



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ OBCÍ

INSTITUTE OF MUNICIPAL WATER MANAGEMENT

ZPŮSOBY SANACE BETONOVÉ KANALIZACE

METHODS OF REMEDIATION OF CONCRETE SEWERS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Filip Vondráček

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PETR HLUŠTÍK, Ph.D.

BRNO 2022



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	Filip Vondráček
Název	Způsoby sanace betonové kanalizace
Vedoucí práce	doc. Ing. Petr Hluštík, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2021
Datum odevzdání	27. 5. 2022

V Brně dne 30. 11. 2021

doc. Ing. Ladislav Tuhovčák, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

- [1] LAMPOLA Tiia. Condition Assessment and Sewer Inspection (CASI) Methods– Guide Book. In researchgate.net [online]. 2018 [cit. 2020-11-20]. Dostupné z WWW: http://www.researchgate.net/publication/329830142_Inspection_methods_for_sewer_pipes. ISBN: 978-952-6697-44-4.
- [2] STEIN, Dietrich a STEIN, Robert Instandhaltung von Kanalisationen, Verlag Prof. Dr.-Ing. Stein & Partner GmbH, 2014. ISBN 978-3-9810648-4-1.
- [3] STRÁNSKÝ, David et al. Metodická příručka - Posouzení stokových systémů urbanizovaných povodí. In OPZP.cz [online]. 2009 [cit. 2017-03-03]. Dostupné z WWW: http://www.opzp2007-2013.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] LARRY W. MAYS. Stormwater collection systems design handbook. McGraw-Hill. 2001. ISBN 0-07-135471-9
- [6] ČSN EN 13508. Zjišťování a hodnocení stavu venkovních systémů stokových sítí a kanalizačních přípojek, Český normalizační institut, Praha, 2011 a 2013.
- [7] Sborníky Water Science and Technology, IWA Publishing.
- [8] Související normy a legislativní podklady.
- [9] Další podklady dle aktualizace vycházející z průběhu řešení dle pokynu vedoucího diplomové práce.

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Student v rámci práce provede rešerši v oblasti sanace a opravy betonových kanalizačních úseků a kanalizačních šachet pomocí bezvýkopové technologie.

V praktické části práce provede průzkum vybrané stoky na území města Brna a navrhne variantní řešení sanace kanalizace (spolupráce s BVK, a.s.).

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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

ABSTRAKT

Bakalářská práce je zaměřena na seznámení se způsoby sanace betonové kanalizace včetně šachet bezvýkopovou technologií. První část byla zaměřena na materiály, šachty, způsoby čištění a způsoby zjišťování stavebně-technického stavu stokové sítě. Ve druhé a třetí části byly rozebrány metody sanace betonové kanalizace bezvýkopovou technologií. Ve čtvrté části se hovoří o sanaci šachet bezvýkopovou technologií. V páté části se aplikují poznatky z předchozích částí na konkrétním úseku stokové sítě a dojde k návrhu řešení sanace tohoto úseku.

KLÍČOVÁ SLOVA

Sanace, betonová kanalizace, bezvýkopová technologie, stoková síť

ABSTRACT

The bachelor's thesis is focused on getting familiar with the methods of remediation of concrete sewers, including shafts by trenchless technology. The first part was focused on materials, shafts, methods of cleaning and methods of determining the construction and technical condition of the sewerage system. In the second and third part, the methods of remediation of concrete sewer by trenchless technology were analyzed. The fourth part talks about the remediation of shafts using trenchless technology. In the fifth part, the knowledge from the previous parts is applied to a specific section of the sewerage system and a solution for the remediation of this section will be proposed.

KEYWORDS

Remediation, concrete sewer, trenchless technology, sewerage system

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Filip Vondráček *Způsoby sanace betonové kanalizace*. Brno, 2022. 96 s. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí. Vedoucí práce doc. Ing. Petr Hlušík, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Způsoby sanace betonové kanalizace* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 20. 5. 2022

Filip Vondráček
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Způsoby sanace betonové kanalizace* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 20. 5. 2022

Filip Vondráček
autor práce

Rád bych poděkoval doc. Ing. Petru Hlušíkovi, Ph.D., vedoucímu mé bakalářské práce, za jeho čas při konzultacích, cenné připomínky a poskytnutí podkladů pro vypracování závěrečné práce.

OBSAH

1	ÚVOD	11
2	NORMY	12
3	PROVOZOVÁNÍ STOKOVÉ SÍTĚ Z BETONU, ŽELEZOBETONU A POLYMERBETONU	14
3.1	Betonové a železobetonové trouby	14
3.1.1	Čedičové výstelky	16
3.1.2	Kameninové výstelky	17
3.1.3	Plastové výstelky	18
3.2	Polymerbetonové trouby	19
3.3	Kanalizační šachty	20
3.4	Sanace	23
3.4.1	Bezvýkopová technologie	23
3.4.2	Výkopová technologie	23
3.5	Čištění a průzkum stokových sítí	24
3.6	Biogenní síranová koroze	25
4	METODY SANACE BETONOVÉ KANALIZACE – NEPRŮLEZNÉ PRŮŘEZY	27
4.1	Lokální opravy netěsností	27
4.1.1	Injektáž	27
4.1.2	Záplatová metoda	28
4.1.3	Opravy pomocí kanalizačních robotů	29
4.2	Celoplošné opravy	30
4.2.1	Zátopová injektáž	30
4.2.2	Cementace	31
4.2.3	Metoda inverzního rukávce	33
4.3	Oprava potrubí s narušenou statickou funkcí	35
4.3.1	Zatahování trubních segmentů	35
4.3.2	Sliplining	36

4.3.3	Zatahování částečně deformované trouby.....	38
4.4	Obnova potrubí v původní trase.....	40
4.4.1	Vytahování starých trub.....	41
4.4.2	Metoda dynamického trhání potrubí.....	42
4.4.3	Metoda statického trhání potrubí.....	44
4.4.4	Metoda rozrušování potrubí frézou.....	45
5	METODY SANACE BETONOVÉ KANALIZACE – PRŮLEZNÉ A PRŮCHOZÍ PRŮŘEZY	47
5.1	Lokální opravy netěsností	47
5.1.1	Opravy netěsnících spojů	47
5.1.2	Opravy lokálních poruch	49
5.2	Opravy vnitřních povrchů	50
5.2.1	Ochranné povlaky	50
5.2.2	Impregnace	52
5.3	Zpevňování a utěšňování potrubí injektáží	53
5.3.1	Injektáž z vnitřku za ostění	53
5.3.2	Injektáž z povrchu za ostění.....	54
5.4	Metody oprav při zmenšení průřezu kanalizace.....	55
5.4.1	Ostění ze stříkaného betonu	55
5.4.2	Ostění z monolitického betonu.....	57
5.4.3	Obklady dna.....	58
5.4.4	Obklady celého průřezu	60
5.5	Metody oprav při nezmenšení průřezu kanalizace	62
6	METODY SANACE KANALIZAČNÍCH ŠACHET	63
6.1	Sanace šachtového dna plastovou vložkou	63
6.2	Metoda šachta v šachtě.....	64
6.3	Metoda vyskládání šachty segmenty.....	65
6.4	Nástřiková metoda	66
6.5	Metoda sanačního rukávce.....	68
6.6	Injektáž.....	69
6.7	Zednická metoda.....	70

7	MOŽNOSTI ŘEŠENÍ SANACE ÚSEKU BRNĚNSKÉ STOKY E.....	72
7.1	Popis lokality	72
7.2	Stávající stav potrubí.....	72
7.3	Sanace štítované stoky DN 2400/2200.....	73
7.3.1	Varianta 1 - polymerbetonové půlené trouby + monolitický beton.....	75
7.3.2	Varianta 2 – čedičová výstelka + monolitický beton.....	76
7.3.3	Varianta 3 – polymerbetonová výstelka celého průřezu.....	78
7.4	Sanace stoky z železobetonových trub DN 2200.....	80
7.4.1	Varianta 1 - ostění ze stříkaného betonu.....	81
7.4.2	Varianta 2 – oprava pomocí inverzního rukávce.....	82
7.5	Shrnutí.....	84
8	ZÁVĚR.....	86
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	88
	SEZNAM OBRÁZKŮ	93
	SUMMARY	96

1 ÚVOD

Kanalizační síť je nedílnou součástí téměř tří čtvrtin obcí v České republice. Její provozování ovšem není tak jednoduché, jak se může na první pohled zdát. Provozovatel se musí o takové vedení starat, aby zajistil její nepřetržitou funkčnost a dlouhodobou existenci. Toho lze dosáhnout pouze pravidelným průzkumem a údržbou. Pravidelný průzkum může odhalit nedostatky trubního vedení stokové sítě a následná reakce např. v podobě čištění může předejít nutnosti většího zásahu. Pokud se tyto kroky zanedbávají, musí se přejít k sanaci stokové sítě. V případech betonové nebo železobetonové kanalizace to nemusí být ani důsledkem zanedbání pravidelného průzkumu a čištění, jelikož beton a železobeton je nejčastějším materiálem kanalizace u nás a také má svou životnost, která v mnohých případech přesáhla její předpokládanou hodnotu. Tím pádem se musí provozovatel uchýlit k sanaci. Metod sanace je velké množství a stále se objevují nové, ale základním výčtem a popisem jednotlivých metod se zabývají kapitoly 4 a 5 .

Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je seznámení se způsoby sanace betonové kanalizace zaměřené na bezvýkopovou technologii a následná aplikace způsobů sanace na vybraném úseku stokové sítě. Dále jsou zde popsány metody sanace kanalizačních šachet. Na závěr jsou některé popsané metody sanace kanalizace použity na opravu konkrétního úseku stoky ve městě Brně.

2 NORMY

V této kapitole jsou uvedeny normy týkající se této bakalářské práce.

- ČSN 75 6101** Stokové sítě a kanalizační přípojky. (2012)
- ČSN 75 6909** Zkoušky vodotěsnosti stok a kanalizačních přípojek. (2004)
- ČSN 73 6005** Prostorové uspořádání vedení technického vybavení. (2020)
- ČSN 75 6307** Přehled evropských norem určených pro sanaci systémů stokových sítí a kanalizačních přípojek. (2006)
- ČSN EN 12889 (756115)** Bezvýkopové provádění stok a kanalizačních přípojek jejich zkoušení. (2001)
- ČSN EN 1610 (756114)** Provádění stok a kanalizačních přípojek a jejich zkoušení. (2017)
- ČSN EN 13380 (75604)** Všeobecné požadavky na stavební dílce pro opravy a renovace venkovních stok a kanalizačních přípojek. (2002)
- ČSN EN 14457 (756305)** Všeobecné požadavky na stavební dílce pro bezvýkopové technologie stok a kanalizačních přípojek. (2005)
- ČSN EN 15885 (756121)** Klasifikace a funkční vlastnosti technologií pro renovace, opravy a výměnu stok a kanalizačních přípojek. (2019)
- ČSN EN 1916 (723146)** Trouby a tvarovky z prostého betonu, drátkobetonu a železobetonu. (2004)
- ČSN EN 1917 (723147)** Vstupní a revizní šachty z prostého betonu, drátkobetonu a železobetonu. (2004)
- ČSN EN 206+A2 (732403)** Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda. (2021)
- ČSN EN 14636-1 (646426)** Plastové potrubní systémy pro beztlakové kanalizační přípojky a stokové sítě – Polymerbeton na bázi polyesterových pryskyřic (PRC) – Část 1: Trubky a tvarovky s ohebnými spoji. (2010)

ČSN EN 14636-2 (646426) Plastové potrubní systémy pro beztlakové kanalizační přípojky a stokové sítě – Polymerbeton na bázi polyesterových pryskyřic (PRC) – Část 2: Vstupní a revizní šachty. (2010)

ČSN EN ISO 11296-1 (646420) Plastové potrubní systémy pro renovace beztlakových kanalizačních přípojek stokových sítí uložených v zemi – Část 1: Obecně. (2018)

ČSN EN ISO 11296-2 (646420) Plastové potrubní systémy pro renovace beztlakových kanalizačních přípojek stokových sítí uložených v zemi – Část 2: Vyvložkování kontinuálními trubkami. (2018)

ČSN EN ISO 11296-3 (646420) Plastové potrubní systémy pro renovace beztlakových kanalizačních přípojek stokových sítí uložených v zemi – Část 3: Vyvložkování těsně přiléhajícími trubkami. (2018)

ČSN EN ISO 11296-4 (646420) Plastové potrubní systémy pro renovace beztlakových kanalizačních přípojek stokových sítí uložených v zemi – Část 4: Vyvložkování trubkami vytvrzovanými na místě. (2018)

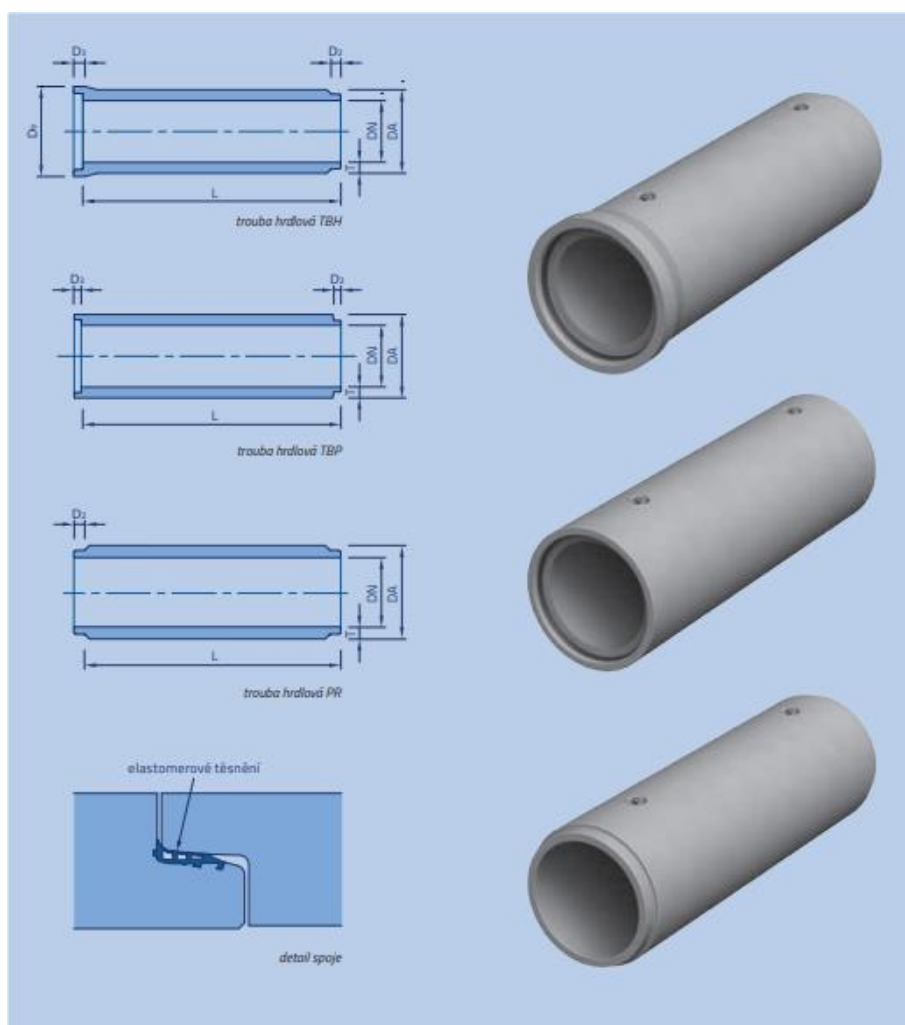
3 PROVOZOVÁNÍ STOKOVÉ SÍTĚ Z BETONU, ŽELEZOBETONU A POLYMERBETONU

Tato kapitola se zabývá problematikou provozování stokové sítě z betonu a železobetonu. Jedná se o materiály, ze kterých jsou tvořeny prvky kanalizační sítě nejen na území České republiky. Beton a železobeton je nejčastější materiálem pro stavbu stokové sítě a objektů na stokové síti. V posledních letech se začíná objevovat také polymerbeton. Stoky mohou být trubní nebo monolitické (betonovány na místě). Trouby z těchto materiálů slouží k odvádění odpadních vod o volné hladině nebo přechodně v mírně tlakovém proudění. Rozlišují se stoky neprůlezná, průlezná a průchozí. Kruhové stoky s vnitřním průměrem větším než 800 mm nebo stoky ostatních tvarů s šířkou větší než 600 mm a výškou větší než 800 mm jsou považovány za průlezná. Průchozí stoky musí mít minimálně 600 mm na šířku a 1500 mm na výšku. [1]

3.1 BETONOVÉ A ŽELEZOBETONOVÉ TROUBY

Výhod použití betonu pro kanalizační trouby je hned několik. Betonové kanalizační trouby se vyrábí z přírodních surovin a splňují standart Evropské komise „buying green“. Po skončení životnosti má beton nízké náklady na recyklaci a lze ho znovu použít jako nezávadný stavební materiál. Samotná životnost je jednou z výhod, protože betonové trouby mají ze zkušeností při jejich dlouhodobém použití životnost 100 a více let. Ideální hydraulické vlastnosti lze zajistit použitím jednoho z mnoha tvarů průřezu, velikosti průřezu nebo je možné použít výstelku. Betonové trouby jsou vhodné, jak pro ukládání do otevřeného výkopu, tak i pro protlačování. Po zabudování jsou stabilní vlivem své hmotnosti i v lokalitách s vysokou hladinou podzemních vod. Při čištění betonových a železobetonových trub lze díky tloušťce stěn bez problému použít tlak větší než 120 bar. Betonové a železobetonové trouby prokazují dobrou vodotěsnost jak v samotném těle, tak ve spoji, protože jsou vybaveny pryžovým těsněním. Další výhodou je odolnost proti otěru, korozi a teplotě. Použití betonových trub je vhodné nejen pro obyčejné odpadní vody, ale i pro odpadní vody obsahující rozpouštědla, čisticí prostředky a minerální oleje. Dále materiál odolává teplotám až 35 °C při stálém odtoku. Při krátkém zatížení odolávají až 95 °C a zůstávají tvarově stálé. [3]

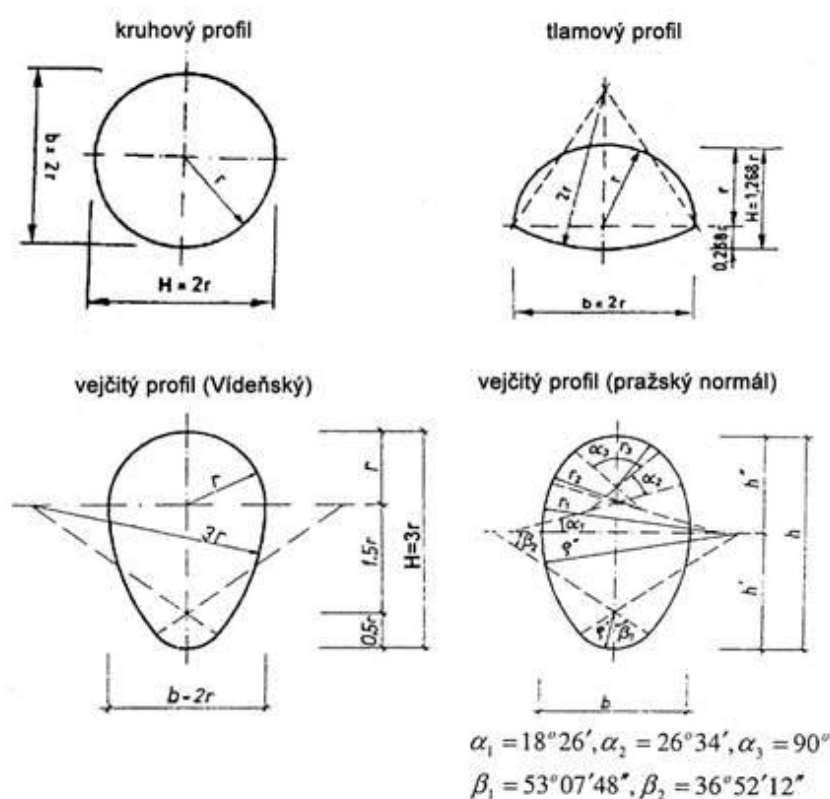
Betonová směs pro výrobu betonových a železobetonových trub se skládá ze tří frakcí tříděného kameniva, směsného cementu, přísady a příměsi jemných podílů. Beton použitý na výrobu je dle normy ČSN ENV 206 z pevnostní třídy C 40/50 s vysokou odolností proti obrusu a proti agresivitě chemického prostředí stupně 5 b. Pokud se při rozboru vody ukáže koncentrace SO_4^{2-} vyšší než 500 mg/kg nebo pokud je při rozboru půdy koncentrace SO_4^{2-} vyšší než 3000 mg/kg je nutné použít síranuvzdorný cement. U hrdlových spojů je nutné použít pryžový těsnící profil, který odpovídá svými kvalitativními vlastnostmi DIN 4060. [1]



Obr. 3.1. Betonové kanalizační trouby [3]

Trouby mohou mít jeden z typických tvarů, kterými jsou: kruhový, tlamový, vejčitý (vídeňský), vejčitý (pražský normál). Tvar se určuje dle konkrétních hydraulických, provozních, stavebních, ekonomických, geologických a jiných požadavků. Výhody kruhového profilu jsou: nejjednodušší výroba prefabrikátu, nejuvhodnější

pro čištění. Staticky je méně výhodný než vejčitý. Vejčitý profil má nejlepší hydraulické vlastnosti a je nejvíce staticky výhodný. Pro jeho použití je důležitá dostatečná výška nadloží. Tlamový profil se navrhuje při nízkém nadloží, ale jeho nevýhodou je hydraulická a statická nepříznivost. [2]



Obr. 3.2. Základní tvary průřezů trubky [1]

U kruhových profilů jsou průměry: 300, 400, 500, 600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2200 mm. U vejčitých jsou rozměry: 500/750, 600/900, 700/1050, 800/1200, 900/1350, 1000/1500 mm. Uvedené rozměry jsou dle katalogu jednoho z výrobců. [3]

3.1.1 Čedičové výstelky

Životnost trubky lze několikanásobně zvýšit výstelkou z čediče. Tento materiál je velmi odolný vůči abrazi a chemicky agresivním látkám. Výrobky z taveného čediče mají velmi nízkou hydraulickou drsnost, absolutní korozivzdornost i odolnost proti hlodavcům. Jelikož se jedná o přírodní materiál, tak je ekologický a recyklovatelný. Životnost čedičových prvků kanalizačních stok se odhaduje na 200 i více let. Čedič se v kanalizačních trubkách objevuje ve formách žlabů, tvarovek a cihel. [4]



Obr. 3.3. Příklad výstelky z čedičových dlaždic [3]

3.1.2 Kameninové výstelky

Kamenina je velmi oblíbeným trubním materiálem pro kanalizace, proto se v betonových troubách vyskytuje ve formě dlaždicových obkladů a žlabů. Důvodem použití kameninové výstelky je její životnost, otěruvzdornost, vysoká mechanická odolnost, chemická odolnost a nízký hydraulický odpor. [1] [5]

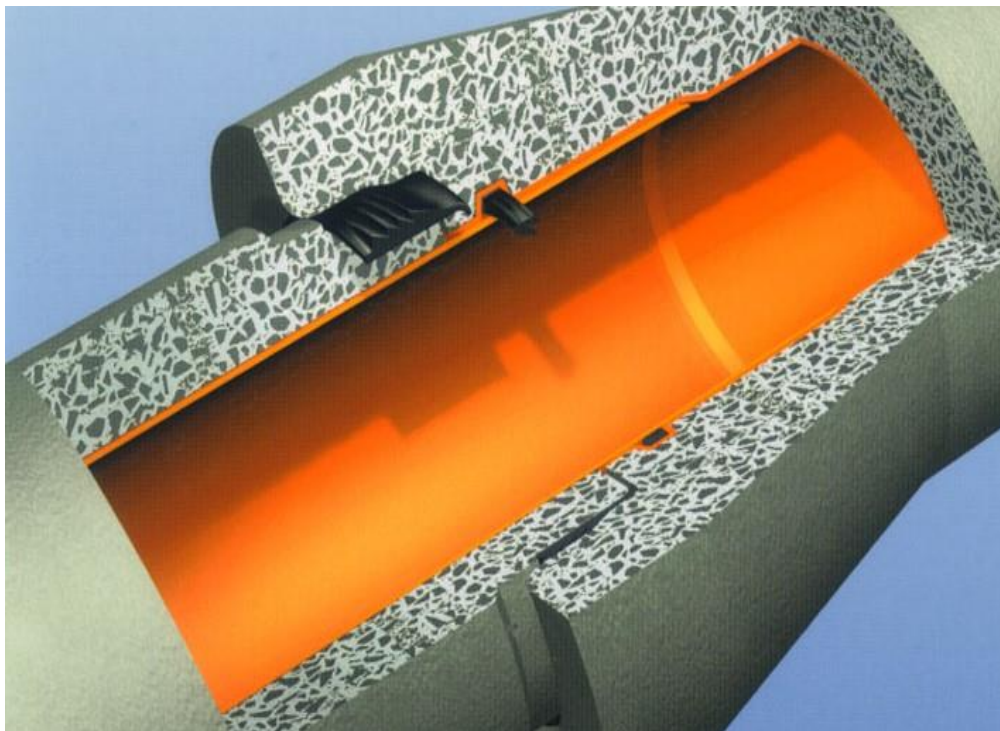


Obr. 3.4. Příklad výstelky z kameninových dlaždic [5]

Díky nízké otěruvzdornosti je vhodná pro splaškové vody s podílem mechanických nečistot. Také její vysoká chemická odolnost ji dovoluje využití v rozmezí pH od 0,4 – 13,4 a je odolná vůči smáčedlům, rozpouštědlům a jiným chemickým látkám. Jedná se o přírodní materiál s možností recyklace. [1] [5]

3.1.3 Plastové výstelky

Podobně jako u čedičové a kameninové výstelky lze životnost trouby zvýšit výstelkou z plastu. Jedná se o vložení plastové trouby do betonové trouby nebo obetonování plastové trouby. Oproti čedičovým a kameninovým výstelkám se většinou jedná o ochranu celého obvodu trouby. Používaným materiálem je HDPE (vysoce hustotní polyetylen) nebo PVC (polyvinylchlorid). Oba materiály jsou rezistentní vůči korozi, abrazi. HDPE je odolný vůči většině rozpouštědel, kyselin, zásad a olejů. PVC je odolné pro odpadní vody s pH v rozsahu od 2 – 12 a do teploty média 40 – 60 °C. Nevýhodou oproti čediči je nižší životnost a nepřírodní původ materiálu. Výhodou jsou nižší náklady a menší počet spojů/spár. [6] [5] [7]



Obr. 3.5. Příklad výstelky pomocí plastové trouby [5]

3.2 POLYMERBETOVÉ TROUBY

Polymerbeton je kompozitní materiál, který se skládá z plniva, pojiva a příměsí. Jako plnivo se používají tlakově odolné křemence, které jsou zcela odolné vůči chemickým látkám. Jako pojivo se používají polyesterové pryskyřice, které jsou velmi odolné vůči chemicky agresivním vlastnostem dopravovaného média. Polymerbetonové trouby jsou známé pro svou dlouhou životnost. Těsné spojení syntetické pryskyřice s příměsemi způsobuje vysokou abrazivní odolnost materiálu. Materiálu neabsorbují vodu a neumožňuje difuzi plynu, kvůli absenci kapilár. Polymerbeton je typický pro spolehlivé přenášení vysokého tlakového a ohybového napětí při malé tloušťce stěn a nízké hmotnosti a zároveň je tento materiál rázově houževnatý a robustní. Také je odolný vůči vysokotlakému čištění a např. při dodatečném navrtávání kanalizačních přípojek není náchylný k vytváření střepein. Nízká míra usazování a vysoká rychlost toku dopravovaného média je způsobena hladkým a rovnoměrným vnitřním povrchem trouby. Polymerbeton je maximálně odolný vůči agresivním odpadním vodám, pūdám a plynům (pH v rozmezí 0,5 až 14). Materiál je také odolný proti biogenní kyselině sírové a vysokým teplotám až 85 °C. [10]

V nabídce jedné ze mnoha společností, které dodávají polymerbetonové trouby, jsou trouby dostupné v mnoha tvarech průřezů a rozměrech. Kruhové hrdlové trouby se vyrábí v rozsahu DN 300 – DN 1000. Větší průměry v rozsahu průměrů DN 1200 – DN 2000 mají spoj řešený perem a polodrážkou. Trouby s vejčítým tvarem průřezu se dodávají se zasouvacím spojem v rozměrech od 400/600 mm do 1400/2100 mm. Výhodou je vyšší průtočná rychlost, která způsobuje lepší samočisticí vlastnosti, lepší statické vlastnosti a přítomnost patky zaručující jednoduchou a bezpečnou pokládku do úzkého výkopu. V nabídce jsou také trouby kruhové s dračím profilem. Tento tvar průřezu představuje další optimalizaci ve vývoji jednotných kanalizačních systémů, protože kombinuje dostatečnou kapacitu pro odvod velkého množství odpadních vod s vylepšenými hydraulickými vlastnostmi při odvádění menšího množství odpadních vod. Kruhové trouby s dračím profilem hrdlové/s perem a polodrážkou se vyrábí v průměrech DN 800 – DN 2000. [10]



Obr. 3.6. Polymerbetonová trouba POLYCRETE® s dračím profilem [10]

3.3 KANALIZAČNÍ ŠACHTY

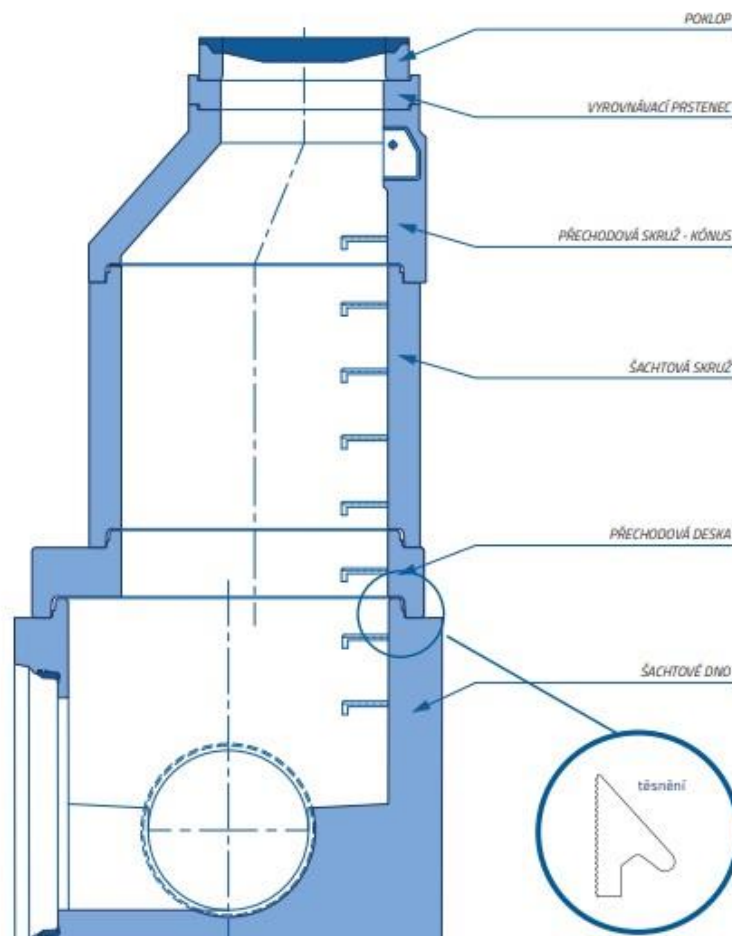
Na stokové síti se kromě trub nachází i objekty. Objekty zajišťují správnou funkčnost stokové sítě a umožňují bezpečné provádění kontrolních, čistících a údržbových prací. Mezi tyto objekty na stokové síti se řadí i kanalizační šachty, které umožňují přístup pro kontrolu, čištění a údržbu. [7]

Kanalizační šachty se navrhují v místech, kde se:

- mění směr;
- mění sklon;
- mění tvar průřezu;
- ukončuje stoka;
- spojuje více stok;
- rozdělují přímé úseky – u neprůlezných stok 60 m; u průlezných stok 60 m; průchozí stoky 200 m. [7]

Skládají se z více dílů:

- šachtové dno – dno kanalizační šachty, vhodné spoje pro vodotěsné napojení potrubí;
- přechodová deska – přechod mezi rozdílnými profily šachty;
- šachtová skruž – svislý stavební dílec, možné osadit spojem pro napojení potrubí, možné použít více skruží na sebe;
- přechodová skruž (kónus) – tvar šikmého komolého kužele, vstupní část do šachty;
- zákrytová deska – stavební dílec pro vodorovné zakrytí šachty;
- vyrovnávací prstenec – vyrovnává výšku šachty s terénem;
- poklop – horní uzávěr šachty složený z rámu a víka. [3]



Obr. 3.7. Schéma betonové kanalizační šachty [3]

Mezi všemi stavebními dílci je osazeno elastomerové těsnění pro zaručení vodotěsnosti. Použitý materiál u betonových a železobetonových kanalizačních šachet je stejně jako u betonového a železobetonového potrubí beton C 40/50. [3]

Kanalizační šachty se vyrábí ze stejného polymerbetonu jako kanalizační trouby, tudíž mají stejné vlastnosti. Jsou tedy dynamicky vysoce zatížitelné, odolné vůči vysokotlakému proplachování a mimořádně rázově houževnaté. Tyto vlastnosti zaručují bezpečnou a spolehlivou instalaci a provoz. Kanalizační šachty se vyrábí na míru přesně podle požadovaných rozměrů předaných projektantem, což zaručuje rychlou instalaci. Instalaci také ulehčují již z výroby integrovaná napojovací hrdla. [10]



Obr. 3.8. Polymerbetonová kanalizační šachta POLYCRETE® [10]

3.4 SANACE

Pojmem sanace trubní sítě můžeme vyjádřit všechna opatření ke znovuoobnovení nebo zlepšení stávajících trubních sítí. Konkrétně se jedná o opravu, což je opatření k odstranění místních závad. Z prováděných úkonů sem lze zařadit znovuoobnovení šachet, injektáž, utěšňování. Dále se jedná o renovaci, kterou je myšleno zlepšení stávajících funkčních a provozních vlastností při úplném nebo částečném zachování původní konstrukce. Do renovace se řadí vystýlací metody a utěšňování. Obnova znamená vybudování nových trubních sítí ve stávající nebo jiné trase. Zachovávají se původní funkce trubních sítí. [2]

3.4.1 Bezvýkopová technologie

Bezvýkopová technologie se týká výstavby, opravy a obnovy podzemních vedení s minimem výkopových prací. Tato technologie se využívá u podzemních vedení od vody, kanalizace, plynu, elektřiny a sdělovací kabelová vedení. Bezvýkopová technologie je vhodnou volbou pro městská prostředí s velkým počtem jiných stávajících podzemních sítí a s vysokou hustotou např. automobilové nebo pěší dopravy. Používá se také při nutnosti křížení řek, silnic, dálnic a železnic. Narušení běžného chodu dopravy povrchovými pracemi vede k plýtvání s palivem, znečišťování ovzduší a vzniku nehod. Dalším vhodným využitím jsou stavby v místech, kde není možné kvůli stávajícím povrchům nebo vegetaci provést výkopovou technologii. [8]

Při bezvýkopových opravách je provozované podzemní vedení ponecháno v původní trase a tvaru průřezu. Na tomto vedení jsou prováděny pouze lokální zásahy úpravy povrchu, které je možné někdy uskutečnit i za částečného provozu vedení nebo je provedena kompletní oprava celého vedení. [9]

Pojmem bezvýkopová obnova se rozumí vybudování nových podzemních vedení ve stávající nebo v nové trase. Při tomto úkonu se zpravidla zachovává velikost a tvar průřezu. Tyto parametry mohou být změněny např. změna materiálu ostění trouby. [9]

3.4.2 Výkopová technologie

Výkopová technologie neboli metoda otevřeným výkopem je původní způsob provádění výstavby a rekonstrukce. Při provádění prací otevřeným výkopem

dochází k záboru velkého prostoru pro zařízení staveniště, manipuluje se s velkými objemy zeminy. Dochází k výraznému narušení životního prostředí. Výkopová metoda je pro úkony, které nevyžadují nestandardní opatření (viz kap. 3.4.1 např. křížení řek, silnic, železnic atd.) méně finančně náročná, protože je možné využít běžnou mechanizaci. [2]

3.5 ČIŠTĚNÍ A PRŮZKUM STOKOVÝCH SÍTÍ

Před samotnou sanací je nutné provést přípravné práce. Mezi tyto práce patří čištění a průzkum stokové sítě. Čištění se provádí před průzkumem a podle zvolené metody sanace může být čištění žádoucí i před sanačními pracemi. V potrubí je nutné odstranit všechny nežádoucí látky a objekty, které by mohli narušit sanaci. Mezi tyto látky patří znečištění, sedimenty, ulpívající látky a jiné překážky v trubním profilu. Při vybírání vhodného způsobu čištění kanalizace přihlížíme hlavně na složení nežádoucích látek. [9]

V současnosti nejpoužívanější metoda čištění stokových sítí je vysokotlaké čištění. Při tomto způsobu je přítomno cisternové vozidlo s vysokotlakým čerpadlem, které pomocí hadice s tryskou vytváří vodní paprsek. Vodní paprsek působí na stěny kanalizace, tím dochází k rozrušování a rozvíření sedimentů. Pokud nestačí tlak do 15 MPa na odstranění velmi tvrdých sedimentů a vzrostlých kořenů, lze použít speciální tlakové trysky, frézovací hlavice a nástavce nebo řetězové čističe. Při čištění se obvykle postupuje ze startovací šachty do cílové šachty. Poté z cílové zpět do startovací šachty. Tímto způsobem se uvolněné částice dostanou, co nejbližší k cisternovému vozidlu, které toto znečištění vysaje. [9]

Další velmi používanou metodou jsou na dálku ovládaná zařízení. Jedná se například o kruhová dláta nebo zařízení s řetězy na rotační hlavě, frézy, vrtáky nebo automatické úderné tvrdé trysky. Jejich hlavním cílem je odstranit velmi tvrdé překážky. Oproti vysokotlakému čištění pracují mechanicky. Jsou schopné z potrubí odstranit prorůstající kořeny, přesahující přípojky a velmi tvrdé usazeniny. [9]

Průzkum stokových sítí je dalším krokem přípravných prací. Četnost prohlídek je závislá na místních podmínkách, stavebním stavu stoky a rozsahu. Stanovuje se provozním řádem nebo by měla být alespoň jedenkrát za 5 let. Výsledky průzkumu jsou hned nahrávány do evidence a vyhodnoceny. Po vyhodnocení obsluha

stanovuje další postup v pořadí podle naléhavosti. Samotné průzkumy provádějí specializovaní pracovníci u dostatečně velkých profilů osobně nebo u malých profilů pomocí říditelných kamerových vozíků. Po skončení prohlídky daného úseku se zjišťuje potřeba a rozsah:

- odstranění poruch;
- čištění a údržby;
- výskyt a likvidace živočichů;
- větrání stok;
- kontrola jakosti odpadní vody;
- nevyhovující stav stavební konstrukce a ztráta vodotěsnosti. [7]



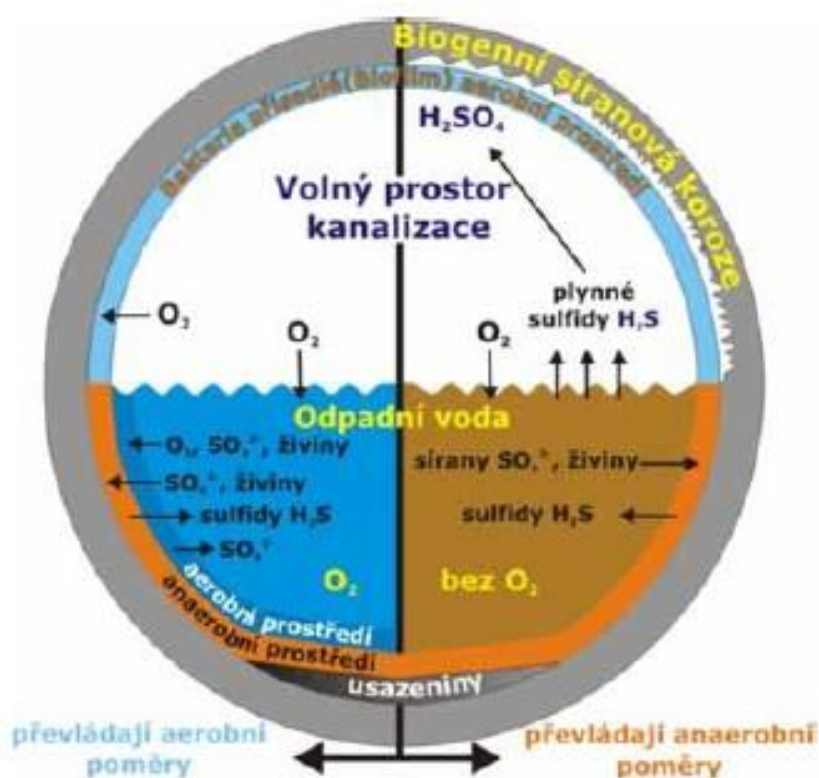
Obr. 3.9. Příklad kamerového vozíku na průzkum stoky [20]

3.6 BIOGENNÍ SÍRANOVÁ KOROZE

Problematika biogenní síranové koroze je důležitá, protože tento typ koroze se vyznačuje typicky narušením povrchu betonové trouby v oblasti vrchlíku. V těchto místech napadených biogenní síranovou korozí se povrch zbarví do žluta popř. bíla. Beton je zde velmi měkký a struktura připomíná vyplavený beton. Hodnota pH výluhu je menší než 5. Právě oblast vrchlíku je z vnitřní strany velmi zřídka namáhána, protože většinou není vůbec smáčena. Narušení vrchlíku může

vést až k fatálnímu selhání celé betonové trouby. Jedná se o působení kyseliny sírové (H_2SO_4), která se do potrubí nedostává vlivem poruch nebo s přítokem dešťové vody, nýbrž zde vzniká. V odpadní vodě jsou přítomny sloučeniny síry, které při nedostatku kyslíku (anaerobní proces) tvoří sirovodík (H_2S). Jelikož je sirovodík těkavý plyn, hromadí se ve volném prostoru v oblasti vrchlíku betonové trouby. Zde se také vyskytují mikroorganismy, konkrétně Thiobacily, protože tyto mikroorganismy nemohou žít pod vodou. Thiobacily přeměňují sirovodík na kyselinu sírovou, která napadá strukturu betonu. Těmto bakteriím se nejvíce daří při vyšších teplotách ($30\text{ }^\circ\text{C}$). [7]

Sirovodík je bezbarvý, škodlivý plyn, který je nebezpečný pro člověka. Při koncentraci blízké 150 ppm paralyzuje čichový smysl a při koncentraci 300 ppm je smrtelný. Pracovníci, kteří se pohybují ve stokách tam nesmí být nikdy sami (minimálně ve dvojicích) a musí být vybaveni detektory plynu. Důležité je dbát na správné odvětrávání stokové sítě. [12]



Obr. 3.10. Schéma síranové koroze v betonové kanalizaci [7]

4 METODY SANACE BETONOVÉ KANALIZACE – NEPRŮLEZNÉ PRŮŘEZY

4.1 LOKÁLNÍ OPRAVY NETĚSNOSTÍ

Lokální netěsnosti nenarušují celkovou funkčnost kanalizace, ale je potřeba tyto drobné poruchy odstranit, protože se negativně promítají na hospodárnosti. Přestože se jedná o malé poruchy, je vhodné provést kvalitní opravu, jelikož může časem dojít ke zvětšení poruchy, nebo dokonce až ke kompletnímu zhroucení trubního vedení. Opravy větších poruch nebo budování celého nového úseku, je znatelně finančně náročnější než provedení lokální opravy. Před tímto druhem rehabilitace je nutné dokonale vyčistit celý sanovaný úsek a provést kamerový průzkum. Kamerový průzkum umožní přesnou lokalizaci problému a pomůže s volbou vhodné metody. Na samotný průběh sanace dohlíží kamera. Při těchto metodách nedochází k žádnému zmenšení průtočného průřezu. [9]

4.1.1 Injektáž

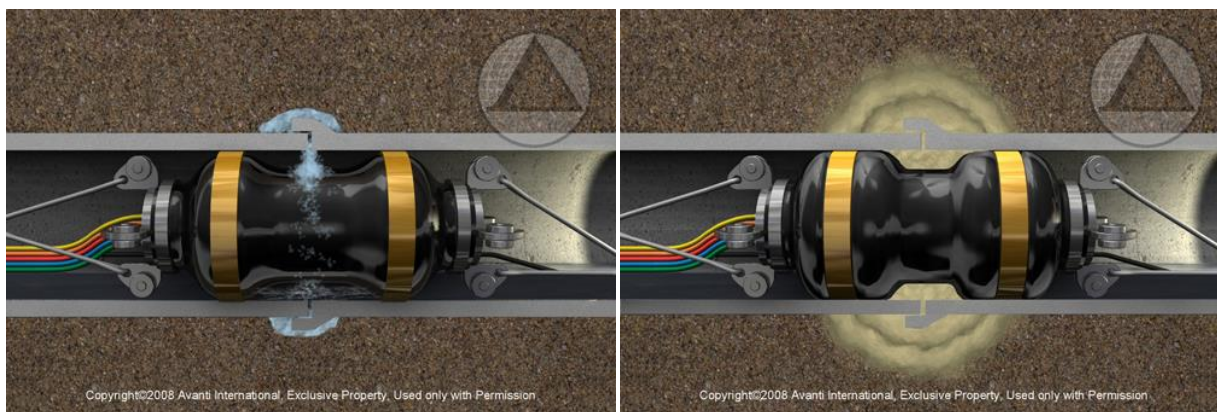
Princip:

Injektáž se používá převážně na opravu netěsnících spojů nebo obvodových prasklin a trhlin. Tímto způsobem je možné vyplnit prázdné prostory vzniklé vyplavením obsypového materiálu kolem spojů. Tato metoda vznikla už v roce 1960 v USA. Packer neboli nafukovací těsnící zařízení je jedním ze dvou důležitých prvků injektáže, neboť právě toto zařízení utěsní potrubí v sanovaném úseku a dopraví sanační látku na místo potřeby. Druhým důležitým prvkem je sanační látka, kde se nejčastěji objevují dvousložkové pryskyřicové kapaliny, cementové směsi nebo chemické gely (akrylamidové, akrylické, akrylátové a na polyuretanové bázi). Injektáž lze aplikovat na potrubí od DN 150 až do DN 1200. Není omezená tvarem, takže si poradí jak s kruhovou, tak i s vejčitou troubou. Tato metoda je díky jednoduchosti a rychlosti vytvrzování sanačních látek poměrně rychlá a lze tedy během jednoho dne provést až 15 oprav na jednom úseku. [9] [11]

Postup:

Postup je ve všech případech stejný. Kanalizační šachtou se spustí kamerový přístroj s packerem do opravovaného úseku. Pomocí navijáku se packer umístí na místo, kde se nafoukne a hermeticky utěsní úsek s prasklinou. Zda je přístroj

správně umístěn, se ověří tlakem vzduchu nebo vody 30 až 50 kPa. Pokud je vše v pořádku, do utěsněného úseku se vpraví zvolená sanační látka s přetlakem 30 kPa. Pro kontrolu kvality provedené opravy se opět provede zkouška tlakem nebo vodou. Poté se packer vyfoukne a přemístí na další místo určené k opravě. [9] [11]



Obr. 4.1. Zatažený packer v místě poruchy [21]

Obr. 4.2. Injektáž [21]

4.1.2 Záplatová metoda

Princip:

Záplatová metoda se používá k utěsnění malých otvorů, prasklin a trhlin. Skládá se ze dvou hlavních komponentů – záplata a packer. Záplata je vyrobena z umělé netkané textilie. Tato textilie je napuštěna epoxidovou pryskyřicí. Po vytvrzení pryskyřice dojde k vytvoření pevného a hladkého povrchu záplaty. Obvyklá tloušťka záplaty je 2-6 mm. Je možné sanovat potrubí od DN 70 – 1200. Pokud je potřeba sanovat obvodovou prasklinu, lze použít hadicový packer, který je asi nejpoužívanějším typem packeru. Dle sanované délky se volí i délka packeru, která může být až 4,5 m. Existuje i packer, který umožňuje bezodstávkovou sanaci, díky duté středové části. Další výhody této metody jsou přesnost, díky spolupráci s kamerovým robotem; relativně rychlé vytvrzení pryskyřice (cca 2 hodiny) a možnost vrstvení a vytvoření tak až 10 mm tlusté stěny. [9] [13] [14]

Postup:

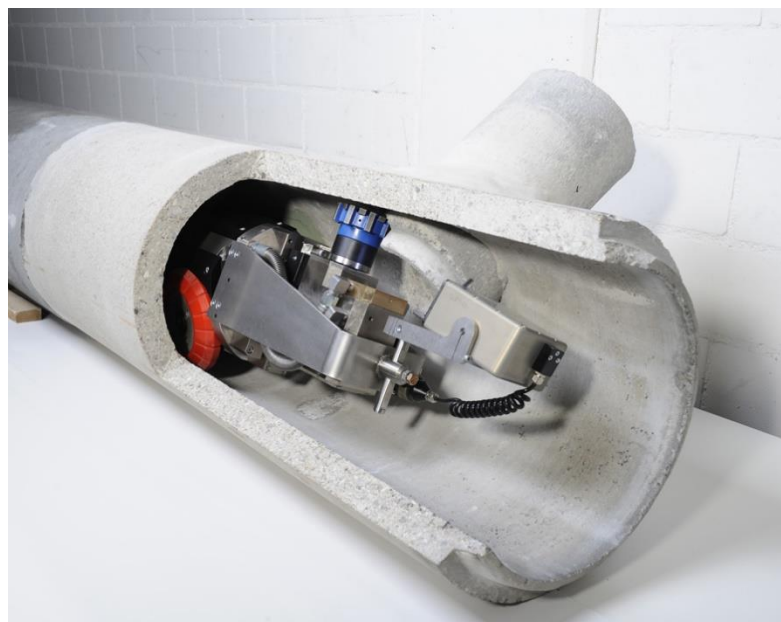
Před vstupem techniky do stoky se na povrchu nafoukne packer do průměru sanované trouby. Na takto nafouknutý packer se umístí záplata. Záplata se upevní

a packer se po vyfouknutí ve spolupráci s kamerovým robotem zatahuje na patřičné místo v kanalizaci. Po přesném osazení se packer nafoukne pomocí horkého vzduchu, čímž se záplata přichytí k vnitřním stěnám poškozeného potrubí. Použití horkého vzduchu výrazně urychlí proces vytvrzování pryskyřice. Po vytvrnutí pryskyřice se packer vyfoukne a vytáhne z potrubí. Pokud je třeba vytvořit větší vrstvu např. 10 mm, musí se hrany zaoblit kvůli správnému proudění splaškové vody kolem záplaty. [9] [13] [14]

4.1.3 Opravy pomocí kanalizačních robotů

Princip:

Kanalizační roboti najdou své největší uplatnění právě v neprůlezných průřezech. Jedná se o dálkově ovládané zařízení s bohatým spektrem příslušenstvím uzpůsobeným na opravu prakticky všech poruch. Mezi toto příslušenství patří nástavce pro frézování přesazených potrubí, špachtlování a injektáž prasklin a trhlin. Pracují společně s kamerou pro dosažení dokonalých výsledků. Lze je použít od DN 80 až 800. Kanáloboty se používají na odstranění přesazených přípojek, vrostlých kořenů, odfrézování betonových nálitku, či ztvrdlých sedimentů, zatěsnění trhlin a prasklin. Při rukávcové metodě se používají k uvedení kanalizační přípojky do provozu. [22]



Obr. 4.3. Kanalizační robot frézuje přesazenou kanalizační přípojku [22]

Postup:

Postup při opravách pomocí kanalizačního robota je velmi jednoduchý. Robot se kanalizační šachtou umístí do potrubí sanovaného úseku a pomocí kamery se navede na konkrétní místo s poruchou. Zde přesným ovládním z povrchu provede technik opravu. Po provedení opravy se přesune na další místo nebo se stejnou cestou vyndá kanalizační šachtou a umístí se do jiného úseku. [9] [22]

4.2 CELOPLOŠNÉ OPRAVY

Pokud není narušená statická funkce trouby, používají se metody celoplošných oprav. Jejich společným znakem je spolehlivé zpevnění a utěsnění celého vnitřního povrchu trouby při nepatrném zmenšení průtočného profilu. Zpravidla se jedná o zmenšení do 20 mm. Tvar průřezu zůstává stejný. Stejně jako u předchozího typu oprav je důležité dokonalé očištění sanovaného potrubí. [9]

4.2.1 Zátopová injektáž

Princip:

Zátopová injektáž se používá při větším množství prasklin hlavně ve spodní části stoky. Tato metoda se vyznačuje schopností najednou sanovat celý úsek mezi dvěma kanalizačními šachtami, což vede k poměrně velké rychlosti oprav. Během jednoho dne lze kompletně opravit obě koncové šachty a spojující potrubí. Používá se dvou složková anorganická křemičitá injektážní směs. Injektážní směs má podobné vlastnosti přírodního pískovce nebo jílu. Směs je odolná vůči kyselinám a zásadám v rozsahu pH od 1 až do 9 a má anti korozivní účinky. Tato metoda lze použít i v kombinaci s jinými sanačními metodami k poskytnutí ještě lepšího výsledku. Používá se pro sanaci potrubí do DN 600. Výhodou této metody je vyplnění prostor způsobených vyplavením podloží nebo špatným uložením potrubí. [15] [16]

Postup:

Samotné sanaci předchází vyčištění a kamerový průzkum stoky. Poté se vybraný úsek utěsní z obou stran nafukovacími prvky. Tento úsek se zatopí roztokem č. 1, který pronikne do všech vadných prostor. Po 30-60 minutách až dojde k nasycení všech míst, se roztok č. 1 vypumpuje. Okamžitě po vypumpování se úsek zatopí roztokem č. 2. Přítomnost roztoku č. 2 vytvoří reakci s roztokem č. 1 a dojde

k tvrdnutí směsi. Konec procesu značí zpomalení poklesu roztoku č. 2 v šachtách, což znamená vytvoření vodotěsné vrstvy a může se přejít k ukončení procesu. Postup opravy končí vypumpováním roztoku č. 2 z úseku. Pokud nedojde ke zpomalení, a i po delší době dochází ke snižování hladiny roztoku č. 2, je nutné celý proces opakovat zatopením úseku roztokem č. 1 a následně roztokem č. 2. [15] [16]



Obr. 4.4. Výsledek zátopové injektáže z vnější strany [15]

4.2.2 Cementace

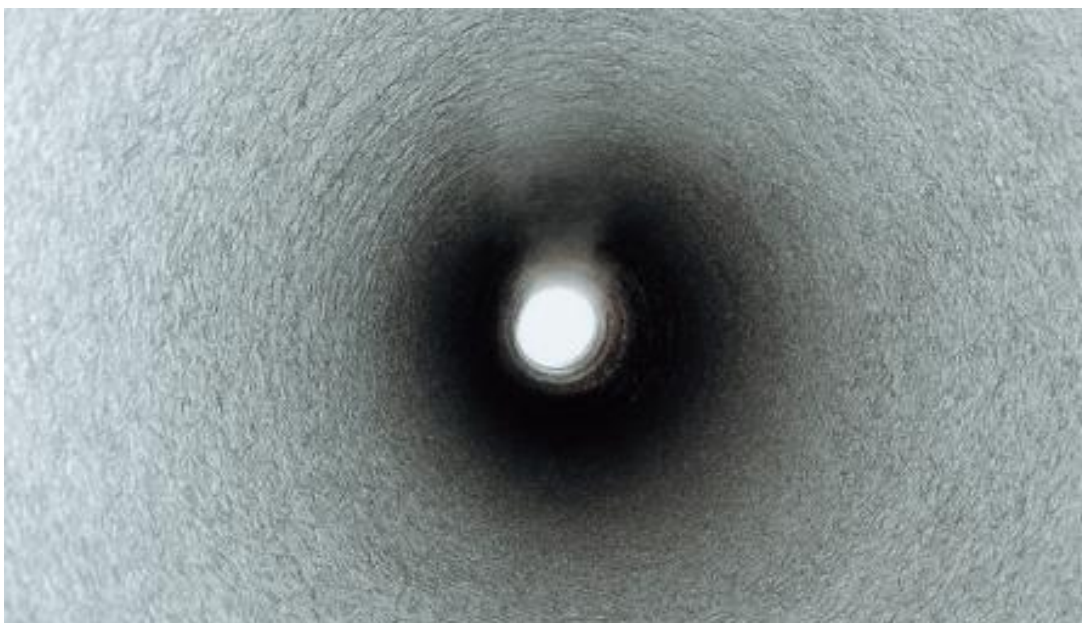
Princip:

Metoda cementace byla původně vyvinuta pro vodovodní potrubí z oceli nebo tvárné litiny. Během dlouhých let používání se rozšířila i na betonovou a železobetonovou kanalizaci. Proces sanace funguje na principu nanášení cementové směsi a následného uhlazení pomocí rotační trysky a otočných uhlazovacích kovových dílů. Speciální cementová směs se připravuje předem. Rychlost otáčení trysky a uhlazovacího prvku je závislá na požadované tloušťce vrstvy. Na vnitřním povrchu trouby se obvykle vytváří vrstva o tloušťce 3-12 mm. Přidáním vláken do cementové směsi je možné aplikovat až 40 mm tlustou vrstvu. Touto metodou je možné sanovat potrubí od DN 150 až do prakticky jakéhokoliv DN. Kvůli způsobu aplikace a následného uhlazení lze sanovat pouze kruhové

profily. Při nanesení dostatečně tlusté a kvalitní vrstvy lze docílit zlepšení statických trouby. Toto zlepšení funguje pouze za předpokladu správného přilnutí nové vrstvy k původnímu povrchu. Není možné provést bezodstávkovou opravu. [5] [17]

Postup:

Vše začíná dopravou cementové směsi na počáteční místo sanace. Po opravdu dokonalém mechanickém vyčištění se sanovaný úsek uzavře. Kanalizační šachtou se vsune přístroj s rotační tryskou a otočnými uhlazovacími lopatkami do potrubí. V závislosti na požadované tloušťce cementové vrstvy se nastaví rychlost otáčení trysky a lopatek a nastaví se rychlost posunu přístroje. Přístroj se u malých DN posunuje tažením pomocí navijáku. Při nástřiku cementové směsi rotační tryskou dochází k uhlazování povrchu otočnými lopatkami, což vede k vytvoření hladkého povrchu. Po provedení nástřiku je důležité dbát na správnou dobu a podmínky tvrdnutí. To je zaručeno důkladným uzavřením stoky z obou stran. Nedodržení správného postupu může vést ke vzniku prasklin v nové vrstvě způsobených rychlým vyschnutím. Naopak ke správné hydrataci se sanovaný úsek po 12 hodinách tvrdnutí proplachuje vodou. Doba, než je úsek uveden zpět do provozu je cca 24 hodin. Po vytvrdnutí směsi se úsek zkontroluje kamerovým robotem a uvede se do provozu. [5] [17]

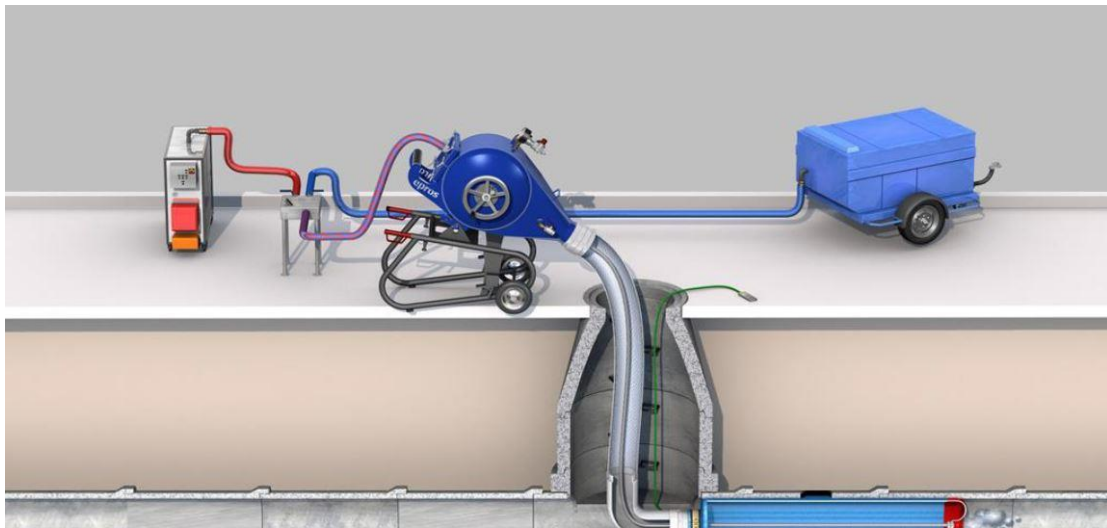


Obr. 4.5. Vnitřní povrch trouby po cementaci [17]

4.2.3 Metoda inverzního rukávce

Princip:

Princip metody sanace pomocí inverzního rukávce je stejný pro všechny technologie. Do kanalizačního potrubí, určeného k sanaci se vtahuje textilní rukávec napuštěný pryskyřicí. Tento rukávec má za úkol uvnitř stávajícího potrubí vytvořit potrubí nové. Vytvrdnutí se provádí pomocí horké vody, páry nebo UV záření. Po vytvrdnutí pryskyřice se pomocí kanálobota vyříznou do rukávce díry pro přípojky. Jediné, v čem se technologie různých firem liší jsou použité materiály a technologické postupy. Metodou inverzního rukávce se zabývá velké množství firem, protože je velmi oblíbená mezi provozovateli kanalizací. To je způsobeno velkým výběrem technologií, rychlostí samotné sanace a spolehlivostí. Do detailu zde bude rozebrána konkrétní metoda od jedné z firem nabízejících tuto metodu. [18]



Obr. 4.6. Instalace rukávce pomocí inverzní jednotky [18]

Tato technologie tedy spočívá v nalaminování pružného rukávce neaktivovanou epoxidovou pryskyřicí a následným zatahováním do kanalizačního potrubí. Rukávec je zhotoven ze syntetických nebo skelných vláken. Na jeho vnějším okraji je opatřen nepropustnou vrstvou. Z vnitřní strany je napuštěn pryskyřicí. Při umísťování rukávce do potrubí jsou tyto dvě strany invertovány, tím pádem na vnější straně přichází do kontaktu pryskyřice s vnitřním povrchem potrubí. Na vnitřní straně rukávce je nepropustná vrstva tvořící nový povrch trouby. Pryskyřice je dvousložková a volí se na míru podle požadované funkčnosti.

Doporučený způsob vytvrzení pryskyřice je pomocí horké vody, páry nebo UV záření. Výhodou této technologie je možnost sanace potrubí všech tvarů průřezů. Velikost průřezů se může pohybovat od DN 30 – 1200. Další výhodou je dobré spojení rukávce s původní sanovanou troubou a vytvoření tak pevného celku. Ke zlepšení dochází také v těsnosti a drsnosti potrubí. Nevýhodou je finanční náročnost nebo závislost na počasí. Při studeném počasí provázeným deštěm se může doba tuhnutí pryskyřice zvýšit. Dále také musí být sanovaná trouba dokonale vyčištěná a její povrch musí být co nejvíce rovný, aby bylo zaručeno dobré přichycení sanačního rukávce. [18]

Postup:

Celý proces začíná volbou metody instalace sanačního rukávce. Instalace pomocí vodního sloupce se volí pro extrémně dlouhé sanované úseky nebo pro extrémně velké průměry trouby. Při volbě této metody se nad počáteční vstupní šachtou instaluje věžní konstrukce. Tato konstrukce nám zajistí dostatečný inverzní tlak vodním sloupcem. Jednodušší a preferovanější metodou je instalace inverzní jednotkou. Nad počáteční vstupní šachtou se umístí inverzní jednotka, což je dutý buben s navíjecím mechanismem na navíjení a odvíjení rukávců. Součástí tohoto přístroje je tlaková nádoba, díky které se sanační rukávec v potrubí nafoukne a přichytí se ke stěnám potrubí. Inverzní jednotka se používá pro potrubí od DN 30 až DN 800. Poté se určí typ sanačního rukávce. Na výběr jsou materiály PVC, PP, PUR. Dalším krokem je výběr typu pryskyřice. Je možné vybrat ze širokého spektra pryskyřic epoxidových a silikátových. Samotný rukávec se připraví nasycením pryskyřicí. Takto připravený sanační rukávec je možné začít umisťovat do potrubí. Opět je zde možné vybrat z více metod, které jsou: instalace s uzavřeným koncem rukávce, instalace sanačního rukávce s otevřeným koncem pomocí inverzní jednotky, instalace s uzavřeným koncem rukávce. Po provedení správné instalace sanačního rukávce se přejde k vytvrzování, které probíhá např. pomocí horké vody. Po vytvrzení se do opraveného potrubí vsune kanalizační robot a vyfrézuje otvory pro kanalizační přípojky. Na závěr se provede zkouška těsnosti a pomocí kamerového robota se provede prohlídka kvality rukávce. [18]

4.3 OPRAVA POTRUBÍ S NARUŠENOU STATICKOU FUNKCÍ

Oprava potrubí s narušenou statickou funkcí neboli relining je jedna z nejstarších metod oprav kanalizace. Tyto metody jsou založeny na zatahování nebo zatlačování nejčastěji plastových trub do opravovaného potrubí. Při tomto úkonu musí být vnější průměr zatahované trouby menší než vnitřní průměr původní poškozené trouby. V určitých případech mezi oběma troubami vzniká meziprostor, který je nežádoucí a je potřeba ho vyplnit cementovou maltou. Vyplnění je nutné pro stabilizaci vtažené trouby a zamezení jejímu poškození. Zatahované nebo vtačované trouby poskytují původní poškozené troubě kromě zlepšení hydraulických vlastností a zamezení infiltrace/exfiltrace i zlepšení statických vlastností. Obecnou nevýhodou těchto metod je výrazné zmenšení průtočného průřezu. Před započítáním samotné sanace je nutné sanovaný úsek zbavit všech překážek jako jsou např. kořeny nebo předsazené přípojky. [9]

4.3.1 Zatahování trubních segmentů

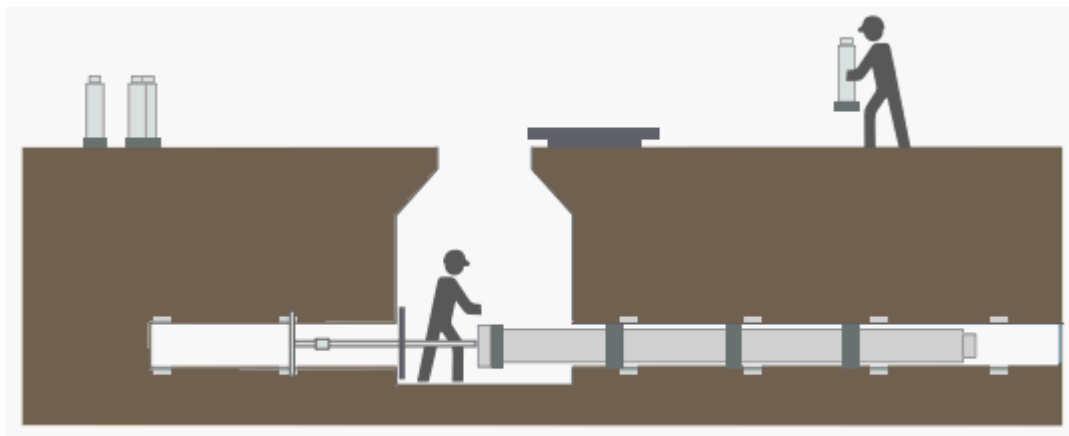
Princip:

Tato sanační metoda funguje na jednoduchém principu zatahování nebo zatlačování trubních segmentů do poškozeného kanalizačního potrubí. Trubní segment je krátká trouba většinou do průměru 600 mm a o délce do 500 mm, aby bez problému prošla kanalizační šachtou. Při použití delších segmentů (až do 2m délky) je nutné vybudovat novou montážní šachtu. Mezi stěnou nového trubního segmentu a starým potrubím vzniká meziprostor, který je potřeba vyplnit. Pro tyto účely je vhodný porézni beton. Správně vyplnění meziprostoru vytvoří dobré spojení obou trub, což vede ke zlepšení statických vlastností celku. Nejčastěji se používají bezhrdlové trubní segmenty z HDPE nebo PP, které poskytují skvělé hydraulické vlastnosti, ale i vysokou odolnost vůči chemicky agresivním látkám. Segmenty mají spoje vyřešené závitem nebo těsněným bajonetovým spojem nebo svařovaným bezhrdlovým spojem. Při spojování jednotlivých segmentů kratších než 500 mm by se neměla používat mechanizace např. v podobě zatlačovacích nástrojů, protože by mohlo dojít k nežádoucímu poškození spoje. Samotné spoje by měly být ochráněny před poškozením při zatlačování nebo zasouvání. Odbočky a přípojky je třeba napojit v otevřených výkopech. Výhodou této metody je nízký zábor ploch při provádění prací a nízká

mechanizace práce. Proto je tato metoda vhodná do historických center. Nevýhodou může být pomalý postup práce, díky nízké mechanizaci a velkým množstvím potřebných segmentů, které je nutné vložit do kanalizace a správně spojit. [9]

Postup:

Postup této metody je v zásadě jednoduchý, pokud pracujeme se segmenty, které projdou kanalizační šachtou. Pokud používáme větší trubní segmenty je třeba vyhloubit montážní šachtu, která umožní bezproblémové umístění segmentů do potrubí. U příslušné šachty se umístí malý jeřáb pro spouštění trubních segmentů kanalizační šachtou, resp. vyhloubenou instalační šachtou. Pracovník nacházející se v šachtě pod povrchem spouštěné trubní segmenty umísťuje do potrubí a zatahuje nebo zatlačuje je dále do potrubí. Zatlačování nebo zatahování provádí pomocí zatlačovacího zařízení nebo při zatahování pomocí navijáku v cílové šachtě. Po umístění všech segmentů se vzniklé meziprostory vyplní porézním betonem. Při špatném výsledku zkoušky vodotěsnosti je možné spoje dodatečně svařit za pomoci kanálobota. Poté se uvede úsek do provozu. [9] [19]



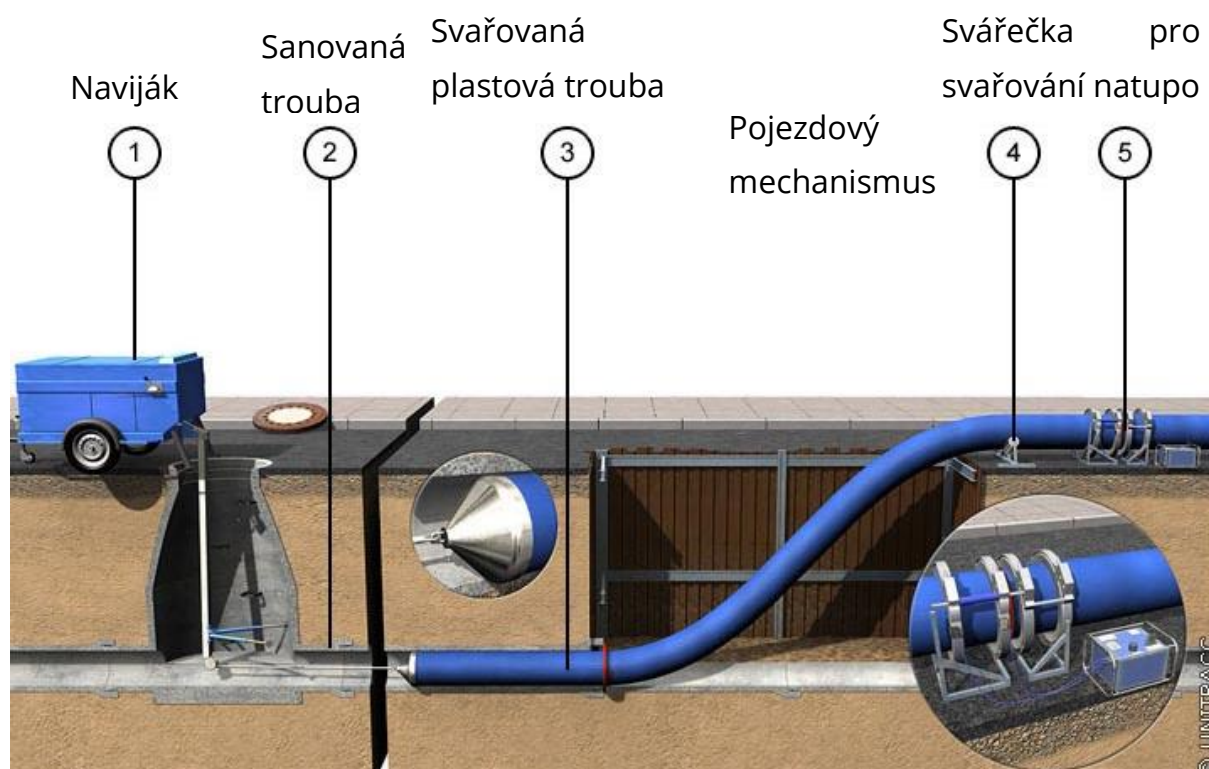
Obr. 4.7. Schéma zatlačování trubních segmentů [19]

4.3.2 Sliplining

Princip:

Sliplining je jednou z nejstarších metod sanace kanalizace. Metoda spočívá v zatahování dlouhých trub výrazně menšího průměru do poškozené trouby. Následně se vzniklý meziprostor mezi vnější stěnou zatahované a vnitřní stěnou

původní trouby musí vyplnit cementovou směsí. Meziprostor se vyplňuje kvůli zabezpečení proti poškození vloženého potrubí a vytvoření pevného únosného celku se stávajícím potrubím. Nejčastěji se používají trouby z HPDE, ale lze použít i PP nebo PVC trouby. Trouby se spojují svařováním na tupo nebo pomocí extrudéru na plasty. Spoje tohoto typu zaručují pevnost a vodotěsnost. Metoda lze použít k sanaci kanalizace od DN 50 až 3000. Malé profily se na staveništi dodávají navinuté na buben. U velkých profilů se několikametrové trouby svařují před zatažením. Při zatahování profilů větších jak DN 500 je nutné demontovat kónus kanalizační šachty nebo vykopat startovní a koncovou jámu. Pokud zatahujeme přes kanalizační šachtu, nesmí dojít k poškození trouby o ostré hrany. Tomu lze zamezit instalací ochranných prvků na tato místa. Výhodou slipliningu je použití plastových trub, které výrazně zlepšují hydraulické vlastnosti a chemickou odolnost. Nevýhodou této metody je nutnost výstavby startovní a koncové jámy pro zatahování trub větších profilů. Další problém tvoří směrové změny, kde se musí vyhloubit jáma pro instalaci a navaření tvarového kusu. Nepochybnou nevýhodou je výrazné zmenšení průtočného profilu. [9] [23]



Obr. 4.8. Schéma metody sliplining [5]

Postup:

Při použití sanační trouby větší než DN 500 musíme demontovat kónusy kanalizačních šachet v úseku nebo vyhloubit startovní a koncovou šachtu. Pokud se provádí zatahování přes kanalizační šachtu, instalují se na všechny ostré a nebezpečné hrany ochranné prvky. Dále se musí připravit sanační potrubí. Záleží na použitých troubách, jestli je potřeba svařováním vytvořit dostatečně dlouhou sanační troubu nebo používáme troubu již navinutou na bubnu. Po připravení sanační trouby můžeme přejít k zatahování. Zatahování se provádí pomocí výkonného navijáku umístěného většinou v koncové šachtě. Po zatažení se doporučuje počkat 24 hodin s dalším postupem s ohledem na materiálové vlastnosti plastových trub. Poté se vyvrtají díry pro přípojky pomocí kanalizačního robota. Posledním krokem je vyplnění vzniklého meziprostoru. Jako výplň je možné použít jako u přechozí metody (viz 4.3.1) cementovou směs. Po vytvrdnutí cementové směsi je možné uvést potrubí do provozu. [9] [23]

4.3.3 Zatahování částečně deformované trouby

Princip:

Metoda zatahování částečně deformované trouby se snaží napravit největší nevýhodu slipliningu, což je výrazné zmenšení průtočného profilu. Toho lze dosáhnout použitím trouby, která svým vnějším povrchem těsně přilehne na vnitřní povrch poškozené trouby (close-fit efekt). Zatažení trouby s těmito parametry dosáhneme zmenšením jejího průměru a následným zvětšením do požadovaných rozměrů. Nejčastěji se používají PE trouby (konkrétně se jedná o materiál PE 100 RC), kvůli jejich vhodným materiálovým vlastnostem. Metodu lze použít v rozsahu od DN 100 až do DN 1200. Výhodou této metody je zachování průtočného profilu pouze s nepatrným zmenšením (záleží na tloušťce stěny použité trouby) a zlepšení hydraulických vlastností. Těsné přilehnutí zlepšuje statické vlastnosti sanované trouby bez nutnosti dodatečné injektáže. Další výhodou je jednodušší instalace u potrubí se směrovými změnami. Negativem této metody je šance na nedokonalé narovnání deformované trouby. [9]

Postup:

U metody zatahování částečně deformované trouby existuje velké množství dostupných technologií. Jednou z těchto technologií je Compact pipe, kde dochází k zatahování předdeformované PE trouby do kanalizace. Příčný průřez předdeformované trouby je ve tvaru písmene C. Trouba se dodává přímo na stavenišťe namotaná na cívce. Zatahování je možné provést kanalizační šachtou pomocí navijáku v koncové šachtě. Po zatažení se trouba zahřeje horkou párou a natlakuje, aby došlo k vytvarování do původního kruhového příčného průřezu. Tím se dosáhne požadovaného close-fit efektu. [24]



Obr. 4.9. Technologie Compact pipe [24]

Další technologií je Swagelining, který spočívá ve zmenšení průměru HDPE trub zahříváním. V zahřívací komoře se trouba 100 °C vzduchem nahřeje na 70 °C. Takto změkčená trouba se protahuje kuželovým redukčním nátrubkem, čímž trouba zmenší svůj průměr o cca 10 % a zvýší tloušťku stěny. Nyní je možné ji pomocí navijáku z koncové šachty instalovat do sanovaného potrubí. Samotné zatahování musí udržet potřebné napětí a konstantní rychlost cca 1,2 m/min, aby nedošlo k nežádoucímu opětovnému zvětšování průměru, které by způsobilo zaseknutí trouby a nemožnost pokračovat v zatahování. Po zatažení se většinou čeká 20 – 24 hodin na opětovné zvětšení průměru trouby do původního stavu. Tím dojde k těsnému přilnutí k vnitřnímu povrchu sanované trouby a sanovaný úsek je možné uvést do provozu. [5]

Technologie Rolldown se svým principem podobá technologii Swagelining. Rozdíl je v provedení, kdy technologie Rolldown nepoužívá tepelné procesy ke zmenšení průměru sanační trouby, ale soustavu 2 nebo 4 kladek, které mechanickou silou stlačují HDPE potrubí. Při stlačování dochází k prodloužení asi o 4% a zvýšení tloušťky stěny asi o 6%, na což je potřeba brát zřetel při instalaci. Zatahuje se rychlostí kolem 1 m/min a stejně jako u Swageliningu musí být rychlost i tažná síla konstantní. Před zatažením se vnější povrch opatří lubrikačním prostředkem, pro snížení tření při zatahování. Po zatažení se potrubí naplní vodou a natlakuje. Od 2 do 4 hodin po naplnění a natlakování se sanační potrubí vrací do svého původního rozměru, kdy těsně přilne k vnitřní stěně poškozeného potrubí. Poté je možné uvést potrubí do provozu. [5]

4.4 OBNOVA POTRUBÍ V PŮVODNÍ TRASE

Tento typ obnovy potrubí se dělá v případech, kdy starý průřez kapacitně nevyhovuje nově navýšeným požadavkům; stávající potrubí je natolik staticky narušené, že hrozí fatální zborcení; snížila se kapacita stávajícího průřezu a dále nevyhovuje stávajícím požadavkům; z finančních nebo prostorových důvodů se musí nové vedení vést v původní trase. Společnou výhodou těchto metod je, že nové potrubí je vedeno původní trasou, tím pádem se nemusí zabírat další podzemní prostor. Další výhodou je možnost zvětšení profilu potrubí. Metody lze rozdělit do tří skupin:

1. Metody, při kterých se staré trouby vytahují a nové se současně ve stejné trase pokládají.
2. Metody, při kterých jsou staré trouby zničeny a roztlačeny do okolní zeminy a současně se provádí zatahování nebo protlačování nového potrubí.
3. Metody, při kterých se staré trouby rozrušují frézou. Vzniklá drť je odtěžena a nové potrubí zatlačeno.

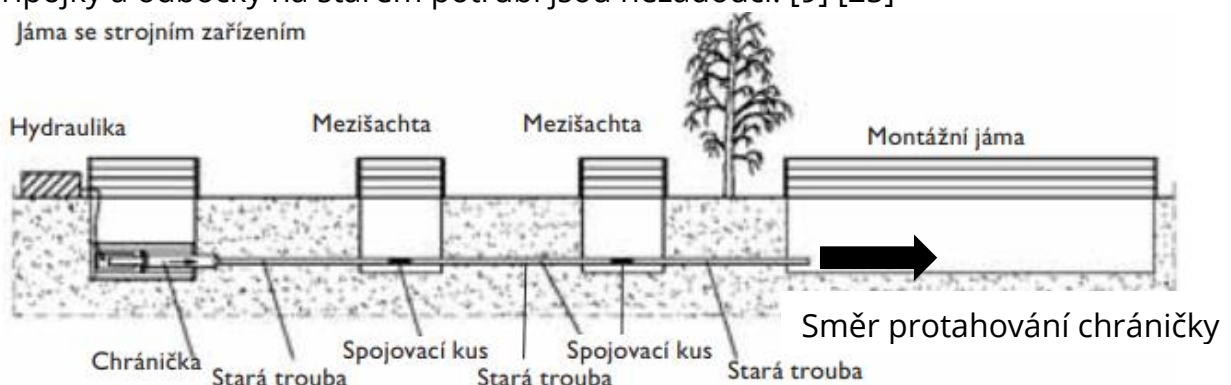
U všech metod se jako nová potrubí volí materiály: plast, kamenina, ocel, litina, železobeton, polymerbeton. [9]

4.4.1 Vytahování starých trub

Princip:

Pro betonová a železobetonová potrubí se používá metoda vytahování starých trub pomocí chráničky většího průměru. Chránička zde tvoří pažení kolem sanované trouby a dovolí, tak vytažení staré trouby bez zasypání vzniklého volného prostoru. Do volného prostoru se zatahuje nové potrubí. Staré potrubí funguje jako vodící prvek pro postupující chráničku. Další možností je, že protlačovaná chránička tlačí na staré potrubí, které je posunováno do cílové šachty. Současně se tedy vytlačuje staré potrubí a zatahuje chránička. Opět dojde ke vzniku volného prostoru, do kterého je zataženo nové kanalizační potrubí. Metodu lze použít pro potrubí od DN 100 do 1600. Nové zatahované nebo zatlačované trouby se používají z oceli, tvárné litiny, PE a jiných materiálů. Výhodou je možnost sanace dlouhých úseků. Další výhodou je, že po vytažení starého potrubí v zemi nezbudou žádné části nebo střeby. Nevýhodou je nutnost vybudování poměrně rozměrných startovacích a cílových šachet. Přípojky a odbočky na starém potrubí jsou nežádoucí. [9] [25]

Jáma se strojním zařízením



Obr. 4.10. Schéma metody vytahování starých trub [25]

Postup:

Jednou z možností postupu je zatlačení chráničky kolem starého potrubí. Jako první je třeba vykopat startovací, cílovou jámu. Ve startovací jámě se rozřeže staré potrubí, aby se odhalil celý příčný profil potrubí. Na staré potrubí se instaluje řezná hlava, za kterou se postupně vkládají části chráničky většího průměru. Chráničky se podél starého potrubí zatlačují pomocí hydraulického lisu nebo se dynamicky zarážejí. Po instalaci chráničky dochází k vytahování starého potrubí do cílové jámy. Na druhé straně, ve startovací jámě, dochází k zatahování nové trouby. Volný prostor vzniklý po zatažení trouby okolo jejího vnějšího povrchu se vyplňuje bentonitem, betonem nebo popílkem. [9]

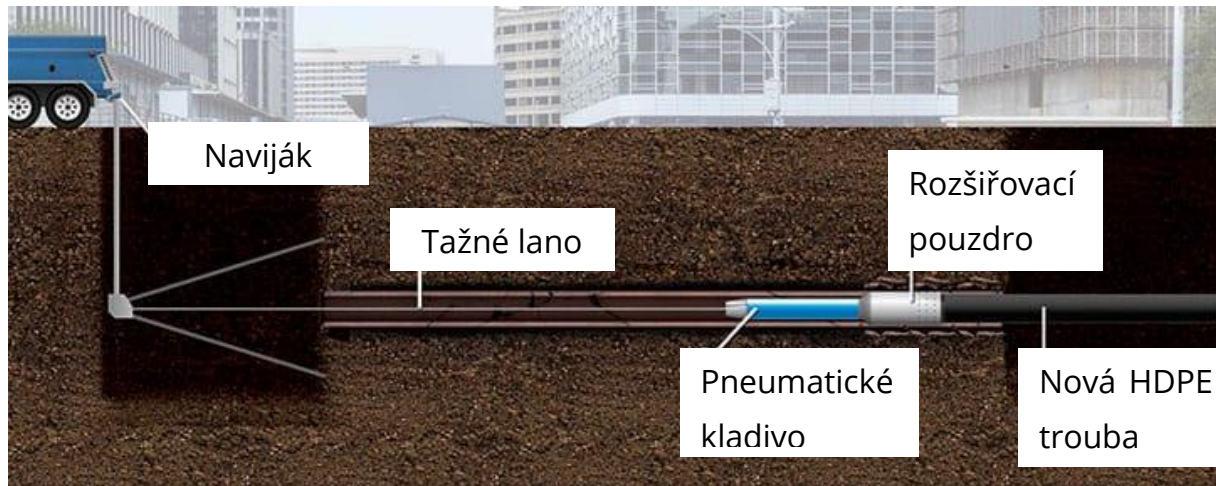
Další možností je zatahování chráničky, která svým postupem vytlačuje staré potrubí. Opět se začíná vybudováním startovací a cílové jámy. V místě přípojky nebo odbočky se vyhloubí mezi šachta a tento kus se vyřizne. Vzniklá chybějící místa potrubí se nahradí spojovacími kusy, aby došlo k vytvoření uceleného potrubí. Hydraulický lis ve startovací šachtě začne pomocí chráničky vytlačovat staré potrubí do cílové jámy. Po vytlačení všech starých trub je původní trasa zapažena chráničkami. Původní trasa je připravená na zatažení nového potrubí. To se provádí připojením nového potrubí na chráničku v cílové jámě. Chránička je poté vytahována směrem do startovní šachty. Dochází tedy k vytahování chráničky a zároveň k zatahování nové trouby. Po zatažení dojde k napojení přípojek a odboček v mezišachtách a k obnovení provozu. [25]

4.4.2 Metoda dynamického trhání potrubí

Princip:

Metoda dynamického trhání potrubí neboli burstlining / berstlining se používá výhradně pro kruhová a křehká potrubí. Hlavním prvkem dynamického trhání potrubí je pneumatické kladivo poháněné kompresorem nebo hydraulikou. Síla, kterou se trhá staré potrubí je vyvíjena v podélném směru. Pneumatické kladivo doplněné o trhací hlavu a rozšiřovací pouzdro při zatahování ze startovací jámy do cílové jámy ničí staré potrubí a roztlačuje ho do okolní zeminy, čímž vytváří prostor pro zatažení nové trouby. Jako nové trouby se používají svařované nebo lepené plastové trouby; krátké trouby z plastu, kameniny nebo betonu s bezhrdlovými spoji; krátké trouby s hladkým vnějším povrchem. Touto metodou

je možné trhat potrubí od DN 80 až DN 1000. Výhodou této metody je jednoduchost, rychlost a prostorová nenáročnost technologie. Nevýhodou je šance na poškození okolních podzemních vedení, které nedodrží dostatečný odstup od sanované trouby. Další nevýhodou je hlučnost, posuny, otřesy a zhutňování zeminy v okolí roztrhaných trub. [9] [25]



Obr. 4.11. Schéma dynamického trhání potrubí [26]

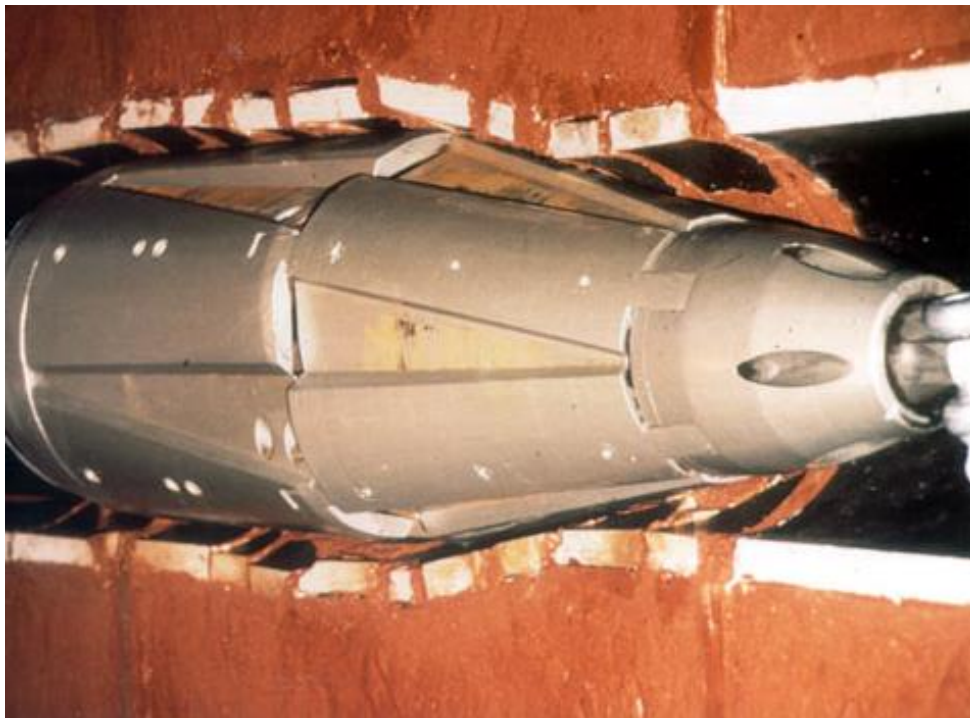
Postup:

Postup sanace metodou dynamického trhání začíná vyhloubením startovací a cílové jámy. Ve startovací jámě dojde k vyříznutí staré trouby a vložení pneumatického kladiva dovnitř potrubí. V případě sanace potrubí do DN 300 (záleží na velikosti pneumatického kladiva) lze použít stávající kanalizační šachty. Případně lze demontovat kónus. Nad startovací jámou je umístěn kompresor nebo hydraulické zařízení pro zajištění bourací funkce kladiva. Posun kladiva v troubě je zajištěn navijákem v cílové jámě. V místech napojení kanalizačních přípojek je nutné vykopat pomocné šachty a přípojky odpojit. Tyto pomocné šachty budou po zatažení nové trouby sloužit k opětovnému napojení přípojek. Po provedení těchto přípravných kroků můžeme přejít k samotné sanaci. Ta probíhá tak, že úder pneumatického kladiva rozbíjí starou troubu a rozšiřovací pouzdro při postupu roztlačuje střepy do okolní zeminy. Po protažení celého úseku je vytvořen otvor pro zatažení nového potrubí. Kvůli zabránění poškození nové plastové trouby může být úsek osazen chráničkou. Po zatažení nové trouby a napojení na další nebo stávající úsek uvede potrubí do provozu. [9] [25]

4.4.3 Metoda statického trhání potrubí

Princip:

Princip metody statického trhání potrubí je oproti dynamickému odlišný hlavně v nástroji, který provádí trhání a vytváření nového otvoru. U statického trhání to není pneumatické kladivo, ale trhací hlava. Trhací hlava může být pohyblivá nebo pevná. Pohyblivá trhací hlava se skládá ze tří částí, které jsou kloubově spojeny. Přední kónická a zadní válcová část mají schopnost hydraulicky zvětšit svůj průměr, čímž trhají starou troubu a roztlačují ji do okolní půdy. Postup není konstantní, ale po krocích. Pevná trhací hlava má průměr potrubí, které chceme zatáhnout. Trhací hlava je zatahována z cílové jámy/šachty pomocí navijáku. Při postupu starým potrubím dochází ke zvětšování průměru a ničení starého potrubí. Používají se stejná nová potrubí jako u metody dynamického trhání. Výhodou oproti dynamické metodě je nižší hlučnost. [9] [25]



Obr. 4.12. Detail pohyblivé trhací hlavy [5]

Postup:

Stejně jako u dynamické metody se musí začít vyhloubením startovací a cílové jámy. V případě sanace menšího průměru potrubí je možné použít stávající kanalizační šachty. Po vykopání jam a umístění navijáku do cílové šachty je potřeba

zvětšit průnikový otvor kolem starého potrubí na maximální průměr trhací hlavy. Poté se trhací hlava umístí do starého potrubí a začne se protahovat starou troubou. U pevné trhací hlavy se provádí zatahování pouze pomocí navijáku směrem k cílové šachtě/jámě. Současně se pokládá nové potrubí. U pohyblivé hlavy dochází k rozbíjení starého potrubí krok po kroku a současně se zatahuje nová trouba směrem od startovací jámy/šachty k cílové jámě/šachtě. Jeden krok znamená roztažení trhací hlavy, stažení trhací hlavy a posun potrubím o kus vpřed. Tímto způsobem se protáhne nové potrubí celým úsekem. Po zatažení a napojení na stávající potrubí a šachty nebo na nově zatažené potrubí je možné uvést úsek do provozu. [9] [25]

4.4.4 Metoda rozrušování potrubí frézou

Princip:

Princip této metody vychází z výstavby kanalizačních přípojek mikrotunelováním. Pro ničení betonového potrubí se používá plnoprofilová fréza. Profil potrubí je možné ponechat stejný nebo zvětšit v závislosti na použité fréze. Tato metoda lze použít na potrubí od DN 150 do DN 1000. Na špičce frézy jsou prvky přizpůsobené na rozbíjení pevného materiálu, kterým beton je. Uvolněné kusy potrubí a zeminy jsou rozmělněny na drobné kousky a dopravovány do startovní šachty pomocí šnekového dopravníku. Zároveň s postupem frézy je do vzniklého otvoru zatahováno nové potrubí. Nové trouby se používají z plastu, bezhrdlové betonové/železobetonové nebo bezhrdlové kameninové. Pokud se na vedení vyskytují přípojky je nutné je před prováděním sanace odpojit. Výhodou této metody je rozmělnění a odtěžení veškerého materiálu. Oproti burstliningu / berstliningu nevznikají v podzemí otřesy a tlaky způsobené stlačenou zeminou. Nevýhodou je možnost použití pouze na přímých úsecích nebo na úsecích s malým směrovým vychýlením. Náraz na pevnou překážku při vytváření větších otvorů, než je staré potrubí, může vést k zastavení a zaklínění frézy. [9] [5]

Postup:

Postup sanace začíná vyhloubením startovací a cílové šachty. Pokud se na úseku nachází přípojky musí se v jejich blízkosti vyhloubit mezišachty a provést jejich odpojení. Do cílové šachty se umístí naviják. Z prostoru nad startovní šachtou je veden pohon frézy. Do starého potrubí se ve startovní šachtě umístí fréza

s napojeným novým potrubím určeným k zatahování. Nyní je možné začít rozbíjení současně se zatahováním nové trouby. Po zatažení celého úseku se provede napojení na stávající infrastrukturu nebo na další sanovaný úsek. [9] [5]



Obr. 4.13. Ukázka práce plnoprofilové frézy [5]

5 METODY SANACE BETONOVÉ KANALIZACE – PRŮLEZNÉ A PRŮCHOZÍ PRŮŘEZY

5.1 LOKÁLNÍ OPRAVY NETĚSNOSTÍ

Lokální netěsnosti průlezných a neprůlezných kanalizačních potrubí se vyznačují stejnými vlastnostmi jako ty neprůlezná. Je důležité jim věnovat pozornost, protože mohou vést k větším poruchám a haváriím. Pro opravu lokálních netěsností lze použít většinu metod popsanych v kapitole 4.1. Injektážní a záplatová metoda je vhodná do velikosti průřezu DN 1200. Opravy pomocí kanálového robota se provádí do velikosti průřezu DN 800. Při větším průřezu se do opravovaného potrubí může dostat pracovník, který provede opravu rychleji a snadněji, proto je použití kanálrobotů ve velkých průřezech nevýhodné. V podkapitolách budou představeny metody určené přímo pro průlezná a průchozí průřezy. [9]

5.1.1 Opravy netěsnících spojů

Princip:

Netěsnící spoje jsou nejčastější příčinou poruch betonové kanalizace. Netěsnost ve spoji vzniká degradací materiálu instalovaného většinou pryžového těsnění. Toto těsnění vlivem stárnutí a působení agresivní odpadní vody degraduje a je třeba ho opravit. K degradaci nedochází pouze u klasických spojů hrdlového trubního vedení, ale i u dilatačních spár monolitických betonových a železobetonových kanalizací. [9]

Pro opravu netěsnících spojů používáme:

- trvale elastické těsnící pásy,
- trvale plastické těsnící pásy,
- bobtnavé těsnící pásy,
- těsnění s použitím vnitřních manžet.

Při použití těsnících pásů nezáleží na tvaru průřezu kanalizační trouby. [9]

Trvale elastické těsnící pásy poskytují těsnící účinek proti tlakové podzemní vodě, díky jejich pružné síle, kterou se těsnění snaží vrátit do svého původního tvaru průřezu. Vodotěsnost závisí na velikosti deformace průřezu těsnění.

Z tohoto důvodu je nutné zajistit konstantní velikost spáry, do které se těsnící pás umísťuje. Mohlo by totiž dojít k situaci, kde je spára moc široká, a i po vložení nového těsnícího prvku spoj netěsní. Naopak by se mohlo stát, že je spára moc úzká a nelze tam těsnění umístit. [9] [5]

Trvale plastické těsnící pásy jsou tvořeny bitumeny, kamenouhelnými dehty, umělými látkami nebo jejich směsí. Při teplotách nad 16 °C jsou zpracovatelné bez ohřevu a mohou se aplikovat vtačováním nebo vtékáním do spár. K těsnění spár lze v současnosti používat i dvousložkové hmoty, které nejdříve působí jako adhezní prostředky a později přecházejí do tuhoplastické konzistence. Těsnícího účinku se dosáhne přilnutím těsnící látky k povrchu spáry. Proces utěsnění pomocí plastických těsnících pásů je relativně rychlý. [9] [5]

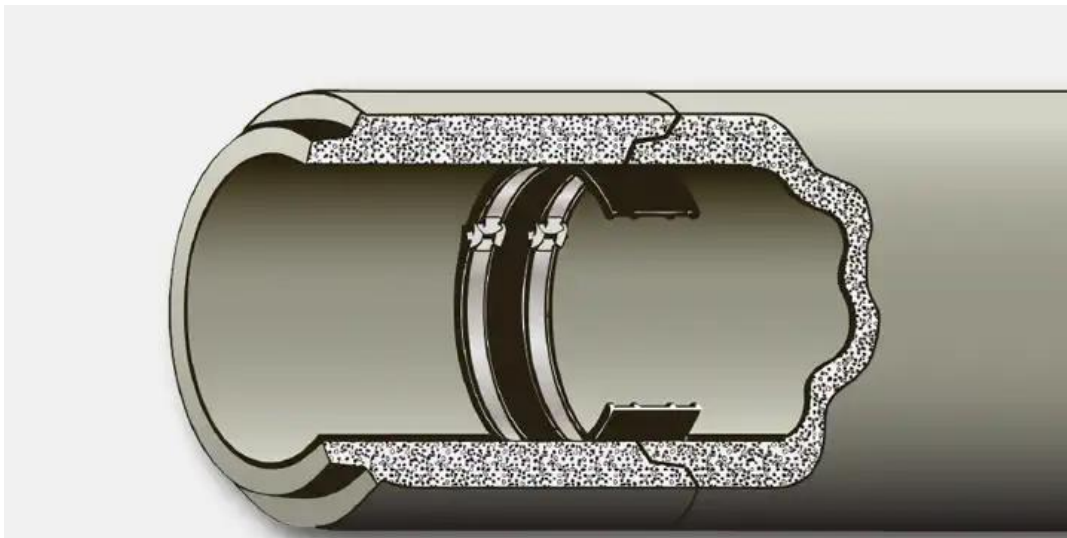
Bobtnavé těsnící pásy fungují na principu zvětšování svého objemu při kontaktu s vodou nebo vlhkostí, čímž vytváří aktivní ochranu před vznikem netěsností. Svoji funkci splňují i v náročných hydrogeologických podmínkách. Bobtnavé těsnící pásy se vyrábí z např. bentonitu. Tyto pásy mají většinou čtvercový průřez. Bentonitové pásy dokážou absorbovat až 15x více objemu vody, než je jejich samotný objem, čímž dojde ke zvětšení jejich objemu. Lze je použít pro utěsnění spojů nebo jiných netěsností. [9] [27]

Těsnění s použitím vnitřních manžet se používá k utěsnění spojů a příčných trhlin kruhových, vejčitých a tlamových průřezů. Největší průřez opravovaný průřez může být až DN 3000. Manžetu lze osadit pouze do potrubí, které nebude zatíženo podzemní vodou s přetlakem větším než 50 kPa. Těsnící manžeta je tvořena ocelovou objímkou, na kterou je připevněna neoprenová nebo gumová vrstva. Neoprenová nebo gumová vrstva zaručuje dobré přilnutí a utěsnění spoje nebo praskliny. [9] [28]

Postup:

Při použití těsnících pásů je postup jednoduchý. Nejdříve se uzavře úsek s poruchou. Staré těsnění se z poškozeného spoje vyndá. Spoj se dokonale vyčistí a je do něj instalováno nové pásové těsnění. Poté je provedena zkouška vodotěsnosti a úsek se uvede do provozu. [9]

Instalace těsnících manžet je složitější. Než začne samotný proces musí se úsek uzavřít. Poté se musí porouchané místo dokonale očistit. Dle potřeby se zbrousí vrchní vrstva, kvůli lepšímu přilnutí manžety k povrchu a pro zachování stejného průtočného profilu. Těsnící manžeta se instaluje pomocí hydraulického nebo pneumatického zařízení, které zvětšením svého objemu přitiskne manžetu k vnitřnímu povrchu trouby. Poté se zařízení opět zmenší a odstraní. Provede se zkouška vodotěsnosti. Pokud je vše v pořádku, uvede se úsek zpět do provozu. [5]



Obr. 5.1. Řez trouby s manžetou ve spoji [28]

5.1.2 Opravy lokálních poruch

Princip:

Opravy lokálních poruch se zpravidla provádí pomocí speciálních rychlotuhnoucích malt. Ty jsou nanášeny ručně pracovníkem uvnitř stoky. Oprava se zaměřuje na ochranu ocelové výztuže železobetonových kanalizací odkryté odloupenutím betonové vrstvy; opravu prasklin a děr. Opravný materiál může být rychlotuhnoucí cementová malta, cementová malta s umělými hmotami nebo malty na bázi pryskyřic. [9]

Postup:

Sanovaný úsek se odstaví. Veškeré opravované plochy se důkladně očistí. Na těchto plochách nesmí zůstat uvolněné a zkorodované částice betonu. Ocelová výztuž se musí očistit od rzi. Pracovník ručně nanese penetrační nátěr

pro lepší přilnutí malty k opravované troubě. Po zaschnutí penetračního nátěru pracovník nanese speciální rychlotuhnoucí maltu. Až dojde k vytvrdnutí malty, uvede se úsek do provozu. [9]

5.2 OPRAVY VNITŘNÍCH POVRCHŮ

Vnitřní povrchy betonových a železobetonových kanalizačních trub trpí degradací materiálu způsobenou především obrušováním splaveninami a agresivitou odpadní vody. Agresivita se negativně projevuje na hodnotě pH betonu, které by nemělo klesnout pod hodnotu 5. Na kvalitě vnitřních povrchů se také projevuje biogenní síranová koroze viz 3.6. Metody oprav vnitřních povrchů rychlé, dobře mechanizovatelné a ekonomicky výhodné. Pro opravu vnitřních povrchů průlezných a průchozích kanalizací lze použít i dříve zmíněné metody např. cementaci viz 4.2.2 nebo rukávcovou metodu viz 4.2.3. V této kapitole budou popsány i další metody určené pro průlezné a neprůlezné profily. [9]

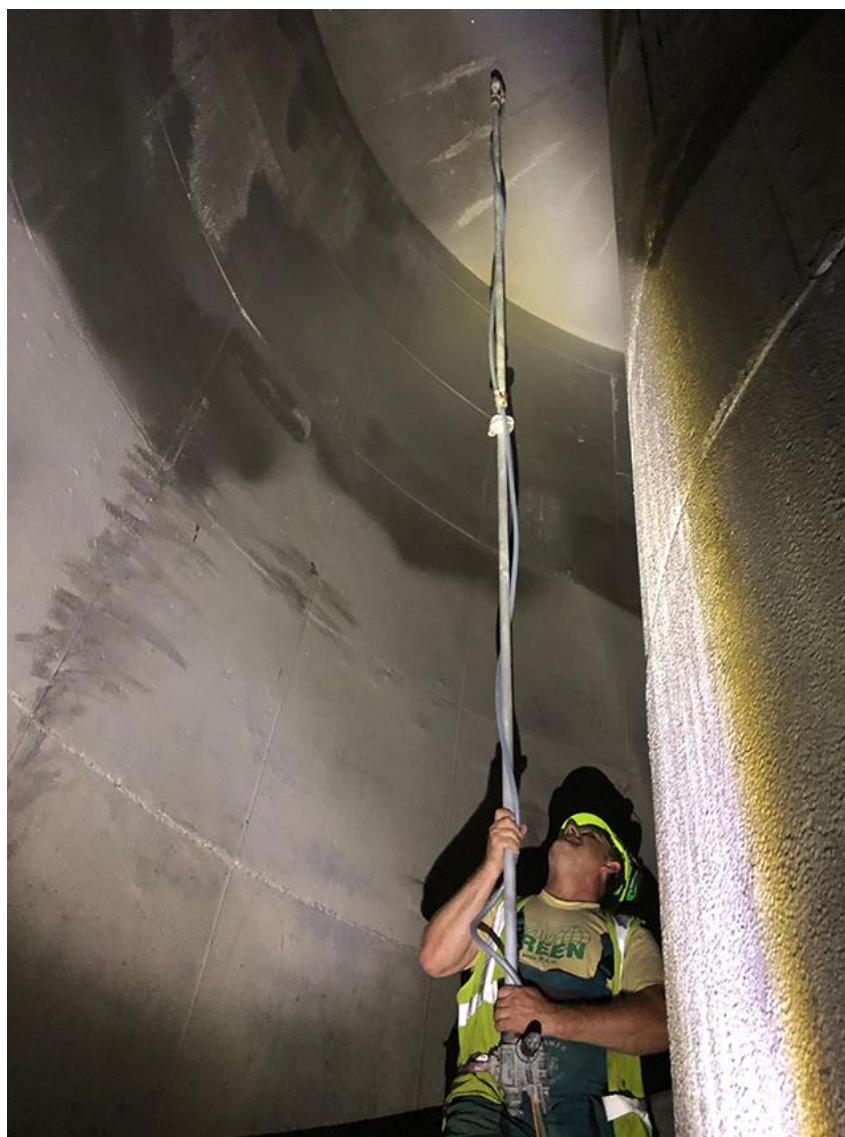
5.2.1 Ochranné povlaky

Princip:

Cílem metody aplikace ochranného povlaku na vnitřní stěny kanalizačního potrubí je zabránit kontaktu agresivní odpadní vody s poškozenou vrchní betonovou vrstvou potrubí. Ochranné povlaky se nanášejí nástřiky, stěrkováním nebo nátěrem. Tloušťka povlaků se liší podle potřeby a může být tenká od 0,3 až 1,0 mm; tlustá 1 až 5 mm; omítky více než 5 mm. Dle tloušťky se liší i jejich aplikace, kdy se tenké povlaky nanášejí natíráním; tlusté povlaky se nanášejí stěrkováním a omítky se nanášejí ručním nebo strojním omítáním. Materiály ochranných povlaků mohou být na bázi silikátů, síranuvzdorných cementů, polyesterových a epoxidových pryskyřic. Kvůli nízké tloušťce ochranných povlaků je nutné ochránit spodní část se stálým průtokem výstelkou z materiálů zmíněných v kapitolách viz kap. 3.1.1 a kap. 3.1.2. Výhodou této metody je možnost aplikace povlaků za provozu kanalizace. Další výhodou je vytvoření ochranné vrstvy na povrchu betonové trouby bez výrazného snížení průtočné kapacity. Nevýhodou je možné odtrhávání povlaku od povrchu při teplotě asi 16 °C a vlhkosti nad 65 % a nedostatečně očištěných a ošetřených stěnách potrubí. [9] [5]

Postup:

Jak již z nevýhod této metody vyplývá, je třeba začít dokonalým očištěním povrchu nejen tlakovou vodou, ale také pískováním. V závislosti na použité sanační látce se ošetří očištěný povrch trouby. Ošetření může být nanesení penetrace, utěsnění vlasečnicových prasklin nebo naopak navlhčení povrchu. Po splnění předchozího kroku se přejde k aplikaci ochranného povlaku. Ten se nanáší různými ručními nebo strojními metodami opět v závislosti na konkrétní použité látce. Metody nanášení jsou tedy natírání, stěrkování nebo nástřik. Po aplikaci ochranného povlaku se do kynety instaluje ochranná výstelka viz kap. 3.1.1 a kap. 3.1.2. Tímto krokem je postup opravy pomocí ochranného povlaku ukončen. [9]



Obr. 5.2. Aplikace ochranného povlaku nástřikem [30]

5.2.2 Impregnace

Princip:

Metoda impregnace spočívá ve využívání vlastní pórovitosti betonu. Impregnační látka má za úkol vyplnit vnitřní póry betonu a vytvořit tak nepropustnou vrstvu. Po aplikaci impregnační látky na beton dochází k nasáknutí této látky do pórů. Zde tato chemikálie vytvoří nerozpustné krystaly a zamezí nasakování vody. Tato metoda také zaceluje mikropraskliny. Impregnační látka tak působí v pórech betonu, tudíž nevytváří na povrchu žádnou vrstvu. Správně připravený betonový povrch může zajistit proniknutí látky až do hloubky 30 cm. Jako impregnační látka se používá směs cementu, velmi jemného křemičitého písku a jiných chemikálií. Výhody této metody jsou, že nevytváří žádnou vrstvu na povrchu betonu. Impregnace poskytuje ochranu nejen před průsakem odpadní vody, ale také před síranovou korozí. Nevýhodou je nemožnost ověřit jeho efektivitu, tudíž se většinou doporučuje aplikovat pouze jako podpůrná metoda opravy vnitřních povrchů. [5] [29]

Postup:

Opravovaný úsek se nejdříve uzavře a očistí. Poté se připraví impregnační látka. Impregnační látka se natírá nebo stříká na vlhký povrch. Je důležité zajistit dostatečné navlhčení povrchu, kvůli správnému prostupu impregnační látky do pórů. Asi po 48 hodinách po aplikaci se může opravovaný úsek uvést do provozu. [9]



Obr. 5.3. Vlevo – beton bez ošetření; vpravo – beton ošetřený impregnací [31]

5.3 ZPEVNĚVÁNÍ A UTĚŠŇOVÁNÍ POTRUBÍ INJEKTÁŽÍ

Zpevnění a utěšňování potrubí injektáží je takovým protikladem metod oprav vnitřních povrchů z kap. 5.2. Injektážní metody jsou totiž velmi pracné a zdouhavé. Oproti opravám vnitřních povrchů jsou ale spolehlivější a dlouhodobější. Cílem těchto metod je mimo utěsnění a zpevnění stěn potrubí i zpevnění prostředí za stěnami. Momentálně se nejčastěji kombinují injektážní metody s následnými opravami líce potrubí. Pro utěšňování obvodových prasklin nebo netěsnících spojů lze použít injektážní metodu popsanou v kap. 4.1.1. [9]

5.3.1 Injektáž z vnitřku za ostění

Princip:

Princip metody spočívá v zavádění injektážní směsi do vytvořeného souboru vrtů ve stěnách potrubí. Jako injektážní směs se zpravidla používají cementové materiály. Ovšem cementové materiály mají vysokou objemovou hmotnost, takže v místech, kde statika trouby nedovoluje použití klasických cementových materiálů, se může použít pórovitý beton. Injektuje se vždy od spodních vrtů k vrchním z důvodu vytlačování vzduchu nebo materiálu a indikaci postupu injektáže. Výhodou této metody je nejen oprava netěsností potrubí, ale i vyřešení jejich příčin vyplňováním prostorů a zpevněním zeminy z vnější strany potrubí. Nevýhodou je nízká rychlost provádění, vyšší cena při použití pórovitého betonu, nebo nutnost dodatečných oprav poškozených povrchů. [5]

Postup:

Postup injektáže začíná uzavřením úseku a očištěním povrchu v místě injektování. Pro správnost injektáže není třeba, aby byl povrch kanalizační trouby dokonale očištěný. Dále se pokračuje vytvořením většího množství vrtů do stěny trouby a okolní zeminy za trubní stěnou. Když jsou vrty kompletní je možné přejít k injektáži. Do vrtů se prostředí vpravuje injektážní směs, která se volí dle hydrogeologických parametrů prostředí, ve kterých je kanalizace uložena. Když začne injektážní směs vytékat z okolních nezaplňovaných vrtů, je injektáž u konce. Výtoky jsou na závěr utěsněny rychletuhnoucí cementovou směsí. Provede se zkouška těsnosti. Pokud zkouška těsnosti nevyjde, je nutné udělat další doplňkovou injektáž. [9]



Obr. 5.4. Pracovník provádějící injektáž cementové směsí za ostění trouby [32]

5.3.2 Injektáž z povrchu za ostění

Princip:

Cíl injektáže z povrchu za ostění je stejný jako u předešlé injektáže viz kap. 5.3.1. vyplnění prostorů zapříčiněných poruchou kanalizace a zpevnění zeminy v tomto místě. Tato metoda se používá v případech, kdy je vstup do kanalizace pro pracovníky nebezpečný z důvodu nestability konstrukce. Rozdíl oproti injektáži z vnitřku viz kap. 5.3.1. je, že se provádí z povrchu. Provádí se buď klasickou injektáží nebo proudovou injektáží. Výhodou této metody je možnost sanovat i staticky nestabilní kanalizaci, která by mohla být nebezpečná pro vstup pracovníků. Nevýhodou je náročnost technologie, nízká rychlost provádění, finanční náročnost a nutnost vytvoření staveniště na povrchu v místě prováděné sanace. [9]

Postup:

Postup klasické injektáže z povrchu za ostění je kromě místa vytváření vrtů podobný postupu injektáže z vnitřku za ostění. Opět dojde k rozmístění většího množství vrtů do okolí sanovaného místa. Dle výsledků hydrogeologického průzkumu se vybere vhodná injektážní směs, protože při použití cementového

mléka a jílovocementových směsí je možné injektovat pouze propustné zeminy. Poté se vrty zainjektují a po vytvrdnutí je umožněn přístup pracovníků do kanalizace, kde mohou provést dodatečné sanační práce např. opravy povrchů atd. [9]

Proudová injektáž eliminuje negativa klasické injektáže. Začátek provádění je stejný, kdy se musí provést injektážní vrty. Do těchto vrtů se pak pomocí trysky vpravuje tlaková voda nebo rovnou injektážní směs v podobě cementového mléka. Tímto způsobem dochází k rozrušování zeminy v okolí vrtu a vzniká tak směs zeminy a betonu. Pokud se správně zvolí vzdálenost vrtů a injektáž se provede správně, vznikne útvar připomínající klenbu, která výrazně zpevní zeminy, což přispěje ke zlepšení statických vlastností sanovaného kanalizačního potrubí. [9]

5.4 METODY OPRAV PŘI ZMENŠENÍ PRŮŘEZU KANALIZACE

Metody oprav při zmenšení světlého průřezu jsou komplexním úkonem, který je nutný navrhnout při poškození potrubí, jež zamezuje bezpečné používání kanalizace. Takovým poškozením je např. výrazné narušení průřezu kanalizace. Cílem těchto metod je utěsnění vzniklých prasklin a trhlin, zpevnění celé betonové nebo železobetonové konstrukce a provedení povrchových úprav pro zlepšení hydrauliky potrubí. Každé opravě musí předcházet důkladné očištění povrchů, případně úprava povrchů. Pokud se jedná o sanaci železobetonového potrubí je třeba obnaženou výztuž očistit např. opískováním a opatřit ji protikorozi ochranou. Případný chybějící materiál je v rámci sanace nutné doplnit. [9]

5.4.1 Ostění ze stříkaného betonu

Princip:

Metoda ostění ze stříkaného betonu spočívá ve vytvoření vnitřního nosného ostění pomocí stříkaného betonu. Touto metodou je možné nanést vrstvy tlusté až 5 cm. Beton na ostění stříká pracovník uvnitř trouby pomocí trysky. Existují 2 metody nástřiku: mokrá metoda a suchá metoda. Mokrá metoda znamená, že beton je už smíchán na staveništi před aplikací. Poté je hadicí dopraven do kanalizace, kde s ním pracuje obsluha trysky. Suchá metoda znamená, že betonová směs se míchá přímo v trysce při nanášení. Pracovník tedy musí řídit poměr vody a směsi

dodávané výrobcem. Stříkání betonu na vnitřní povrch betonové nebo železobetonové trouby je výhodné z důvodu dobrého spojení nového a starého materiálu a odpadá nutnost hutnění betonu. Do stříkaného betonu lze přidat plastová nebo ocelová vlákna pro zvýšení pevnosti a tloušťky nanášené vrstvy. Možné je také nanášet beton na nově instalovanou ocelovou výztuž a vytvořit tak pevnou železobetonovou vrstvu. Výhody metody ostění ze stříkaného betonu jsou možnosti modifikace procesu pro vytvoření co nejlepšího výsledku, rychlost nanášení, vytvoření pevné betonové nebo železobetonové trouby v poškozené kanalizaci bez nutnosti zatahování nových trub. Nevýhodou je výrazné snížení průtočného profilu a ztráty betonu při odrazu od stěn při aplikaci. U mokré metody se ztráty pohybují kolem 13 % a u suché metody kolem 7 %. Odražený materiál považovaný za ztrátu je zakázané znovu použít při nástřiku. [5]



Obr. 5.5. Provádění mokrého nástřiku betonového ostění [5]

Postup:

Prvním krokem je uzavření úseku a provedení důkladného očištění povrchů. Pokud je to nutné provede se úprava povrchů pro zlepšení přilnavosti stříkaného

betonu. Při navržení železobetonového ostění se instaluje ocelová výztuž podél stěn potrubí. Pracovník nanáší beton na ostění kanalizace ručně pomocí trysky. Při této práci musí být vybaven všemi doporučenými ochrannými prostředky. Po nanesení požadované vrstvy betonu je možné opravu ukončit a povrch uhladit nebo počkat na vytvrdnutí a aplikovat další vrstvu. Po vytvrdnutí celku se může sanovaný úsek vrátit zpět do chodu. [9] [5]

5.4.2 Ostění z monolitického betonu

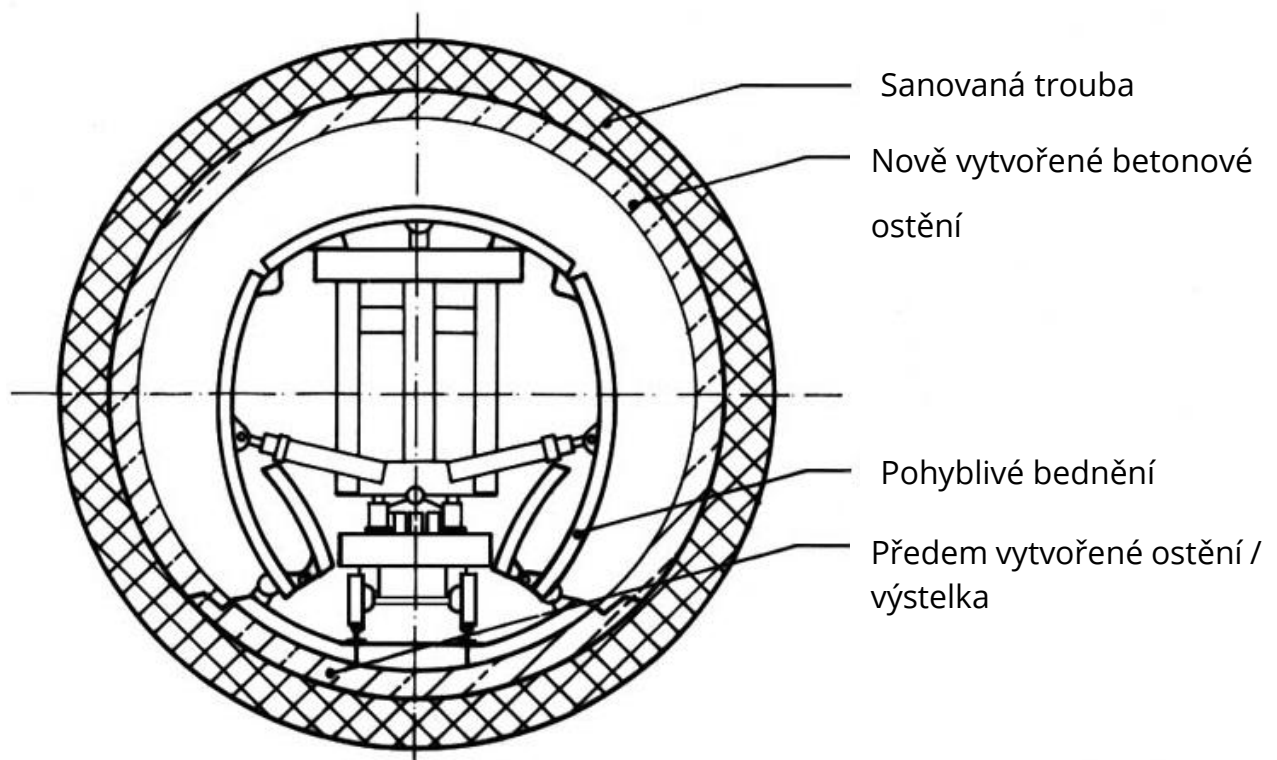
Princip:

Metoda ostění z monolitického betonu má stejný cíl jako metoda ostění ze stříkaného betonu viz kap. 5.4.1, jímž je vytvoření betonové vrstvy podél vnitřní stěny kanalizačního potrubí. Rozdíl je v provedení betonování, protože u této metody se betonuje pomocí bednění. Bednění bývá pohyblivé a je vytvořeno na míru sanovaného potrubí. Při instalaci bednění pomáhá mechanizace. Tato metoda také umožňuje použití ocelové výztuže pro vytvoření železobetonového ostění. Po instalaci bednění je mezi bedněním a vnitřní stěnou kanalizačního potrubí vytvořen meziprostor, který se vyplňuje betonem. Beton je do meziprostoru pumpován. Nejlepší je pumpování do vrchlíku, levé a pravé strany zároveň. Někdy je třeba oblast vrchlíku dodatečně injektovat kvůli špatnému kontaktu s vrchlíkem původní sanované trouby. Používá se klasický vodostavební beton s důrazem na smršťovací vlastnosti. Při tuhnutí může totiž dojít k nežádoucím prasklinám. Výhody této metody oproti metodě ostění ze stříkaného betonu jsou vytvoření hladšího povrchu a přesnějšího tvaru průřezu. Nevýhody jsou zmenšení průtočného profilu, pomalejší postup a vyšší náročnost provádění. Spotřeba betonu u této metody je také vyšší. [9] [5]

Postup:

Nejdříve se uzavře sanovaný úsek a poté se provede důkladné očištění povrchů. Nevhodné povrchy se případně upraví pro lepší spojení s novým betonem. Do úseku se vsune bednění. Bednění se vycentruje pomocí distančních prvků. Do bednění se instalují dopravní hadice čerpadla pro dopravu betonu. Poté se meziprostor mezi bedněním a sanovaným povrchem potrubí vyplnění betonem.

Po vytvrdnutí betonu se bednění vyjme nebo přesune do dalšího úseku. Na závěr se uvede potrubí do provozu. [9]



Obr. 5.6. Schéma monolitického betonového ostění [5]

5.4.3 Obklady dna

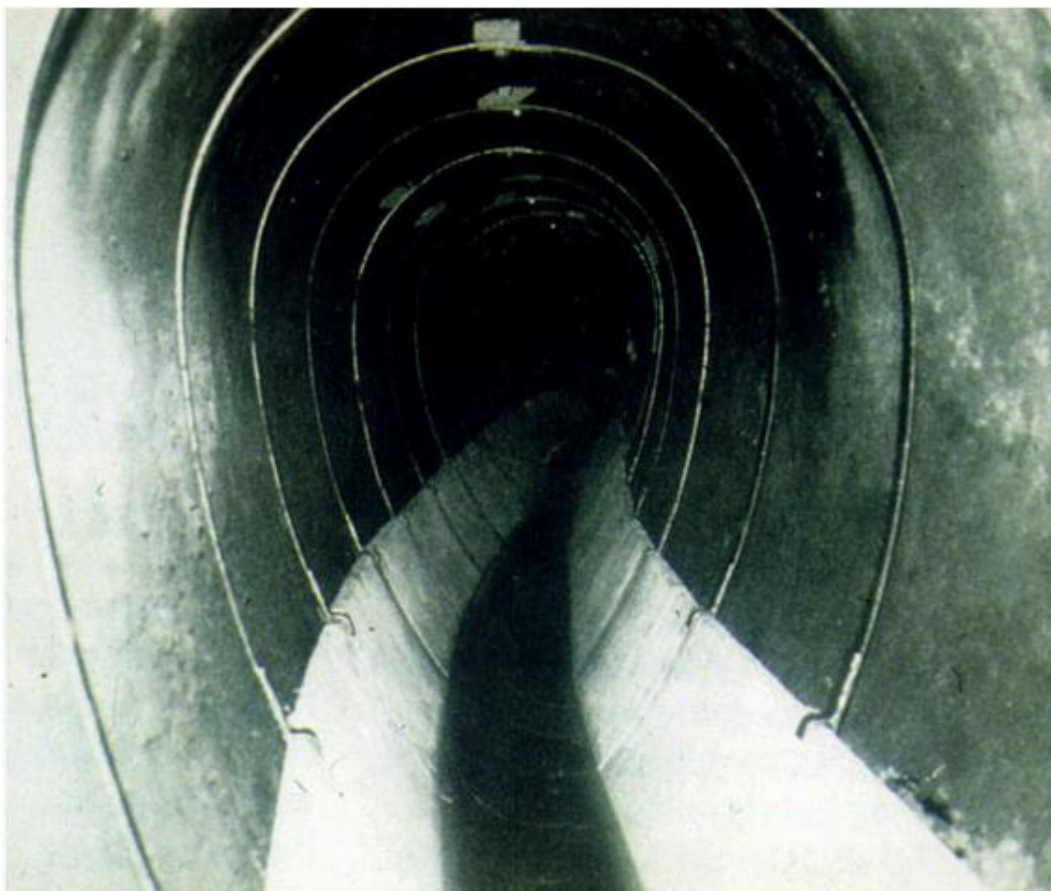
Princip:

Metoda instalace obkladů dna spočívá v umístění prvků z odolných materiálů do dnové části kanalizační trouby. Prvky se umísťují do části, která je dle skutečného provozu nejčastěji omočená. Výstelkové prvky mají za úkol obnovit nebo zlepšit odolnost proti fyzikálním, chemickým, biochemickým vlivům dopravované odpadní vody. Tyto prvky jsou buď z čediče viz kap. 3.1.1, nebo z kameniny viz kap. 3.1.2, HDPE, PVC, sklolaminátu nebo polymerbeton. Metoda obkládání dna se používá v případech, kdy sanovaná trouba není staticky narušena a její poškození je pouze v dolní části a je menšího charakteru např. mechanické opotřebení betonu nebo malé praskliny a trhliny.

Výhodou dnových obkladů je široký sortiment tvarů (dlaždice, žlaby) a velikostí, ve kterých se dodávají, tudíž je možné touto metodou sanovat prakticky každý rozměr a tvar průřezu kanalizace. Nevýhodou je možnost použití pouze u staticky nenarušených trub a nízká rychlost provádění sanace. [5]

Postup:

Jako první se uzavře sanovaný úsek a poté se provede očištění povrchů. Čištění se provádí tlakovou vodou a ocelovým kartáčem. Případně se mohou povrchy opískovat. Po mechanickém vyčištění se musí úsek vyčistit vodou. Poté se povrchy nanese základová vrstva, která zlepšuje přilnavost. Dále se nanáší vrstva cementového pojiva, do kterého se ukládají obkladové prvky. Cementovým materiálem se také provede vyspárování mezi jednotlivými obkladovými prvky. Na závěr se spáry a neobložené stěny potrubí ošetří např. epoxidovým nátěrem. Sanace končí vytvrdnutím všech materiálů a úsek se uvede do provozu. [5]



Obr. 5.7. Sklolaminátová výstelka dna [5]

5.4.4 Obklady celého průřezu

Princip:

Tato metoda spočívá v zatahování plastových nebo sklolaminátových segmentů do sanované kanalizace. Používá se zde technologie zatahování trubních segmentů popsaná v kapitole 4.3.1 a metoda zatahování dočasně deformované trouby 4.3.3. Sliplining popsaný v kapitole 4.3.2 je pro velké profily kanalizace nevhodný z důvodu nutnosti vytvoření velkých zatahovacích jam a složitému transportu jednotlivých trubních prvků. Pro provádění obkladů celého průřezu kanalizace je vhodná technologie Subline vyvinutá ve Velké Británii. Jedná se o technologii, která spočívá v zatahování tenkostěnných dočasně deformovaných trub do sanované kanalizace. Touto technologií je možné sanovat kruhové i vejčité průřezy kanalizace. [9] [5]

Obložení celého průřezu kanalizační trouby lze i pomocí technologie zatahování segmentů. Oproti metodě popsané v kap. 4.3.3 se používají segmenty rozdělené na dílce, které vytvoří segment až po spojení v kanalizaci. Používají se segmenty ze sklolaminátu nebo polymerbetonu. [9]

Další technologií je Trolining, která funguje na principu zatahování vytvarované HDPE fólie. Tato fólie má tloušťku 3 mm a z vnější strany má kotevní výčnělky. Z vnější strany jsou opatřeny ocelovou výztuží. Technologie Trolining umožňuje sanovat kruhové, vejčité i tlamové průřezy. [9]

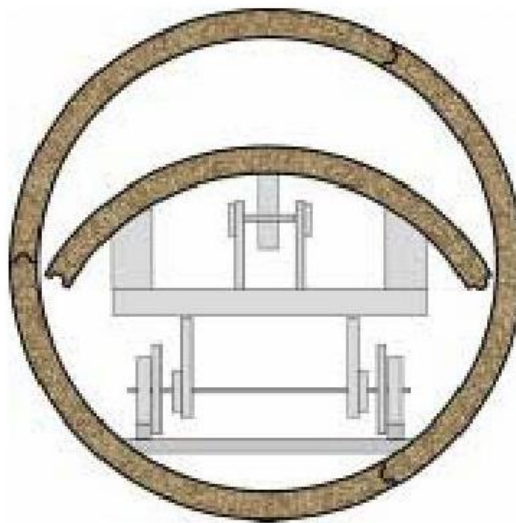
Sanace pomocí sklolaminátových skořepin je vhodná hlavně pro vejčité a tlamové průřezy. Používají se sklolaminátové skořepiny, které prokazují velkou odolnost proti chemické agresivitě odpadní vody a dobré hydraulické vlastnosti. Skořepiny musí být kvůli hladkosti z vnější strany zdrsňeny nebo opatřeny žebrováním pro dobré zmonolitnění se sanovanou kanalizací. [9]

Postup:

Postup technologie Subline je stejný jako u ostatních metod zatahování dočasně deformovaných trub. Nejdříve proběhne důkladné očištění povrchů sanované kanalizace. Sanační trouby se pomocí přístroje deformují u výrobce nebo přímo na staveništi. Trouba je v deformovaném stavu udržována v průběhu zatahování páskami, které se po usazení a po napuštění tlakové vody přetrhnou.

Tím se trouba narovná do původního tvaru. Vzniklý meziprostor mezi sanovanou troubou a sanační vložkou se vyplní cementovou směsí. V průběhu injektáže musí být sanační vložka držena rozpěrami v původním tvaru. [9] [5]

Zatahování trubních segmentů se provádí od montážní šachty. Začíná se očištěním povrchů a nanesením cementového lože na povrch. Případně lze použít distanční prvky a meziprostor injektovat na závěr. Nejdříve se osazuje dnový díl, poté boční, a nakonec stropní díl. Při dalším postupu kanalizací dále jsou segmenty dopravovány na vozíčkách. [5]



Obr. 5.8. Schéma instalace a dopravy polymerbetonových segmentů [33]

Postup Technologie Trolining začíná vyčištěním úseku. Potom se do sanované kanalizace zatáhne prvek s vytvarovanou HDPE fólií. Po uložení tohoto prvku se meziprostor vyplní cementovou směsí, aby došlo vytvoření jednotného celku. [5]

Sanace pomocí sklolaminátových skořepin má stejný průběh jako technologie Trolining. Skořepina se zatáhne do kanalizace, umístí se a meziprostor se vyplní cementovou směsí. Takto vytvořený celek po vytvrdnutí cementové směsi v meziprostoru vytvoří s původní kanalizační troubou staticky pevný celek. [9]

5.5 METODY OPRAV PŘI NEZMENŠENÍ PRŮŘEZU KANALIZACE

Princip:

Metody oprav při nezmenšení průřezu kanalizace se používají pro kanalizační potrubí, jež vyžadují zachování průtočné kapacity. V některých případech lze dokonce kapacitu mírně zvětšit nebo lze změnit průtočný profil kanalizační trouby. Uvedené technologie spočívají v rozrušování vnitřního povrchu trouby buď ručně pomocí sbíjecích kladiv nebo strojně pomocí výložníkových fréz. Výhodou této metody je, jak již název napovídá, nezmenšení průřezu kanalizace a tím pádem zlepšení hydraulických vlastností sanované trouby. Mezi nevýhody patří malá rychlost sanace, složitost a choulostivost práce. Mnohdy je totiž potřeba injektovat vnější prostředí trouby z důvodu statického narušení. [9]

Postup:

Postup jedné z dostupných technologií začíná uzavřením úseku a jeho vyčištěním. Čištění nemusí být důkladné, protože v dalším kroku dojde k rozrušení svrchní vrstvy betonové trouby o tloušťce asi 30-40 mm. Toto rozrušení se provádí ručně pomocí sbíjecích kladiv. Musí být prokázáno, že takto sanovaná trouba je staticky odolná a připravená na takto hrubý zásah. Poté se do vzniklého prostoru umístí výztužná síť a provede se nástřik o tloušťce 30-40 mm. Způsob nástřiku je popsán v kapitole 5.4.1. Jako stříkaný beton se používá síranuvzdorný cement s polypropylenovými vlákny pro dosažení dostatečné pevnosti. Po nanesení betonu se vrstva uhladí. Za 12 hodin od uhlazení by měl být beton vytvrzený a úsek může být uveden do provozu. [9]

Další technologie vychází z předchozí metody, pouze je mírně upravena pro zjednodušení a zrychlení práce. Při rozrušování svrchní vrstvy kanalizační trouby jsou sbíjecí kladiva nahrazena speciální frézou. Po odstranění 30-40 mm svrchní vrstvy frézou se do kanalizace zatahují prefabrikované skořepiny ze síranových cementů. Tento materiál je chemicky odolný. Skořepiny mají délku 1,5 m a do jejich spojů se umísťuje kaučukové těsnění. Případný nadvylom je nutné zaplnit injektážní směsí. Po vytvrnutí injektážní směsi je možné uvést úsek do provozu. [9]

6 METODY SANACE KANALIZAČNÍCH ŠACHET

6.1 SANACE ŠACHTOVÉHO DNA PLASTOVOU VLOŽKOU

Princip:

Tato metoda se zabývá pouze sanací šachtového dna, tudíž její využití je důležité zejména u šachet s poškozeným dnem. Je možné ji použít jako doplněk k metodám, které se zabývají sanací samotné konstrukce kanalizační šachty. Provádění metody je poměrně komplikovaný proces, jelikož kombinuje více technologií např. 3D skenování, CNC roboty atd. Vložka je z pružného plastu, který splňuje všechny požadavky na chemickou a mechanickou odolnost. Použití pružného plastu umožňuje jednoduché vložení do kanalizační šachty. Vložka se před instalací zdeformuje, což způsobí bezproblémový prostup kónusem kanalizační šachty. Výhody této metody je už zmíněná jednoduchost, rychlost instalace a možnost použití pro jakýkoli tvar dna. Dobrou vlastností je i možnost kombinace s jinou metodou sanace šachty. Nevýhodou je složitost celé technologie. [34]



Obr. 6.1. Plastová vložka dna Flexliner [34]

Postup:

Postup této metody je poměrně složitý. Prvním krokem je krátkodobé uzavření přítoku do šachty a vyčištění dna tlakovou vodou, čímž se připraví dno pro 3D laserové skenování. Pomocí speciálního přístroje spouštěného z povrchu se provede 3D laserové skenování šachtového dna. Po provedení skenování se úsek opět otevře. Naskenovaná data se zpracují pomocí počítačových programů a předají se na výrobní linku. Zde se pomocí CNC robota vyrobí polystyrenová forma. Tato forma poslouží nejen k výrobě plastového dna, ale také k následné instalaci. Při výrobě plastového dna se vnější povrch opatří zdrsňujícími prvky (např. jemným kamenivem) pro lepší spojení se stávajícím dnem. Samotná instalace začíná opět uzavřením úseku a vyčištěním dna tlakovou vodou. Plastový prvek se na staveništi před instalací zdeformuje a zafixuje, aby prošel kónusem kanalizační šachty. Poté se plastové dno instaluje do své pozice pomocí polystyrenové formy, která drží jeho tvar. Provede se napojení na stávající kanalizační trouby pomocí přechodné gumové manžety a nerezové spojky. Po napojení je možné vzniklý meziprostor mezi plastovým dnem a sanovaným dnem vyplnit betonovou směsí pro zajištění pozice a dostatečné pevnosti. Po vytvrdnutí betonu je úsek uveden zpět do provozu. [35]

6.2 METODA ŠACHTA V ŠACHTĚ

Princip:

Výstavba šachty v šachtě má za úkol eliminovat problémy, které jsou spojeny s nejrozšířenějšími metodami sanací šachet aplikací nátěrových hmot. Problémy nátěrových metod jsou závislost na povětrnostních podmínkách, optimálně připravený podklad materiálu a neudržitelnost nátěru. Metoda spočívá ve vybudování nové šachty ve stávající poškozené šachtě včetně šachtového dna. Nová šachta má vždy nejbližší menší jmenovitý průměr než stávající šachta, která zůstává na místě a tvoří ztracené bednění. Vzniklý meziprostor se vyplňuje betonovou směsí. Materiál instalované šachty je polypropylen, který je odolný vůči mechanickému a chemickému poškození. Při přípravě nového plastového prvku se používají moderní technologie např. 3D laser skenování a modelování. Výhodou je rychlost instalace a dobré vlastnosti plastového materiálu.

Nevýhodou je výrazné zmenšení jmenovitého průměru šachty a nutnost vyhloubení jámy pro demontáž kónusu. [36]

Postup:

Prvním krokem je kamerový průzkum a zjištění rozměrů šachty. Poté se pomocí 3D laserového skenování vymodeluje šachta v počítačovém programu a zadá se do výroby. Při samotné instalaci se postupuje vytvořením stavební jámy kolem šachty do hloubky výšky kónusového dílu. Kónus se odstraní. Odstraní se také stupačky. Poté dojde k očištění dna tlakovou vodou a uzavření přítoku do šachty. Dno se vybourá a umístí se nové polypropylenové dno. Meziprostor se vyplní betonovou směsí. Po vytvrdnutí se otevře přítok do šachty. Na nové šachtové dno se usadí nové polypropylenové dílce do potřebné výšky. Vzniklý meziprostor se opět vyplní betonovou směsí. Po vytvrdnutí betonu se zasype stavební jáma a vše se ukončí obnovením povrchu kolem poklopu kanalizační šachty. [36]



Obr. 6.2. Instalace plastové šachty do stávající betonové šachty [42]

6.3 METODA VYSKLÁDÁNÍ ŠACHTY SEGMENTY

Princip:

Princip této metody je podobný metodám sanace kanalizačního potrubí viz kapitoly 4.3.1 a 5.4.4. Dno šachty se vyskládá žlaby a deskami. Vstupní díl šachty se vyloží tunelovými prvky. Materiál segmentů může být např. polykeramika

nebo polymerbeton. Polykeramika je materiál, který je velmi odolný vůči mechanickému zatížení, otěru a vůči působení chemicky agresivních látek. Segmenty mohou mít různou tloušťku stěny. Třídílné segmentové skruže jdou bez problému vložit do šachty vstupem DN 600. Výhodou této metody je možnost použití velmi odolných materiálů a relativně jednoduchá instalace. Nevýhodou je použití pouze u staticky nenarušených kanalizačních šachet. [37] [43]

Postup:

Prvním krokem je uzavření přítoku do šachty. Poté se musí důkladně očistit všechny povrchy. Dno šachty se vyskládá žlaby a deskami. Dle kvality stupaček dojde k odstranění nebo ponechání. Dále se na povrch vstupního dílu nanese příslušný materiál na přilepení segmentů na betonové skruže. Poté se vstupní díl šachty vyloží segmenty. [37] [43]



Obr. 6.3. Schéma vyložení šachty segmenty DURAPORT [43]

6.4 NÁSTŘIKOVÁ METODA

Princip:

Firma HERMES TECHNOLOGIE s.r.o. poskytuje nástřikovou metodu v podobě systému KS ASS[®]. Jedná se o obdobu již popsané cementace viz kapitola 4.2.2. Systém funguje na principu nanášení malty ERGELIT pomocí rotační odstředivé hlavy. Lze tak sanovat zkorodované a netěsné kanalizační šachty od DN 500 až DN 3000 a do hloubky až 15 m. Díky způsobu nanášení lze sanovat jak kulaté,

tak i hranaté šachty. Systém je vybaven tryskou pro tlakové čištění povrchů. Dalšími prvky jsou míchačka maltové směsi ERGELIT, čerpadlo a naviják. Vestavěný generátor zajišťuje elektrickou energii pro každý prvek. Celá technologie je instalována na přívěsu. Tento systém je plně automatický, takže jedině, o co se obsluha stará je umístění, nastavení systému a doplňování míchačky. Kvůli této automatizaci se eliminuje velká část chyb při ošetřování povrchu vrstvením. Další výhodou je zvýšená bezpečnost práce, protože při práci není vyžadována přítomnost pracovníka v šachtě. Nevýhodou je nutnost sanovat pouze za příznivého počasí. Při nedodržení této podmínky může dojít k výraznému snížení kvality výstelky. Další nevýhodou může být funkčnost systému pouze s maltovou směsí ERGELIT. [38]

Postup:

Postup této metody při použití systému KS ASS[®] je pro obsluhu jednoduchý. Vybavený přívěs se přistaví přímo k sanované šachtě. Na přístroj se nasadí příslušná tryska a nastaví se postup čištění. Toto čištění musí být velmi důkladné, aby se maltová směs dobře uchytila na stěnách. Po vyčištění se nastaví proces nanášení. Systém automaticky změří hloubku šachty, vypočítá množství maltové směsi a potřebný čas na nanášení. Poté se spustí míchačka, čerpadlo, naviják a nástřiková hlavice. Obsluha v průběhu nanášení pouze doplňuje míchačku a čeká na dokončení procesu. Po vytvrdnutí maltové směsi je sanace kanalizační šachty hotová. [38]



Obr. 6.4. Vlevo – šachta před nástřikem; vpravo – dokončená sanace šachty [38]

6.5 METODA SANAČNÍHO RUKÁVCE

Princip:

Metoda sanačního rukávce je opět velmi podobná metodě používané pro klasickou kanalizaci viz kapitola 4.2.3. Firma BMH spol. s.r.o. poskytuje technologii Vertiliner. Do kanalizační šachty se vsune rukávec ze skelných vláken napuštěný speciální pryskyřicí. Vnější strana vložky je pokryta vodě odpudivou fólií. Instalovaný rukávec se natlakuje, čímž se rukávec přitiskne ke stěnám šachty. Pryskyřice se při této technologii vytvrzuje UV zářičem. Vytvrzená pryskyřice společně s rukávцем vytvoří velmi pevný sklolaminátový samonosný plášť. Nová vložka odolává chemicky agresivním látkám a abrazi. Technologií Vertiliner je možné sanovat šachty o hloubce až 11 m a o maximálním průměru 1,7 m. Šachty mohou být kruhové s kónusem nebo hranaté s proměnlivým průřezem. Síla stěny vložky se pohybuje od 7 do 20 mm. Mezi výhody této metody patří vytvoření plně únosné vložky, životnost výstelky a rychlost provádění sanace. Například betonová šachta DN 1000 s hloubkou 3,5 m trvá cca 3 hodiny. Nevýhodou je vysoká cena. [39]



Obr. 6.5. Pohled ze dna šachty na povrch sanované šachty rukávцем [44]

Postup:

Nejdříve se provede kontrola a vyčištění kanalizační šachty. Odstraní se stupačky a žebříky. Poté se vtáhne pryskyřicí nasycená vložka do sanované šachty. Po zatažení a urovnání se vložka natlakuje vzduchem. Vložka se poté vytvrdí pomocí UV lamp. V dalším kroku dojde k odtakování a odříznutí přesahu rukávce z šachty. Vyjme se vnitřní ochranná fólie. Poté se vložka napojí na stávající dno šachty. Pokud je třeba sanovat dno, provede se sanace dna jinou specializovanou metodou např. ruční laminace, plastová vložka viz kap. 6.1 a jiné. [39]

6.6 INJEKTÁŽ

Princip:

Tato metoda sanace kanalizačních šachet vychází z již zmíněné metody viz kapitola 5.3.1. Pomocí injektáže se sanují propustné spoje šachty nebo celkově špatné uložení šachty, které vede k jejímu pohybu. K injektáži se používá např. polyuretanová pryskyřice nebo cementová směs. Princip této metody spočívá v provedení navrtávky a injektování směsi za ostění spoje. Spoj se nejprve obalí z vnější strany a poté se provádí glazurování povrchu z vnitřní strany šachty. Tlaková injektáž se provádí pomocí pumpy, kdy je do sanovaného místa vháněna směs pod tlakem od 10 do 150 kPa. Samotné vhánění injektážní směsi je prováděno přes packer. Pružná injektáž se provádí, tak že se při vyplňování ponechává vůle pro přenášení určitých deformačních pohybů. Silová injektáž spočívá ve vyplnění trhliny pryskyřicí a vytvoření trvale pevného spojení stěn trhliny. Výhodami injektážní metody jsou možnost zastavení tlakové vody a minimální omezení sanovaného úseku. Další dobrou vlastností je možnost použití u šachet, které jsou velmi výrazně poškozeny a nedovolují použití rukávcové metody z důvodu intenzivního proudění balastní vody. Nevýhodou je nízká rychlost provádění a závislost na počasí. Nedoporučuje se injektovat za deště. Mezi nevýhody by se dalo považovat přítomnost pracovníka v šachtě při provádění většiny prací. [40]

Postup:

Nejdříve je potřeba zhodnotit situaci a vybrat vhodný typ injektáže. V návaznosti na toto rozhodnutí se provede výběr vhodných nástrojů a materiálu. Sanace spár

začíná injekčními vrty o průměru 10 mm. Vrty se provádí z vnitřní strany šachty a bývají buď vodorovné nebo pod úhlem 30-45°. Osově vzdálenosti mezi vrty jsou od 150 – 400 mm. Důležité je, aby vrty správně protnuly spáru v polovině tloušťky. Sanace prvních spojů probíhá podobně a začíná 10 mm vrty. Tentokrát jsou vrty prováděny pod menším úhlem 15-30°. Jejich rozteč je závislá na síle přítoku vody z vnější strany. Po dokončení vrtných prací je třeba vyčistit otvory od nečistot. Poté dochází k osazení vrtů injekčními packery. Injektáž prvním packerem se provádí do té doby, než se injektážní směs objeví v druhém packeru nebo okolí. Tento postup se opakuje až do vyplnění celé spáry po obvodu šachty. Packery lze odstranit až 12 hodin po injektáži. Sanace se ukončí vyplněním vrtů minerální směsí např. rychlovazným cementem. Po vytvrdnutí cementu je sanace šachty kompletní. [40]



Obr. 6.6. Detail zainjektovaného spoje [40]

6.7 ZEDNICKÁ METODA

Princip:

Zednická metoda patří mezi nejstarší a nejjednodušší metody sanace kanalizačních šachet. V podstatě se jedná o nástřikovou metodu viz kapitola 6.4.

s tím rozdílem, že vrstva sanačního materiálu se nanáší ručně. Princip tedy spočívá v manuálním nanášení sanační stěrky na očištěné stěny šachty. Touto metodou lze sanovat šachty DN 1000 s kónusem. Výhodou této metody je jednoduchost a prakticky žádná mechanizace. Nevýhoda vyplývá z výhody, kterou je nulová mechanizace, což vede k nízké rychlosti provádění sanace. Dalším problémem může být nesouměrnost stěrky při manuálním nanášení. Tento problém eliminuje již zmíněná nástřiková metoda viz kapitola 6.4. [41]

Postup:

Provádění sanace zednickou metodou začíná očištěním stěn a dna šachty tlakovou tryskou. Odstranění stávajících stupadel nebo žebříku a zatmelí se spáry trhliny. Poté se stěny kanalizační šachty opatří penetračním nátěrem. Nyní je možné nanést sanační stěrku. Po zaschnutí stěrky se zabudují nová stupadla s polyetylenovým povlakem. Provede se vizuální prohlídka kvality stěrky a pevnosti stupadel. Pokud je vše v pořádku je sanace ukončena. [41]

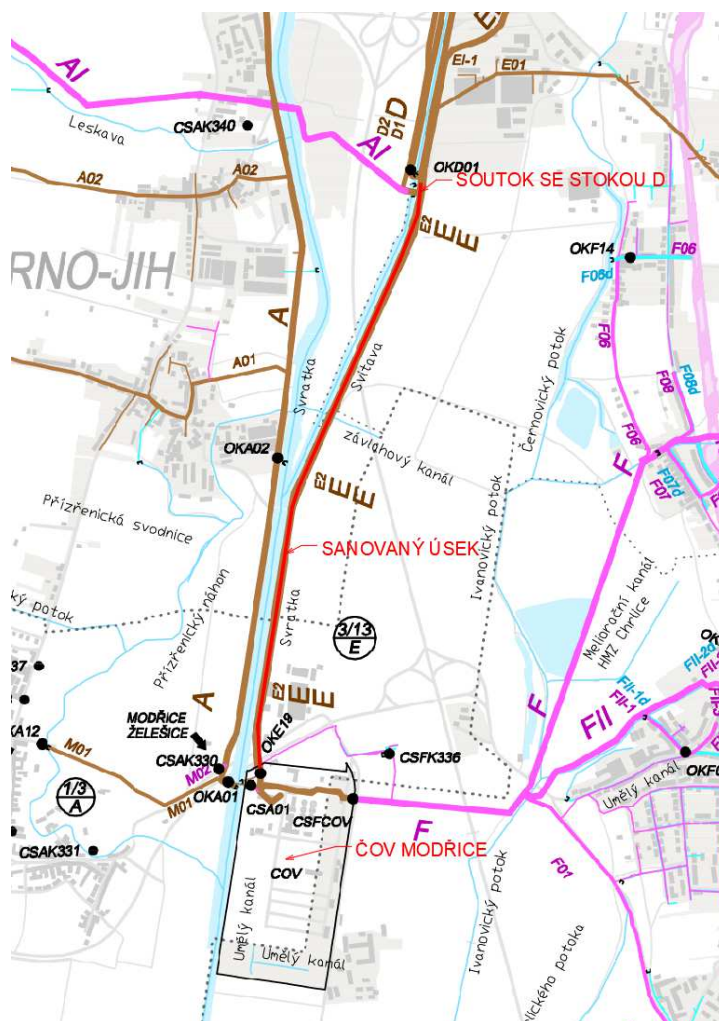


Obr. 6.7. Vlevo – šachta před nanesením stěrky; vpravo – dokončená stěrka [41]

7 MOŽNOSTI ŘEŠENÍ SANACE ÚSEKU BRNĚNSKÉ STOKY E

7.1 POPIS LOKALITY

Úsek sanace kmenové stoky E se nachází částečně v brněnské městské čtvrti Dolní Heršpice v okrese Brno-město a v okolí města Modřice v okrese Brno-venkov. Provozovatelem stokové sítě ve městě Brně je společnost Brněnské vodárny a kanalizace, a. s. Úsek je dlouhý cca 4 km a začíná u ČOV Modřice a končí soutokem se stokou D.



Obr. 7.1. Situace s červeně vyznačeným úsekem opravy

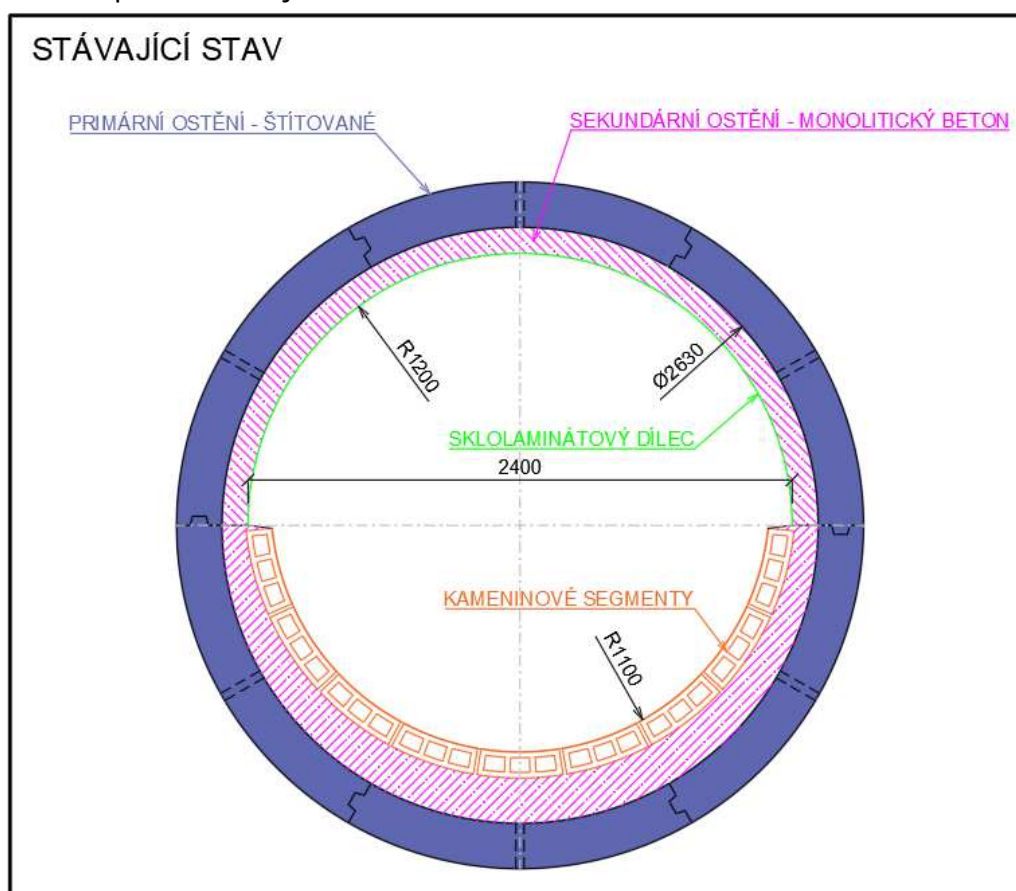
7.2 STÁVAJÍCÍ STAV POTRUBÍ

Stoka E má v úseku určeném k opravě dvě větve. Jejich konstrukce je ovšem rozdílná z důvodu jejich rozdílnému způsobu výstavby. Jedna větev vznikla

bezvýkopově štítováním a má kombinovaný průřez DN 2400/2200. Druhá větev vznikla pokládkou železobetonových trub do výkupu, tudíž se bude jednat o sanaci železobetonových trub DN 2200. Dle průzkumu byl zjištěn výskyt biogenní síranové koroze, která zhoršila kvalitu ostění obou vedení. Tím pádem se provozovatel stokové sítě rozhodl pro sanaci celého úseku. Provozovatel musí vybrat variantu sanace, která zaručí dlouhodobou bezporuchovost u takto významného úseku kmenové stoky před ČOV Modřice.

7.3 SANACE ŠTÍTOVANÉ STOKY DN 2400/2200

Tato stoka se skládá z více vrstev. Vnější vrstva, která je v kontaktu s okolní zemínou, je prstenec tvořený 6-ti prefabrikáty s šířkou 0,5 m a tloušťkou 0,2 m. Další vrstvou je monolitický beton o tloušťce 0,115 m v horní polovině průřezu a 0,2 m v dolní polovině průřezu. Horní polovina průřezu je z vnitřní strany opatřena půleným sklolaminátovým dílcem o průměru 2,4 m (DN 2400). Spodní polovina průřezu je tvořena kameninovými segmenty o tloušťce 0,115 m. Průměr ve spodní části je 2,2 m (DN 2200).

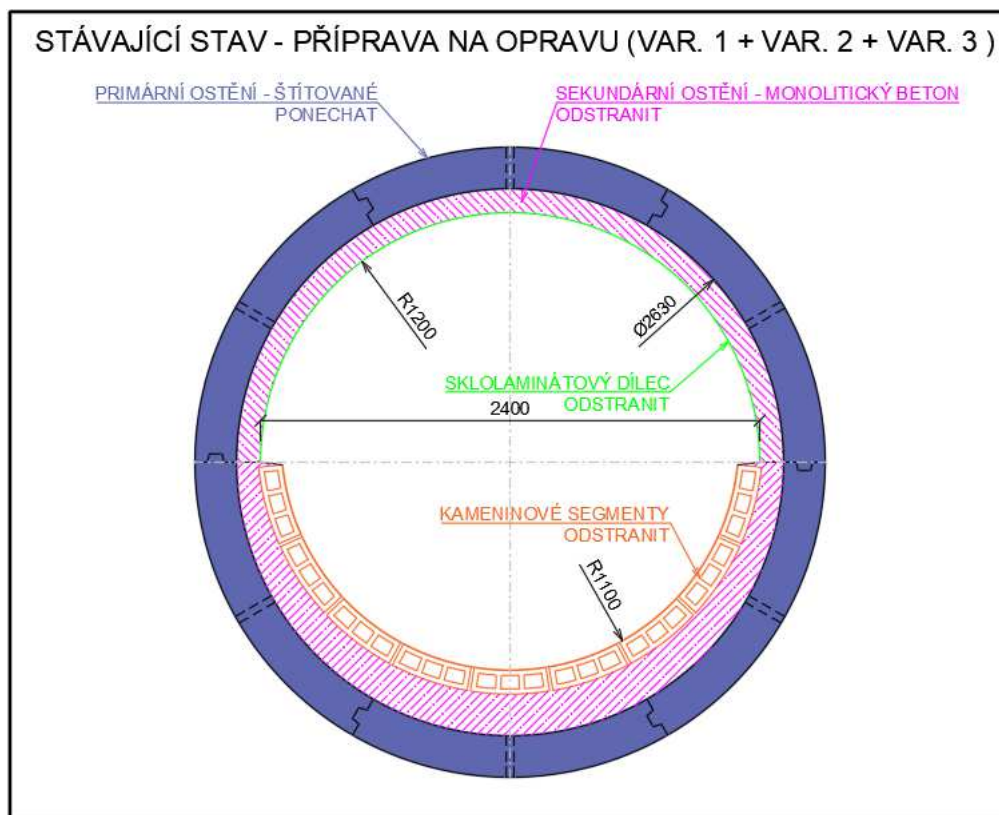


Obr. 7.2. Schéma stávajícího stavu štítované stoky DN 2400/2200

Varianta 1 spočívá v instalaci půlené polymerbetonové trouby do spodní poloviny průřezu a vytvoření monolitického ostění v horní polovině průřezu. U varianty 2 dojde k záměně výstelky ve spodní polovině průřezu za čedičové prvky a horní polovina je opět řešena monolitickým betonem. Varianta 3 spočívá ve vyskládání celého obvodu průřezu polymerbetonovými segmenty. Zmíněné varianty budou podrobněji popsány v následujících kapitolách. Před samotnou sanací je nutné provést přípravné práce na štítované stoce, kvůli dosažení správných výsledků sanace. Pro varianty 1, 2 a 3 je způsob přípravy stejný. Jedná se vždy o kompletní odstranění všech stávajících prvků ostění až po primární ostění.

Technologický postup přípravy sanace pro varianty 1 až 3:

- odstranit sklolaminátový dílec;
- vybourat kameninové segmenty;
- vybourat sekundární ostění z monolitického betonu;
- primární ostění z prefabrikátů ponechat – v průběhu prací kontrolovat stabilitu, případně okamžitá stabilizace;
- v případě netěsnosti primárního ostění – oprava injektáží.



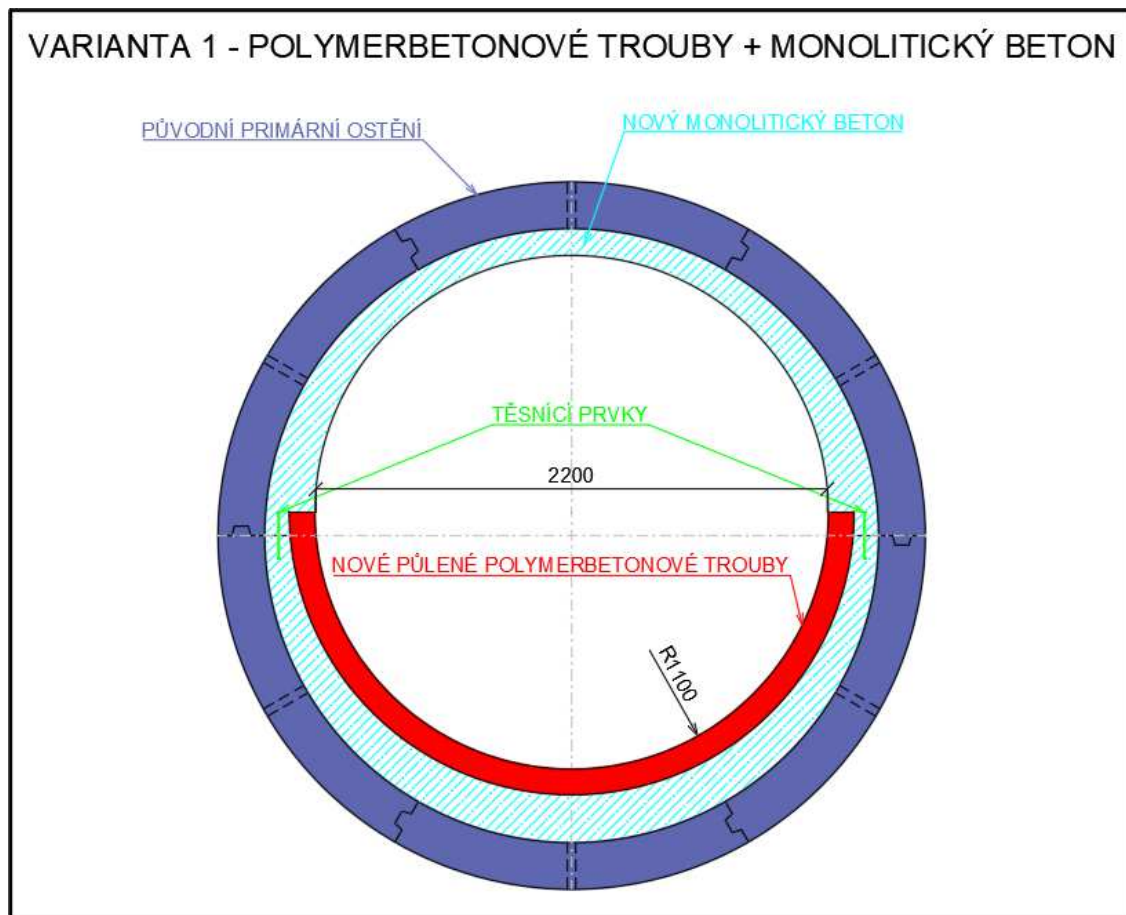
Obr. 7.3. Schéma přípravy na sanaci štítované stoky DN 2400/2200 pro varianty 1-3

7.3.1 Varianta 1 - polymerbetonové půlené trouby + monolitický beton

Po provedení přípravných prací, kdy bude odhaleno primární ostění, se přejde k samotné sanaci úseku. Jako varianta 1 byla zvolena metoda instalace výstelky dolní poloviny průřezu půlenou polymerbetonovou troubou a vytvoření betonového monolitického ostění v horní polovině průřezu. Tato kombinace sjednotí průměry průřezů na DN 2200. Metoda instalace polymerbetonového dna byla popsána v kapitole 5.4.3. Metoda vytvoření ostění z monolitického betonu byla popsána v kapitole 5.4.2. Použitý beton pro opětovné vytvoření sekundárního ostění musí splňovat veškeré požadavky na použití v chemicky agresivním prostředí, kterým prostor kanalizace je.

Technologický postup varianty 1:

- očištění povrchu primárního ostění;
- instalace bednění do dolní poloviny průřezu pro vytvoření sekundárního ostění – musí být zohledněna následná instalace půlené polymerbetonové trouby;
- vybetonování sekundárního ostění v dolní polovině průřezu;
- instalace těsnícího prvku na levou a pravou stranu sekundárního ostění – z důvodu technologie betonování;
- po vytvrnutí betonu sekundárního ostění se povrch opatří cementovým pojivem;
- instalace půlené polymerbetonové trouby na cementové pojivo;
- přesun bednění do horní poloviny průřezu;
- vybetonování sekundárního ostění v horní polovině průřezu;
- po vytvrzení všech prvků vizuální kontrola a provedení zkoušky těsnosti;
- pokud úsek vyhoví vizuální kontrole a zkoušce těsnosti může se přejít na další část;
- pokud úsek nevyhoví kontrole a zkoušce – nalezení chyby a její napravení;
- opětovné provedení kontroly zkoušky těsnosti – po splnění se může přejít na sanaci další části.



Obr. 7.4. Schéma varianty 1 sanace štítované stoky DN 2400/2200 – DN 2200

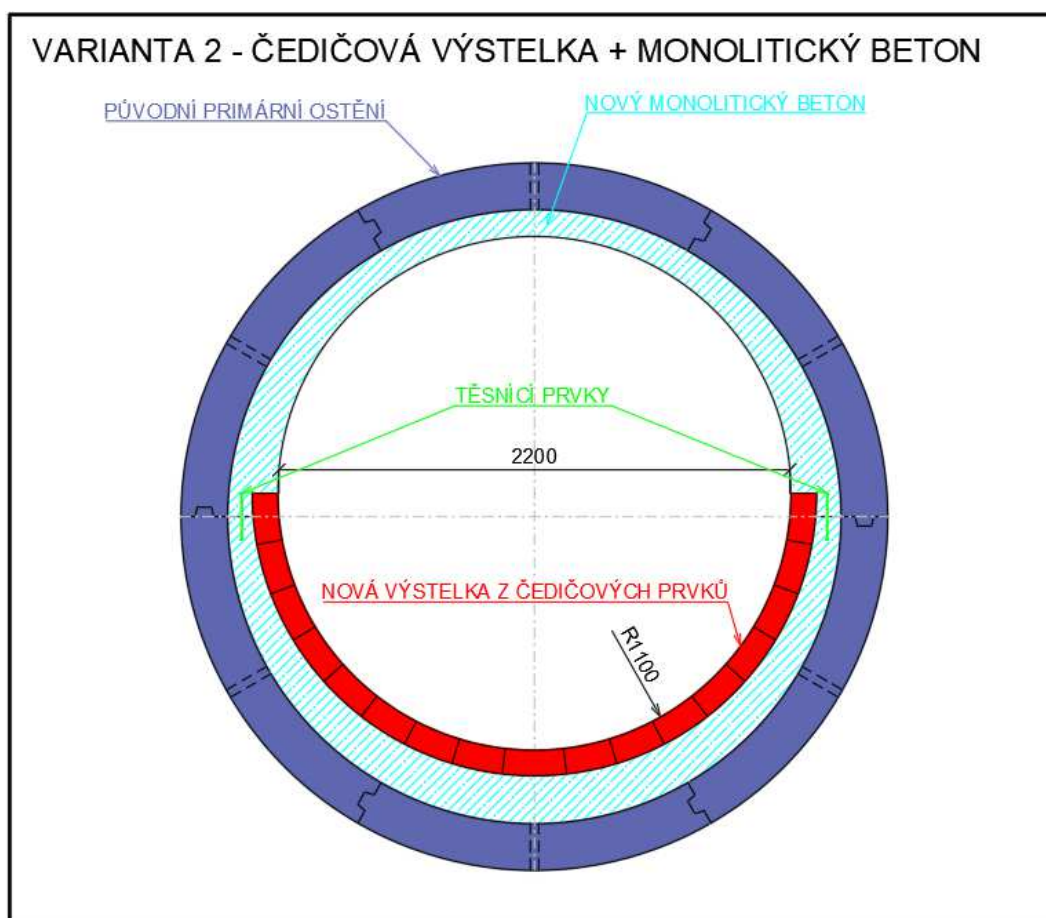
7.3.2 Varianta 2 – čedičová výstelka + monolitický beton

Tato varianta je podobná variantě 1, přičemž rozdílem je záměna půlené polymerbetonové trouby za čedičové prvky. Horní polovina průřezu bude opět opatřena sekundárním ostěním z monolitického betonu. I zde dojde ke sjednocení průměru celku na DN 2200. Metoda sanace dna čedičovou výstelkou je popsána v kapitole 5.4.3. Metoda vytvoření ostění z monolitického betonu byla popsána v kapitole 5.4.2. Použitý beton pro opětovné vytvoření sekundárního ostění musí splňovat veškeré požadavky na použití v chemicky agresivním prostředí.

Technologický postup varianty 2:

- očištění povrchu primárního ostění;
- instalace bednění do dolní poloviny průřezu pro vytvoření sekundárního ostění – musí být zohledněna následná instalace čedičových prvků;

- vybetonování sekundárního ostění v dolní polovině průřezu;
- instalace těsnícího prvku na levou a pravou stranu sekundárního ostění – z důvodu technologie betonování;
- po vytvrzení betonu sekundárního ostění se povrch opatří cementovým pojivem;
- instalace čedičových prvků na cementové pojivo;
- vyspárování prostoru mezi jednotlivými prvky;
- přesun bednění do horní poloviny průřezu;
- vybetonování sekundárního ostění v horní polovině průřezu;
- po vytvrzení všech prvků vizuální kontrola a provedení zkoušky těsnosti;
- pokud úsek vyhoví vizuální kontrole a zkoušce těsnosti může se přejít na další část;
- pokud úsek nevyhoví kontrole a zkoušce – nalezení chyby a její napravení;
- opětovné provedení kontroly zkoušky těsnosti – po splnění se může přejít na sanaci další části.



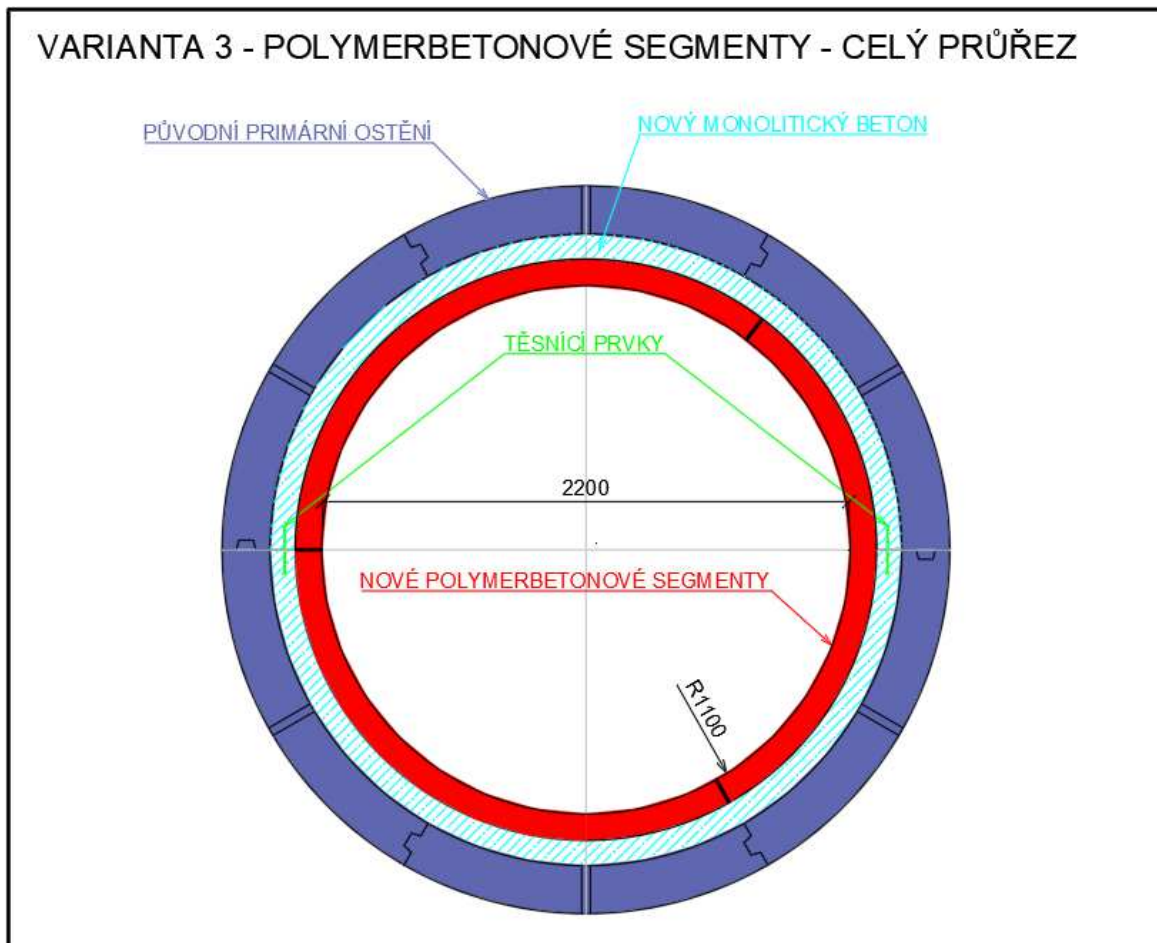
Obr. 7.5. Schéma varianty 2 sanace štítované stoky DN 2400/2200 – DN 2200

7.3.3 Varianta 3 – polymerbetonová výstelka celého průřezu

Varianta 3 spočívá v instalaci výstelky celého průřezu. U této metody se provede obetonování celého průřezu a následná instalace polymerbetonových segmentů. Segmenty jsou celkově 3 na celý průměr. Průměr stoky se také sjednotí na DN 2200. Instalace polymerbetonových segmentů celého průřezu je popsána v kapitole 5.4.4. Materiál segmentů je detailně rozebrán v kapitole 3.2.

Technologický postup varianty 3:

- očištění povrchu primárního ostění;
- instalace bednění do dolní poloviny průřezu pro vytvoření sekundárního ostění;
- vybetonování sekundárního ostění v dolní polovině průřezu;
- instalace těsnícího prvku na levou a pravou stranu sekundárního ostění – z důvodu technologie betonování;
- po vytvrnutí betonu sekundárního ostění se přesune bednění do horní poloviny průřezu;
- vybetonování sekundárního ostění v horní polovině průřezu;
- dopravení segmentů do opravovaného úseku;
- opatření sekundárního ostění cementovým pojivem;
- osazení dnového dílu;
- osazení bočního dílu;
- osazení stropního dílu;
- po vytvrzení cementového pojiva vizuální kontrola a provedení zkoušky těsnosti;
- pokud úsek vyhoví vizuální kontrole a zkoušce těsnosti může se přejít na další část;
- pokud úsek nevyhoví kontrole a zkoušce – nalezení chyby a její napravení;
- opětovné provedení kontroly zkoušky těsnosti – po splnění se může přejít na sanaci další části.



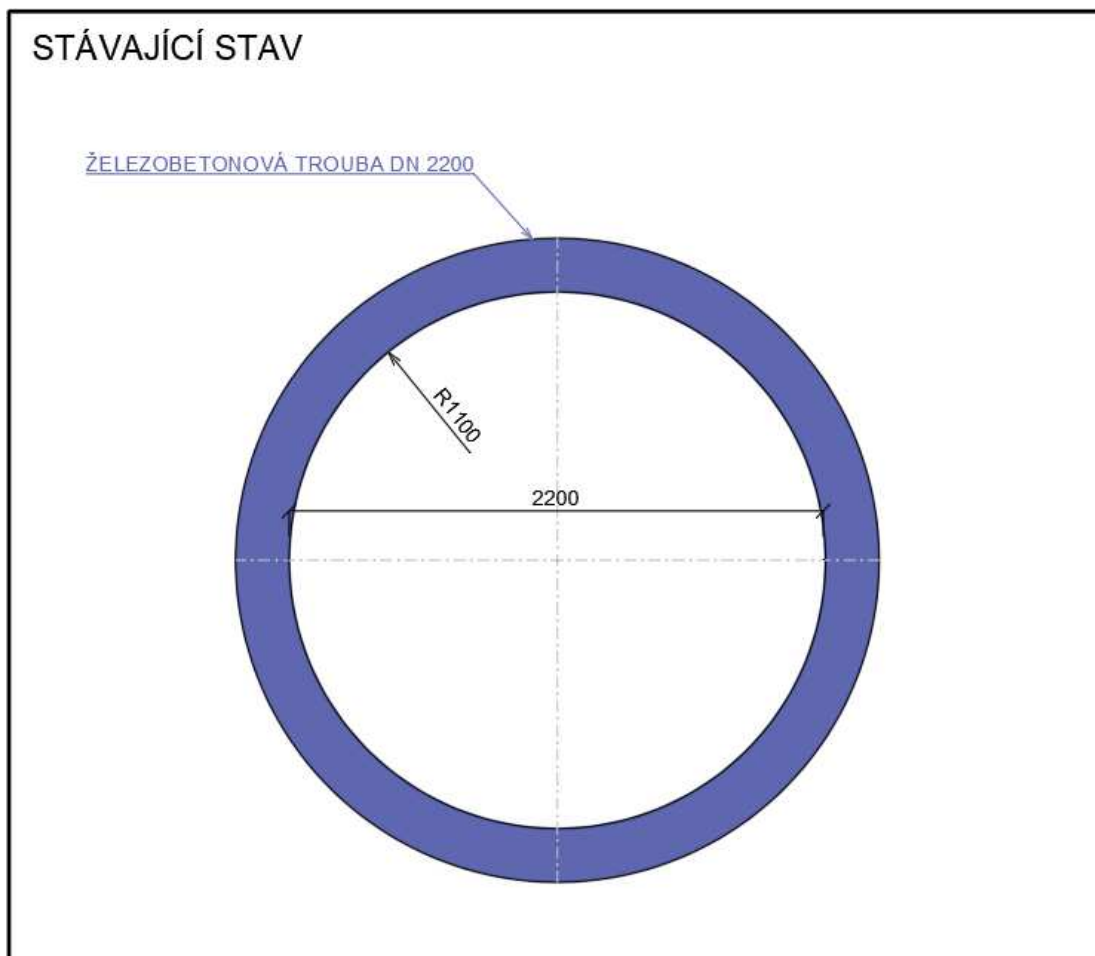
Obr. 7.6. Schéma varianty 3 sanace štítované stoky DN 2400/2200 – DN 2200

7.4 SANACE STOKY Z ŽELEZOBETONOVÝCH TRUB DN 2200

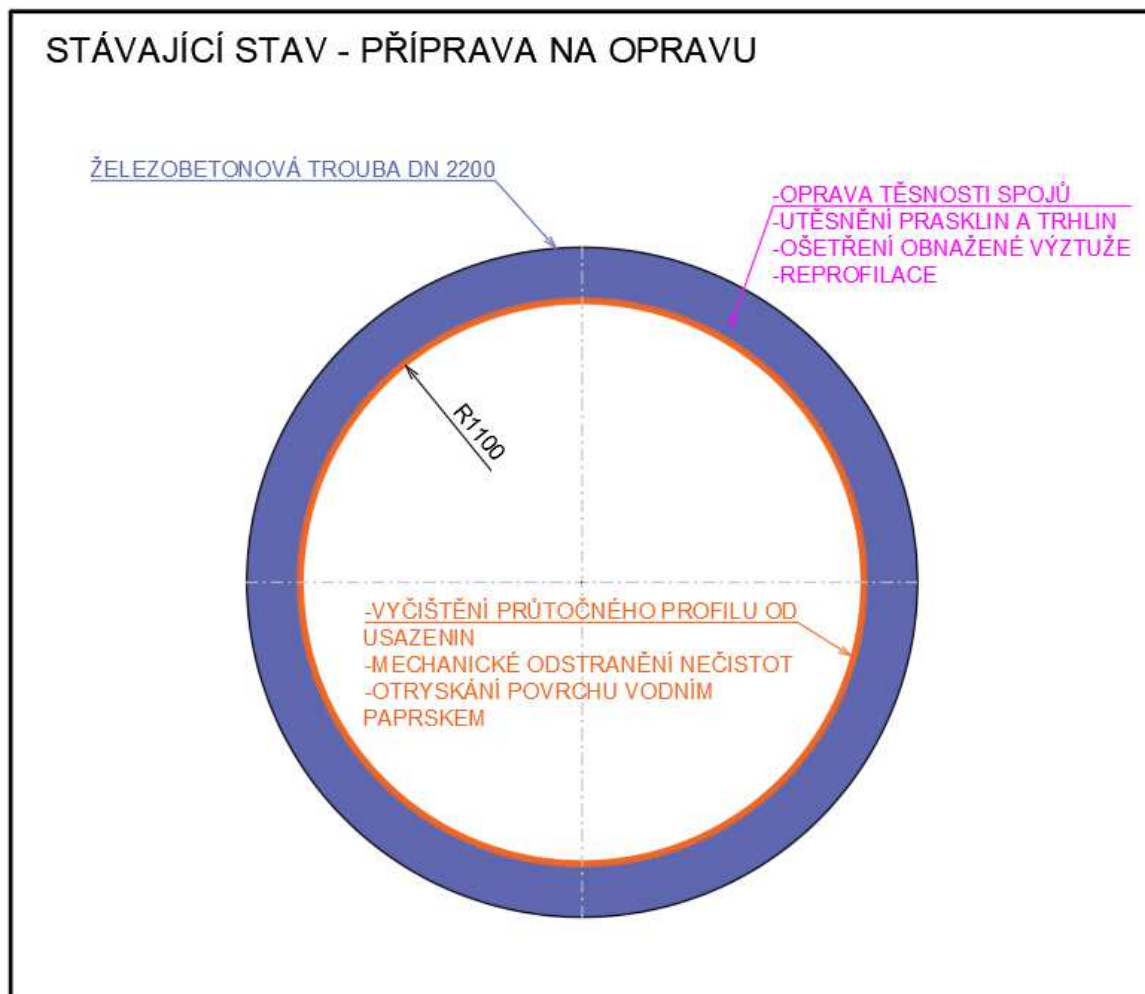
Tato stoka pravděpodobně vznikla klasicky pokládkou do otevřeného výkupu, tudíž se jedná o sanaci železobetonových trub DN 2200. Trouba není opatřena výstelkou ani jinými ochrannými prostředky. Jako varianta 1 bude provedena oprava vytvořením ostění pomocí mokrého nástřiku. Varianta 2 je oprava pomocí inverzního rukávce. Obě varianty budou detailně popsány v následujících kapitolách.

Technologický postup přípravy sanace varianty 1 a 2:

- vyčištění průtočného profilu od usazenin a překážek;
- mechanické odstranění nečistot;
- otryskání povrchu vodním paprskem;
- opravení těsnosti spojů;
- utěsnění prasklin a trhlin, reprofilace.



Obr. 7.7. Schéma stávajícího stavu stoky z železobetonových trub DN 2200



Obr. 7.8. Schéma přípravy na sanaci stoky z železobetonových trub DN 2200

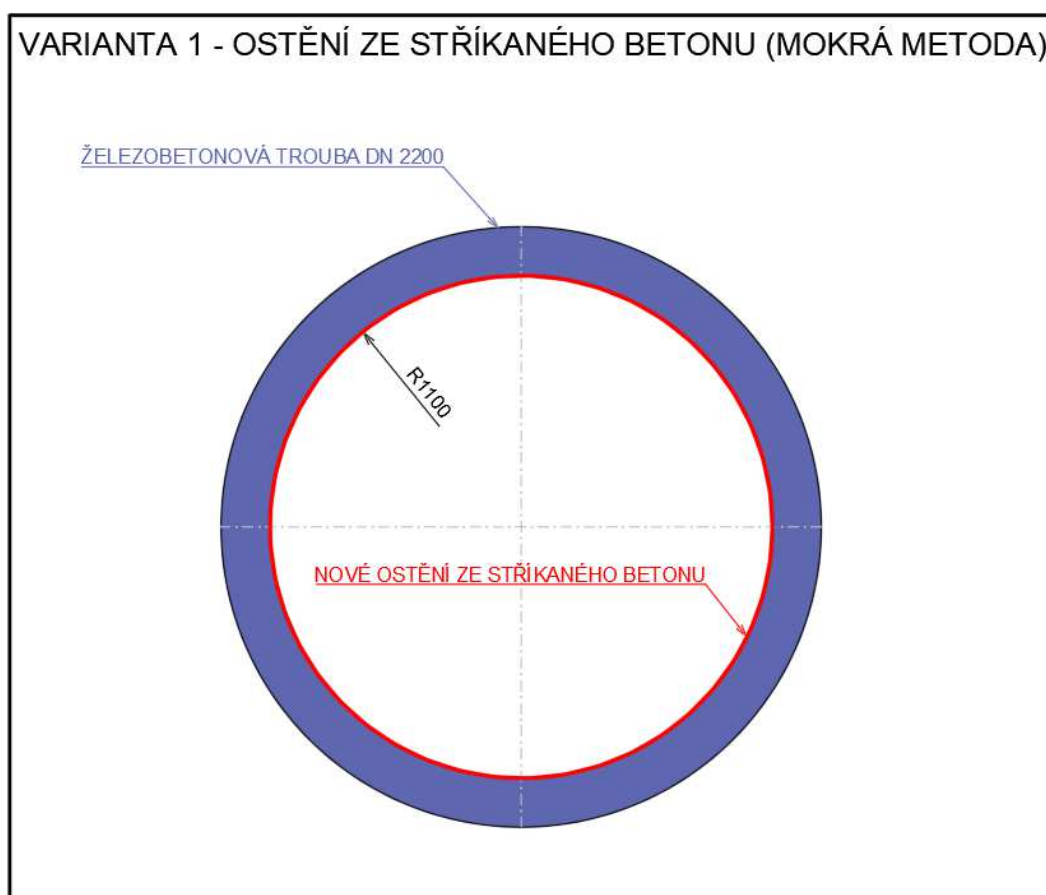
7.4.1 Varianta 1 - ostění ze stříkaného betonu

Po provedení přípravy na opravu železobetonové kanalizační trouby DN2200 se přejde na samotnou sanaci, která bude provedena pomocí metody stříkaného ostění z betonu. Tato metoda byla detailně popsána v kapitole 5.4.1. Ostění bude na očištěný vnitřní povrch kanalizační trouby nanášeno mokrým způsobem.

Technologický postup varianty 1:

- příprava betonové směsi na území staveniště na povrchu;
- zavedení hadice na dopravu betonové směsi na místo nanášení nástřiku;
- nanášení betonové směsi pomocí trysky pracovníkem na vnitřní ostění kanalizační trouby;
- uhlazení povrchu pro vytvoření hladkého vzhledu;

- zajištění stálého prostředí v úseku s nástřikem uzavřením obou konců potrubí plachtou – důležité pro zajištění kvality nové;
- po vytvrzení betonového ostění vizuální kontrola a provedení zkoušky těsnost;
- pokud úsek vyhoví vizuální kontrole a zkoušce těsnosti může se přejít na další část;
- pokud úsek nevyhoví kontrole a zkoušce – nalezení chyby a její napravení;
- opětovné provedení kontroly zkoušky těsnosti – po splnění se může přejít na sanaci další části.



Obr. 7.9. Schéma varianty 1 sanace stoky z železobetonových trub DN 2200

7.4.2 Varianta 2 – oprava pomocí inverzního rukávce

Varianta 2 sanace železobetonové kanalizační trouby DN 2200 bude provedena pomocí inverzního rukávce. Tato metoda byla detailně popsána v kapitole 4.2.3. Konkrétní metoda provádění a použité materiály inverzního rukávce se může dle stavebníka lišit.

Technologický postup varianty 2:

- zatažení pryskyřicí napuštěného textilního rukávce inverzním způsobem do sanovaného úseku;
- urovnání rukávce do správné pozice;
- natlakování rukávce pomocí vzduchu nebo tlakové vody pro správné přilnutí k vnitřnímu povrchu trouby;
- vytvrzení pomocí horké páry, vody nebo pomocí UV zářičů;
- po vytvrzení pryskyřice vizuální kontrola a provedení zkoušky těsnost;
- pokud úsek vyhoví vizuální kontrole a zkoušce těsnosti může se přejít na další část;
- pokud úsek nevyhoví kontrole a zkoušce – nalezení chyby a její napravení;
- opětovné provedení kontroly zkoušky těsnosti – po splnění se může přejít na sanaci další části.



Obr. 7.10. Schéma varianty 2 sanace stoky z železobetonových trub DN 2200

7.5 SHRnutí

Porovnání variant sanace štítované stoky a stoky z železobetonových trub je popsáno v následující tabulce.

SANACE ŠTÍTOVANÉ STOKY DN 2400/2200		
VARIANTY	VÝHODY	NEVÝHODY
1	<ul style="list-style-type: none"> • absence zbytečných spojů • snadná doprava půlených trub • rychlost instalace 	<ul style="list-style-type: none"> • opětovné ohrožení biogenní síranovou korozí • neznámá skutečná životnost polymerbetonu • složitost vytváření monolitického betonu
2	<ul style="list-style-type: none"> • spolehlivost čediče • životnost čediče 	<ul style="list-style-type: none"> • spárování čedičových prvků • velké množství čedičových prvků • delší doba provádění • složitost vytváření stropního betonu • opětovné ohrožení biogenní síranovou korozí
3	<ul style="list-style-type: none"> • přesný systém segmentů • zamezení poškození biogenní síranovou korozí • snadná doprava segmentů 	<ul style="list-style-type: none"> • velké množství segmentů • neznámá skutečná životnost polymerbetonu
SANACE ŽELEZOBETONOVÉ STOKY DN 2200		
VARIANTY	VÝHODY	NEVÝHODY
1	<ul style="list-style-type: none"> • možnost modifikace nástřiku; • jednoduchost technologie 	<ul style="list-style-type: none"> • odrážení betonové směsi od stěny (ztráta cca 13 % materiálu) • delší doba provádění • možnost vzniku nerovnoměrného ostění • opětovné ohrožení biogenní síranovou korozí • doprava záměsové vody
2	<ul style="list-style-type: none"> • spojení sanačního rukávce s vnitřním povrchem trouby • vytvoření monolitického potrubí • hydraulické vlastnosti 	<ul style="list-style-type: none"> • složitost technologie • velké množství vytvrzovacích prostředků • závislost na počasí • dokonalá čistota a rovnost povrchu

Zvolení metody sanace obou stok je na provozovateli kanalizační sítě, který musí brát ohledy na cenu varianty; vlastní zkušenosti s metodou nebo materiálem; reference metody a firmy, která opravu provádí.

Velmi důležitou položkou je cena varianty, která není zohledněna v tabulce výhod a nevýhod. Ekonomické řešení jednotlivých variant nebylo cílem práce. Odhad ceny za běžný metr je zavádějící, protože opravovaný úsek je dlouhý 4 km a v celkové ceně se tak může objevit množstevní sleva za velké množství potřebného materiálu.

Zkušenost provozovatele s metodou nebo materiálem je dalším faktorem, který se při výběru varianty musí zohlednit. Provozovatel se raději přikloní

k metodě nebo materiálu, který momentálně používá nebo používal na opravy a má s nimi dobré zkušenosti. Materiály používané pro stokovou síť ve městě Brně jsou zakotveny v Městských standardech pro kanalizační zařízení, které vydává Magistrát města Brna. V případě opravy stoky s nestandardně velkým průměrem (DN 2200) je po dohodě mezi projektantem a provozovatelem možné při výběru použitého materiálu udělat výjimku, při které budou ovšem dodrženy veškeré požadavky na bezpečnost, spolehlivost a odolnost kanalizace.

Provozovatel při výběru vhodné varianty přihlíží ke zkušenostem a referencím stavební firmy, která bude opravu provádět. Stavební firma by měla být činná v oboru sanace kanalizace velkých rozměru a měla by mít dlouhodobé zkušenosti a kladné reference. Ku příkladu firma, která se věnovala sanacím kanalizací před 5 lety nemusí být seznámena se stávajícími materiály a technologií, což by mohlo vést k nízké kvalitě provedené sanace.

Pro opravu štítované stoky DN 2400/2200 bych zvolil variantu 1. Tato varianta dle mého názoru poskytuje nejlepší výčet kladných vlastností pro použití při takto rozsáhlé opravě. V dolní polovině průřezu dojde k výraznému zlepšení hydrauliky a těsnosti díky výstelce pomocí pùlené polymerbetonové trouby. V horní polovině průřezu dojde k vytvoření nového ostění z betonu, které zlepší vlastnosti ve stropní části, ale zároveň se jedná o dostupnou a relativně levnou technologii. Po osobní návštěvě bylo zjištěno, že se jedná o variantu, která je v současné době na vybraném úseku prováděna.

Pro opravu stoky z železobetonových trub DN 2200 bych zvolil variantu 1. Jedná se o metodu, která je jednoduchá, ale zároveň účinná. Také jsou s touto metodou zkušenosti při opravách stok velkého rozměru oproti metodě inverzního rukávce. Přestože lze použít metodu výstelky pomocí inverzního rukávce pro troubu DN 2200, tak se tato metoda používá spíše u oprav menších průřezů. Průměr trouby 2,2 m je už na hraně možností této technologie, což by mohlo vést k problémům při provádění sanace a následném provozu.

8 ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo seznámení s dostupnými metodami sanace betonové kanalizace včetně šachet bezvýkopovou technologií a následná aplikace těchto metod na vybraném úseku stokové sítě.

Kapitola 3 byla zaměřena na používané materiály na stokové síti. Jednotlivé materiály zde byly podrobně rozebrány. Stručně se zde hovoří o kanalizačních šachtách. Dále jsou zde popsány způsoby čištění stokové sítě a způsoby zjišťování stavebně-technického stavu, které předchází samotné sanaci. Na závěr této části je popsána problematika výskytu biogenní síranové koroze v betonovém potrubí, která výrazně přispívá k narušení správného fungování stokové sítě.

V kapitolách 4 a 5 jsou rozebrány jednotlivé metody sanace kanalizace bezvýkopovou technologií. Kapitola 4 se zabývá neprůleznými průřezy. Kapitola 5 se zaměřuje na průlezná a průchozí průřezy. Velikost průřezu kanalizační trouby je při výběru sanační metody stěžejní, protože některé technologie jsou omezeny právě touto vlastností průřezu. V obou kapitolách je u každé metody uveden princip a postup provádění. Z jejich principu a postupu jsou potom odvozeny výhody a nevýhody jednotlivých metod. Tento soupis neobsahuje všechny sanační metody, které existují, protože se tento trh neustále mění a objevují se stále nové metody a materiály. Proto jsou zde popsány pouze technologie, které se už na trhu vyskytují nějakou dobu a v praxi se opravdu používají.

V 6. kapitole je čtenář seznámen s metodami sanace kanalizačních šachet. Je zde popsán princip a postup každé metody.

V 7. a zároveň poslední kapitole jsou metody popsané v přechozích částech aplikovány při sanaci vybraného úseku stoky. Tento úsek se nachází na stoce E, která je v daném rozsahu tvořena dvěma větvemi. V obou větvích se vyskytla biogenní síranová koroze a provozovatel stokové sítě Brněnské vodárny a kanalizace, a.s. se rozhodl pro její opravu. Pro obě větve bylo vytvořeno více variant sanace, které mají za úkol celkové zlepšení funkčních vlastností potrubí. Mezi variantami rozhoduje provozovatel stokové sítě, který musí dle vlastních zkušeností a referencí různých metod rozhodnout o nejlepší variantě.

Volbu varianty ovlivňují zmíněné zkušenosti s metodou sanace a použitými materiály, ale také cena, která ovšem nebyla předmětem práce. Ve výsledném porovnání variant opravy proto cena nebyla brána v potaz, jelikož není pro stavbu takového rozsahu zjistitelná. Dle svého odhadu jsem doporučil varianty, které budou pro provozovatele výhodné jak z hlediska výhledové trvanlivosti, tak z hlediska složitosti technologického postupu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] HLAVÍNEK, Petr, Petr HLUŠTÍK a Radim MIFEK. *Stokování a čištění odpadních vod: Modul 1, STOKOVÁNÍ*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006. ISBN 80-214-2535-0.
- [2] BERÁNEK A KOL., Josef. *Inženýrské sítě*. Akademické nakladatelství CERM, 2005.
- [3] *Katalog kanalizace: Prvky pro podzemní sítě a kanalizace* [online]. Brno: Prefa Brno [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: https://www.prefa.cz/wp-content/uploads/2020/04/PREFA-BRNO_Katalog_KANALIZACE_WEB.pdf
- [4] *Kanalizace z čediče* [online]. Eutit [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: https://www.eutit.cz/files/ke_stazeni/kanaly.pdf
- [5] STEIN, Dietrich. *Rehabilitation and Maintenance of Drains and Sewers*. Berlín: Ernst & Sohn Verlag, 2004. ISBN 3433013160.
- [6] *Hyliner AKS HDPE Lining: Technical Guide* [online]. Hydns pipe systems [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://www.hynds.co.nz/wp-content/uploads/D1.12-Hyliner-AKS-HDPE-Lining.pdf>
- [7] RACLAVSKÝ, J.; TUHOVČÁK, L.; MALANÍK, S. *Rekonstrukce vodohospodářských sítí*. Rekonstrukce vodohospodářských sítí. 1. Brno: VUT v Brně, FAST, 2006.
- [8] *Why Trenchless?* [online]. The International Society for Trenchless Technology [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://www.istt.com/index/why-trenchless>
- [9] KLEPSATEL, František a Jaroslav RACLAVSKÝ. *Bezvýkopová výstavba a obnova podzemních vedení*. 1. Bratislava: Jaga, 2007. ISBN 978-80-8076-053-3.
- [10] *Katalog meyer-POLYCRETE* [online]. HECKL [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://polycrete.cz/HECKL-meyer-POLYCRETE.pdf>
- [11] ZHU, He, Tianyu WANG, Yichao WANG a Victor C. LI. *Trenchless rehabilitation for concrete pipelines of water infrastructure: A review from the structural perspective, Cement and Concrete Composites*. Kidlington: Elsevier, 2021. ISBN 0958-9465.
- [12] *Hydrogen sulfide* [online]. Network Meteorology [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://www.meteorologiaenred.com/en/sulfuro-de-hidrogeno.html>

- [13] *Patch lining* [online]. NRC [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://nrcc.com/services/drainage/patch-lining/>
- [14] *Short liner packer* [online]. I.S.T. Innovative Sewer Technologies [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://ist-web.com/en/short-liner-packer/>
- [15] *Sanipor* [online]. Sanipor - Solutions & Services [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <http://www.sanipor.com/en/>
- [16] DOWNEY, Dec. Flood grouting tool solves inflow and infiltration problems. *WaterWorld* [online]. 2004 [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://www.waterworld.com/wastewater/article/16200751/flood-grouting-tool-solves-inflow-and-infiltration-problems>
- [17] *Metoda cementace* [online]. BMH spol. [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://bmh.cz/sluzby/vodovody/cementace/>
- [18] *Technologie pro bezvýkopové sanace kanalizací* [online]. Rexcom [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://rexcom.cz/produkty/bezvykopove-opravy-kanalizaci/>
- [19] *Segmental pipe sliplining* [online]. Infra [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <http://infra-sa.pl/de/dienstleistungen/renovation/segmental-pipe-sliplining.html>
- [20] *Crawlers & camera adapter* [online]. SewerVision [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://sewervision.com/products/inspection/rovion/rovion-crawlers-camera-adapter/>
- [21] *The grouting process* [online]. ICGA [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://www.sewergrouting.com/process.html>
- [22] *KAWO Robot – pro odstranění poruch v trubních vedeních* [online]. Wombat [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://www.wombat.cz/kawo-robot-pro-odstraneni-poruch-v-trubnich-vedenich/>
- [23] NANAN, Krystal. What are the 7 steps involved in a standard sliplining procedure?. *Trenchlesspedia* [online]. 2019 [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://www.trenchlesspedia.com/what-are-the-7-steps-involved-in-a-standard-sliplining-procedure/7/4082>

- [24] *Compact pipe* [online]. Wombat [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://www.wombat.cz/compact-pipe/>
- [25] *Příručka Duktus: Potrubí z tvárné litiny pro bezvýkopové technologie* [online]. Duktus [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: http://duktus.cz/prospekt_dok/prirucka_bezvykop_tlg.pdf
- [26] *GRUNDOCRACK® PNEUMATIC PIPE BURSTING* [online]. TT Technologies [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://www.tttechnologies.com/products/grundocrack-pneumatic-pipe-bursting/#tab-id-5>
- [27] *WATERSTOP-RX® Expanding Concrete Joint Waterstop* [online]. CETCO [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://www.mineralstech.com/business-segments/performance-materials/cetco/building-materials/products/waterstops-expansion-joints/waterstop-rx>
- [28] *Mechanical Seals for Sewer Pipes & Manholes* [online]. Trelleborg Sealing Profiles Sweden [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://www.trelleborg.com/en/seals-and-profiles/products-and-solutions/pipe-rehabilitation/mechanical-seals/mechanical-seals-for-sewer-pipes>
- [29] FAURE, Les. Crystalline Concrete Waterproofing for Wastewater Applications. *WaterWorld* [online]. 2011 [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://www.waterworld.com/technologies/article/16192434/crystalline-concrete-waterproofing-for-wastewater-applications>
- [30] *Nové spadiště v pražských Ďáblicích* [online]. iMateriály, 2021 [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: https://www.imaterialy.cz/rubriky/informace-vyrobceu/nove-spadiste-v-prazskych-dablicich_48751.html
- [31] *Hydrophobic impregnation* [online]. Wacker [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://www.wacker.com/cms/en-us/products/applications/construction/hydrophobic-impregnation/hydrophobic-impregnation.html>

- [32] *Katalog Rohrtechnik International: Solutions for a clean environment* [online]. RTi [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://www.rti.eu/wp-content/uploads/2016/08/RTi-brochure-EN.pdf>
- [33] *POLYCRETE SEGMENTS* [online]. Meyer-Polycrete [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://www.yumpu.com/en/document/read/13851108/polycreter-segments>
- [34] *Sanace šachet Predl-Flexliner* [online]. Predl [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://www.predl.eu/cz/produkty/flexliner/>
- [35] *Flexliner transforms old manholes in new hemispheres* [online]. Predl [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: https://www.predl.eu/fileadmin/user_upload/predl/Dokumente_Tiefbau/Flexliner/Flexliner_Sanierung_Predl_ENG_aktuell__1_.pdf
- [36] *Sanace „šachta v šachtě“ - trvale udržitelné řešení* [online]. Rehau [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://www.rehau.com/cz-cs/sanace-sachty>
- [37] *Sanace kanálů* [online]. Steinzeug Keramo [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://www.steinzeug-keramo.com/cz-cz/nase-sluzby/sanace-kanalu/>
- [38] *Sanace revizních šachet maltami ERGELIT* [online]. HERMES TECHNOLOGIE [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://www.hermestechnologie.com/cz/sanacni-postupy/vystavba-a-sanace-kanalizaci/sanace-reviznich-sachet-maltami-ergelit.html>
- [39] *Rekonstrukce revizních šachet metodou Vertiliner* [online]. BMH spol. [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://bmh.cz/sluzby/revizni-sachty/vertiliner/>
- [40] *ENVIROX zná recept na dokonalou sanaci kanalizačních šachet* [online]. Stavební server [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://www.stavebniserver.com/zpravodajstvi/stavby/envirox-zna-recept-na-dokonalou-sanaci-kanalizacnich-sachet/>
- [41] *Rekonstrukce kanalizačních šachet zednickou metodou* [online]. BMH spol. [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://bmh.cz/sluzby/revizni-sachty/zednicka-metoda/>

[42] *Schachtmodernisierung* [online]. Rehau [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://www.rehau.com/de-de/schachtsanierung-tiefbau>

[43] *Manhole renovation with DURA.PORT* [online]. Steinzeug-Keramo [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://www.steinzeug-keramo.com/en-gb/products/sewer-renovation/sewer-and-manhole-renovation-with-durapc/manhole-renovation/>

[44] *Vertiliner - work steps* [online]. Vertiliner [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://en.vertiliner.com/vertiliner-work-steps>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 3.1. Betonové kanalizační trouby [3]	15
Obr. 3.2. Základní tvary průřezů trouby [1]	16
Obr. 3.3. Příklad výstelky z čedičových dlaždic [4]	17
Obr. 3.4. Příklad výstelky z kameninových dlaždic [5]	17
Obr. 3.5. Příklad výstelky pomocí plastové trouby [5]	18
Obr. 3.6. Polymerbetonová trouba POLYCRETE® s dračím profilem [10].....	20
Obr. 3.7. Schéma betonové kanalizační šachty [3]	21
Obr. 3.8. Polymerbetonová kanalizační šachta POLYCRETE® [10].....	22
Obr. 3.9. Příklad kamerového vozíku na průzkum stoky [20]	25
Obr. 3.10. Schéma síranové koroze v betonové kanalizaci [7]	26
Obr. 4.1. Zatažený packer v místě poruchy [21].....	28
Obr. 4.2. Injektáž [21].....	28
Obr. 4.3. Kanalizační robot frézuje přesazenou kanalizační přípojku [22]	29
Obr. 4.4. Výsledek zátopové injektáže z vnější strany [15].....	31
Obr. 4.5. Vnitřní povrch trouby po cementaci [17]	32
Obr. 4.6. Instalace rukávce pomocí inverzní jednotky [18]	33
Obr. 4.7. Schéma zatlačování trubních segmentů [19].....	36
Obr. 4.8. Schéma metody sliplining [5]	37
Obr. 4.9. Technologie Compact pipe [24]	39
Obr. 4.10. Schéma metody vytahování starých trub [25].....	41
Obr. 4.11. Schéma dynamického trhání potrubí [26]	43
Obr. 4.12. Detail pohyblivé trhačí hlavy [5].....	44
Obr. 4.13. Ukázka práce plnoprofilové frézy [5].....	46

Obr. 5.1. Řez trouby s manžetou ve spoji [28].....	49
Obr. 5.2. Aplikace ochranného povlaku nástřikem [30]	51
Obr. 5.3. Vlevo – beton bez ošetření; vpravo – beton ošetřený impregnací [31].....	52
Obr. 5.4. Pracovník provádějící injektáž cementové směsí za ostění trouby [32].....	54
Obr. 5.5. Provádění mokrého nástřiku betonového ostění [5].....	56
Obr. 5.6. Schéma monolitického betonového ostění [5].....	58
Obr. 5.7. Sklolaminátová výstelka dna [5].....	59
Obr. 5.8. Schéma instalace a dopravy polymerbetonových segmentů [33].....	61
Obr. 6.1. Plastová vložka dna Flexliner [34].....	63
Obr. 6.2. Instalace plastové šachty do stávající betonové šachty [42]	65
Obr. 6.3. Schéma vyložení šachty segmenty DURA.PORT [43]	66
Obr. 6.4. Vlevo – šachta před nástřikem; vpravo – dokončená sanace šachty [38]	67
Obr. 6.5. Pohled ze dna šachty na povrch sanované šachty rukávцем [44]	68
Obr. 6.6. Detail zainjektovaného spoje [40].....	70
Obr. 6.7. Vlevo – šachta před nanesením stěrky; vpravo – dokončená stěrka [41]	71
Obr. 7.1. Situace s červeně vyznačeným úsekem opravy.....	72
Obr. 7.2. Schéma stávajícího stavu štítované stoky DN 2400/2200	73
Obr. 7.3. Schéma přípravy na sanaci štítované stoky DN 2400/2200 pro varianty 1-3	74
Obr. 7.4. Schéma varianty 1 sanace štítované stoky DN 2400/2200 – DN 2200 ...	76
Obr. 7.5. Schéma varianty 2 sanace štítované stoky DN 2400/2200 – DN 2200 ...	77
Obr. 7.6. Schéma varianty 3 sanace štítované stoky DN 2400/2200 – DN 2200 ...	79
Obr. 7.7. Schéma stávajícího stavu stoky z železobetonových trub DN 2200	80

Obr. 7.8. Schéma přípravy na sanaci stoky z železobetonových trub DN 2200 81

Obr. 7.9. Schéma varianty 1 sanace stoky z železobetonových trub DN 2200 82

Obr. 7.10. Schéma varianty 2 sanace stoky z železobetonových trub DN 2200 ... 83

SUMMARY

The aim of the bachelor's thesis was to get acquainted with the available methods of remediation of concrete sewers, including shafts by trenchless technology and the subsequent application of these methods in a selected section of the sewerage system.

In this work, materials, sewer manholes, methods of cleaning and methods of determining the technical condition of sewerage and biogenic sulphate corrosion were analyzed. The main focus was on remediation methods, which were described in detail.

Finally, the methods described in the previous sections are applied during the remediation of a selected section of the sewer. This section is located on the sewer E, which is formed by two branches in the given extent. Biogenic sulphate corrosion occurred in both branches of the sewerage, and the operator of the sewerage network BVK, a.s. decided to fix it. Several rehabilitation variants have been created for both branches, which have the task of improving the overall functional properties of the pipeline. The sewer network operator decides between the variants, and must decide on the best variant according to his own experience and references of various methods. The choice of variant is influenced by the mentioned experience with the method of remediation and the materials used, but also by the price, which, however, was not the subject of the work. Therefore, the price was not taken into account in the final comparison of repair variants, as it is not ascertainable for the construction of such a scope. According to my estimate, I recommended variants which will be advantageous for the operator both in terms of future durability, so in terms of the complexity of the technological process.