



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ OBCÍ

INSTITUTE OF MUNICIPAL WATER MANAGEMENT

**STUDIE SANACE VYBRANÉ ČÁSTI STOKOVÉ
SÍTĚ V OSTRAVĚ**

STUDY OF REHABILITATION OF THE SELECTED PART OF THE SEWERAGE NETWORK
IN OSTRAVA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

David Köhler

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. JAROSLAV RACLAVSKÝ, Ph.D.

BRNO 2018



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3647R015 Vodní hospodářství a vodní stavby
Pracoviště	Ústav vodního hospodářství obcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	David Köhler
Název	Studie sanace vybrané části stokové sítě v Ostravě
Vedoucí práce	doc. Ing. Jaroslav Raclavský, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2017
Datum odevzdání	25. 5. 2018

V Brně dne 30. 11. 2017

doc. Ing. Ladislav Tuhovčák, CSC.
Vedoucí ústavu



prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSC.,
MBA

Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

- [1] Pasportizační údaje a dostupné údaje o stokové síti vybrané části urbanizovaného celku jako podklad pro zpracování BP.
- [2] MAYS, Larry W. Stormwater collection systems design handbook. New York: McGraw-Hill, c2001, 1 v. (various pagings). ISBN 0071354719.
- [3] STRÁNSKÝ, David et al. Metodická příručka - Posouzení stokových systémů urbanizovaných povodí. In OPZP.cz [online]. 2009 [cit. 2012-11-25]. Dostupné z WWW: http://www.opzp.cz/soubor-ke-stazeni/17/5237-01052009_metodicka_prirucka_stokovy_system_090604.pdf.
- [4] KLEPSATEL, František a RACLAVSKÝ, Jaroslav. Bezvýkopová výstavba a obnova podzemních vedení. 1. české vyd. Bratislava: Jaga, c2007, 144 s. ISBN 978-80-8076-053-3.
- [5] STEIN, Dietrich. Grabenloser Leitungsbau. Berlin: Ernst&Sohn: Berlin, 2003. ISBN 3-433-01778-6.
- [6] STEIN, Dietrich a STEIN, Robert. Instandhaltung von Kanalisationen. 4. Auflage, Band 1. Bochum: Prof. Dr.-Ing. Stein & Partner GmbH, 2014. s. 1008. ISBN 978-3-9810648-4-1.
- [7] Příslušné legislativní a normativní podklady.
- [8] Další podklady dle pokynu vedoucího BP.

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Předmětem bakalářské práce bude zpracování nových poznatků a informací z problematiky sanace stokových sítí a kanalizačních přípojek. Získané poznatky budou aplikovány při modelovém postupu sanace vybraného úseku stokové sítě v Ostravě.

Požadované výstupy: rešerše, technická zpráva, výkresová dokumentace dle pokynů vedoucího BP.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



doc. Ing. Jaroslav Raclavský, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKTY A KLÍČOVÁ SLOVA

ABSTRAKT

Cílem bakalářské práce je zhodnocení současného stavu poznání v oblasti sanace stokových sítí. Práce je rozdělena na teoretickou část a praktickou část. V teoretické části práce je cílem podrobné popsání procesu sanace a uvedení v současnosti nejpoužívanějších sanačních technologií. V praktické části práce je provedena praktická ukázka návrhu sanace na vybraném úseku stokové sítě v Ostravě. Tato část práce je rozčleněna na průvodní a technickou zprávu. V rámci praktické části je provedeno stanovení stavebně-technického stavu vybrané části stokové sítě a dále je proveden návrh sanačních řešení a ekonomické zhodnocení.

KLÍČOVÁ SLOVA

Stoková síť, sanace, technologie, průzkum

ABSTRACT

The aim of the bachelor thesis is to evaluate the current state of knowledge in the area of rehabilitation of sewerage networks. The thesis is divided into theoretical part and practical part. In the theoretical part of the thesis the aim is to describe in detail the process of remediation and presenting the most frequently used rehabilitation technologies. In the practical part of the thesis a practical demonstration of the design of the rehabilitation is carried out on the selected section of the sewerage network in Ostrava. This part of the thesis is broken down into a main text and technical report. Within the practical part, the construction and technical condition of the selected part of the sewer network is assessed, and the design of rehabilitation works, and economic evaluation is carried out.

KEYWORDS

Sewerage network, rehabilitation, technology, exploration

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

David Köhler *Studie sanace vybrané části stokové sítě v Ostravě*. Brno, 2018. 84 s., 7 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí. Vedoucí práce doc. Ing. Jaroslav Raclavský, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 22. 5. 2018

David Köhler
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu práce doc. Ing. Jaroslavu Raclavskému, Ph.D. za ochotu a pomoc při konzultacích bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat panu Ing. Michalu Zelenkovi a společnosti OVAK a.s. za poskytnuté materiály a konzultace.

OBSAH

1	ÚVOD	11
2	TERMINOLOGIE	12
3	SOUČASNÝ STAV POZNÁNÍ.....	13
3.1	SANACE STOKOVÝCH SÍTÍ, KANALIZAČNÍCH PŘÍPOJEK A OBJEKTŮ.....	13
3.2	HYDRAULICKÉ POSOUZENÍ	14
3.2.1	Hydraulické modelování, kalibrace a verifikace modelu.....	15
3.2.2	Posouzení hydraulické provozuschopnosti a návrh řešení	16
3.3	PRŮZKUMY Z HLEDISKA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ.....	16
3.3.1	Posouzení vlivů na životní prostředí.....	17
3.3.2	Řešení na ochranu životního prostředí	17
3.4	STAVEBNĚ-TECHNICKÝ STAV	17
3.4.1	Výběr lokalit pro posouzení	17
3.4.2	Čištění stokových sítí.....	18
3.4.3	Inspekce vybraného úseku.....	19
3.4.4	Vyhodnocení kamerového záznamu a stanovení technického stavu	20
3.5	METODY STAVEBNĚ-TECHNICKÉHO PRŮZKUMU NA BETONOVÝCH A ŽELEZOBETONOVÝCH KONSTRUKCÍCH.....	26
3.5.1	Vizuální metody	26
3.5.2	Stanovení fyzikálně-mechanických vlastností betonu a oceli.....	27
3.5.3	Stanovení korozního poškození betonu	29
3.5.4	Určování polohy výztuže	29
3.5.5	Zkoušení podkladu	30
3.6	SANAČNÍ METODY	31

3.7	OBNOVA STOKOVÉ SÍTĚ	31
3.7.1	Otevřený výkop	32
3.7.2	Bezvýkopové technologie obnovy.....	32
3.7.2.1	Rozrušování	32
3.7.2.2	Mikrotunelování.....	33
3.7.2.3	Štítování	33
3.8	RENOVACE STOKOVÉ SÍTĚ	34
3.8.1	Výstelka ze souvislého potrubí (Relining).....	35
3.8.2	Výstelka z těsně přiléhající vložky (Close-fit).....	35
3.8.3	Výstelka vytvrzovaná na místě (CIPP).....	36
3.9	OPRAVA STOKOVÉ SÍTĚ	41
3.9.1	Výkopové technologie oprav	41
3.9.2	Bezvýkopové technologie oprav.....	42
3.9.2.1	Opravy železobetonových a betonových konstrukcí.....	42
3.9.2.2	Kanalizační robot	45
3.9.2.3	Injektážní metody.....	45
3.9.2.4	Těsnící pásy	47
3.9.2.5	Opravy pomocí krátkých výstélek	47
4	OSTRAVSKÉ VODÁRNY A KANALIZACE A.S.	48
4.1	ZÁKLADNÍ INFORMACE	48
4.2	KANALIZAČNÍ SÍŤ MĚSTA OSTRAVY	48
4.3	GENEREL ODVODNĚNÍ MĚSTA OSTRAVY	48
4.4	ÚDRŽBA A MONITORING KANALIZAČNÍ SÍTĚ	49
5	STUDIE SANACE ČÁSTI STOKOVÉ SÍTĚ V OSTRAVĚ NA LOKALITĚ V. JIŘÍKOVSKÉHO	52
5.1	PRŮVODNÍ ZPRÁVA	52
5.1.1	Identifikační údaje stavby.....	52

5.1.2	Vstupní podklady.....	52
5.1.3	Cíl studie.....	52
5.1.4	Popis zájmové lokality.....	52
5.1.5	Geologické poměry	54
5.1.6	Hydrogeologické poměry	54
5.1.7	Klimatické poměry	54
5.2	TECHNICKÁ ZPRÁVA	54
5.2.1	Průzkum stavebně-technického stavu.....	54
5.2.2	Stanovení metody sanace.....	70
5.2.3	Ekonomické zhodnocení navrhovaných opatření	72
5.2.4	Celkové zhodnocení	74
6	ZÁVĚR.....	75
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	76
	SEZNAM OBRÁZKŮ	79
	SEZNAM TABULEK	81
	SEZNAM GRAFŮ	81
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	82
	SEZNAM PŘÍLOH	83
	SUMMARY.....	84

1 ÚVOD

Tématem bakalářské práce je studie sanace vybrané části stokové sítě v Ostravě. Sanace stokových sítí je v současnosti velmi důležité téma vzhledem k tomu, že mnoho stokových sítí budovaných v minulém století se dostává na hranici své životnosti. Bez případných sanačních opatření na těchto stokových sítích hrozí, že dojde k nenávratnému poškození a s tím související nutnosti provádět mnohem zásadnější zásahy, nežli by bylo nutné v případě včasné sanace. V současnosti se společnost příliš nezajímá o provoz stokových sítí, a ne vždy vypouští odpadní vody v souladu s kanalizačním řádem. Společně s neodborně provedenou výstavbou a stářím stokové sítě má toto jednání zásadní vliv na provozuschopnost stokových sítí a případný vznik poruch a havárií, které mají dopad jak ekonomický, tak i společenský. Aby se těmto situacím předcházelo, je nutné, aby provozovatelé stokových sítí brali zřetel na současný stavebně-technický stav vybudovaných stok a sanační práce prováděli včas, kdy mohou zabránit vzniku zmíněných havárií a současně výrazně prodloužit životnost stoky a zlepšit její provozní vlastnosti.

Předmětem bakalářské práce je seznámení se současným stavem poznání v oblasti sanace stokových sítí a praktická ukázka návrhu sanačního řešení na konkrétním úseku stokové sítě. Za tímto účelem je práce rozdělena na dvě části.

V první teoretické části práce je nastíněn současný stav poznání problematiky sanace stokových sítí. Jsou zde podrobně popsány jednotlivé části procesu sanace od počátku až po samotnou realizaci. Důraz je kladen na metody zjišťování stavebně-technického stavu a nastínění v současnosti nejpoužívanějších technologií pro sanaci stokových sítí.

V druhé části práce je proveden praktický návrh sanace na konkrétním úseku stokové sítě na ulici Václava Jiříkovského v Ostravě, která je ve správě firmy OVAK a.s. Současně jsou uvedeny základní informace o provozovateli daného úseku stokové sítě. Tato praktická ukázka je rozčleněna na průvodní a technickou zprávu. V průvodní zprávě jsou uvedeny základní informace o posuzované části stokové sítě a lokalitě, ve které se nachází. V technické zprávě pak je provedeno posouzení stavebně-technického stavu jednotlivých úseků vybrané části stokové sítě a dále pak návrh sanačních opatření a ekonomické zhodnocení.

2 TERMINOLOGIE

V této kapitole jsou vymezeny základní pojmy z oblasti stokování a obnovy vodohospodářské infrastruktury.

Zákon č. 274/2001 Sb. v platném znění vymezuje tyto pojmy:

- **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. [1]
- **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. [1]

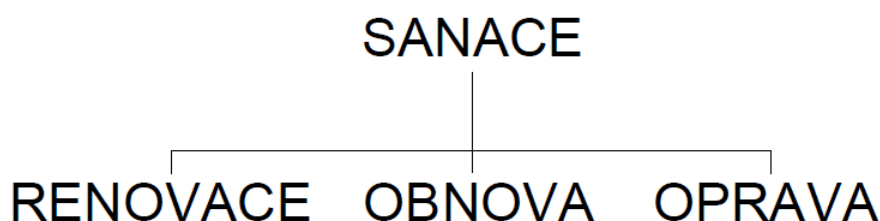
Dle ČSN EN 752, „Odvodňovací systémy vně budov“ definujeme základní objekty nacházející se na stokové síti, jevy související s provozem sítě a další pojmy spjaté se sanací stokového systému, které jsou dále v této práci užívány:

- **Vstupní šachta** – kanalizační šachta s odnímatelným poklopem, umístěná na stoce nebo potrubí, která umožňuje vstup osob;
- **Exfiltrace** – únik vod z odvodňovacího systému do zeminy;
- **Infiltrace** (do odvodňovacího systému) – nežádoucí vnikání podzemní vody do odvodňovacího systému;
- **Údržba** – průběžná opatření prováděná k zajištění provozuschopnosti (výkonosti) odvodňovacích systémů;
- **Sanace** – opatření k obnovení nebo zlepšení stávajících odvodňovacích systémů;
- **Renovace** – opatření ke zlepšení stávajících funkčních a provozních vlastností stok a potrubí při úplném nebo částečném zachování jejich původní konstrukce;
- **Oprava** – opatření k odstranění lokálních závad;
- **Obnova** – vybudování nových úseků stok a potrubí ve stávající nebo jiné trase, při zachování jejich původní funkce. [2]

3 SOUČASNÝ STAV POZNÁNÍ

3.1 SANACE STOKOVÝCH SÍTÍ, KANALIZAČNÍCH PŘÍPOJEK A OBJEKTŮ

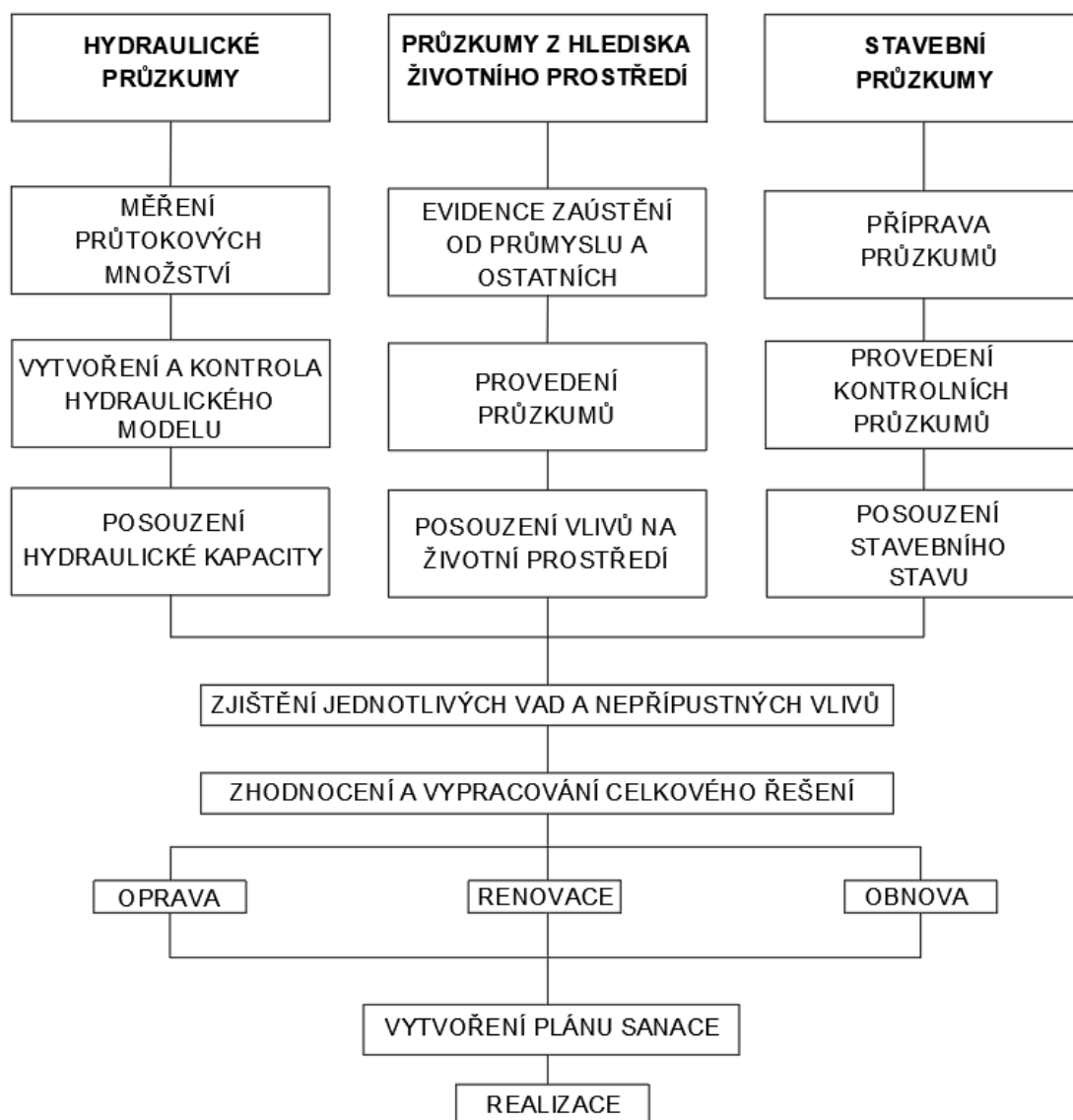
Pojem sanace zahrnuje veškerá opatření k obnovení nebo zlepšení stávajícího stavu odvodňovacích systémů. Samotnou sanaci můžeme provádět třemi způsoby (Obr. 1). Prvním z nich je oprava, která slouží k odstranění lokálních závad. Do této skupiny můžeme řadit např. utěsňování netěsností, injektáže neodborně zabudovaných kanalizačních přípojek nebo opravu šachet. Další skupinou jsou renovační postupy, mezi které patří zejména bezvýkopové technologie, sloužící ke zlepšení stávajících a provozních vlastností stok a kanalizačních přípojek. Příkladem těchto technologií může být relining nebo hojně užívané flexibilní rukávce. Poslední skupinou související se sanací je obnova. Zde se ve velké míře užívá otevřených výkopů k výstavbě nových stok a přípojek, avšak i zde je možné užití bezvýkopových technologií např. mikrotunelování. [3]



Obr. 1 Rozdělení sanace

Samotnému procesu sanace předchází několik důležitých průzkumů, které dělíme na tři základní skupiny (Obr. 2). Tyto skupiny jsou průzkumy stavební, hydraulické a průzkumy z hlediska ochrany životního prostředí. Cílem stavebních průzkumů je získání podkladů, pro co nejpřesnější určení stavebně-technického stavu stokové sítě. Dále jsou prováděny hydraulické průzkumy, které slouží zejména k posouzení hydraulické kapacity systému. Poslední skupinou jsou průzkumy z hlediska ochrany životního prostředí, při kterých je zjišťován vliv vypouštěných odpadních vod na životní prostředí. Po provedení zmíněných průzkumů jsou analyzovány jednotlivé zjištěné parametry a na jejich základě je vybráno nejvhodnější řešení a vytvořen plán samotné sanace. V následujících kapitolách budou rozebrány jednotlivé součásti diagnostiky a posouzení stavu stokových sítí. [2]

DIAGNOSTIKA A POSOUZENÍ STÁVAJÍCÍHO STAVU STOKOVÉ SÍTĚ



Obr. 2 Postupový diagram sanace stokových sítí a kanalizačních přípojek [upraveno dle [2]]

3.2 HYDRAULICKÉ POSOUZENÍ

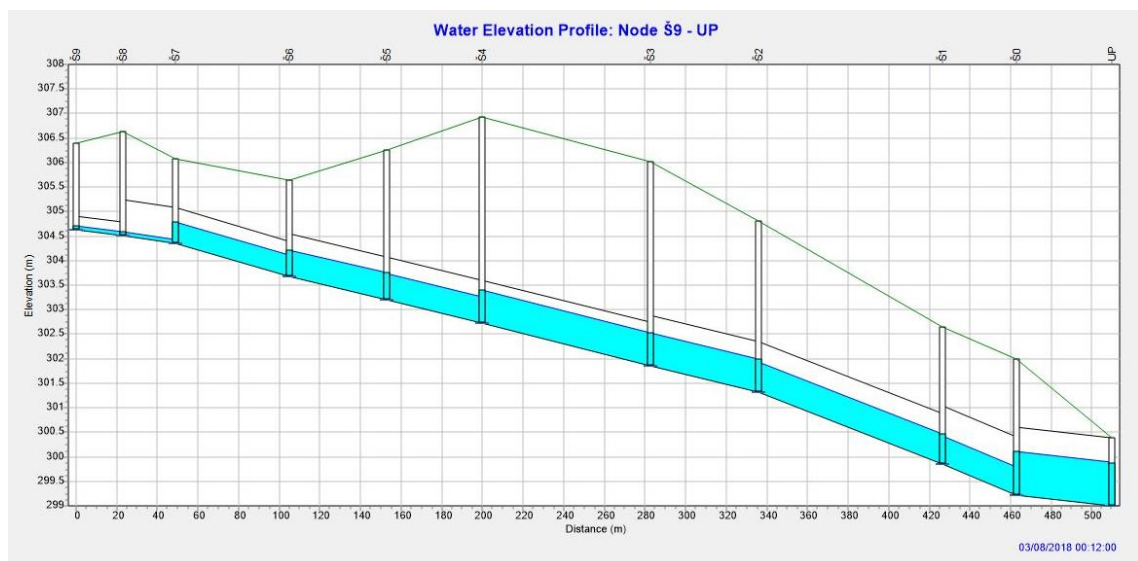
Mezi jedno z nejdůležitějších posouzení v rámci diagnostiky stávajícího stavu potrubí řadíme hydraulické posouzení stoky. V rámci tohoto posouzení jsou prováděny hydraulické zkoušky, které nám dávají informace potřebné ke stanovení odtoků jak bezdeštných, tak i dešťových, infiltrace, exfiltrace nebo ke zjištění nesprávně napojených kanalizačních přípojek. Mezi nejčastěji prováděné zkoušky řadíme měření srážek a odtoků. [2]

Dalším nástrojem pro hydraulické posouzení jsou tzv. generely odvodnění. V minulosti klasické generely odvodnění pro urbanizovaná území obsahovaly výpočet stokové sítě a

určení vstupních parametrů pro ČOV. V současnosti nově zpracovávané generely odvodnění spojují řešení a vzájemné vazby mezi stokovou sítí, ČOV, vypouštěním do recipientu, vodními toky a infiltrací do podzemních vod. Generely odvodnění jsou zpracovávány v digitální formě. Tato forma umožňuje snadnější aktualizaci vstupních parametrů. Mezi nejdůležitější podklady, které jsou v rámci generelu používány, řadíme data z monitoringu dešťových srážek, měření průtoků, měření kvality vody v kanalizaci a ve vodních tocích nebo hydrogeologické průzkumy. Získání těchto dat je finančně i časově velmi náročné, avšak pouze řádně aktualizovaný generel odvodnění umožňuje správné analýzy. [3]

3.2.1 Hydraulické modelování, kalibrace a verifikace modelu

V současnosti nejužívanější formou hydraulického posouzení stok je hydraulické modelování. Model simulace odtoku ve stokách nám podává relativně přesné informace o odvodňovaném množství a jeho průběhu stokovým systémem v závislosti na čase. Pro získání spolehlivých výstupů z modelu je nutná jeho kalibrace a verifikace. Nejčastěji je kalibrace a verifikace prováděna na základě terénních zkoušek a měření. Mezi nejpoužívanější programy pro simulaci odtoku patří Mouse a Mike Urban od společnosti DHI nebo program SWMM od americké organizace EPA (Obr. 3). Tyto programy jsou založeny na Saint-Venantových rovnicích popisujících nestacionární nerovnoměrné proudění. [2]



Obr. 3 Ukázka podélného profilu stoky v rámci simulace odtoku v programu SWMM

Model simulace odtoku ve stokách není bezpodmínečně nutný, pokud nejsou známy žádné hydraulické problémy, na stoce se nenachází žádné odlehčovací komory nebo pokud se stavební problémy mají řešit opatřeními, která nesnižují hydraulickou kapacitu stoky. [2]

3.2.2 Posouzení hydraulické provozuschopnosti a návrh řešení

Výsledky hydraulických zkoušek nebo vyzkoušeného modelu simulace odtoku se používají k posouzení hydraulické provozuschopnosti systému vztažené na stanovené požadavky pro různé srážkoodtokové jevy. Na základě těchto výsledků a závěrů je proveden návrh řešení a opatření. [2]

Možnými řešeními závad jsou:

- maximální využití stávající průtočné kapacity;
 - odstraněním překážek v odtoku
 - vyčištěním
- zmenšení přítoku do systému stok;
 - převedením dešťových vod do akumulčních zařízení nebo na propustné plochy
 - výstavbou dodatečných dešťových stok
 - omezením infiltrace a přítoku balastních vod
 - hospodaření s dešťovou vodou a zasakování
 - TNV 75 9011 - Hospodaření se srážkovými vodami
 - ČSN 75 9010 – Vsakovací zařízení srážkových vod
- snížení maximálního odtoku;
 - využitím stávající retenční kapacity systému (cílené řízení odtoku)
 - využitím retenčních možností na povrchu
 - zřízením dodatečné retence (retenční stoka nebo retenční nádrž)
- zvětšení průtočné kapacity stok.
 - obnovou s větším příčným profilem stoky
 - výstavbou dodatečných stok
 - sanací kanalizace pomocí vložek [2]

3.3 PRŮZKUMY Z HLEDISKA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Jedním z dalších posouzení v rámci procesu sanace je vliv kanalizace na životní prostředí. Tento vliv se posuzuje na základě již známých podkladů nebo průzkumů. Pokud některé podklady chybí, tak jsou provedeny dodatečné, doplňující průzkumy. Monitorovanými veličinami jsou průmyslové odpadní vody, vodotěsnost sítě, jakost vody ve vodním recipientu a dále i hlediska jako hluk, pach či optické vady. [2]

U průmyslových odpadních vod se zaznamenávají místa vtoků a následně se posuzuje druh, jakost, množství a možnost ohrožení životního prostředí těmito vodami. Další důležité průzkumy jsou za účelem zjištění netěsností stok a kanalizačních přípojek. Tyto průzkumy jsou přednostně prováděny u stok a přípojek nacházejících se v ochranných pásmech pitných vod, nebo pokud odvádějí zvláště nebezpečné látky. Z hlediska posuzování možného vlivu kanalizace na jakost recipientu jsou prováděny měření jakosti ve všech okolních vodních recipientech a je porovnávána aktuální jakost a požadavky na ní kladené. Pokud nejsou splněny legislativní limity, je dále ověřováno, zda kanalizace

nemá na jakost vody rozhodující vliv. Dále má být dbáno i na ostatní hlediska ochrany životního prostředí jako pach, hluk a optické vady. [2]

3.3.1 Posouzení vlivů na životní prostředí

Výsledky průzkumů jsou posuzovány společně s odhady četností, trváním a množstvím výustí do vodního recipientu. Pokud provozovatel má k dispozici ověřený model simulace odtoku, měly by být výše zmíněné hodnoty porovnány s tímto modelem. Získané informace dále slouží k posouzení vlivů kanalizace na životní prostředí, včetně vlivů na půdu a podzemní vodu. Evidence vypouštění průmyslových odpadních vod a ostatní důležité průzkumy se společně s výsledky stavebních průzkumů vyhodnocují dle původu nebezpečných přítoků, překročení povolených koncentrací či přítoků a dalších odchylek od platných povolení. [2]

3.3.2 Řešení na ochranu životního prostředí

Je několik řešení, kterými lze přispět k ochraně životního prostředí. Mezi základní můžeme řadit:

- zmenšení vnosu škodlivých látek do systému;
- omezení plánovaných vypouštění škodlivých látek do vodního recipientu;
- zmenšení vlivů přeložením míst zaústění;
- zmenšení exfiltrace;
- snížení zápachu. [2]

Omezení vypouštění škodlivých látek do vodního recipientu lze řešit zvětšením přítoku na čistírnu odpadních vod, zlepšením retence pevných látek a hydraulické kapacity odlehčovacích komor nebo včasnou kontrolou provozování stokové sítě. Zvýšená exfiltrace je řešena převážně utěsněním netěsností např. pomocí vodotěsné výstelky. Další mnohem razantnější možností je obnova stoky. [2]

3.4 STAVEBNĚ-TECHNICKÝ STAV

V následujících podkapitolách budou uvedeny jednotlivé činnosti související s určením a posouzením stavebně-technického stavu.

3.4.1 Výběr lokalit pro posouzení

Určení a posouzení stavebně-technického stavu stokové sítě je jedním z nejdůležitějších podkladů pro návrh sanace. Samotným stavebním průzkumům a pozdějšímu provádění sanačních prací musí předcházet několik zásadních úloh a procesů, které jsou nutné pro zdařilé dokončení projektu. Když se obecně podíváme na stokové sítě a jejich provozovatele, tak prvním krokem musí být určení úseků nebo oblastí, na kterých bude provedena inspekce a zjištění technického stavu dané stoky. Provozovatel má více možností, jakým způsobem řídit prohlídky stok a vybírat lokality k posouzení. Základní možností jsou pravidelné prohlídky stokové sítě. Četnosti prohlídek závisí na místních podmínkách, rozsahu stokové sítě a jejím stavebně-technickém stavu. Tyto inspekce by

měly být prováděny nejméně jednou za pět let. Avšak u velkých měst a rozsáhlých sítí není vždy možné tuto pravidelnost dodržet. Provozovatelé mohou četnost prohlídek stanovit provozním řádem dle TNV 75 6925 Obsluha a údržba stok. [3]

Další a v současnosti stále se rozvíjející možností je určení lokalit pro sanaci pomocí simulačních programů. Tyto programy propojené s GIS systémy analyzují mnoho faktorů jako např. stáří trubní sítě, její předchozí stav nebo možná rizika spojená s kolapsem potrubí. Na základě těchto informací jsou výstupem simulací doporučení, které lokality by mohly být rizikové, a provozovatel může naplánovat inspekční práce. Tato možnost se může dále využít i při následném rozhodování o užití některé ze sanačních metod. Určité modely umožňují analyzovat a doporučovat jednotlivé sanační metody nejen z technického hlediska, ale i z ekonomického. V tomto případě program pracuje i s informacemi ohledně rozpočtu pro obnovu. [4]

Prohlídky stok nejsou vždy jen plánované, ale při haváriích je nutné provést inspekci trubního vedení pro zjištění poškození. Praktickým příkladem pro nutnost rychlé kontroly může být propad chodníku nebo vozovky v místě, kterým prochází stoka. Na základě inspekce pouze při haváriích je založen tzv. reaktivní přístup ke kontrole stokových systémů. Tento přístup mívají, vzhledem k chybějící technice a ekonomické náročnosti pravidelných prohlídek, menší vodárenské společnosti. V současnosti se větší vodárenské společnosti snaží o tzv. reaktivní přístup pomocí pravidelných kontrol systému. Provádění této strategie předchází vzniku závažných havárií a s tím spojených technických a ekonomických rizik. [3]

3.4.2 Čištění stokových sítí

Po výběru lokalit k inspekci by měl následovat proces čištění kanalizace. Čištění před samotnou kontrolou např. pomocí TV kamery slouží k odstranění sedimentů, bezproblémovému průchodu kamery trubním systémem a dále k očištění vnitřních povrchů stěn pro kvalitní a přesný kamerový záznam. K čištění se nejčastěji užívá hydraulických metod, které používají tlakové nebo kombinované čistící vozy. Jedná se o nákladní vozidla s nástavbou uzpůsobenou pro tento provoz. Samotné čištění pak v tomto případě zajišťují tlakové trysky vedoucí do kanalizace od vozidla. Jedním z výrobců čistící techniky je německá společnost Kaiser. U hydraulického čištění pomocí trysek je nutno dbát opatrnosti a správné regulace tlaku v trysce. Příliš vysoký tlak by mohl vážně porušit trubní vedení. Na Obr. 4 můžeme vidět ukázkou hlavic čistících trysek. [3]

Dalším způsobem čištění jsou mechanické metody. Tyto metody se využívají tam, kde by metody hydraulické nebyly účinné nebo by byly zbytečné. Příkladem mohou být betonové nálitky a inkrustace, které tryskou nelze rozrušit a odstranit. Mezi tyto metody patří zejména speciální frézy. Při odstraňování betonových nálitků ve vstupních šachtách bývá užito lidské mechanické síly a ručního vytěžení odstraňovaného materiálu na povrch. [3]



Obr. 4 Hlavice čistících trysek [5]

Důkladné čištění také předchází samotnému provádění sanačních technologií. Tento krok je důležitý pro všechny sanační postupy. Např. v případě nedostatečného očištění stěn před vtažením flexibilních rukávců může dojít k nesprávnému přilnutí rukávce ke stěně potrubí a v nejhorším důsledku k následnému kolapsu této vložky.

3.4.3 Inspekce vybraného úseku

V procesu přípravy sanace po vyčištění kanalizace následuje inspekce daného úseku. Při těchto prohlídkách se zjišťuje zejména technický stav stoky. Monitoring také může sloužit ke zjištění potřeby a případného rozsahu čištění, přítomnosti hlodavců nebo kontrole kvality hotových sanačních prací. Samotné prohlídky mohou probíhat vizuálně v případě velkých průchozích profilů, ale nejčastěji je užíváno televizní kamerové techniky. Momentálně je na trhu široká nabídka těchto systémů. Příkladem této televizní techniky mohou být jednodušší tzv. šachtové kamery a komplexnější samohybné kamery, které provádí průzkum daného řadu a přilehlých kanalizačních přípojek.

Šachtové kamery jsou užívány pro zjednodušenou inspekci. Tento systém se skládá z kamerového systému umístěného na teleskopické tyči a řídicího LCD panelu. Teleskopická tyč s kamerou je zapuštěna do vstupní šachty a kamera je natočena tak, aby směřovala do kontrolovaného potrubí. Velkým omezením tohoto systému je nepřesnost záběrů vznikajících postupným přibližováním. Zejména při dlouhém kontrolovaném úseku je téměř nemožné ho následně správně vyhodnotit.

Nejčastěji používanou technologií v rámci monitoringu jsou zmíněné samohybné TV kamery. Tyto kamery umožňují průzkum kanalizačních řadů a současně také napojených přípojek. Rozsah použitelnosti je u většiny výrobců od DN 150 – DN 2000. Omezením v tomto případě je osvětlení, kdy zejména u velkých profilů je problémové, aby hlava kamery byla v ose potrubí a správně nasvětlila celý obvod trouby. Dosah těchto kamer může činit až 200 m. Pro průzkum kanalizačních přípojek je užito satelitních kamer, které jsou schopny částečného vysunutí z hlavního řadu do přípojky. Tato satelitní kamera je

součástí zmíněného základního samohybného kamerového vozíku. Mezi hlavní výhody této techniky patří možnost inspekce proti proudu z hlavního řádu, kdy není možnost kontroly přípojky z domu nebo z revizní šachty. Použitelnost satelitní kamery je přibližně u potrubí od DN 300. Dosah je u většiny výrobců okolo 40 m, vzhledem k nutnosti samostatného kabelového bubnu pro satelit. Další alternativou pro inspekci kanalizačních přípojek je užití jednodušších tzv. prutových kamer. Tyto kamery mají dosah okolo 50 m a mohou být vybaveny rotační hlavou se samonivelací. Jedním z předních výrobců kamerové techniky pro stokové sítě je společnost RAUSCH (Obr. 5). [3] [6] [7]



Obr. 5 Satelitní kamerový systém Rausch M 200 [7]

V současnosti mnoho poskytovatelů monitoringu včetně samotných vodárenských společností vlastní speciálně upravené vozy, které jsou vybaveny veškerou potřebnou technikou pro tuto činnost. Tyto vozy jsou vybaveny odděleným uzavřeným prostorem pro obsluhu, kde se nachází výpočetní technika sloužící k inspekci. V zadní části vozu se pak nachází naviják pro optický kabel, hydraulické rameno pro spouštění kamery do kanalizace a úložné prostory pro kamerovou techniku a její příslušenství.

Výstupem monitoringu kanalizace je podrobná dokumentace provedené inspekce trubního vedení a šachet. Dokumentace je nejčastěji provedena dle norem ATV nebo EN13508-2. Je v ní obsažen podrobný rozpis jednotlivých poruch, které byly zaznamenány do protokolu. Na základě těchto výstupů je stanoven a posouzen technický stav stoky a dále navržen nejvhodnější způsob sanace. [3]

3.4.4 Vyhodnocení kamerového záznamu a stanovení technického stavu

Základní rozdělení poruch v kontrolovaném úseku probíhá už při samotné inspekci trubního vedení. Operátor, který na povrchu obsluhuje kameru v potrubí, má za úkol zaznamenávat jednotlivé poruchy a informace do protokolu. Tento protokol je tvořen

základními údaji o kontrolovaném úseku jako jsou lokalita, označení startovací a koncové šachty nebo DN potrubí. Hlavními údaji z tohoto dokumentu je kódové označení jednotlivých poruch. Nejpoužívanější kódové značení poruch je dle EN 13508-2. Každý zjištěný nález je zaznamenán za použití kódu, který popisuje základní poznatky o nálezu. Tento kód je dále v protokolu doplněn o další informace jako jsou poloha nálezu na obvodu trouby, kvantifikační údaje nebo údaje o stavu prohlídky. Současně je ke každé zadané poruše zaznamenána současná podélná poloha kamery v daném úseku. Po skončení prohlídky jsou tyto výstupy postoupeny osobě, která stanoví technický stav dle získaných záběrů stokové sítě.

V současnosti je velmi diskutovaným tématem, jakým způsobem předávat získaná data v rámci monitoringu a jak je implementovat do informačních systémů vodárenských společností nebo provozovatelů kanalizačních sítí. Existuje mnoho různých exportních a importních modulů, které využívají možnosti softwaru pro inspekci kanalizace. Principem těchto modulů je možnost snadno importovat základní data především z GIS do softwaru kamerového systému a následně po monitoringu zpracované výsledky exportovat opět zpět do GIS. Tímto způsobem odpadá náročná práce a možné chyby se zadáváním výsledků a jejich přiřazováním do GIS. Výsledkem spolupráce a konsenzu několika výrobců kamerových systémů, dodavatelů GIS systémů a zahraničních provozovatelů kanalizačních sítí je modul ISYBAU XML. Tento modul je postaven na evropské normě EN 13 508 a v zahraničí je již rozšířený a osvědčený. Česká lokalizace tohoto exportního modulu se nazývá ISYBAU XML CZ. Cílem tohoto modulu je stát se platformou, která by definovala standard inspekční prohlídky. Tento standard by provozovatelům kanalizace zajišťoval srovnatelnost práce a výstupů kamerových vozů různých firem. Schéma principu exportního modulu ISYBAU XML můžeme vidět na Obr. 6. [8]



Obr. 6 Schéma principu exportního modulu ISYBAU XML [9]

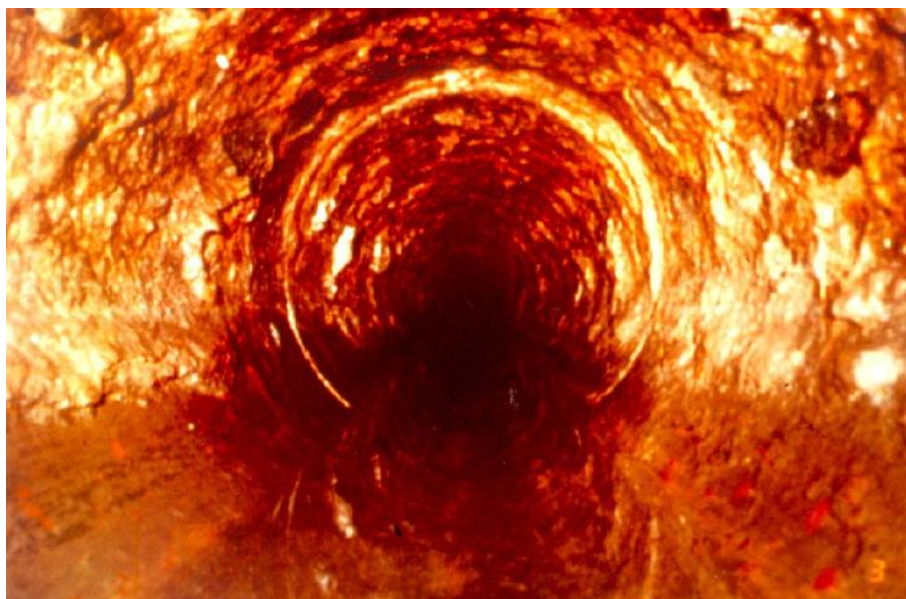
Technický stav stoky stanovujeme na základě informací získaných během inspekce. Pověřená osoba má za úkol posoudit veškeré zjištěné poruchy, jejich charakter a vliv na

spolehlivost trubního vedení. Životnost a provozuschopnost potrubí je ovlivňována řadou faktorů, mezi které patří např. technický stav silnice nebo svrchní vrstvy, pod kterou je stoka uložená, dopravní zatížení a zejména místní půdní podmínky. Důležité je zaměřit se hlavně na statickou únosnost dané trouby a schopnost spolehlivého a bezpečného převedení odpadních vod. [10]

Mezi základní poruchy, které mohou mít vliv na trubní statiku, můžeme řadit zejména chybějící části stěn potrubí a podélné nebo příčné trhliny různého charakteru. Většina těchto vad vzniká vlivem zatížení z povrchu, případně z nadloží. Je podstatné tyto poruchy řádně vyhodnotit, protože některé vážnější vady, které nebyly zajištěny, mohou mít v budoucnu za následek kolaps a zborcení daného potrubí. Zborcení trouby poté může mít mnohonásobně vyšší ekonomický dopad, než by mělo případné předchozí zabezpečení dané poruchy.

Mezi poruchy, které mají dopad na dopravu odpadních vod, řadíme veškeré netěsnosti, překážky v odtoku nebo protispády. Netěsnosti se projevují nejčastěji v trubních spojích, neodborně zabudovaných přípojkách, šachtách a chybějících částech stěn, kde mají za důsledek možnou infiltraci nebo exfiltraci. Infiltrace je nežádoucí z několika důvodů. Prvním z nich je ředění splaškových vod a tím zhoršení vlastností těchto vod pro čištění na ČOV. Dále to je ekonomické hledisko, kdy vodárenské společnosti musí vynakládat finance na čištění nebo vypouštění vod, které nebyly fakturovány. Při exfiltraci dochází k úniku odpadních vod do okolní zeminy. Tento jev má za následek kontaminaci zeminy a podpovrchových vod vodami odpadními a dále může docházet k vyplavování částic zeminy v blízkosti stoky a následné tvorbě kaveren. Vzniklé kaverny pak mohou mít za důsledek např. propad vozovky. Další poruchou související s netěsnostmi je vrůstání kořenů. Tyto kořeny si v zemině hledají cestu k vláze, kterou představuje odpadní voda. Kořenové systémy různé vegetace vrůstají skrz spoje a následně tvoří překážku v odtoku a zmenšují průtočný profil. Jako další překážky v odtoku můžeme uvést přesazené přípojky, nálitky ze zatvrdlých stavebních hmot, tukové ucpávky nebo předměty různého charakteru nacházející se ve stokové síti. Poslední skupinou poruch, které mají vliv na bezpečný průtok odpadní vody stokou, jsou protispády a vyhnutí. Protispády bývají nejčastěji způsobené už samotným neodborným uložením trubního vedení do výkopu. Důsledkem je pak vzduť závislé na velikosti protispádu a také usazování a vyhnívání látek obsažených v odpadní vodě. S procesem vyhnívání je spojen vznik sirovodíku H_2S a kyseliny sírové, která způsobuje biogenní síranovou korozi (Obr. 7). Tato koroze má dopad na cementem pojené materiály trubních sítí. Částečně jde tomuto jevu zabránit dobrým odvětráním sítě, protože sirovodík se hromadí jako plyn ve volném prostoru gravitační stoky. Biogenní síranová koroze je provozovateli stokových sítí často podceňována, avšak může vést až k absolutnímu rozrušení stěny potrubí a narušení jeho statické únosnosti. [11] [3]

Na základě posouzení je zjištěným poruchám přiřazena kategorie, která dále vede k zařazení technického stavu potrubí a objektů na stokové síti. Vybrané metodiky pro zařazení technického stavu dle různých autorů můžeme vidět v Tab. 1, Tab. 2 a Tab. 3.



Obr. 7 Příklad poškození biogenní síranovou korozí [5]

Tab. 1 Vyhodnocení stavu kanalizace – třídy poškození dle BVaK, a.s. [12]

Klasifikace	Závady	Stav potrubí	Opatření
4	Žádné viditelné stavební nedostatky, nepatrná přesazení v hrdlech	Potrubí bez závad	Sanace není potřebná
3	Vlasové trhliny, chybné přípojky, lehká poškození všech typů, inkrustace, změna nivelety dna	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 ve střednědobém výhledu
1	Tvorba střepů, rozestupování trhlín (příčně i podélně), nebezpečí ucpání, silná koroze, četné vrůsty kořenů, exfiltrace-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

**Tab. 2 Kategorie zařídění stavu potrubí a objektů na stokové síti dle ÚVHO FAST VUT
BRNO [13]**

Kategorie	Stav	Popis	Závady	Stav potrubí
1	velmi dobrý	Optimální stav příslušného ukazatele. Nevyžadují se žádná opatření vedoucí ke změnám tohoto ukazatele. Nepředpokládá se výrazná změna hodnoty ukazatele i v delším časovém období.	Žádné viditelné stavební závady, úsek bez závad, nepatrné přesazení hrdel.	Potrubí bez závad
2	dobrý	Nízká míra rizika příslušného ukazatele technického stavu. Nevyžaduje se žádné technické opatření ani v blízké budoucnosti.	Vlasové trhliny, chybné přípojky, lehká poškození všech typů, inkrustace, vlhkost.	Funkční poškození, bez narušení statiky
3	vyhovující	Vyhovující hodnoty příslušného ukazatele, které však nevyžadují okamžitá řešení, ale v budoucnosti lze předpokládat změnu hodnoty ukazatele, pravděpodobně jeho zhoršení.	Trhliny po obvodu, lehká koroze, přesazení nebo odsazení hrdel, netěsnost hrdel, protispády, občasné vrůsty kořenů, neodborné provedení přípojek – statické poškození	Statické a funkční poškození malého rozsahu
4	nevyhovující	Nevyhovující hodnoty příslušného ukazatele. To znamená, že by měla být co nejdříve naplánována a případně i realizována opatření na vyřešení tohoto stavu.	Tvorba střepů, rozestupování trhlín, příčné a podélné trhliny, nebezpečí ucpání, silná koroze, infiltrace/exfiltrace, četné vrůsty kořenů – statické poškození.	Statické a funkční poškození velkého rozsahu
5	havarijní	Nefunkční stav. Je požadováno okamžité, popř. velmi rychlé řešení, které povede k zajištění alespoň základní provozuschopnosti stokového systému a tím i dosažení lepších hodnot příslušného ukazatele.	Deformace, silná koroze, chybějící střepy, infiltrace/exfiltrace.	Nefunkční potrubí

Tab. 3 Třídění kategorií stavu úseků na stokové síti dle metodiky OVAK a.s. [upraveno dle [14]]

Kategorie	Stav	Popis	Příklad
1	bez závad	Optimální stav příslušného ukazatele. Nevyžadují se žádná opatření vedoucí ke změnám tohoto ukazatele. Nepředpokládá se výrazná změna hodnoty ukazatele i v delším časovém horizontu.	Zjištěné události bez viditelných poškození např. trubní spoje, odbočky, stěny potrubí, šachty, kynety, stupadla atd., zejména nově vybudované kanalizace.
2	drobné závady	Nízká míra rizika příslušného ukazatele technického stavu úseku. Nevyžaduje se žádné technické opatření ani v blízké budoucnosti.	Stavební závady, které mají nepatrný vliv na těsnost, hydrauliku nebo statiku potrubí: např. široké trubní spáry, slabé sedimenty, špatně začištěné spárovací hmoty, lehké deformace u potrubí z umělých hmot, lehké náznaky koroze.
3	vážné závady	Průměrné hodnoty příslušného ukazatele, které však nevyžadují okamžitá řešení, ale v blízké budoucnosti lze ovšem předpokládat zhoršení hodnoty ukazatele.	Stavební závady, které již ovlivňují statiku, hydrauliku nebo těsnost: např. otevřené potrubní spáry a trhliny, větší deformace plastových potrubí, lehké překážky odtoku (inkrusty nebo vyčnívající přípojky), lehká poškození zdiva potrubí, jednotlivé vrůstky kořenů, zkorodované zdi potrubí.
4	závady omezující provoz	Kritické hodnoty příslušného ukazatele. Okamžitě by měla být plánována, případně realizována opatření k dosažení lepší hodnoty příslušného technického ukazatele.	Stavební závady, které již nezaručují statickou bezpečnost, hydrauliku nebo těsnost: jako např. axiální nebo radiální lomy potrubí, silné deformace potrubí, vizuálně patrná infiltrace či exfiltrace vody, díry ve stěnách potrubí, silně vyčnívající přípojky, vrůstání kořenů ve značném rozsahu, silná koroze stěn potrubí.
5	havarijní stav	Nefunkční/nevýhovující stav. Je vyžadováno dle možností provozovatele okamžité řešení/zásah, který povede k neprodlenému vyřešení tohoto nežádoucího stavu příslušného ukazatele.	Stoka již není nebo v blízké době již nebude průtočná: např. zhroutené potrubí, masivní vrůstání kořenů. Vznik inkrustů či jiných závad bránícím průtoku. Kanalizace již neplní svoji funkci, příp. existuje reálné nebezpečí zpětného vzdutí vod a vniku do sklepů či výtoku na terén.

Po zatřídění technického stavu se dále pokračuje s výběrem nejvhodnější technologie pro sanaci. Toto rozhodnutí ovlivňuje mnoho faktorů. Mezi stěžejní patří hlediska spolehlivé provozuschopnosti, ekonomické a výhledové. Základní úlohou je zajištění spolehlivého provozu kanalizační sítě. Tímto je myšleno výběr nejvhodnější technologie, která je zvolena na základě poruch nacházejících se v daném úseku. Některé vážné poruchy mohou vyžadovat náročnější a ekonomicky nákladnější technologie. Zde se dostáváme k ekonomickému hledisku. Provozovatel stokové sítě hospodáří s plánem obnovy, který mu vymezuje finanční částky, které jsou určeny k investicím do obnovy a rekonstrukce sítě. Na základě těchto financí se rozhoduje, jak velká část sítě může být sanována, případně jak nákladné technologie mohou být použity. Základním ekonomickým rozhodnutím je použití bezvýkopové technologie nebo opravy otevřeným výkopem. Na toto rozhodnutí má opět vliv mnoho faktorů, mezi které patří např. hloubka uložení stoky, její délka nebo povrch, ve kterém se nachází. Výjimkou jsou havarijní stavy, které vyžadují okamžité řešení. S ekonomickým hlediskem souvisí i poslední zmíněné, a to hledisko výhledové. Je nutné u návrhu sanace posoudit životnost sanační technologie, stáří původní stoky a míru poškození. V některých situacích můžeme dojít k závěru, že výhodnější bude výměna otevřeným výkopem nebo naopak, že použití bezvýkopové technologie může prodloužit životnost materiálu původního trubního vedení. [3]

Po návrhu sanační technologie je dalším krokem realizace sanace. Tyto práce provádí vybraná realizační společnost na základě svých postupů aplikace zvolených sanačních technologií. Samotné realizaci předchází přípravné práce jako je čištění potrubí, příprava staveniště nebo případné ucpání přítoků a čerpání odpadních vod.

3.5 METODY STAVEBNĚ-TECHNICKÉHO PRŮZKUMU NA BETONOVÝCH A ŽELEZOBETONOVÝCH KONSTRUKCÍCH

Při průzkumech zabývajících se stavebně technickým stavem betonových konstrukcí se využívá široké spektrum terénních a laboratorních metod. Tyto metody jsou schopny identifikovat mechanické a fyzikálně-chemické parametry materiálu, užité vlastnosti konstrukce i její celkový stav. Mezi metody používané při stavebně technickém průzkumu patří zejména vizuální, dále pak metody zaměřené na stanovení fyzikálně-chemických vlastností betonu a oceli, zaměřené na stanovení stupně korozního narušení betonu a oceli nebo metody pro určení polohy výztuže a její krycí vrstvy. Použití těchto metod je limitováno dostupným prostorem pro provádění jednotlivých zkušebních činností a postupů. V rámci betonových konstrukcí stokových sítí jsou tyto metody použitelné přibližně od DN 800. Tyto postupy pro stanovení stavebně technického stavu betonových konstrukcí jsou využívány jak pro trubní vedení a vstupní šachty, tak velmi hojně i pro posouzení jednotlivých betonových objektů v rámci ČOV. [15]

3.5.1 Vizuální metody

Vizuální posouzení konstrukcí je základním diagnostickým nástrojem. Pomocí vizuální prohlídky můžeme kontrolovat geometrický tvar konstrukčních prvků, zjišťovat a lokalizovat statické i korozní poruchy a další imperfekce.

Mezi základní zjišťované parametry patří hloubka narušení povrchových vrstev a dále šířky trhlin. Povrchové vrstvy betonu bývají poškozeny různými korozními mechanismy. Při vizuální prohlídce odměřujeme tloušťku již odpadlých vrstev, ale současně i vrstev, které jsou viditelně porušeny a mají nízkou soudržnost. Měření se nejčastěji provádí pomocí posuvného měřítka. Dalším posuzovaným parametrem je šířka trhlin. Ke každé trhlíně je uváděna její maximální nebo průměrná šířka a současně, zda je vedena podélně nebo příčně. Šířku trhlin můžeme stanovit např. indikátorem trhlin. Tento příložený indikátor se skládá ze systému různě širokých čar, kterým je přiřazena odpovídající šířka. [15]

3.5.2 Stanovení fyzikálně-mechanických vlastností betonu a oceli

Při diagnostice betonových konstrukcí se zaměřujeme převážně na stanovení pevnosti betonu nebo meze kluzu oceli. Tyto dva parametry bývají základním vstupem pro statické posouzení konstrukce nebo porovnání kvality použitého materiálu na začátku životnosti a současného stavu. [10]

Pevnost v tlaku betonu je základním zjišťovaným parametrem pro kvalitní posouzení technického stavu dané konstrukce. Některé další parametry jako pevnost v tahu za ohybu se při diagnostických pracích používají jen výjimečně. Metod pro stanovení pevnosti v tlaku je mnoho. V praxi v rámci diagnostiky na stokových sítích je používáno zejména odrazové metody a stanovení pevnosti betonu na jádrových vývrtech. [15]

Metoda Schmidtova tvrdoměru byla patentována v padesátých letech minulého století. Tuto metodu řadíme mezi nedestruktivní metody, které nepoškozují konstrukci. Mezi její největší přednosti patří rychlost stanovení měřeného parametru, relativně dostatečná přesnost odhadu pevnosti a flexibilita při měření. Je nutno ale dodat, že tato metoda by měla sloužit spíše pro vytipování míst se sníženou pevností, kde by měl být proveden jádrový vývrt, který je mnohem komplexnější a z hlediska získaných parametrů daleko přesnější. Mezi faktory, které omezují přesnost měření pomocí tvrdoměru patří převážně stáří, vlhkost a míra karbonatace zkoušeného betonu. Detailní princip této zkoušky a konstrukce přístrojů jsou popsány v rámci normy ČSN 73 1373 „Tvrdoměrné zkoušení betonu“. [15]

Stanovení pevnosti betonu na jádrových vývrtech patří mezi nejpřesnější ze všech těchto metod. Odběrem jádrových vývrtů získáváme objektivní informace o skladbě betonu, stavu povrchových vrstev a dále pak na základě destruktivních zkoušek získáváme parametry pevnosti v tlaku a tahu. Odběr jádrových vývrtů by měl být nezbytnou součástí stavebně technického průzkumu betonové konstrukce před sanací. Je vhodné doplňovat standardní kamerové průzkumy právě jádrovými vývrty. Pro získání co nejkompaktnějších výsledků, je u velmi poškozených trub nutné provést větší počet vývrtů. Postup odběru jádrových vývrtů, příprava těles ke zkouškám a jejich zkoušení je popsáno v normě ČSN EN 12 504-1 „Zkoušení betonu v konstrukcích – Část 1: Vývrty, odběr, vyšetření a zkoušení v tlaku“. Zmíněná norma nepředepisuje průměr jádrového vývrtu. Doporučovaným poměrem výšky k průměru vývrtu je 1:1, kdy nejčastěji používaný průměr je 100 mm. Je nutné přihlídnout k faktu, že pokud je poměr velikosti

maximálního zrna kameniva v betonu k průměru vývrtní menší než 1:3, má tato skutečnost značný vliv na zjištěnou pevnost. Další doporučení, které se v citované normě nachází je, že by měl být vývrt proveden v místě, kde nebude docházet k vrtání skrz přítomnou výztuž. Ukázkou jádrového vývrtní můžeme vidět na Obr. 8. [15] [10]



Obr. 8 Ukázkou jádrového vývrtní [L. Židek]

Příkladem používané techniky pro jádrové vrtání mohou být vrtací systémy společnosti HILTI. Jedním z těchto systémů, které jsou používány i v rámci trubního vedení je např. diamantový vrtací systém DD 150-U. Tento systém je určený jak pro ruční, tak i stojanové jádrové vrtání až do průměru 160 mm. Ukázkou techniky pro jádrové vrtání můžeme vidět na Obr. 9. [16]



Obr. 9 Ukázkou jádrového vrtání ve stoce [L. Židek]

3.5.3 Stanovení korozního poškození betonu

Mezi základní způsoby, jak identifikovat korozní poškození betonu, patří podrobná vizuální prohlídka, jádrové vrtání, fyzikálně-chemické zkoušky a sekané sondy. Při jádrovém vrtání je možnost vizuálně posoudit míru a hloubku korozního porušení betonu a dále oddělit povrchovou vrstvu a stanovit na ní obsah síranů, které při reakci s pojivem způsobují síranovou korozi betonu. Další zjišťovaný parametr je míra karbonatace betonu. Karbonatace betonu je reakce složek pojiva se vzdušným CO_2 . Při tomto jevu dochází ke snížení hodnoty pH betonu a zániku tzv. pasivační vrstvy mezi betonem a výztuží. Důsledkem je poté odtrhávání a odpadávání krycí vrstvy betonu. Pro odhalení míry karbonatace se používá zkoušky roztokem fenolftaleinu. Vzorek betonu se nastříká tímto roztokem a pokud nedojde k vizuální změně, tak je indikovaná zkarbonatovaná vrstva betonu. V opačném případě, pokud se zkoušená plocha betonu zbarví do růžova, tak beton není napaden karbonatací. [15]

Další možné posouzení míry korozního narušení betonu je na základě fyzikálně-chemických zkoušek. Tyto zkoušky nám mohou podat informace o míře degradace betonu, predikci další životnosti konstrukce a případně stanovení míry kontaminace cizorodými látkami. Mezi analýzy, kterými lze posuzovat stav hodnoceného betonu, řadíme chemický rozbor, rentgenovou difrakční analýzu, diferenční termickou analýzu a stanovení hodnoty pH ve výluhu. [15]

Mezi jednodušší metody ke stanovení korozního poškození řadíme sekané sondy a odtrhávací zkoušky. Sekané sondy nám mohou poskytnout údaj o hloubce poškození. Jejich primární využití je pro odhalení a posouzení výztuže. Odtrhávací zkoušky slouží převážně ke zkoušení podkladu před sanací. Je ovšem možné na základě této zkoušky zjistit, jak velká vrstva betonu se odtrhne a vyhodnotit hloubku porušení a oslabení betonu. [15]

3.5.4 Určování polohy výztuže

Stanovení polohy výztuže řadíme k nejkomplicovanějším diagnostickým úkonům. Tato diagnostika slouží ke zjištění, zdali daná konstrukce výztuž obsahuje, k určení její případné polohy, stavu a na základě těchto informací ověření aktuální únosnosti betonové konstrukce. V rámci stokových sítí je v tomto směru nejpoužívanější diagnostickou metodou kombinace sekaných sond a elektromagnetických přístrojů. Tyto přístroje jsou založeny na elektromagnetickém principu. Jednoduché typy přístrojů nám jsou schopny poskytnout údaje pouze o tom, zdali se v dané části výztuž nachází. Sofistikovanější nové systémy jsou schopny určit nejen polohu výztuže, ale např. i její průměr nebo krycí vrstvu. Příkladem takového systému může být systém FERROSCAN PS 200/250 od firmy HILTI (Obr. 10). Tento přístroj umožňuje rozpoznání výztuže v průměru od 6 do 36 mm. Maximální hloubka, do které je přístroj schopný rozpoznat průměr výztuže je 60 mm. Přesnost lokalizace výztuže je 3 mm a z hlediska hloubky krycí vrstvy 1 mm. [15] [17]



Obr. 10 Systém FERROSCAN PS 200/250 pro vyhledávání výztuže v betonu [17]

3.5.5 Zkoušení podkladu

Správně upravený podklad je základem pro kvalitní přikotvení nových správkových hmot. Vzhledem ke skutečnosti, že se k předúpravě používá řada různých technologií, a i stav samotných sanovaných betonových konstrukcí je velmi proměnlivý, je nezbytné, aby byla po předúpravě povrchu provedena diagnostika pro posouzení upravené povrchové vrstvy. Mezi nejčastěji využívané metody v rámci diagnostiky povrchu betonových materiálů na stokových sítích patří vizuální kontrola a stanovení pevnosti v tahu povrchových vrstev. [15]

Základem kontroly je vizuální hodnocení stavu předupraveného podkladu. V rámci této činnosti se zaznamenává rozsah předúpravy, tloušťka odstraněných vrstev a případně imperfekce, které by mohly ovlivnit soudržnost sanační hmoty s původním materiálem. [15]

Ke stanovení pevnosti v tahu povrchových vrstev se používá tzv. odtrhová zkouška. Na náhodně vybraná zkušební místa se přilepí zkušební terče, které mohou být buď kruhové o průměru 50 mm nebo čtvercové o hraně 50 mm. Dále se terč ořízne do hloubky rovnající se minimálně polovině průměru kruhového terče nebo polovině hrany v případě čtvercového terče. Po zatuhnutí lepidla se k terči připevní odtrhová aparatura. Nejvhodnějšími typy těchto aparatur jsou hydraulické aparatury s ručním nebo elektromechanickým pohonem hydraulického systému. Při samotném průběhu zkoušky je nutné, aby rychlost zatěžování byla taková, že dojde k porušení nejdříve 20 sekund po zahájení zkoušky. Vyhodnocení se pak provede výpočtem, kdy se zjištěná síla dělí zatěžovací plochou. Součástí vyhodnocení je i popis a průběh plochy porušení. Na Obr. 11 můžeme vidět ukázkou výsledků odtrhových zkoušek. [15]



Obr. 11 Ukázka výsledků odtrhových zkoušek [L. Židek]

3.6 SANAČNÍ METODY

V následujících kapitolách budou rozebrány jednotlivé sanační metody a postupy aplikované při sanaci stokových sítí a kanalizačních přípojek.

3.7 OBNOVA STOKOVÉ SÍTĚ

Pojmem obnova stokové sítě se rozumí vybudování nových úseků stok a potrubí ve stávající nebo jiné trase, při zachování jejich původní funkce. Obnovy stokové sítě se využívá zejména v případech, kdy by byla renovace nevhodná. Nejčastěji se k těmto metodám přistupuje, když se na daném úseku stoky nachází příliš mnoho poruch, kdy potrubí ztrácí svoji statickou funkčnost a hrozí jeho havárie. Dalšími důvody mohou být požadavky na zkapacitnění dané stoky nebo snížení kapacity potrubí po renovaci. Výraznou roli při rozhodování o obnově trubního vedení hraje ekonomické hledisko. Praktickým příkladem může být stoková síť, která prochází vegetačním pásem a je mělce uložena. V tomto případě mohou být náklady na renovaci stejně vysoké, jako případná obnova trubního vedení ve stávající trase. Dále je v rámci návrhu sanační technologie porovnávána uvažovaná životnost renovovaného nebo obnoveného potrubí. [2]

Základní rozdělení metod obnovy ve stávající trase je na otevřené nebo polootevřené výkopy a bezvýkopové technologie. Mezi bezvýkopové technologie obnovy stokových sítí patří rozrušování, mikrotunelování a štítování (Obr. 12). [12]



Obr. 12 Rozdělení vybraných metod obnovy stokových sítí [upraveno dle [3]]

3.7.1 Otevřený výkop

Výměna trubního vedení otevřeným výkopem je jedna z možností obnovy trubního vedení ve stávající trase. Vzhledem k vyšším nákladům na výkopové práce je použití otevřeného výkopu vhodné v nízkých hloubkách uložení a také mimo zpevněné povrchy, kde se výrazně promítají náklady na zpětné zapravení povrchu. Principem výměny trubního vedení otevřeným výkopem je mechanické vyhloubení rýhy a její zapažení s následným uložením trub na odpovídající podsyp. [3]

3.7.2 Bezvýkopové technologie obnovy

V následujících podkapitolách budou rozebrány nejpoužívanější bezvýkopové technologie obnovy.

3.7.2.1 Rozrušování

Tyto metody považujeme za metody destruktivní. Principem těchto metod je rozrušení stávajícího trubního vedení a následné zatažení nového stejně velkého nebo většího vedení. Těchto metod je využíváno nejčastěji při obnově stoky z důvodu statického porušení nebo nutnosti zkapacitnění. Mezi hlavní výhody patří relativně nízké náklady na provedení a rychlost výstavby. V následujících odstavcích budou uvedeny a stručně popsány nejpoužívanější metody rozrušování. [3]

Metoda trhání potrubí (Pipe bursting) – je využívána u potrubí kruhového průřezu, které je z křehkého materiálu jako litina, kamenina nebo nevyztužený beton. Principem je vstup trhácí hlavy původním potrubím a jeho rozrušení na části, které zůstávají v zemině okolo nově zatahovaného vedení. Současně s trháním se zatahuje nové potrubí. Po úpravě trhácí hlavy je tato metoda použitelná i u oceli a plastu. Metodu trhání potrubí lze dále dělit na dynamické či statické trhání potrubí. [12]

Metoda vytahování starých trub (Pipe extraction) – je metoda, při níž je ze zeminy vytahováno staré potrubí za současného zatahování nových trub. Používá se zejména pro vytahování starých kovových trub z oceli, litiny nebo azbestocementu. Pro realizaci této

metody je potřeba dvou pracovních šachet, mezi kterými je starým potrubím protaženo několik tažných tyčí, které jsou ukončeny adaptérem na jednom z konců. Na tento adaptér je připojena kónická rozšiřovací hlava, která rozšiřuje otvor podle průměru zatahovaného nového vedení. V jedné z těchto pracovních šachet je umístěno vytahovací zařízení a ve druhé se nachází již zmíněný adaptér s rozšiřovací hlavou a připravené nové trouby. Současně tedy probíhá trhání staré a zatahování nové trouby. Nezanedbatelnou výhodou této metody je, že v zemi nezůstávají střepy původního potrubí, které by mohly poškodit potrubí nově zatahované. [12]

Metoda rozrušování potrubí plnoprofilovou frézou (Pipe eating) – je metoda jejímž principem je rozrušování starého potrubí pomocí plnoprofilové frézy s pevnými nebo rotačně valivými dláty z tvrdokovu. Využití je u kameninových, betonových a azbestocementových trub. Při realizaci je potřeba startovací šachty, do které je ukotvena souprava určená pro tuto metodu. Frézovací část soupravy je vybavena vodící hlavou, která umožňuje přesné vedení prací v původní trase. Po rozrušení potrubí dochází k zdobnění vzniklých střepů integrovaným drtičem a následný transport odpadu šnekovým dopravníkem, který se nachází v transportním potrubí za vrtnou hlavou. Současně s rozrušováním je do uvolněného prostoru zatlačováno nové potrubí. [12]

3.7.2.2 Mikrotunelování

Mikrotunelování považujeme za řízenou metodu pro protlačování trub s vnitřním průměrem většinou do jednoho metru. Technický pokrok této technologie v posledních letech ovšem umožňuje tunelování i výrazně větších dimenzí. Principem této metody je rozpojování zeminy v čele vrtnou hlavu a následné, bezprostřední uložení trub za mikrotunelovací stroj. Tento proces je řízen z řídicího stanoviště nacházejícího se vně tunelu. Délka protlačovaného úseku může být až 150 m v závislosti na geologických a směrových poměrech. Většina mikrotunelovacích souprav bývá kontejnerizovaná a tyto kontejnery jsou umísťovány nad pracovní šachtu, kterou současně překrývají. Z kontejneru je vysouván jeřáb, který slouží při odtěžení vytěžené zeminy a obsluhuje i skládku trub do pracovní šachty. Podle systému odstraňování rozrušené zeminy dělíme tuto technologii na mikrotunelování se šnekovým dopravníkem nebo s hydraulickou dopravou zeminy. Mikrotunelování je využíváno převážně k výstavbě nových stok. Mezi hlavní výhody patří minimalizace výkopových prací a zaboru pracovní plochy, možnost vrtání ve větších hloubkách a rychlost výstavby. V současnosti je tato metoda upřednostňována zejména v intravilánu, vzhledem k omezením vznikajícím při použití otevřených výkopů. [12]

3.7.2.3 Štítování

Štítování je nejrozšířenější metodou výstavby štol v zeminách a poloskalních horninách. Tato technologie spadá do kategorie tzv. minitunelování. Jedná se o kategorii, kdy se razí zejména větší průchozí a průlezné profily. Pro tuto výstavbu se používá zařízení, u kterých je nutná stálá nebo občasná přítomnost v podzemí. Je tedy nezbytné, aby světlý průměr podzemního vedení byl minimálně 1000 až 1200 mm. Štíty na bezvýkopovou

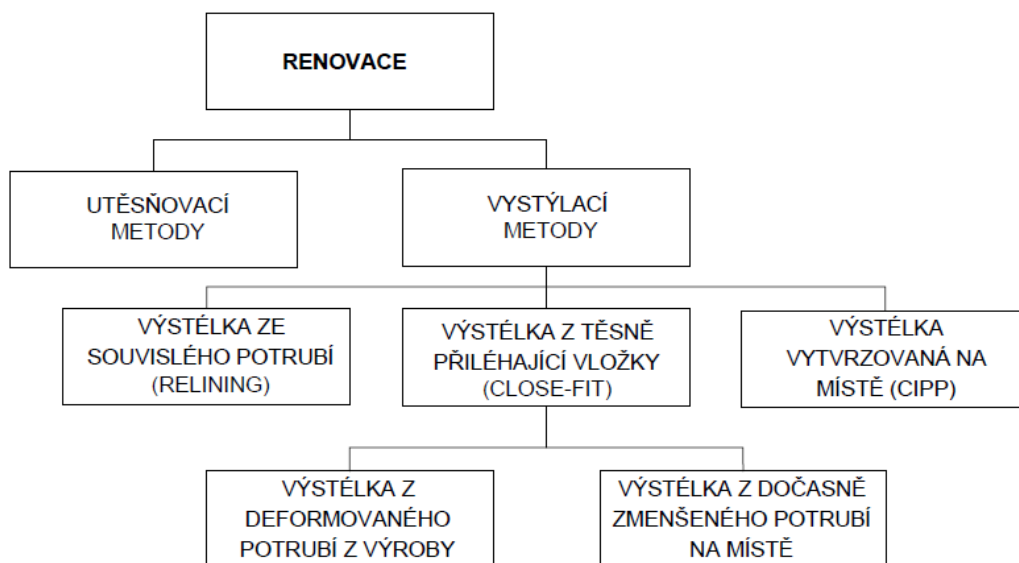
výstavbu podzemních vedení jsou monolitické, svařované konstrukce. Nejčastěji je používán kruhový průřez, ale je možnost použití i nekruhových průřezů jako např. eliptického. Štít můžeme brát jako moderní verzi hnaného pažení. Samotný postup štítování probíhá ve dvou cyklech. V prvním cyklu je štít zatlačován do zeminy za jejího současného rozpojování a odtěžování. Dalším krokem je smontování prstence ostění, ke kterému dochází po vysunutí štítu na potřebnou délku ke smontování. Pracovní postup štítování a volba mechanizačních prostředků je upravován na základě geologických podmínek a délky raženého úseku. [12]

Štíty se dělí na:

- nemechanizované;
- částečně mechanizované;
- komplexně mechanizované;
- k ražení pod hladinou podzemní vody;
- zvláštní. [12]

3.8 RENOVACE STOKOVÉ SÍTĚ

Renovaci stokového systému rozumíme opatření, které mají za cíl zlepšení stávajících funkčních a provozních vlastností stok a potrubí při úplném nebo částečném zachování jejich původní konstrukce. Výhodou renovačních postupů je zejména minimalizace nutnosti výkopových prací a rychlost provádění. Tyto technologie jsou nejčastěji používány při sanování netěsností, trhlin různého charakteru a dále např. pro úpravu povrchů narušených korozi. V současnosti se na trhu nachází mnoho renovačních technologií a je tedy nutné vybrat tu nejvhodnější na základě charakteru porušení, druhu materiálu a dimenzi daného potrubí. Při rozhodování o výběru renovačního postupu hraje roli i ekonomické hledisko. Obecně lze říci, že bezvýkopové renovační postupy jsou ekonomicky výhodnější než opravy nebo obnova pomocí výkopu. Renovační metody dělíme na utěšňovací a vystýlací. Největší pozornost bude dále věnována nejpoužívanějším vystýlacím metodám renovace stokových sítí, respektive budou popsány jednotlivé typy výstélek. Rozdělení vybraných renovačních technologií je uvedeno na Obr. 13 [2] [18]



Obr. 13 Rozdělení vybraných technologií renovace stokové sítě [upraveno dle [3]]

3.8.1 Výstelka ze souvislého potrubí (Relining)

Při renovaci metodou relining je zatahováno nové potrubí o menší světlosti do stávajícího profilu. Tato metoda je nejčastěji používána pro sanaci staticky neúnosného nebo netěsného potrubí porušeného vnitřní nebo vnější korozi. Dále je možné touto metodou dodatečně chránit potrubí při transportu agresivních látek nebo při úpravě netlakového potrubí na tlakové. Při provádění je možno zatahovat buď krátké trouby v délce 0,5-1 m svařované ve startovací jámě nebo zatáhnout na povrchu svařované potrubí do celého obnovovaného úseku. Mezikruží, které vzniká mezi starým a novým potrubím, lze buď zainjektovat speciální vylehčenou směsí nebo potřebnou souosost zajistíme pomocí distančních kroužků. Nejčastěji užívaným materiálem je polyetylen, ale používají se také trouby litinové či další materiály. Doporučený rozsah použitelnosti z hlediska světlosti potrubí je od DN 100 do DN 1600. Hlavní výhodou této metody je statická nezávislost na původním potrubí. Nové potrubí je tedy schopné staticky vyhovět i bez součinnosti s původním potrubím. Mezi nevýhody můžeme řadit hlavně zmenšení průtočného profilu. Je tedy snaha o minimalizaci vzniklého mezikruží a těsné přilnutí nového potrubí ke starému. [19]

3.8.2 Výstelka z těsně přiléhající vložky (Close-fit)

Renovace pomocí výstelek z těsně přiléhajících vložek spočívá v zatažení polyethylenového potrubí, u kterého je pro snazší zatažení zmenšen příčný profil. Po protažení sanovaným úsekem se deformovaný příčný profil potrubí vrací do původní formy a přilne k ostění původní trouby. Nejčastěji je k navrácení do původního tvaru užito přetlaku páry nebo vody. [3]

Rozeznáváme následující technologie:

- výstelka z deformovaného potrubí z výroby;
- výstelka z dočasně zmenšeného potrubí na místě. [3]

Výstelka z deformovaného potrubí z výroby – principem této metody je, že potrubí je při výrobě za tepla vytvarováno nejčastěji do tvaru C, U nebo Ω a navinuto na buben. Toto potrubí je deformováno v oblasti plastické deformace, kdy si zachovává schopnost návratu do původního tvaru zpětným přeformováním. Po zatažení potrubí pomocí navijáku jsou oba konce ucpány a do jednoho z konců je přivedena pára pod tlakem a potrubí se vrací do původního stavu. Tento jev, při němž nastává rekrytalizace polyethylenu, nastává při 112 °C. V současnosti se tato technologie na trhu objevuje pod obchodními názvy U-Liner, C-Liner nebo Omega-liner (Obr. 14). [3] [19]



Obr. 14 Ukázka technologie Omega-liner [20]

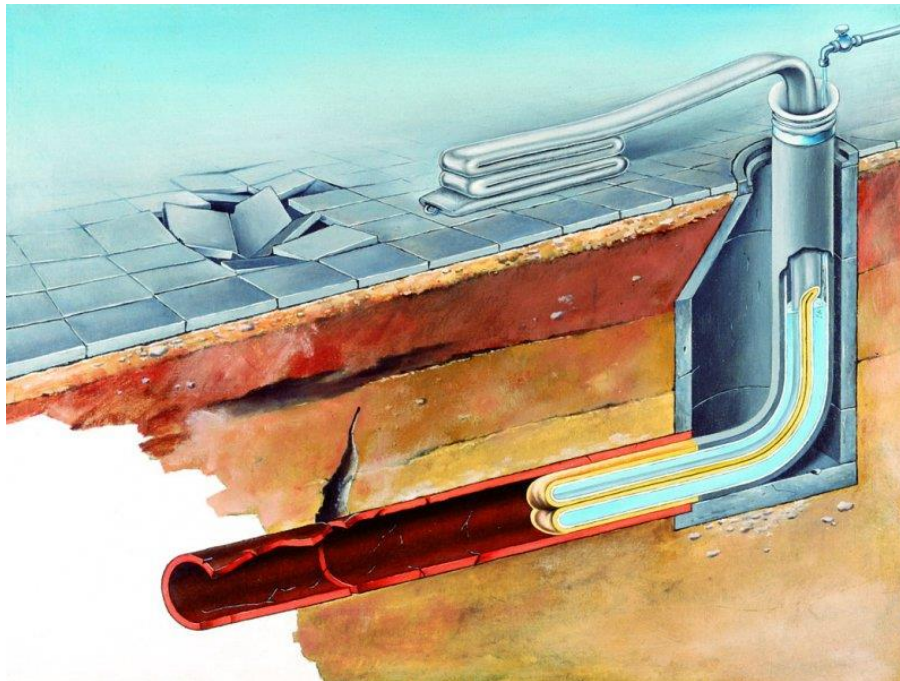
Výstelka z dočasně zmenšeného potrubí na místě – tato metoda spočívá ve zmenšení příčného profilu v místě provádění sanačních prací. Nejčastější využití je pro renovaci tlakových systémů. V rámci této metody rozlišujeme dva různé postupy zmenšování příčného profilu potrubí. Prvním z nich je zmenšení termicko-mechanickým postupem přes redukční kónickou clonu. Tato metoda je nazývána Swage Lining. Principem je protažení potrubí komorou, ve které je vzduch nahřátý na cca 70 °C. Po protažení redukční clonou je zmenšení přibližně 10 %. Po protažení je přerušen tah a trouba se samovolně zvětší na svůj původní průměr. Doporučovaná použitelnost je pro potrubí od DN 80 do DN 1100. [19]

Druhým způsobem je metoda Rolldown, která ke zmenšení průměru zatahovaného potrubí využívá mechanický postup přes válcovací stolici. Zmenšení je v tomto případě mezi 4 a 6 %. Po zatažení jsou konce sanovaného úseku uzavřeny a naplněny vodou, která při přetlaku troubu vrátí do původního průměru. Tento postup je vhodný pro světlosti potrubí od DN 100 až DN 500. [19]

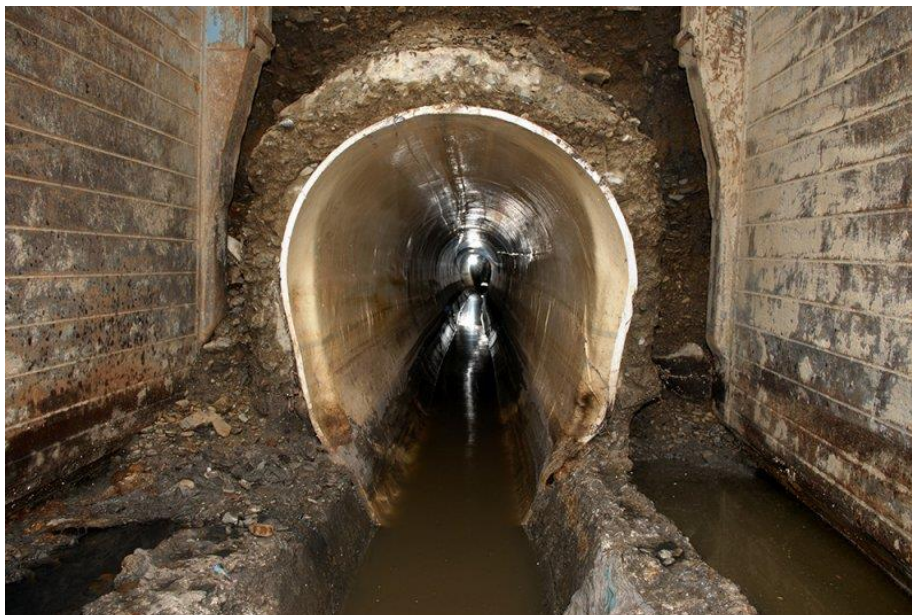
3.8.3 Výstelka vytvrzovaná na místě (CIPP)

Renovace pomocí této technologie spočívá v zatažení textilního rukávce nasyceného pryskyřicí do předem vyčištěného a pro aplikaci připraveného potrubí. Tento rukávec je z výroby připraven na míru dle DN sanovaného úseku a dalších požadavků na tloušťku stěny rukávce. Tloušťka rukávce je vypočítávána na základě konkrétních podmínek v sanovaném úseku. Jedná se hlavně o stupeň poškození potrubí, míru narušení koroze, úroveň hladiny podzemní vody a tvar příčného profilu. Pokud by měl rukávec plnit

statickou funkci, je doporučovaná minimální tloušťka 30 mm. Po výrobě je vložka dopravena na staveniště, kde je po důkladném vyčištění a odfrézování překážek v potrubí, zaváděna do sanovaného úseku přes vstupní nebo revizní šachtu. Rukávec je zaváděn účinkem vodního sloupce nebo stlačeného vzduchu. Po zatažení probíhá proces vytvrzování. Rozlišujeme 3 způsoby vytvrzování. Nejčastěji je využíváno horké vody ohřáté agregátem. Dalšími možnostmi je vytvrzování pomocí páry nebo UV záření. Po vytvrzení jsou konce rukávce v šachtách zapraveny a pomocí robota či lidské síly jsou znovuotevřeny přípojky vedoucí do sanovaného úseku. Z hlediska použitelnosti je tato technologie nejčastěji aplikovaná pro potrubí od DN 200 až do DN 1600. Je možné použít tyto rukávce i pro sanace mnohem větších dimenzí, avšak sanování velkých dimenzí pomocí rukávce je ekonomicky velmi nákladné. V tomto případě je na rozhodnutí, zda není výhodnější použití správkových hmot u průchozích profilů. Délka sanovaného úseku je dána vzdáleností vstupních šachet, ale pokud nejsou směrové lomy v potrubí příliš výrazné, je možné souvisle provádět až 200 m potrubí. Při správném návrhu a instalaci by měla životnost CIPP vložek dosahovat 50 let. Na Obr. 15 můžeme vidět schéma zatahování CIPP vložky. V současnosti je na trhu mnoho různých firem provádějících sanace pomocí CIPP vložek. Obchodní názvy nejpoužívanějších technologií jsou Kawo (Obr. 16), Kawo UV, Insituform, Phoenix, Alphaliner a další. [3] [19] [21]



Obr. 15 Schéma provádění sanace pomocí CIPP vložky [22]



Obr. 16 Ukázka metody KAWO ve vejčitém profilu [22]

V současnosti každoročně německý institut pro podzemní infrastrukturu IKT zpracovává studii kontroly kvality rukávců na evropském trhu. V rámci výroční zprávy LinerReport jsou na rukávcích posuzovány 4 kritéria, a to modul pružnosti, pevnost v ohybu, tloušťka stěny a vodotěsnost. V rámci Tab. 4 jsou zpracovány výsledky z roku 2017. [23]

Tab. 4 IKT-LinerReport 2017 - výsledky zkoušky podle typu rukávců [upraveno dle [23]]

Systém rukávců	Nosný materiál	Vodotěsnost		Modul pružnosti		Pevnost v ohybu		Tloušťka stěny	
		Počet vzorků	Vodotěsnost v % zkoušek	Počet vzorků	Požadovaná hodnota* dosažena v % zkoušek	Počet vzorků	Požadovaná hodnota* dosažena v % zkoušek	Počet vzorků	Požadovaná hodnota* dosažena v % zkoušek
RS CityLiner	NF	30	100.0**	30	100.0	30	100.0	28	100.0
PAA SF liner	NF	160	100.0**	160	99.4	160	99.4	90	100.0
Alphaliner	GRP	867	99.1	882	99.0	882	99.3	630	97.0
SAERTEX liner	GRP	410	99.5	409	97.6	409	98.3	281	98.6
Insituform CIPP liner (NL)	NF	54	100.0**	64	84.4	64	90.6	64	96.9
iMPREG liner	GRP	192	97.9	198	99.5	198	97.5	147	100.0
Berolina liner	GRP	174	98.9	174	97.7	174	97.7	133	70.7
Brandenburger liner	GRP	200	100.0	200	91.0	200	93.5	116	93.1
Insituform iPlus Glass (NL)	GRP	30	90.0	30	93.3	30	70.0	30	60.0
Střední hodnota			99.1		97.4		97.6		94.5

Více nebo rovno střední hodnotě

Méně než střední hodnota

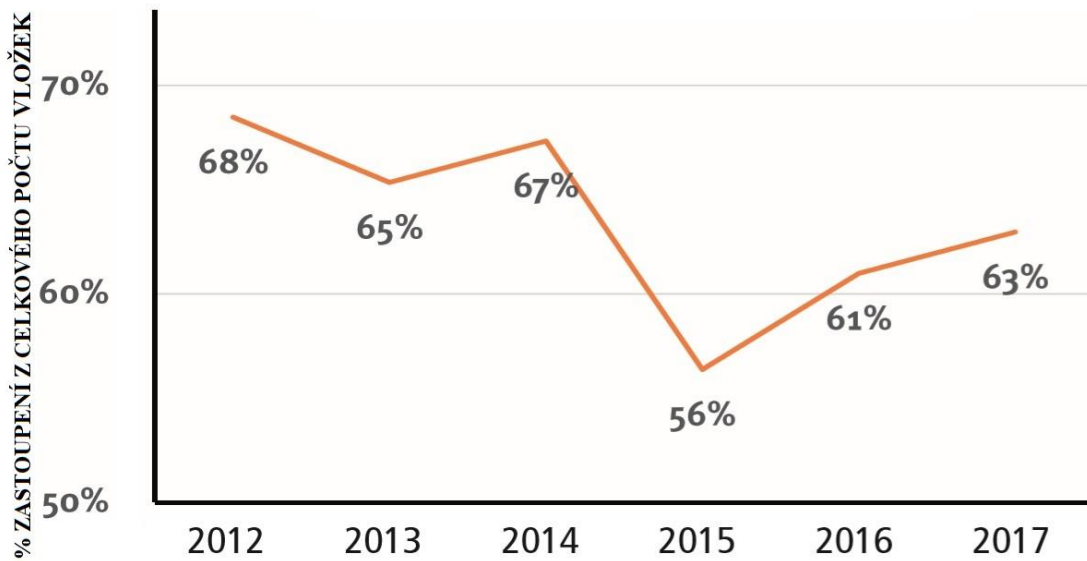
* Požadované hodnoty podle údajů zadavatele (statika, popř. průvodka vzorků)

** Bez nařezávání integrované vnitřní fólie

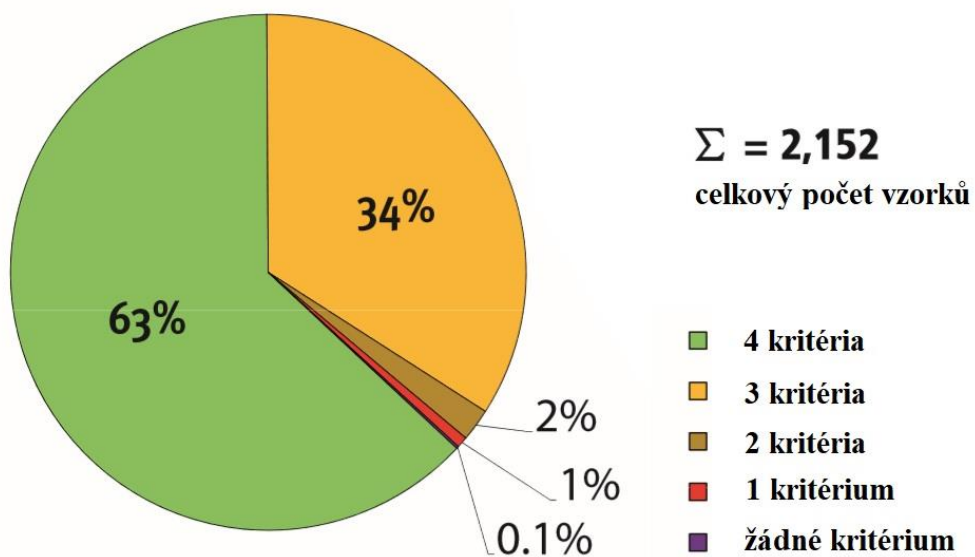
GFK: Skelné vlákno jako nosný materiál

NF: Jehlová plst' jako nosný materiál

Trend úspěšných výsledků rukávců v jednotlivých kritériích byl v posledních letech rostoucí. Meziročně ovšem, s porovnáním s výsledky v rámci LinerReportu 2016, došlo k poklesu v průměru o 1,2 % v každém z testů, vyjma vodotěsnosti. V rámci testu vodotěsnosti si většina vzorků udržela vysoký průměr úspěšnosti z minulého roku. Největší rozptyl je stále zaznamenáván u tloušťky stěn. Meziročně se tato statistika zlepšuje, ale stále je možné vidět rozdíly i 30 % mezi některými výrobci. Správně by měly jednotlivé vložky projít úspěšně všemi 4 kritérii. Na Graf 1 můžeme vidět statistiku z roku 2017, kolik procent z celkového počtu testovaných vložek prošlo úspěšně všemi 4 kritérii. V Graf 2 je pak uvedena statistika, kolik procent testovaných vložek prošlo jednotlivými kritérii. [23]



Graf 1 Poměr vzorků splňující všechna 4 kritéria [upraveno dle [23]]

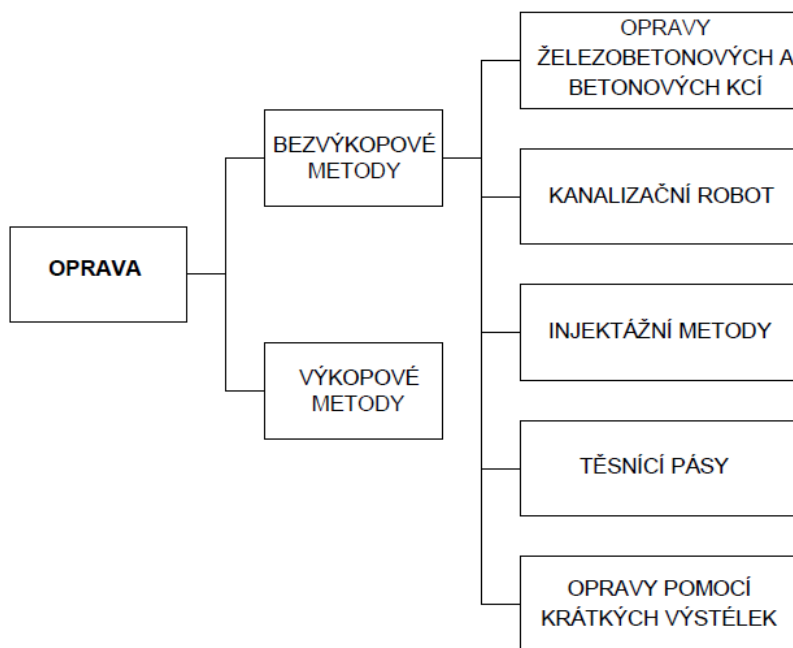


Graf 2 Statistika počtu splněných kritérií v roce 2017 [upraveno dle [23]]

3.9 OPRAVA STOKOVÉ SÍTĚ

Opravy jsou opatření sloužící k odstranění místních závad na stokové síti. Dělí se na výkopové a bezvýkopové technologie. Na Obr. 17 se nachází základní rozdělení vybraných technologií opravy stokových sítí. Nejvíce užívané jsou, vzhledem k minimalizaci omezení na povrchu a menší finanční nákladnosti, technologie bezvýkopové. Volba způsobu opravy závisí na materiálu, stupni a způsobu narušení stěn potrubí. Na vzniku poruch na kanalizačních stokách se v největší míře podílí statické účinky. Ty jsou vyvolávány hlavně zvětšováním zatížení z povrchu, špatně zhutněným obsypem a zásypem nebo chybným návrhem konstrukce. Dále mají na vznik poruch vliv fyzikální, chemické a biologické účinky. Mezi fyzikální vlivy řadíme obrus nebo průsaky vody, dále pak mezi chemické vlivy patří poruchy vzniklé zvýšenou agresivitou splašků a biogenní síranovou korozi. Poslední zmíněné biologické účinky jsou způsobeny např. vrůstáním kořenů. [2]

Nejčastěji se pomocí metod opravy řeší poruchy jako netěsnosti ve spojích a ostění, příčné a podélné trhliny, plošná koroze, deformace ostění a vypadávání střepů nebo prorůstání kořenů vegetace skrze spoje. Na základě posouzení všech těchto vlivů je zvolen nejvhodnější způsob opravy jak z hlediska technického, tak i z hlediska ekonomického. V dalších kapitolách budou rozebrány nejrozšířenější metody oprav na stokových sítích.



Obr. 17 Rozdělení vybraných technologií opravy stokových sítí [upraveno dle [3]]

3.9.1 Výkopové technologie oprav

Mezi výkopové technologie opravy patří hlavně výměna trub otevřeným výkopem. Toto řešení se používá v případech, kdy je potrubí velmi silně narušeno a je technicky posouzeno jako havarijní. Je tedy vytvořen lokální výkop, ve kterém se provádí oprava.

Mezi další výkopové technologie oprav můžeme řadit injektáže prováděné z povrchu, které se provádí hlavně u průchozích kanalizačních sběračů, kdy jsou stěny potrubí v tak narušeném stavu, že by pracovníci provádějící opravu uvnitř stoky byli v ohrožení. [12]

3.9.2 Bezvýkopové technologie oprav

Bezvýkopové technologie oprav jsou využívány zejména pro opravu stok, které nevykazují havarijní stav a k budoucí spolehlivé provozuschopnosti postačí zapravení některou z opravných metod. Nejpoužívanější bezvýkopové technologie oprav jsou uvedeny v následující kapitole.

3.9.2.1 Opravy železobetonových a betonových konstrukcí

K opravě železobetonových a betonových konstrukcí bývá ve velké míře užíváno různých injektážních malt. Opravy u železobetonových a betonových potrubí mají za cíl:

- chránit odkrytou ocelovou výztuž;
- opravovat praskliny a lomy (příčné i podélné);
- zvyšovat odolnost povrchu konstrukcí;
- zapravovat díry v potrubí a doplňovat příčný řez. [12]

Důležitou činností je před samotným nanášením opravných směsí důkladné čištění, s cílem odstranit zkorodované části betonu a rzi od výztuže. Příkladem technologií vhodných pro odstraňování povrchových vrstev betonu jsou např. vysokotlaký vodní paprsek, odsekávání, pískování, frézování nebo broušení. Důkladné očištění povrchu před nanášením opravných malt je důležité pro správné přilnutí těchto směsí k původní konstrukci. Kvalita čištění se kontroluje pomocí zkoušek povrchových vrstev v tahu. Nejčastěji se využívá tzv. odtrhových zkoušek popsanych v kapitole 3.5.5. [3]

SPRÁVKOVÉ HMOTY

Správkové hmoty jsou využívány převážně pro opravy železobetonových nebo betonových potrubí a kanalizačních šachet. Cílem použití těchto hmot je doplnit příčný průřez betonových konstrukčních prvků do původního tvaru, resp. obnovit nebo zvětšit tloušťku krycí vrstvy nad výztuží, případně staticky zesílit konstrukci. Pokud má správková hmota vytvořit vrstvu zesilující betonový prvek, je třeba opatření k zajištění spolupůsobení původního betonu a správkových hmot. Tyto hmoty musí splňovat požadavky na vysokou soudržnost s podkladem, vodotěsnost, mrazuvzdornost, nízký modul pružnosti, pevnost v tlaku shodnou s podkladním betonem a odolnost vůči agresivnímu prostředí. [15]

Podle složení členíme správkové hmoty na:

- rychlotuhnoucí cementové malty CC;
- cementové malty modifikované umělými hmotami PCC;
- malty na bázi polymerních pryskyřic PC. [15]

Nanášení správkových hmot se provádí buď zednickým způsobem nebo stříkáním. Zpracování, nanášení a ošetřování těchto hmot se provádí přesně podle technologických

postupů výrobce. Omezením je teplota, při které se může tato technologie provádět. V obvyklých případech by neměla teplota vzduchu a podkladu klesnout pod + 5 °C. V Tab. 5 jsou uvedeny základní parametry správkových hmot podle ČSN EN 1504-3. [15]

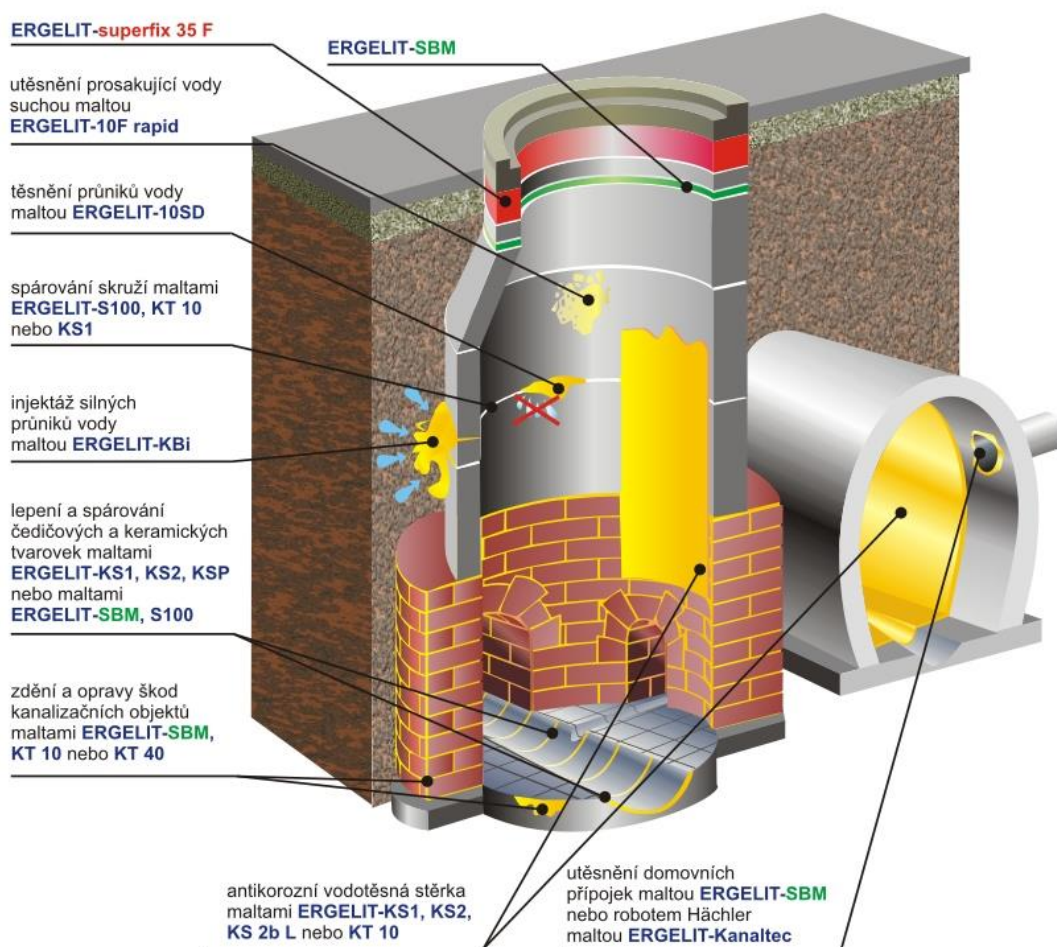
Tab. 5 Požadované základní parametry správkových hmot podle ČSN EN 1504-3 [15]

Parametr	Správkové hmoty bez statické funkce		Správkové hmoty se statickou funkcí	
	Třída R1	Třída R2	Třída R3	Třída R4
Pevnost v tlaku (ČSN EN 12109)	≥ 10 MPa	≥ 15 MPa	≥ 25 MPa	≥ 45 MPa
Obsah chloridových iontů (ČSN EN 1015-17 nebo ČSN EN 14629)	≤ 0,05 %	≤ 0,05 %	≤ 0,05 %	≤ 0,05 %
Soudržnost (ČSN EN 1542)	≥ 0,8 MPa	≥ 0,8 MPa	≥ 1,5 MPa	≥ 2,0 MPa
Vázané smršťování / rozpínání – soudržnost po zkoušce (ČSN EN 12617-4)	Bez požadavků	≥ 0,8 MPa	≥ 1,5 MPa	≥ 2,0 MPa
Modul pružnosti (ČSN EN 13412 nebo ČSN EN ISO 6784)	Bez požadavků	Bez požadavků	≥ 15 GPa	≥ 20 GPa
Odolnost proti karbonataci (ČSN EN 13295)	Bez požadavků	Bez požadavků	$d_k \leq$ kontrolní beton (MC(0,45))	$d_k \leq$ kontrolní beton (MC(0,45))

Mezi nejpoužívanější správkové hmoty patří na českém trhu hmoty od společností Hermes-technologie s.r.o a PCI z koncernu BASF. V následujících odstavcích budou uvedeny vybrané kanalizační maltové směsi těchto společností.

Ergelit (Hermes-technologie s.r.o)

Tato společnost vyvinula sortiment maltových směsí ERGELIT, které pokrývají téměř každou oblast sanací kanalizačního systému. Do maltových směsí ERGELIT byl při výrobě zakomponován tzv. adhezní můstek, který vytváří homogenní spoj mezi povrchem starého betonu a maltovou směsí. Díky tomu je zatížení rozloženo mezi starou a novou maltu. Výhodou těchto malt je vysoká pevnost v tlaku, tahu a smyku nebo odolnost proti agresivnímu prostředí. Možnosti nanášení jsou buď zednickým způsobem nebo je možné provádět nástřiky pomocí motoru s odstředivou hlavou či metodou mokrého stříkání za použití trysky. [24]



Obr. 18 Sortiment kanalizačních maltových směsí ERGELIT [24]

Sortiment opravných kanalizačních maltových směsí ERGELIT (Obr. 18) můžeme podle oblasti použití rozdělit na:

- stěrkové malty – alternativa k metodám zatahování rukávců pro ochranu proti korozi (ERGELIT-KS 1, ERGELIT-KS 2 a další);
- malty pro záhlaví šachet – používané při výměně a výškové regulaci rámců revizních šachet (ERGELIT-SBM, ERGELIT-S100 a další);
- spárovací malty – obnova porušené nebo vymleté spárovací malty mezi skružemi revizních šachet (ERGELIT KS 1, ERGELIT-KS 2, ERGELIT, KT 10 a další);
- zálivkové hmoty – k vyplnění mezikruží při metodě Relining nebo k injektáži dutých prostor a spár (ERGELIT-iV, ERGELIT-superfix 10 a další);
- malty pro pokládku – k pokládce keramických nebo čedičových tvarovek (ERGELIT-KS 1, ERGELIT-KS 2, ERGELIT-SBM a další);
- injektážní malty – pro opravy bočních přípojek robotem, vyplňování prasklin a zpevnění půdy v případě nové výstavby (ERGELIT-KBi, ERGELIT-Kanaltec CF a další);

- těsnící šlem – uzavření děr v betonu, antikorozi ochrana ocelových výztuží (ERGELIT-DS);
- správkové malty – pro opravu a obnovení profilu poškozených vybetonovaných úseků (ERGELIT-SBM, ERGELIT-S100 a další);
- výplňové malty – pro uzavření děr a reprofilaci jako podklad pro ostatní druhy malt ERGELIT (ERGELIT-FLM 35). [25] [24]

PCI – koncern BASF

Sortiment společnosti BASF Stavební hmoty Česká republika s.r.o je obdobný jako u konkurenčních společností. V oblasti sanací stokových sítí je tento sortiment zaměřen např. na celoplošnou strojní reprofilaci, lokální ruční opravy, obklady kynety nebo utěsnění spár. Sortiment PCI můžeme dělit na:

- malty pro vyrovnání podkladu – PCI Nanocret R4;
- lepení pro pokládku stokových žlábků – PCI Carrament grau;
- nosné výplně dutin – PCI Repaflow, PCI Verguss-Fix;
- ochranu proti korozi – PCI Nanocret AP;
- opravné malty – PCI Nanocret R4;
- opravné malty pro usazení šachet – PCI Polyfix plus, PCI Polyfix plus L;
- cementové hydroizolace – PCI Barraseal, PCI Barraseal CL;
- hmoty pro utěsnění výronů vody – PCI Polyfix 30 Sec. [26]

3.9.2.2 Kanalizační robot

Kanalizační robot je využíván pro odstranění lokálních závad ve stoce. Mezi tyto závady nejčastěji patří zatvrdlé překážky v odtoku, přesazené nebo nedosazené přípojky, trhliny, volné dutiny a vrůstání kořenů vegetace. Díky variabilitě nástavců je robot schopný frézovat, injektovat nebo špachtlovat a vyplňovat. Pomocí kanalizačního robota jsou také před prováděním sanace zaslepeny přípojky na daném úseku a následně po osazení vystýlky jsou tyto přípojky pomocí robota znovu otevřeny. Součástí kanalizačního robota je TV-kamera, pomocí které je naváděn k místu sanace a která umožňuje obsluhu na povrchu orientaci při sanačních pracích. Robot je dálkově ovládán pomocí kabelu. Pohon pracovního nářadí je pneumatický nebo hydraulický a je zajišťován z povrchu agregátem. Ukázkou kanalizačního robota můžeme vidět na Obr. 19. [19] [3]

3.9.2.3 Injektážní metody

Injektážní metody spočívají v zapravení lokálních poruch pomocí cementové malty, vodního skla nebo rychletuhnoucí pryskyřice. Pomocí injektáží jsou nejčastěji zapravovány netěsnosti ve spojích, duté prostory, trhliny a neodborně zabudované přípojky. Injektování netěsných spojů probíhá tak, že nafukovací packer utěsní poškozené místo a díky přetlaku je do volného prostoru za spojem vháněna injektážní hmota. Příkladem technologie na zapravení kanalizačních přípojek pomocí injektáže je metoda KAWO Injekt od společnosti Wombat a.s. (Obr. 20). Tato technologie slouží k zainjektování vadného zaústění kanalizačních přípojek do hlavního řádu. Pomocí

speciální injektovací hlavice pakeru jsou vyplňovány trhliny a netěsnosti v prostoru zaústění přípojky. Použitelnost této technologie je pro kanalizační přípojky DN 150 až DN 250 u neprůlezných profilů DN 250 až DN 600. [12] [27]



Obr. 19 Ukázka kanalizačního robota při frézování přesazené přípojky [28]



Obr. 20 Technologie KAWO injekt pro zapravení přípojek [27]

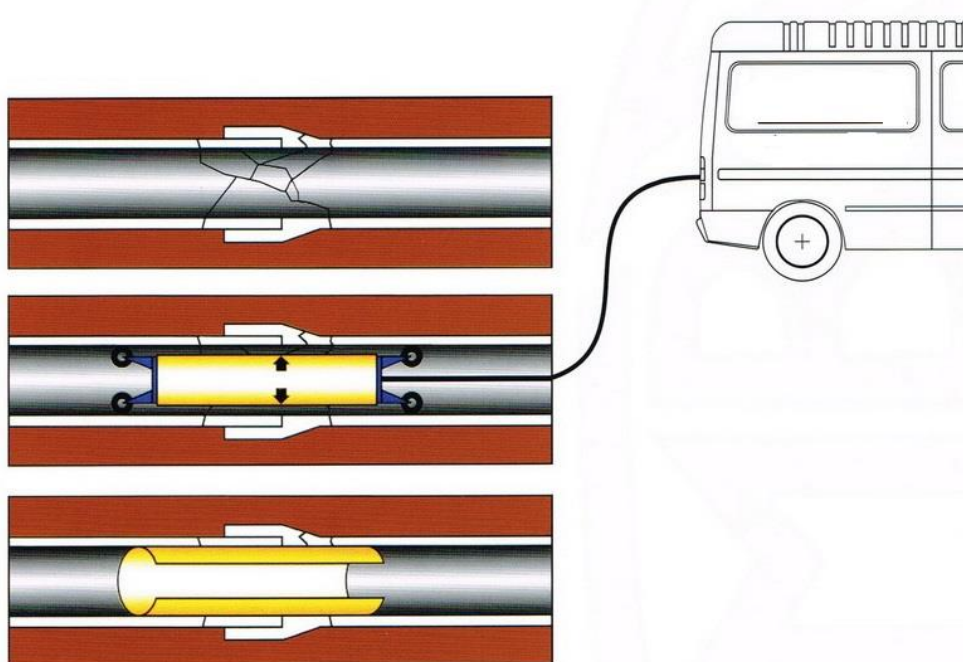
3.9.2.4 Těsnící pásy

Opravy pomocí těsnících pásů jsou prováděny u netěsností ve spojích v průchozích a průlezných profilech. Tyto netěsnosti jsou často způsobeny stárnutím těsnícího materiálu, na který má velký vliv i agresivita odpadní vody. Průběh opravy pomocí těsnících pásů spočívá v odstranění starého těsnění, vyčištění spár a zabudování nových těsnících pásů. Podle přetvárných vlastností rozlišujeme těsnící pásy na:

- trvale elastické těsnící pásy;
- trvale plastické těsnící pásy;
- bobtnavé těsnící pásy. [12]

3.9.2.5 Opravy pomocí krátkých výstélek

Sanace krátkými vložkami je možná při opravě netěsných spojů, trhlin a prasklin. Principem je zatažení skelné textilie impregnované samovytvrzovací pryskyřicí na místo poruchy. Po vytvrzení vzniká vnitřní laminátová manžeta. Příkladem této technologie může být technologie KAWO LOCAL od společnosti Wombat a.s. (Obr. 21). Tuto metodu lze využít pro opravu poruch v profilech od DN 150 do DN 600. Výhodou této metody je rychlost provádění a ekonomická výhodnost oproti sanaci pomocí rukávce. Nevýhodou je ovšem skutečnost, že oproti dlouhému rukávci je tato krátká vložka daleko náchylnější k uvolnění, zdeformování nebo kompletnímu odtržení. [19] [29]



Obr. 21 Technologie KAWO LOCAL [29]

4 OSTRAVSKÉ VODÁRNY A KANALIZACE A.S.

4.1 ZÁKLADNÍ INFORMACE

Společnost Ostravské vodárny a kanalizace a.s. (dále jen „OVAK a.s.“) zásobuje obyvatele města Ostravy pitnou vodou z veřejné vodovodní sítě. Přibližně 35 až 40 % pitné vody pro Ostravu se vyrábí z podzemních zdrojů. Roční produkce pitné vody z podzemních zdrojů se pohybuje okolo 6 až 7,5 mil. m³ vody. Zbývající množství vody čítající přibližně 60 až 65 % je nakupováno od společnosti Severomoravské vodovody a kanalizace Ostrava, a.s. Tato upravená pitná voda pochází z povrchové vody z přehradních nádrží Kružberk a Šance. Současně OVAK a.s. provozuje kanalizační síť, odvádějící odpadní vody na některou z ČOV nebo do recipientu. Množství vod vypouštěných do kanalizace pro veřejnou potřebu v roce 2017 bylo bez srážkových vod 15 650 000 m³. Roční množství čištěných odpadních vod včetně srážkových pak bylo 30 319 000 m³. [30] [31]

4.2 KANALIZAČNÍ SÍŤ MĚSTA OSTRAVY

Kanalizační síť města Ostravy má délku 1 075 km včetně kanalizačních přípojek. Na tuto síť je v současnosti napojeno přibližně 286 000 obyvatel. Počet kanalizačních přípojek je 22 631. Odpadní voda je jak od obyvatelstva, tak i od podnikatelských průmyslových subjektů, odváděna na jednu ze 7 ČOV, které OVAK a.s. provozuje, nebo je odváděna přímo do recipientu. Převážná část stokové sítě v Ostravě je jednotná. Oddílná stoková soustava byla použita u nově budovaných sídlišť. Průměrné stáří stokové sítě bylo v roce 2017 43,8 let. Největší část odpadních vod je odváděna na ústřední čistírnu odpadních vod v Ostravě-Přívoze (dále jen „ÚČOV“). Je to přibližně 98,7 % odpadních vod z Ostravy a okolí. Tato čistírna byla uvedena do provozu v roce 1996 a je nadimenzována pro 638 850 EO. Na ÚČOV je odpadní voda přiváděna dvěma přivaděči. [6] [31]

Z hlediska materiálu tvoří většinu stokové sítě beton a železobeton. Jedná se přibližně o 51 %. Přibližně 17 % pak tvoří potrubí z kameniny. Zbytek sítě je vybudován z plastů, sklolaminátu či dalších materiálů. Ke zvláštnostem v rámci ostravské kanalizační sítě patří poddolování některých částí města. Toto poddolování bylo způsobeno historickou těžbou černého uhlí. Důsledkem poklesů je v některých částech zejména pozvolná změna spádových poměrů na stokové síti. V těchto lokalitách pak dochází ke zmenšování průtočné kapacity stok a může docházet k vytvoření protispádů. Při větší míře poklesu může na jejich rozhraní docházet k porušení kanalizace tzv. stříhem. Z těchto důvodů je nutno na poddolovaném území dbát zvýšené pozornosti na proměřování sklonů kanalizace, pravidelné čištění a zajišťování oprav vzniklých poruch. [6] [32]

4.3 GENEREL ODVODNĚNÍ MĚSTA OSTRAVY

Zpracování Generelu odvodnění města Ostravy (GOMO) vzniklo na základě požadavku vlastníka kanalizace a v souladu s investičním záměrem provozovatele OVAK a.s. z roku 2011. Na základě záměru byl následně na začátku roku 2012 zpracován dokument „Prováděcí projekt postupu prací“, kde byly popsány jednotlivé etapy a na jehož základě

byla zpracována a následně odevzdána finální verze GOMO, která byla předána do správy OVAK a.s. dne 12.2.2015. [33]

Generel odvodnění města Ostravy je využíván k:

- ověřování vybraných hydraulických parametrů na stávající kanalizaci (posouzení stávající kapacity včetně navržených úprav, posouzení výhledových staveb apod.);
- podrobné revizi navržených opatření v rámci původně odevzdaného díla;
- řešení problematiky balastních nátoků do kanalizace (Obr. 22), transportu sedimentů a nelegálních napojení dešťových vod do splaškové kanalizace (snížení hydraulické kapacity, zvýšení počtu přepadů na odlehčovacích komorách, zvýšené čerpané množství v ČS, ochlazení a ředění splaškových vod a snížení účinnosti čištění na ČOV). [33]

Údržba generelu vyplývá z požadavků na aktuálnost dat v GOMO. Probíhá průběžně a zahrnuje úpravy modelů stávajícího a výhledového stavu na základě ověřování vybraných parametrů. Mezi tyto parametry patří např. ověřování nivelety šachet, dimenzí potrubí a průběhu jednotlivých stok. Aktualizace modelů probíhá na základě další výstavby kanalizační sítě, včetně rekonstrukcí stávající kanalizace a zahrnuje i plánované stavby. [33]



Obr. 22 Ukázka balastních průtoků v nočních hodinách [R. Komůrka]

4.4 ÚDRŽBA A MONITORING KANALIZAČNÍ SÍTĚ

Při údržbě kanalizační sítě je využita moderní technika tlakových a kombinovaných vozů. V současnosti nejmodernější technikou vozového parku čistících vozů v OVAK a.s. je vozidlo KAISER Aquastar III na podvozku MAN (Obr. 23). Mezi hlavní technické přednosti tohoto vozidla patří výkony vysokotlakého a vakuového čerpadla, délka tlakových hadic a jednostupňový systém recyklace „RotoMax“. Díky tomuto systému je možné vozidlo používat pro účely čištění po celý den, bez nutnosti přerušování práce pro nedostatek vody. Další výhodou je systém zpětného oplachu recyklačního síta. V rámci čištění kanalizace používá provoz kanalizace převážně techniku výrobců KAISER a KROLL. V současnosti je ve vozovém parku provozu kanalizace 8 čistících vozů. V roce 2017 bylo vyčištěno 98 984 m kanalizační sítě. [30] [34]



Obr. 23 Čistící vozidlo KAISER Aquastar III [30]

Počátky monitoringu na provozu kanalizace OVAK a.s. jsou datovány k roku 1997. V té době bylo využíváno vozidlo pickup a mobilní kamerový systém (přenosný kabelový buben, řídicí jednotka v kufrovém provedení a samotná kamera). V roce 2001 bylo uvedeno do provozu první vozidlo Renault Master s pevnou vestavbou kamerového systému značky ITV. V roce 2006 pak byl pořízen druhý kamerový vůz a začaly operovat 2 posádky. Vozový park byl postupně obměňován a v současnosti jsou v provozu 2 dodávky IVECO Daily s vestavbami ITV. [6]

Používaná kamerová technika pro monitoring na provozu kanalizace je od německého výrobce ITV, jehož výhradním dodavatelem v ČR je společnost Arte Praha s.r.o. Typy používaných kamer pro monitoring jsou:

- **CT150** – velký kamerový vozík (8 náprav, zvedací rameno, dosah až 200 m od revizní šachty) pro revizi potrubí od DN150 do DN1400 + kamerová hlava **RC85** (rotace, zoom, laserové zaměřovače, laserové vyměřování rozměru potrubí);
- **CT100** – malý vozík pro revizi potrubí od DN100 do DN300 (výjimečně DN400) + kamerová hlava **CS65**
- **Satelit** – použitelný od potrubí hlavního řádu min. DN300, umožňuje kontrolu přípojky proti toku z hl. řádu (v případech kde není přípojková RŠ, ani možnost kontroly z domu, dosah 50 m od revizní šachty);
- **SH04** – samostatná prutová kamera s délkou kabelu 50 m a vyměnitelnou kamerovou hlavou (možnost rotační hlavy se samonivelací nebo základní hlava pouze s pohledem dopředu). [6]

Průměrný výkon monitoringu OVAK a.s. je 40 m zkontrolované kanalizace za 1 hodinu. Roční plán monitoringu je 75 km zkontrolované kanalizace za rok. Jedná se pouze o interní prohlídky kanalizace ve správě OVAK a.s. a kontroly jiných kanalizací v majetku města Ostrava. Tento plán vychází z podmínky zkontrolovat 1x za 10 let celou

kanalizační síť ve správě OVAK a.s. Přednostně jsou kontrolovány úseky bez historických videozáznamů nebo se záznamy staršími 10 let. Nejvyšší prioritu však mají kontroly problémových úseků, tzn. místa s evidovanými stížnostmi, která je nutno řešit neprodleně. Celkový roční výkon monitoringu byl v letech 2015-2017 stabilně na úrovni 86 km. Do této hodnoty se počítají také zakázky na kontrolu přípojek nebo objednávky na kontrolu mimo území města Ostravy. [6]

Z hlediska investic do monitoringu kanalizace investovala společnost OVAK a.s. v roce 2017 1 965 000 Kč. Celkové realizované náklady na opravy kanalizační sítě byly v roce 2017 40 040 000 Kč. [31]

5 STUDIE SANACE ČÁSTI STOKOVÉ SÍTĚ V OSTRAVĚ NA LOKALITĚ V. JIŘÍKOVSKÉHO

5.1 PRŮVODNÍ ZPRÁVA

5.1.1 Identifikační údaje stavby

Název stavby:	Václava Jiříkovského – sanace kanalizace
Kraj:	Moravskoslezský
Okres:	Ostrava-město
Katastrální území:	Dubina u Ostravy
Ulice:	Václava Jiříkovského
Charakter stavby:	Sanace vybraného úseku stokové sítě
Provozovatel:	Ostravské vodárny a kanalizace a.s.

5.1.2 Vstupní podklady

Společností Ostravské vodárny a kanalizace a.s. byly k vypracování studie sanace na lokalitě V. Jiříkovského poskytnuty:

- výkresy situace stávajícího stokového systému;
- kamerové záznamy prohlídek vybraného úseku stokového systému;
- výstupní protokoly z kamerových prohlídek stokového systému.

5.1.3 Cíl studie

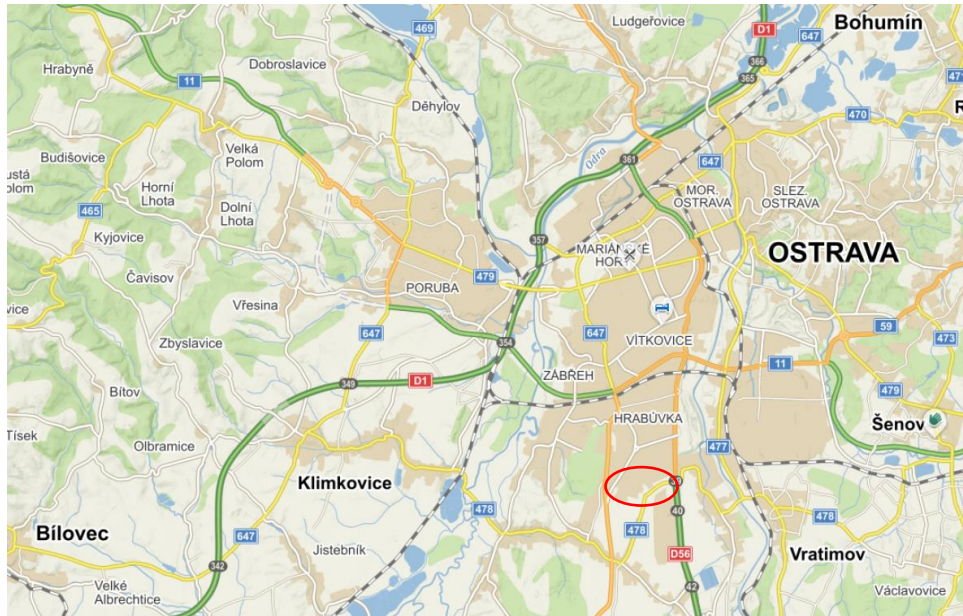
Cílem této studie je zhodnocení stavebně-technického stavu současné stokové sítě v zájmové lokalitě. Dále bude na základě stavebně-technického stavu stanovena nejvhodnější metoda sanace. Tyto zásahy by měly vést ke zlepšení stávajících vlastností daného systému a k odstranění místních závad. Důraz bude kladen zejména na těsnost kanalizace a snížení balastních přítoků. V rámci studie nebude prováděno hydraulické posouzení ani posouzení vlivů na životní prostředí. Na základě informací z provozu kanalizace je stoka hydraulicky kapacitní. Viditelné vlivy na životní prostředí budou odstraněny společně se sanací technických závad.

5.1.4 Popis zájmové lokality

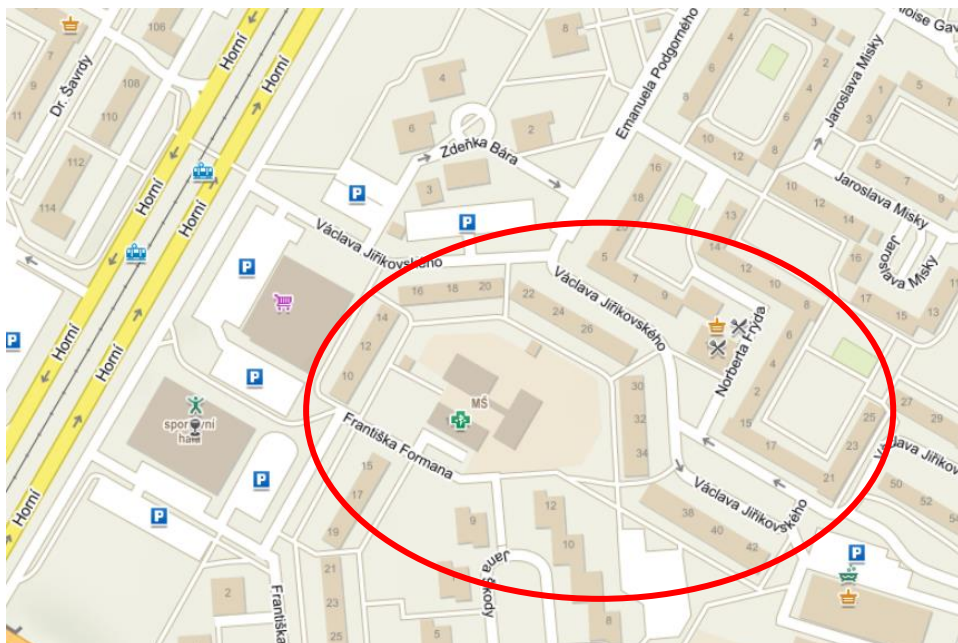
Vybraný úsek stokové sítě k posouzení stavebně-technického stavu a návrhu sanace se nachází v ostravské části Dubina na ulici V. Jiříkovského. Dubina je částí ostravského městského obvodu Ostrava-Jih. Jedná se převážně o sídliště s převládající panelovou zástavbou. Počátky vzniku Dubiny se datují do 80. let. Stoková síť v zájmové lokalitě byla taktéž budována v 80. letech a její stáří je dnes přibližně 35 let.

Ulice Václava Jiříkovského je po celé délce lemována panelovou zástavbou. Posuzovaný úsek začíná šachtou č. 2297094 a končí šachtou č. 500768. Po délce se napojují 3 kratší

úseky, přitékající do této stoky. Tyto úseky jsou také součástí studie. První z přítoků po trase je od šachty č. 500761 a další přítok je od šachty č. 500766. Třetím přítokem je přítok z ulice Emanuela Podgorného od šachty č. 500719. Na Obr. 24 a Obr. 25 můžeme vidět lokalizaci posuzovaného úseku stokové sítě.



Obr. 24 Lokalizace zájmového území v rámci regionu [35]



Obr. 25 Detailní lokalizace zájmového území [35]

Posuzovaná část stokové sítě na zájmové lokalitě je jednotná. Přibližná celková délka posuzovaných úseků je 546,8 m. Z hlediska uložení vede trasa stoky po délce střídavě

zeleným pásem, chodníkem a vozovkou. Materiál, který se zde vyskytuje, je kamenina od dimenzí DN 300 až DN 500 a beton od dimenze DN 1000 až DN 1200. Na konci zájmového úseku stoka vtéká do hlavního betonového sběrače DN 1600 a lokalita je dále odkanalizována pomocí sběrače A na ústřední čistírnu odpadních vod v Ostravě-Přívoze.

5.1.5 Geologické poměry

Z historických inženýrsko-geologických vrtů bylo zjištěno, že v dané lokalitě se nachází od povrchu zhruba 4 m sprašových hlín. Dále se zde nachází vrstva glaciálních písků o mocnosti 5 m, pod kterou jsou dále terciérní marinní jíly. U sprašových hlín je riziko sufozního vyplavování částic zeminy při poruše kanalizace nebo při netěsnostech. Tento jev může mít za důsledek vytváření kaveren a s tím spojené nebezpečí propadů. V rámci zájmové lokality je tedy nutno dbát pozornosti na správné uložení a zajištění těsnosti trub a spojů, při případné výměně otevřeným výkopem. Mapa vrtné prozkoumanosti zájmové lokality je k nahlédnutí v příloze 1. [36]

5.1.6 Hydrogeologické poměry

V rámci této práce nebyl prováděn hydrogeologický průzkum. Na základě informací z provozu kanalizace bylo zjištěno, že nejsou monitorovány problémy s výškou hladiny podzemní vody v dané lokalitě a nemělo by tedy docházet k ovlivňování stavby. Při případné podrobnější studii je nutno zažádat o výsledky z inženýrsko geologických sond nebo hydrogeologických vrtů v zájmové lokalitě.

5.1.7 Klimatické poměry

Z klimatického hlediska spadá toto území do klimatické oblasti MT-10 – mírně teplá oblast. Tato oblast se vyznačuje dlouhým teplým a mírně suchým létem, krátkým přechodným obdobím s mírně teplým jarem a mírně teplým podzimem a krátkou mírně teplou a velmi suchou zimou s krátkým trváním sněhové pokrývky. Průměrně je zde 100-120 dní se srážkami 1 mm a více. Průměrný srážkový úhrn se pohybuje okolo 850 mm za rok. Zhruba polovina tohoto úhrnu dopadne za období červen až září. [37] [38]

5.2 TECHNICKÁ ZPRÁVA

5.2.1 Průzkum stavebně-technického stavu

V srpnu roku 2016 byl střediskem monitoringu OVAK a.s. proveden kamerový průzkum vybrané části stokové sítě na ulici Václava Jiříkovského. V rámci odborné praxe jsem se na těchto pracích osobně podílel. Tento průzkum byl provedený s cílem stanovení stavebně-technického stavu stokové sítě v dané lokalitě. K průzkumu bylo použito kamery CT 150 od výrobce ITV. Na základě výstupů z prohlídek byl stanoven stavebně-technický stav a jednotlivým úsekům byla přiřazena kategorie 1-5 dle Tab. 2 v kapitole 3.4.4 (Metodika ÚVHO, FAST VUT BRNO). V následujícím textu budou detailně popsány zjištěné informace a významné poruchy na jednotlivých úsecích. Staničení uváděné u jednotlivých poruch vychází z protokolů ke kamerovým průzkumům a detailně je popsáno v souhrnném přehledu. Souhrnný přehled zjištěných poruch a návrhu

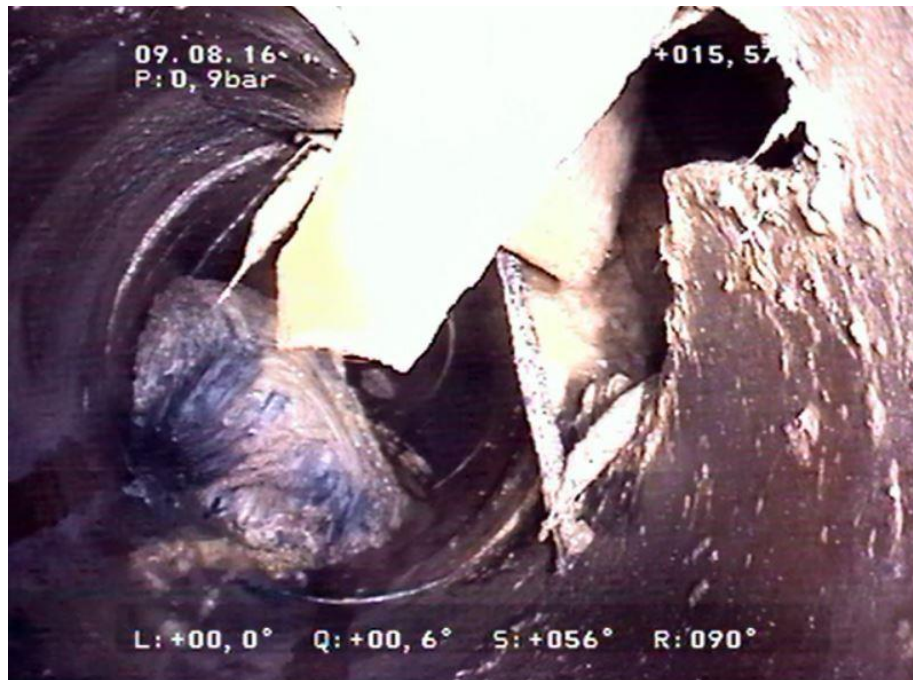
sanačního řešení pro jednotlivé úseky jsou uvedeny v příloze 2. Ke každému popsanému úseku byly vybrány fotografie, které ukazují stav a reprezentativní poruchy daného úseku.

Úsek č. 1

Úsek č. 1 se nachází na ulici V. Jiříkovského mezi šachtami č. 500763 a 2297094. Tento úsek je dlouhý 44,72 m a jedná se o kameninovou troubu DN 400. Mezi významné poruchy nacházející se na tomto úseku patří velké množství podélných a příčných trhlin, neodborně zabudované přípojky, a hlavně zborcená trouba a tvorba střepů na staničení 15-17 m od šachty 500763 (Obr. 26 a Obr. 27). Zmíněné zborcení bylo pravděpodobně způsobeno neodborně zabudovanou přípojkou. Pod zborceným stropem trouby došlo k vytvoření velké překážky v odtoku. Vzhledem k závažnosti této poruchy byla celému úseku přiřazena kategorie 4.



Obr. 26 Fotografie z kamerového průzkumu [OVAK a.s.]



Obr. 27 Fotografie z kamerového průzkumu [OVAK a.s.]

Úsek č. 2

Úsek č. 2 se nachází mezi šachtami č. 500763 a 500762. Tento úsek je dlouhý 44,3 m a je tvořen troubami z kameniny o DN 400. Mezi významné poruchy řadíme neodborně zabudované přípojky, netěsné napojení v šachtě 500762 (Obr. 29) a armaturu, která vytváří překážku v odtoku (Obr. 28). Kategorie stavebně-technického stavu tohoto úseku je 3.



Obr. 28 Fotografie z kamerového průzkumu [OVAK a.s.]



Obr. 29 Fotografie z kamerového průzkumu [OVAK a.s.]

Úsek č. 3

Úsek č.3 je první z přítoků do posuzovaného hlavního řádu. Tento úsek leží mezi šachtami č. 500761 a 500762. Úsek je dlouhý 19,7 m a je tvořen potrubím z kameniny o DN 300. Mezi zjištěné významné poruchy patří betonové nálitky, nacházející se na staničení 10-13 m (Obr. 30) a sedimentace písku u šachty 500761 (Obr. 31), která zmenšuje průtočný profil o cca 15 %. Úsek byl zaříděn do kategorie 3.



Obr. 30 Fotografie z kamerového průzkumu [OVAK a.s.]



Obr. 31 Fotografie z kamerového průzkumu [OVAK a.s.]

Úsek č. 4

Úsek č. 4 se nachází mezi šachtami č. 500765 a 500762. Je tvořen kameninovým potrubím DN 500 o délce 44,9 m. Mezi hlavní poruchy, kterými se tento úsek vyznačuje, patří neodborně zabudované přípojky (Obr. 32), netěsné napojení v šachtě č. 500762 (Obr. 33) a netěsnost skruží v šachtě č. 500765. Kategorie stavebně-technického stavu je 3.



Obr. 32 Fotografie z kamerového průzkumu [OVAK a.s.]



Obr. 33 Fotografie z kamerového průzkumu [OVAK a.s.]

Úsek č. 5

Tento úsek se nachází mezi šachtami č. 500765 a 500767 a jeho délka je 36,8 m. Materiálově je tvořen potrubím z kameniny o DN 500. Na tomto úseku nebyly zaznamenány žádné významné poruchy. Jedinou poruchou je neodborně provedená oprava na staničení 36,8 m (Obr. 34). Úseku č. 5 byla přiřazena kategorie stavebně-technického stavu 3.



Obr. 34 Fotografie z kamerového průzkumu [OVAK a.s.]

Úsek č. 6

Úsek č. 6 se nachází mezi šachtami č. 500766 a 500767. Jedná se o druhý posuzovaný vedlejší přítok hlavního řadu. Tato vedlejší větev je dlouhá 45,1 m a je tvořena potrubím z kameniny DN 300. Mezi významné poruchy patří neodborně zabudované přípojky, překážka v odtoku na staničení 29,6 m (Obr. 36) a tvorba střepů u neodborně provedené opravy (Obr. 35). Jedna ze zmíněných přípojek je zborcená a je nutné ověření, zda je provozována. Kategorie tohoto úseku byla určena jako 3.



Obr. 35 Fotografie z kamerového průzkumu [OAVAK a.s.]



Obr. 36 Fotografie z kamerového průzkumu [OAVAK a.s.]

Úsek č. 7

Úsek č. 7 je pouze krátké propojení mezi šachtami č. 500718 a 500767. Jedná se o úsek dlouhý 6,7 m z kameniny DN 500. Na tomto úseku nebyly zjištěny žádné významné poruchy a technický stav byl přiřazen do kategorie 3.

Úsek č. 8

Úsek č. 8 je třetí vedlejší větev přitékající do hlavní stoky a nachází se mezi šachtami č. 500718 a 500719. Tato větev přitéká z ulice Emanuela Podgorného. Jedná se o potrubí DN 1000 z betonu. Délka potrubí je 20,92 m. Největším problémem tohoto úseku je netěsnost. Téměř každý spoj vykazuje znaky netěsnosti a vznikají zde inkrustace (Obr. 37). Úsek také vykazuje mírné poškození korozí (Obr. 38) a před šachtou č. 500719 se nachází betonový nálitek, tvořící překážku v odtoku. Úsek č. 8 spadá z hlediska technického stavu do kategorie 3.



Obr. 37 Fotografie z kamerového průzkumu [OVAK a.s.]



Obr. 38 Fotografie z kamerového průzkumu [OVAK a.s.]

Úsek č. 9

Úsek č. 9 se nachází mezi šachtami č. 500769 a 500718. Jeho délka je 59,5 m a je tvořen potrubím z betonu o DN 1200. Mezi významné poruchy, které byly při průzkumu zjištěny, patří neodborně provedené přípojky (Obr. 39), betonové nálitky pod přípojkami a podélná trhлина ve stropě vedoucí přes 3 trouby (Obr. 40). Tato trhлина má šířku zhruba 3 mm a pravděpodobně vznikla zvýšeným zatížením z povrchu. Dále se na úseku nachází příčné trhliny, u kterých dochází ke vzniku střepů. Na základě tohoto stavu byla úseku přiřazena kategorie 3.



Obr. 39 Fotografie z kamerového průzkumu [OVAK a.s.]



Obr. 40 Fotografie z kamerového průzkumu [OVAK a.s.]

Úsek č. 10

V pořadí 10. úsek se nachází mezi šachtami č. 500770 a 500769. Tento úsek je z betonových trub o DN 1200 a jeho délka je 34,2 m. Mezi významné poruchy tohoto úseku patří netěsný spoj na staničení 25,9 m (Obr. 42) a betonové nálitky tvořící překážky v odtoku (Obr. 41). Úsek svým technickým stavem spadá do kategorie 3.



Obr. 41 Fotografie z kamerového průzkumu [OVAK a.s.]



Obr. 42 Fotografie z kamerového průzkumu [OVAK a.s.]

Úsek č. 11

Úsek se nachází mezi šachtami č. 500770 a 500771 a je vybudován z betonového potrubí o DN 1200. Na úseku nebyl proveden kompletní kamerový průzkum z důvodu překážky, která nemohla být kamerou překonána. Tuto překážku tvoří železný překlad, nacházející se 3 m od šachty č. 500770, který zmenšuje průtočný profil přibližně o 20 % (Obr. 43).

Z pořízených záběrů je vidět dále i betonový nálitek pod nedalekou přípojkou (Obr. 44). Vzhledem k velikosti a hmotnosti překážky je tento úsek zařazen do kategorie 4, vyžadující neodkladný zásah. Pro kompletní návrh sanace je nutné dokončení kamerové prohlídky celého úseku.



Obr. 43 Fotografie z kamerového průzkumu [OVAK a.s.]



Obr. 44 Fotografie z kamerového průzkumu [OVAK a.s.]

Úsek č. 12

Úsek č. 12 je tvořen betonovými troubami DN 1200, které leží mezi šachtami č. 500772 a 500771. Stejně jako u předchozího úseku kamera nedosáhla koncové šachty a nebylo možné dokončit z koncové šachty. Na prozkoumané části úseku délky 16,3 m byla objevena neodborně zabudovaná přípojka, s trčícími kabely do průtočného profilu hlavního řadu (Obr. 45) a betonové nálitky pod přípojkami. Úseku č. 12 byla přiřazena kategorie 3. Pro kompletní návrh sanace je nutné dokončení kamerové prohlídky celého úseku.



Obr. 45 Fotografie z kamerového průzkumu [OVAK a.s.]

Úsek č. 13

Tento úsek, nacházející se mezi šachtami č. 500772 a 3544012, je tvořen potrubím z betonu o DN 1200 s délkou 45,3 m. Mezi poruchy, kterými se tento úsek vyznačuje, patří mírné poškození vlivem koroze, netěsnosti (Obr. 46), neodborně zabudované přípojky a betonové nálitky pod přípojkami (Obr. 47). Na základě těchto poruch byla úseku přiřazena kategorie 3 stavebně-technického stavu.



Obr. 46 Fotografie z kamerového průzkumu [OVAK a.s.]



Obr. 47 Fotografie z kamerového průzkumu [OVAK a.s.]

Úsek č. 14

Úsek č. 14, který leží mezi šachtami č. 3544012 a 500768, je posledním úsekem této studie. Dále pak stoka vtéká do sběrače DN 1600 a dále pokračuje na ÚČOV v Ostravě-Přívoze. Úsek je tvořen betonovým potrubím DN 1200 o délce 52,1 m. Mezi zjištěné poruchy na tomto úseku patří mírné porušení vlivem koroze, netěsný spoj a betonové nálitky pod přípojkami, které tvoří překážky v odtoku (Obr. 48 a Obr. 49). Stavebně-technický stav spadá do kategorie 3.



Obr. 48 Fotografie z kamerového průzkumu [OVAK a.s.]



Obr. 49 Fotografie z kamerového průzkumu [OVAK a.s.]

Stavebně-technický stav šachet

V rámci studie byl posouzen stavebně-technický stav šachet, nacházejících se na posuzovaném úseku stokové sítě. Na základě zjištěných poruch bylo navržena nejvhodnější metoda sanace (Tab. 6). Některé z uvedených poruch můžeme vidět na Obr. 50 a Obr. 51.

Tab. 6 Stavebně-technický stav šachet a návrh metody sanace

Číslo šachty	Významné poruchy	Metoda sanace	Číslo šachty	Významné poruchy	Metoda sanace
2297094	Bez poruch	-	500719	Koroze a chybějící stupadla + netěsnost skruží	Výměna stupadel + zapravení netěsností správkovou hmotou
500763	Bez poruch	-	500769	Koroze a chybějící stupadla	Výměna stupadel
500762	Koroze a chybějící stupadla	Výměna stupadel	500770	Koroze a chybějící stupadla	Výměna stupadel
500765	Koroze a chybějící stupadla + netěsnost skruží	Výměna stupadel + zapravení netěsností správkovou hmotou	500771	Koroze a chybějící stupadla	Výměna stupadel
500767	Koroze a chybějící stupadla + nevhodný poklop	Výměna stupadel + výměna poklopu	500772	Koroze a chybějící stupadla	Výměna stupadel
500766	Koroze a chybějící stupadla + zarůstající poklop	Výměna stupadel + nadstavení poklopu o 1 prstenec	3544012	Koroze a chybějící stupadla	Výměna stupadel
500718	Koroze a chybějící stupadla	Výměna stupadel	500768	Koroze a chybějící stupadla	Výměna stupadel



Obr. 50 Fotografie šachty č. 500765 [OVAK a.s.]



Obr. 51 Fotografie šachty č. 500719 [OVAK a.s.]

5.2.2 Stanovení metody sanace

Na základě zjištěných poruch a stanovení stavebně-technického stavu jednotlivých úseků byla vybrána nejvhodnější metoda sanace vybraných úseků stokové sítě na lokalitě V. Jíříkovského. Všem sanačním opatřením bude předcházet důkladné čištění kanalizace.

Podrobný rozpis jednotlivých sanačních opatření pro řešené úseky je uveden v příloze 2. V následujících odstavcích budou popsána doporučená sanační opatření.

Otevřený výkop

Na úseku č. 1 bude, vzhledem ke zborcení trouby a vzniku velkých střepů na staničení 15-17 m od šachty č. 500763, nutno tuto část vyměnit otevřeným výkopem. Bude se jednat o lokální výkop dlouhý 4 m a výměnu poškozeného kameninového potrubí DN 400 za nové. Současně s výkopem bude znovu odborně zabudována přípojka, která se nachází ve zborceném místě. Na úseku č. 6 se nachází dvě kanalizační přípojky, u kterých je nutné posouzení provozuschopnosti a případná výměna výkopem. Výměna kanalizačních přípojek ale není předmětem této studie.

Sanace rukávcem

Na pěti úsecích sanované části stokové sítě byla navržena sanace pomocí rukávce. Na úseku č. 1 a 8 je vzhledem k velkému počtu trhlin a netěsností doporučeno sanaci provést v krátkém časovém horizontu. U úseků č. 9, 13 a 14 se jedná o výhledové doporučení v horizontu 5-10 let. Na základě zjištěných poruch je pravděpodobné, že stavebně-technický stav těchto úseků se bude během dalších let zhoršovat a včasná sanace pomocí rukávce může zabránit dalšímu zhoršení vlastností stoky vlivem pokračující koroze nebo rozšiřujících se trhlin. U profilů DN 1000 a 1200 je alternativou rukávce použití výstelky potrubí odstředivým nástřikem sanačních malt ERGELIT. Tato metoda se ovšem staticky nepodílí na přenosu zatížení a z hlediska životnosti je vhodnější použití rukávce.

Pro navržené sanace pomocí rukávce doporučuji volit tzv. CIPP vložky vytvrzované horkou vodou nebo párou. U profilu DN 400 by rukávec měl mít tloušťku alespoň 12 mm, u DN 1000 18 mm a u profilu DN 1200 21 mm. Jako vhodnou metodu je možno uvést metodu KAWO společnosti Wombat a.s. Po osazení výstelky budou zprůchodněny zaslepené přípojky pomocí robota.

Injektáže a zapravování

Pro opravu neodborně zabudovaných přípojek navrhuji metodu injektáže pomocí robota a zapravení pomocí správkových hmot. Injektáže pomocí robota bude využito u navržených opatření na kameninových profilech do DN 500. U betonových profilů DN 1000 a 1200 bude využito zednického zapravení pomocí správkových hmot. Při sanaci úseku rukávcem bude injektáž a zapravení přípojek provedeno po osazení vložky při zprůchodnění přípojek. Stejných metod bude užito při opravě trhlin, děr a netěsností. Vzhledem k velkému množství neodborně zabudovaných přípojek a netěsností, doporučuji provést tyto sanační opatření v blízkém časovém horizontu.

Pro navržené injektáže neodborně zabudovaných přípojek v profilech do DN 500 je možno použít technologie KAWO Injekt společnosti Wombat a.s. Další možností je sanační malta ERGELIT-Kanaltec CF, aplikovaná pomocí robota od společnosti Hermes-technologie s.r.o. U sanace zaústění přípojek v profilech DN 1000 a 1200 je možné použití injektážních malt ERGELIT-KBi nebo ERGELIT-Kanaltec CF. Dražší alternativou je malta ERGELIT-Kanaltec CF HS, vyznačující se zvýšenou odolností proti

korozí. Pro sanaci děr, trhlin a netěsností doporučuji v případě posuzovaných profilů do DN 500 užití kanalizačního robota a vyplnění prostorů výše zmíněnými injektážními maltami. U profilů DN 1000 a 1200 je pro zmíněné poruchy možné použití správkové malty ERGELIT-KS 1, která se vyznačuje odolností proti síranům.

Frézování

V rámci sanačních opatření bude nezbytné urychleně řešit velké množství překážek na odtoku v posuzovaných úsecích. Tyto překážky jsou nejčastěji tvořené betonovými nálitky pod přípojkami, které výrazně omezují průchodnost odpadní vody potrubím. Mezi hlavní rizika patří další nabalování pevných částic přepravovaných s odpadní vodou a následné vytvoření velké ucpávky. Dále se na posuzovaných úsecích nachází inkrusty nebo předměty jako železný překlad.

K odstranění těchto překážek bude užito, v případě menších profilů do DN 500, frézovacího robota. U posuzovaných profilů DN 1000 a 1200 budou tyto překážky odstraňovány pomocí lidské síly. Železný překlad nacházející se na úseku č. 11 bude nutno rozřezat a dále vytáhnout z šachty č. 500770. V případě úseků, kde je navržena sanace pomocí rukávce, je nutné, aby důkladné frézování předcházelo provádění rukávce.

Sanace šachet

Dle optické inspekce většina šachet na posuzovaném úseku vykazovala těsnost. U šachet č. 500719 a 500765 byla zjištěna prosakující voda nebo vrůstání kořenů. Netěsné skruže těchto šachet budou zapraveny pomocí správkové malty ERGELIT-S100 nebo ERGELIT-KS 1. Netěsné napojení stoky v šachtě 500762 doporučuji zapravit správkovou hmotou ERGELIT-SBM. Většina šachet vykazovala korozní opotřebení stupadel nebo úplně chybějící stupadla. Doporučuje se tedy výměna stupadel v antikorozním provedení. Zbylé opravy typu výměna poklopu či nastavení poklopu o 1 prsteneček budou provedeny interně v rámci OVAK a.s.

Deratizace

Na většině posuzovaných úseků bylo možné vidět zvýšený výskyt hlodavců. Vzhledem k této skutečnosti doporučuji zvýšenou intenzitu deratizace.

5.2.3 Ekonomické zhodnocení navrhovaných opatření

Ekonomické zhodnocení navrhovaných opatření bylo provedeno na základě diskuze s představiteli přední realizační společnosti v oboru sanace stokových sítí. Ceny uvedené v Tab. 7 jsou orientační a přesná cena sanace je závislá na konkrétních cenových nabídkách společností, které budou sanační práce realizovat. Ceny přečerpávání a transportu technologií nejsou ve zhodnocení zahrnuty a budou upřesněny na základě konkrétního výběru realizační společnosti.

Tab. 7 Ekonomické zhodnocení sanace stokové sítě na lokalitě V. Jiříkovského

Číslo úseku	Délka [m]	DN [mm]	Cena vložky [Kč]	Cena zapravení trhlin, děr, netěsností [Kč]	Cena zapravení přípojek [Kč]	Čištění + kamera [Kč]	Frézování inkrustů, kořenů, nálitků [Kč]	Cena sanace celkem [Kč]
1	44.7	400	309 600	-	22 000	6 700	-	401 200*
2	44.3	400	-	16 000	29 000	6 650	-	51 650
3	19.7	300	-	-	-	2 950	15 000	17 950
4	44.9	500	-	5 000	39 000	6 750	-	50 750
5	36.8	500	-	13 000	-	5 550	-	18 550
6	45.1	300	-	10 000	20 000	6 700	-	36 700
7	6.7	500	-	-	-	-	-	-
8	20.9	1000	351 000	-	-	3 150	18 000	372 150
9	59.5	1200	1 450 000	3 000	21 000	8 950	3 000	1 485 950
10	34.2	1200	-	2 000	-	5 150	12 000	19 150
11	3.1	1200	-	-	-	-	-	-
12	16.3	1200	-	-	-	-	-	-
13	45.3	1200	1 100 000	5 000	33 000	6 800	15 000	1 159 800
14	52.0	1200	1 262 500	-	9 000	7 800	20 000	1 299 300

* V celkové ceně sanace úseku č. 1 je uvažována i cena výměny části potrubí výkopem

Výměna otevřeným výkopem na úseku č. 1 byla naceněna na základě příručky průměrných cen dopravní a technické infrastruktury obcí z roku 2017, vydané Ministerstvem pro místní rozvoj ve spolupráci s Ústavem územního rozvoje. Pro stanovení ceny byla uvažována průměrná hloubka uložení stávajícího úseku 4,4 m, délka rýhy 4 m a uložení v nezpevněném povrchu. Výsledná cena výměny tohoto kameninového potrubí DN 400 byla stanovena na 62 900 Kč. [39]

Detailní ekonomické zhodnocení sanace šachet na posuzovaných úsecích nebylo součástí této studie. Na základě diskuze s realizační společností, lze uvažovat cenu sanace šachty 7 500 -10 000 Kč na 1 m hloubky.

Celkové náklady na sanaci posuzované části stokové sítě jsou přibližně 4 913 000 Kč. V této částce jsou zahrnuty navržené sanační opatření na 12-ti posuzovaných úsecích. Vzhledem k nekompletnímu průzkumu úseků č. 11 a 12 nebylo na těchto úsecích provedeno ekonomické zhodnocení navrhovaných opatření.

5.2.4 Celkové zhodnocení

V rámci studie sanace části stokové sítě na lokalitě Václava Jiříkovského v Ostravě byl stanoven stavebně-technický stav posuzovaných úseků. Na základě zjištěných poruch byla každému úseku přiřazena kategorie stavebně-technického stavu dle metodiky ÚVHO, FAST VUT BRNO (Tab. 2). Dva úseky byly zařazeny do kategorie 4 a zbylých dvanáct úseků do kategorie 3. Schématické zařazení jednotlivých úseků do kategorií stavebně-technického stavu je k uvedeno v příloze 4 „Situace stavebně-technického stavu stokové sítě lokality V. Jiříkovského“. Mezi největší problémy posuzované části stokové sítě patří velké množství neodborně zabudovaných přípojek, netěsností a překážek v odtoku. Řešením těchto poruch dojde k výraznému snížení infiltrace a exfiltrace nebo ke zlepšení hydraulické kapacity potrubí. Na každém z posuzovaných úseků bylo navrženo nejvhodnější sanační řešení na základě zjištěných poruch. Detailní rozpis těchto poruch a návrh sanačních řešení na všech úsecích se nachází v příloze 2. Součástí návrhu sanačních opatření je i výhledové doporučení pro sanaci některých úseků pomocí rukávce. Toto řešení může prodloužit životnost těchto stok a zabránit dalšímu zhoršení stavebně-technického stavu, které může mít v budoucnu za následek daleko rozsáhlejší a finančně nákladnější opatření. Závěrem bylo provedeno ekonomické zhodnocení sanace posuzované části stokové sítě. Celkové přibližné náklady byly stanoveny na částku 4 913 000 Kč.

6 ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo provést studii sanace vybraného úseku stokové sítě v Ostravě. Pro uvedení do dané problematiky byla vypracována rešeršní část práce, ve které byl podrobně popsán proces sanace, u které byl kladen důraz zejména na metody stanovení stavebně-technického stavu stokových sítí. Dále byla vypracována rešerše v současnosti nejpoužívanějších technologií v oblasti obnovy, renovace a oprav stokových sítí. Na základě zjištěných informací je možno říci, že v oblasti sanačních technologií je v současnosti na trhu široké spektrum možností. Množství použitelných technologií pro sanaci tedy není omezující. Problémem však je různorodá kvalita jejich provedení realizačními firmami. Je nutné, aby byl v tomto směru ze strany provozovatelů stokových sítí vyvíjen tlak na realizační společnosti a realizace dodávaných technologií měla patřičnou kvalitu. Dalším důležitým tématem, které bylo v této práci v rámci rešerše zpracováno, jsou metody stanovení stavebně-technického stavu na betonových a železobetonových konstrukcích. Toto téma není mezi provozovateli stokových sítí příliš rozšířeno, avšak z hlediska komplexnosti a co nejpřesnějších výsledků je vhodné klasické metody inspekce stokových sítí doplnit o zmíněné metody na betonových a železobetonových konstrukcích. Pomocí klasické inspekce je téměř nemožné přesně odhadnout např. míru a hloubku poškození stoky korozí nebo připravenost podkladu k sanaci. Na základě jádrových vývrtů a laboratorních zkoušek je pak možné stanovit fyzikálně-mechanické vlastnosti betonu a tyto údaje nám dále mohou sloužit k predikci životnosti dané konstrukce a návrhu nejvhodnější sanační technologie.

Druhá část práce byla věnována posouzení a návrhu sanačních opatření na vybraném úseku stokové sítě na lokalitě Václava Jířkovského v Ostravě. V rámci této studie byl na základě pořízených záběrů z kamerových prohlídek stanoven stavebně-technický stav 14-ti úseků stokové sítě. Mezi největší problémy posuzovaných úseků patří velké množství neodborně zabudovaných přípojek a překážek v odtoku. Vlivem těchto poruch dochází k infiltraci a snížení hydraulické kapacity potrubí. Na základě zjištěných poruch byl proveden návrh nejvhodnějších sanačních opatření, které by měly vést ke zlepšení stávajících funkčních vlastností stokové sítě. Určité poruchy je nutné řešit v co nejkratším časovém horizontu, avšak součástí studie je i výhledové doporučení pro sanaci některých úseků pomocí rukávce. Je jisté, že stavebně-technický stav úseků napadených korozí či poškozených trhlinami se bude v průběhu let zhoršovat a včasná sanace pomocí rukávce může i za cenu vyšších finančních nákladů prodloužit životnost celé stoky a předejít finančně mnohem náročnějším zásahům. Závěrem bylo provedeno ekonomické zhodnocení navržených sanačních opatření.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] *Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a změně a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)*. In: . b.r.
- [2] *ČSN EN 752 Odvodňovací systémy vně budov*. Praha: Český normalizační institut, 2008.
- [3] RACLAVSKÝ, Jaroslav, Ladislav TUHOVČÁK a Stanislav MALNÍK. *Rekonstrukce vodohospodářských sítí: Studijní opory*. Brno, 2006.
- [4] VLADEANU, Greta a John MATTHEWS. Analysis of risk management methods used in trenchless renewal decision making. *Tunnelling and Underground Space Technology* [online]. 2018, **72**, 272-280 [cit. 2018-02-11]. DOI: 10.1016/j.tust.2017.11.025. ISSN 08867798. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0886779817305461>
- [5] *Čištění kanalizace: Wombat a.s.* [online]. In: . b.r. [cit. 2018-05-06]. Dostupné z: <http://www.wombat.cz/cistení-kanalizace/>
- [6] ZELENKA, Michal. *Ústní sdělení: Provoz kanalizace Ovak a.s.* 2018.
- [7] *Satellitensystem M200: Rausch* [online]. In: . b.r. [cit. 2018-05-06]. Dostupné z: <https://www.rauschtv.com/produkte/tv-inspektionssysteme/satellitensysteme/m-serie-m200.html>
- [8] *ISYBAU XML CZ* [online]. b.r. [cit. 2018-03-06]. Dostupné z: <http://www.isybau.cz/index.html>
- [9] *ISYBAU XML: ISYBAU CZ* [online]. In: . b.r. [cit. 2018-05-06]. Dostupné z: http://www.isybau.cz/co_to_je_isybau_xml.html
- [10] STANIĆ, Nikola, Jeroen LANGEVELD, Theo SALET a François CLEMENS. Relating the structural strength of concrete sewer pipes and material properties retrieved from core samples. *Structure and Infrastructure Engineering* [online]. 2016, **13**(5), 637-651 [cit. 2018-05-19]. DOI: 10.1080/15732479.2016.1187631. ISSN 1573-2479. Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15732479.2016.1187631>
- [11] *ČSN EN 13508-2 Posuzování stavu venkovních systémů stokových sítí a kanalizačních přípojek - Část 2: Kódovací systém pro vizuální prohlídku*. Český normalizační institut, 2005.
- [12] KLEPSATEL, František a Jaroslav RACLAVSKÝ. *Bezvýkopová výstavba a obnova podzemních vedení*. 1. české vyd. Bratislava: Jaga, 2007. ISBN 978-80-8076-053-3.
- [13] RACLAVSKÝ, Jaroslav, Petr PRAX, Karel VOLDÁN, David KÖHLER a Pavel DVOŘÁK. *Odborné posouzení vybrané části stokové sítě ve městě Znojmo prostřednictvím provedení kamerového průzkumu: Výzkumná zpráva centra AdMaS SR 12757163*. Brno, 2017.

- [14] MICHALČÁK, Peter a Marcel ULRICH. *Hodnocení stavu kanalizace: Metodický pokyn vedoucího provozu MP/61/13*. 2. Ostrava: Ovak, 2014.
- [15] DROCHYTKA, Rostislav. *Technické podmínky pro sanace betonových konstrukcí TP SSBK III*. 1. vyd. Brno: Sdružení pro sanace betonových konstrukcí, 2012. ISBN 978-80-260-2210-7.
- [16] *HILTI DD 150-U: Diamantový vrtací systém* [online]. b.r. [cit. 2018-05-18]. Dostupné z: <https://www.hilti.cz/diamantové-vrtání-a%20a0řezání/diamantové-jádrové-vrtací-stroje/r5062>
- [17] *Systém Ferrosan PS 200/250: HILTI* [online]. In: . b.r. [cit. 2018-05-06]. Dostupné z: <https://www.hilti.cz/laserová-technika/systémy-detekce/r6436646>
- [18] STEIN, Dietrich. *Rehabilitation and maintenance of drains and sewers*. Berlin: Ernst & Sohn, 2001. ISBN 3433013160.
- [19] *Příručka provozovatele vodovodní sítě*. 1. vyd. Líbeznice u Prahy: Vydalo Medim pro SOVAK ČR, 2008. ISBN 978-80-87140-07-9.
- [20] *Omega-Liner: Villy Poulsen* [online]. In: . b.r. [cit. 2018-05-06]. Dostupné z: <http://www.villypoulsen.dk/kompetencer/kloakreovering/>
- [21] ALAM, Shaurav, Raymond STERLING, Erez ALLOUCHE, Wendy CONDIT, John MATTHEWS, Ari SELVAKUMAR a Jadranka SIMICEVIC. A retrospective evaluation of the performance of liner systems used to rehabilitate municipal gravity sewers. *Tunnelling and Underground Space Technology* [online]. 2015, **50**, 451-464 [cit. 2018-05-19]. DOI: 10.1016/j.tust.2015.08.011. ISSN 08867798. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0886779815300353>
- [22] *Metoda KAWO: Wombat a.s.* [online]. In: . b.r. [cit. 2018-05-06]. Dostupné z: <http://www.wombat.cz/metoda-kawo-bezvykopova-inverzni-technologie-pro-sanaci-kanalizacnich-sberacu/>
- [23] WANIEK, Roland, Dieter HOMANN a Barbara GRUNEWALD. *IKT-LinerReport 2017* [online]. In: . b.r., s. 1-10 [cit. 2018-05-06]. Dostupné z: <http://www.ikt-online.org/wp-content/uploads/2018/02/ikt-linerreport-2017-english.pdf>
- [24] *HERMES TECHNOLOGIE s.r.o.: Sortiment maltových směsí* [online]. b.r. [cit. 2018-05-03]. Dostupné z: <http://www.hermes-technologie.com/cz/malty/sortiment-maltovych-smesi-ergelit.html>
- [25] *HERMES TECHNOLOGIE s.r.o.: Sanační postupy* [online]. b.r. [cit. 2018-05-03]. Dostupné z: <http://www.hermes-technologie.com/cz/sanacni-postupy/vystavba-a-sanace-kanalizaci.html>
- [26] *PCI-BASF-Stavební hmoty Česká republika s.r.o.: Produkty pro sanaci inženýrských staveb* [online]. b.r. [cit. 2018-05-03]. Dostupné z: http://www.pci-cz.cz/produkty.html?tx_mmdb%5Bcat%5D=35900&cHash=59fee8f2d2053ca7a14ed8502d127803

- [27] *KAWO injekt: Wombat a.s.* [online]. In: . b.r. [cit. 2018-05-06]. Dostupné z: <http://www.wombat.cz/kawo-injekt/>
- [28] *KAWO robot: Wombat a.s.* [online]. In: . b.r. [cit. 2018-05-06]. Dostupné z: <http://www.wombat.cz/kawo-robot-pro-odstraneni-poruch-v-trubnich-vedenich/>
- [29] *KAWO LOCAL: Wombat a.s.* [online]. In: . b.r. [cit. 2018-05-06]. Dostupné z: <http://www.wombat.cz/kawo-local/>
- [30] *Technické informace: Provoz kanalizační sítě Ovak a.s.* [online]. In: . b.r. [cit. 2018-05-08]. Dostupné z: <http://www.ovak.cz/index.php?structure=12&lang=1>
- [31] *Výroční zpráva 2017: Ostravské vodárny a kanalizace a.s.* [online]. In: . 2017 [cit. 2018-05-08]. Dostupné z: http://www.ovak.cz/files_for_web/spol_zprava_2017-1-1.pdf
- [32] MICHALČÁK, Peter. *Kanalizační řád kanalizace pro veřejnou potřebu statutárního města Ostravy: Provozní předpis Ovak a.s. KŘ/61/01*. Ostrava, 2016.
- [33] KOMŮRKA, Radek. *Ústní sdělení: Provoz kanalizace Ovak a.s.* 2018.
- [34] BAŠTINSKÝ, Jan. *Ústní sdělení: Provoz kanalizace Ovak a.s.* 2018.
- [35] *Mapy.cz* [online]. 2018 [cit. 2018-05-11]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=18.2258174&y=49.8052581&z=12>
- [36] *Česká geologická služba: Mapy vrtné prozkoumanosti* [online]. b.r. [cit. 2018-05-11]. Dostupné z: https://mapy.geology.cz/vrtna_prozkoumanost/
- [37] *ORP Ostrava: Povodňový plán ORP* [online]. b.r. [cit. 2018-05-11]. Dostupné z: http://dpporp.hzsmk.cz/orpost_charakteristika-zajmoveho-uzemi/
- [38] *Český hydrometeorologický ústav: Územní srážky* [online]. b.r. [cit. 2018-05-11]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky#>
- [39] ŠIMKOVÁ, Hana, Josef VLK a Martin KOLMISTR. *Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury obcí* [online]. In: . Brno: Ústav územního rozvoje, 2017 [cit. 2018-05-19]. ISBN 978-80-7538-147-7. Dostupné z: <http://www.uur.cz/images/5-publikacni-cinnost-a-knihovna/internetove-prezentace/prumerne-ceny-TI/2017/ceny-ti-2017-celek.pdf>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Rozdělení sanace	13
Obr. 2 Postupový diagram sanace stokových sítí a kanalizačních přípojek [upraveno dle [2]]	14
Obr. 3 Ukázka podélného profilu stoky v rámci simulace odtoku v programu SWMM	15
Obr. 4 Hlavice čistících trysek [5]	19
Obr. 5 Satelitní kamerový systém Rausch M 200 [7]	20
Obr. 6 Schéma principu exportního modulu ISYBAU XML [9]	21
Obr. 7 Příklad poškození biogenní síranovou korozí [5]	23
Obr. 8 Ukázka jádrového vývrtu [L. Židek]	28
Obr. 9 Ukázka jádrového vrtání ve stoce [L. Židek]	28
Obr. 10 Systém FERROSCAN PS 200/250 pro vyhledávání výztuže v betonu [18]	30
Obr. 11 Ukázka výsledků odtrhových zkoušek [L. Židek]	31
Obr. 12 Rozdělení vybraných metod obnovy stokových sítí [upraveno dle [3]]	32
Obr. 13 Rozdělení vybraných technologií renovace stokové sítě [upraveno dle [3]]	35
Obr. 14 Ukázka technologie Omega-liner [21]	36
Obr. 15 Schéma provádění sanace pomocí CIPP vložky [23]	37
Obr. 16 Ukázka metody KAWO ve vejčitém profilu [23]	38
Obr. 17 Rozdělení vybraných technologií opravy stokových sítí [upraveno dle [3]]	41
Obr. 18 Sortiment kanalizačních maltových směsí ERGELIT [25]	44
Obr. 19 Ukázka kanalizačního robota při frézování přesazené přípojky [28]	46
Obr. 20 Technologie KAWO injekt pro zapravení přípojek [29]	46
Obr. 21 Technologie KAWO LOCAL [30]	47
Obr. 22 Ukázka balastních průtoků v nočních hodinách [R. Komůrka]	49
Obr. 23 Čistící vozidlo KAISER Aquastar III [31]	50
Obr. 24 Lokalizace zájmového území v rámci regionu [36]	53

Obr. 25 Detailní lokalizace zájmového území [36]	53
Obr. 26 Fotografie z kamerového průzkumu [OVAK a.s.].....	55
Obr. 27 Fotografie z kamerového průzkumu [OVAK a.s.].....	56
Obr. 28 Fotografie z kamerového průzkumu [OVAK a.s.].....	56
Obr. 29 Fotografie z kamerového průzkumu [OVAK a.s.].....	57
Obr. 30 Fotografie z kamerového průzkumu [OVAK a.s.].....	57
Obr. 31 Fotografie z kamerového průzkumu [OVAK a.s.].....	58
Obr. 32 Fotografie z kamerového průzkumu [OVAK a.s.].....	58
Obr. 33 Fotografie z kamerového průzkumu [OVAK a.s.].....	59
Obr. 34 Fotografie z kamerového průzkumu [OVAK a.s.].....	59
Obr. 35 Fotografie z kamerového průzkumu [OVAK a.s.].....	60
Obr. 36 Fotografie z kamerového průzkumu [OVAK a.s.].....	60
Obr. 37 Fotografie z kamerového průzkumu [OVAK a.s.].....	61
Obr. 38 Fotografie z kamerového průzkumu [OVAK a.s.].....	62
Obr. 39 Fotografie z kamerového průzkumu [OVAK a.s.].....	63
Obr. 40 Fotografie z kamerového průzkumu [OVAK a.s.].....	63
Obr. 41 Fotografie z kamerového průzkumu [OVAK a.s.].....	64
Obr. 42 Fotografie z kamerového průzkumu [OVAK a.s.].....	64
Obr. 43 Fotografie z kamerového průzkumu [OVAK a.s.].....	65
Obr. 44 Fotografie z kamerového průzkumu [OVAK a.s.].....	65
Obr. 45 Fotografie z kamerového průzkumu [OVAK a.s.].....	66
Obr. 46 Fotografie z kamerového průzkumu [OVAK a.s.].....	67
Obr. 47 Fotografie z kamerového průzkumu [OVAK a.s.].....	67
Obr. 48 Fotografie z kamerového průzkumu [OVAK a.s.].....	68
Obr. 49 Fotografie z kamerového průzkumu [OVAK a.s.].....	68

Obr. 50 Fotografie šachty č. 500765 [OVAK a.s.]	70
Obr. 51 Fotografie šachty č. 500719 [OVAK a.s.]	70

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Vyhodnocení stavu kanalizace – třídy poškození dle BVaK, a.s. [12].....	23
Tab. 2 Kategorie zatřídění stavu potrubí a objektů na stokové síti dle ÚVHO FAST VUT BRNO [13].....	24
Tab. 3 Třídění kategorií stavu úseků na stokové síti dle metodiky OVAK a.s. [upraveno dle [14]].....	25
Tab. 4 IKT-LinerReport 2017 - výsledky zkoušky podle typu rukávců [upraveno dle [24]]	39
Tab. 5 Požadované základní parametry správkových hmot podle ČSN EN 1504-3 [15]	43
Tab. 6 Stavebně-technický stav šachet a návrh metody sanace.....	69
Tab. 7 Ekonomické zhodnocení sanace stokové sítě na lokalitě V. Jiříkovského.....	73

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Poměr vzorků splňující všechna 4 kritéria [upraveno dle [24]]	40
Graf 2 Statistika počtu splněných kritérií v roce 2017 [upraveno dle [24]]	40

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

ČOV	čistírna odpadních vod
ÚČOV	ústřední čistírna odpadních vod
ČSN	česká technická norma
TNV	technická norma vodního hospodářství
EN	evropská norma
SWMM	Storm Water Management Model
DHI	Danish Hydraulic Institute
EPA	Environmental Protection Agency
GIS	geografický informační systém
DN	jmenovitá světlost potrubí [mm]
CIPP	Cured In Place Pipe
OVAK	Ostravské vodárny a kanalizace a.s.
CC	cement concrete
PCC	polymer cement concrete
PC	polymer concrete

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1 – Mapa vrtné prozkoumanosti lokality V. Jiříkovského
- Příloha 2 – Souhrnná tabulka zjištěných poruch a návrhu sanace stokové sítě lokality V. Jiříkovského
- Příloha 3 – Situace stokové sítě lokality V. Jiříkovského (M 1:1000)
- Příloha 4 – Situace stavebně-technického stavu stokové sítě lokality V. Jiříkovského (M 1:1000)
- Příloha 5 – CD s kamerovým průzkumem a fotografiemi stokové sítě lokality V. Jiříkovského

SUMMARY

The aim of the bachelor thesis was to carry out a study of the rehabilitation of a selected part of sewerage network in Ostrava. A research part of the thesis was elaborated in order to introduce into the given issue, describing in detail the rehabilitation process, which emphasized the methods for determining the construction and technical state of sewer networks. Further research has been carried out on the most frequently used technologies in the area of renewal, renovation and repairs of sewer networks. On the basis of the information found, it can be said that in the field of rehabilitation technologies, a wide range of options is currently available on the market. The number of usable technologies for rehabilitation is not limiting. The problem, however, is the variable quality of the implementation by realization firms. It is necessary to put pressure on the implementation companies from the operators of the sewerage networks in order to ensure the appropriate quality of the implementation of the supplied technologies. Another important topic that has been dealt with in this research is the methods for determining the construction and technical condition of concrete and reinforced concrete structures. This topic is not very widespread among sewerage operators, but with regard to the complexity and the most accurate results, it is appropriate to supplement the classical methods of sewerage inspection with the mentioned methods on concrete and reinforced concrete structures. Using a classic inspection is almost impossible to accurately estimate, for example, the degree and depth of corrosion damage or the readiness of the substrate for rehabilitation. Based on core boreholes and laboratory tests, it is possible to determine the physico-mechanical properties of concrete and this data can further serve us to predict the service life of the structure and design the most appropriate rehabilitation technology.

The second part of the thesis was devoted to the assessment and design of rehabilitation on the selected section of the sewerage network at the site of Vaclav Jiříkovsky in Ostrava. In the framework of this study, the construction and technical condition of 14 sections of the sewer network was determined on the basis of the shot taken from camera inspections. The biggest problems of the sections under consideration include a large number of inaccurately built-in connections and obstructions in the runoff. As a result of these failures, infiltration and reduction of the hydraulic capacity of the pipeline occurs. On the basis of the identified failures, the most appropriate rehabilitation measures were proposed, which should improve the existing functionalities of the sewerage network. Certain failures need to be solved within the shortest possible time horizon, but the study also includes a forward-looking recommendation for rehabilitation of some sections by the sleeve. It is certain that the structural state of the corrosion-damaged or cracked sections will deteriorate over the years, and timely sleeve-based rehabilitation can, at the expense of higher financial costs, prolong the service life of the entire sewer and prevent financially more demanding interventions. In conclusion, an economic evaluation of the proposed rehabilitation measures was carried out.