mezi jednotlivými variantami řešení je zachován a je z něho zřejmé, že investiční náklady pro výstavbu variantního řešení tlakové kanalizace a čerpací jímky jsou (až na jeden případ) oproti gravitační kanalizaci o více než polovinu levnější.

Při výběru nejvhodnější varianty řešení odkanalizování dané lokality je pochopitelně nutno ještě posoudit náklady provozní.

U gravitační kanalizace bude třeba v rámci plynulého a bezpečného provozu provádět dle potřeby pročišťování kanalizace od naplavenin v místech malého spádu.

U kanalizace tlakové s čerpací jímkou budou vznikat náklady na přečerpávání splaškových a dešťových vod do kanalizační sítě. Pro dešťové vody lze uvažovat s přečerpáváním těchto vod v časovém úseku 200 hodin/rok, při spínání čerpadla 4x za hodinu, tj. (dle výpočtu z kapitoly 6.4.1.):

„Pro čerpání dešťových vod lze použít čerpadlo typ S1 124BM, výrobce GRUNDFOS, s výtlakem 200 [m<sup>3</sup>/h] a příkonem 12,5 [kW].“

$$200 \text{ [h/rok]} * 12,5 \text{ [kW]} * 6 \text{ [Kč/kW]} = \underline{15.000,- \text{ [Kč/rok]}}$$

Roční náklady na přečerpávání dešťových vod při ceně 6 [Kč/kW] budou činit 15.000,- [Kč/rok].

Náklady na přečerpávání splaškových vod lze uvažovat takto (dle výpočtu z kapitoly 6.4.1.):

$$T_{\xi} = 3,18 \text{ [h/den]}$$

„Pro čerpání splaškových vod lze použít čerpadlo typ SV 072BH, výrobce GRUNDFOS, s příkonem 7,4 [kW].“

$$3,18 \text{ [h/den]} * 7,4 \text{ [kW]} * 6 \text{ [Kč/kW]} * 365 = \underline{51.535,08 \text{ [Kč/rok]}}$$

Roční náklady na přečerpávání splaškových vod při ceně 6 [Kč/kW] budou činit 51.535,08 [Kč/rok].

$$15.000,- \text{ [Kč/rok]} + 51.535,08 \text{ [Kč/rok]} = \underline{66.535,08 \text{ [Kč/rok]}}$$

Celkové náklady na přečerpávání splaškových a dešťových vod lze předpokládat 66.535,08 [Kč/rok].

Diplomová práce se dále zabývá zpřehledněním bezvýkopových technologií. V rámci prováděné sanace stokové sítě Cheb – Švédský vrch byla tato technologie použita pro překonání masivního silničního násypu místní pozemní komunikace (v šíři 37 m) a významně přispěla k zajištění plynulé dopravy na nejfrekventovanější komunikaci ve městě, respektive. na hlavní příjezdové komunikaci do města. Většina účastníků silničního provozu ani nezpůsobovala, že se tato komunikace stala součástí významných stavebních prací, neboť koruna silnice nebyla stavbou vůbec dotčena. Nevznikla tak potřeba objížděk, nebo jiného dopravního omezení. Díky použití bezvýkopové technologie bylo silniční těleso jen minimálně dotčeno a silniční doprava nebyla vůbec omezena. Protože nebylo potřeba provádět klasické výkopy s následným zasypáváním, hutněním a opravou povrchů, bylo ušetřeno použití stavební techniky, tím i spotřeby velkého množství fosilního paliva a tedy v přímé souvislosti s použitím bezvýkopové technologie došlo vlastně ke snížení emisí oxidu uhličitého do ovzduší. Zároveň díky použití této metody byla snížena prašnost a hlučnost při provádění stavebních prací a uchráněny byly okolní stromy, keře a ostatní vegetace. Na základě této konkrétní zkušenosti lze konstatovat, že bezvýkopová technologie je oproti tradičním výkopům mnohem šetrnější k životnímu prostředí.

S ohledem na stárnutí stokových sítí v městských aglomeracích a potřeby jejich sanování, rekonstruování a renovování, se bezvýkopové technologie jeví jako velmi perspektivní. A to především ke své schopnosti využít stávající trasy kanalizační sítě bez nutnosti zasahování do okolního terénu, narušování okolní infrastruktury, omezování dopravy, snížení emisí oxidu uhličitého do ovzduší, minimalizaci obtěžování obyvatelstva, ochrany stromů a okolní vegetace.

## 8. Závěr

Při porovnání výpočtu předpokládaných nákladů sanace stokové sítě zjišťujeme sice očekávaný, ale svým rozdílem překvapivý výsledek. Sanace stokové sítě v lokalitě Chebu - Švédský vrch formou výstavby gravitační kanalizace, propojující stávající stokovou síť v lokalitě Švédský vrch s centrální čistírnou odpadních vod, je výrazně dražším řešením oproti výstavbě tlakové kanalizace s čerpací jímkou. Bez poskytnutí štedrých dotací (cca 61 % Evropská unie, 4 % Státní fond životního prostředí ČR) a při pouhých 35 % vlastních investic investora (příjemce dotace) by takto nákladná stavba byla jen těžko realizovatelná. Její realizace zajistí dostatečně kapacitní odvádění odpadních i dešťových vod ze zájmové lokality, bez závislosti na pravidelné dodávce elektrické energie. Vzhledem k použitému materiálu kameninových a sklolaminátových trub lze předpokládat i vysokou životnost této kanalizační stoky. Případná údržba kanalizace, např. v mostním objektu však vždy bude trochu komplikovaná pro svou obtížnou dostupnost.

Naproti tomu varianty výstavby tlakové kanalizace s čerpací jímkou jsou investičně i technicky mnohem snáze dostupné. Jejich realizací by byla zajištěna dostatečná kapacita odvádění odpadních a částečně i dešťových vod ze zájmového území. Do budoucna by však byl větší tlak na odvádění dešťových vod mimo tuto kanalizaci, aby se zbytečně nezvyšovaly náklady na jejich přečerpávání. To by mělo i pozitivní dopad na provoz čistírny odpadních vod, která by byla méně hydraulicky zatížená. Provoz čerpací stanice by vyžadoval pravidelnou dodávku elektrické energie a umístění dvou párů čerpadel pro přečerpávání splaškových a dešťových vod. Čerpací jímka by musela být opatřena bezpečnostním přelivem (přepadovou hranou), např. pro případ výpadku elektrické energie. Kratší by zde byla životnost čerpadel, které by se po dožití musely vyměnit.

Kromě legislativních, odborných a technických informací v problematice odkanalizování sídelních území, a to jak obecných, tak konkrétních na právě probíhající realizaci sanace stokové sítě Cheb - Švédský vrch, měla tato diplomová práce i jeden přímý dopad. Díky prováděnému monitorování průběhu prací pozitivně ovlivnila kvalitu životního prostředí dané lokality. Díky včasnému zásahu totiž došlo k vyklizení odpadu v korytě Maškovského potoka a jeho okolí, který by jinak způsobit povodňovou událost.

## 9. Použitá literatura a zdroje

1. **All-Biz, 2011.** *Sklolaminátné potrubí.* [Online] Available at: <http://www.ua.all-biz/cs/buy/goods/?group=1063591> [Přístup získán 02 06 2011].
2. **anonimus, nedatováno** *našeinfo: bydlení - Historie kanalizace.* [Online] Available at: <http://www.naseinfo.cz/stavby-a-stavebnictvi/technickezarizeni/kanalizace/historie-kanalizace> [Přístup získán 03 06 2011].
3. **Asociace čistírenských expertů České republiky, 2009.** *Metodická příručka, posouzení stokových systémů urbanizovaných povodí.* Praha: Státní fond životního prostředí.
4. **B&BC, 2008.** *Prezentační brožura Asociace betonových kanalizací (ABK), 12 důvodů proč používat beton v kanalizacích.* [Online] Available at: <http://www.-babc.cz/stazeni/betonove-vyrobky-fotogalerie.php> [Přístup získán 05 06 2011].
5. **Český úřad zeměměřický a katastrální, 2012.** *Nahlížení do katastru nemovitostí.* [Online] Available at: <http://sgi.nahlizenidokn.cuzk.cz/marushka> [Přístup získán 29 02 2012].
6. **Dolejš, M. & Bernát, J., 2011.** *Kontrola kvality výstavby a obnova stokových sítí.* Praha: Pražské vodovody a kanalizace, a.s..
7. **European Council, 1991.** *Council Directive 91/271/EEC.* Brussels: European Union.
8. **Fryč, I., 2010.** *Nekonvenční pohled na skryté environmentální aspekty bezvýkopových technologií. NODIG, 20 12, pp. 27 - 29.*
9. **GEREX, 2007.** *Bezvýkopová pokládka - Swagelining.* [Online] Available at: <http://www.gerex.cz/moznosti-pokladky/bezvykopovapokladka/swagelining/> [Přístup získán 1 11 2011].
10. **Glasspol spol. s r. o., 2010.** *Sortiment.* [Online] Available at: <http://www.-glasspol.cz/sortiment.htm> [Přístup získán 04 06 2011].
11. **Hájková, M., 2007.** *Kanalizační řád Cheb.* Cheb: CHEVAK Cheb, a.s..
12. **Hladiš, J., 2010.** *Polypropylenové potrubí pro kanalizační systémy.* Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická.
13. **Hobohm, S., 2008.** *Grabenloser Einbau duktiler Gussrohre.* Wetzlar: Buderus Giesserei.
14. **Horák, M. & [eds.], 2007.** *Monitoring a sanace na poddolovaném území. NO DIG, březen, pp. 7-10.*
15. **Horák, M., 2008.** *Stoková síť poškozená síranovou korozí betonu.* Brno: VUT v Brně.
16. **Hydroprojekt, a.s., 1995.** *Stokové sítě a kanalizační přípojky.* Praha: Český normativní institut.
17. **Hydroprojekt, a.s., 1998.** *Venkovní systémy stokových sítí a kanalizačních přípojek - Část 5: Sanace.* Praha: Český normalizační institut.
18. **Hydroprojekt, a.s., 2001.** *Bezvýkopové provádění stok a kanalizačních přípojek a jejich zkoušení.* Praha: Český normalizační institut.
19. **Hydroprojekt, a.s., 2001.** *Trenchless construction and testing of drains and sewers. Bezvýkopové provádění stok a kanalizačních přípojek a jejich zkoušení..* Praha: Český normativní institut.
20. **Hydroprojekt, a.s., 2002.** *Všeobecné požadavky na stavební dílce pro opravy a renovace venkovních stok a kanalizačních přípojek.* Praha: Český normalizační institut.

21. **Hydroprojekt, a.s., 2011.** *Stokování, kanalizace, odvádění dešťových vod.* [Online] Available at: [http://www.hydroprojekt.cz/stokovani\\_kanal.htm](http://www.hydroprojekt.cz/stokovani_kanal.htm) [Přístup získán 15 05 2011].
22. **CHEVAK Cheb, a.s., 2010.** <http://www.chevak.cz/tiskove-zpravy/>. [Online] [Přístup získán 2011].
23. **Instalatéři EKOMPLEX, 2011.** *Rekonstrukce domovních odpadů - renovace kanalizací.* [Online] Available at: <http://www.vodari.eu/voda/kanalizace/rekonstrukce.php> [Přístup získán 09 06 2011].
24. **INTERGLOBAL, 2007.** *Grundoburst - bezvýkopová metoda obnovy vodovodních a kanalizačních řadů.* [Online] Available at: <http://www.-interglobal.cz/UserFiles/file/Grundoburst2.pdf> [Přístup získán 1 4 2011].
25. **KERAMO STEINZEUG, s.r.o., 2009.** *Kameninové trouby v praxi.* [Online] Available at: [http://www.steinzeug.com/CMS/upload/Kameninove\\_trouby-v\\_praxi\\_1\\_5234.pdf](http://www.steinzeug.com/CMS/upload/Kameninove_trouby-v_praxi_1_5234.pdf) [Přístup získán 09 06 2011].
26. **Klepsatel, F. & Raclavský, J., 2007.** *Bezvýkopová výstavba a obnova podzemních vedení.* Bratislava: JAGA GROUP, s.r.o..
27. **Kolářová, J. & Pliska, Z., 2005.** *Generel kanalizace pro město Cheb.* místo neznámé:HYDROPORJEKT CZ, a.s..
28. **Palivec, V. & [eds.], 2005.** *Cheb - Švédský vrch, kanalizace.* Ostrov nad Ohří: Ing. Vladimír Palivec, projekty a inženýrská činnost
29. **PERCO LTD., 2009.** *The Expandit pipe bursting system.* [Online] Available at: <http://www.perco.co.uk/downloads/news173.pdf> [Přístup získán 2 4 2011].
30. **Plastmont Bureš, s.r.o., 2011.** *Potrubi pro kanalizaci.* [Online] Available at: <http://www.plastmont.cz/k-potrubi01a.htm> [Přístup získán 09 06 2011].
31. **Polešáková, M. & [eds.], 2011.** *Aktualizace 2011.* Brno: MMR ČR, ÚÚR.
32. **PROPIPE, 2010.** *Top Hat System. Pro-Pipe Professional Pipe Services, Madero, California, USA.* [Online] Available at: [http://www.pro-pipe.com/-top\\_hat.htm](http://www.pro-pipe.com/-top_hat.htm) [Přístup získán 19 2 2011].
33. **PRS ROHRSANIERUNG, 2005.** *Rib Loc, Expanda & Rib Steel.* [Online] Available at: <http://www.prsrohrsanierung.de/englisch/ourproducts/riblocexpandaribsteel/index.html> [Přístup získán 20 3 2011].
34. **Raclavský, J., 2003.** *Sanace vodohospodářských sítí.* Brno: VUT v Brně.
35. **Raclavský, J., 2008.** *Současná problematika ve výstavbě a provozování sítí technického vybavení. ASB - architektura, stavebnictví, byznys,* pp. <http://www.-asb-portal.cz/inzenyrske-stavby/inzenyrske-site/soucasna-problematika-vevystavbe-a-provozovani-siti-technickeho-vybaveni-163.html>.
36. **Raclavský, J., 2009.** *Průzkum a technická analýza stokových sítí. KONSTRUKCE Media, s.r.o.,* pp. <http://www.vodohospodarske-stavby.cz/-clanek/pruzkum-a-technicka-analyza-stokovych-siti/>.
37. **RACLAVSKÝ, J. & MIČÍN, J., 2001.** *Sewer network operation and management modelling - sewer system rehabilitation. článek ve sborníku,* pp. [http://www.vutbr.cz/vyzkum-a-vyvoj/vysledky?vav\\_id=7840#vysledek-7840](http://www.vutbr.cz/vyzkum-a-vyvoj/vysledky?vav_id=7840#vysledek-7840).
38. **Rees, A., 2011.** *Greening the globe with trenchless.* [Online] Available at: [http://trenchlessinternational.com/news/greening\\_the\\_globe\\_-\\_with\\_trenchless/053926/](http://trenchlessinternational.com/news/greening_the_globe_-_with_trenchless/053926/) [Přístup získán 21 2 2012].
39. **SFB s.r.o., 2011.** *Litinové hrdlové potrubí a tvarovky.* [Online] Available at: <http://www.sfb-praha.cz/page.php?str=lit-hrdlove-potrubi> [Přístup získán 15 05 2011].



40. **Schill, J., 2011.** *Pipe Bursting in Bridgeport: Utility Solutions Goes the Distance.* [Online] Available at: <http://www.tttechnologies.com> [Přístup získán 16 březem 2012].
41. **Schleicher, F., 1955.** *Taschenbuch für Bauingenieure.* Berlín: Springer-Verlag.
42. **Sloupárna Majdalena s.r.o., 2008.** *Výrobky - betonové trouby.* [Online] Available at: <http://www.slouparna.cz/index.php?prodcatid=17> [Přístup získán 08 06 2011].
43. **SOVAK ČR, 2008.** *Zásady pro využití bezvýkopových technologií v oboru vodovodů a kanalizací.* Praha: Sdružení oboru vodovodů a kanalizací.
44. **Stein, D. & N. W., 1992.** *Instandhaltung von Kanalisationen.* Berlín: Verlag für Architektur und technische Wissenschaften.
45. **Synáčková, M., 2010.** *2. část stokování.* Praha: ČZU v Praze, FŽP.
46. **Šejnoha, J. & [eds.], 2003.** *Stavební materiály pro výstavbu stokových sítí.* Praha: Česká vědeckotechnická vodohospodářská společnost.
47. **Šrytr, P. & [., 2001.** *Městské inženýrství (2).* Praha: Academia.
48. **Šrytr, P. & [eds.], &, 1998.** *Městské inženýrství (1).* Praha: Academia.
49. **TLAK SMOLÍK s.r.o., 2008.** *Protlaky – mikrotunelování je bezvýkopová technoogie.* [Online] Available at: <http://www.smolik.cz/protlaky.html> [Přístup získán 15 05 2011].
50. **VaK Havlíčkův Brod, 2008.** *STANDARDY KANALIZAČNÍCH ZAŘÍZENÍ.* [Online] Available at: <http://www.vakhb.cz/StandardyK.pdf> [Přístup získán 10 06 2011].
51. **Vodohospodářský rozvoj a výstavba, a.s., 2007.** <http://webmap.kr-karlovarska.cz/prvk/>. [Online] [Přístup získán listopad 2011].
52. **Vondruška, V., 2007.** *Intimní historie - Od antiky po baroko.* Brno: MOBA.
53. **WILO Praha s.r.o., 2007.** *Technika čerpání odpadních vod.* místo neznámé:autor neznámý
54. **Žabička, Z., 2008.** *Vodovod a kanalizace.* Brno: ERA.

## 9.1. Legislativa

55. **Zákon č. 274/2001 Sb.,** o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů
56. **Vyhláška č. 428/2001 Sb.,** kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)
57. **Ministerstvo zemědělství ČR, 2010.** Metodický pokyn pro orientační ukazatele výpočtu pořizovací (aktualizované) ceny objektů do Vybraných údajů majetkové evidence vodovodů a kanalizací, pro Plány rozvoje vodovodů a kanalizací a pro Plány financování obnovy vodovodů a kanalizací

## 10. Seznam obrázků a tabulek

### 10.1. Seznam obrázků

<b>Obr. č. 1</b> - Kameninové trouby – zdroj (KERAMO STEINZEUG, s.r.o., 2009).....	11
<b>Obr. č. 2</b> - Betonové trouby – zdroj (Sloupárna Majdalena s.r.o., 2008).....	12
<b>Obr. č. 3</b> - Železobetonové trouby – zdroj (B&BC, 2008).....	13
<b>Obr. č. 4</b> - Litinové trouby – zdroj (SFB s.r.o., 2011).....	14
<b>Obr. č. 5</b> - Ocelové trouby – zdroj (Instalatéři EKOMPLEX, 2011) .....	15
<b>Obr. č. 6</b> - Sklolaminátové potrubí – zdroj (All-Biz, 2011).....	16
<b>Obr. č. 7 a obr. č. 8</b> - Plastové potrubí – zdroj (Plastmont Bureš, s.r.o., 2011).....	17
<b>Obr. č. 9</b> - Trouby kovové plastové – zdroj (All-Biz, 2011).....	18
<b>Obr. č. 10</b> - Trouby plastové – zdroj (Glasspol spol. s r. o., 2010).....	18
<b>Obr. č. 11</b> - Celková délka kanalizačních stok v ČR dle materiálu – zdroj (Raclavský, 2009).....	18
<b>Obr. č. 12 a obr. č. 13</b> - Příklady ovality kanalizačních trub – zdroj (Dolejš & Bernát, 2011).....	20
<b>Obr. č. 14</b> - Přesazení potrubí přípojky do průtočného profilu stoky – zdroj (Dolejš & Bernát, 2011).....	21
<b>Obr. č. 15</b> - Prorůstání kořenů – zdroj (Horák & [eds.], 2007).....	23
<b>Obr. č. 16</b> - Kamerový vozík se záznamovým zařízením ECO-Star-Elka 250 – zdroj (Raclavský, 2009).....	24
<b>Obr. č. 17</b> - Princip kamerové prohlídky – zdroj (Stein, 1992) .....	24
<b>Obr. č. 18</b> - Neřízená zemní raketa / pneumatické kladivo Grundomat – zdroj (TLAK SMOLÍK s.r.o., 2008) .....	25
<b>Obr. č. 19</b> - Beranění ocelového potrubí Grundoram – zdroj (TLAK SMOLÍK s.r.o., 2008).....	26
<b>Obr. č. 20</b> - Rozrušovací metoda (Pipe bursting) – zdroj (Schill, 2011).....	26
<b>Obr. č. 21</b> - Horizontální vrtání s výplachem - řízený vrtný systém Grundodrill - zdroj (TLAK SMOLÍK s.r.o., 2008) .....	28
<b>Obr. č. 22</b> - Technologie Swageling – zdroj (Stein, 1992).....	29
<b>Obr. č. 23 a obr. č. 24</b> – Poloha Karlovarského kraje a města Chebu – zdroj (Vodohospodářský rozvoj a výstavba, a.s., 2007).....	30
<b>Obr. č. 25</b> - Kanalizační rozvody v obci - trasování sítí, lokalizace ČOV, ČS, výústě – zdroj (Vodohospodářský rozvoj a výstavba, a.s., 2007) .....	31
<b>Obr. č. 26</b> - Právní rámec v České republice – zdroj (Asociace čistírenských expertů České republiky, 2009) .....	35
<b>Obr. č. 27, 28, 29</b> - Startovací jáma v Pražské ulici – zdroj (foto autorka DP, 07/2011) .....	36
<b>Obr. č. 30</b> - Ocelová chránička před úpravou - zdroj (foto autorka DP, 08/2011)....	37
<b>Obr. č. 31</b> - Ocelová chránička po úpravě pro správné napojení - zdroj (foto autorka DP, 08/2011) .....	37
<b>Obr. č. 32</b> - Nezbytná elektrocentrála - zdroj (foto autorka DP, 08/2011).....	37
<b>Obr. č. 33</b> - Kompresor pro sbíječku - zdroj (foto autorka DP, 08/2011).....	37
<b>Obr. č. 34</b> - Startovací jáma - zdroj (foto autorka DP, 08/2011).....	38
<b>Obr. č. 35</b> - Koncová jáma - zdroj (foto autorka DP, 08/2011) .....	38
<b>Obr. č. 36</b> - Koncové jámě musely <b>Obr. č. 37</b> - Napojovací šachta kanalizace .....	38
<b>Obr. č. 38, 39</b> - Místo startovací jámy po dokončení prací – zdroj (foto autorka DP, 02/2012) .....	38

<b>Obr. č. 40, 41</b> - Železniční mostní objekt po vyčištění od nánosů - zdroj (foto autorka DP, 09/2011) .....	39
<b>Obr. č. 42, 43</b> - Železniční mostní objekt zabezpečený proti vstupu nepovolaných osob - zdroj (foto autorka DP, 10/2011, 02/2012) .....	39
<b>Obr. č. 44</b> - Sklolaminátové potrubí – zdroj (foto autorka DP, 02/2012) .....	40
<b>Obr. č. 45</b> - Stavební mechanizace uvnitř mostního objektu - zdroj (foto autorka DP, 02/2012) .....	40
<b>Obr. č. 46</b> - Zdevastovaná zahrada - zdroj (foto autorka DP, 09/2011) .....	40
<b>Obr. č. 47</b> - Maškovský potok mezi drážním mostním objektem a Pražskou ulicí - zdroj (foto autorka DP, 09/2011) .....	40
<b>Obr. č. 48</b> - Přicpaný silniční propustek pod Pražskou ulicí - zdroj (foto autorka DP, 09/2011) .....	40
<b>Obr. č. 49, 50</b> - Maškovský potok po úklidu odpadu v korytě a na březích toku – zdroj (foto autorka DP, 02/2012) .....	41
<b>Obr. č. 51</b> - Pohled do nové kanalizační šachty RŠ3 - zdroj (foto autorka DP, 02/2012) .....	41
<b>Obr. č. 52</b> - Trasa kanalizace v místě bývalých zahrad - zdroj (foto autorka DP, 02/2012) .....	41
<b>Obr. č. 53</b> - Pohled do nové kanalizační šachty RŠ2 - zdroj (foto autorka DP, 02/2012) .....	41
<b>Obr. č. 54</b> - Překop komunikace po dvou polovinách - zdroj (foto autorka DP, 07/2011) .....	42
<b>Obr. č. 55, 56</b> - Stavební technika ve stísněném prostoru zahrádkářské kolonie - zdroj (foto autorka DP, 08/2011) .....	42
<b>Obr. č. 57</b> - Trasa kanalizace v souběhu se zahrádkářskou kolonií po ukončení prací – zdroj (foto autorka DP, 09/2011) .....	42
<b>Obr. č. 58</b> - Přehledná situace města Cheb – zdroj ( <a href="http://maps.google.com">http://maps.google.com</a> 29.02.2012).....	43
<b>Obr. č. 59</b> - Vrázova ulice s viaduktem – návrh řešení: varianta 1 – zdroj (CHEVAK Cheb, a.s., 2007) a (autorka DP) .....	44
<b>Obr. č. 60</b> - Vrázova ulice s viaduktem – návrh řešení: varianta 2 – zdroj (CHEVAK Cheb, a.s., 2007) a (autorka DP) .....	45
<b>Obr. č. 61</b> - Vrázova ulice s viaduktem – návrh čerpací jímky – zdroj (autorka DP).....	46
<b>Obr. č. 62</b> - Schéma návrhu čerpací jímky splaškových a dešťových vod – zdroj (autorka DP) .....	49
<b>Obr. č. 63</b> - Situování Maškovského potoka – zdroj ( <a href="http://voda.gov.cz/portal/cz/">http://voda.gov.cz/portal/cz/</a> ) .....	67
<b>Obr. č. 64</b> - Napěněná voda pod propustkem - zdroj (foto autorka DP 09/2011) .....	67
<b>Obr. č. 65</b> - Volná výust z průmyslového areálu - zdroj (foto autorka DP 09/2011) .....	67
<b>Obr. č. 66</b> - Volné výpustě – zdroj (Palivec & [eds.], 2005) .....	68
<b>Obr. č. 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74</b> - Protlak pod Pražskou ulicí – zdroj (foto autorka DP 08/2011) – text viz kapitola 5.3.1.....	69
<b>Obr. č. 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82</b> - Protlak pod Pražskou ulicí – zdroj (foto autorka DP 08/2011) – text viz kapitola 5.3.1.....	70
<b>Obr. č. 83</b> - Přehledná situace stokové sítě v lokalitě Švédský vrch a za železniční tratí, včetně pohledu na viadukt ve Vrázově ulici – zdroj (CHEVAK Cheb, a.s., 2007) a (foto autorka DP 07/2011).....	71
<b>Obr. č. 84</b> - Přehledná situace stokové sítě s variantními možnostmi řešení – zdroj (CHEVAK Cheb, a.s., 2007) a (autorka DP) .....	72
<b>Obr. č. 85</b> - Délka tlakové kanalizace varianta 1 – zdroj (Český úřad zeměměřický a katastrální, 2012).....	73

<b>Obr. č. 86</b> - Délka tlakové kanalizace varianta 2 – zdroj (Český úřad zeměměřický a katastrální, 2012).....	74
<b>Obr. č. 87</b> - Ilustrační obrázek - funkční schéma čerpací jímky s čerpadly v suché jímce – zdroj (WILO Praha s.r.o., 2007).....	75

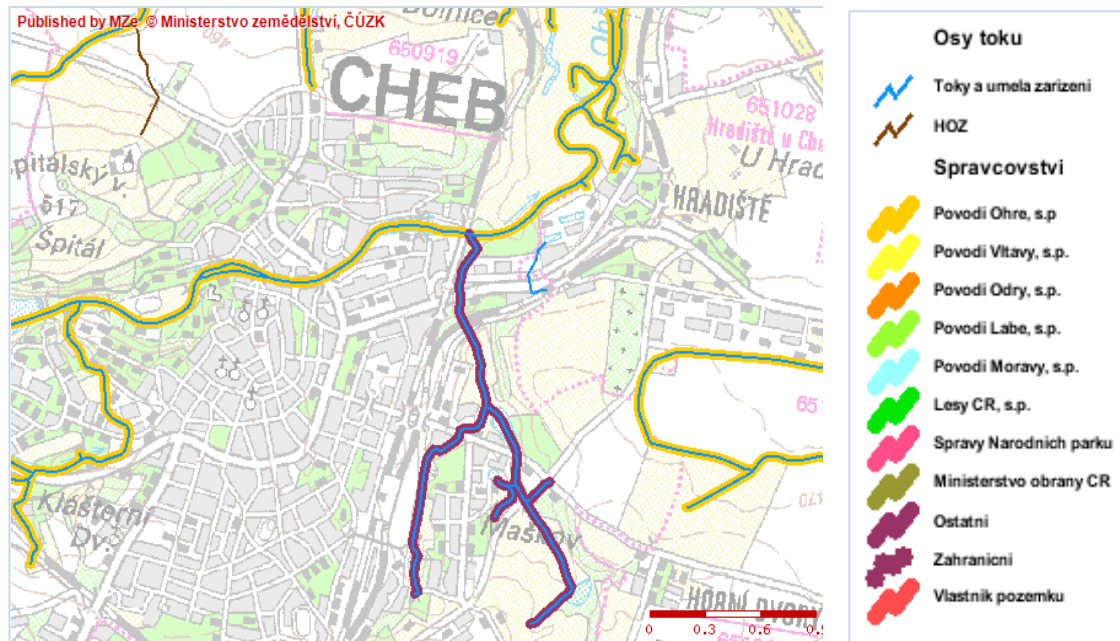
## **10.2. Seznam tabulek**

<b>Tabulka 1</b> - Předpokládané náklady – zdroj (autorka DP) .....	57
<b>Tabulka 2</b> - Technické ukazatele stokových sítí – zdroj (Raclavský, 2009) .....	66

## 11. Přílohy

Technický ukazatel	Popis poruchy		Třída poruchy 5	Třída poruchy 4	Třída poruchy 3	Třída poruchy 2	Třída poruchy 1
			K5	K4	K3	K2	K1
TU1	Zlomená trouba, zborcení		zborcení konstrukce	chybějící části trouby	/	/	/
TU2	Trhliny (b= šíře trhlinky v mm)		> 5 mm	2 – 5 mm	0,5 – 2 mm	0,2 – 0,5 mm	< 0,2 mm
TU3	Viditelná netěsnost		tekoucí voda	vlhké, kapající voda	/	/	/
TU4	Přesazení (trubek vůči sobě)	DN < 300	/	> 2 cm	1 – 2 cm	< 1 cm	/
		300 < DN < 600	/	> 3 cm	2 – 3 cm	1 – 2 cm	< 1 cm
		600 < DN < 1000	/	> 4 cm	3 – 4 cm	2 – 3 cm	< 2 cm
		1000 < DN	/	> 5 cm	4 -5 cm	3 – 4 cm	< 3 cm
TU5	Nesprávné uložení v % profilu výšky		/	> 50 %	25 – 50 %	10 – 25 %	< 10 %
TU6	Prorůstání kořenů	v hrdle	> 2 cm	1 – 2 cm	0,5 - 1 cm	0,1 – 0,5 cm	< 0,1 cm
		v trhlíně	> 1 cm	0,5 - 1 cm	< 0,5 cm	/	/
TU7	Překážky v odtoku % plochy průtoku	usazeniny	> 50 %	25 – 50 %	10 – 25 %	< 10 %	/
		pevné překážky	> 30 %	15 – 30 %	5 – 15 %	< 5 %	/
TU8	Obrus		> 3 cm	1 – 3 cm	< 1 cm	/	/
TU9	Korose		zborcení	chybějící části trouby	všeobecné napadení	/	/
TU10	Deformace profilu		/	> 10 %	5 – 10 %	< 5 %	/
TU11	Poškozené stupadlo nebo žebřík		chybí	narušena statika	/	/	/
TU12	Poškození poklopu nebo rámu		prasklý	trhlinky	/	/	/

**Tabulka 2** - Technické ukazatele stokových sítí – zdroj (Raclavský, Průzkum a technická analýza stokových sítí, 2009)



Obr. č. 63 - Situování Mašovského potoka – zdroj (<http://voda.gov.cz/portal/cz/>)

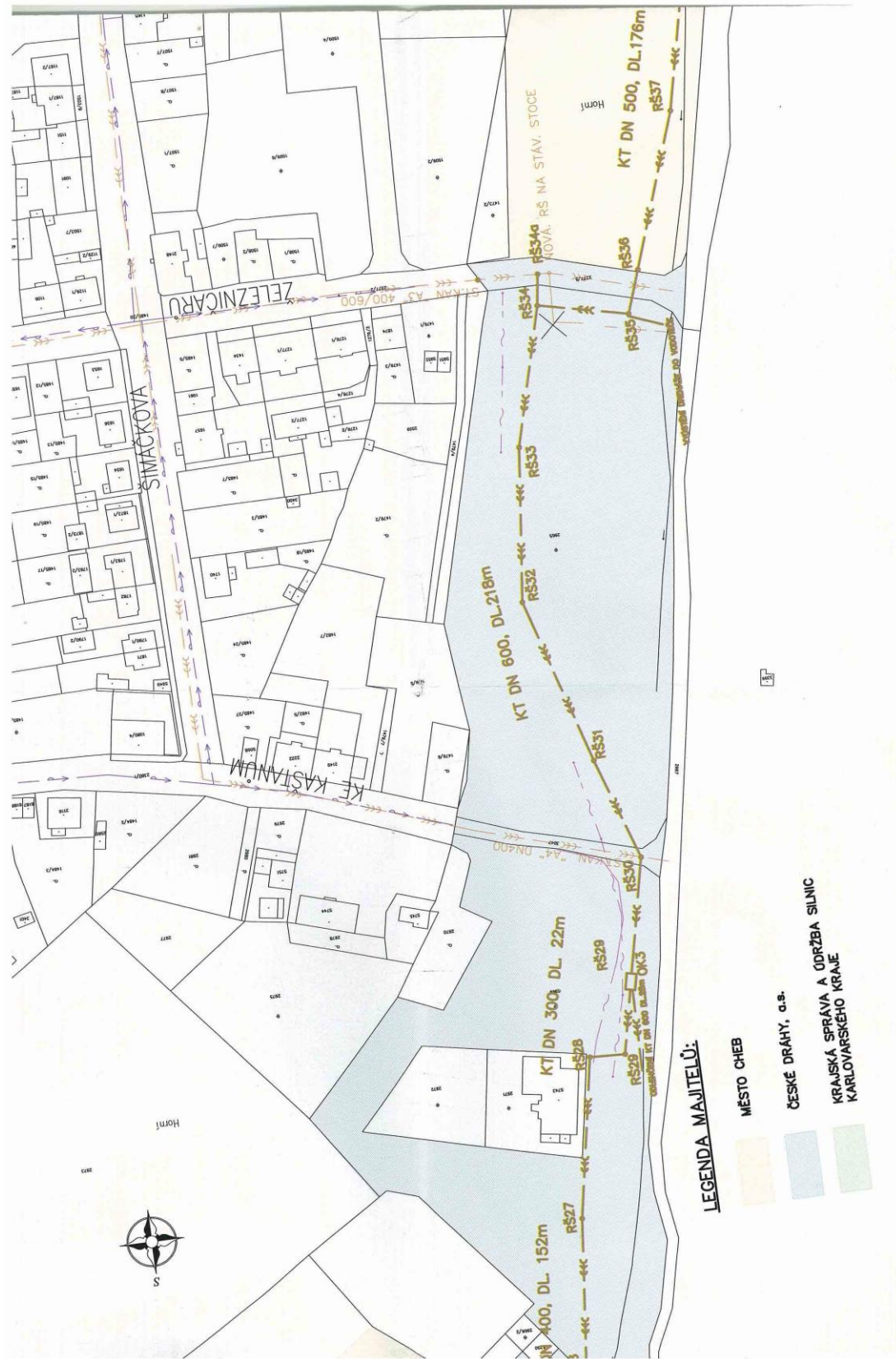


Obr. č. 64 - Napěněná voda pod propustkem - zdroj (foto autorka DP 09/2011)



Obr. č. 65 - Volná výúst z průmyslového areálu - zdroj (foto autorka DP 09/2011)





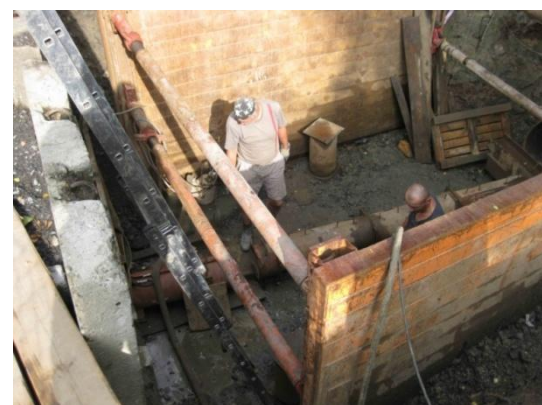
Obr. č. 66 - Volné vypustě – zdroj (Palivec & [eds.], 2005)





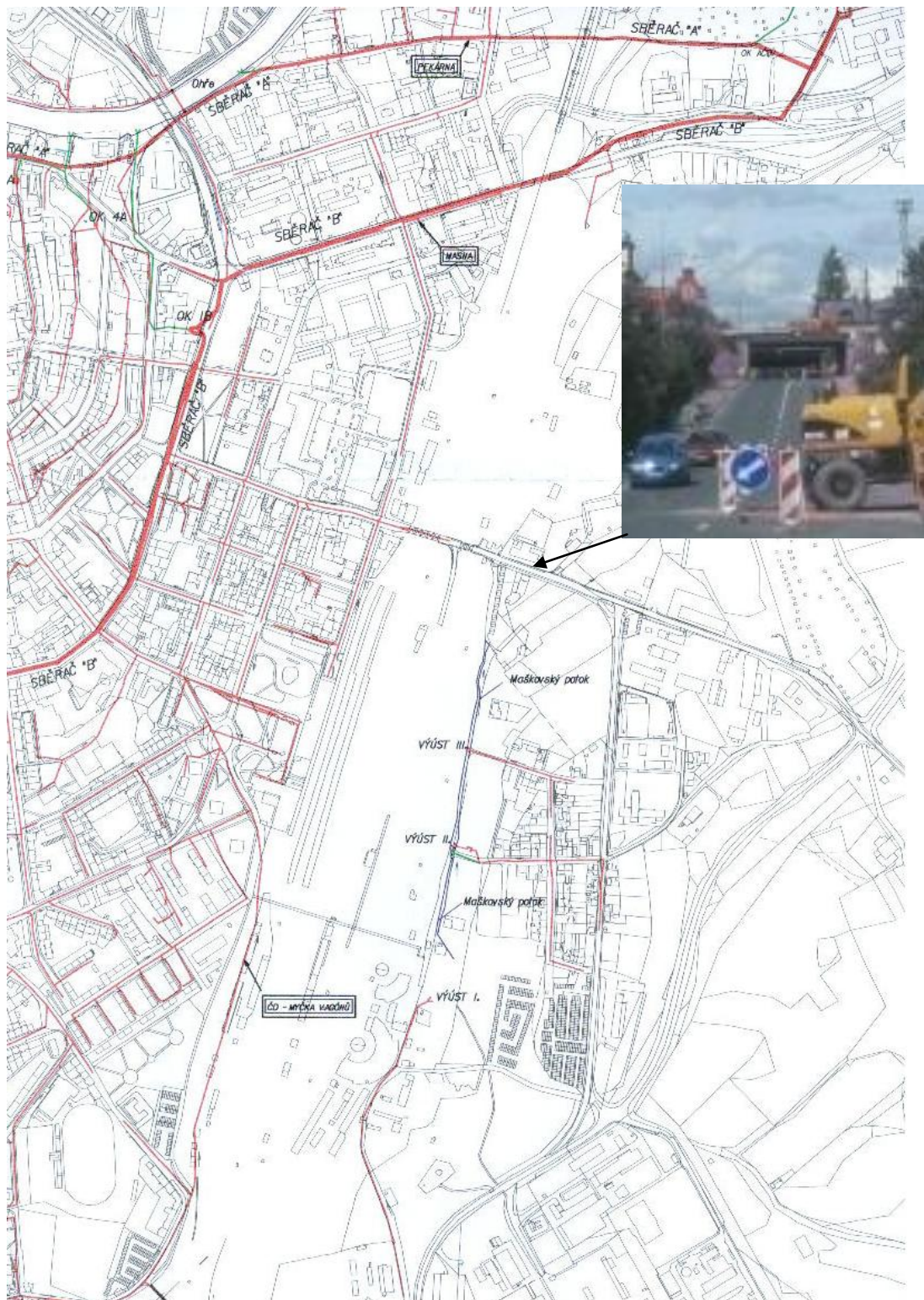
**Obr. č. 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74** - Protlak pod Pražskou ulicí – zdroj (foto autorka DP 08/2011) – text viz kapitola 5.3.1





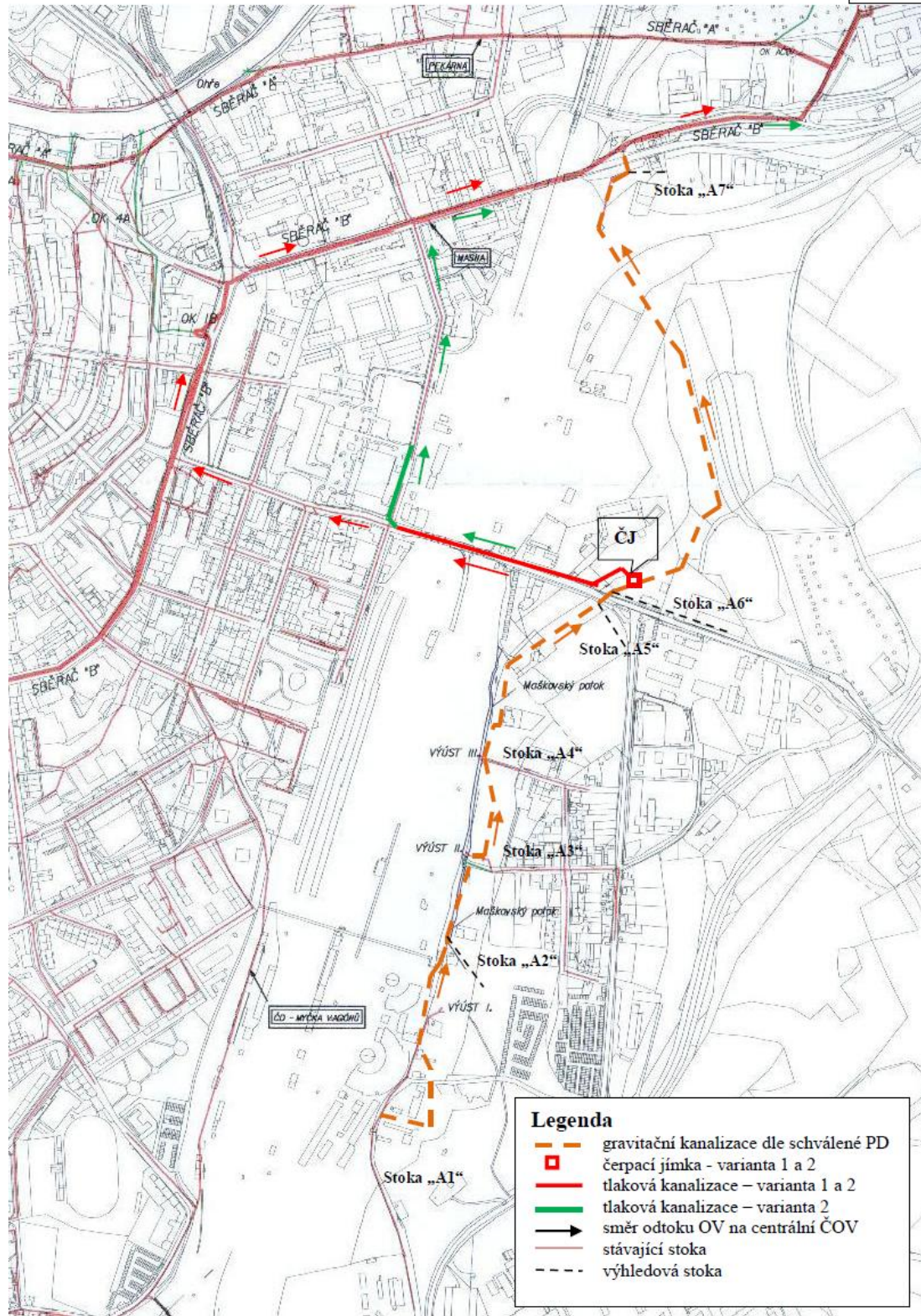
**Obr. č. 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82** - Protlak pod Pražskou ulicí – zdroj (foto autorka DP 08/2011) – text viz kapitola 5.3.1





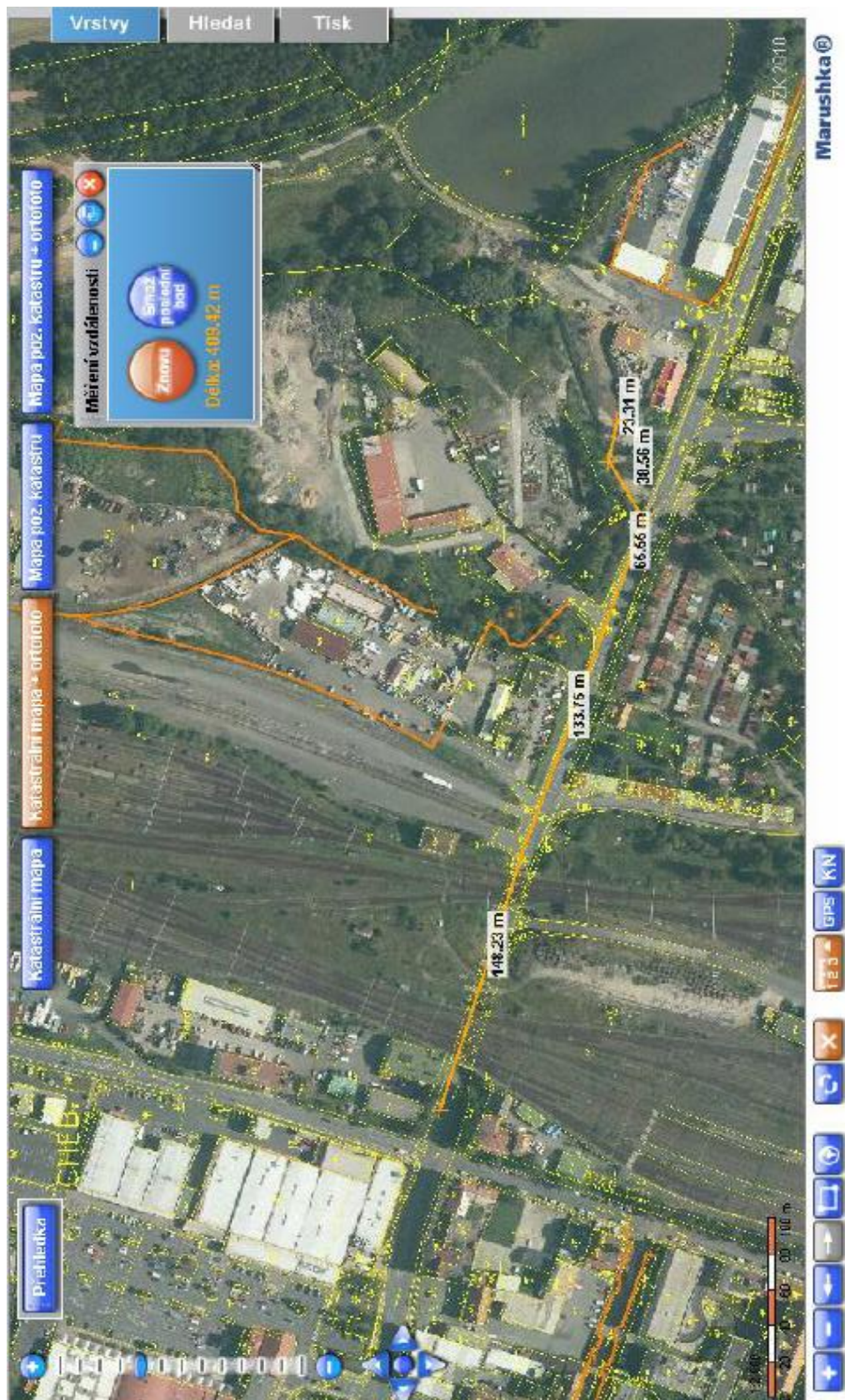
**Obr. č. 83** - Přehledná situace stokové sítě v lokalitě Švédský vrch a za železniční tratí, včetně pohledu na viadukt ve Vrázově ulici – zdroj (CHEVAK Cheb, a.s., 2007) a (foto autorka DP 07/2011)





Obr. č. 84 - Přehledná situace stokové sítě s variantními možnostmi řešení – zdroj (CHEVAK Cheb, a.s., 2007) a (autorka DP)



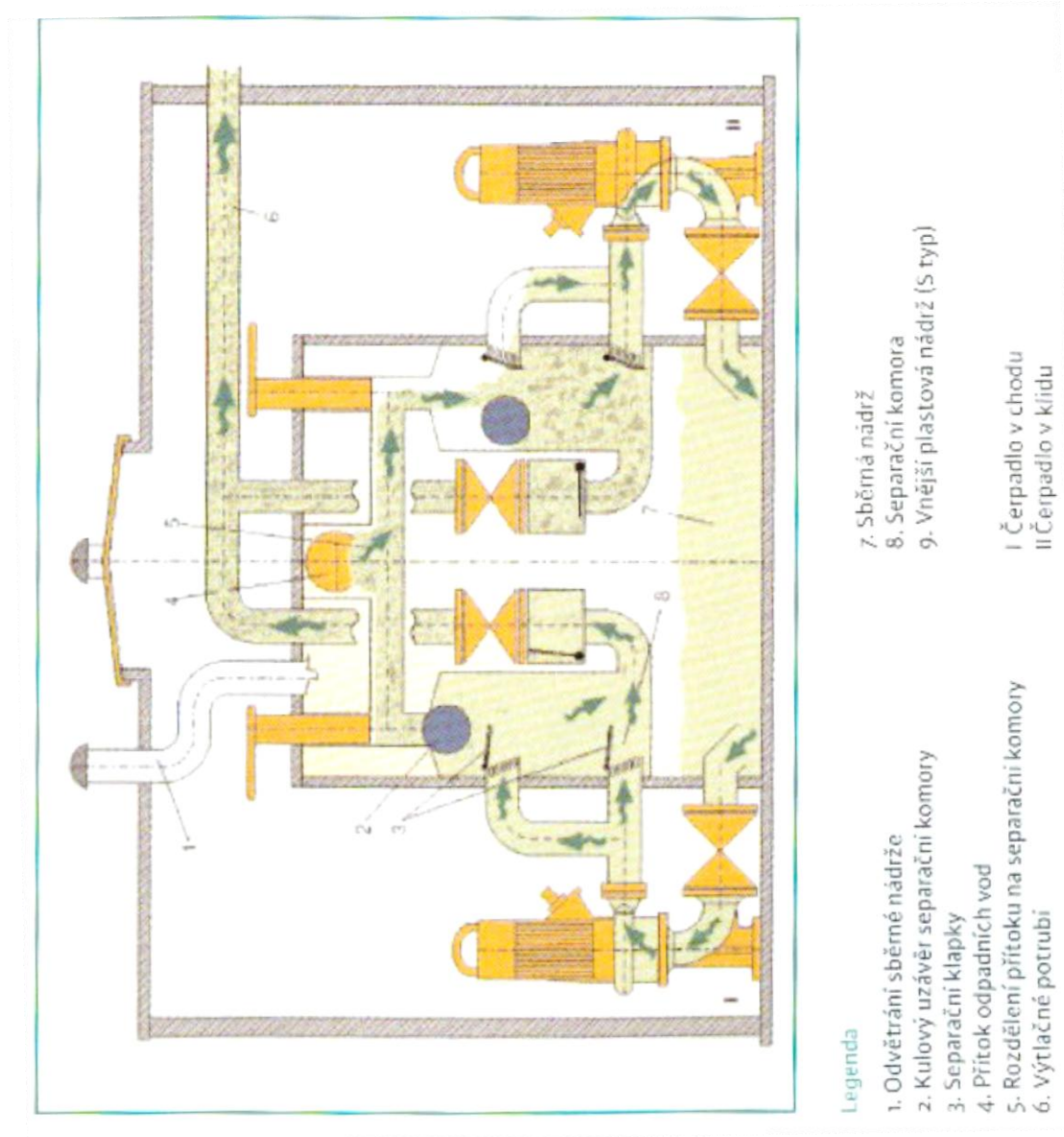


**Obr. č. 85** - Délka tlakové kanalizace varianta 1 – zdroj (Český úřad zeměměřický a katastrální, 2012)





**Obr. č. 86** - Délka tlakové kanalizace varianta 2 – zdroj (Český úřad zeměměřický a katastrální, 2012)



**Obr. č. 87** - Ilustrační obrázek - funkční schéma čerpací jímky s čerpadly v suché jímce – zdroj (WILO Praha s.r.o., 2007)