



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ OBCÍ

INSTITUTE OF MUNICIPAL WATER MANAGEMENT

SANACE STOKOVÉ SÍTĚ A KANALIZAČNÍCH PŘÍPOJEK

REHABILITATION OF THE SEWER NETWORK AND SEWER CONNECTIONS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Vojtěch Bajza

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Jaroslav Raclavský, Ph.D.

BRNO 2024

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav vodního hospodářství obcí
Student: **Vojtěch Bajza**
Vedoucí práce: **doc. Ing. Jaroslav Raclavský, Ph.D.**
Akademický rok: 2023/24
Studijní program: B0732A260005 Stavební inženýrství
Studijní obor: Vodní hospodářství a vodní stavby

Děkan Fakulty Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Sanace stokové sítě a kanalizačních přípojek

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Předmětem bakalářské práce bude zpracování nových poznatků a informací z oblasti sanace stokové sítě a kanalizačních přípojek.

Cíle a výstupy bakalářské práce:

Bakalářská práce se bude skládat ze dvou částí. V první části bakalář provede rešerši z dané problematiky. V druhé části bakalář aplikuje získané poznatky na studii sanace vybrané části stokové sítě.

Požadované výstupy: rešeršní část, technická zpráva, výkresová dokumentace dle požadavků vedoucího bakalářské práce.

Seznam doporučené literatury a podklady:

- [1] STEIN, R. a STEIN, D. Trenchless Technology for Installation of Cables and Pipelines, 2nd Volume: Horizontal Directional Drilling (HDD). 1. Auflage, März 2012. E-Book im PDF-Format. ISBN 978-3-9810648-2-7
- [2] STEIN, D. Der begehbare Leitungsgang. Berlin: Ernst&Sohn, 2002. ISBN 3-433-01263-X.
- [3] STEIN, D. Grabenloser Leitungsbau. Berlin: Ernst&Sohn: Berlin, 2003. ISBN 3-433-01778-6.
- [4] MAYS, L.W. Stormwater collection systems design handbook. McGraw-Hill. 2001. ISBN 0-07-135471-9.
- [5] Platné normy k dané problematice.
- [6] Další podklady dle aktualizace vycházející z průběhu řešení BP.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku.

V Brně, dne 16. 11. 2023

L. S.

doc. Ing. Tomáš Kučera, Ph.D.
vedoucí ústavu

doc. Ing. Jaroslav Raclavský, Ph.D.
vedoucí práce

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr. h. c.
děkan

ABSTRAKT

Bakalářská práce je rozdělena na dvě části, rešeršní a praktickou část. Cílem rešerše je zmapovat evropské normy týkající se sanace stokových sítí a kanalizačních přípojek, a prozkoumat vývoj technologie a materiálů využívajících se při sanaci stokových sítí a kanalizačních přípojek. Cílem praktické části je provedení studie úseku stokové sítě v Malenovicích u Zlína. Studie je rozdělena na průvodní zprávu, technickou zprávu a výkresovou část. V průvodní zprávě je souhrn využitých podkladů, průzkumů a seznámení se s lokalitou sanovaného úseku. V technické zprávě je vyhodnocení kamerového průzkumu, navržení tří variant bezvýkopové sanace, navržení způsobu provedení sanace a ekonomické rozvahy. V závěru technické zprávy je zvolení nejhodnějších variant. Výkresová část slouží jako doprovod myšlenek obsažených ve studii.

KLÍČOVÁ SLOVA

Stoková síť, sanace, metoda CIPP, geopolymery, kamerový průzkum, vývoj v oblasti sanace, technologie sanace stokové sítě

ABSTRACT

The bachelor thesis is divided into two parts, a research and a practical part. The aim of the research is to map the European standards related to the rehabilitation of sewer networks and sewer connections, and to examine the development of technology and materials used in the rehabilitation of sewer networks and sewer connections. The aim of the practical part is to carry out a study of the sewer network section in Malenovice near Zlín. The study is divided into an accompanying report, a technical report and a drawing part. The accompanying report contains a summary of the used documents, surveys and familiarization with the location of the rehabilitated section. The technical report contains the evaluation of the camera survey, the design of three variants of trenchless rehabilitation, the proposed method of carrying out the rehabilitation and the economic balance sheet. At the end of the technical report is the selection of the most suitable variants. The drawing part serves as an accompaniment to the ideas contained in the study.

KEYWORDS

Sewer network, remediation, CIPP method, geopolymers, camera survey, development in the field of remediation, technology of remediation of sewer network

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

BAJZA, Vojtěch. *Sanace stokové sítě a kanalizačních přípojek*. Brno, 2024. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí. Vedoucí doc. Ing. Jaroslav Raclavský, Ph.D

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci s názvem Sanace stokové sítě a kanalizačních přípojek zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 24. 5. 2024

.....
Titul Jméno Příjmení

DECLARATION OF AUTHORSHIP OF THE FINAL THESIS

I declare that this final thesis titled Rehabilitation of the sewer network and sewer connections are my own work and the result of my own original research. I have clearly indicated the presence of quoted or paraphrased material and provided references for all sources.

Brno, 24.5.2024

.....
Academic Degree Name and Surname

PODĚKOVÁNÍ

Speciální poděkování patří mému vedoucímu, panu doc. Ing. Jaroslavu Raclavskému, Ph.D., který dokázal velmi vstřícně a ochotně poskytnout ohromné množství cenných rad a informací při konzultacích. Dále bych chtěl poděkovat panu Ing. Ivanu Mudrákovi, panu Ing. Pavlovi Valkovičovi a společnosti Vodárna Zlín, a. s. za poskytnutí dat a informací. Dále bych rád poděkoval paní Markétě Mázlové ze společnosti TRASKO BVT, s.r.o. za informace k nacenění technologie CIPP. Závěrem bych chtěl poděkovat své rodině a nejbližším za nedocenitelnou podporu po celou dobu mého studia, zvláště rodičům.

OBSAH

1	ÚVOD	3
2	POJMY	4
3	NORMY	5
3.1	ČSN 75 6307 Přehled evropských norem určených pro sanaci systému stokových sítí a kanalizačních přípojek	5
3.1.1	Posouzení stavu	6
3.1.2	Zásady a podklady pro přípravu a navrhování	6
3.1.3	Požadavky na výrobky	6
3.1.4	Sanační technologie	7
3.1.5	Zkoušky pro přejímku	7
3.2	ČSN EN ISO 11295 Plastové protubní systémy používané pro sanaci potrubí – klasifikace a přehled strategických, taktických a provozních činností	8
3.2.1	Postup sanace	8
3.2.2	Rozdělení technologií pro sanaci plastových trubních systémů	9
4	KAMEROVÝ PRŮZKUM	11
4.1	Základní popis kamerového průzkumu	11
4.2	Vývoj v oblasti kamerové techniky	11
4.2.1	Nabídka techniky v České republice	11
4.2.2	Nabídka ve světě	14
4.2.3	Porovnání nabízené techniky	16
5	SANACE STOKOVÉ SÍTĚ	17
5.1	Opravy stokové sítě	18
5.2	Renovace stokové sítě	18
5.3	Obnova stokové sítě	18
5.4	Sanace šachet	19
5.5	Vývoj v oblasti sanace	20
5.5.1	Technologie CIPP	20
5.5.2	Polymerbetonový materiál	21
5.5.3	Sklolaminátové potrubí	23
5.5.4	Sanace šachet	23
6	STUDIE SANACE ČÁSTI STOKOVÉ SÍTĚ V MALENOVICÍCH V ULICI PRŮMYSLOVÁ 25	
6.1	Průvodní zpráva	25
6.1.1	Identifikační údaje stavby	25
6.1.2	Vstupní podklady	25

6.1.3	Popis území stavby.....	25
6.1.4	Geologický a hydrogeologický průzkum.....	27
6.1.5	Územně klimatické poměry	28
6.1.6	Cíl studie	28
6.2	Technická zpráva	28
6.2.1	Stavebně-technický průzkum úseku.....	28
6.2.2	Stavebně-technický průzkum šachet	41
6.2.3	Místní průzkum	42
6.2.4	Průtoky ve stávajícím potrubí	49
6.2.5	Zvolení sanačních opatření	51
6.2.6	Provádění sanace metodou CIPP	51
6.2.7	Provádění sanace metodou zatlačování dílců z polymerbetonu	52
6.2.8	Provádění sanace metodou sliplining.....	53
6.2.9	Sanace šachet.....	53
6.2.10	Převod OV po dobu sanace	53
6.2.11	Ostatní práce	55
6.2.12	Ekonomická rozvaha sanace	56
6.2.13	Souhrnné vyhodnocení opatření	58
7	ZÁVĚR.....	60
8	POUŽITÁ LITERATURA	61
	SEZNAM TABULEK	64
	SEZNAM OBRÁZKŮ	65
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	67
	SEZNAM PŘÍLOH	68
	SUMMARY	69

1 ÚVOD

Bakalářská práce je rozdělena na dvě části, rešeršní a praktickou část. Cílem první části rešerše je provést rešerši vybraných evropských norem a provést stručné shrnutí jejich obsahu. V druhé části rešerše si práce klade za cíl uvést vývoj v provádění kamerových průzkumů a technologií sanace stokové sítě a kanalizačních přípojek.

Praktická část se zabývá studií sanace úseku stokové sítě v Malenovicích u Zlína. Praktická část je dělena na průvodní zprávu, technickou zprávu a výkresovou část. V průvodní zprávě je souhrn vstupních podkladů, seznámení s lokalitou vyšetřované stokové sítě a obecné informace vztahované na dané území. Technická zpráva obsahuje stavebně-technický a místní průzkum, návrh tří vhodných variant sanačních opatření. Jednotlivá opatření jsou následně popsána a je provedena ekonomická rozvaha. Výkresová část doplňuje průvodní a technickou zprávu.

Bakalářská práce byla vytvořena za spolupráce se společností Vodárna Zlín a.s., která dodala podklady v podobě stávající situace stokové sítě, videozáznam z průzkumů vyšetřovaného úseku.

2 POJMY

Sanace – všechna opatření ke znovuobnovení nebo zlepšení stávajících systémů stokových sítí a kanalizačních přípojek [1]

Renovace – opatření ke zlepšení stávajících funkčních a provozních vlastností stok a kanalizačních přípojek při úplném nebo částečném zachování jejich původní konstrukce [1]

Oprava – opatření k odstranění místních závad [1]

Obnova – vybudování nových stok nebo kanalizačních přípojek ve stávající nebo jiné trase [1]

Stupeň „M“ – výrobní stádium stavebního dílce nebo materiálu před jeho proměnou v důsledku technických postupů oprav nebo renovací [2]

Stupeň „I“ – výsledné stádium stavebního dílce nebo materiálu po ukončení technických postupů oprav nebo renovací [2]

Kanalizace – je provozně samostatný soubor staveb a zařízení zahrnující kanalizační stoky k odvádění odpadních vod a srážkových vod společně nebo odpadních vod samostatně a srážkových vod samostatně, kanalizační objekty, čistírny odpadních vod, jakož i stavby k čištění odpadních vod před jejich vypouštěním do kanalizace. Odvádí-li se odpadní voda a srážková voda společně, jedná se o jednotnou kanalizaci a srážkové vody se vtokem do této kanalizace přímo, nebo přípojkou stávají odpadními vodami. Odvádí-li se odpadní voda samostatně a srážková voda také samostatně, jedná se o oddílnou kanalizaci. Kanalizace je vodním dílem. [38]

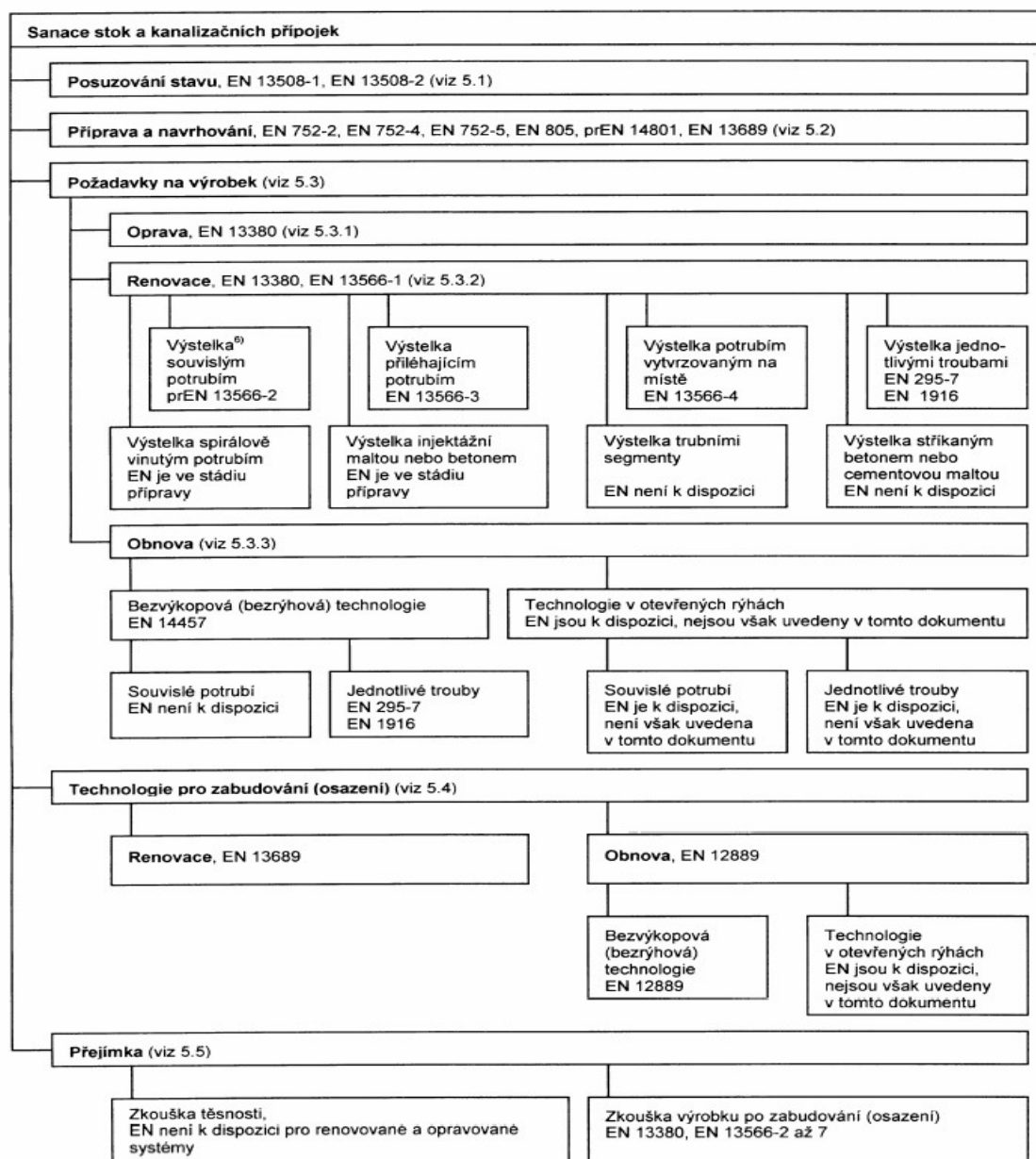
Kanalizační přípojka – je samostatnou stavbou tvořenou úsekem potrubí od vyústění vnitřní kanalizace stavby nebo odvodnění pozemku k zaústění do stokové sítě. Kanalizační přípojka není vodním dílem. [38]

3 NORMY

Kapitola se zabývá zmapováním a shrnutím evropských norem zasahujících do tématu sanace stokových sítí a kanalizačních přípojek.

3.1 ČSN 75 6307 PŘEHLED EVROPSKÝCH NOREM URČENÝCH PRO SANACI SYSTÉMU STOKOVÝCH SÍTÍ A KANALIZAČNÍCH PŘÍPOJEK

Norma stanovuje výčet evropských norem zasahujících do stokových sítí a kanalizačních přípojek a stanovuje jejich přehled. Definuje pojmy sanace, renovace, obnova, stupeň „M“ a stupeň „I“. Dalších je zaříděn a přehledný obsah jednotlivých norem.



Obr. 3.11 Struktura evropských norem pro sanační metody [1]

Vychází z evropských norem EN 476 Všeobecné stavební dílce stok a kanalizačních přípojek gravitačních systémů, EN 773 Všeobecné požadavky na stavební dílce hydraulicky provozovaných tlakových stok a kanalizačních přípojek, EN 805 Požadavky na vnější sítě a součásti, EN 1610 Provádění stok a kanalizačních přípojek a jejich zkoušení, EN 14801 Podmínky pro klasifikaci výrobků určených pro potrubí odvádějících vodu a odpadní vody podle tlaku.

3.1.1 Posouzení stavu

Evropská norma EN 13508-1/2:2003 pojednává o zjištění a posuzování stavu již stojící venkovní stokové sítě včetně jejich stavebních prvků. Udává způsob pro stanovení funkčních a provozních požadavků a zásad. Je zde určen kódovací systém pro vizuální prohlídky, jenž se využívá k zaznamenání závad a jejich charakteristik, které se nachází na stokové síti, kanalizačních přípojkách či šachtách.

3.1.2 Zásady a podklady pro přípravu a navrhování

Základní požadavky pro návrh a provozování venkovních stokových sítí a kanalizačních přípojek lze nalézt v EN 752:2019, která dále stanovuje funkční zkoušky, nároky na funkci systému a obsah dokumentace.

EN 752:2019 udává kritéria pro hydraulické vlastnosti a vlivů na životní prostředí pro stokové sítě a kanalizační přípojky provozované převážně gravitační.

EN 752:2019 se zde nalézají zásady a postupy k navrhování sanace na stávajících systémech, u kterých se plánuje obnova, oprava či renovace. Norma stanovuje, že nároky na sanované systémy jsou stejné jako na nově budované systémy.

Obsahem EN 805:2000 je převážně vodárenství, ale stanovuje všeobecné požadavky na tlakovou kanalizaci.

Požadavky na umístování, provádění a zatěžovací zkoušky tlaků, určené v EN 805, tlakových kanalizací ustanovuje prEN 14801:2003.

EN 13689:2002 předkládá dělení technických způsobů pro renovaci tlakových i beztlakových plastových potrubí i s příslušnými tvarovkami či jinými doplňky. Obsahuje shrnutí statiky, hydrauliky a zásad návrhu plastových potrubních systémů a udává nároky a požadavky na příslušné výstelky.

3.1.3 Požadavky na výrobky

Na výrobky pro opravy kanalizačních sítí jsou požadavky shrnuté v EN 13380:2001, kde jsou vypsány nároky v podobě fyzikálních, chemických a hydraulických i s příslušnými zkušebními metodami pro gravitační systémy stok.

Pro výrobky určené k renovaci jsou požadavky dělené dle materiálu a technologie, kde jednotlivé EN důkladně specifikují podrobné požadavky na fyzikální, chemické a hydraulické vlastnosti, stanovují postupy zkoušení jednotlivých výrobků a požadavky na způsob provádění daných bezvýkopových technologií.

Na výrobky určené pro obnovu kanalizace technologií otevřeného výkopu se vztahují již zavedené normy pro výstavbu nových stokových sítí a kanalizačních přípojek.

Požadavky na výrobky/metody	Dostupné EN
Všeobecně (plasty)	EN 13566-1
Výstelka ⁶⁾ souvislým potrubím (vločkou, hadicí)	prEN 13566-2
Výstelka ⁶⁾ přiléhajícím potrubím (vločkou, hadicí)	EN 13566-3
Výstelka ⁶⁾ potrubím (vločkou, hadicí) na místě vytvrzovaným	EN 13566-4
Výstelka ⁶⁾ jednotlivými plastovými troubami	a)
Výstelka ⁶⁾ jednotlivými kameninovými troubami	EN 295-7
Výstelka ⁶⁾ jednotlivými betonovými troubami	EN 1916
Výstelka ⁶⁾ spirálově vinutým potrubím	b)
Výstelka ⁶⁾ trubními segmenty	c)
Výstelka ⁶⁾ injektážní maltou nebo betonem	d)
Výstelka ⁶⁾ stříkaným betonem nebo cementovou maltou	c)
a) V CEN/TC 155 práce na EN dosud nezahájeny. b) prEN 13566-7 je v CEN/TC 155 ve stadiu veřejného připomínkování (enquiry). c) EN není k dispozici. d) Zahájení prací na tvorbě EN se v CEN/TC 165 připravuje.	

Obr. 3.1.3 1 Přehledný seznam na výrobky pro renovaci dle evropských norem [1]

Evropská norma čísla 14457 z roku 2004 se věnuje požadavkům na výrobky pro obnovu při využití bezvýkopových technologií a udává nároky na technické parametry od jednotlivých spojů až po celou stokovou síť při využití technologie mikrotuneláže, trubních protlaků či protlaků s vodící troubou, které budou provozované jako gravitační. EN 295-7:2002 udává obdobně nároky na systémy z kameniny a EN 1916:2002 udává kategoricky stejné požadavky pro systémy z prostého betonu, železobetonu či drátkobetonu. [1]

3.1.4 Sanační technologie

V rámci evropských norem není řešena technologie pro opravy na stokových sítích ani kanalizačních přípojkách.

EN 13566 část 1 až 4 řeší požadavky na uskladnění, provádění prací, manipulaci a přepravě potrubních systémů pro stokové sítě a kanalizační přípojky z plastu. Popis klasifikace a označení plastových potrubních systémů se nachází v EN 13689:2002.

EN 112889:2000 se zabývá bezvýkopovou technologií pro obnovu, stanovuje požadavky na stokové systémy a kanalizační přípojky a přikládá druhy zkoušek na ověření. Pro obnovu využívající technologie otevřeného výkopu se kladou požadavky jako na nově uložené potrubí. [1]

3.1.5 Zkoušky pro přejímku

Zkoušky těsnosti pro kanalizační systémy opravované, renovované a obnovované za pomoci technologie otevřeného výkopu se řídí dle normy EN 805 a EN 1610. Pro zkoušky těsnosti pro systémy obnovované bezvýkopovou technologií se kladou nároky dle EN 12889:2000.

Zkoušky výrobků pro renovované a opravované systémy stokových sítí a kanalizačních přípojek se kladou nároky dle rozdělení norem v odstavci 3.1.3. Pro výrobky využití při obnově bezvýkopovou technologií neplatí žádná evropská norma. Pro výrobky využití při

obnově s využitím technologie otevřeného výkopu se kladou nároky jako na nově uložené potrubí. [1]

3.2 ČSN EN ISO 11295 PLASTOVÉ PROTUBNÍ SYSTÉMY POUŽÍVANÉ PRO SANACI POTRUBÍ – KLASIFIKACE A PŘEHLED STRATEGICKÝCH, TAKTICKÝCH A PROVOZNÍCH ČINNOST

Norma v úvodu vymezuje pojmy a definice. Ustanovuje rozdělení postupu sanace do 9 bodů, které dále zpracovává. Obsahuje rozdělení sanačních metod v rámci renovace a obnovy. Technologie opravy není součástí této normy. [1]

3.2.1 Postup sanace


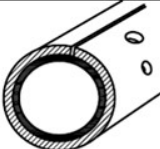
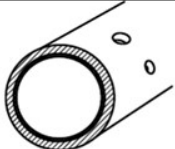
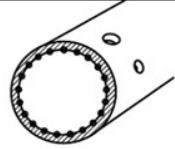
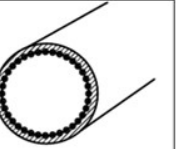
Prvním bodem je průzkum požadavků na funkčnost stávajícího potrubí. Shromažďují se údaje o hydraulických, strukturálních, statických, enviromentálních a operativních nárocích. V druhém bodě porovnává stav aktuální zjištěný stav s ukládanými požadavky na dané potrubí z prvního kroku. Ve třetím bodě se vyhodnocují výsledky z druhého bodu s ohledem na dopady na veřejné zdraví, bezpečnost provozu, ohledem na životní prostředí, finanční náklady. Využívá se analýza rizik a výsledek procesů v bodě tři je vyhodnocení potřeby sanace.

Při vyhodnocení potřeby sanace následuje bod čtyři, který se zabývá předvýběrem vhodné metody sanace dle dosud zjištěných informací a vybírá metodu sanace z vyjmenovaných tříd dále v normě (výpis jednotlivého zatřídění dle dalšího odstavce).

V pátém bodě uvažujeme projektové specifikace dle administrativních standardů a regulacím, materiálu stávajícího potrubí, důležitosti a jiným specifikám úseku, finančním možnostem a dokumentaci či kamerovým průzkumy.

V šestém bodě volíme vhodný druh sanace a technologie dle výsledků z bodu tři. Přihlížíme k rozložení trubní sítě vzhledem k přístupu k síti jako hloubky uložení, prostorovým možnostem, druhu povrchu nad podložím, možností dopravy. Také i ke konstrukčním možnostem vzhledem k hladině podzemní vody, délce úseku, změnám směru, sklonům, napojením zajištění provozuschopnosti, přístupu k využitelné vodě. Při rozhodování o technologii sanace zvažujeme i dopad provádění sanace na životní prostředí, hydraulickým vlastnostem a důkladně zohledňujeme strukturální a statické kritérium.

V sedmém bodě se zabýváme samotným prováděním sanace. Předběžné práce před začátkem sanace, kontrola dovezených materiálů, jeho skladování a samotná aplikace dané technologie sanace. V osmém bodě probíhá kontrola provedených prací, zkouška těsnosti a tlaků v úseků a odběr vzorků. V devátém bodě se pojednává o zprovoznění úseků, ověření funkčnosti v provozu a zpracování dokumentace sanace. Obsah dokumentace by měl tvořit zvolený druh, profil a délka potrubí, výsledky zkoušek, aplikované technologie, data provádění sanace, instalační záznamy a protokol předání. [2]

Třída A		Třída B	Třída C	Třída D
				
loose-fit	close-fit	inherent ring stiffness	relies on adhesion	relies on adhesion
volné	přiléhavé	vlastní tuhost prstence	závisí na adhezi	závisí na adhezi
nezávislá		interaktivní		
plně staticky nosná		částečně staticky nosná		nenosná
Vyvložkování kontinuálními trubkami	-			
Vyvložkování jednotlivými trubkami	-			
	Vyvložkování těsně přiléhajícími trubkami			
	Vyvložkování trubkami vytvrzenými na místě			
			Vyvložkování trubkami s lepidlem	
		Vyvložkování stříkaným polymerním materiálem		
Poznámka: tečky ve třídě C a D značí adhezi				

Obr. 3.1.51 Zatřídění tlakových vložek dle statické únosnosti [2]

3.2.2 Rozdělení technologií pro sanaci plastových trubních systémů

Norma stanovuje názvosloví jednotlivých metod a přikládá popisná schémata.

Renovace

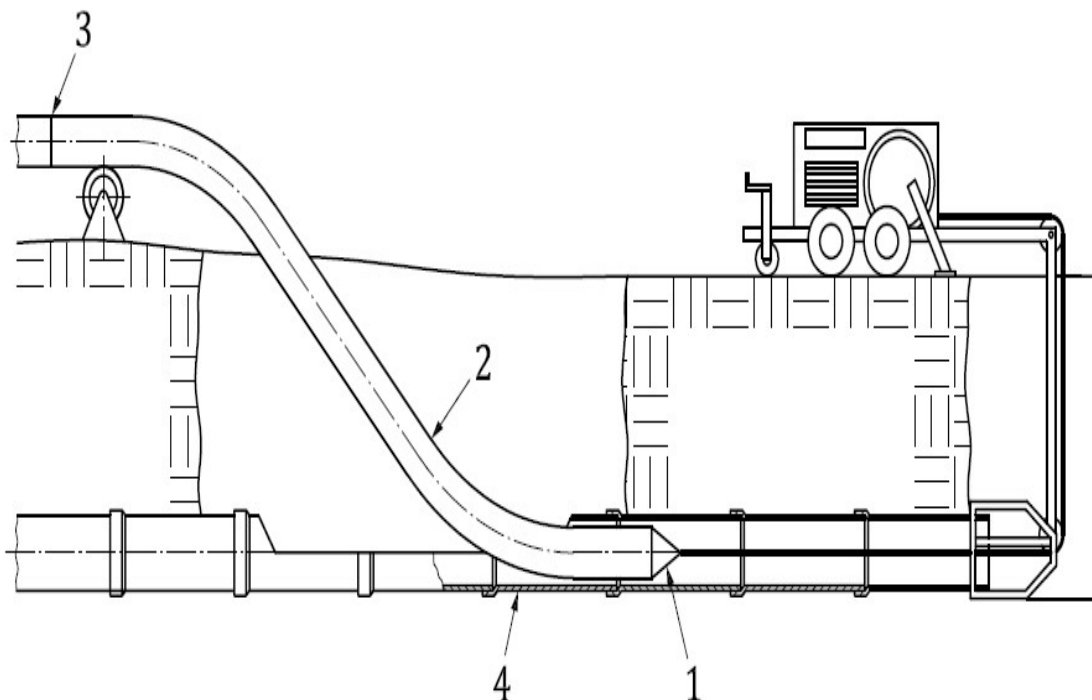
- Vyvložkování kontinuálními trubkami
- Vyvložkování těsně přiléhajícími trubkami
- Vyvložkování trubkami vytvrzenými na místě
- Vyvložkování trubkami s lepidlem
- Vyvložkování spirálově vinutými trubkami
- Vyvložkování segmenty
- Vyvložkování s pevně ukotvenou plastovou vnitřní vrstvou
- Vyvložkování stříkaným polymerním materiálem
- Další metody renovace

Výměna

- Bezvýkopová výměna:
 - Výměna potrubí
 - Roztlačování trubek (bursting)
 - Odstraňování trubek
 - Extrakce trubek
 - Pohlcování trubek
 - Výměna mimo potrubí
 - Horizontální vrtání
 - Krtkování
 - Protlačování
 - Šnekové vrtání
 - Mikrotunelování
- Výměna v otevřené rýze

Oprava

Není součástí této normy.



Obr. 3.2.21 Vyrožkování kontinuálními trubkami [2]

4 KAMEROVÝ PRŮZKUM

4.1 ZÁKLADNÍ POPIS KAMEROVÉHO PRŮZKUMU

Kamerový průzkum je jeden z druhů monitoringu a slouží k optické kontrole stokové sítě. Provádí se buď v rámci údržby pro zjištění aktuálního stavu nebo při sanaci či instalaci nových úseků pro ověření stavu kanalizace a kvality provedení. Před samotným průzkumem kanalizace v provozu je třeba provést čištění. Kamerový průzkum se tradičně provádí za využití kamery s vlastním pohonem. Za pomoci vlastního pohonu se pohybuje po úseku a nahrává kamerový záznam. Často jsou kamery vybaveny dalšími senzory pro měření dodatečných dat jako je sklon potrubí, teplota odpadních vod, měření uražené vzdálenosti nebo laserové měřiče pro zaznamenání šířky případných trhlin. Přenos dat je zajištěn datovým kabelem, který vede do monitorovací stanice, kde se zachycená data zapisují a obsluha řídí pohyb kamery. Nejběžnější řešení monitorovací stanice je osazení v monitorovacím voze. Monitorovací vůz obvykle je vybaven kladkou pro spouštění kamery do stokové sítě, prostorem pro práci obsluhy, počítačem pro zápis dat a ovládání kamery, vybavením pro otevření šachet a úložným místem pro samotnou kameru. Při provádění kamerového průzkumu vzniká protokol o nálezech, kde se zapisují stav či nalezené závady do tabulky podle normy ČSN EN 13508-2+A1. Podle výstupního protokolu se vypracuje hodnocení úseku, který zařídí úsek do odpovídající kategorie. Způsobů hodnocení a kategorií je více a každá provozující společnost si volí svůj druh hodnocení. [3] [5] [13]

4.2 VÝVOJ V OBLASTI KAMEROVÉ TECHNIKY

V rámci mé bakalářské práce se zaměřuji na techniku vhodnou pro průlezná profily, ve kterých je potřeba větších kamerových robotů pro kamerový průzkum.

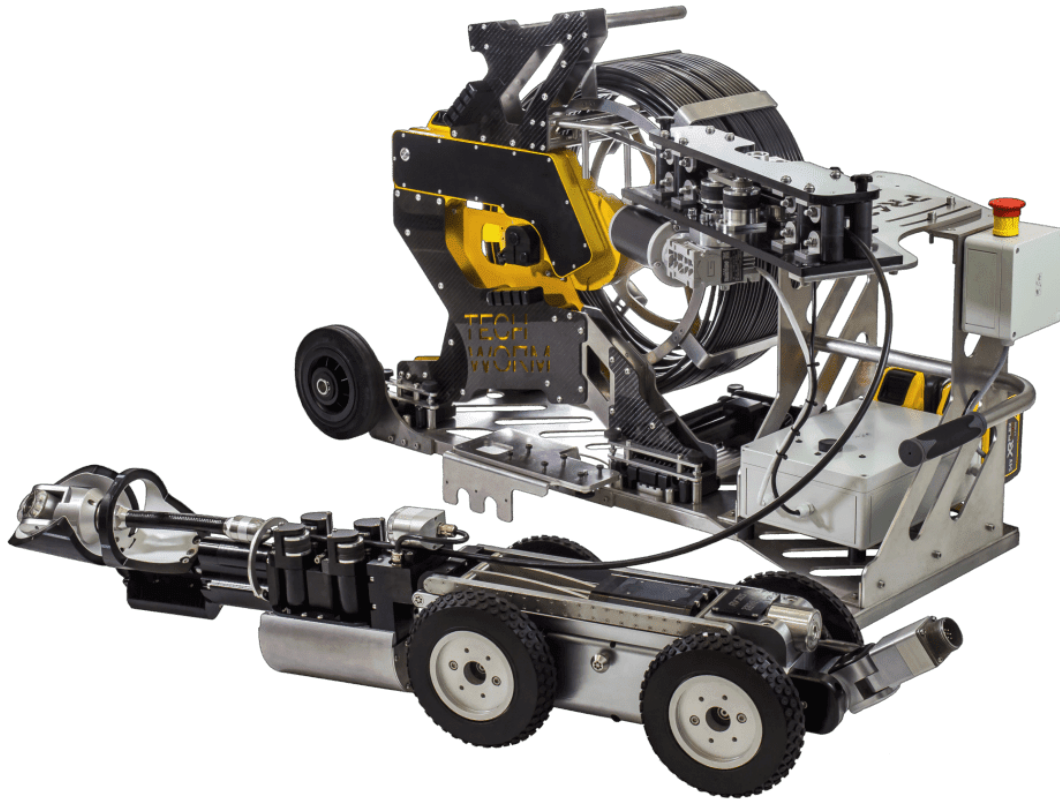
4.2.1 Nabídka techniky v České republice

V rámci České republiky byli vytipováni tři společnosti poskytující nejnovější techniku a lze ji využít v námi prozkoumávanými profily. Všechny společnosti poskytují přenos dat do Modulu ISYBAU XML CZ, který přenáší data o poloze do systému GIS, čímž zjednodušuje následné vytváření dokumentace kamerového průzkumu. [4]

Zikmund electronics

Zikmund Electronics je první česká společnost zabývající vývojem kamer. Sídlí v Mladé Boleslavi a vyrábí i dodává vlastní kamerové systémy.

Firma nabízí satelitní kameru, která je řízena bezdrátově, má vlastní pojezdový pohon, baterii o schopnosti provozu 16 hodin, ramenem pro navedení tlačné kamery TechWorm pro monitoring napojených přípojek o profilu DN100 až DN300. Samostatná satelitní kamera je vhodná do řadů od DN250 až po DN1200. [6]



Obr. 4.2.1 1 Satelitní kamera bez monitorovacího vozu [6]

Firma dále nabízí systém pro vyhledávání vtoku balastních vod za pomoci elektronické detekce či tepelných čidel. Pojezdové systémy s možností sestavení dle vlastních nároků, například přidavných koleček do vejčitých profilů, laserové měřiče či kamery s desetinásobným přiblížením. Možnost je i využití plovoucí kamery na raftu pro průzkum zatopených potrubí.



Obr. 4.2.1 2 Robot na detekci infiltrace balastních vod [6]



Obr. 4.2.1 3 Plovoucí raft osazený kamerou [6]

Společnost nabízí k technice i možnost vlastní určení vestavby monitorovacího vozu a poskytnutí vlastního softwaru pro zpracování dat z kamer. [6]

Radeton

Společnost Radeton poskytuje satelitní kameru od německého výrobce iPEK. Kamera je vhodná až do DN2000 a nabízí možnost průzkumu přípojek až do délky 45 m. Dále nabízí kamerové roboty s kompletním vybavením a možnost sestavení monitorovacího vozu dle vlastních nároků. Slibným krokem do budoucna je snaha této firmy implementovat umělou inteligenci do procesu automatizace zatřídění poruch na úsecích. [7]



Obr. 4.2.1 4 Vnitřní prostory monitorovacího vozu [7]

Sezako

Společnost Sezako poskytuje k provedení kamerového průzkumu dva druhy vozů s obsluhou vhodné pro průzkum průlezných profilů. Kamerový vůz ORPHEUS 5 HD poskytuje dostupnost kamery napojené na datový kabel až 500 m. Kamera poskytuje obraz v rozlišení Full HD, je vybavená senzory na měření spádu, ovality a poškození potrubí. [8]

4.2.2 Nabídka ve světě

Pro srovnání technologické úrovně využívané v České republice se zbytkem světa uvedeme některé společnosti a jejich nabízené technologie.

IBAK

Německá firma zabývající se prohlídkami a sanací stokových sítí nabízí technologii PANORAMO 4K využívající 360 stupňové kamery zachycující kompletní vnitřní pohled daného potrubí v rozlišení 4K. Systém měří teplotu odpadní vody i veškeré geometrické parametry potrubí a vytváří trojdimenzionální model, který je zaznamenáván. Průzkum lze provádět v plné rychlosti stroje a následné vyhodnocování je připravováno umělou inteligencí ARTIST, která obsluze předkládá možná místa závad a navrhuje značení do protokolu. Firma nabízí i stejnou širší technologii pro šachty. Celý komplet systémů umožňuje provedení průzkumu stokové sítě ve větší rychlosti a přesnosti s výsledným výstupem protokolů, videa a fotek ve vysokém rozlišení a trojdimenzionálním výstupním modelem.



Obr. 4.2.2.1 Spouštění kamery PANORAMO 4K [9]



Obr. 4.2.2 2 3D model s automatickou detekcí AI ArtIST [9]

ARIES INDUSTRIES

Americká firma ARIES INDUSTRIES nabízí své kamerové roboty Voyager HD, který je vhodný až do profilů DN1200 s kompletním vybavením senzorů, rozlišení obrazu Full HD a s dosahem až 360 metrů. [10]



Obr. 4.2.2 3 Spouštění kamerového robota Voyager HD [10]

EASY-SIGHT

Čínská společnost EASY-SIGHT nabízí technologii X5-HR4 obojživelného kamerového robota. Kamera má rozlišení 2592*1520, která je osazena na plováku s osazenou vrtulí a šnekového pásu, jež je vybavený senzory pro kontrolu deformací, sadou světel a sonarem pro mapování zatopené části. Plovákový robot je vhodný pro profily od DN600. Dále nabízí inspekčního robota X5-HW s dosahem průzkumu až dva tisíce metrů. [11]



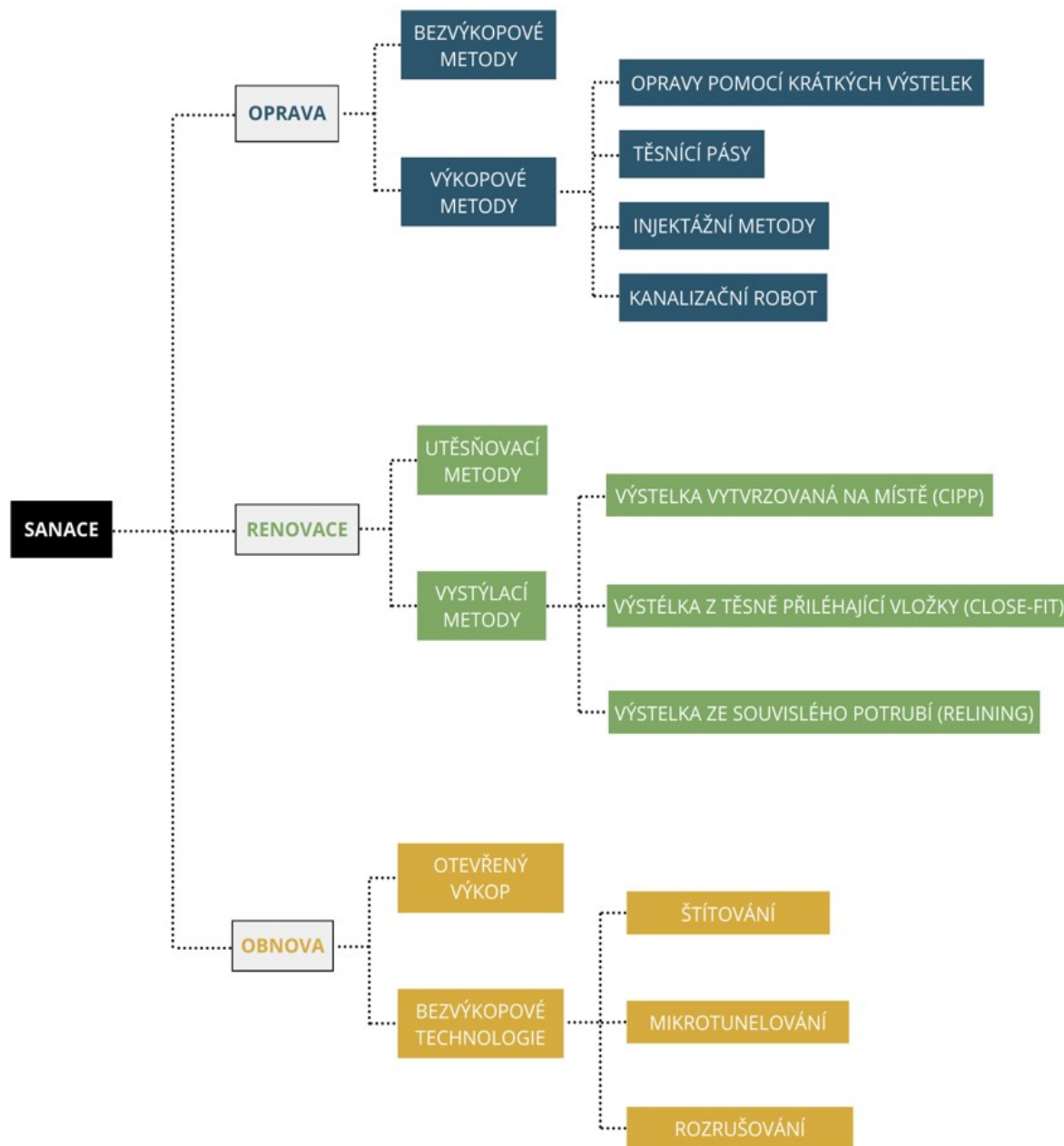
Obr. 4.2.2 4 Obojživelný systém X5-HR4 [11]

4.2.3 Porovnání nabízené techniky

Z provedené rešerše vyplývá, že současná technologická nabídka společností v České republice není na stejné úrovni jako v zahraničí. Avšak implementací nové technologie se společnosti v České republice zajímají a lze očekávat, že v blízké době budou poskytnuty na trh, příkladem toho je společnost Radeton, která se pokouší zavést svůj vlastní program implementace umělé inteligence, jež bude rozpoznávat závady na zkoumaném potrubí. V případě zájmu implementace nejmodernějších produktů doporučuji společnost IBAK z blízkého Německa.

5 SANACE STOKOVÉ SÍTĚ

Sanace je soubor opatření, které slouží ke zlepšení či obnovení stávajících stokových sítí. Snahou je provádět sanační práce před vznikem vážnějších problémů či havárií na síti. Jednotlivé typy zásahů jsou rozděleny na opravy, renovace a obnovy systémů stokové sítě, které se dále dělí dle způsobu provádění. V rámci následujících kapitol se zaměříme převážně na profily průlezné. [1] [12]



Obr. 5 1 Rozdělení technologií sanace stokové sítě [V. Bajza]

5.1 OPRAVY STOKOVÉ SÍTĚ

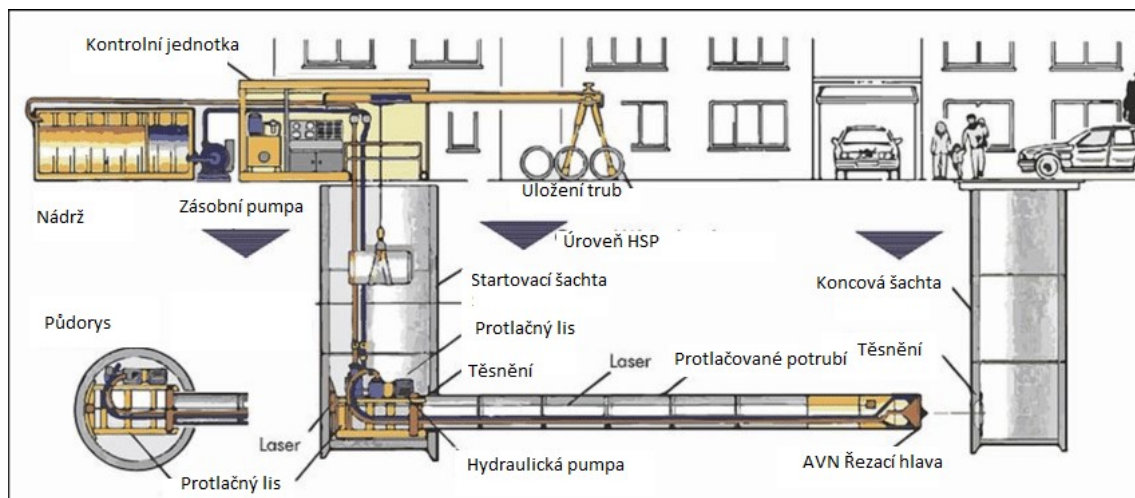
Oprava je soubor opatření, které vedou k odstranění závad malého rozsahu na stokové síti. Technologie provádění se dělí na metody bezvýkopové a výkopové. Nejčastěji se využívá technologie bezvýkopová vzhledem k nižší ceně provedení a menším požadavkům na omezení okolního provozu. Závady na síti vznikají buď provozem, které lze dělit jako fyzikální (abraze), chemické (koroze) a biologické (vnik kořenů rostlin či usídlení živočichů) nebo narušením struktury konstrukce (špatná realizace, statické přetížení, netěsnost spojů). [1] [12]

5.2 RENOVACE STOKOVÉ SÍTĚ

Renovace je opatření ke zlepšení stávajících funkčních a provozních vlastností stok a kanalizačních přípojek při úplném nebo částečném zachování jejich původní konstrukce. Renovace je využívána, když jsou závady většího počtu na daném úseku, kdy jednotlivé opravy závad jsou příliš nákladné nebo složitě proveditelné. Využívají se pro sanaci větších úseků, kde závady tvoří narušení povrchu nebo netěsnosti. Technologie renovace se zařazuje jako bezvýkopová a dělí se na metody utěšňovací a vystýlací. Nejčastěji využívané vystýlací metody jsou využití technologie CIPP vložek, vystýlky z těsně přiléhajícího potrubí a výstelky ze souvislého potrubí. [1] [14]

5.3 OBNOVA STOKOVÉ SÍTĚ

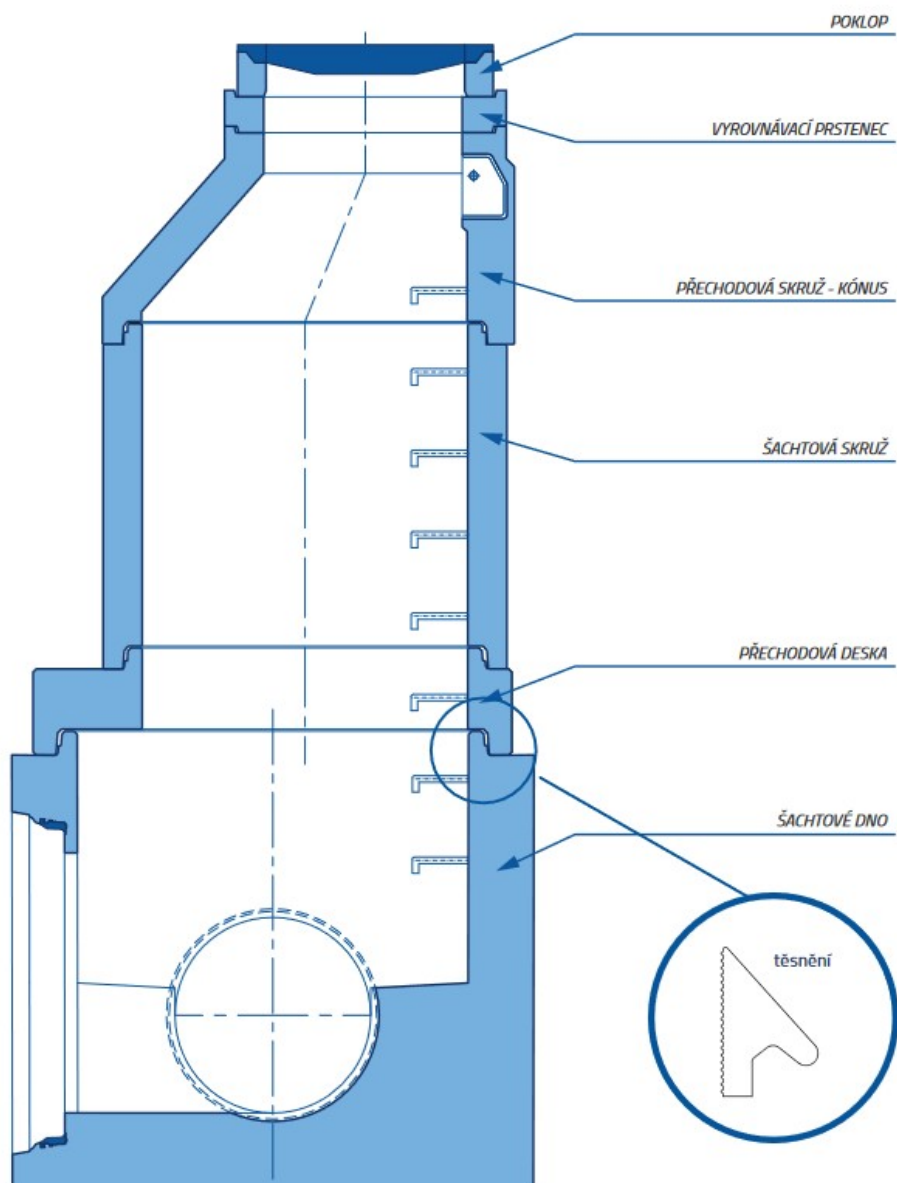
Obnova je vybudování nových stok nebo kanalizačních přípojek ve stávající nebo jiné trase. Sanace tohoto typu se používá pokud, je až příliš velký počet závad na daném úseku, a nebo výskyt velmi závažných poruch. Další důvody mohou být při potřebě zvýšení kapacity potrubí či použití vhodné metody renovace by nepřijatelně snížilo kapacitu profilu. Základní dělení metod obnovy je na technologie s otevřeným nebo polootevřeným výkopem a na technologie bezvýkopové. Nejčastější využití bezvýkopové technologi je v případech, kdy potrubí je uloženo ve velké hloubce pod úroveň terénu, v okolí nehrozí narušení ostatních inženýrských sítí a na povrchu nad kanalizací vedou cenné či důležité stavby. Příkladem může být trasa kanalizace vedoucí blízko historicky významného morového sloupu či kašny. [1] [15]



Obr. 5.31 Technologie pipe-jacking [16]

5.4 SANACE ŠACHET

Sanace šachet je soubor opatření vedoucích k odstranění závad a zlepšení funkčních parametrů šachty. Metody sanace lze dělit dle rozsahu na opravné (odstranění místních závad) a renovační (kompletní obnova). Běžně využívané technologie pro sanaci šachet jsou vyvločkování nástřikem materiálu na bázi cementu, vnitřní obetonování, sanace správkovými maltami a vnitřní i vnější injektáž. [17] [18]



Obr. 5.4 1 Schéma šachty [19]

5.5 VÝVOJ V OBLASTI SANACE

V následující části jsou sepsány vybrané inovace v oblasti sanačních prací a jejich dostupnost na trhu.

5.5.1 Technologie CIPP

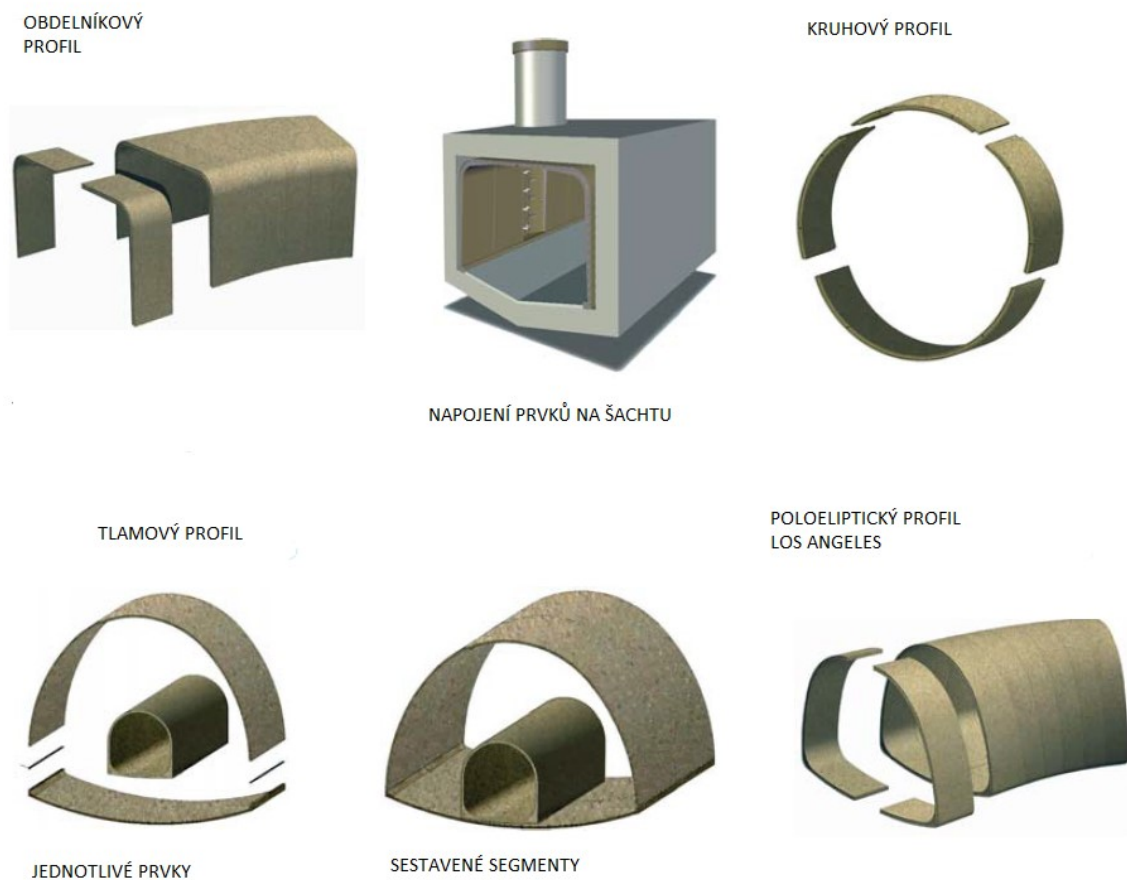
Jedná se o bezvýkopovou technologii, která spadá do kategorie renovace vystyláním. První testování tohoto konceptu proběhlo už v 50. letech minulého století. V současnosti je v USA 50 % sanací prováděno technologií CIPP. Provádění technologie CIPP se zjednodušeně dá rozdělit na dva kroky: instalace rukávce do potrubí a vytvrzení rukávce. Vytvrzení může probíhat za pomoci vody, vzduchu nebo UV lamp. Samotná vložka se skládá ze dvou částí: rukávce ze sklolaminátové tkaniny a pryskyřice. Jednotlivé části lze koupit samostatně, častější variantou je pořízení předem nasáklého rukávce. Vzhledem k zakázkové výrobě rukávců s možností volby druhu pryskyřice a tloušťky sklolaminátové tkaniny nelze souhrnně určit přesné fyzikální vlastnosti. Vývoj v oblasti technologie CIPP je zaznamenáván ve zlepšení cenové dostupnosti, v pokroku v aplikaci sloučenin pryskyřice, umožňující rychlejší vytvrzení a menší vznik závad při aplikaci. Dánská společnost Arrsleff se zaměřuje na výrobu sklolaminátových rukávců. Na evropský trh dodává čínská společnost AOC široké spektrum pryskyřic vhodných k aplikaci při metodě CIPP a čínská firma GreenPak nabízí předem impregnované rukávce. Dalším dodavatelem kompletního sortimentu k technologii CIPP je firma Primeline z USA. Významnou pozici na evropském trhu zastává i německá společnost Reline. Sanace s využitím této technologie v České republice nabízejí společnosti WOMBAT, TRASKO BVT. Společnost Radeton nabízí sanaci metodou CIPP pro domovní přípojky. [20] [21] [23] [24] [27]



Obr. 5.5.11 Sklolaminátový rukávec [22]

5.5.2 Polymerbetonový materiál

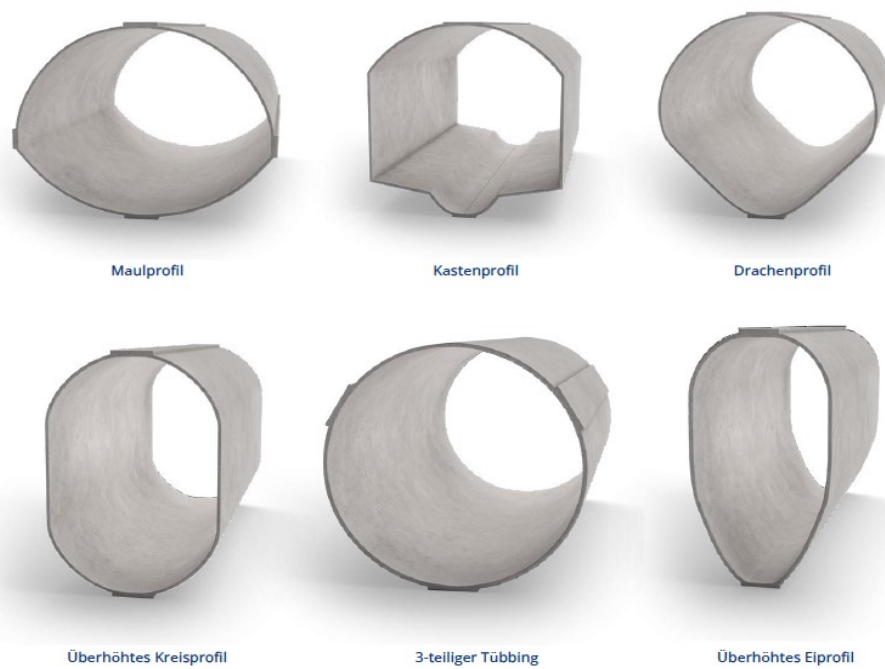
Polymerbeton je materiál složený z kameniva (nejběžněji křemene) a pryskyřičného kompozitu sloužící jako pojivo. Materiál se vyznačuje vysokou odolností jak proti mechanické, tak chemické zátěži. Společnost PIPELIFE uvádí vlastnosti svého materiálu DRANA.PC pevnost v tlaku alespoň 80 N/mm^2 a pevnost v tahu 20 N/mm^2 , modul pružnosti $18\,000 \text{ N/mm}^2$, odolnost proti otěru $0,14 \text{ mm}$ po $100\,000$ cyklech zatížení dle Darmstadtské metody, chemickou odolnost v celé šířce pH škály a bez průniku vody do materiálu. Nevýhodou materiálu je hořlavost. Díky těmto vlastnostem se hodí pro renovace stokových sítí metodou vyvložkování, kdy tenké dílce polymerbetonu málo zmenší profil stávající stoky. Instalace v průlezných profilech se provádí po segmentech napojených systémem pero a drážka nebo za využití vodotěsného slepení. Výrobci nabízí obsáhlou nabídku výrobků. Německá společnost meyer-POLYCRETE poskytuje kompletní řešení výrobků pro obdélníkové, kruhové, vejčité a tlamové profily s možností napojení šachet. Společnost PIPELIFE nabízí svými výrobky kompletní řešení pro běžné i atypické tvary šachet a komor profilu. V oblasti průtočných profilů poskytují řešení pro renovaci pouze kynet stoky nebo celého potrubního systému všech tvarů profilu. Dalším zástupcem dodavatelů řešení sanace kanalizace z polymerbetonu je společnost Duroton sídlící ve Vídni. [25] [26]



Obr. 5.5.2 1 Řešení nabízené společností meyer-POLYCRETE [26]



Obr. 5.5.2 2 Systém sanace šachet polymer betonem [25]



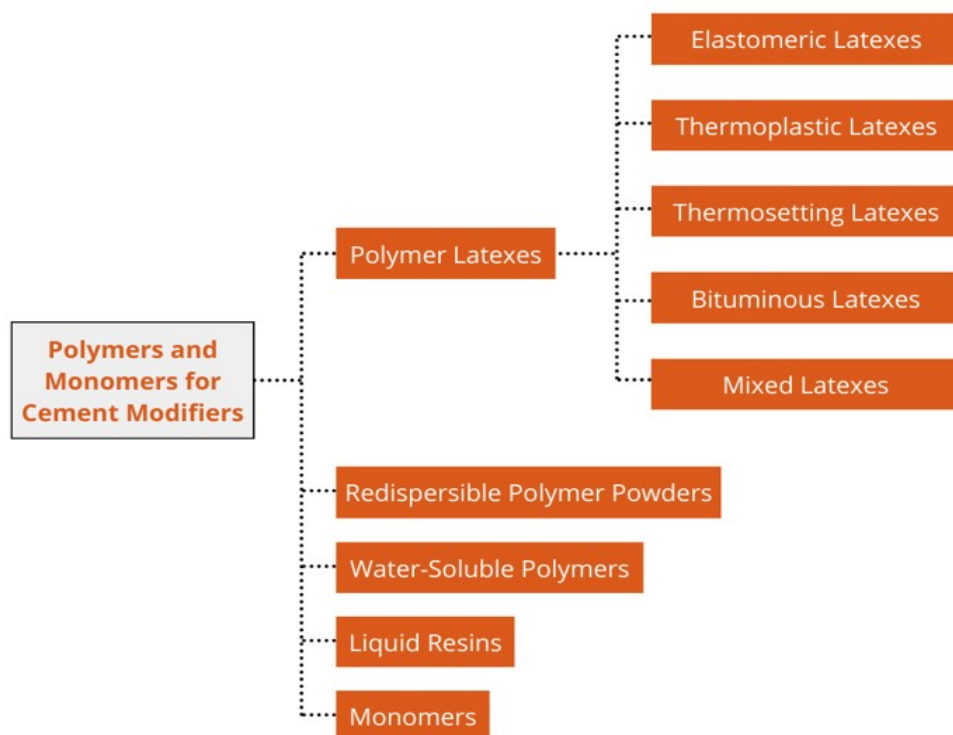
Obr. 5.5.2 3 Nabízené polymerbetonové dílce společnosti PIPELIFE [25]

5.5.3 Sklolaminátové potrubí

Materiál sklolaminátového potrubí je vysoce chemicky odolný a nižší lehčí než potrubí stejného profilu z betonu. To poskytuje výhodu při převozu a instalaci potrubí. Kruhová tuhost sklolaminátu se pohybuje mezi 32 000 až 1 000 000 N/mm². Vývoj v oblasti sklolaminátových proběhl v procesu návlnu. Dřívější výroba spočívala v navíjení kontinuálního vlákna, které vytvářelo sendvičovou strukturu stěny potrubí. Nová technologie využívá přerušovaný proces navíjení vláken, díky kterému lze vyrábět nekruhová potrubí s využitím sekaného skelné vlákna, písku a pryskyřice, které mohou být upravovány dle specifických požadavků pro prostředí. Zástupcem vyžívání této technologie je česká firma Amiblu nebo společnost HOBAS. [28] [29]

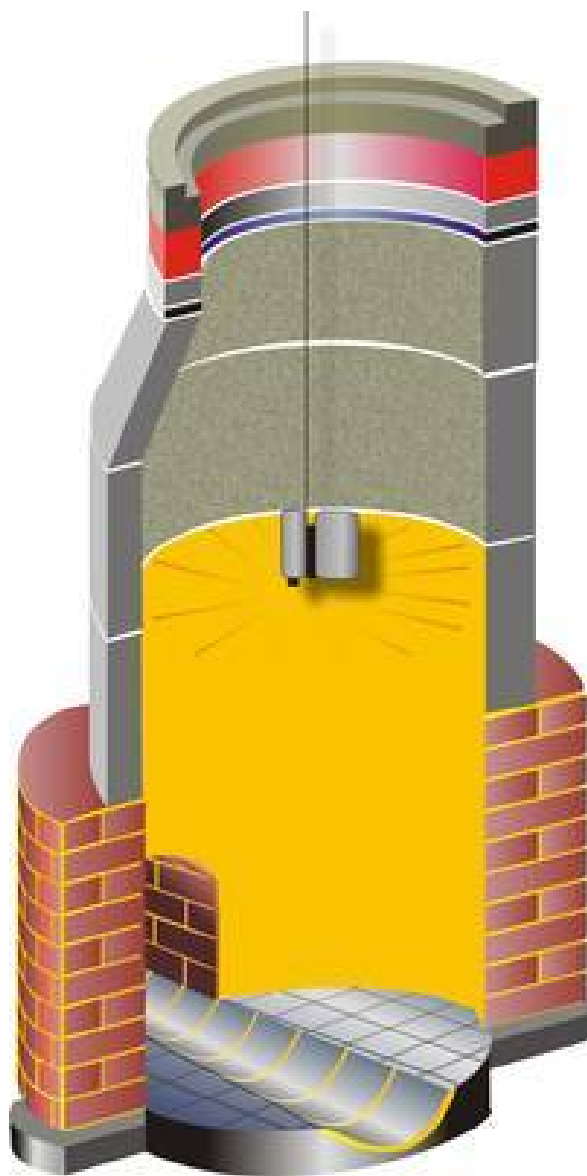
5.5.4 Sanace šachet

V rámci sanace šachet jsem vybral vývoj v rámci aplikace materiálu geopolymérů a technologie automatizace rozstříku. Geopolymer vzniká smícháním polymerů nebo monomerů v práškové nebo tekuté směsi s cementovou směsí. Přidávané polymery a monomery se liší druhy přidaných přísad. Zásadní rozdíl proti běžným cementovým směsím nastává v geometricko-mechanickém spojení směsi, která získává vyšší voděodolnost, chemickou odolnost, zlepšuje spojení nové směsi s podkladem a zvyšuje odolnost vůči korozi. Možnost aplikace směsi je buď rozstříkem za pomoci trysky nebo manuálním nanášením. Doporučená vrstva je 10 mm. Nevýhodou je vyšší cena. [30] [31]



Obr. 5.5.4 1 Nabízené polymerbetonové dílce společností PIPELIFE [31]

Vývoj v oblasti sanace šachet využitím automatizovaného nástřiku nové vrstvy. Společnost Hermes nabízí systém KS-ASS, která umožňuje plně automatizované sanování stokové šachty. Systém po zavedení do zhlaví šachty sám odměří výšku a provede výpočet na potřebu maltové směsy a potřebného času. Následně zahájí rozstříkové práce, při kterém je pouze potřeba doplňovat materiál. Zásobník přístroje unese sanační směsi 600 kg. [32]



Obr. 5.5.4 2 Automatizovaný systém KS-ASS [32]

Ostravské vodárny a kanalizace testují sanaci kanalizací metodou Vertliner. Jedná se o bezvýkopovou sanaci šachty pomocí sanačního rukávu ze skelných vláken, který je vtažen do vnitřních prostor šachty, poté je napuštěn pryskyřicí a vytvrzen za pomoci UV záření. Jedná se o analogii pro metodu CIPP využívanou na úsecích. [33]

6 STUDIE SANACE ČÁSTI STOKOVÉ SÍTĚ V MALENOVICÍCH V ULICI PRŮMYSLOVÁ

6.1 PRŮVODNÍ ZPRÁVA

6.1.1 Identifikační údaje stavby

Název stavby:	Sanace kanalizace ulice Průmyslová
Kraj:	Zlínský
Okres:	Zlín
Katastrální území:	Malenovice u Zlína [635987]
Ulice:	Průmyslová
Charakter stavby:	Sanace úseku stokové sítě 21249
Majitel:	Vodovody a kanalizace Zlín, a.s.
Provozovatel:	Vodárna Zlín, a.s.

6.1.2 Vstupní podklady

Od společnosti Vodovody a kanalizace Zlín, a.s. byly poskytnuty podklady v podobě kamerového záznamu z prohlídky nábrežního sběrače DN 900/1350 v řešeném úseku ulice Průmyslová, situační výkresy nábrežního sběrače a stokové sítě a informace o výstavbě kanalizačního sběrače a jeho provozování. Další podklady tvořily mapové podklady z Jednotné digitální technické mapy Zlínského kraje, digitální katastrální území z ČÚZK, výsledky inženýrskogeologického průzkumu řešené lokality, které byly získány z Geofondu a z okolních staveb, informace z Plánu rozvoje vodovodů a kanalizací Zlínského kraje a osobní prohlídka řešeného místa.

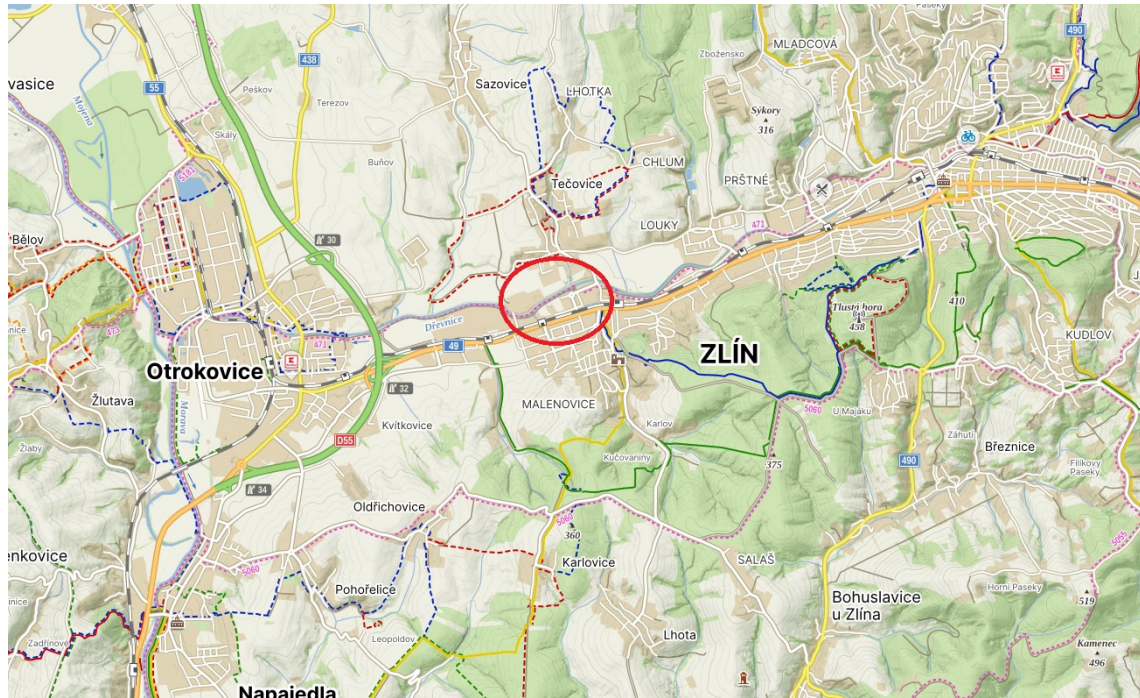
6.1.3 Popis území stavby

Trasa nábrežního kanalizačního sběrače je vedena z krajského města Zlín na ČOV Malenovice se nachází podél ulice Průmyslová a Tečovská u cyklostezky v Malenovicích u Zlína a je vedena podél levého břehu řeky Dřevnice. Oblast se nachází u průmyslové zóny, kde většinu budov tvoří průmyslové a skladovací budovy. Katastrální území Malenovice u Zlína leží 7 kilometrů západním směrem od Zlína. Podle sdělení správce kanalizace byla tato kanalizace budována v roce 1958–1962. V těchto místech se provádělo betonování potrubí přímo na místě v otevřeném výkopu. Postupně se betonovalo dno vejčitého profilu, pak stěny (ve spodní části s keramickým obkladem) a následně se betonoval záklenek (strop) profilu.

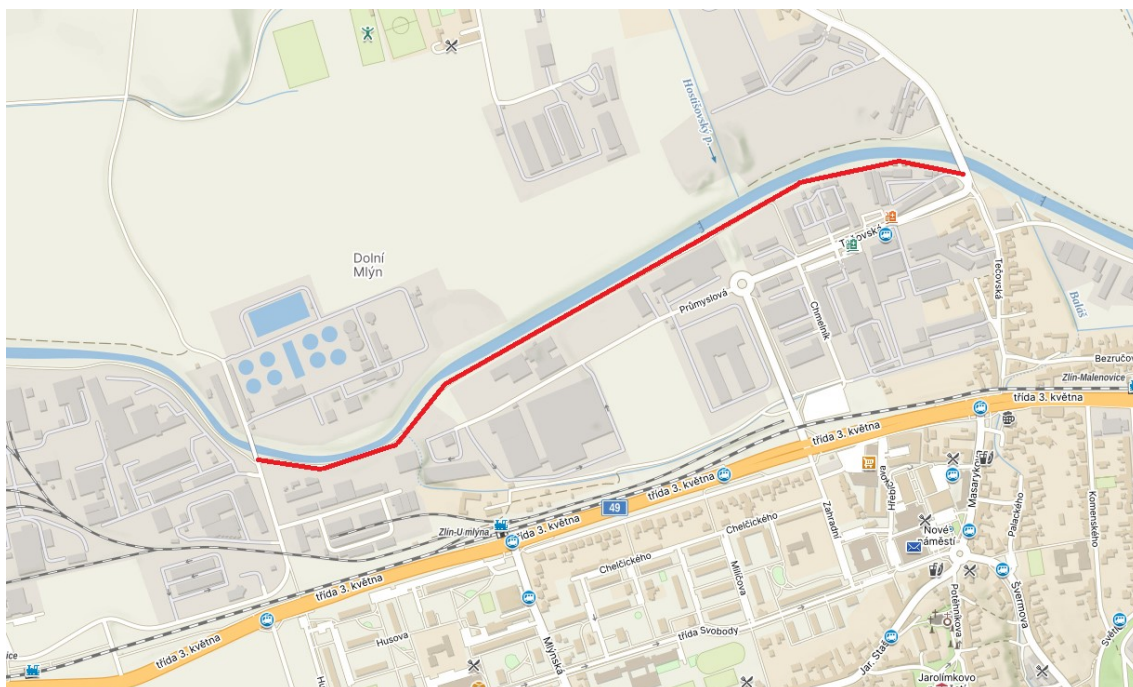
Dle poskytnutých dat od provozovatele je v řešeném profilu průměrný denní průtok $Q_{24} = 5895 \text{ m}^3/\text{d}$ a maximální hodinový průtok je $380 \text{ m}^3/\text{hod}$, minimální průtok je dle měření

$Q_{min} = 40 \text{ m}^3/\text{hod}$. Průtoky od obyvatelstva se pohybují okolo $Q_{24,m} = 5500 \text{ m}^3/\text{d}$ a od průmýslu $Q_{24,p} = 3000 \text{ m}^3/\text{d}$.

Úsek stokové sítě zvolené pro průzkum a sanaci začíná na odlehčovací komoře OK94 u silničního mostu vedoucího do centrální části obce Tečovice a končí na šachtě Š22196 u dvouramenné shybky přes řeku Dřevnici vedoucího k ČOV. Trasa se skládá z 11 úseků, ze 3 odlehčovacích komor a 9 revizních šachet. Obrázky 6.1.3 1 a 6.1.3 2 zobrazují místo úseku stokové sítě, které je řešeno.



Obr. 6.1.31 Situace širších vztahů [37]



Obr. 6.1.3 2 Situace značící trasu úseku stokové sítě [37]

Celý úsek posuzovaného kanalizačního sběrače je tvořen vejčitým profilem o rozměrech 900 mm / 1350 mm. Materiálem potrubí je železobeton, které je ve spodní části obloženo keramickými vložkami. V minulosti byla provedena sanace pomocí rozstříku malty po vnitřním povrchu potrubí. Úsek je veden v zeleném pásu podél cyklostezky, pod samostatnou cyklostezkou nebo přes silniční komunikaci. Celková délka úseku je 977,3 metrů, podélný sklon je 3 ‰. Přítok na zkoumaný úsek se napojuje v odlehčovací komoře OK94 ze směru od Zlína. Odtok z úseku je vyveden v šachtě Š22196 pomocí dvouramenné shybky vedoucí pod řekou Dřevnice do ČOV Malenovice. Odlehčovací komory po trase úseku vyvádějí své přepady do řeky Dřevnice, potrubí vedoucí za přelivem nejsou řešeny v rámci studie.

Stoková síť leží v záplavovém území řeky Dřevnice a nenachází se v poddolovaném území. Ochranné pásmo kanalizační stoky vůči poloze jiných inženýrských sítí v řešeném úseku je dodrženo a je v souladu s ČSN 736005 Prostorové uspořádání vedení technického vybavení. [36]

6.1.4 Geologický a hydrogeologický průzkum

Pro potřeby studie byly použity údaje z archivních průzkumů vyhotovených pro stavby v nejbližším okolí. Dále byly použity informace z České geologické služby, archivu Geofondu. Strukturní základ reliéfu tvoří paleogenní jílovce a pískovce vsetínských vrstev s převahou jílovců nad pískovci třídy R6 a písčité štěrky zahliněné třídy G3 G-F. Území je součástí flyšového pásma vnější karpatské soustavy s převládajícím podílem paleogenních sedimentů a je tvořeno z převážné většiny vrstvami magurského flyše z dílčí jednotky račanské. Svrchní vrstvy hlíny mají charakter středně plastických jílovitých hlín třídy F6 Cl. Nejsvrchnější vrstva je tvořena ornici s travním dnem o tloušťce 20 cm. Hladina podzemní vody je vázaná na štěrkovité sedimenty a nalézá se 0,7 až 1,1 metrů pod terénem v závislosti na úrovni hladiny v korytě řeky Dřevnice. Podrobnější informace lze nalézt ve zprávě zahrnuté mezi přílohy.

6.1.5 Územně klimatické poměry

Zlín leží v klimatické oblasti mírně teplé MT 10, údolní polohy podél Dřevnice se nověji dostávají už do klimatické oblasti teplé. Dle Quittovy klimatické klasifikace se území zařazuje do teplé oblasti T2. Proto lze v lokalitě očekávat dlouhé, teplé a suché léto a krátkou mírnou zimu. Průměrný úhrn srážek za rok osciluje okolo 655 mm, kde množství dní, kdy srážky se dostanou nad 1 mm, je okolo 100 dní. [33]

6.1.6 Cíl studie

Studie si klade za cíl vyhotovit posudek stavebně-technického stavu části stokové sítě a následně dle zjištěného stavu navrhnout způsob a technologii sanace. Cílem návrhu bude obnovit hydraulické vlastnosti, zamezit postupující degradaci úseku a opravit lokální závady. Hlavní vylepšení parametrů se očekává v sekci těsnosti systému (kvůli lokalitě poblíž řeky Dřevnice) a vybavení šachet, kde provozní obsluha hlásí havarijní stav.

6.2 TECHNICKÁ ZPRÁVA

6.2.1 Stavebně-technický průzkum úseku

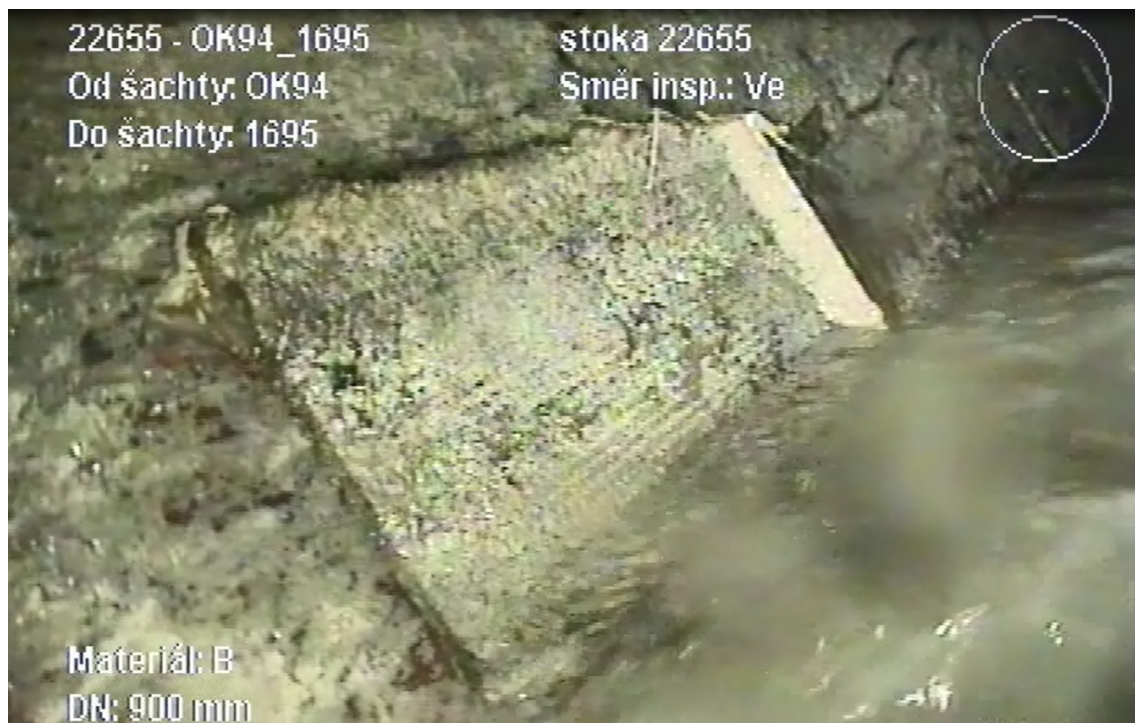
V lednu 2023 proběhl na základě objednávky provozovatelem kamerový průzkum vybrané části kanalizace u ulice Průmyslová specializovanou firmou Sezako. Před inspekcí proběhlo čištění celého úseku. V den prohlídky přšelo, proto bylo možné lépe pozorovat infiltraci balastních vod do potrubí. Teplota byla 5 °C, k prohlídce byla využita kamera s vlastním pohonem. Celý kamerový průzkum proběhl ve směru toku odpadních vod. Z vyhotovené prohlídky vznikl výstup ve formě protokolů. Na základě kamerového výstupu a protokolů je hodnocen stavebně technický stav.

Úsek č. 1

Úsek č.1 leží mezi odlehčovací komorou OK94 a šachtou Š1695 poblíž silničního mostu do hlavní části Tečovic. Úsek je dlouhý 119,3 m, tvar profilu je vejčitý, rozměry 900 mm / 1350 mm, materiál je železobeton s částí vystlanou keramickými vložkami. Hlavní závady na úseku tvoří nelegálně napojená přípojka s nevyznačenou šachtou v horní části profilu. Dále lze vidět prorůstání kořenů a na 80. metru průzkumu mechanicky poškozený povrch s chybějící keramickou vložkou .



Obr. 6.2.11 Ilegální přípojka [V. Bajza]



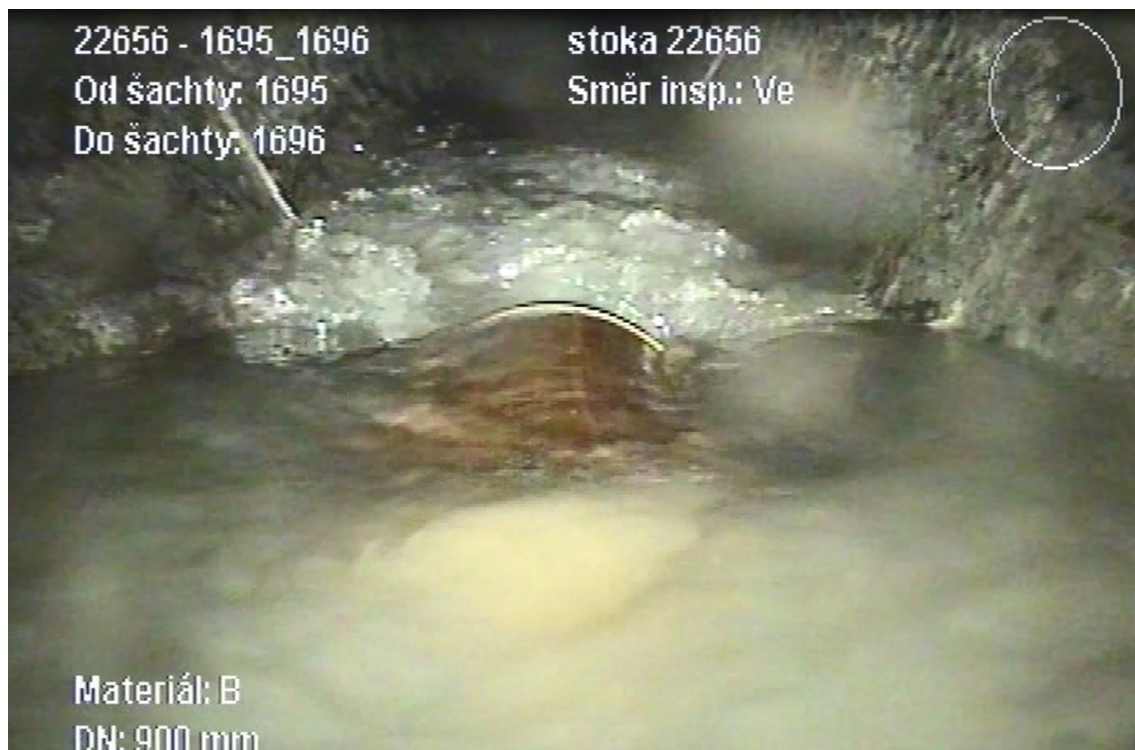
Obr. 6.2.12 Chybějící vložka [V. Bajza]

Úsek č. 2

Úsek č. 2 leží mezi šachtami Š1695 a Š1696 pod cyklostezkou u ulice Tečovská. Úsek je dlouhý 110,3 m, tvar profilu je vejčitý, rozměry 900 mm / 1350 mm, materiál je železobeton se částí vystlanou keramickými vložkami. Hlavní závady na úseku tvoří neodborně zaústěná přípojka a neidentifikovaný kovový předmět, jenž byl kamerou sunut po délce 15 cm. Na stěnách lze pozorovat podélné trhliny šířky 5 mm a na vrchní části stoky se našla zkorodovaná vrstva betonu.



Obr. 6.2.1 3 Tesaná přípojka, netěsná [V. Bajza]



Obr. 6.2.1 4 Neidentifikovaný kovový předmět [V. Bajza]



Obr. 6.2.1 5 Podélné praskliny [V. Bajza]

Úsek č. 3

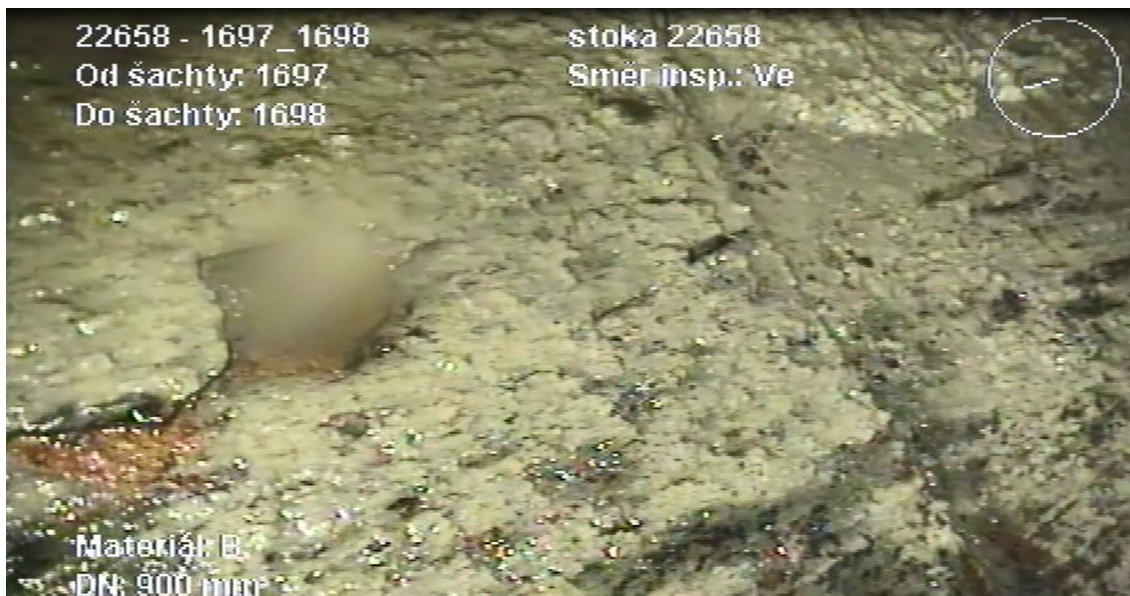
Úsek č. 3 leží mezi šachtami Š1696 a Š1697 podél cyklostezky u ulice Tečovská. Úsek je dlouhý 51,8 m, tvar profilu je vejčitý, rozměry 900 mm / 1350 mm, materiál je železobeton s částí vystlanou keramickými vložkami. Hlavní závady na úseku tvoří místní netěsnosti v levé části profilu, přes kterou se infiltroval proud vody do potrubí a na celém úseku lze pozorovat korozi betonu stropu i mechanické opotřebení keramických vložek.



Obr. 6.2.1 6 Infiltrace vody na levé stěně potrubí [V. Bajza]

Úsek č. 4

Úsek č. 4 leží mezi šachtami Š1697 a Š1698 pod cyklostezkou u ulice Průmyslová. Úsek je dlouhý 68,1 m, tvar profilu je vejčitý, rozměry 900 mm / 1350 mm, materiál je železobeton se částí vystlanou keramickými vložkami. Na celém úseku lze pozorovat mechanické poškození povrchu potrubí nebo chybějící výstelku. V jednom místě bylo zaznamenáno zhroucení vrchní části potrubí a vznikající se podélné praskliny.



Obr. 6.2.17 Mechanicky poškozený povrch [V. Bajza]



Obr. 6.2.18 Část zhroucené vrchní části potrubí [V. Bajza]



Obr. 6.2.1 9 Vznik podélných trhlin [V. Bajza]

Úsek č. 5

Úsek č. 5 leží mezi šachtou Š1698 a odlehčovací komorou OK95 vedle cyklostezky u ulice Průmyslová. Úsek je dlouhý 107,6 m, tvar profilu je vejčitý, rozměry 900 mm / 1350 mm, materiál je železobeton s částí vystlanou keramickými vložkami. Vážné poruchy na úseku tvoří navrtaný otvor v levé horní části potrubí a odstávající nebo chybějící keramické vložky.



Obr. 6.2.1 10 Navrtaný otvor s drátem [V. Bajza]



Obr. 6.2.1 11 Chybějící keramická vložka [V. Bajza]



Obr. 6.2.1 12 Úsek s odstávajícími vložkami [V. Bajza]

Úsek č. 6

Úsek č. 6 leží mezi odlehčovací komorou OK95 a šachtou Š1698 pod cyklostezkou u ulice Průmyslová. Úsek je dlouhý 100,3 m, tvar profilu je vejčitý, rozměry 900 mm / 1350 mm, materiál je železobeton s částí vystlanou keramickými vložkami. Na tomto úseku lze pozorovat také mechanické poškození povrchu potrubí zvyšující drsnost a místy chybějící keramické vložky.



Obr. 6.2.113 Chybějící keramické vložky [V. Bajza]

Úsek č. 7

Úsek č. 7 leží mezi šachtami Š1699 a Š1700 pod cyklostezkou u ulice Průmyslová. Úsek je dlouhý 92,8 m, tvar profilu je vejčitý, rozměry 900 mm / 1350 mm, materiál je železobeton s částí vystlanou keramickými vložkami. Hlavní závady tvoří závažně mechanicky poškozený povrch a podélné praskliny s odhalenou výztuží.



Obr. 6.2.1 14 Podélné praskliny na obou bocích profilu [V. Bajza]

Úsek č. 8

Úsek č. 8 leží mezi šachtami Š1700 a Š1701 pod cyklostezkou u ulice Průmyslová. Úsek je dlouhý 129,4 m, tvar profilu je vejčitý, rozměry 900 mm / 1350 mm, materiál je železobeton s částí vystlanou keramickými vložkami. Na celé délce úseku lze pozorovat chybějící vložky, podélné trhliny s odhalenou výztuží.



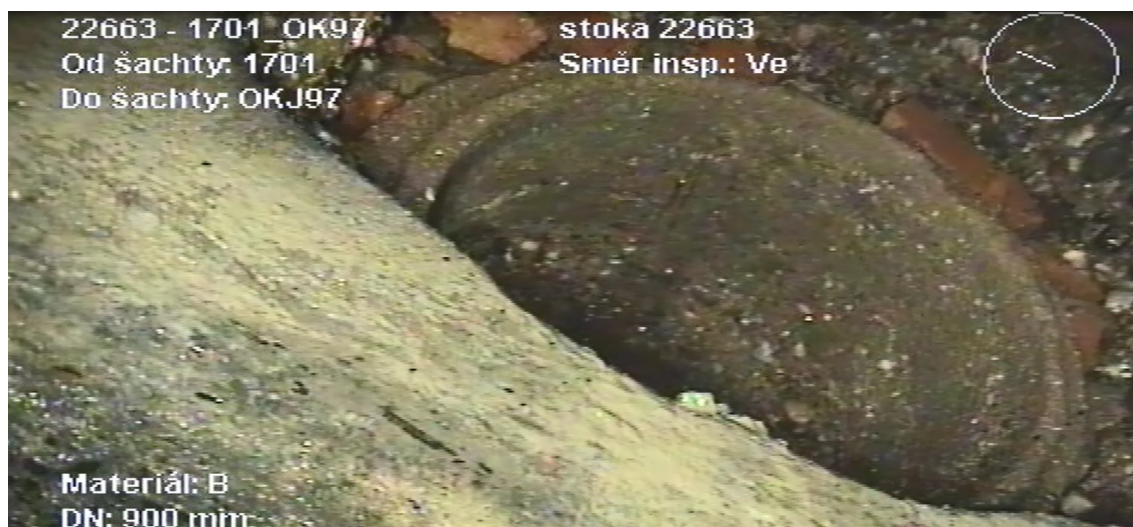
Obr. 6.2.1 15 Chybějící vložky na levé straně potrubí [V. Bajza]



Obr. 6.2.116 Chybějící vložky a viditelná výztuž [V. Bajza]

Úsek č. 9

Úsek č. 9 leží mezi šachtami Š1701 a odlehčovací komorou OK97 pod cyklostezkou u ulice Průmyslová. Úsek je dlouhý 119,2 m, tvar profilu je vejčitý, rozměry 900 mm / 1350 mm, materiál je železobeton s částí vystlanou keramickými vložkami. Hlavní závady lze spatřit v netěsném provedení přípojky, poškozené a chybějící vložky a podélné trhliny s poškozeným povrchem potrubí.



Obr. 6.2.117 Netěsně provedená přípojka [V. Bajza]



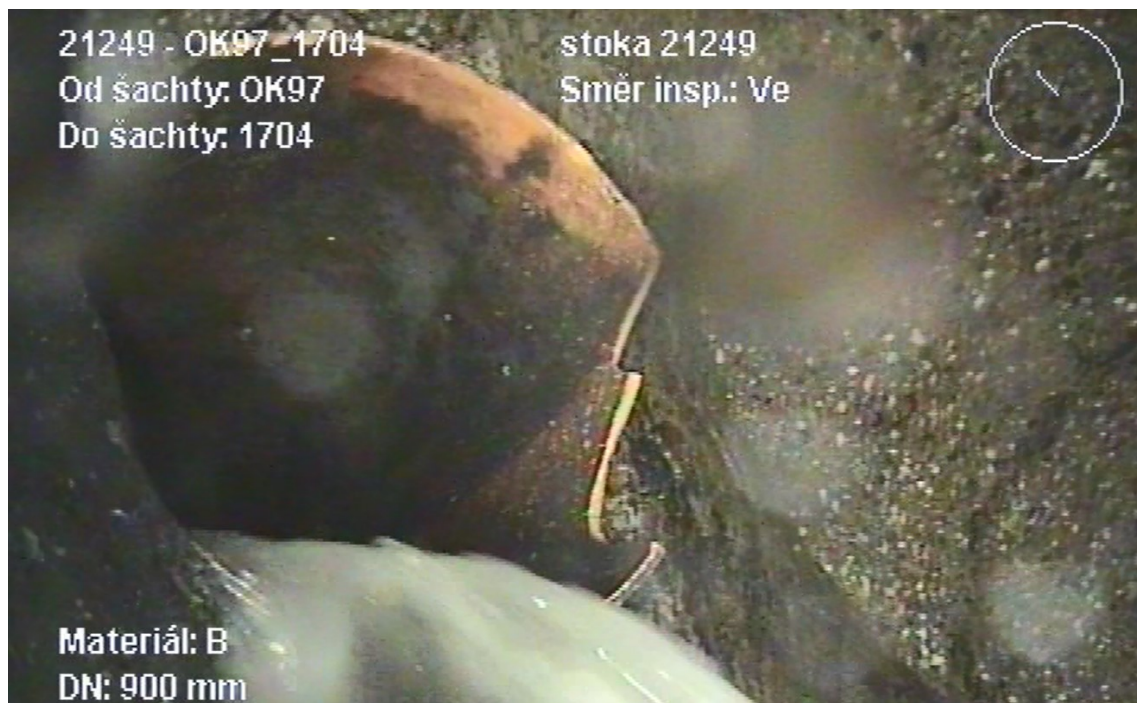
Obr. 6.2.1 18 Chybějící vložky [V. Bajza]



Obr. 6.2.1 19 Poškozený povrch a vznik trhlin [V. Bajza]

Úsek č. 10

Úsek č. 10 leží mezi odlehčovací komorou OK97 a šachtou Š1704 poblíž silničního mostu k ČOV Tečovice. Úsek je dlouhý 64,1 m, tvar profilu je vejčitý, rozměry 900 mm / 1350 mm, materiál je železobeton s částí vystlanou keramickými vložkami. Hlavní závady na úseku tvoří neprofesionálně napojená přípojka, která zasahuje do vnitřního profilu potrubí a okraje umožňují infiltraci balastních vod do systému stoky, jako další závady lze pozorovat pás usazenin na bocích potrubí dlouhý 48 metrů, který zvyšuje hydraulickou drsnost.



Obr. 6.2.1 20 Přípojka zasahující do vnitřní části stoky [V. Bajza]

Úsek č. 11

Úsek č. 11 leží mezi šachtami Š1704 a Š22196 poblíž silničního mostu k ČOV Tečovice. Úsek je dlouhý 14,4 m, tvar profilu je vejčitý, rozměry 900 mm / 1350 mm, materiál je železobeton s částí vystlanou keramickými vložkami. Hlavní závadu na úseku tvoří uvolněná keramická vložka, která je vysunuta z původního umístění.



Obr. 6.2.1 21 Uvolněná vložka [V. Bajza]

Souhrn hodnocení úseků

Pro hodnocení prozkoumaných úseků byla zvolena metodika dle BVaK a podle zjištěných nedostatků byly ohodnoceny jednotlivé úseky do tabulky. Klasifikace má rozpětí od 0 (kritický stav) až po 4 (stav bez závad).

Klasifikace	Závady	Stav potrubí	Opatření
4	žádné viditelné stavební nedostatky, nepatrná přesazení v hrdlech	potrubí bez závad	sanace není potřeba
3	vlasové trhliny, chybné přípojky, lehká poškození všech typů, inkrustace, změna nivelety	funkční poškození, inkrustace vlhkost	sanace v dlouhodobém výhledu
2	trhliny po obvodu, lehká koroze, přesazení nebo odsazení a netěsnost v hrdlech, protispády, občasné vrůsty kořenů, neodborně zaústěné přípojky	statické a funkční poškození	sanace v střednědobém výhledu
1	tvorba střepů, rozestupování trhlín (příčné i podélné), nebezpečí ucpání, silná koroze, četné vrůsty kořenů, exfiltrac - infiltrace	statické a funkční poškození	sanace nutná v co nejkratší době
0	deformace - nebezpečí zborcení, silná koroze, chybějící střepy a části stěn, zborcená kanalizace, silná exfiltrace - infiltrace	statické poškození	nutná okamžitá sanace

Obr. 6.2.1 22 Tabulka klasifikace poškození od BVaK [17]

Tab. 6.2.1 1 Zatřídění úseků dle klasifikace BVaK

Úsek	Závady	Klasifikace
1	Nezaznačené napojení, lehké poškození povrchu	3
2	Neodborně zavedená přípojka, lehké poškození povrchu	2
3	Infiltrace, střední poškození povrchu	2
4	Střední poškození povrchu, narušení vrchní části potrubí, podélné praskliny	1
5	Vážné poškození povrchu, narušení vodotěsnosti	1
6	Střední poškození povrchu	2
7	Vážné poškození povrchu, podélné praskliny, odhalená výztuž	1
8	Střední poškození povrchu	2
9	Neodborně zavedená přípojka, střední poškození povrchu	2
10	Neodborně zavedená přípojka, usazeniny na povrchu	3
11	Lehké poškození povrchu	3

6.2.2 Stavebně-technický průzkum šachet

Na všech šachtách lze pozorovat znaky koroze a vážně poškozená či chybějící stupadla. Všechny šachty vyžadují sanaci povrchu, výměny stupadel a poklopu. U šachet Š1695 až Š1700 je potřeba provést povrchové úpravy terénu v bezprostřední blízkosti poklopů pro zlepšení přístupu a manipulace s poklopem.



Obr. 6.2.2 1 Stav odlehčovací komory OK97 [V. Bajza]



Obr. 6.2.21 Stav šachty Š1697 [V. Bajza]

6.2.3 Místní průzkum

Dne 7.4.2024 v dopoledních hodinách byl proveden místní průzkum lokality. Průzkum probíhal ve směru toku řeky Dřevnice od odlehčovací komory OK94 po trase osy stokové sítě a byla pořízena fotodokumentace místního stavu. Nahlédnutí do stokové sítě bylo provedeno pouze v odlehčovací komoře OK94.



Obr. 6.2.31 Pohled na most směr centrum Tečovic od OK94 [V. Bajza]



Obr. 6.2.3 2 Pohled na OK94 [V. Bajza]



Obr. 6.2.3 3 Pohled na Š1695 [V. Bajza]



Obr. 6.2.3 4 Pohled na Š1697 [V. Bajza]



Obr. 6.2.3 5 Pohled na cyklostezku od šachty Š1697 [V. Bajza]



Obr. 6.2.3 6 Pohled na Š1698 [V. Bajza]



Obr. 6.2.3 7 Pohled na OK95 [V. Bajza]



Obr. 6.2.3 8 Pohled na jez u OK95 [V. Bajza]



Obr. 6.2.3 9 Pohled na Š1699 [V. Bajza]



Obr. 6.2.3 10 Pohled na haly [V. Bajza]



Obr. 6.2.3 11 Pohled na Š1700 [V. Bajza]



Obr. 6.2.3 12 Pohled na OK97 [V. Bajza]



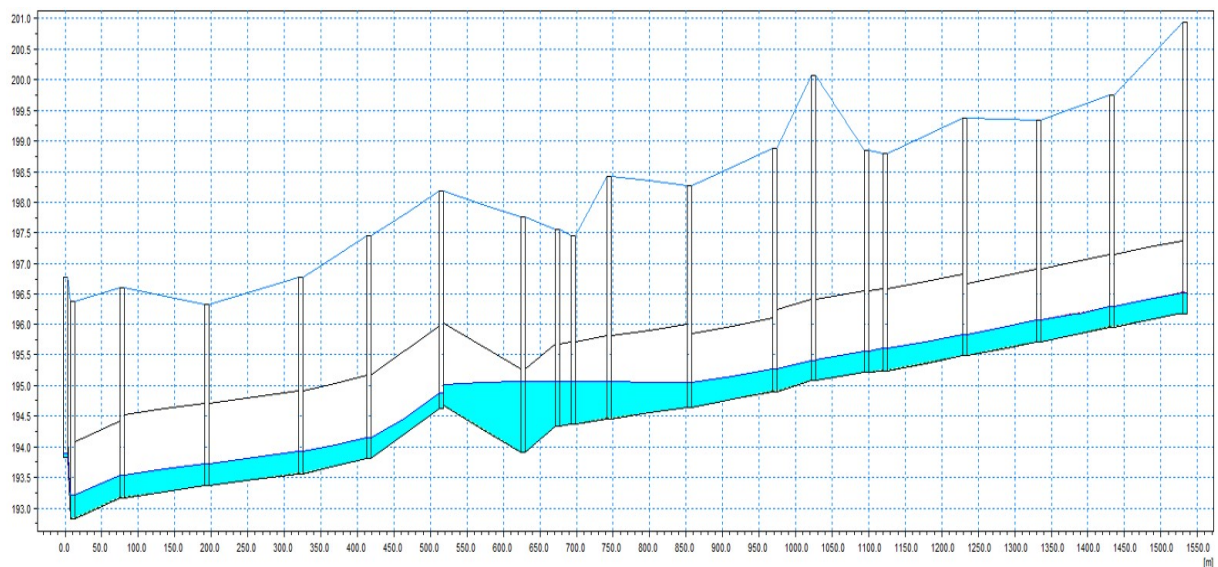
Obr. 6.2.3 13 Pohled na most vedoucí na ČOV Malenovice [V. Bajza]



Obr. 6.2.3 14 Lokalita navrhovaného staveniště [V. Bajza]

6.2.4 Průtoky ve stávajícím potrubí

Z poskytnutých dat byla sestavena tabulka a graf, které popisují závislost výšek hladin k průtokům. Výsledky odpovídají zaznamenaným výškám při pozorování v provozu.



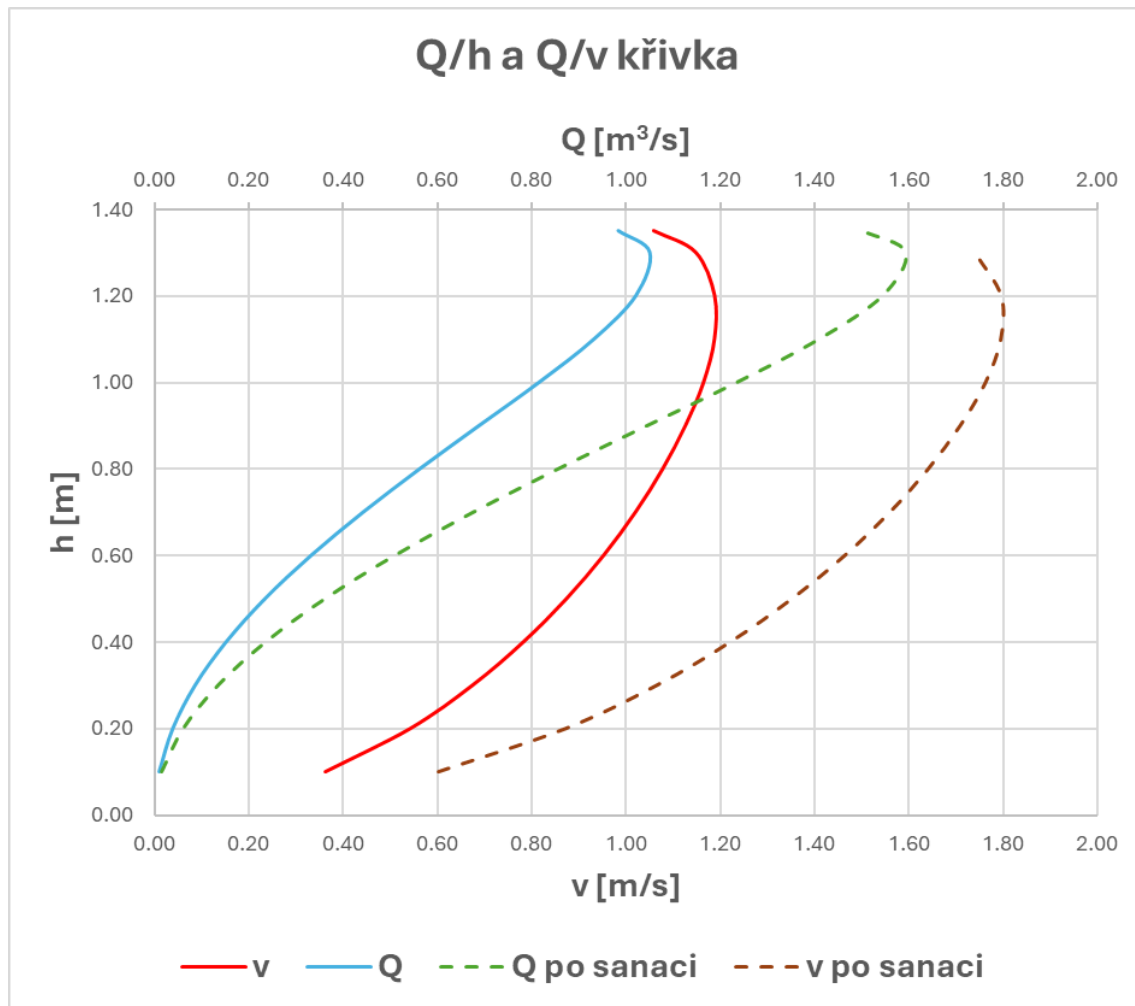
Obr. 6.2.4 1 Podélný řez sanovaným úsekem [V. Bajza]

Tab. 6.2.4 1 Tabulka průtoků a rychlostí ve stávajícím vejčitém potrubí DN900/1350

ρ		1000			[kg/m³]		
DN		900/1350			[m]		
i		0.003			[-]		
n		0.02			[-]		
Výška hladiny [m]	A [m²]	O [m]	R [m]	C [m^{0.5}/s]	Rychlost [m/s]	Průtok [m³/s]	Unášecí síla [Pa]
0.10	0.0263	0.4422	0.06	27.18	0.36	0.010	1.8
0.20	0.0707	0.6829	0.10	30.81	0.54	0.038	3.0
0.30	0.1273	0.9112	0.14	32.95	0.67	0.086	4.1
0.40	0.1938	1.1303	0.17	34.48	0.78	0.152	5.0
0.50	0.2682	1.3425	0.20	35.67	0.87	0.234	5.9
0.60	0.3489	1.5497	0.23	36.62	0.95	0.332	6.6
0.70	0.4342	1.7533	0.25	37.40	1.02	0.443	7.3
0.80	0.5225	1.9546	0.27	38.03	1.08	0.563	7.9
0.90	0.6122	2.1547	0.28	38.53	1.13	0.689	8.4
1.00	0.7015	2.3564	0.30	38.93	1.16	0.816	8.8
1.10	0.7861	2.5692	0.31	39.16	1.19	0.933	9.0
1.20	0.8606	2.8115	0.31	39.16	1.19	1.021	9.0
1.30	0.9164	3.1402	0.29	38.76	1.15	1.051	8.6
1.35	0.9303	3.5685	0.26	37.82	1.06	0.984	7.7

Tab. 6.2.4 2 Tabulka průtoků a rychlostí po sanaci ve vejčitém potrubí DN900/1350

i		0.003			[-]		
n		0.014			[-]		
Výška hladiny [m]	A [m²]	O [m]	R [m]	C [m^{0.5}/s]	Rychlost [m/s]	Průtok [m³/s]	Unášecí síla [Pa]
0.10	0.0263	0.4422	0.06	45.16	0.60	0.016	1.8
0.20	0.0707	0.6829	0.10	49.54	0.87	0.062	3.0
0.30	0.1273	0.9112	0.14	52.06	1.07	0.136	4.1
0.40	0.1938	1.1303	0.17	53.86	1.22	0.237	5.0
0.50	0.2682	1.3425	0.20	55.23	1.35	0.363	5.9
0.60	0.3489	1.5497	0.23	56.33	1.46	0.511	6.6
0.70	0.4342	1.7533	0.25	57.22	1.56	0.677	7.3
0.80	0.5225	1.9546	0.27	57.94	1.64	0.857	7.9
0.90	0.6122	2.1547	0.28	58.51	1.71	1.046	8.4
1.00	0.7015	2.3564	0.30	58.96	1.76	1.236	8.8
1.10	0.7861	2.5692	0.31	59.22	1.79	1.411	9.0
1.20	0.8606	2.8115	0.31	59.23	1.79	1.545	9.0
1.30	0.9164	3.1402	0.29	58.77	1.74	1.594	8.6
1.35	0.9303	3.5685	0.26	57.70	1.61	1.501	7.7



Obr. 6.2.4 2 Porovnání Q/h a Q/v křivek před a po sanaci [V. Bajza]

6.2.5 Zvolení sanačních opatření

Na základě získaných dat a vyhodnocení kamerového průzkumu byl vyhodnocen rozsah poškození a navržena technologie sanace. Z důvodu minimalizace investičních nákladů byly jako možnosti posuzovány tři varianty bezvýkopové renovace z důvodu uložení trasy pod nově zbudovanou cyklostezkou. První varianta je využití technologie vtažení sklolaminátového rukávce tvrzeného na místě pomocí UV záření (CIPP), druhá varianta je zatahování trubních segmentů z polymerbetonu, třetí variantou je zatlačování menšího profilu ze sklolaminátu. K vytipování nejvhodnější metody sanace je nutné provést podrobnější průzkum z hlediska statické únosnosti a provedení hydraulického posouzení kapacity nového potrubí. Zejména se jedná o třetí variantu, kdy dochází ke zmenšení průtočného profilu. Pro sanaci šachet byla vybrána sanace nástřikem vnitřního prostoru s obnovou vybavení šachet stupadly a sanací kynety dle zvolené technologie.

6.2.6 Provádění sanace metodou CIPP

Před zahájením vlastních prací na sanaci kanalizačního potrubí je nutné provést zajištění potřebného přístupu k pracovnímu místu. Jedná se zejména o zajištění příjezdu nákladního

automobilu, zpřístupnění vrchního zhlaví revizní šachty a vytvoření řádného přístupu do šachty za pomoci žebříku. Součástí přípravných prací je i zajištění bezpečnosti práce v podobě ohrazení otevřených prostor proti pádu, osvětlení, odvětrání apod. Následně je nutné kanalizační potrubí vyčistit tlakovou vodou a buď ručně (průlezný otvor) nebo za pomoci kanalizačního robota odstranit veškeré překážky v průtočném profilu (jako např. přesazené přípojky, nálitky či kořenové vrůsty, případně provést zarovnání v místech chybějícího obkladu). Dalším krokem pro vyčištění stoky bude monitoring potrubí TV kamerou, kde bude kontrolován způsob přípravy pro sanaci a přesně se zaměří poloha stávajících přípojek.

Po kontrole připravenosti potrubí proběhne do něj vtažení ochranné fólie, která slouží k zabránění poškození zatahovaného rukávce. Po osazení folie se pomocí navijáku zatáhne sanační rukávec, který je na stavenišťe přivezen již nasycený, v požadované délce a dimenzi. Tloušťka stěny bude stanovena na základě statického určení výrobce rukávce. Předpokládaná tloušťka rukávce je 10 mm a předpokládaná skladba rukávce je: vnější folie PE/PA, sklolaminátový kompozit ze skelného vlákna a pryskyřice, vrstva čisté pryskyřice/protiabrazivní vstava a vnitřní folie PE/PA, která bude po vytvrzení odstraněna. Do zataženého sanačního rukávce bude umístěn světelný řetězec UV lamp s kamerou. Rukávec bude následně uzavřen packery a natlakován na tlak 500 mbar tak, aby rukávec přilnul ke stávajícímu potrubí. Pomocí kamery na řetězci UV lamp bude zkontrolována poloha a správnost natažení rukávce po natlakování. Poté proběhne vytvrzování, působení UV záření na nasycenou vložku dojde k reakci pryskyřice a jejímu vytvrzení, kdy takto vznikne nová stěna potrubí. Celý proces bude řízen počítačem na základě informací z čidel umístěných na soustavě UV lamp. Předpokládaná rychlost tvrzení je 0,5 - 1 m/min, upřesnění rychlosti bude provedeno od dodavatele dle navrhlé tloušťky stěny. Konce již vytvrzeného rukávce budou v šachtě zapraveny a za pomoci frézovacího robota bude provedeno otevření přípojek a ošetření vybraných přípojek kloboukem.

Na závěr bude provedena kontrola správnosti pomocí TV kamery. Sanace kynet v odlehčovacích a revizních šachtách bude řešena za využití dílců od firmy TECHNOMA pro návaznost úseků potrubí. Technologii CIPP je vhodné využít při ověření statické únosnosti stávajícího potrubí a její hlavní výhodou je rychlost sanování jednotlivých úseků, které umožňují převádět jen minimální průtoky v nočních hodinách a tím i minimalizují náklady na čerpací a obtokový systém.

6.2.7 Provádění sanace metodou zatlačování dílců z polymerbetonu

Příprava stokové sítě bude obdobná jako v předchozím odstavci 3.2.5. Na trase bude vybudováno 11 montážních šachet o rozměrech 3 x 2 m, které budou složité pro zatlačování jednotlivých dílců. U těchto šachet bude umístěn malý jeřáb pro podávání jednotlivých trubních dílců a následnou instalaci k zatlačovacímu zařízení. Jednotlivé dílce potrubí budou o maximální délce 500 mm a vnějším profilem 850/1300 od společnosti Hekl, kdy se využívá předdimenzovanost aktuálního potrubí, jež vznikla v době, kdy byl předpokládán rozvoj a růst počtu obyvatel města Zlín. Spoje budou řešeny jako lepená drážka s perem. Po zavedení dílců v délce celého úseku bude vzniklý meziprostor mezi původním a novým potrubím bude vyplněn injektážní maltou. Přípojky bude potřeba otevřít v samostatných výkopech. V místě revizních šachet a odlehčovacích komor by pro kynetu byly využity dílce dodané výrobcem k sanaci a řádné návaznosti na potrubí. Hlavní nevýhodou této metody je časová náročnost, která by měla následek v potřebě návrhu čerpacího systému pro obtokové potrubí, které by dokázalo převést denní špičku, a zvedla by se i náročnost na přesnost předpovědi před srážkami, aby nedošlo k zaplavení okolních objektů. Toto řešení se doporučuje využít v případě zjištění nevyhovujícího statického stavu sanovaného potrubí.

6.2.8 Provádění sanace metodou sliplining

Metoda sliplining řeší sanaci pomocí vtahování menšího profilu ze sklolaminátu do stávajícího potrubí. Příprava stokové sítě bude obdobná jako v odstavci 7.2.5. Na trase budou vybudovány 4 montážní šachty o rozměrech 4 x 2 m, ve kterých bude vtaženo za pomoci navijáku menší potrubí ze sklolaminátu vždy pro daný úsek. Potrubí bude zakázkově vyrobeno od firmy TECHNOMA, které bude oproti stávajícímu potrubí mít o 5% menší profil. Vznikl prostoru mezi původním a novým potrubím, jež bude injektována injektážní maltou z revizních a montážních šachet pro zajištění polohy potrubí a vzniku pevné vazby na původní potrubí. Místě napojení přípojek na kanalizační stoku budou vykopány montážní jámy pro zajištění správného napojení. Revizní šachty a odlehčovací komory budou sanována pomocí sklolaminátových vložek, které má firma TECHNOMA ve svém výrobním sortimentu. Výhodou metody sliplining oproti metodě zatlačování dílců z polymeru je menší redukce průtočného profilu. Nevýhodou je pomalejší postup prací oproti variantě č.1, což vyvolává zásadně větší nároky na čerpací a obtokový systém (stejně jako předchozí varianta č. 2).

6.2.9 Sanace šachet

Součástí sanovaných úseků je i 12 betonových revizních šachet a odlehčovacích komor. Tyto objekty budou taktéž sanovány. Dno, stěny a stropy objektů budou očištěny pomocí tlakové vody a následně budou zjištěné spáry a trhliny zatmeleny sanační maltou. V případě plošných poruch a obnažení výztuže bude na stěny nanesen nástřík sanační maltové směsi. Zkorodovaná, popřípadě chybějící ocelová stupadla budou nahrazena novými ocelovými stupadly s PE povlakem. Všechny přítoky budou zapraveny v podobě zarovnání potrubí se stěnou a zapravení netěsných spár okolo napojení potrubí. Jednotlivé technologie obsahují řešení sanace kynet revizních šachet a odlehčovacích komor.

6.2.10 Převod OV po dobu sanace

Po dobu provádění sanace potrubí bude nutné převádět odpadní vody provizorním obtokem. Rekonstrukce sběrače bude probíhat za plného provozu stávající kanalizace. Převod odpadních vod bude řešen čerpáním z výše položené revizní šachty nad sanovaným úsekem do revizní šachty pod sanovaným úsekem (max. cca 300 m). Po provedení všech přípravných prací bude ve výše položené revizní šachtě přehrazen průtok pomocí utěsnění potrubí pomocí nafukovacích těsnících vaků. Do revizní šachty bude vtaženo sací potrubí od elektrického čerpadla IPS E150-EHMN (výrobce Hidrostral), které bude umístěno v kontejneru na korbě nákladního automobilu. Zdrojem elektrické energie bude mobilní elektrocentrála. Výtlak čerpadla bude napojen na tlakové polyetylenové potrubí PE AQUALINE RC1 DN300 od firmy PIPELIFE. Výtláčné potrubí bude zaústěno do revizní šachty pod sanovaným úsekem kanalizace. Vtok z horní strany do této revizní šachty bude provizorně zaslepen, aby bylo zamezeno zpětné vzduť odpadních vod do sanovaného úseku. Vzhledem k malému sklonu kanalizačních potrubí a velkému průtočnému množství odpadních vod není možné připustit zatopení sanovaného úseku ani nekontrolované vzduť hladiny ve stokové síti. Osazení dostatečně výkonných čerpadel před vtok do sanovaného úseku je nutné z důvodu zachování funkčnosti kanalizační stoky. Pokud by došlo ke vzduť odpadních vod v kanalizačním potrubí až po záklenek, je možné očekávat zatopení potrubí vedlejších kanalizačních přítoků a kanalizačních přípojek s následným vniknutím odpadních vod do suterénů připojených nemovitostí. Proto je nutné zajisti zvýšenou pozornost a mít připojené druhé záložní čerpadlo pro případ poruchy či výpadku a záložní dieslový generátor

pro zajištění chodu v případě výpadku elektrického proudu. Čas provádění realizace sanace vybraného úseku kanalizační stoky je nutné směřovat do období bez výskytu přívalových srážek a mimo hlavní denní špičku. Proto je realizace vhodná v době květen až červen v denní době mezi půlnocí až čtvrtou hodinou ranní. Před zahájením prací na opravě a čerpání splašků by bylo vhodné na síti provést měření průtoků k ověření aktuálnosti předpokládaných průtoků. Pro zajištění provozuschopnosti napojených objektů bude při variantě 1 využita komunikace se správcem, lze předpokládat, že místní výrobní objekty v nočních hodinách nebudou produkovat odpadní vody. Jednotlivé přípojky budou uzavřeny a pro řešení neočekávaně vzniklé potřeby bude připraven čerpací vůz. Pro varianty 2 a 3 se uzavřou jednotlivé přípojky dle sanovaných úseků a budou vybudována čerpací potrubí.

Tab. 6.2.10 1 Posouzení obtokového potrubí DN300 pro variantu 1 , podélný sklon je 3 ‰

Plnění [%]	Výška hladiny [m]	Středový úhel φ [rad]	A [m ²]	O [m]	R [m]	C [m ^{0.5} /s]	Rychlost [m/s]	Průtok [m ³ /s]	Unášecí síla [Pa]
1	0.003	0.40	0.000	0.06	0.00	22.39	0.05	0.000	0.1
5	0.015	0.90	0.001	0.14	0.01	29.72	0.16	0.000	0.3
10	0.030	1.29	0.004	0.19	0.02	33.49	0.25	0.001	0.6
15	0.045	1.59	0.007	0.24	0.03	35.84	0.33	0.002	0.8
20	0.060	1.85	0.010	0.28	0.04	37.54	0.39	0.004	1.1
25	0.075	2.09	0.014	0.31	0.04	38.88	0.45	0.006	1.3
30	0.090	2.32	0.018	0.35	0.05	39.95	0.50	0.009	1.5
35	0.105	2.53	0.022	0.38	0.06	40.84	0.54	0.012	1.7
40	0.120	2.74	0.026	0.41	0.06	41.59	0.58	0.015	1.9
45	0.135	2.94	0.031	0.44	0.07	42.22	0.61	0.019	2.1
50	0.150	3.14	0.035	0.47	0.08	42.75	0.64	0.023	2.2
55	0.165	3.34	0.040	0.50	0.08	43.19	0.67	0.027	2.3
60	0.180	3.54	0.044	0.53	0.08	43.55	0.69	0.030	2.5
65	0.195	3.75	0.049	0.56	0.09	43.84	0.71	0.034	2.5
70	0.210	3.96	0.053	0.59	0.09	44.05	0.72	0.038	2.6
75	0.225	4.19	0.057	0.63	0.09	44.20	0.73	0.041	2.7
80	0.240	4.43	0.061	0.66	0.09	44.26	0.73	0.044	2.7
85	0.255	4.69	0.064	0.70	0.09	44.24	0.73	0.047	2.7
90	0.270	5.00	0.067	0.75	0.09	44.10	0.72	0.048	2.6
95	0.285	5.38	0.069	0.81	0.09	43.79	0.70	0.049	2.5
100	0.300	6.28	0.071	0.94	0.08	42.75	0.64	0.045	2.2

Ganttův časový diagram průběhu sanačních prací																		
Průběh		dny																
Etapy	Č.	Činnost	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Příprava staveniště	1	Oplocení pozemku	█															
	2	Instalace stavebních buněk	█															
	3	Navazení materiálu		█														
	4	Napojení staveniště na IS		█	█													
	5	Dovoz techniky a zařízení		█	█	█												
1. etapa	1	Uzavřít přítok				█	█											
	2	Napojení na obtok				█	█											
	3	Čištění stoky				█	█											
	4	Strojní opravy				█	█											
	5	Instalace a vytvrzení vložky				█	█											
	6	Strojní zapravení detailů				█	█	█										
	7	Sanace šachet a fyzická kontrola				█	█	█										
	8	Zkouška vodotěsnosti vzduchem				█	█	█										
	9	Uvedení do provozu				█	█	█										
2. etapa	1	Uzavřít přítok							█	█								
	2	Napojení na obtok							█	█								
	3	Čištění stoky							█	█								
	4	Strojní opravy							█	█								
	5	Instalace a vytvrzení vložky							█	█								
	6	Strojní zapravení detailů							█	█	█							
	7	Sanace šachet a fyzická kontrola							█	█	█							
	8	Zkouška vodotěsnosti vzduchem							█	█	█							
	9	Uvedení do provozu							█	█	█							
3. etapa	1	Uzavřít přítok									█	█						
	2	Napojení na obtok									█	█						
	3	Čištění stoky									█	█						
	4	Strojní opravy									█	█						
	5	Instalace a vytvrzení vložky									█	█						
	6	Strojní zapravení detailů									█	█	█					
	7	Sanace šachet a fyzická kontrola									█	█	█					
	8	Zkouška vodotěsnosti vzduchem									█	█	█					
	9	Uvedení do provozu									█	█	█					
4. etapa	1	Uzavřít přítok											█	█				
	2	Napojení na obtok											█	█				
	3	Čištění stoky											█	█				
	4	Strojní opravy											█	█				
	5	Instalace a vytvrzení vložky											█	█				
	6	Strojní zapravení detailů											█	█	█			
	7	Sanace šachet a fyzická kontrola											█	█	█			
	8	Zkouška vodotěsnosti vzduchem											█	█	█			
	9	Uvedení do provozu											█	█	█			
Demontáž staveniště	1	Odvoz materiálu												█	█			
	2	Odpojení staveniště od IS												█	█	█		
	3	Odvoz stavebních buněk												█	█	█		
	4	Odvoz techniky												█	█	█		
	5	Demontáž oplocení												█	█	█		
	6	Zapravení pozemku												█	█	█	█	█

6.2.10 1 Ganttův časový diagram prací při sanační metodě CIPP

6.2.11 Ostatní práce

Před samotnými sanačními pracemi je nutné zajistit přístup k revizním šachtám a přístup do revizních šachet. Jedná se o odstranění náletových dřevin, částečně zarostlých vstupů a před vlastní realizací sanace odstranění zhlaví šachet a vytvoření pracovního prostoru v souladu s požadavky bezpečnosti práce a pohybu na staveništi.

6.2.12 Ekonomická rozvaha sanace

Díky vysoce specifické povaze zvolených sanačních technologií nelze z veřejně dostupných informací porovnat ceny jednotlivých technologických postupů mezi sebou. Z těchto důvodů vzájemně porovnáváme ceny bezvýkopové metody se sanací variantou otevřeného výkopu. Cena sanace kanalizace s využitím varianty 1 je ovlivněna použitou tloušťkou rukávce, která vychází ze statického výpočtu. Do ceny je nutno zahrnout náklady na pročištění kanalizace a provedení monitoringu. Cena této metody byla konzultována s firmou TRASKO BVT, s.r.o. a firmou Wombat, s.r.o. Podle dostupných informací se předpokládá cena sanace 35.000 Kč/bm bez DPH.

Tab. 6.2.12.1 Výpočet ceny sanace pro variantu 1

Číslo úseku	Délka [m]	DN [m]	Cena CIPP rukávce s předčištěním, osazovacími pracemi a vytvzením [Kč]	Cena zapravení přípojek [Kč]	Celková cena [Kč]
1	119.3	900/1350	4175500	32000	4207500
2	110.3	900/1350	3860500	18000	3878500
3	51.8	900/1350	1813000	-	1813000
4	68.1	900/1350	2383500	0	2383500
5	107.6	900/1350	3766000	15000	3781000
6	100.3	900/1350	3510500	-	3510500
7	92.8	900/1350	3248000	15000	3263000
8	129.4	900/1350	4529000	18000	4547000
9	119.2	900/1350	4172000	15000	4187000
10	64.1	900/1350	2243500	15000	2258500
11	14.4	900/1350	504000	-	504000
				Součet	34 333 500

Sanace metodou CIPP na úsecích byla naceněna na 34 333 500 Kč a náklady na sanaci 12 revizních šachet a odlehčovacích komor činí 1 420 000 Kč. V součtu celková cena činí 35 753 500 Kč.

Varianta sanace otevřeným výkopem, obnovu daného úseku. Bude vybudováno nové potrubí v trase souběžné se stávajícím potrubím. Po vybudování bude provedeno přepojení a staré potrubí bude vyplněno popílkovou suspenzí nebo hubeným betonem. Ceny za sanaci touto variantou byli převzaty z Ceníku technické infrastruktury MMR, kde pro železobetonové potrubí 900/1350 mm s čedičovou vystělkou v zeleném pásu se předpokládá 63 757 Kč/bm bez DPH. [35]

Tab. 6.2.11.2 Výpočet ceny sanace pro variantu otevřeného výkopu

Číslo úseku	Délka [m]	DN [m]	Cena provádění sanace otevřeným výkopem a sanace šachet [Kč]
1	119.3	900/1350	7 606 210.10
2	110.3	900/1350	7 032 397.10
3	51.8	900/1350	3 302 612.60
4	68.1	900/1350	4 341 851.70
5	107.6	900/1350	6 860 253.20
6	100.3	900/1350	6 394 827.10
7	92.8	900/1350	5 916 649.60
8	129.4	900/1350	8 250 155.80
9	119.2	900/1350	7 599 834.40
10	64.1	900/1350	4 086 823.70
11	14.4	900/1350	918 100.80
		Součet	62 309 716.10

Využití sanace technologií otevřeného výkopu bylo naceněno na 62 309 716 Kč. V ceně je zahrnutá i sanace jednotlivých šachet na úsecích.

Celková úspora při využití bezvýkopové technologie CIPP tvoří 27 976 216 Kč. Hlavním důvodem zvýšené ceny metody otevřeným výkopem je velký objem zemních prací s potřebou dočasného uložení vytěžené zeminy a delší dobou výstavby. Ekonomická rozvaha nezahrnuje náklady na vybudování čerpacího a obtokového systému, který v případě metody sanace otevřeným výkopem by byl výrazně ekonomicky náročnější z důvodu potřeby převádět větší průtoky a zajištění vyřešení vzniklé problematiky v případě srážek.

Ekonomická rozvaha ukazuje finanční a časovou výhodnost využití bezvýkopové technologie na sanaci daných úseků oproti sanaci z otevřeného výkopu novým potrubím.

Všechny uváděné ceny vychází z publikace Ústavu územního rozvoje Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury obcí, kterou vydává Ministerstvo pro místní rozvoj ČR a pravidelně tyto cenové ukazatele aktualizuje. [35]

6.2.13 Souhrnné vyhodnocení opatření

Porovnání navrhovaných způsobů bezvýkopové sanace kanalizace DN 900/1350.

Tab. 6.2.13 1 Porovnání navržených variant

SANACE KANALIZACE ULICE PRŮMYSLOVÁ DN 900/1350		
VARIANTY	VÝHODY	NEVÝHODY
1	Rychlost provádění prací, menší nároky na obtok, širší zastoupení prováděcích firem v ČR	Potřeba statické únosnosti stávajícího potrubí, vysoké nároky na dokonalé očištění a zarovnání povrchu
2	Samostatně staticky únosné řešení, široký sortiment pro řešení detailů v šachtách, menší montážní šachty	Delší doba provádění, větší nároky na obtok, velké množství jednotlivých dílců, větší objem injektovaného prostoru
3	Samostatně staticky únosné řešení, odolnost materiálu, menší počet stavebních dílců, menší objem injektované plochy	Větší montážní šachty, potřeba těžké montážní techniky, vyšší cena zakázkově vyrobených dílců, větší nároky na systém obtoku

Pro objektivní výběr nejvhodnějšího technologického řešení je potřeba provést další doplňující průzkumy, a to zejména podrobnější statický průzkum sanovaných úseků a šachet, který by nám poskytl informace o stavu únosnosti současné stoky.

Důležitým faktorem při výběru je i vlastní zkušenost provozovatele s jednotlivými materiály a technologiemi. Lze předpokládat, že vlastníci kanalizace společnost Vodovody a kanalizace Zlín budou preferovat materiál, se kterým mají lepší a širší známost na takto důležité části sítě, než aby experimentovali s pro ně nevyzkoušeným druhem technologie či materiálu. Dalším důležitým kritériem při výběru technologie sanace budou i cenové nabídky zhotovitelů (dodavatelů). S ohledem na značnou délku a velikosti profilu stoky je možné předpokládat, že dodavatelské společnosti nabídnou určité množstevní slevy. Kritické umístění profilu na přívodu do ČOV Malenovice bude klást vysoké nároky na prováděcí firmu. Jak v ohledu na její důvěryhodnost, dobré renomé a reference z obdobných staveb, tak i na schopnost prokázat, že mají potřebné vybavení pro případ vzniklých poruch či nepředvídatelných událostí.

Pokud doplňující průzkum potvrdí, že stávající potrubí je staticky únosné, tak navrhuji zvolit variantu č. 1 – Sanaci metodou CIPP. Důvodem této volby je předpoklad, že vlastní provádění sanace má minimálně nároky na omezení provozu, čímž se eliminuje možnost vzniku

nepředvídatelných situací. Realizace touto metodou má nejmenší nároky na čerpací a obtokový systém. Díky vložené celistvé vložce se na jednotlivých úsecích mezi revizními šachtami nenachází pracovní spáry, které by v budoucnu mohly být zdrojem potenciálních poruch. Příznivým prvkem pro výběr sanace metodou CIPP je i pozitivní zkušenost majitele a provozovatele veřejné kanalizace s touto technologií. V předchozích letech touto metodou byly již některé úseky ve Zlíně úspěšně sanovány a provozovatel má již zkušenosti s provozováním a údržbou takhle opravené kanalizace. Zároveň již jeho pracovníci mají zkušenosti s jejím prováděním a eliminací možných rizik.

Pokud však při doplňujícím průzkumu dojde ke zjištění, že potrubí stávající stoky nemá již dostatečnou únosnost a nesplňuje statické požadavky, tak navrhuji zvolit variantu č. 3 sanaci metodou sliplining, což je vtahování sklolaminátového potrubí. Důvodem této volby je skutečnost, že výrobce potrubí je z České republiky a únosnost trub ze sklolaminátu je vysoká. Současně při vlastní sanaci vzniká menší počet pracovních spár oproti variantě č. 2. Dále volbu této varianty podporuje skutečnost, že zakázková výroba přesně požadovaných rozměrů potrubí umožňuje přesnější a snazší instalaci s menší potřebou injektovacího materiálu. Díky zakázkově vyrobeným dílcům lze i předpokládat lepší navázání na rozhraní úseků a šachet či odlehčovacích komor. Vyšší cena této technologie je ospravedlnitelná v optice přesného a méně poruchového řešení s vysokou životností do budoucna.

7 ZÁVĚR

Bakalářská práce je rozdělena na dvě části, rešeršní a praktickou část. V první části rešerše byly definovány pojmy a byla rozebrána norma ČSN 75 6307 se stručným výpisem obsahu jednotlivých částí. Stejným způsobem byla zpracována i norma ČSN EN ISO 11295. Dále byl proveden průzkum pokroku v kamerovém průzkumu. Byla prozkoumána nabídka na trhu v České republice a ve světě, která byla poté srovnána. V závěru části rešerše bylo provedeno rozdělení sanačních technologií a průzkum nových postupů a materiálů aplikovaných v oblasti sanace stokových sítí a kanalizačních přípojek.

Praktická část se zabývá studií sanace úseku stokové sítě v Malenovicích u Zlína. Praktická část je dělena na průvodní zprávu, technickou zprávu a výkresovou část. V průvodní zprávě je souhrn vstupních podkladů, seznámení s lokalitou vyšetřované stokové sítě, geologický a hydrogeologický průzkum, územně klimatické poměry a cíle studie. Technická zpráva obsahuje stavebně-technický a místní průzkum, návržení tří variant sanačních opatření s využitím bezvýkopové technologie. Byly vybrány varianty sanace metodou CIPP, zatlačování dílců z polymerbetonu a metodou sliplining. Jednotlivá opatření jsou následně popsána. V ekonomické z důvodu nedostatku veřejně dostupných dat cenových nabídek pro vyhotovení variantou 2 a 3, je zvoleno srovnání metody CIPP s renovací metodou otevřeného výkopu v souběžné trase. Provedení metodou CIPP vychází na 34 333 500 Kč a renovace metodou otevřeného výkopu na 62 309 716 Kč. V závěru technické zprávy jsem poukázal na potřebu dalších průzkumů, zejména statické průzkumu současného potrubí. V případě vyhovující statické únosnosti na daných úsecích navrhuji využití varianty sanace metodou CIPP. V opačném případě doporučuji využití varianty č. 3 z důvodu menší redukce průtočného profilu. Výkresová část doplňuje průvodní a technickou zprávu.

8 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] ČESKÁ TECHNICKÁ KOMORA. ČSN 75 6307, Přehled evropských norem určených pro sanaci systémů stokových sítí a kanalizačních přípojek. 03/2006.
- [2] ČESKÁ TECHNICKÁ KOMORA. ČSN EN ISO 11295, Plastové potrubní systémy používané pro sanaci potrubí – Klasifikace a přehled strategických, taktických a provozních činností. 08/2022.
- [3] ČESKÁ TECHNICKÁ KOMORA. ČSN EN 13508-1, Zjišťování a hodnocení stavu venkovních systémů stokových sítí a kanalizačních přípojek. 12/2011.
- [4] Informace o ISYBAU XML CZ. Online. Dostupné z: <http://www.isybau.cz/>. [cit. 2024-05-22].
- [5] Vodovd.info. Online. 2012. Dostupné z: <https://vodovod.info/index.php/kanalizace-a-cov/185-metodika-vyhodnoceni-technickeho-stavu-stokove-site-na-zaklade-fyzickeho-stavu>. [cit. 2024-05-22].
- [6] ZIKMUND ELECTRONICS. Online. 2024. Dostupné z: <https://www.e-zikmund.cz/produkty>. [cit. 2024-05-22].
- [7] Radeton – Inspekce kanalizací. Online. 2023. Dostupné z: <https://www.radeton.cz/141-inspekce-kanalizaci>. [cit. 2024-05-22].
- [8] SEZAKO – Kamerový vůz IBAK ARGUS 5. Online. 2024. Dostupné z: <https://www.sezako.cz/nase-technika/monitorovaci-vozy/kamerovy-vuz-ibak-argus-5>. [cit. 2024-05-22].
- [9] IBAK Inspection. Online. 2024. Dostupné z: <https://www.ibak.de/en/systems/360-degree-camera-technology>. [cit. 2024-05-22].
- [10] ARIES INDUSTRIES Voyager HD. Online. 2021. Dostupné z: <https://ariesindustries.com/products/mobile-inspection-systems/voyager-system/>. [cit. 2024-05-22].
- [11] EASY-SIGHT Produktový katalog. Online. 2024. Dostupné z: <https://www.pipedetect.com/>. [cit. 2024-05-22].
- [12] Úvod, obnova vodohospodářské infrastruktury. Prezentace. Doc. Ing. Jaroslav Raclavský, Ph.D., 2024.
- [13] Inspekce, klasifikace a zhodnocení stavu stokového systému, oprava stokových sítí a kanalizačních přípojek. Prezentace. Doc. Ing. Jaroslav Raclavský, Ph.D., 2024.
- [14] Renovace a výměna stokových sítí a kanalizačních přípojek. Prezentace. Doc. Ing. Jaroslav Raclavský, Ph.D., 2024..
- [15] Obnova a výstavba stokových sítí a kanalizačních přípojek. Prezentace. Doc. Ing. Jaroslav Raclavský, Ph.D., 2024..
- [16] The pipe-jacking system scheme. Online. In: Research Gate. 2015. Dostupné z: https://www.researchgate.net/figure/The-pipe-jacking-system-scheme-Alnubla-2015_fig22_289345427. [cit. 2024-05-22].

- [17] KLEPSATEL, František a RACLAVSKÝ, Jaroslav. Bezvýkopová výstavba a obnova podzemních vedení. Bratislava: Jaga, c2007. ISBN 978-80-8076-053-3.
- [18] DR. RAY STERLING, P.E., JADRANKA SIMICEVIC, DR. EREZ ALLOUCHE, P.E. State of Technology for Rehabilitation of Wastewater Collection Systems. Online. United States Environmental Protection Agency. 2010. Dostupné z: <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyNET.exe/P1008C45..> [cit. 2024-05-22].
- [19] PREFA BRNO: Katalog. Online. In: PREFA BRNO. 2021. Dostupné z: https://www.prefa.cz/wp-content/uploads/2020/04/PREFA-BRNO_Katalog_KANALIZACE_WEB.pdf. [cit. 2024-05-22].
- [20] AOC L730. Online. 2020. Dostupné z: <https://aocformulations.com/en-emea/products/l730-lcs-03/>. [cit. 2024-05-22].
- [21] AARSLEFF Liner production. Online. 2020. Dostupné z: <https://aarsleffpipe.com/service/liner-production/>. [cit. 2024-05-22].
- [22] PRIMELINE TRENCHLESS. Online. 2022. Dostupné z: <https://primelineproducts.com/store/>. [cit. 2024-05-22].
- [23] GreenPak. Online. 2018. Dostupné z: <http://cz.gvacpack.com/cipp-linner/cipp-cured-in-place-pipes-uv-cipp-lining.html>. [cit. 2024-05-22].
- [24] Tomczak, Elwira & Zielińska, Aleksandra. (2017). Example of sewerage system rehabilitation using trenchless technology. Ecological Chemistry and Engineering S. 24. 10.1515/eces-2017-0027.
- [25] Kanal-und Schachtsanierung mit DURA.PC. Online. 2020. Dostupné z: <https://www.pipelife.de/infrastruktur/kanalsanierung/kanalsanierung-durapc.html>. [cit. 2024-05-22].
- [26] Meyer-POLYCRETE. Online. 2022. Dostupné z: <https://polycrete.cz/HECKL-meyer-POLYCRETE.pdf>. [cit. 2024-05-22].
- [27] BUENO, Sharon M. CIPP AT 50. Online. Trenchless technology. 2021, roč. 2021, č. April, s. 1-3. Dostupné z: <https://digital.trenchlesstechnology.com/articles/cipp-at-50>. [cit. 2024-05-22].
- [28] HOBAS Materiál potrubí GRP. Online. 2023. Dostupné z: <https://www-hobas-com.translate.goog/grp-pipe-material>. [cit. 2024-05-22].
- [29] Amiblu product guide: Sustainable pipe systems engineered for the next generations. Online. Rev.5. Amiblu Holding, 05/2023n. I.
- [30] GeoCast Geopolymer Mortar: Sewer infrastructure rehabilitation. Pdf. 10/2019n. I.
- [31] Development of geopolymer-based cementitious coating for the rehabilitation of buried concrete infrastructure. Doctoral dissertations. Louisiana: Louisiana Tech University, 2010.ČESKÁ TECHNICKÁ KOMORA. ČSN EN 13508-1, Zjišťování a hodnocení stavu venkovních systémů stokových sítí a kanalizačních přípojek. 12/2011.

- [32] KS ASS® – PROVÁDĚNÍ VYSTÝLKY ŠACHET POMOCÍ MOTORU S ROTAČNÍ HLAVICÍ. Online. 2020. Dostupné z: <https://www.hermes-technologie.com/cz/sanacni-postupy/vystavba-a-sanace-kanalizaci/sanace-reviznich-sachet-maltami-ergelit.html>. [cit. 2024-05-22].
- [33] ČOVAK sanace kanalizačních šachet. Online. 2020. Dostupné z: https://www.ovak.cz/TZ_sanace_sachet/. [cit. 2024-05-22].
- [34] Povodňový plán obce Tečovice. Online. 2021. Dostupné z: https://www.portalobce.cz/povodnovy-plan/tec_charakteristika-zajmoveho-uzemi. [cit. 2024-04-24].
- [35] MINISTERSTVO PRO MÍSTNÍ ROZVOJ ČR. *Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury obcí Aktualizace 2023*. Online. 2023. Dostupné z: <https://www.uur.cz/publikacni-cinnost/prirucky-a-publikace/>. [cit. 2024-05-23].
- [36] Plán rozvoje vodovodů a kanalizace Zlínského kraje – kanalizace. Online. 2024. Dostupné z: https://geoportal.kr-zlinsky.cz/prvkuk_k/. [cit. 2024-05-23].
- [37] *Mapy.cz*. Online. 2024. Dostupné z: <https://mapy.cz/>. [cit. 2024-05-23].
- [38] Zákon č. 274/2001 Sb.: Zákon o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích). In.: 08/2001n. l., 1. - 2.

SEZNAM TABULEK

Tab. 6.2.11 Zatřídění úseků dle klasifikace BVaK	41
Tab. 6.2.4 1 Tabulka průtoků a rychlostí ve vejčitém potrubí DN900/1350	41
Tab. 6.2.4 2 Tabulka průtoků a rychlostí po sanaci ve vejčitém potrubí DN900/1350.....	50
Tab. 6.2.10 1 Posouzení obtokového potrubí DN300 pro variantu 1.....	54
Tab. 6.2.12 1 Výpočet ceny sanace pro variantu 1.....	56
Tab. 6.2.12 2 Výpočet ceny sanace pro variantu otevřeného výkopu	57
Tab. 6.2.13 1 Porovnání navržených variant	59

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 3.1.1	Struktura evropských norem pro sanační metody	5
Obr. 3.1.3.1	Přehledný seznam na výrobky pro renovaci dle evropských norem	7
Obr. 3.1.5.1	Zatřídění tlakových vložek dle statické únosnosti	9
Obr. 3.2.2.1	Vyložkování kontinuálními trubkami.....	10
Obr. 4.2.1.1	Satelitní kamera bez monitorovacího vozu	12
Obr. 4.2.1.2	Robot na detekci infiltrace balastních vod	12
Obr. 4.2.1.4	Vnitřní prostory monitorovacího vozu	13
Obr. 4.2.2.1	Spouštění kamery PANDRAMO 4K	14
Obr. 4.2.2.2	3D model s automatickou detekcí AI ArtIST	15
Obr. 4.2.2.3	Spouštění kamerového robta Voyager HD	15
Obr. 4.2.2.4	Obojživelný systém X5-HR4	16
Obr. 5.1	Rozdělení technologií sanace stokové sít	17
Obr. 5.3.1	Technologie pipe-jacking	18
Obr. 5.4.1	Schéma šachty	19
Obr. 5.5.1.1	Sklolaminátový rukávec	20
Obr. 5.5.2.1	Řešení nabízené společností meyer-POLYCRETE.....	21
Obr. 5.5.2.2	Systém sanace šachet polymerbetonem.....	22
Obr. 5.5.2.3	Nabízené polymerbetonové dílce společností PIPELIFE	22
Obr. 5.5.4.1	Nabízené polymerbetonové dílce společností PIPELIFE.....	23
Obr. 5.5.4.2	Automatizovaný systém KS-ASS.....	24
Obr. 6.1.3.1	Situace širších vztahů.....	26
Obr. 6.1.3.2	Situace značící trasu úseku stokové sítě.....	26
Obr. 6.2.1.1	Illegální přípojka	28
Obr. 6.2.1.2	Chybějící vložka	29
Obr. 6.2.1.3	Tesaná přípojka, netěsná	29
Obr. 6.2.1.4	Neidentifikovaný kovový předmět.....	30
Obr. 6.2.1.5	Podélné praskliny	30
Obr. 6.2.1.6	Infiltrace vody na levé stěně potrubí.....	31
Obr. 6.2.1.7	Mechanicky poškozený povrch	31
Obr. 6.2.1.8	Část zhroutené vrchní části potrubí	32
Obr. 6.2.1.9	Vznik podélných trhlin	32
Obr. 6.2.1.10	Navrtaný otvor s drátem.....	33

Obr. 6.2.1 11 Chybějící keramická vložka	33
Obr. 6.2.1 12 Úsek s odstávajícími vložkami	34
Obr. 6.2.1 13 Chybějící keramické vložky	35
Obr. 6.2.1 14 Podélné praskliny na obou bocích profilu.....	36
Obr. 6.2.1 15 Chybějící vložky na levé straně potrubí.....	37
Obr. 6.2.1 16 Chybějící vložky a viditelná výztuž	37
Obr. 6.2.1 17 Netěsně provedená přípojka	38
Obr. 6.2.1 18 Chybějící vložky.....	38
Obr. 6.2.1 19 Poškozený povrch a vznik trhlin.....	39
Obr. 6.2.1 20 Přípojka zasahující do vnitřní části stoky.....	40
Obr. 6.2.1 21 Uvolněná vložka.....	40
Obr. 6.2.1 22 Tabulka klasifikace poškození od BVaK	41
Obr. 6.2.2 1 Stav odlehčovací komory OK97	41
Obr. 6.2.2 1 Stav šachty Š1697	41
Obr. 6.2.3 1 Pohled na most směr centrum Tečovic od OK94	42
Obr. 6.2.3 2 Pohled na OK94.....	43
Obr. 6.2.3 3 Pohled na Š1695	43
Obr. 6.2.3 4 Pohled na Š1697.....	44
Obr. 6.2.3 5 Pohled na cyklostezku od šachty Š1697	44
Obr. 6.2.3 6 Pohled na Š1698	45
Obr. 6.2.3 7 Pohled na OK95	45
Obr. 6.2.3 8 Pohled na jez u OK95.....	46
Obr. 6.2.3 9 Pohled na Š1699	46
Obr. 6.2.3 10 Pohled na haly	47
Obr. 6.2.3 11 Pohled na Š1700.....	47
Obr. 6.2.3 12 Pohled na OK97.....	48
Obr. 6.2.3 13 Pohled na most vedoucí na ČOV Malenovice	48
Obr. 6.2.3 14 Lokalita navrhovaného staveniště.....	49
Obr. 6.2.4 1 Podélný řez.....	50
Obr. 6.2.4 2 Porovnání Q/h a Q/v křivek před a po sanaci.....	51
6.2.10 1 Ganttův časový digram prací při sanační metodě CIPP	55

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

A ...	plocha [m ²]
V ...	objem [m ³]
v ...	rychlost proudění [m.s ⁻¹]
Q ...	průtok [m ³ .s ⁻¹]
ČSN ...	česká technická norma
EN ...	evropská norma
ISO ...	mezinárodní organizace pro normalizaci
OV ...	odpadní vody
ČOV ...	čistírna odpadních vod
BVaK ...	Brněnské vodárny a kanalizace
VaK ...	vodárny a kanalizace
GIS ...	geografický onformační system
OVaK ...	Ostravské vodárny a kanalizace
CIPP ...	Cured In Place Pipe
DN ...	jmenovitá světlost potrubí v milimetech
mm ...	milimetr
m ...	metr
bm ...	běžný metr
km ...	kilometr
DPH ...	daň z přidané hodnoty
n ...	Manningův součinitel drsnosti
Kč ...	koruna česká
h ...	výška v metrech

SEZNAM PŘÍLOH

1. Závěrečná zpráva o provedeném geologickém průzkumu pro Přírodní louky Boněcko
2. Souhrnná tabulka zjištěných poruch na stokové síti v Malenovicích v ulici Průmyslová
3. Situace širších vztahů (M 1:10 000)
4. Situace stavebně-technického stavu (M 1:2 000)
5. Situace technického řešení pro variantu 1 (M 1:2 000)
6. Situace technického řešení pro variantu 3 (M 1:2 000)
7. USB flash disk s kamerovým průzkumem stokové sítě v Malenovicích v ulici Průmyslová

SUMMARY

The bachelor thesis is divided into two parts, a research and a practical part. In the first part of the research, terms were defined and the ČSN 75 6307 standard was analyzed with a brief summary of the content of individual parts. The ČSN EN ISO 11295 standard was processed in the same way. Furthermore, a survey of progress in camera survey was carried out. The offer on the market in the Czech Republic and in the world was examined, which was then compared. At the end of the research part, a division of remediation technologies and a survey of new procedures and materials applied in the field of remediation of sewer networks and sewer connections was carried out. The practical part deals with the study of the rehabilitation of the section of the sewer network in Malenovice near Zlín. The practical part is divided into an accompanying report, a technical report and a drawing part. The accompanying report contains a summary of the input documents, an introduction to the location of the investigated sewer network, a geological and hydrogeological survey, regional climatic conditions and study objectives. The technical report contains a construction-technical and local survey, the design of three variants of rehabilitation measures using trenchless technology. Variants of remediation using the CIPP method, pressing parts from polymer concrete and the sliplining method were selected. Individual measures are subsequently described. Economically, due to the lack of publicly available data on price offers for the implementation of variants 2 and 3, a comparison of the CIPP method with the renovation method of open excavation in a parallel route is chosen. Implementation using the CIPP method costs CZK 34,333,500 and renovation using the open excavation method costs CZK 62,309,716. At the end of the technical report, I pointed out the need for further surveys, especially a static survey of the current pipeline. In the case of satisfactory static load-bearing capacity on the given sections, I suggest the use of a variant of rehabilitation using the CIPP method. Otherwise, I recommend the use of variant No. 3 due to the smaller reduction of the flow profile. The drawing part supplements the accompanying and technical report.