



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ OBCÍ

INSTITUTE OF MUNICIPAL WATER MANAGEMENT

STAVEBNĚ-TECHNICKÝ STAV STOKOVÉ SÍTĚ

STRUCTURAL AND TECHNICAL CONDITION OF THE SEWER NETWORK

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Radim Šimek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. JAROSLAV RACLAVSKÝ, Ph.D.

BRNO 2017




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	Radim Šimek
NÁZEV	Stavebně-technický stav stokové sítě
VEDOUCÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE	doc. Ing. Jaroslav Raclavský, Ph.D.
DATUM ZADÁNÍ	30. 11. 2016
DATUM ODEVZDÁNÍ	26. 5. 2017

V Brně dne 30. 11. 2016


.....
doc. Ing. Ladislav Tuhovčák, CSc.
Vedoucí ústavu




.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

- [1] Pasportizační údaje a dostupné údaje o stokové síti vybrané části urbanizovaného celku jako podklad pro zpracování DP;
- [2] Příslušné legislativní a normativní podklady;
- [3] Klepsatel, F., Raclavský, J. Bezvýkopová výstavba a obnova podzemních vedení. Jaga group: Bratislava. 2007;
- [4] Stein, D. Der begehbare Leitungsgang. Ernst&Sohn: Berlin. 2002, ISBN 3-433-01263-X;
- [5] Stein, D. Grabenloser Leitungsbau. Ernst&Sohn: Berlin. 2003, ISBN 3-433-01778-6;
- [6] Stein, D., Niederehe, W. Instandhaltung von Kanalisationen. Berlin: Ernst & Sohn Verlag, 1992. s. 814. ISBN 3-433-01177-X;
- [7] Špalek, P., Raclavský, J. Sanace stok a kanalizačních přípojek. Praha: Hydroprojekt, 2000. s. 78
- [8] Vávra, I. 1995. Přednosti bezvýkopových technologií a důvody jejich dalšího rozvoje v České republice. Praha: CzSTT, 1995. s. 3 – 13;
- [9] Raclavský, J.: Sanace stokové sítě, Odvodnění urbanizovaných území – koncepční přístup, 20. kapitola, Noel 2000, ISBN 80-86020-39-8, str. 453-466;
- [10] časopisy NO-DIG, Nodig International;
- [11] materiály seminářů a konferencí NO-DIG;
- [12] další podklady dle pokynu vedoucího BP.

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ (ZADÁNÍ, CÍLE PRÁCE, POŽADOVANÉ VÝSTUPY)

Předmětem bakalářské práce bude zpracování nových poznatků a informací z oblasti vyhodnocování stavebně-technického stavu stokových sítí. Práce se bude skládat ze dvou částí. V první části bakalář provede rešerši z dané problematiky. V druhé části bakalář aplikuje získané poznatky na vybrané části stokové sítě.

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

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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


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

Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Bakalářská práce je zaměřena na vyhodnocení stavebně-technického stavu vybrané části stokové sítě. První část práce se zabývá problematikou z oblasti navrhování, průzkumu a metodiky vyhodnocení stavu stokových sítí a kanalizačních přípojek. V druhé části byl z kamerových záznamů proveden zápis zatřídění poruch dle kódovacího systému ČSN EN 13508-2. Jednotlivé šachty a úseky vybrané části stokové sítě byly ohodnoceny technickými ukazateli, pro které byl vyhodnocen celkový technický stav. Data byla zpracována v programu Microsoft Office Excel. Ze zjištěných výsledků vyplývá, že vybraný úsek stokové sítě je v kritickém stavu a měla by být realizována opatření na jeho řešení. V závěru práce jsou proto navrženy základní možnosti sanace.

ABSTRACT

The bachelor thesis is focused on the evaluation of the structural and technical condition of the selected part of the sewer network. The first part of the thesis deals with the problems of designing, exploration and methodology of evaluation of sewerage system and sewer connections. In the second part of the camera records were recorded failure classification according to the coding system ČSN EN 13508-2. The individual shafts and sections of the selected section of the sewer network were evaluated by technical indicators for which the overall technical condition was evaluated. The data was processed in Microsoft Office Excel. The results found show that the selected section of the sewerage network is in critical condition and measures should be taken to address it. At the end of the thesis there are proposed basic possibilities of rehabilitation.

KLÍČOVÁ SLOVA

Stavebně-technický stav, stoková síť, technický ukazatel, průzkum, metodiky vyhodnocení

KEYWORDS

Structural and technical condition, sewer network, technical indicators, survey, methodology of evaluation

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Radim Šimek *Stavebně-technický stav stokové sítě*. Brno, 2017. 74 s., 4 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí. Vedoucí práce doc. Ing. Jaroslav Raclavský, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

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

V Brně dne 14. 5. 2017

Radim Šimek
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval vedoucímu své bakalářské práce, doc. Ing. Jaroslavovi Raclavskému, Ph.D, za jeho cenné rady a čas, který mi věnoval při konzultacích. Dále bych rád poděkoval Ing. Jakubovi Lžičařovi, za poskytnutí kamerových záznamů a podkladů stávajícího stavu stokové sítě.

OBSAH

1	ÚVOD	10
2	SEZNAM PLATNÝCH NOREM A ZÁKONŮ	11
2.1	ZÁKONY A VYHLÁŠKY	11
2.2	NORMY	11
3	HISTORIE STOKOVÁNÍ NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY	12
3.1	HISTORICKÝ VÝVOJ PRAŽSKÉHO STOKOVÁNÍ	12
3.2	ODKANALIZOVÁNÍ MĚSTA BRNA	13
4	STOKOVÁ SÍŤ	13
4.1	STOKOVÉ SOUSTAVY	13
4.1.1	<i>Jednotná stoková soustava</i>	13
4.1.2	<i>Oddílná stoková soustava</i>	15
4.1.3	<i>Modifikovaná stoková soustava</i>	15
4.2	ZPŮSOB DOPRAVY ODPADNÍCH VOD	16
4.2.1	<i>Tradiční způsoby odkanalizování</i>	16
4.2.2	<i>Alternativní způsoby odkanalizování</i>	16
5	TVARY A ROZMĚRY STOK	18
5.1	TVARY STOK	18
5.2	ROZMĚRY STOK	18
6	MATERIÁLY STOKOVÝCH SÍTÍ	19
6.1	KAMENINOVÉ TROUBY	20
6.2	BETONOVÉ A ŽELEZOBETONOVÉ TROUBY	20
6.3	PLASTOVÉ TROUBY	21
6.4	SKLOLAMINÁTOVÉ TROUBY	21
6.5	PORUCHOVOST TRUBNÍCH MATERIÁLŮ	21
7	PRŮZKUM STOKOVÝCH SÍTÍ	22
7.1	ÚČELY PROHLÍDEK	23
7.1.1	<i>Systematické prohlídky</i>	23
7.1.2	<i>Přejímky nové kanalizace a oprav kanalizace</i>	23
7.1.3	<i>Prohlídky před ukončením záruky</i>	24
7.1.4	<i>Upřesnění polohy a rozsahu havárie</i>	24
7.1.5	<i>Průzkumy před zahájením investic jiných investorů</i>	24
7.1.6	<i>Kontrola vodotěsnosti kanalizace</i>	24
7.2	PŘÍPRAVA PRŮZKUMU STOK	25
8	PORUCHY A PŘÍČINY PORUCH NA STOKOVÉ SÍTI	25
8.1	KRITICKÁ MÍSTA KANALIZAČNÍ SÍTĚ	26
8.2	CHARAKTER PORUCH	26
8.3	DRUHY PORUCH A JEJICH ČETNOST	27

9	KONTROLA STAVU STOKOVÉ SÍTĚ	28
9.1	VIZUÁLNÍ TECHNOLOGIE	29
9.1.1	<i>Kamerové inspekční systémy - CCTV.....</i>	29
9.1.2	<i>Panoramo.....</i>	31
9.1.3	<i>Šachtová kamera.....</i>	32
9.2	FYZIKÁLNÍ TECHNOLOGIE.....	33
9.2.1	<i>Profiloměry.....</i>	33
9.2.2	<i>Nedestruktivní metody testování</i>	34
9.2.3	<i>Terénní měření</i>	35
9.2.4	<i>Kontrola v rámci celé sítě</i>	36
9.3	PROHLÍDKY A ZKOUŠKY VODOTĚSNOSTI.....	38
9.3.1	<i>Zkouška těsnosti vodou.....</i>	38
9.3.2	<i>Zkouška těsnosti vzduchem.....</i>	38
9.4	ČIŠTĚNÍ STOKOVÝCH SÍTÍ	39
10	POSOUZENÍ STAVU VENKOVNÍCH SYSTÉMŮ STOKOVÉ SÍTĚ	39
10.1	KÓDOVACÍ SYSTÉM STOK A KANALIZAČNÍCH PŘÍPOJEK.....	41
10.1.1	<i>Hlavní kódy.....</i>	41
10.1.2	<i>Charakterizace.....</i>	42
10.1.3	<i>Kvantifikace</i>	42
10.1.4	<i>Poloha na obvodu.....</i>	42
10.1.5	<i>Nejistoty a subjektivita v určování závad a kodifikaci</i>	43
11	METODIKA VYHODNOCENÍ TECHNICKÉHO STAVU STOKOVÉ SÍTĚ	43
11.1	KLASIFIKACE A VYHODNOCENÍ INSPEKČNÍ PROHLÍDKY.....	44
11.2	METODIKA HODNOCENÍ TECHNICKÉHO STAVU.....	44
11.2.1	<i>Technické ukazatele pro hodnocení technického stavu stokové sítě a kanalizačních přípojek.....</i>	45
11.2.2	<i>Postup zařídění ukazatelů do kategorií a souhrnné technické hodnocení</i>	46
11.2.3	<i>Technické ukazatele pro hodnocení technického stavu šachty.....</i>	47
11.2.4	<i>Hodnocení technického stavu kanalizačních šachet.....</i>	47
12	SOFTWARE PRO VYHODNOCENÍ TECHNICKÉHO STAVU STOKOVÉ SÍTĚ	48
12.1	WINCAN VX	48
12.2	IBOS.....	48
12.3	IBAK IKAS 32	48
12.4	ISYBAU.....	49
13	VYHODNOCENÍ STAVEBNĚ-TECHNICKÉHO STAVU VYBRANÉHO ÚSEKU STOKOVÉ SÍTĚ	50
13.1	PRŮVODNÍ ZPRÁVA.....	50
13.2	TECHNICKÁ ZPRÁVA	51
13.3	NÁVRH SANACE	54
13.4	FOTODOKUMENTACE VYBRANÝCH PORUCH.....	55
14	ZÁVĚR	56
15	POUŽITÁ LITERATURA	57
	SEZNAM TABULEK	60

SEZNAM OBRÁZKŮ	61
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	62
SEZNAM PŘÍLOH.....	63
<i>Příloha 1- Technické ukazatele a třídy poruch stokových sítí</i>	<i>64</i>
<i>Příloha 2 – Schéma vybrané části stokovací sítě</i>	<i>65</i>
<i>Příloha 3 – Vyhodnocení kamerového průzkumu podle normy ČSN EN 13 508-2</i>	<i>66</i>
<i>Příloha 4 – Vyhodnocení technického stavu úseků</i>	<i>72</i>
<i>Příloha 5 – Vyhodnocení technického stavu šachet</i>	<i>73</i>
SUMMARY	74

1 ÚVOD

Městské odvodnění tvoří jeden ze základních prvků zajišťujících životní úroveň, komfort a ochranu zdraví populace. Městské odvodnění musí též splňovat nároky na ochranu životního prostředí. Nedávné studie infrastruktury zdůrazňují obecné zhoršení kanalizačního systému a riziko ohrožení veřejného zdraví, životního prostředí a zvyšování nákladů na provoz a údržbu stokových sítí. Původ některých kanalizačních systémů sahá do 19. století, kdy byly kanalizace zhotovovány s využitím dostupných technologií, materiálů a použitých standardů. Tyto kanalizace mají omezené služby životnosti a je důležité posoudit jejich stav během jejich životního cyklu, aby se předešlo možnému katastrofickému selhání a nákladné rekonstrukci nebo celkové výměně.

Cílem této bakalářské práce je seznámení s problematikou stavebně-technického stavu stokových sítí, možnosti monitorování a jejich vyhodnocování. Práce je rozdělena do dvou částí. První část se zabývá teoretickými poznatky z oblasti stokování a navrhování stokových sítí, volbou materiálu a druhem poruch, které se mohou na stokové síti vyskytovat. Dále jsou v této části řešeny různé druhy metod monitorování stokových sítí, od běžně používaných, až po dnes moderní nové technologie. Na závěr této části se práce zabývá vyhodnocením získaných poznatků o stavu stokové sítě. Zatřídění jednotlivých poruch a nálezů podle normy ČSN EN 13508–2 a následné zhodnocení úseků podle metodické příručky dle jednotlivých technických ukazatelů.

V druhé části je proveden průzkum a vyhodnocení stavebně-technického stavu vybraného úseku stokové sítě ve Znojmě. Z kamerových záznamů byly nálezy zatříděny k daným kódům podle zmiňované normy ČSN EN 13508-2. Následně byly jednotlivé úseky zatříděny podle technických ukazatelů a vyhodnocen jejich celkový technický stav. Kanalizační šachty byly vyhodnoceny dle technických ukazatelů z průzkumu provedeného při samotném monitoringu úseků.

2 SEZNAM PLATNÝCH NOREM A ZÁKONŮ

2.1 ZÁKONY A VYHLÁŠKY

Zákon č. 254/2001 Sb. - o vodách (vodní zákon) a související předpisy č. 254/2001 Sb.

Zákon č. 274/2001 Sb. – o vodovodech a kanalizacích

Vyhláška č. 428/2001 Sb. – kterou se provádí zákon o vodovodech a kanalizacích

2.2 NORMY

ČSN 01 3463	Výkresy inženýrských staveb – výkresy kanalizace
ČSN EN 13 508-2	Zjišťování a hodnocení stavu venkovních systémů stokových sítí a kanalizačních přípojek
ČSN 75 6909	Zkoušky vodotěsnosti trub
TNV 75 6910	Zkoušky kanalizačních objektů a zařízení
ČSN 75 6101	Stokové sítě a kanalizační přípojky
ATV – 143	Inspekce, oprava, sanace a renovace stokové sítě, kanalizačních přípojek a vnitřní kanalizace
ČSN EN 75 6110	Venkovní systémy stokových sítí a kanalizačních přípojek
ČSN EN 75 6111	Venkovní tlakové systémy stokových sítí
ČSN EN 75 6112	Venkovní podtlakové systémy stokových sítí
TNV 75 0211	Navrhování vodovodního a kanalizačního potrubí uloženého v zemi – statický výpočet
ČSN 75 6307	Přehled evropských norem určených pro sanaci systémů stokových sítí a kanalizačních přípojek
ČSN EN 75 6115	Bezvýkopové provádění stok a kanalizačních přípojek a jejich zkoušení

3 HISTORIE STOKOVÁNÍ NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY

Zásobování měst vodou bylo v době středověku na území dnešní České republiky na dobré úrovni. Podzemní vodovody přiváděly do soukromých nebo veřejných kašen vodu různé kvality. Města se ale obtížně zbavovala odpadních vod, které byly značným hygienickým problémem a s komunálním odpadem největším zdrojem nakažlivých nemocí. [1]

Na území Českých zemí jsou první zmínky o “odvádění” odpadu zachyceny z doby raného středověku. K likvidaci fekálních odpadů na hradech sloužily suché záchody. Jejich situování bylo takové, že z nich fekálie vypadávaly přímo na hradby. Tyto suché záchody jsou jedním z nejstarších kanalizačních útvarů u nás. [2]

Splašková kanalizace v té době jinak nebyla. Po ulicích vedly otevřené rigoly, do kterých se vylévalo vše, co mělo tekutou konzistenci. Tento primitivní způsob likvidace odpadů byl původcem nesnesitelného zápachu, který se šířil zejména v letních měsících městem. Byl hlavně zárodkem častých epidemií jako mor a cholera, které se vždy neblaze podepsaly na úbytku počtu obyvatelstva. To vedlo k potřebě stavět uzavřené kanalizace, zpočátku mělké, později hlubší a budované z klasických zdících materiálů (cihla, kámen). Tyto kanalizace obvykle končily v blízkých vodotečích nebo rybnících.

Technická vybavenost konce 19. století na našem území vystihovala strukturu osídlení. Kanalizace byly budovány jen pro měšťánské domy. Stoky byly zděné, větší profily měly vejčitý nebo oválný tvar.

Vznik republiky nastartoval velký rozvoj vodovodů a kanalizací, které byly předpokladem pro další růst obcí a měst. Největší rozvoj byl na počátku 30-tých let minulého století. Bohužel hospodářská krize jej zastavila. K dalšímu rozvoji dochází až po válce. [3]

3.1 HISTORICKÝ VÝVOJ PRAŽSKÉHO STOKOVÁNÍ

V hlavním městě Praze byly v roce 1660 vybudovány klenuté stoky v příkopech, které byly původně určeny k odvádění dešťové vody a výkalů. Tyto příkopy vedly z míst dnešního Můstku podél dnešní Národní třídy a z míst dnešní Pražské brány do Vltavy. V roce 1660 rovněž postavili jezuité velkou klenutou stoku k odvodnění Klementina. Stoka byla splachována vodou, tekoucí z kašny na nádvoří Klementina. Stalo se tak proto, že v Klementinu bydlelo a studovalo několik set lidí. [17]

Až rok 1787 představoval skutečný zlom pro výstavbu kanalizace v Praze. Právě tehdy vznikla myšlenka na vybudování systematické stavby kanálů pro pražské hlavní ulice. Zároveň byl dne 08. 10. 1787 schválen důležitý dvorský dekret, jenž nařizoval ihned započít se stavbou kanalizace. Jak se ale později ukázalo, Praha nebyla na tak náročný projekt dostatečně připravena a práce postupovaly velice pomalu. Teprve v letech 1816 až

1828 se Praha může pyšnit prvními dokončenými úseky kanalizačních stok. Kanalizační síť v té době dosahovala délky 44 km. [18]

3.2 ODKANALIZOVÁNÍ MĚSTA BRNA

Odvodnění města Brna patří mezi jedny z nejstarších soustavných systémů odvodnění v České republice. Soustavnou kanalizaci bylo rozhodnuto udělat v sedmdesátých letech 19. stol. Z této doby se dodnes zachovaly plně funkční stoky. Kanalizační systém byl zhruba 100 let koncipován jako jednotný. V první řadě s odvedením odpadních vod mimo trvalou zástavbu na jih města, posléze po dobudování čistírenské koncovky, na ČOV Modřice. [10]

4 STOKOVÁ SÍŤ

Úkolem stokových sítí a čistíren odpadních vod je odstraňovat a zneškodňovat odpadní vody ze sídlišť, průmyslových a zemědělských závodů, zařízení občanského a technického vybavení. Kromě zdravotních důvodů pro zřizování stokových zařízení se uplatňují i důvody hospodářské (hromadění odpadních vod může vést k hospodářským ztrátám, odpadní látky obsažené v odpadních vodách jsou hospodářsky využitelné) a požadavky na estetický vzhled sídlišť a krajiny. [5]

Stokové sítě zajišťují hygienickou dopravu tekutých odpadních produktů v odvodňované oblasti v souladu s požadavky bezpečného hydrologického režimu povrchových a podzemních vod. Základním principem dopravy odpadních vod u většiny stokových soustav je princip gravitační. Jedná se o dopravu potrubním systémem s převážně beztlakovým průtokem o volné hladině. Množství a dobu čerpání odpadních vod je nutno minimalizovat s ohledem na bezpečnost, spolehlivost a hospodárnost provozu.

Koncepce konkrétního systému je do značné míry dána členitostí území, historickým vývojem a dalšími faktory uspořádání stokových sítí. Základní rozdělení podle způsobu odvádění odpadních vod určuje tzv. stokovou soustavu, která může být řešena jako jednotná, oddílná nebo modifikovaná. [4]

4.1 STOKOVÉ SOUSTAVY

Kanalizace jednotlivých soustav mají svůj specifický charakter. Jejich vznik byl podmíněn propojením dílčích stok do soustav, jejichž výstavba probíhala v nejrůznějších historických obdobích za velmi proměnlivých sociálně-ekonomických podmínek. [5]

4.1.1 Jednotná stoková soustava

Odvádí všechny odpadní vody z odkanalizovaného území společně. Odpadní vody se smíchají. Má mnoho ekonomických a technologických výhod, ale nevýhody vodohospodářské. Měla by být navržena na průtok, který se rovná součtu jednotlivých druhů odpadních vod. Splašky mají poměrně vyrovnaný odtok v porovnání s dešťovými odpadními

vodami, které se vyskytují nahodile, v krátkodobých intervalech. U nás je tato soustava nejvíce rozšířená. [6]

Rozhodující pro dimenzování této soustavy je okamžitý extrémní průtok, nikoliv celkové množství odpadní vody. Dimenzování na tyto extrémní průtoky je velice neekonomické. Proto volíme hospodárnější možnost na menší množství, díky umístění odlehčovací komory. Odlehčovací komory umožňují odlehčovat průtok v kmenové stoce do určitého poměru naředění splaškových vod vodami srážkovými. Tímto opatřením se docílí hospodárného návrhu stokové sítě a všech objektů čistírny odpadních vod. Poměr ředění je potom dán rovnicí:

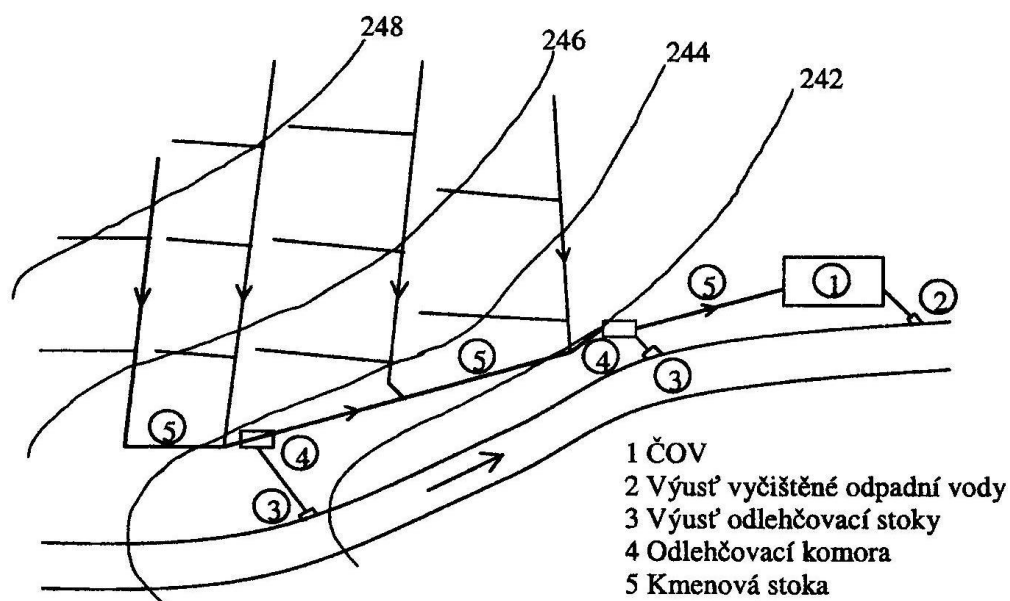
$$Q_{zřed} = (1 + m) * Q_h$$

Kde Q_h – přítok z poslední odlehčovací komory na síti

m – poměr ředění

Výhodou jednotné stokové soustavy je úspora investičních nákladů oproti oddílné soustavě. Další nespornou výhodou je pozitivní vliv na vlastní provoz sítě. Při dešťových průtocích dochází k jejímu automatickému proplachování. To výrazně snižuje nebezpečí zanášení, zejména potom v úsecích s minimálním sklonem. [13]

Hlavní nedostatek jednotné stokové soustavy je v tom, že odlehčovací komory spojují stokovou síť přímo s recipientem. Při přívalových deštích se tak dostává do vodních toků velké množství znečištění, což může mít za následek negativní dopady na životní prostředí. Tento negativní dopad může být do značné míry zredukován vybudováním dešťových zdrží. Tyto dešťové zdrže jsou řešeny jako nádrže průtočné, záchytné nebo usazovací. [6] [13]

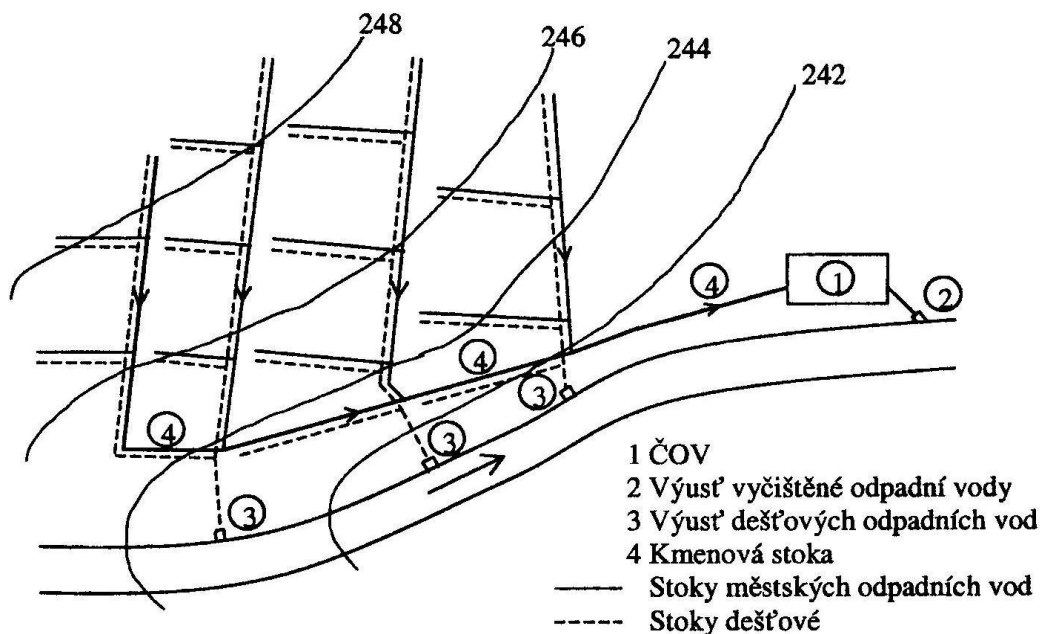


Obr. 4.1 Jednotná stoková síť [7]

4.1.2 Oddílná stoková soustava

Oddílná stoková soustava je typická tím, že pro každý druh odpadních vod je navržena samostatná síť. Obvykle jsou vybudované ze dvou samostatných sítí. Splaškovou sítí jsou odváděny splašky a průmyslové odpadní vody na čistírnu odpadních vod. Vody srážkové jsou odváděny samostatnou, zpravidla mělčeji uloženou sítí, přímo do vodního toku, nebo přes dešťové zdrže. Nedochozí zde ke kontaktu splaškových a ostatních závadných odpadních vod se životním prostředím. [13]

Oddílná stoková soustava je investičně a provozně náročnější než jednotná stoková soustava. Můžeme například ušetřit tím, že dešťové odpadní vody se mohou odvádět soustavou otevřených příkopů. Můžeme také použít levnější materiál na potrubí apod. Další nevýhodou jsou i výrazně vyšší prostorové nároky, jelikož v ulici musíme vybudovat souběžně vedle sebe dvě trasy kanalizace. U splaškových větví navíc hrozí zvýšené nebezpečí zanášení a to především ve stokách s minimálními sklony. Výhodou je rovnoměrnější zatížení čistírny odpadních vod. Tato soustava se uplatňuje především při odkanalizování menších obcí a u obcí s málo vodními vodními toky. [6] [13]



Obr. 4.2 Oddílná stoková síť [7]

4.1.3 Modifikovaná stoková soustava

Kombinovaná soustava se navrhuje buď jako prostá kombinace předchozích soustav a to kombinací jednotné a oddílné soustavy nebo jako modifikované verze oddílných soustav. Návrh příslušné varianty je závislý na podrobném technicko-ekonomickém rozboru, který zahrnuje morfologické, urbanistické, hydrologické, technicko-ekonomické a provozní faktory zájmového území a aspekty navrhovaného řešení. V prvním případě se jedná o prostou

kombinaci, kdy například převážná část zájmového území je řešena soustavou jednotnou a menší, okrajová část území soustavou oddílnou. [13]

V druhém případě jsou možné různé verze oddílných soustav. V zahraničí bývá tato soustava nazývána polo-oddílná. Princip spočívá v tom, že splaškové vody jsou odváděny hluboko uloženými stokami a dešťové vody mělce uloženým potrubím. Na začátku deště se nejvíce znečištěné dešťové vody odvádí spojovacím potrubím ze dna dešťových stok do šachet stok splaškových. Po jejich zahlcení nad úroveň dna dešťových stok dochází k odtoku srážkové vody dešťovými stokami přímo do recipientu. Největší znečištění z počátečního oplachu terénu a z výplachu dešťových stok je takto svedeno splaškovými stokami na ČOV. Do recipientu je již odváděna relativně čistá voda. [4]

4.2 ZPŮSOB DOPRAVY ODPADNÍCH VOD

Volba způsobu dopravy odpadní vody je závislá na mnoha faktorech. Mezi nejdůležitější kritéria však patří morfologie samotného terénu a použitá stoková soustava. Způsoby dopravy odpadní vody lze rozdělit do dvou základních kategorií:

- tradiční způsoby dopravy odpadní vody;
- alternativní způsoby odvádění odpadní vody. [10]

Jednotlivé kategorie a způsoby budou podrobněji rozepsány níže.

4.2.1 Tradiční způsoby odkanalizování

Za tradiční způsob dopravy odpadních vod považujeme soustavy s gravitační dopravou odpadních vod. U tradičního způsobu odvodnění je důraz kladen především na jednoduchost a spolehlivost provozování. Zvyšovacích, přečerpávacích stanic a tlakových úseků je u tradičních stokových systémů využito jen v nezbytně nutných případech, na krátkých úsecích.

Nevýhodou těchto systémů je nutnost zachování potřebného spádu, který se ne vždy podaří dodržet. V důsledku toho nevykazují „gravitační“ systémy u velkého počtu lokalit potřebnou samočisticí schopnost, což vede ke zvýšeným nákladům při provozování. Velké množství revizních objektů a nutnost hlubokého založení stok pro zajištění spádů zajišťující transport splavenin na gravitačních sítích komplikuje dosažení požadované vodotěsnosti systému. Klasické gravitační sítě proto často infiltrují velké množství balastních vod. [10]

4.2.2 Alternativní způsoby odkanalizování

Alternativní odkanalizování jsou moderní způsoby odvádění splaškových odpadních vod. Navrhují se tam, kde není možný gravitační způsob odkanalizování (obvykle pro splaškové stoky oddílné stokové soustavy), zpravidla při:

- nedostatku sklonu v rovinném území;

- rozptýlené zástavbě;
- občasném přítoku odpadních vod, např. ze sezónních rekreačních zařízení a autokempů;
- vysoké hladině podzemní vody;
- nepříznivých geologických podmínkách v podloží;
- nutnosti provádění úzkých výkopů, malých hloubek uložení a malých profilů potrubí;
- nemožnosti umístění vstupních a revizních šachet;
- výstavbě kanalizace v blízkosti pásma zdroje pitné vody. [30]

Z alternativních druhů se nejčastěji používá podtlaková (vakuová) kanalizace a tlaková kanalizace. Tlakový i podtlakový systém se používá jako alternativa při odkanalizování nemovitostí místo klasické gravitační kanalizace. Navrhují se tam, kde by bylo nutné při nedostatečném spádu terénu extrémně zahloubit gravitační kanalizaci. Podtlakový i tlakový systém kanalizace je určen pouze pro splašky. Nemohou jím být odváděny dešťové vody. V obou případech se jedná o větvné potrubní systémy (tlaková kanalizace může být zokruhována) doplněné systémem sběrných šachet. [13]

4.2.2.1 Venkovní podtlaková stoková síť

Podtlakové odkanalizování určitého území funguje na principu vyvození podtlaku ve stokové síti. Do této sítě se přes domovní sací ventily na domovních přípojkách nasávají odpadní vody z jednotlivých nemovitostí. Celý systém má centrální vakuovou stanici, ve které se pomocí vakuových čerpadel vytváří podtlak ve sběrné tlakové nádobě. Odpadní vody se vlivem udržovaného podtlaku v celém systému do zásobníku nasávají při každém otevření sacího ventilu na některé z domovních přípojek. Sací ventily jsou osazeny ve sběrných šachtách na domovních přípojkách a jejich provoz je řízen automaticky v závislosti na stavu hladiny ve sběrných šachtách. Z podtlakové stanice jsou odpadní vody na ČOV dopravovány gravitačně nebo přečerpáváním. [13]

Objem podtlakové nádoby V , vyjádřený v litrech, se určí ze vztahu:

$$V = V_W + V_L - V_S$$

kde V_W – objem pro odpadní vodu [1]

V_L – objem vzduchu [1]

V_S – objem přívodního potrubí [1] [30]

4.2.2.2 Venkovní tlaková stoková síť

Tlaková kanalizace je založena na principu tlakové dopravy odpadních vod tlakovou okružovou nebo větvnou stokovou sítí na ČOV. Provozní tlak v potrubí je udržován v rozmezí 0,5–3,0 MPa. Vyvozován je soustavou čerpadel osazených v domovních čerpacích

akumulačních jednotkách. Do těchto jednotek odpadní vody natékají gravitačně. Systém se většinou vybavuje proplachovacími stanicemi pro občasné proplachování potrubí směsí tlakové vody a vzduchu. [13]

5 TVARY A ROZMĚRY STOK

Tato kapitola se bude věnovat základním tvarům a rozměrům stokových sítí, které jsou důležitým faktorem jak při volbě monitorovací techniky, tak určení následného sanačního postupu a technologie.

5.1 TVARY STOK

Volba tvaru profilu stok závisí především na hydraulických, geologických a územních podmínkách staveniště. Dále na požadavcích provozovatele a ekonomických možnostech investora. Stokové sítě mají různé tvary a rozměry, které jsou dané postupným vývojem až do současnosti. Mezi nejběžnější tvar stokových sítí patří kruhový profil. V centrech měst a z důvodů lepších hydraulických a statických vlastností se využívají i jiné, například vejčité nebo tlamové profily.

5.2 ROZMĚRY STOK

Kruhové stoky jsou definovány vnitřním průměrem v mm. Výjimku tvoří plasty, které jsou definovány vnějším průměrem v mm. Ostatní tvary jsou potom dány poměrem šířky k výšce v m. Norma udává, že na gravitační stoce se nesmí použít menší jmenovité světlosti než DN 250, platící pro potrubí z kameniny a z plastů. Minimální profil DN 300 poté platí pro potrubí z ostatních materiálů. Tento požadavek se ovšem nevztahuje pro potrubí s tlakovým nebo podtlakovým průtokem. Pro všechny základní profily jsou v normě pro běžně vyráběné rozměrové typy uvedeny kromě základních rozměrů, i údaje pro hydraulické výpočty při plném průtoku vyjádřeny vztahem pro výpočet hydraulického poloměru:

$$R = S / O$$

kde R - hydraulický poloměr v m

S - průtočná plocha v m²

O - omočený obvod v m

Důležitým rozdělením stok pro potřeby kontroly, údržby a oprav je rozdělení stok dle přístupnosti. Rozdělujeme je do třech kategorií:

- neprůlezná -DN < 800;
- průlezná -DN 800 – DN 1500;
- průchozí -DN > 1500.

Samostatnou kategorií tvoří tzv. kolektory. Jedná se o podzemní liniové stavby průchozího profilu, ve kterých jsou soustředěny všechny podzemní inženýrské sítě v daných trasách. [12]

6 MATERIÁLY STOKOVÝCH SÍTÍ

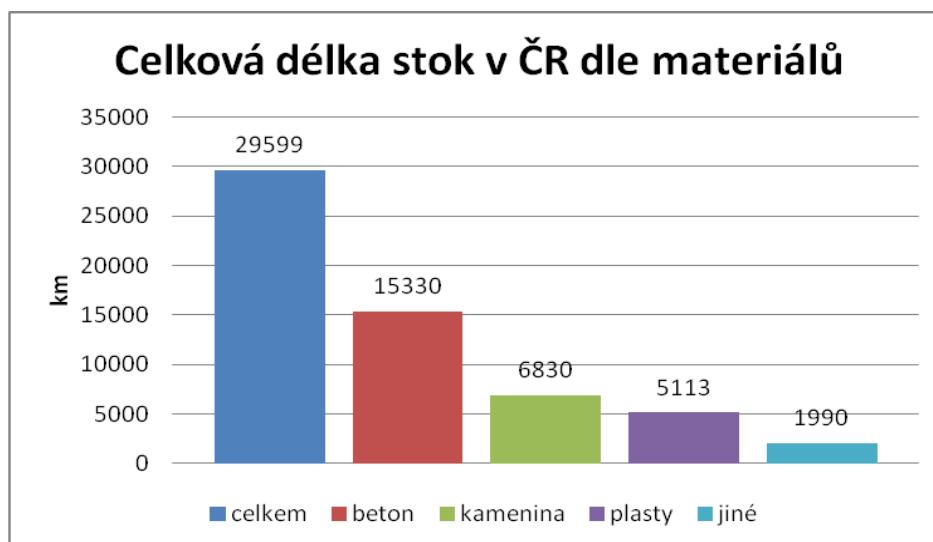
Základní konstrukční typy stok dělíme na trubní, z cihel, z prefabrikátů a monolitické. V této práci se budu věnovat trubním stokovým sítím z důvodů nejčastějšího výskytu. Dále také proto, že vybraná vyhodnocovaná síť je také konstrukčně zhotovena jako trubní.

Materiál trubních stokových sítí se dnes volí především podle plánovaného účelu a životnosti sítě, která se pohybuje v rozmezí minimálně 80–100 let. Do popředí volby materiálu stokové sítě se v dnešní době dostává minimalizace ceny na úkor optimalizací užitečných vlastností materiálů a dalších provozních vlastností. Norma udává, že na materiály použité k výrobě stokové soustavy, jsou požadovány tyto základní vlastnosti:

- vodotěsnost;
- bezpečná odolnost.

Do bezpečné odolnosti spadají dále vlivy mechanické, chemické, biologické a vlivy způsobené od dopravované odpadní vody. Dále je to odolnost proti agresivnímu působení okolního prostředí a odolnost proti namáhání stok. V poslední řadě by materiály měly umožnit bezpečné a účinné čištění stok. [10]

Z článku, zveřejněného na internetových stránkách vodohospodářské-stavby.cz, je patrné, že nejvíce používaný materiál na stokových sítích je beton, resp. železobeton. V této době délka stokové sítě zhotovené z betonu dvojnásobně převyšovala délku stokové sítě vyrobené z kameniny. Trendem dnešní doby se stává častější používání plastů, které mají stále lepší vlastnosti. Na obrázku 6.1 je grafem znázorněné využití materiálů použitých v České republice stanovené v roce 2009. [23]



Obr. 6.1 Celková délka kanalizačních stok v ČR – dle materiálů [23]

6.1 KAMENINOVÉ TROUBY

Kameninové trouby jsou jedny z nejpoužívanějších a jsou velmi vhodné jak pro samotnou stokovou síť, tak i pro kanalizační přípojky. Kamenina je keramický materiál se slinutým barevným střepem. Na povrchu je ve většině případů opatřena vysoce odolnou zemitou glazurou. Velice dobře odolávají účinkům odpadních vod a zároveň vod podzemních v podloží. Mají velmi dlouhou životnost a dostatečnou hladkost. Nevýhodou může být větší množství spojů, zapříčiněné danou výrobní délkou, která se pohybuje v rozmezí od 1 do 2 m. [28]

Kameninové trouby se vyrábějí hrdlové s pryžovým těsněním, které může být samostatné nebo přímo zabudované v troubě. Spoj trub musí být trvale těsné a mají zaručovat potřebné elastické spojení mezi kameninovými konstrukčními díly. Zaručená nepropustnost spoje je zachována při vnitřním tlaku vody 50 kPa. Jmenovitá světlost se běžně vyrábí do DN 600. Norma ovšem udává, že po dohodě může být světlost větší, a to až DN 1400. [13]

6.2 BETONOVÉ A ŽELEZOBETONOVÉ TROUBY

Betonové a železobetonové hrdlové trouby se používají k odvádění neagresivní odpadní vody. Vzhledem k jejich nasákavosti se doporučují používat pouze pro dešťovou kanalizaci. Mají krátkou životnost a špatně odolávají agresivním účinkům. V případě použití pro jednotnou nebo splaškovou kanalizaci se mají používat pouze jako provizorní. Velkou nevýhodou je chybějící výroba odbočných tvarovek. Železobetonové trouby se využívají často jako trouby kameninové a často nahrazují kameninu při větších profilech nad DN 600. [28]

Společnost Prefa Brno a.s., jeden z předních výrobců betonových stavebních dílců v České republice, ve svém katalogu udává, že beton používaný k výrobě betonových a železobetonových trub, šachet a vpustí, odpovídá svým složením a kvalitativními vlastnostmi normě ČSN EN 206-1/Z3. Beton používaný k výrobě je otěruvzdorný, odolný proti chemicky agresivnímu prostředí a odolný proti působení chemických rozmrazovacích látek.

Pro spojování jednotlivých trubních dílců využívá dva typy spojů a to:

- spoj PERO – DRÁŽKA: jedná se o pevný vodotěsný spoj vytvořený tmelem na bázi cementu nebo cementovou stýkovou maltou;
- spoj HRDLOVÝ: jedná se o pružný vodotěsný spoj vytvořený pryžovým těsnícím profilem, který po deformaci v sestaveném spoji působí trvalým tlakovým napětím v prostoru spoje. [19]

Těsnění jednotlivých dílců jsou zhotovena z kompresního pryžového těsnění. K utěsnění spoje trub dochází vtačením kónického konce trouby do hrdla se zabudovaným těsněním. Napětí potřebná k utěsnění spoje jsou výsledkem stlačení těsnění v kónicky se zmenšujícím prostoru. Vlastnosti materiálu těsnění určuje ČSN EN 681 – 1. [13]

6.3 PLASTOVÉ TROUBY

Plastové trouby mají vynikající odolnost proti agresivním účinkům odpadních vod i podzemních vod. Jejich výhodou je nízká hmotnost a dostatečná hladkost. Na druhou stranu jejich životnost a pevnost je různá. Z plastů jsou pro výstavbu kanalizačních potrubí nejčastěji používány:

- PVC – Je jedním z nejpoužívanějších. Navrhuje se pro vnější kanalizace, trubky a tvarovky. Je vhodné pro odpadní vody v rozsahu pH 2 – 12.
- PE - Využívá se pro odvádění splaškové a povrchové vody ze silnic, cest a jiných podobných ploch. Je odolný vůči rozpouštědlům, kyselinám, zásadám a olejům.
- PP – Může být použit pro vnější i vnitřní kanalizace a je odolný proti vysokým teplotám média. Vhodný pro odvod všech druhů odpadních tekutin a chemických látek. [9]

Potrubí je možné spojovat mechanicky s těsnícím prvkem, lepením nebo svařováním. Pro realizaci kanalizačních přípojek jsou vhodné mechanické spoje s těsnícím prvkem nebo lepené. Pro kanalizační řády je spojování prováděno zasunutím trubky do hrdla na gumový těsnící kroužek. Samostatnou pozornost je třeba věnovat přechodům potrubí přes stěny například kanalizačních šachet. Pro jednotlivé druhy potrubí je zde nutno využít speciální plastové přechodky tak, aby byla zajištěna těsnost spoje. [13]

6.4 SKLOLAMINÁTOVÉ TROUBY

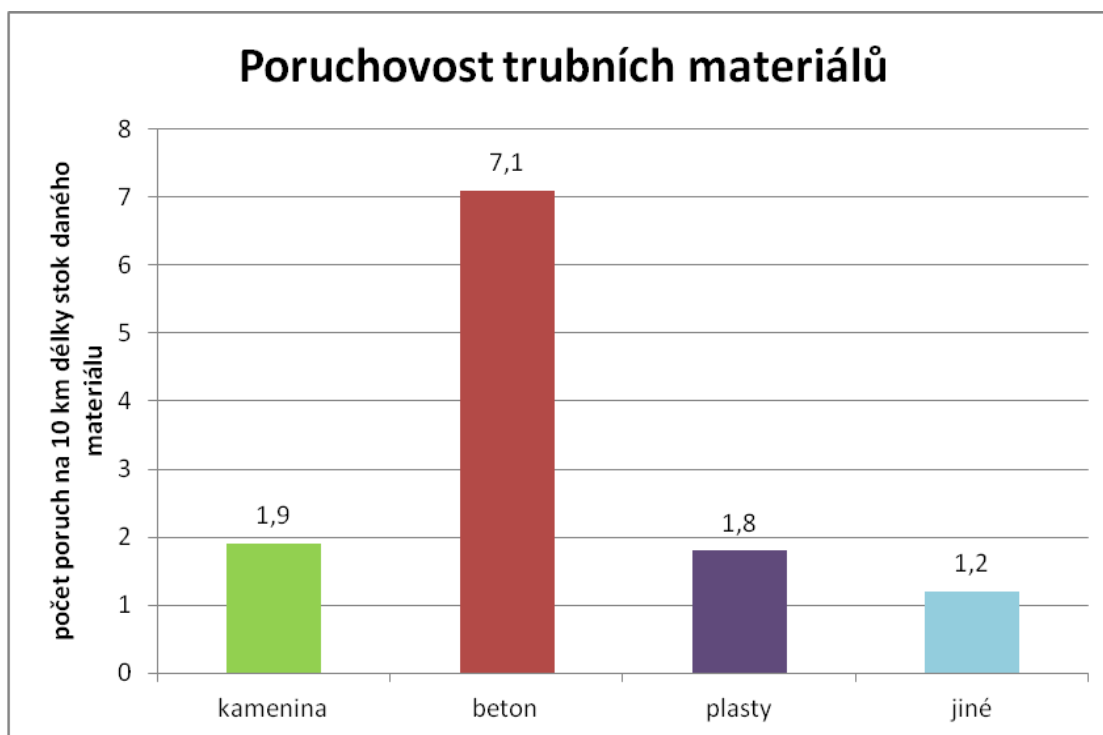
Novým moderním materiálem pro kanalizace je sklolaminát. Materiál využívá všech předností kompozitních materiálů, které se stále více uplatňují v nejrůznějších oblastech strojírenství nebo stavebnictví. Sklolaminátové trouby jsou složeny z polyesterové pryskyřice, křemičitého písku a skelných vláken. Jejich předností je pevnost, stálost, odolnost proti korozi a nízká hmotnost. Mají dostatečnou hladkost a dlouhou životnost. Díky nízké hmotnosti jsou výrobci schopni vyrábět trouby ve větších délkách až 12 m. Výrobci udávají životnost materiálu až 100 let. Nevýhodou je nutné správné dodržení postupů pokládky při výstavbě. Trouby jsou převážně vyráběny v rozsahu DN 150–2400. [9]

Těsnost je zaručena konstrukcí spojek a zaručeným vnějším rozměrem trub. Pro beztlaké gravitační řády i pro tlakové rozvody se používají spojky shodné konstrukce. U gravitačních stok lze uvažovat s akumulací objemu stok, neboť řády lze se zárukou natlakovat až na 1 bar. [13]

6.5 PORUCHOVOST TRUBNÍCH MATERIÁLŮ

V odborném časopise oboru vodovodů a kanalizací vydaný společností SOVAK je udávaný ukazatel poruchovosti jednotlivých druhů materiálů (obrázek 6.1). V případě betonových trub se zřejmě jedná o trubní stoky menších dimenzí z prostého betonu, které bývaly používány v minulosti při výstavbě stokových sítí malých obcí, které jsou nyní již za hranicí své

životnosti. Stejná poruchovost kameninových a plastových trub je pouze zdánlivá, protože kameninové trouby se v ČR používají více než 100 let, kdežto plastová potrubí podstatně kratší dobu. Uvedené hodnoty ukazatelů neberou v úvahu časový faktor. Pro správné porovnání poruchovosti jednotlivých druhů trubních materiálů by bylo třeba porovnávat poruchovost stok stejného stáří. [14]



Obr. 6.2 Celková poruchovost trubních materiálů [14]

7 PRŮZKUM STOKOVÝCH SÍTÍ

Stoky jsou stárnoucí podzemní stavby, které jsou často používány i mimo jejich očekávanou dobu životnosti a jejich skutečnou funkčnost je obtížné kvantifikovat. Řízení takového systému vyžaduje přesné a podrobné informace o jeho funkčnosti, konstrukčním stavu a stabilitě, za účelem nalezení kompromisu mezi částečnou opravou nebo výměnou celého systému. [20]

V posledních letech většina měst a obcí investuje do rozšiřování kanalizace a modernizace čistíren, ale relativně malá část investic bývá přidělována právě ke zlepšení stávajících kanalizací. V dnešní době dochází k dožívání a stárnutí stokových sítí z různých příčin, proto je nezbytný jejich průzkum, údržba, oprava nebo obnova. Když kanalizační potrubí přestane plnit svůj účel, je nutné co nejdříve problematickou oblast nalézt a provést v ní potřebnou opravu nebo čištění. Díky složité dostupnosti kanalizačního systému bývá však velmi obtížné zaměřit a vyhodnotit příčinu tohoto problému.

Dříve byla tato místa převážně předmětem odhadu. To však znamenalo spoustu bezúspěšných výkopů, které nakonec zvýšily časovou i finanční náročnost obnovy funkčnosti

kanalizace. Dnes využíváme moderní technologie, jako jsou speciální kanalizační kamery. Díky nim jsme schopni zahájit opravy jen na těch místech, kde je to skutečně potřeba, a zároveň jimi můžeme zaznamenat a zaprotokolovat celý proces kontroly potrubí. Na základě těchto průzkumů a vyhodnocení lze zpracovat plán sanace a zvolit nejvhodnější metodu jak z hlediska technologického, tak ekologického a především finančního. [11]

Technická norma vodního hospodářství TNV 75 6925 udává, že při prohlídkách na stokách a jejich příslušenství se zjišťuje potřeba a rozsah:

- čištění a údržby;
- přístupnosti;
- odstranění následků narušení;
- rekonstrukce v důsledku hydraulického přetížení, nevyhovujícího stavebního stavu a ztráty vodotěsnosti;
- obnovy nebo zlepšení funkční schopnosti;
- výškové úpravy poklopů a vtokových mříží.

7.1 ÚČELY PROHLÍDEK

7.1.1 Systematické prohlídky

Systematický průzkum stokové sítě je prováděný provozovatelem nebo vlastníkem z důvodů zjištění stavu stok. Plánovaně se prohlíží kanalizace v předem vymezené oblasti. Tato území se vyberou podle množství opakovaných problémů, které se projevují při:

- provozu;
- podle roku výstavby;
- v místech se zvýšenou provozní zátěží apod.

Systematické prohlídky jsou základním typem prohlídek, které slouží k efektivnímu využití prostředků na opravy a rekonstrukce. Cílem tohoto průzkumu by mělo být jeho provedení jednou za 10 – 12 let. To znamená, že každá stoka bude prohlédnuta vždy po 10 – 12 letech. Včasné zjištěnou závadu je možné opravit ekonomičtěji a dříve, než se stane havárií a na druhou stranu není nutné vynakládat zbytečné prostředky v místech, kde kanalizace dostatečně slouží svému účelu. [13] [15]

7.1.2 Přejímky nové kanalizace a oprav kanalizace

Prohlídky zajišťuje provozovatel nebo vlastník kanalizace v rámci předání a převzetí dokončeného díla. Dnes by už mělo být standardem, že každá nově vybudovaná kanalizační síť se před uvedením do provozu prohlédne a zkontroluje. To samé platí pro přebírání

zhotovených oprav. Vzniká tím tlak na dodavatele, aby provedli svoji práce důkladně podle projektu a s kanalizací nebyly provozní problémy od samého počátku provozování. [13] [15]

7.1.3 Prohlídky před ukončením záruky

Je pravděpodobné, že během záruční doby se projeví všechny skryté závady a případné náklady na opravy jdou za dodavatelem a nikoliv vlastníkem kanalizace. Je tedy v zájmu provozovatele nebo vlastníka, aby evidoval i údaje obchodního charakteru včetně termínů ukončení záruční lhůty. Účelem prohlídky je zjištění vad, které nebylo možné evidovat při převjímcce. Pokud jsme provedli prohlídku již při převjímcce, máme možnost záznamy porovnat a stanovit vývoj závad. [13] [15]

7.1.4 Upřesnění polohy a rozsahu havárie

Průzkumy kanalizace musí sloužit vlastnímu provozu kanalizace. Proto se provádí průzkum z důvodů zjištění příčiny, místa a rozsahu havárie. Slouží zároveň k určení optimální metody odstranění závady, tak i k rámcovému určení následných nákladů. To znamená zjištění, zda k odstranění problému stačí:

- proplachovací souprava;
- jiný způsob čištění;
- vhodná oprava bezvýkopovou metodou;
- nebo je nutné přistoupit k opravě klasicky, výkopem. [15]

7.1.5 Průzkumy před zahájením investic jiných investorů

Jedním z dalších důvodů provádění prohlídek je i příprava akcí jiných investorů v bezprostřední blízkosti stávající kanalizace. Upřesníme tím průběh stok i případná místa napojení. Zdokumentuje se tím stav kanalizace před zahájením prací. Když provedeme následnou prohlídku po ukončení stavby, máme důkaz o případném poškození kanalizace v přímé souvislosti se stavební činností. Často je možné tyto prohlídky zahrnout do podmínek stavby a náklady na ně tak přenést na investora. [15]

7.1.6 Kontrola vodotěsnosti kanalizace

Prohlídky částečně slouží i ke kontrole vodotěsnosti. Pokud viditelně chybí části stěn, nedá se o vodotěsnosti mluvit. To naštěstí nebývá často. Exfiltraci při prohlídce odhalíme jen, pokud je skutečně velká. Infiltrace je zřetelnější. Vnikající voda je indikovaná například inkrustacemi. Ze zkušeností vyplývá, že více než 80% infiltrací je způsobeno závadami na vodovodních řadech ležících v blízkosti kanalizace, pokud zrovna kanalizace nevede podél „potoka“. [15]

7.2 PŘÍPRAVA PRŮZKUMU STOK

V příručce provozovatele stokové sítě od společnosti SOVAK je dáno, že před zahájením vlastního průzkumu sítě je nezbytné, aby byly uskutečněny nezbytné přípravy průzkumu. Příprava průzkumu zahrnuje především:

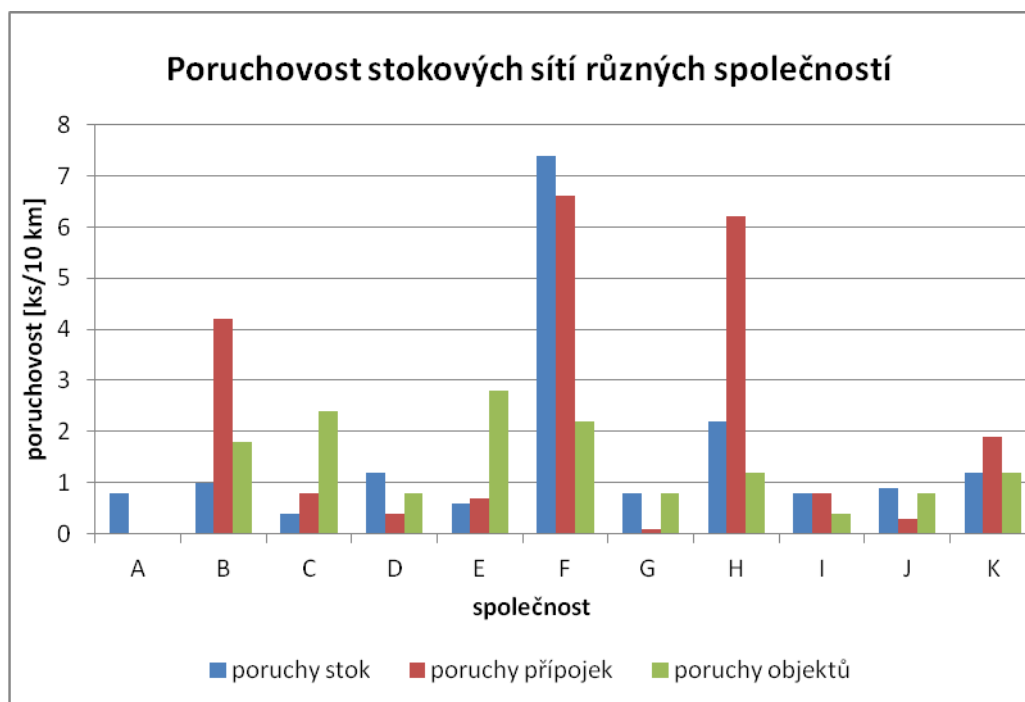
- zajištění potřebných mapových podkladů, zakres stávající kanalizace včetně polohopisu vstupních šachet, délek, tvaru a dimenzí jednotlivých úseků;
- určení rozsahu a cíle průzkumu;
- vyčištění kontrolovaných stok;
- omezení průtoků odpadních vod z důvodů bezproblémového pojezdu kamery;
- odvětrání kontrolovaných stok a zjištění kvality ovzduší ve stokách;
- provedení nezbytného dopravního značení;
- volba vhodné metody průzkumu a zvolení odpovídající technologie;
- ověření dat uvedených v pasportu kanalizace. [13]

8 PORUCHY A PŘÍČINY PORUCH NA STOKOVÉ SÍTI

K poruchám na kanalizačních sítích dochází z různých příčin. Nejčastěji se jedná o stáří kanalizace, její špatné uložení či vnější zásah a manipulace se sítí. Včasné odhalení závady na síti je možné díky monitorovacím zařízením. Jako prevenci a pro efektivní řešení poruch musíme znát krizová místa dané kanalizační sítě. V práci níže bude uvedeno několik nejčastějších poruch na kanalizaci, se kterými se provozovatel může setkat. [29]

Poruchový stav objektu lze definovat, podle odborné literatury oboru vodovodů a kanalizací Sovak, jako stav objektu charakterizovaný neschopností plnit požadovanou funkci nebo ji plnit jen omezeně (kromě neschopnosti během preventivní údržby nebo jiných plánovaných činností). [14]

Dále jsou v této práci uváděny průměrné hodnoty poruchovosti stokových sítí z roku 2009. Graf na obrázku 8.1 udává poruchovost stok, přípojek a objektů, různých vodohospodářských společností.



Obr. 8.1 Ukazatele poruchovosti stok – poruchovost stokových sítí 2009 [14]

8.1 KRITICKÁ MÍSTA KANALIZAČNÍ SÍTĚ

Jak bylo již uvedeno v úvodu, pro včasné odhalení poruchy je nutné znát kritická místa kanalizační sítě, v nichž nejčastěji dochází k poruchám. Jsou to místa se zvýšeným rizikem zanášení. Mezi nejčastější patří například shybky, kde se podchází jiná, existující inženýrská síť, nebo jiná překážka, které se musí kanalizace vyhnout. Přestože jsou již při konstrukci sítě tato místa navrhována tak, aby měla co nejoptimálnější průchodnost, je nutné je rovněž častěji kontrolovat, zda nedochází k nežádoucímu zanášení a sedimentaci. Kritické jsou také kanalizační přípojky, přečerpávací stanice odpadních vod, nevhodně postavené soutokové objekty nebo odlehčovací komory. [29]

8.2 CHARAKTER PORUCH

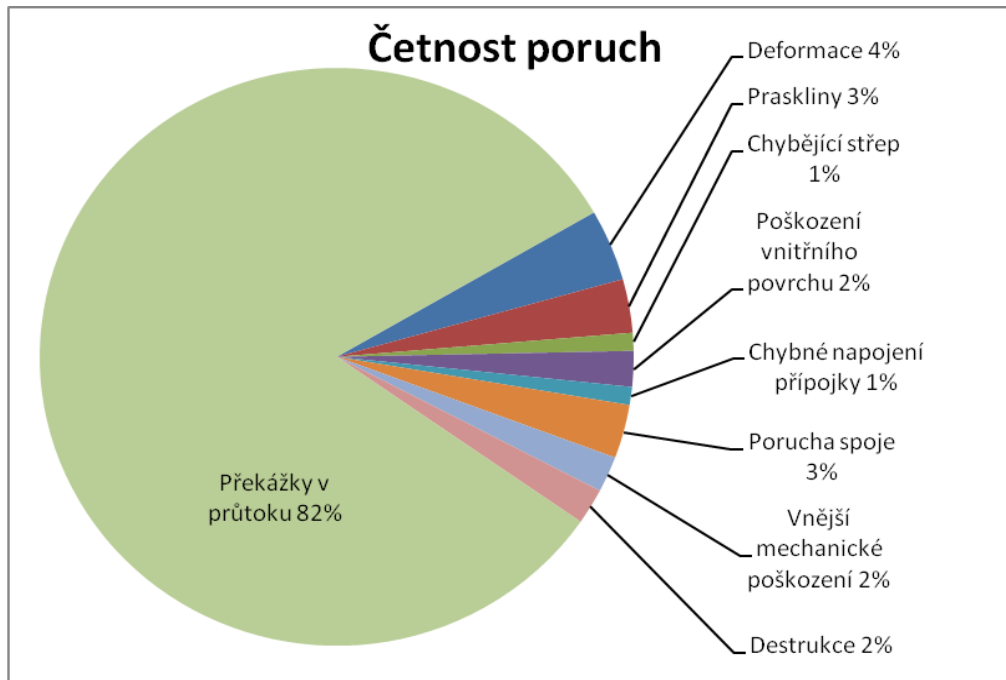
Mezi často projevenou poruchu se řadí situace, která nastává po špatném napojení kanalizační přípojky na kanalizační síť. Zde způsobuje přípojka, zasahující do samotného profilu, postupné zanášení a usazování sedimentů, které snižují průchodnost kanalizace. K dalším poruchám patří popraskání profilu (například z důvodu stáří kanalizace), posunutí potrubí či jeho deformace, způsobená špatným uložením. V tomto případě nesmí deformace přesáhnout určitou hranici. Ovalita potrubí (čili odchylka od kruhového profilu) nesmí být větší než 5 %. Poruchu mohou zapříčinit i vnější zásahy, a to protlačení plynového nebo vodovodního potrubí skrz kanalizaci (zde musí po zjištění skutečnosti dojít k nápravě a jejich přeložení). Problémem je rovněž odvodnění srážkové vody do splaškové kanalizace, což následně snižuje účinnost a výživnost čistírny odpadních vod. Potíže mohou způsobovat také případné

povodně. U splaškových kanalizací je to nadzvednutí potrubí či jeho obnažení z důvodu působení zvýšené hladiny spodní vody, případně zaplnění profilu potrubí splachy zemin a jiného inertního materiálu. U dešťové kanalizace může docházet k přetížení sítě, které způsobí vzduť a narušení poklopu. To nastává i v místech, která nemusí být přímo ohrožena přílivovou vlnou. [29]

8.3 DRUHY PORUCH A JEJICH ČETNOST

Základní skupiny poruch vyskytujících se v kanalizacích (dle ATV-M 143E a ČSN EN 13508-2):

- netěsnost;
- překážky průtoku;
- odchylky polohy;
- mechanické opotřebení;
- koroze;
- trhliny;
- prolomení trouby;
- zřícení, zborcení trouby.



Obr. 8.2 Druhy poruch stok a jejich výskyt v roce 2009 v ČR [14]

Četnost poruch znázorňuje graf na obrázku 8.2 vydaný v odborném časopisu SOVAK. Převážnou procentuální část s hodnotou 82 % představuje odstraňování překážek průtoku a

totálních ucpávek na stokových sítích. Vzhledem k tomu, že se tento druh poruch na stokových sítích vyskytuje nejčastěji, měla by být tato skutečnost důvodem pro management provozních společností k účinnému a racionálnímu způsobu výkonu této činnosti. To znamená, že na čištění stok by měly být nasazovány čistící soupravy vhodných parametrů. V další řadě nasazovat k výkonu čištění pouze kvalifikované a řádně proškolené osádky dbající pokynů vedení střediska. [14]

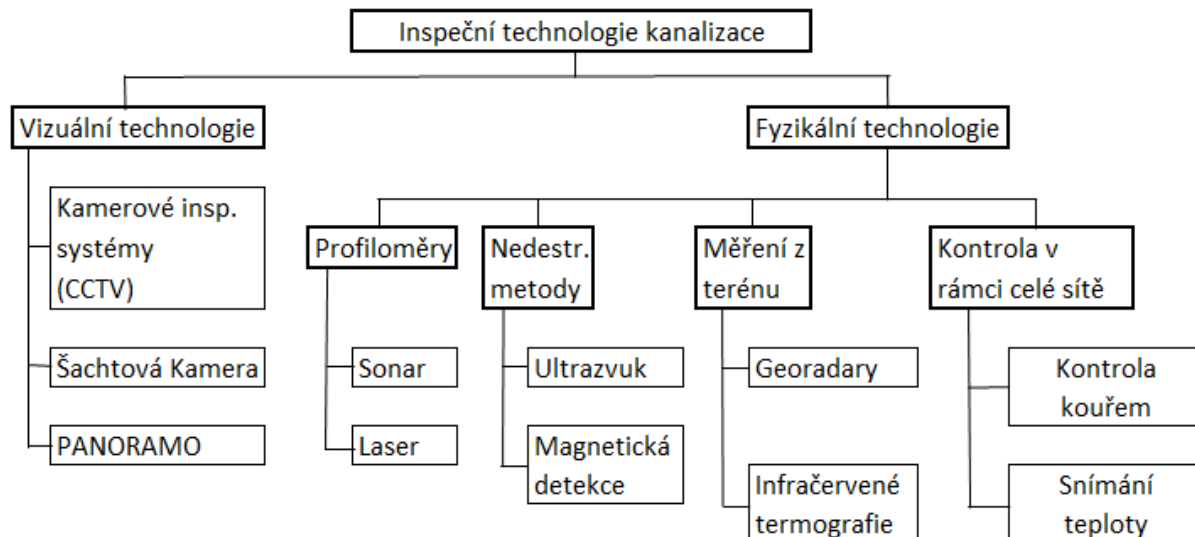
9 KONTROLA STAVU STOKOVÉ SÍTĚ

V současné době je k dispozici velké množství kontrolních technologií pro získání informací o závadách a stavu kanalizační sítě. Vhodná metoda prohlídky se určuje podle jejího účelu, profilu, množství vody v kanalizaci a času, který na prohlídku máme. V neposlední řadě také podle techniky, kterou máme k dispozici a také dle ekonomických ukazatelů. Nejběžnějším a komplexním způsobem inspekce kanalizační sítě je vizuální kontrola. Osobní vizuální kontroly pověřenou osobou se mohou provádět pouze při velmi velkých průměrech stok a pracovník rovnou identifikuje a zaznamenává viditelné kanalizační vady. Naopak kamerové technologie, jako CCTV nebo šachtové kamery, poskytují vizuální zobrazení vnitřního stavu u potrubí menších průměrů, které nejsou průchozí ani průlezná. Obrazová analýza umožňuje identifikovat typ, pozici a viditelné vady. [21]

Ve zprávě o průzkumu dostupných technologií a metod pro získání přehledu o stavu stokové sítě, vydané společností Veolia v Německu, jsou inspekční technologie rozděleny na vizuální a fyzikální. Mezi vizuální technologie patří již zmiňované různé druhy kamerových záznamů. Do kategorie fyzikálních technologií byly zařazeny metody:

- profiloměry;
- nedestruktivní metody testování;
- měření prováděné z terénu;
- měření prováděné v rámci celé sítě.

V dalších podkapitolách budou jednotlivé technologie probrány více do detailů. Součástí kontroly stavu stokové sítě jsou také prohlídky a zkoušky vodotěsnosti úseků stokových sítí. Typy a průběhy provádění jednotlivých zkoušek jsou více probrány v kapitole 9.3. V této části je také věnována kapitola důležité provozní technologii a to čištění stokových sítí.



Obr. 9.1 Přehled hlavních kanalizačních kontrolních technologií. [21]

9.1 VIZUÁLNÍ TECHNOLOGIE

K lokalizaci postižené oblasti nám pomáhají speciální vizuální technologie opatřené barevným displejem, které jsou vpuštěny do kanalizačního řádu. Tyto technologie lze aplikovat na různé profily potrubí a celý proces je při tom zaznamenán do počítače k dalšímu přezkoumání a zpracování. Vizuální technologie často také kromě samotného videozáznamu zprostředkovávají i další cenné informace jako je vzdálenost, spádovost oblasti, výskyt deformací apod. [11]

Obecně pro kamerové inspekce platí, že náklady na inspekci a s tím spojená doba potřebná k nainstalování a umístění systému do kanalizace je závislá do značné míry na kanalizačních a průtokových charakteristikách. Nevýhodou tohoto systému je poskytování pouze vizuálního záznamu trubních interiérů. Kamerový systém nedokáže detekovat externí dutiny nacházející se za potrubím, zhoršené podmínky podloží a nedokáže nás informovat o tloušťce stěny potrubí. V důsledku pracné ruční detekce a interpretace vad potrubí, která je náchylná k chybám, mají v poslední době výzkumné projekty za cíl automatizovat tento postup a předejít tak těmto vzniklým chybám. Bohužel tyto nově vyvinuté technologie nejsou zatím stále běžně používané. [21]

9.1.1 Kamerové inspekční systémy - CCTV

CCTV je standardní technologie pro detekci široké škály kanalizačních vad. Technologie se provádí, aniž by pověřený pracovník musel vstupovat do kanalizační stoky. Kamerový záznam poskytuje vizuální data vnitřního povrchu trouby pomocí obrázků nebo videí. Analýza obrazu umožňuje identifikovat typ a polohu závad. Podle normy EN 13508-1 (2012) by měly být nepřímé inspekční technologie, kterými jsou kamerové systémy, upřednostňovány před přímými kontrolami osobou. Kamerová technologie je vhodná pro jakýkoli materiál trouby s vnitřním průměrem 90 mm a více. Tato technologie může být

použita s napájecím zdrojovým kabelem dlouhým až 500 m, kterým je systém propojen s inspekčním zařízením. Pro zlepšení analýzy závad mohou být připojeny ke kamerám další kontrolní technologie jako například laser nebo sonar. [21]

Systém CCTV je vhodný pouze pro identifikaci závad, které je možné vizuálně detekovat operátorem. Kvantifikace se provádí lidským odborným odhadem z vytvořených obrazů a videí. Subjektivní pohled jednotlivých pracovníků může vést k určitému zkreslení v datech. Některé z vad mohou být detekovány pouze s barevnou kamerou a za dobrých světelných podmínek jako je například pozorování průsaků vody nebo přítomnosti různých plynů. [20]

Typické kamerové systémy používají videokameru s osvětlením. Pojízdná kamerová zařízení jsou obvykle namontována na kolovém nebo pásovém podvozku, který umožňuje kamerovému systému projet kanalizační trubky a nahrát celou část potrubí. Tento příklad je zobrazen na obrázku 9.2. Druhým typem jsou posuvná kamerová zařízení. Tyto kamery se skládají z monitoru, měřícího zařízení, posuvného kabelu, kabelového navijecího kola s brzdou a rotační kamerové hlavy s osvětlením. Tento typ kamerového systému je zobrazen na obrázku 9.3.



Obr. 9.2 Kamerový inspekční systém MOBILE společnosti Rausch [31]

Evropská norma EN 13508-1 doporučuje vyčistit a odvodnit délku monitorované kanalizace. Kamera může být také použita v neodvodněném potrubí pomocí upevnění kamery na plovák. Nevýhodou tohoto systému je možnost záznamu povrchu potrubí pouze nad hladinou vody. Záznamové zařízení je propojeno s monitorovacím střediskem prostřednictvím kabelu, který také rovnou měří vzdálenosti pozorovaných vad směrem od šachty. Tyto video technologie často mívají schopnost otáčení, naklánění a zoom, která pomáhá uživateli získat úplný obvodový pohled na trubku i za spoji a překážkami. [21]



Obr. 9.3 Posuvné kamerové inspekční systémy DELTA společnosti Rausch [31]

9.1.2 Panorama

Kromě klasických kamerových systémů, které digitálně snímají stokové sítě, byly vyvinuty za účelem zlepšení rozlišení obrazu a rychlosti inspekce systémy jako je například Panorama z Ibak Helmut Hunger (Kiel, Německo)). Systém Panorama využívá dva fotoaparáty s vysokým rozlišením digitálního snímání. Snímací hlavou je čočka s možností otáčení 186° a efektem rybiho oka. Při průjezdu potrubím zaznamenává kamera dva snímky každých 5 cm. Jednu fotku z předního fotoaparátu a druhou ze zadního. Zaznamenané části potrubí mohou být kombinovány k vytvoření dvou typů obrazů. Prvním typem je 3D pohled interiéru na celou kanalizační trubku a rozložené pohledy na vnitřní povrch potrubí. Druhým typem je nesložený pohled vnitřního povrchu trubky umožňující počítačem podporované měření vad a objektů. Kromě toho je kvalita obrazu lepší, protože není nahráváno video, ale jsou vytvářeny fotografie ve vyšším rozlišení. [21]

Na jedné straně je výhodou tohoto systému, že inspekce potrubí se může provádět za podstatně vyšší rychlosti, než u běžných systémů. Na druhou stranu, uživatel obdrží zpracovanou ilustraci 3D filmu, který obsahuje plynulé nahrávání celého inspekčního potrubí. Velkou výhodou je možnost dodatečného vyhodnocení stavu kdekoli v kanceláři bez ohledu na skutečnou kanalizační inspekci. Divák se může volně pohybovat v kanalizační trubce bez jakýchkoliv omezení pozorování. Může zastavit v jakékoli pozici, otáčet úhel pohledu o 360°, přibližovat a oddalovat záznam, podívat se do přípojek a vracet se zpátky. Tyto všechny úkony může provádět bez ovlivnění záznamu, což u klasických kamerových záznamů není možné. [22]



Obr. 9.4 Digitální skenovací systém Panorama 150 od společnosti IBAK [22]

9.1.3 Šachtová kamera

Využívanou alternativou systému CCTV je jeho umístění na teleskopickou tyč pro ruční manipulaci ve formě zoom kamery neboli šachtové kamery. Základem systému je barevná kamera a výkonný osvětlovací systém umístěné v pohyblivé hlavici, která je pevně připevněna na teleskopickou tyč. Zobrazovací a záznamová jednotka je zavěšena na těle obsluhy. Jedná se o standardní metodu provádění rychlého obrazového stavu kanalizace. Nenahrazuje konvenční kamerové inspekce, ale je užitečná pro rychlé identifikování kanalizací nutných k vyčištění nebo pro jejich základní hlubší inspekci. Kamera může detekovat a lokalizovat viditelné trhliny, netěsnosti, kořenové vniknutí a celkový stav povrchu potrubí a šachet. Šachtové kamery vytvářejí statické obrazy nebo nahraná videa z vnitřku trouby. Místo jízdy kanalizací, kamera zůstává stacionární. Fotoaparát je osazen na podvozek nebo podpírací tyč a spuštěn do šachty, aby prováděl kontrolu. [21] [23]

Pro tento systém platí stejná omezení jako pro CCTV systémy. Záznam podává informace pouze o vnitřním stavu potrubí a vyhodnocení závad je možné opatřit chybou podle subjektivního posouzení danou osobou. Velkou nevýhodou tohoto způsobu je viditelnost závad, která je závislá na viditelnosti kamery a poskytování pouze axiálního pohledu záznamu. Při dlouhé vzdálenosti úseku mezi šachtami může docházet k nedostatečnému přiblížení pro kontrolu celého úseku. Některé závady nemohou být vidět z důvodů ohýbání trouby nebo ostření kamery na bližší předměty nacházející se v úseku. V neposlední řadě nejsme schopni šachtovou kamerou přesně určit polohu závady. [21]



Obr. 9.5 Příklad vizuální kontroly pomocí šachtové kamery [21][24]

9.2 FYZIKÁLNÍ TECHNOLOGIE

9.2.1 Profiloměry

Laserové měření

Laserový profiloměr je samostatný nástroj, který po použití s fotoaparátém vytváří kamerový průzkumný systém, sběr dat a potrubní zprávu obsahující měření chyb a dalších funkcí uvnitř potrubí. Laserová technologie je obvykle připojena k CCTV kameře nebo funguje jako samostatný systém. Samostatný laserový systém se skládá ze dvou hlavních částí. První je stacionární část, kde jsou osazeny laserové dálkoměry a pulzující laser. Druhou je část pohyblivá, kde jsou nainstalovány dvě kamery a laserový profiloměr. Údaje vyplývající ze zpracování obrazu předního fotoaparátu a projekce laserového profilování, jsou korigovány s přesnou polohou pohyblivé části. Pozice se získává ze tří zaznamenaných vzdáleností a zpracováním obrazu ze zadní kamery, která zaznamenává projekci čtyř laserů. [20] [25]

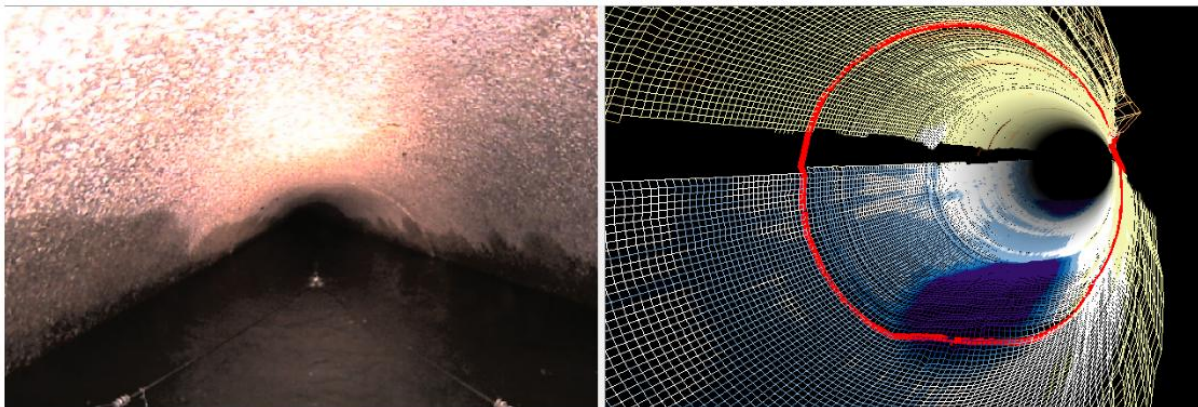
Systém laser generuje profil vnitřního povrchu trouby, což nám umožňuje detekci a měření změn v její geometrii. Tyto změny mohou být způsobeny vychýlením, průhybem, trhlinou, sedimenty nebo korozi v trubce. Měření průměru a ovality trouby je zvláště důležité pro plasty, v nichž ukazující odchylky namáhání mohou vést k předčasnému zborcení. Laserová technologie je použitelná pro jakýkoli materiál o průměru mezi 600 a 1600 mm. Laserový paprsek vykreslí tvar kanalizace a dokáže detekovat změny ve tvaru roury. Nedávný vývoj laserového skenování umožňuje vytvořit 3D profil stoky. Laser zaznamenává automaticky tvar a vytváří tak trubní diagram. Výsledky jsou hodnoceny operátorem po inspekci pro popis zjištěných vad. Vzhledem k možné difrakci laserového paprsku pod vodou, mohou být laserové průzkumy spolehlivě použity pouze nad hladinou toku, nebo u nezatopených částí potrubí. [21]

Sonar

Sonar je zvuková detekční technologie navržená pro provozy pod vodou. Stejně jako laserové technologie, tak i sonar profiluje vnitřní vady na obvodu trouby a zaznamenává její tvar a geometrii. Například to jsou průhyby potrubí, praskliny a sedimentace. Sonar je použitelný pro gravitační kanalizace jakéhokoli materiálu trubky s průměrem větším než 300 mm.

Technologie sonar může být použita samostatně, a to zejména v situacích, kdy kamerový systém nelze použít pro kontroly (např. zaplavené sekce potrubí). Obvykle se ale kombinují s CCTV kamerovými roboty ke kontrole kanalizačního potrubí pod a nad vodní hladinou bez odvodnění.

Sonar systém vysílá vysokofrekvenční ultrazvukové signály, které se odrážejí od stěn kanalizace a jsou přijímány sonarovou hlavou. Doba mezi vysláním a příjmem signálu určuje vzdálenost mezi hlavou sonaru a stěnou kanalizace nebo sedimentu. Průchodem přes potrubí sonar zajišťuje nepřetržitou sérii měření průřezu stoky. Výsledky jsou analyzovány operátorem po provedení inspekce. To slouží pro určení tvaru kanalizace a identifikaci konstrukčních vad a sedimentů. [21]



Obr. 9.6 Příklad vizuální kontroly pomocí plovákového sonaru a následné výsledky inspekce [26]

9.2.2 Nedestruktivní metody testování

Inspekce ultrazvukem

Ultrazvuková kontrola je materiální inspekční metoda, která analyzuje změny v kanalizačním materiálu. To nám může detekovat vady potrubí, jako je koroze, průhyby, trhliny a měření tloušťky stěny. Metoda je vhodná pro všechny trubní materiály, ale lepší výkony jsou prokázány pro železo a ocel. Ultrazvukové zařízení vysílá vysokofrekvenční zvukové vlny směrem k vnitřnímu povrchu kanalizace. Puls prochází materiálem do doby, než dosáhne na druhou stranu nebo do důsledku změny hustoty materiálu. Čím větší je rozdíl mezi materiálovými vlastnostmi, tím větší množství signálu se odráží zpět. Doba trvání a rychlost pulzu jsou analyzovány pro určení vzdálenosti od vnitřního povrchu. Podmínkou pro tuto inspekci je, že kanalizace musí být předem vyčištěna a nečistoty spolu s kořeny by měly být

odstraněny. Zařízení může provést několik měření podél kanalizační sítě a výsledky inspekce jsou analyzovány provozovatelem a dodatečně vyhodnocovány. [21]

Magnetická detekce úniků

V originále Magnetic Flux Leakage (dále jen „MFL“) se používá pro detekci a charakterizaci defektů ztráty kovu, jako jsou například koroze a trhliny na vnitřní stěně kovové trouby. Metoda MFL má dobré detekční schopnosti dokonce i při malých vadách. Dokonce i za extrémně špatných podmínek je stále dosahována magnetická odezva. Proto lze s vysokou mírou přesnosti detekovat redukce tloušťky stěny.

Nástroj MFL se skládá ze dvou nebo více částí. Jedna část je magnetizátor s magnety a snímači. Zbylé části obsahují elektroniku a baterie. MFL magnet posílá magnetický tok do materiálu, zatímco sensorová hlava měří axiální, radiální a obvodové signály třemi integrovanými snímači. Poškozené oblasti nemohou podporovat tolik magnetického toku jako nepoškozené homogenní oblasti, což vede ke zvýšení pole toku. Potrubí musí být před prohlídkou odstavené, suché a vyčištěné. Zařízení MFL je vloženo do kanalizace a řízením operátora se pohybuje potrubím.

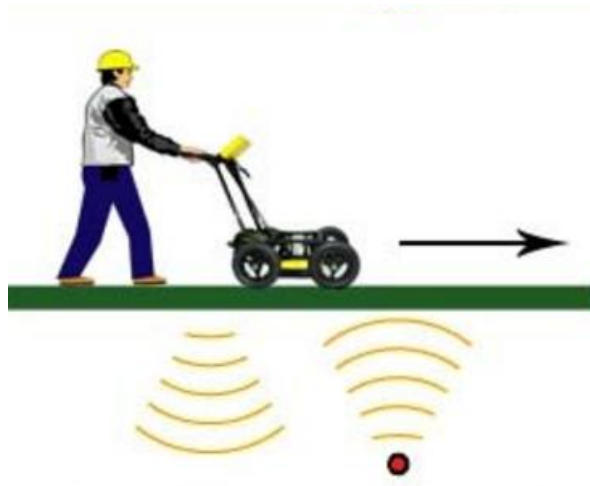
Tato technika je vhodná pouze pro kovové trouby. U nás není obvyklé budování kovových kanalizačních potrubí s výjimkou kanalizací určených pro výtlač. Pro provedení inspekce je vyžadován přístup do kanalizace, z důvodu umístění snímače. Snímač totiž musí být v kontaktu se stěnou potrubí. Před inspekcí musí být potrubí odvodněno a vyčištěno. Přesné vyhodnocení výsledků vyžaduje kvalifikovanou obsluhu. [21]

9.2.3 Terénní měření

Inspekce kanalizačního systému prováděné ze stok mají spoustu omezení, proto lze průzkum provádět i měřeními z povrchu. To má ovšem své nevýhody a například v městském prostředí může docházet k mnoha odrazům a rozptylu signálu. Tyto jevy se poté stávají příčinou obtížnějšího a náročnějšího vyhodnocování měření. Stává se tak zejména ve svrchní části komunikací, kde je silně nehomogenní prostředí. [13]

Georadary

Georadary jsou speciální zařízení na nedestruktivní zjišťování vlastností zemního prostředí, především v městské zástavbě. Pomocí této technologie je možné vyhledávání potrubí a dále vyšetřování dutin a kavern v okolí kanalizace. Základem zařízení jsou vysílací a přijímací antény. Georadar vysílá vysokofrekvenční rádiové vlny do země a může být použit pro všechny průměry stok. Cestováním přes zem záření zasáhne předměty rozdílných vodivosti a dielektrickou konstantou. Přijímací anténa zaznamenává amplitudu každého odraženého impulsu. Čas návratu může být analyzován za účelem zjištění polohy a hloubky prvků pod zemí. Tradiční prohlídka se provádí z povrchu země od operátora. [21] [27]



Obr. 9.7 Základní princip fungování georadarů [26]

Infračervená termografie

Infračervená termografie (IRT) může být použita k detekci netěsnosti dutin a rozdílům v tloušťce stěny potrubí. IRT využívá infračervené kamery k měření infračerveného záření na povrchu kanalizace. Různé teploty na povrchu trouby vyzařují různé infračervené záření, což převážně indikuje přítomnost vad. Tato záření jsou vybavena čidly pro analyzování, identifikaci a vyhodnocení vad operátorem. IRT může být použita jak z povrchu země, tak i zevnitř trouby. Existují dvě základní IRT Metody. První metoda je pasivní IRT, která nevyžaduje žádné externí zdroj tepla. Naopak druhá metoda, aktivní IRT, která vyžaduje zdroj tepla v potrubí, jako je například infračervené světlo. U pasivní metody IRT nám slunce slouží jako zdroj energie pro oteplování země. [21]

Nevýhodou tohoto systému je potřeba vyškoleného operátora jak pro samotnou kontrolu, tak pro pozdější interpretaci výsledků. Další nevýhodou je citlivost změny teploty přijaté zařízením, která se může lišit při snížení vzdálenosti k objektu nebo samotném úhlu pohledu. [21]

9.2.4 Kontrola v rámci celé sítě

Kontrola kouřem

Kontrola kouřem je rychlá a relativně levná metoda, která se obvykle používá k vyhledání nezákonného nebo vadného napojení do kanalizace. Tato kontrola může být také použita k určení netěsností nebo rozbití trouby. Aplikování této metody do systému o velkých světlostech potrubí je omezeno v důsledku kapacity dmyhadla. Kouř je vytvořen pomocí netoxické kouřové bomby nebo jako kapalný kouř. Dmyhadla vhánějí kouř do systému pomocí vstupní šachty. Po několika minutách mohou být pomocí filtrace kouře z potrubí detekovány nesprávné přípojky. Před inspekcí potrubí je nutné informovat obyvatele a záchranné služby z kontroly oblasti. Pasti je třeba správně umístit do kanalizace, aby se

zabránilo kouření z domů a udržení kouře ve zkušebním prostoru. Další průzkumy mohou být použity k určení problémů infiltrace.

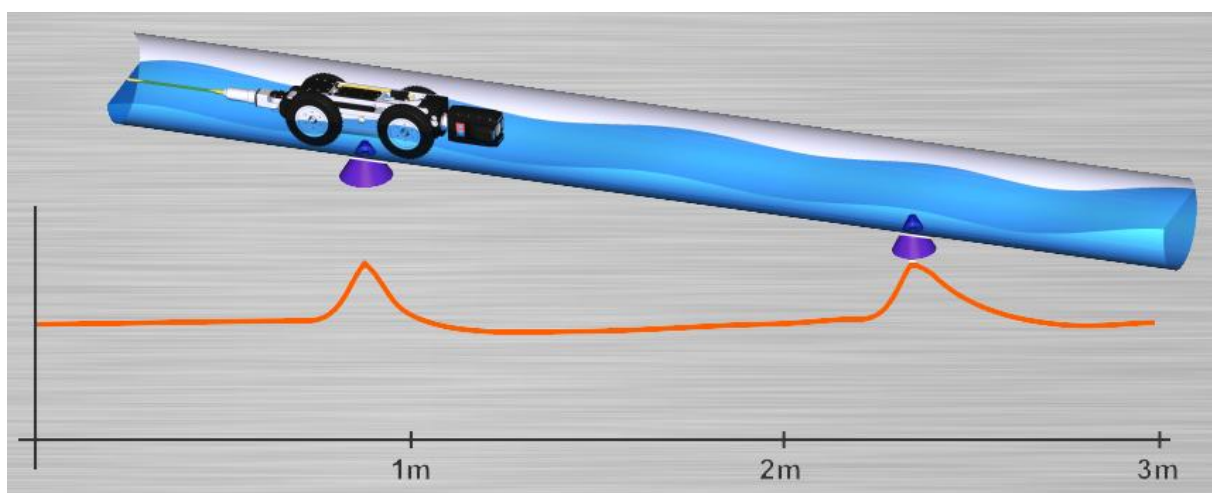
Velkou nevýhodou této techniky je vyžadující přístup k majetku. Částečně zablokovaná potrubí mohou vést kouř od zkušební oblasti do oblastí, kde nemá být kontrola prováděna. Při špatné informovanosti může kouř způsobit poplach pro obyvatele kontrolované oblasti. [21]

Snímání teploty

Snímání teploty je užitečný nástroj pro lokalizaci nelegálního napojení a pro detekci kanalizační infiltrace. Tato technika používá optický kabel připojený k nástrojům, které současně měří teplotu na mnoha místech podél kabelu. Přesnost měření teploty je asi $1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Kabel optického vlákna je dočasně (několik dnů nebo týdnů), nainstalovaný uvnitř kanálu v délce několika kilometrů. Poté, co je kabel položen, systém zaznamenává automaticky teplotu a poskytuje detailní znázornění teplot kanalizace jak v čase, tak i prostoru. Výsledky jsou analyzovány operátorem pro identifikaci nedovolených napojení nebo infiltrace.

Tato technologie má vysoké počáteční náklady z důvodů nově vyvinutého a drahého vybavení. Kontrola se vyznačuje dlouhou dobou instalace zařízení. Efektivní detekce špatného propojení nebo úniku závisí na gradientu teploty odpadních vod a infiltrované vody. [21]

Snímání teploty je také možné využít při prohlídce kanalizační sítě pomocí kamerového systému. Na samotnou kameru je osazen snímač pro snímání teploty. Tato kombinace nám umožňuje vyhledávání vtoku balastních vod. Prohlídka je možná pro potrubí od DN 150. Vyhledávání vtoku balastních vod je světový unikát. Jedná se o elektronickou detekci vyvěrající vody v porušeném potrubí v zaplavené kanalizaci. Graf následně vyhodnotí, ve které části k neviditelnému vtoku dochází. Tato funkce je nesmírně důležitá, protože optimalizuje přítékající odpadní vody do ČOV. [37]



Obr. 9.8 Vyhledávání vtoku balastních vod pomocí snímače teploty [37]

9.3 PROHLÍDKY A ZKOUŠKY VODOTĚSNOSTI

Zkoušky vodotěsnosti se provádějí podle ČSN 75 6909 nebo podle ŠSN EN 1610. Účelem zkoušek vodotěsnosti je prokázání vodotěsnosti nově vybudovaných, stávajících nebo sanovaných stok s gravitačním průtokem a průtočnou plochou do 4 m². Neplatí pro vnitřní kanalizace, otevřené stoky, stoky s tlakovým a podtlakovým prouděním a pro velké objekty na stokách. Zkoušky vodotěsnosti se podle příručky provozovatele stokové sítě provádějí:

- po dosažení požadovaných parametrů prováděné stavby;
- mezi dvěma úseky šachet
- po zásypech stok a po odstranění pažení;
- nad hladinou podzemní vody;
- ve vyčištěných a dokonale utěsněných stokách;
- ve zkontrolovaných stokách. [12]

Zkouška vodotěsnosti může být prováděna dvěma způsoby.

9.3.1 Zkouška těsnosti vodou

Zkouška se provádí pomocí utěšňovacích vaků s plováky. Na horní konec je nainstalováno odvodušňovací potrubí a úsek se naplní vodou. Úbytek tlaku v těsnících vacích je snímán. Měření se vyhodnocuje podle normy ČSN EN 1610 nebo podle normy ČSN 75 6909. Předepsaný zkušební tlak 40 kPa je měřen snímači tlaku, které zachytí jeho pokles při netěsnostech na úseku. Unikající množství vody je automaticky plynule doplňováno. Množství doplňované vody se měří a zobrazuje na displeji. Průběh zkoušky je i s údaji zaznamenáván do protokolu o měření. Výsledek měření je v podobě grafického znázornění průběhu tlaku a objemu doplněného množství vody. Celá tato operace probíhá automaticky. [26]

Přípravná a zkušební doba prováděné zkoušky je uvedena v obou zmíněných normách. Pro profily přesahující DN 1000 může být zkouška provedena pouze jako zkouška jednotlivých spojů. V případě závady (velkého úniku vody) je nutno zkoušku přerušit a provést znovu. V odůvodněných případech, kdy není možné provést zkoušku vodotěsnosti (napojení přípojek) je požadována prohlídka potrubí kamerou. [12]

9.3.2 Zkouška těsnosti vzduchem

Zkouška se provádí podle ČSN EN 1610. Obdobně jako u zkoušky vodou se oba konce úseku utěsní těsnícími vaky. Díky činnosti kompresoru vzniká tlak potřebný pro těsnící vaky i pro průběh vlastní zkoušky. Na řídicí jednotku je napojeno tlakové čidlo, které snímá tlak ve vyhodnocovaném úseku. Pokles tlaku je zaznamenáván a vyhodnocován. Zkušební tlak v úseku je s dalšími nutnými údaji zaznamenáván ve zkušebním protokolu včetně grafu jeho

průběhu. Celá zkouška probíhá automaticky. Pokud jsou v úseku zjištěny netěsnosti, následuje fáze jejich lokalizace. Úsek je rozdělen na dílčí zkoušené úseky. Popřípadě jsou kontrolovány jednotlivé spoje trub. O každé zkoušce, i té neúspěšné, musí být vyhotoven zápis. [26]

9.4 ČIŠTĚNÍ STOKOVÝCH SÍTÍ

Podle odborného stavebního portálu je na území České republiky v současné době provozováno přibližně 40 000 km stokových sítí. Čištění je součástí jejich každodenní údržby a přípravných prací před opravou a obnovou stokových systémů. Provádí se před průzkumem stokových sítí a podle zjištěného stavu a použité metody i před samotnou opravou nebo obnovou. Čištěním se odstraňují sedimenty, uplívající látky, znečištění a jiné překážky v trubním profilu, které znemožňují vyhodnocení míry narušení stokové sítě. [26]

Volba způsobu čištění musí vycházet ze složení sedimentů, uplívajících látek a současně i z druhu a materiálu ostění stokové sítě. Doporučuje se užívat takového čištění, které nevyžaduje přítomnost obsluhy uvnitř čištěného profilu. U vysokotlakého čištění se volí takový tlak vody, který nenaruší konstrukci stoky. Je-li potřeba odstranit pevné ucpávky a tvrdé předměty v neprůlezných profilech, doporučuje se použití mechanických nástrojů. Inkrustace a pevné usazeniny ve stoce se nejlépe odstraní za použití speciální frézy, speciálního dláta nebo pneumaticky poháněného nože. Často je také při čištění potřeba odstranit přesahující přípojková potrubí, vzpříčené předměty a kořeny prorůstající do stoky. Způsobů čištění stokových sítí je několik. Obecně je lze rozdělit do základních skupin na čištění:

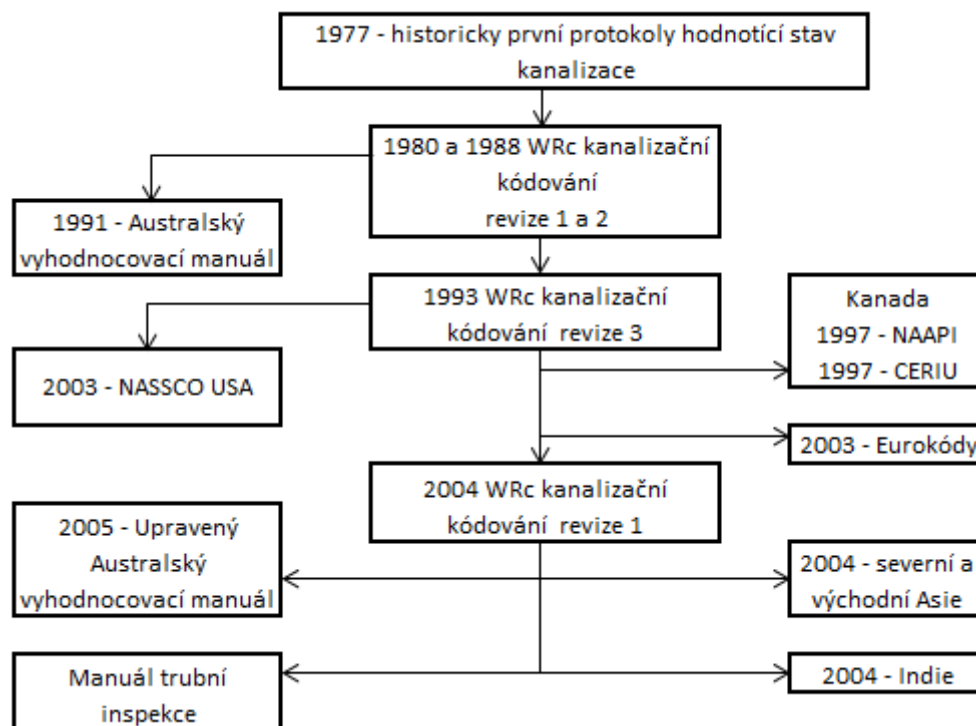
- hydraulické;
- mechanické;
- hydraulicko-mechanické. [26]

10 POSOUZENÍ STAVU VENKOVNÍCH SYSTÉMŮ STOKOVÉ SÍTĚ

Způsob kódování je dokumentací kamerové inspekce kanalizačního stavu. Popisuje inspekci kanalizačních vad standardními kódy spolu s dalšími informacemi. Proměna vizuální informace do standardních kódů pomocí kontrolních pracovníků je zásadním krokem k zajištění spolehlivě zpracovaných dat použitelné i pro další využití. To lze provést buď na místě, nebo po prohlídce v kanceláři. Tento postup je velmi subjektivní, závisí do značné míry na zkušenostech a kvalifikaci provozního personálu, a je těžko automatizovaný. Pokud je to možné, měl by systém kódování vad být jednoduchý a stálý.

První metoda kódování byla vydána v roce 1980 v Příručce Manual of Sewer Condition Classification MSCC vodohospodářským výzkumným střediskem (WRC). Tyto kódy jsou

základem mnoha klasifikačních protokolů vyvinutých po celém světě během posledních 35 let (USA, Kanada, Anglie, atd.). [21]



Obr. 10.1 – Historický vývoj protokolů o posuzování stavu kanalizace na základě prvního protokolu hodnocení z WRc [28]

V Evropě se posouzení stavu venkovních systémů stokové sítě provádí podle evropské normy ČSN EN 13508-2. Tato norma je platná pro posuzování stavu venkovních systémů stokových sítí a kanalizačních přípojek. Dále je v této normě určena základní kodifikace, zohlednění vnějších podmínek a další informace. Norma platí pro stokové systémy, které jsou především provozovány jako gravitační od místa, kde odpadní vody opouštějí budovu, až po místo, kde vytékají do čistírny odpadních vod, popřípadě do recipientu. Stanovuje kódovací systém pro popis nálezu provedený vizuální prohlídkou uvnitř stok a kanalizačních přípojek a ve vstupních a revizních šachtách. Tato část normy je využívána k zaznamenání výsledků z vizuální prohlídky. Systém neobsahuje metody pro vyhodnocování stavu stok. Metodika vyhodnocení je subjektivní u jednotlivých provozovatelů sítí a více ji bude věnováno v následující kapitole. Kódové informace mohou být využity pro tyto účely:

- posuzování funkčních poruch při sestavování plánů sanace;
- příprava podkladů pro plánování opatření v provozu a údržbě;
- průzkum určitých závad provozu a údržby;
- získávání dat o stavu systému.

Každý zjištěný nález na monitorovém úseku se zaznamenává za použití základního kódu, který popisuje základní poznatky o tomto nálezu, popřípadě další doplňující informace.

Objednatel průzkumu si může sám určit, které záznamy mají být zaznamenány a stupně podrobnosti jejich záznamu. [36]

10.1 KÓDOVACÍ SYSTÉM STOK A KANALIZAČNÍCH PŘÍPOJEK

Kódovací systém obsahuje spoustu kódů, které jsou používány pro zápis závad a poznatků o stavu stokových sítí a kanalizačních přípojek. Pro každý monitorovaný úsek je sestavována zpráva. Norma rozděluje základní dva druhy zaznamenávaných informací:

- základní informace, které se vztahují na stoky a kanalizační přípojky jako na celek. Příslušné kódy spadající do této kategorie začínají písmenem A;
- informace k jednotlivým zjištěným nálezům uvnitř stok a kanalizačních přípojek. Příslušné kódy spadající do této kategorie začínají písmenem B. [36]

10.1.1 Hlavní kódy

Jednotlivé nálezy, které spadají do kategorie s označením prvního písmene B, jsou popisovány hlavními kódy, které slouží k jeho bližšímu popisu. Norma udává, že žádné nálezy nemohou být zaznamenávány bez použití jednoho z těchto kódů. Hlavní kódy jsou normou pro větší přehled rozděleny do čtyř skupin. Druhé písmeno udává skupinové zařazení:

- hlavní kódy vztahující se ke konstrukci stok a kanalizačních přípojek (BA.);
- hlavní kódy vztahující se k provozu stok a kanalizačních přípojek (BB.);
- hlavní kódy vztahující se k inventarizaci stavu (BC.);
- další hlavní kódy (BD.).

Každá z těchto čtyř skupin má dále přesné určení daného nálezu nacházejícího se ve stoce či kanalizační přípojce. Tyto jednotlivé nálezy jsou blíže specifikovány charakterizací, kvantifikací nebo polohou na obvodu. [36]

Tabulka 10.1. Tabulka klasifikace poruch dle norem ČSN EN 13508, ATV 143 a daný technický ukazatel

Technický ukazatel	Porucha podle ČSN EN 13508 - 2	ATV 143
TU 1	BAC -rozlomení, destrukce potrubí	B - rozlomení stoky, destrukce
TU 2	BAB - tvorba prasklin	R- praskliny
TU 3	BBF/BBG - infiltrace / exfiltrace	U- netěsnosti
TU 4	BAG - vyčnívající (přesazená) kanalizační přípojka	SE - přesazený výsek
TU 5	BAJ - posunutý trubní spoj	

TU 6	BBA - prorůstání kořenů	HP - Vrostlé kořeny
TU 7	BBC/BBE - usazeniny / jiné překážky	H - překážka HF - pevná usazenina
TU 8	BAF - poškození povrchu	V - mechanický obrus
		CC,C,CO,CM - koroze
TU 9	BAA - deformace	D- deformace trub z plastů
	BBH - škůdci	
	BCC - zakřivení stoky	L- odchylky polohy

10.1.2 Charakterizace

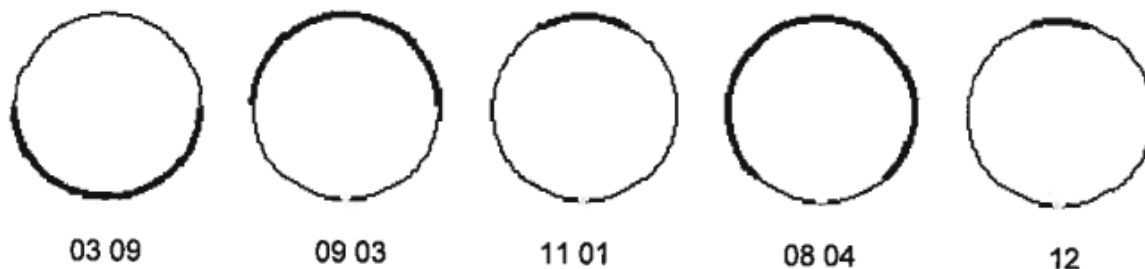
Kódy zadávané v tomto poli slouží k bližšímu popisu nálezu. K dispozici nám norma dává maximálně dvě možnosti popisu, které jsou přesně stanoveny pro jednotlivé druhy nálezů. Tyto kódy je nutno zaznamenávat v předem zadaném pořadí. Pokud je některá charakterizace objednavatelem požadována, ale zjištění nálezu není z různých důvodů možné, je nutné zadat kód YY jako první kód charakterizace. [36]

10.1.3 Kvantifikace

Kvantifikace je záznam o hodnotě velikosti daného nálezu. Každý nález má své specifické požadavky na určení kvantifikace a jednotky, ve kterých je kvantifikace zapisována. Všechny tyto informace jsou podrobněji uvedeny v normě, pro každý nález samostatně. [36]

10.1.4 Poloha na obvodu

Pokud je poloha na obvodu podle normy pro jednotlivé nálezy požadována, zaznamená se poloha nálezu za použití odkazu na hodinový ciferník. Údaj hodinového ciferníku je určen úhlem, který vychází ze středu příčného profilu mezi zjištěným nálezem a vnitřním vrcholem stoky. Tomuto úhlu je přiřazován odkaz na hodinový ciferník podle tabulky uvedené v normě. Na obrázku je znázorněn příklad pro použití údajů hodinového ciferníku. [36]



Obr. 10.2 – Příklady pro ciferníkové hodnoty [ČSN EN 13508-2]

Evropská norma již byla přeložena do různých národních verzí, ale není stále využívána všemi členskými zeměmi. Ve skutečnosti existují další národní systémy, které se stále

používají v mnoha zemích. Například ve Francii mnoho společností nadále používá dřívější systém AGHTM pro inspekční zprávy z roku 1999. Pomocí tohoto systému nejsou vady kódovány, ale nálezy jsou popisovány jako pozorování provozovatele. [21]

V Německu, ale i u nás, je mnoho společností nadále využívajících německý kódovací systém podle ATV-M 143-2 (1999).

Postupy německých a evropských kódovacích systémů jsou podobné. Vady jsou zapisovány písmenem kódu společně s další obecnou a konkrétní informací závady. Rozdíl spočívá ve zvláštních popisech vad. V německém kódovacím systému se vady označují kódem se čtyřmi písmeny a další kvantifikací závady.

- 1 pozice: písmeno pro hlavní skupinu závady (např. R pro trhliny)
- 2 pozice: písmeno označující charakterizaci defektu (např. L pro podélné trhliny)
- 3 pozice: písmeno poskytující informace o infilracích (např. E pro vstup vody),
- 4 pozice: písmeno udávající lokalizaci defektu (P pro pravou stranu nebo určený podle hodinového ciferníku jako 3 hodiny). [21]

10.1.5 Nejistoty a subjektivita v určování závad a kodifikaci

Nejistota zatřídění je hlavním problémem pro další využití kódovaných dat, zejména pro rozhodování a rozvoj modelů. Dirksen et al. (2013) analyzovali poznatky z několika evropských případových studií týkajících se přesnosti a spolehlivosti údajů získaných z kamerových inspekčních kontrol. Nejistoty pocházejí hlavně ze subjektivního rozpoznávání a popisu vad, stejně tak jako z výkladu kontrolních zpráv CCTV. Bylo zjištěno, že pravděpodobnost, že operátor nedokáže rozpoznat přítomnost defektu je přibližně 25%. Také zjistili, že pravděpodobnost nesprávného rozpoznávání pozorování (vada a popis) pro všechny vady byla vyšší než 50%. [21]

11 METODIKA VYHODNOCENÍ TECHNICKÉHO STAVU STOKOVÉ SÍTĚ

Úkolem technické analýzy je celkové zhodnocení stavu stokových sítí, jak z hlediska hydraulického, tak i statického. Vypracování reprezentativních technických ukazatelů, které nám udávají současný stav daného stokového systému a z něj pak vychází plánování údržby a sanací. [24]

Podle průzkumu provedeného agenturou Spojených států amerických pro ochranu životního prostředí EPA (2008), jsou celkové finanční prostředky nutné k výměně, rekonstrukci a rozšiřování stávajících systémů po dobu 20 let v USA 82.7 miliardy dolarů, tj. 28% z celkové potřeby veřejných orgánů pro provozování a čištění odpadních vod. Podle francouzského ministerského průzkumu, jsou náklady ve Francii na celkovou potřebu kanalizační rekonstrukce asi 7 miliard eur. Průměrné roční investice do odpadního hospodářství

ve Francii je asi 1,7 miliardy eur (včetně nákladů na vybavení pro výměnu, rekonstrukci či rozšíření stávajících systémů). V Německu národní studie odhaduje, že asi 17% kanalizací má závažné vady a měly by být okamžitě nebo v blízké době rekonstruovány. [21]

Pro vyhodnocování dat z kamerových průzkumů mohou být použité různé metodiky, které většinou platí pro systémy stokových sítí a kanalizačních přípojek, které jsou provozovány především jako gravitační. Pro klasifikaci a vyhodnocení stavu stokových sítí si vytvořili a vytvářejí provozovatelé i vlastníci různé postupy tak, aby co nejlépe odpovídaly konkrétním podmínkám sítě.

11.1 KLASIFIKACE A VYHODNOCENÍ INSPEKČNÍ PROHLÍDKY

Předpokladem pro klasifikaci kanalizace je shromáždění informací o stavu kanalizace. V případě potřeby lze doplnit údaje z inspekčních kontrol například zkouškou těsnosti. S ohledem na ekologický a ekonomický význam musí být vyhodnocení údajů získaných inspekcí, stejně jako klasifikace a vyhodnocení, provedeno kvalifikovanými odborníky. Sestavení seznamu priorit vyžaduje znalost polohy poškozeného úseku. Dále je vhodná znalost informací o hydraulickém zatížení odpadního systému, popřípadě složení dopravovaných odpadních vod. Velmi důležité je zařazení klasifikovaných úseků do tříd, které určují prioritu oprav z časového hlediska. [9]

Obsluha inspekčního vozu zapisuje v průběhu optické inspekce zjištěná poškození, včetně údajů o rozsahu poškození. Podle stanovených kritérií provede obsluha zařazení jednotlivých poškození do tříd. Nejzávažnější poškození v úseku určuje třídu poškození celého úseku. Pokud je poškození takové, že ho nelze dostatečně přesně popsat zkratkami, musí se provést zařazení individuálně. [9]

11.2 METODIKA HODNOCENÍ TECHNICKÉHO STAVU

Popisovanou metodiku hodnocení technického stavu kanalizační sítě zpracoval doc. Ing. Jaroslav Raclavský Ph.D. v roce 2012 v publikaci pracovní verze.

Metodika hodnocení technického stavu kanalizační sítě je založena na zjednodušeném bodovém systému ohodnocení stavu potrubí se zatříděním do 5-ti kategorií (tab. 11.1). Metodika vychází z metody FMEA (Failure Modes Effects and Analysis).

Posuzovanou stokovou sít' se podle této metodiky doporučuje rozdělit na samostatně ucelené posuzované celky (tzv. vybrané části stokové sítě) a to na:

- kmenové stoky;
- uliční stoky přiléhající ke kmenovým stokám;
- kanalizační přípojky;
- šachty ve vybrané části stokové sítě;
- ostatní objekty;

- strojně-technologické části. [30]

Tab. 11.1 – Vyhodnocení stavu kanalizace [30]

Kategorie	Stav	Popis
K1	velmi dobrý	Optimální stav příslušného ukazatele. Nevyžadují se žádná opatření vedoucí ke změnám tohoto ukazatele. Nepředpokládá se výrazná změna hodnoty ukazatele i v delším časovém období
K2	dobrý	Nízká míra rizika příslušného ukazatele technického stavu. Nevyžaduje se žádné technické opatření ani v blízké budoucnosti
K3	vyhovující	Průměrné hodnoty příslušného ukazatele, které však nevyžadují okamžitá řešení, ale v budoucnosti lze předpokládat změnu hodnoty ukazatele.
K4	kritický	Kritické hodnoty příslušného ukazatele. To znamená, že by měla být realizována, případně plánována, opatření na řešení tohoto stavu
K5	nevyhovující	Nežádoucí nefunkční stav. Je požadováno dle možností provozovatele okamžité řešení, které povede k dosažení lepších hodnot příslušného ukazatele

11.2.1 Technické ukazatele pro hodnocení technického stavu stokové sítě a kanalizačních přípojek

Pro posouzení jednotlivých částí stokové sítě jsou používány technické ukazatele (dále TU), u kterých je stanoven postup jejich hodnocení. Technické ukazatele pro hodnocení stavu stokové sítě jsou určovány podle kódu, daného poruchou ve stokové síti. Seznam jednotlivých ukazatelů poruch je vypsán v tabulce 10.1. Hodnocení technického stavu sítě je rozděleno podle tuhosti trub na tuhé trouby (betonové, ŽB, kameninové a zděné), trouby poddajné (plastové a sklolaminátové) a na trouby z částečně poddajných trub (tvárná litina). V rámci práce byl proveden průzkum stokové sítě z prostého betonu, proto zde bude uvedena tabulka 20.1 v příloze č. 1, TU pro stokové sítě z tuhého potrubí. [30]

V tab. 11.2 je popsána potřeba odstranění poruchy v časovém horizontu podle zatřídění do kategorie dle tab. 20.1.

Tab. 11.2 – Kategorie ukazatele TU 1 – TU 9

kategorie	popis
K1	odstranění poruchy v rámci jiných stavebních opatření
K2	odstranění poruchy v dlouhodobém časovém horizontu
K3	odstranění poruchy ve střednědobém časovém horizontu
K4	odstranění poruchy v krátkodobém časovém horizontu
K5	neprodlené/neodkladné odstranění poruchy

11.2.2 Postup zatřídění ukazatelů do kategorií a souhrnné technické hodnocení

Základním hodnoceným prvkem je úsek mezi dvěma po sobě následujícími šachtami, popřípadě úsek o stejné jmenovité světlosti a stáří. Příslušný úsek se na základě prohlídky kvantifikovaně ohodnotí technickými ukazateli TU. Dále se u každého hodnoceného úseku označí, zda je potřebná lokální oprava (LO), obnova v délce (OB) nebo zda je úsek bez potřeby zásahu (BZ). [30]

Technický stav i -tého úseku TSU_i se poté vypočítá podle vzorce:

$$TSU_i = \sum_{j=1}^n TU_j \cdot W_j$$

Kde n - počet použitých technických ukazatelů;

TU_j - hodnota třídy poruchy j -tého technického ukazatele (tab. 20.1)

W_j - váha přiřazená příslušnému ukazateli TU_j (platí, že $\sum W_j=1$), doporučené hodnoty váhy příslušného technického ukazatele jsou uvedeny v tab. 11.3.

Tab. 11.3 – Doporučené hodnoty váhy W_j pro příslušný technický ukazatel TU_j

	TU1	TU2	TU3	TU4	TU5	TU6	TU7	TU8	TU9	TU10
W_j pro tuhé trouby	0,3	0,2	0,1	0,1	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1	-
W_j pro poddajné trouby	0,4	-	0,1	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,2
W_j pro částečně poddajné trouby	0,4	-	0,1	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,2

Zatřídění TSU do jednotlivých kategorií je uvedeno v tab. 11.4. Nejhorší zjištěný technický stav i -tého úseku $NZTSU_i$ je rovný nejnepříznivější zjištěné třídě poruchy technického ukazatele na tomto i -tém úseku.

Pro potřebu zpracování střednědobého a dlouhodobého plánu sanace stokové sítě se technický stav i -tého úseku stokové sítě nebo přípojky ohodnotí hodnotou TSU_i zatříděnou do kategorie viz tab. 20.1. Pro potřeby krátkodobého plánování a zjištění provozuschopnosti úseku stokové sítě nebo kanalizační přípojky se i -tý úsek ohodnotí hodnotou $NZTSU_i$. [30]

Tab. 11.4 – Zatřídění TSU

Kategorie	TSU
	od -do (včetně)
1	1 - 1,5
2	1,5 - 2,5
3	2,5 - 3,5
4	3,5 - 4,5
5	4,5 - 5

11.2.3 Technické ukazatele pro hodnocení technického stavu šachty

Pro hodnocení technického stavu šachet je navrženo 7 technických ukazatelů. Jednotlivé technické ukazatele šachet jsou:

- TU 1 – statické porušení konstrukce šachty;
- TU 3 – netěsnost;
- TU 4 – příčné nebo podélné přesazení konce trub vůči napojení šachty;
- TU 7 – překážky v odtoku;
- TU 9 – koroze;
- TU 11 – poškození stupadla nebo žebříku;
- TU 12 – poškození poklopu nebo rámu. [30]

11.2.4 Hodnocení technického stavu kanalizačních šachet

Šachty se na základě vizuální prohlídky kvalifikovaně ohodnotí technickými ukazateli (TU). Dále se u každé hodnocené šachty označí, zda je potřebná lokální oprava (LO), obnova v délce (OB) nebo bez potřeby zásahu (BZ).

Technický stav i -té kanalizační šachty $TSKS_i$ se vypočítá podle:

$$TSKS_i = \sum_{j=1}^n TU_j \cdot W_j$$

Kde n - počet použitých technických ukazatelů;

TU_j - hodnota třídy poruchy j -tého technického ukazatele

W_j - váha přiřazená příslušnému ukazateli TU_j (platí, že $\sum W_j=1$), doporučené hodnoty váhy příslušného technického ukazatele jsou uvedeny v tab. 11.5.

Tab. 11.5 – Doporučené hodnoty váhy W_j pro příslušný technický ukazatel TU_j

	TU1	TU2	TU3	TU4	TU5	TU6	TU7	TU8	TU9	TU10	TU11	TU12
W_j	0,4	-	0,2	0,1	-	-	0,1	-	0,1	-	0,05	0,05

Zatřídění $TSKS$ do jednotlivých kategorií je shodné, jako zatřídění TSU uvedené v tabulce 11.5. Nejhorší zjištěný technický stav i -tého úseku $NZTSKS_i$ je rovný nejneprůzračnější zjištěné třídě poruchy technického ukazatele na i -té šachtě.

Pro potřebu zpracování střednědobého a dlouhodobého plánu sanace stokové sítě se technický stav i -té šachty ohodnotí hodnotou $TSKS_i$ zatříděnou do kategorie viz tab. 20.1. Pro potřeby krátkodobého plánování a zjištění provozuschopnosti úseku stokové sítě se i -tá šachta ohodnotí hodnotou $NZTSKS_i$. [30]

12 SOFTWARE PRO VYHODNOCENÍ TECHNICKÉHO STAVU STOKOVÉ SÍTĚ

12.1 WINCAN VX

Jedná se o software pro kontrolu a řízení infrastruktury odpadních vod. WinCan VX funguje zaměnitelně se všemi významnými značkami kamer pro kontrolu potrubí. Neustálý rozvoj platformy znamená, že uživatel může počítat s podporou nových technologií před konkurencí. Výkazy WinCan VX mohou být přizpůsobeny potřebám každého uživatele. Text a obrázky mohou být uspořádány podle potřeby.

WinCan VX zjednodušuje shromažďování údajů o inspekci potrubí a pak umožňuje stejným datům bezproblémovou dostupnost pro analýzu a zápis. Klíčový software WinCan VX může zobrazovat kontrolní data na mapě GIS, což umožňuje výběr položek a pozorování jednoduchým kliknutím myši. Rozšířená funkce GIS je k dispozici s modulem WinCan GIS.

WinCan VX se přizpůsobuje schopnosti každého uživatele. Začátečníci, kteří nejsou obeznámeni s kontrolními kódy, mohou jednoduše zadat termín a WinCan VX zobrazí všechny kódy obsahující tento výraz. Intermediární operátoři mohou navigovat v hierarchickém menu, aby mohli projít správným kódem. Odborníci mohou zadat část kódu a WinCan dokončí pozorování bez nutnosti kliknutí myši nebo přepínání oken. Různé panely uživatelského rozhraní WinCan VX lze měnit, přemístit a maximalizovat / minimalizovat tak, aby vyhovovaly potřebám každého uživatele. Mohou být také vytvořena vlastní datová pole a datové typy. Mnoho dalších aspektů rozhraní lze také přizpůsobit, včetně typu písma, velikosti písma, barvy pole a klávesových zkratk. [34]

12.2 IBOS

DigiCAN Light

Nahrává video z kamery ve formátu MPEG1 nebo MPEG2 v DVD kvalitě (720×576 bodů). Do obrazu vkládá titulky předem definované uživatelem, nebo přímo vpisované. Zobrazuje údaje z kamery jako: vzdálenost, spád, náklon, poloha hlavy, časový kód videa, datum a čas. Vše je možné libovolně zapínat nebo vypínat a umístit na libovolné místo v obraze. Pro usnadnění práce a více možností lze základní Light verzi opatřit nadstavbami a to DigiCAN Basic nebo DigCAN Pro. [35]

12.3 IBAK IKAS 32

Software IBAK KAS 32 je výkonný software pro získání údajů z inspekčních kamerových záznamů. Pro splnění inspekčních specifikací (standardní rozhraní GIS) nabízí IKAS 32 komplexní ověření vstupů. Pomocí protokolu IKAS 32 Reportviewer lze kontrolní data (digitální reporty, statistiky, záznamy MPEG a Panorama) přenést do preferovaného mediálního formátu (DVD, USB-HDD...) a zobrazit.

Software je k dispozici v široké škále jazyků. Díky modulární a volitelně rozšiřitelné konfiguraci lze IKAS 32 snadno a rychle přizpůsobit různým požadavkům. Dokonce i základní systém IKAS 32 je k dispozici pro různé funkční prostředí. Především pro profesionální televizní inspekce vozidel s komplexním technickým vybavením, s nímž IKAS 32 spolupracuje. Pro malá zařízení jsou k dispozici také varianty IKAS 32 na míru, jako je ovládací skříňka IBAK (od BK 3.5), MobiLite a kancelářská verze pro předprodej a následné zpracování projektu. IKAS 32 může být vybaven širokým rozsahem modulů rozhraní - například ATV-M150, EN13508 a mnoho dalších. Moduly IKAS 32 obsahují vstupní obrazovky, referenční tabulky, zprávy (inspekční zprávy), kódovací systémy pro stav kanalizace a import a export dat. U operátorů IKAS 32 je zajištěna maximální bezpečnost dat pomocí modulů rozhraní IKAS 32 přizpůsobených cílovému systému zákazníka, od ověřeného datového vstupu až po standardní přizpůsobení dat zákazníkovi. [33]

12.4 ISYBAU

ISYBAU XML CZ je nový exportní formát, který by měl zajistit jednoduchou přenositelnost dat z kamerových inspekci mezi zadavateli a zhotoviteli a také umožnit jejich jednoduchý import do GIS. Tento formát vychází z normy ČSN EN-13508-2, která do detailu popisuje, jak rozpoznávat jednotlivé škody na kanalizačním vedení, jak je popisovat a jak zajistit jejich správné zaznačení do prováděné videodokumentace.

Jako hlavní přínosy si tento nový formát klade:

- definovat jednotný standard pro inspekční prohlídky od všech zhotovitelů;
- zajistit srovnatelnost práce jednotlivých kamerových vozů;
- garantovat požadovanou úroveň, rozsah a kvalitu zpracování;
- vyškolit pracovníky (operátory jednotlivých kamer) k používání přesného a jednotného značení závad;
- zajistit, že zákazník za vydané finanční prostředky dostane vše, na co má nárok;
- zprůhlednit zadávání kamerových inspekci;
- dodržování Etického kodexu. [38]

13 VYHODNOCENÍ STAVEBNĚ-TECHNICKÉHO STAVU VYBRANÉHO ÚSEKU STOKOVÉ SÍTĚ

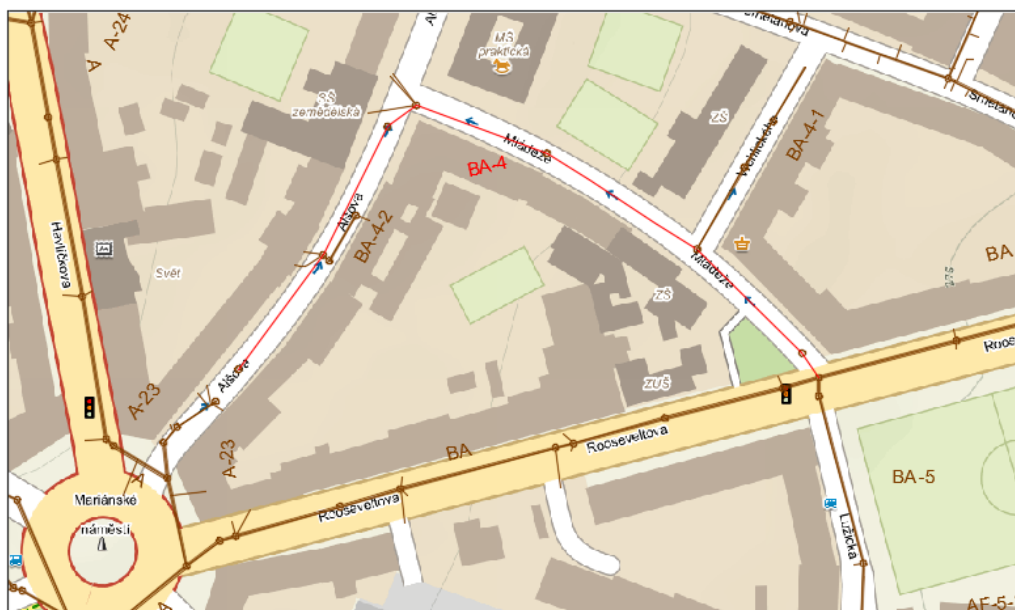
Tato část práce se bude zabývat vyhodnocením technického stavu reálného úseku stokové sítě. Na tomto úseku byl proveden monitoring televizní inspekční kamerou, kterou vlastní výzkumné centrum Fakulty stavební VUT v Brně AdMaS. Vyhodnocení technického stavu bylo provedeno za spolupráce s Vodárenskou akciovou společností Znojmo, která poskytla situační podklady stávajícího stavu stokové sítě. Záznam kamerové prohlídky společně s fotografiemi je nahrán na CD, které je součástí této práce.

13.1 PRŮVODNÍ ZPRÁVA

Vyhodnocení stavebně-technického stavu bylo provedeno na stokové síti nacházející se ve Znojmě. Město Znojmo leží na Jižní Moravě, konkrétně v Jihomoravském kraji. Posuzovaná kanalizace se nachází v centru města v ulicích Alšova a Mládeže. Jedná se o část kanalizační sítě s označením BA-4, která je zaústěna do hlavní kmenové stoky BA, šachtou B320. Tato část je tvořena úsekem mezi šachtami Š B320 a Š B331. Celková délka kanalizace je 306,8 m. Schéma znázorňující vyhodnocovanou kanalizaci je zobrazen na obrázku č. 13.1.

Kanalizace je vybudována z prostého betonu. Jedná se o vejčitý tvar se jmenovitou světlostí DN 500/700. Stáří potrubí není bohužel přesně známo. Do tohoto úseku jsou zaústěny další vedlejší řady a to BA-4-1 a BA-4-2.

Vlastníci této vodohospodářské infrastruktury jsou právní subjekty založené většinou jako dobrovolné svazky obcí podle zákona č. 128/2000 Sb. Provozovatelem infrastruktury je poté Vodárenská akciová společnost, a.s. (VAS). Stávající stoková síť je zaznamenána ve výkresové dokumentaci číslo A1.



Obr. 13.1 – Schéma trasy stavebně-technického průzkumu v ulici Alšova a Mládeže [R. Šimek]

13.2 TECHNICKÁ ZPRÁVA

Pro vyhodnocení stavebně-technického stavu stokové sítě byly použity kamerové záznamy z provedené inspekce. Podle normy ČSN 13 508 byly zaříděny jednotlivé nálezy k daným kódům. Kanalizace nebyla před samotnou prohlídkou vyčištěna, proto některé úseky nebylo možné kamerou projet a ohodnotit. V kanalizaci se nacházely překážky, které kameře bránily v průjezdu stokou. V jedné části se dno stoky nacházelo v destruktivním stavu a nebylo tedy možné provést prohlídku v celé délce úseku. Dále bylo v koncovém úseku mezi šachtami B329 a B331 usazeno nadměrné množství kalu a znemožněna tím prohlídka a dosažení koncové šachty. Zařídění k jednotlivým kódům bylo provedeno v programu Microsoft Office Excel, kde byla vytvořena tabulka pro jednotlivé záznamy. Vyhodnocení a popsání jednotlivých úseků je uvedeno v příloze č. 3 v tabulkách č. 20.2 až 20.6.

V dalším kroku následovala klasifikace a vyhodnocení inspekční prohlídky podle metodiky vytvořené doc. Ing. Jaroslavem Raclavským, Ph.D v roce 2012. Stoková síť byla rozdělena na 7 samostatných úseků mezi dvěma po sobě následujícími šachtami. Označení jednotlivých úseků je patrné z tabulky č. 20.7 v příloze číslo 4. Jednotlivé úseky stokové sítě byly posouzeny za použití technických ukazatelů podle tabulky pro tuhé trouby 20.1, která je uvedena v příloze č. 1. Na základě výpočtu byl stanoven technický stav každého úseku a rozhodnutí o následném střednědobém a dlouhodobém plánu sanace stokové sítě. Tabulka ukazatelů technického stavu byla vytvořena v programu Excel. Výsledné technické ukazatele jsou znázorněny v tabulce č 20.7 v příloze č. 4.

V případě úseků stokové sítě bylo na této síti k hodnocení použito pět technických ukazatelů:

Tab. 13.1 – Technické ukazatele pro jednotlivé úseky [R. Šimek]

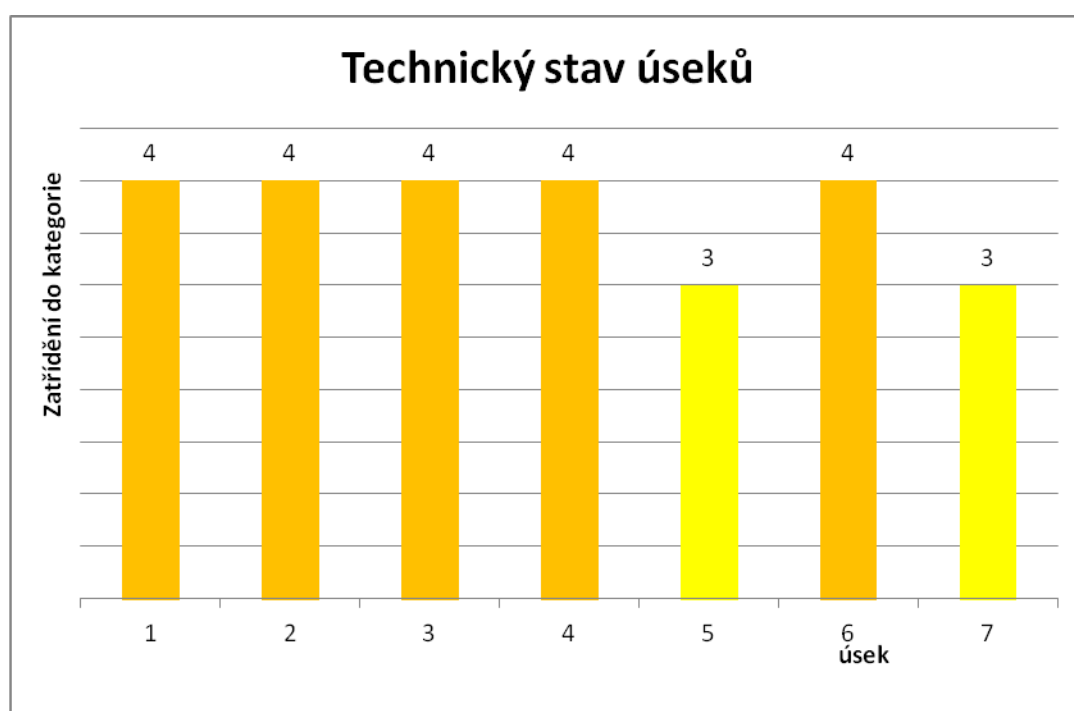
TU 1	Rozlomení stoky, destrukce
TU 2	Tvorba prasklin
TU 5	Posunutý trubní spoj
TU 7	Usazeniny nebo jiné překážky
TU 9	Koroze

Úseky vybrané části stokové sítě svým technickým stavem převážně spadají do kategorie číslo 4. Jedná se tedy o kritický stav. To v důsledku znamená, že by měla být realizována, případně plánována, opatření na řešení tohoto stavu. Vyhodnocení technických stavů jednotlivých úseků je graficky znázorněno na obrázku 13.2.

Z důvodů nemožnosti prohlídky nemohl být úsek s označením 2 vyhodnocen a zařazen do příslušné kategorie. Znemožnění prohlídky bylo způsobeno destrukcí dna stoky. Z tohoto údaje je možné úsek odhadem zařadit do kategorie 4.

Tab. 13.2 – Technický stav jednotlivých úseků [R. Šimek]

Ozn. úseku	Šachty	Dimenze	Délka	Zatřídění TSU do kategorie
[--]	[--]	[mm]	[m]	---
1	B320-B321	500/750	11,2	4
2	B321-B322	500/750	55,6	4
3	B322-B325	500/750	66,9	4
4	B325-B326	500/750	52,4	4
5	B326-B327	500/750	13,4	3
6	B327-B328	500/750	53,9	4
7	B328-B331	500/750	53,4	3



Obr. 13.2 – Technický stav jednotlivých úseků [R. Šimek]

Z prohlídky pochůzkou a při instalaci kamery do monitorovaného úseku, byl zaznamenán technický stav jednotlivých šachet. Tyto údaje byly zapsány do tabulky pro jednotlivé technické ukazatele. Následně byly šachty zatříděny do technických ukazatelů určující jejich stav.

V případě kanalizačních šachet bylo sledováno 5 ukazatelů, které jsou uvedeny v tabulce č. 13.3.

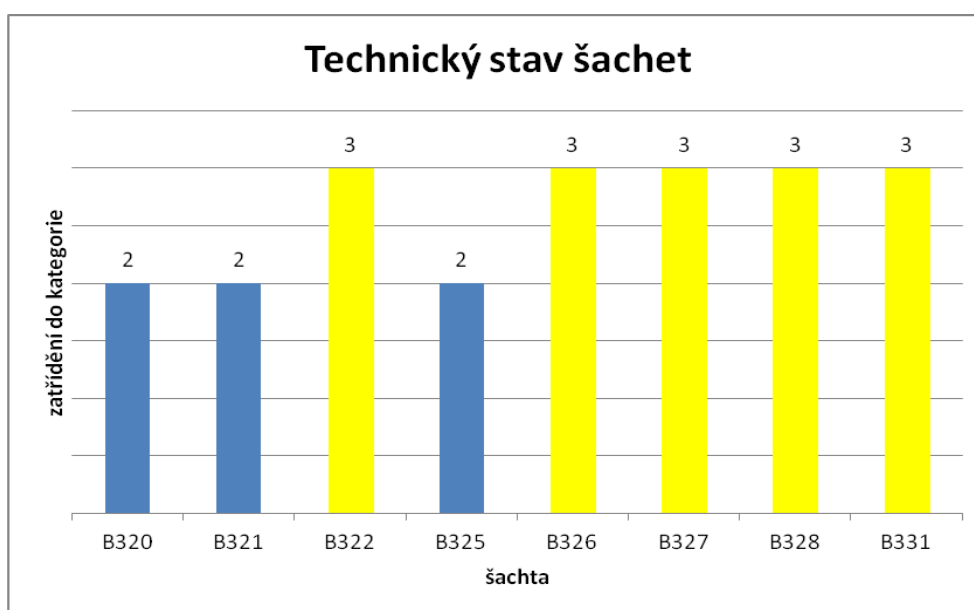
Tab. 13.3 – Technické ukazatele pro jednotlivé šachty [R. Šimek]

TU 1	Statické porušení konstrukce
TU 3	Netěsnost
TU 7	Překážky v odtoku
TU 9	Koroze
TU 11	Poškození stupadla

V grafu na obrázku 13.3 je vidět, že většina šachet spadá do kategorie číslo 3. Jako u úseků se jedná o vyhovující stav, který nevyžaduje okamžité řešení, ale v budoucnu zde lze předpokládat zhoršení ukazatele. V šachtách byla viditelná částečná biogenní síranová koroze a zhoršená kvalita stupadel. Poklopy na šachtách byly v dobrém stavu, proto i tři šachty spadají do kategorie 2. Zde se jedná o dobrý stav, kde šachty nevyžadují žádné technické opatření ani v blízké budoucnosti.

Tab. 13.4 – Technický stav jednotlivých šachet [R. Šimek]

Ozn. šachty	Průměr šachty	Zatřídění TSKS do kategorie
[--]	[mm]	---
B320	1000	2
B321	1000	2
B322	1000	3
B325	1000	2
B326	1000	3
B327	1000	3
B328	1000	3
B331	1000	3



Obr. 13.3 – Technický stav jednotlivých šachet [R. Šimek]

13.3 NÁVRH SANACE

Úseky s označením 5 a 7 spadají do třetí kategorie. Jedná se tedy o vyhovující stav, který nevyžaduje okamžité řešení, ale v budoucnu zde lze předpokládat zhoršení ukazatele. Jelikož technické ukazatele ostatních úseků spadají do kritické kategorie, bude případná sanace provedena v rámci celé sítě, i když tyto dva úseky nevyžadují okamžitou opravu. Při sanaci bude tedy rovnou provedena oprava i těchto úseků. Předejde se tím případnému zhoršení stavu úseků či možnému zborcení.

Z ekonomického hlediska byly posouzeny dvě možné varianty sanace. Jedná se o celkovou výměnu stávající kanalizace nebo sanace kanalizačního potrubí bezvýkopovou technologií pomocí polyesterepoxidové vystýlky do stávajícího nevyhovujícího potrubí. Orientačně navržené ceny variant jsou převzaty z Ústavu územního rozvoje z publikace Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury.

První variantou je zhotovení nové kanalizace. Nová kanalizace by byla zhotovena z betonových trub vejčitého profilu o DN 500/750 s čedičovou vystýlkou. Cena nové kanalizace odpovídá 7 271 160,00 Kč. V cenách jsou zahrnuty náklady na řezání asfaltového krytu, odstranění krytu a podkladních vrstev vozovky v celkové tl. 550 mm a hloubka výkopu 3 m. Veškeré výkopy a suť se odvezou a uloží na skládku do 10 000 m. V ceně je i uhrazení poplatku za skládku. Zásyp rýhy provedený šterkopískem nebo recyklovaným materiálem. Celkové náklady obsahují podíl kanalizačních šachet (na 30 m potrubí 1 ks šachty). V ceně naopak není započítána práce na demolici a odvezení staré kanalizace.

Druhou variantou je sanace kanalizačního potrubí bezvýkopovou technologií pomocí polyesterepoxidové vystýlky do stávajícího nevyhovujícího potrubí. Tato technologie je vhodná pro použití na potrubí, které není ještě stavebně v havarijním stavu. Výhodou sanace potrubí bezvýkopovou metodou je krátká doba realizace a nenarušení povrchů vozovek a tím omezení dopravní obslužnosti. Nemusí se provádět demontáž a likvidace starého potrubí. Před prováděním prací je nutno provést vyhodnocení monitoringem pomocí TV kamery a přesně určit polohu napojených přípojek. Cena za provedení sanace bezvýkopovou technologií vychází v rozmezí 3 650 920,00 Kč až 5 737 160,00 Kč. V orientačních cenách sanace jsou zahrnuty náklady na vyčištění potrubí tlakovou vodou, vlastní sanace a přesun mechanizace a materiálu.

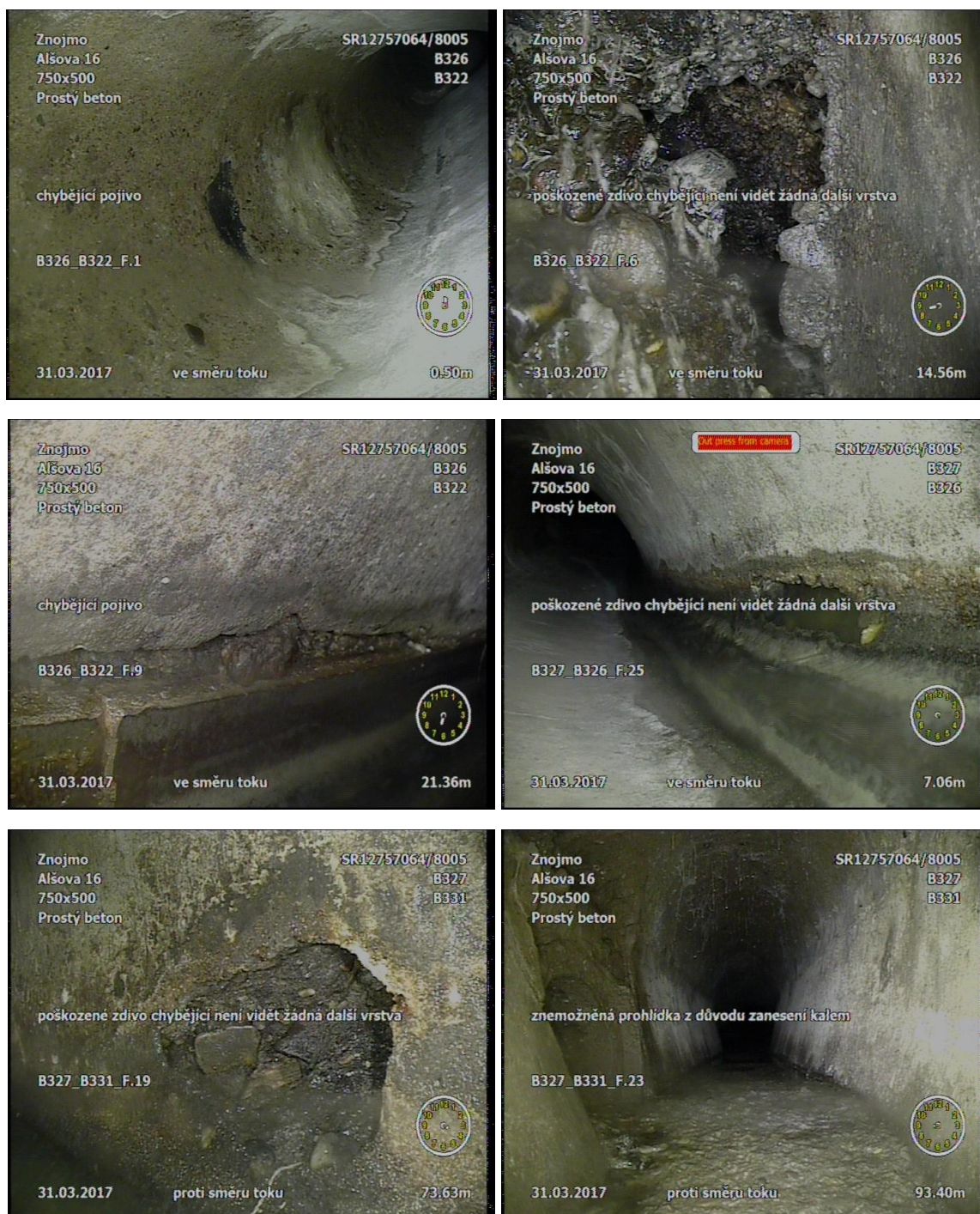
Do celkové ceny bezvýkopové technologie se dále musí přičíst náklady na napojení domovních přípojek. Z kamerových záznamů bylo zjištěno, že na stoku je napojeno 11 přípojek. Jejich napojení bude zhotoveno za 176 000,00 Kč. Při sanaci se provede rekonstrukce kanalizačních šachet (výměna stupadel, vnitřní nátěr šachty...). Náklady na rekonstrukci jsou v rozmezí 120 000,00 Kč až 144 000,00 Kč.

Celková cena sanace bezvýkopovou technologií pomocí vystýlky se bude tedy pohybovat v rozmezí 3 946 920,00 Kč až 5 873 160,00 Kč

Tab. 13.5 – Porovnání cen jednotlivých sanačních technologií [R. Šimek]

Sanace	Cena [Kč]
Bezvýkopovou technologií pomocí polyesterepoxidové vystýlky	3 946 920,0 - 5 873 160,0
Nové potrubí uložené v asfaltové vozovce tvaru vejčitého	7 271 160,00

13.4 FOTODOKUMENTACE VYBRANÝCH PORUCH



Obr. 13.4 – Fotodokumentace vybraných poruch z kamerového záznamu [R. Šimek]

14 ZÁVĚR

Bakalářská práce je zaměřena na způsoby zjišťování a vyhodnocování stavebně-technického stavu stokových sítí. První část práce je věnována teoretickým informacím z oblasti navrhování, poruchovosti, metodách průzkumu a metodikách vyhodnocení stokových sítí. Poznatky jsou zaměřeny na funkční systémy stokových soustav a volbu mezi dostupnými materiály. S volbou materiálu úzce souvisí poruchovost stokových sítí. V práci jsou grafy znázorňující nejčastější poruchy vyskytující se na stokové sítí a množství poruch jednotlivých materiálů. Jelikož jsou stokové sítě podzemními stavbami, je u nich obtížné provádět identifikaci závad. S rozvojem technologií a nových systémů se na trh dostává spousta možností, jak provádět inspekce stokových sítí. Velká část teorie je proto věnována právě těmto inspekčním technologiím, u kterých je popsán jejich základní princip a způsob provádění inspekce. Dále jsou v teoretické části řešeny druhy metod a přístupů pro vyhodnocení získaných poznatků o stavu stokové sítě. Zařazení jednotlivých poruch a nálezů podle normy ČSN EN 13508–2 a následné zhodnocení úseků dle metodické příručky na základě jednotlivých technických ukazatelů.

V druhé části je provedeno posouzení stavebně-technického stavu reálné stokové sítě ve městě Znojmo. Z kamerových záznamů byly nálezy zařazeny k daným kódům. Kódy pro jednotlivé úseky byly zapsány do protokolů vytvořených v softwaru Microsoft Office Excel. Podle těchto kódů byly jednotlivé úseky zařazeny na základě technických ukazatelů a vyhodnocen jejich celkový technický stav. Mimo tyto úseky byl proveden i posudek stávajících kanalizačních šachet. Kanalizační šachty byly vyhodnoceny dle technických ukazatelů z průzkumu provedeného při samotném monitoringu úseků. Z výsledků byly vytvořeny tabulky a grafy znázorňující jednotlivé technické stavy. Z výkresu stávající stokové sítě byla zhotovena situace vyhodnocení stavu stokové sítě, kde jsou jednotlivé ukazatele znázorněny příslušnou barvou a popiskem. Pro vybranou stokovou síť byl proveden návrh možného sanačního postupu a porovnání cen jednotlivých technologií.

Přínosem této práce jsou nové poznatky z oblasti zjišťování stavebně-technického stavu stokových sítí. Mezi hlavní poznatky patří informace o moderních technologiích provádění inspekcí, vyhodnocování technického stavu a možnosti využívání podpůrných softwarů.

15 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] BRINDA, Herbert. *Kanalizace v proměnách staletí aneb každodennost podruhé* [online]. 2003 [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: <http://www.radio.cz/cz/rubrika/historie/kanalizace-v-promenach-staleti-aned-kazdodennost-podruhe>
- [2] Lunar Media s.r.o. Historie kanalizace. In: *Našeinfo* [online]. Brno [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: <http://www.naseinfo.cz/stavby-a-stavebnictvi/technicke-zarizeni/kanalizace/historie-kanalizace>
- [3] Brněnské vodárny a kanalizace, a.s. Historie kanalizace. In: *Brněnské vodovody a kanalizace akciová společnost* [online]. Brno [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: <http://www.bvk.cz/o-spolecnosti/odvadeni-a-cistení-odpadnich-vod/>
- [4] Mendelova univerzita v Brně. Charakteristika a typologické rozdělení stavby. In: *Mendelu.cz* [online]. Brno [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz_cast.pl?cast=2186
- [5] BERÁNEK, Josef a KOLEKTIV. *Inženýrské sítě*. Brno: VUT v Brně, FAST, 2005.
- [6] VŠB TU Ostrava. Stokování. In: *HomeN* [online]. Ostrava, 2010 [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: http://homen.vsb.cz/hgf/546/Materialy/Radka_2010/stok.html
- [7] Soustavy stokových sítí. In: *Vodohospodářská zařízení II* [online]. 2014 [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: http://hgf10.vsb.cz/546/VHZ2/5_soustavy_stokovych_siti.html
- [8] VŠB TU Ostrava. Soustavy stokových sítí. In: *Vodohospodářské zařízení II* [online]. Ostrava, 2014 [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: http://hgf10.vsb.cz/546/VHZ2/5_soustavy_stokovych_siti.html
- [9] RACLAVSKÝ, Jaroslav, Ladislav TUHOVČÁK a Stanislav MALANÍK. *Rekonstrukce vodohospodářských sítí*. 2006. Brno: Vysoké učení technické v Brně.
- [10] HLAVÍNEK, Petr, Jan MIČÍN a Petr PRAX. *Příručka stokování a čištění*. Brno: NOEL 2000, c2001. ISBN 80-86020-30-4.
- [11] Envirox. Monitorování kanalizace. In: *Envirox, servis kanalizací* [online]. Bystřice nad Pernštejnem. 2016 [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: <https://new.envirox.eu/servis-kanalizaci/monitorovani-kanalizace/>
- [12] HORÁK, Marek a Lucie HOŘÍNKOVÁ. Čištění a průzkum stokových sítí. *ASB-portal.cz* [online]. 2007 [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/inzenyrske-stavby/inzenyrske-site/cistení-a-pruzkum-stokovych-siti>
- [13] SOVAK. *Příručka provozovatele stokové sítě*. Praha, 200Xn. 1. ISBN 80-238-9947-3.

- [14] ŠEJNOHA, Jiří. Poruchovost stokových sítí volba stavebních materiálů, městské standardy. *SOVAK*. 2011, **20**(2), 5.
- [15] PAHORECKÝ, František a KOLEKTIV. Diagnostika podzemních sítí. *NODIG*. 2014, **20**(1), 4.
- [16] HORÁK, Marek, Jiří KOZELSKÝ a Jaroslav RACLAVSKÝ. Průzkum a vyhodnocení technického stavu stokových sítí. *Urbanismus a územní rozvoj*. 2008, **11**(4), 4.
- [17] Pražské vodovody a kanalizace. Historický vývoj pražského stokování a čištění odpadních vod. In: *Pražské vodovody a kanalizace* [online]. Praha, 2008 [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: <http://www.pvk.cz/o-spolecnosti/zakladni-informace/z-historie/historicky-vyvoj-prazskeho-stokovani-a-cistení-odpadnich-vod/>
- [18] ABC kanalizace. Historie kanalizace v Praze. In: *Informační portál o kanalizaci* [online]. 2012 [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: <http://www.abc-kanalizace.cz/historie-kanalizace-praha/>
- [19] PREFA BRNO. *Uživatelská příručka kanalizace* [online]. In: . Brno, 2016 [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: <http://www.prefa.cz/>
- [20] LEPOT, Mathieu, Nikola STANIĆ a François H.L.R. CLEMENS. A technology for sewer pipe inspection (Part 2): Experimental assessment of a new laser profiler for sewer defect detection and quantification. *Automation in Construction*. 2017, **73**, 11.
- [21] G. KLEY, I. KROPP, T. SCHMIDT a N. CARADOT. Review of available technologies and methodologies for sewer condition evaluation. In: *Kompetenzzentrum Wasser Berlin* [online]. Berlin, Germany: Veolia water, 2013 [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: http://www.kompetenz-wasser.de/fileadmin/user_upload/pdf/forschung/SEMA/D11_SEMA_Review_of_technologies_and_methodologies_for_sewer_condition_evaluation.pdf
- [22] IBAK. IBAK Panorama. In: *Kompetenzzentrum Wasser Berlin* [online]. Germany, 2016 [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: https://www.ibak.de/en/produkte/ibak_show/frontenddetail/product/panorama/
- [23] PROXIS. Šachtová kamera QuickView. In: *Kompetenzzentrum Wasser Berlin* [online]. 2016 [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: <http://proxis.cz/?i=276/sachtove-kamery>
- [24] HORÁK, Marek. Průzkum a technická analýza stokových sítí. In: *Vodohospodářské stavby* [online]. 2009 [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: <http://www.vodohospodarske-stavby.cz>
- [25] CUES. Laser profiler system. In: *CUES* [online]. 2011 [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: <http://www.cuesinc.com/Laser-Profiler.html>

- [26] SEWER VUE. Multi-Sensor Robotic Condition Assessment. In: *Sewer vue, in-pipe GPR* [online]. Canada, 2015 [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: <http://sewervue.com/multi-sensor-pipe-inspection-system.html>
- [27] KLEPSATEL, František a Jaroslav RACLAVSKÝ. *Bezvýkopová výstavba a obnova podzemních vedení*. Přeložil Markéta TEUCHNEROVÁ. Bratislava: Jaga, 2007. ISBN 978-80-8076-053-3.
- [28] Prezentace doc. Ing. Jaroslava Raclavského, Ph.D.
- [29] KOVÁČIK, Ivan. Jaké jsou časté poruchy na kanalizační síti? In: *Tzb-info* [online]. 2012 [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/kanalizacni-pripojky/9336-jake-jsou-caste-poruchy-na-kanalizacni-siti>
- [30] RACLAVSKÝ, Jaroslav. *Metodika hodnocení technického stavu kanalizační sítě*. Brno: VUT v Brně, FAST, 2012 [cit. 2017-05-17].
- [31] RACLAVSKÝ, Jaroslav. *Problematika navrhování venkovních podtlakových systému stokové sítě*. Brno: Teze habilitační práce, 2011.
- [32] *Rausch GmbH & Co. KG* [online]. Germany [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: <http://www.rauschtv.com/en/>
- [33] IKAS 32. *IBAK* [online]. Germany, 2016 [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: <https://www.ibak.de>
- [34] Smart sewer inspection. *Wincan* [online]. Germany, 2017 [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: <http://www.wincan.com/en/home/>
- [35] Výrobce techniky pro čištění, monitoring, frézování a opravy kanalizace. *Ibos* [online]. České Budějovice, 2017 [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: <http://www.ibos.cz/cz/>
- [36] ČSN EN 13508-2. *Posuzování stavu venkovních systémů stokových sítí a kanalizačních přípojek – část 2: Kódovací systém pro vizuální prohlídku*. 2005, Praha: Český normalizační institut.
- [37] ZIKMUND electronic. Vyhledávání balastu. In: *Zikmund electronics, s.r.o.* [online]. Mladá Boleslav, 2017 [cit. 2017-05-23]. Dostupné z: http://www.e-zikmund.cz/vyhledani_balastu.html
- [38] ISYBAU. ISYBAU XML. In: *Informace o ISYBAU XML CZ: ISYBAU XML* [online]. 2011 [cit. 2017-05-23]. Dostupné z: <http://www.isybau.cz/index.html>

SEZNAM TABULEK

Tab. 10.1 Tabulka klasifikace poruch dle norem ČSN A ATV.....	40
Tab. 11.1 Vyhodnocení stavu kanalizace.....	44
Tab. 11.2 Kategorie ukazatele TU 1 – TU 9.....	44
Tab. 11.3 Doporučené hodnoty váhy W_j pro příslušný technický ukazatel TU_j	45
Tab. 11.4 Zatřídění TSU.....	45
Tab. 11.5 Doporučené hodnoty váhy W_j pro příslušný technický ukazatel TU_j	46
Tab. 13.1 Technické ukazatele pro jednotlivé úseky.....	50
Tab. 13.2 Technický stav jednotlivých úseků.....	51
Tab. 13.3 Technické ukazatele pro jednotlivé šachty.....	52
Tab. 13.4 Technický stav jednotlivých šachet.....	52
Tab. 13.5 Porovnání cen jednotlivých sanačních technologií.....	54
Tab. 20.1 Technické ukazatele a třídy poruch stokových sítí pro tuhé trouby.....	63
Tab. 20.2 Zatřídění dle kódů.....	65
Tab. 20.3 Zatřídění dle kódů.....	66
Tab. 20.4 Zatřídění dle kódů.....	67
Tab. 20.5 Zatřídění dle kódů.....	68
Tab. 20.6 Zatřídění dle kódů.....	69
Tab. 20.7 Posouzení technického stavu úseků stokové sítě.....	70
Tab. 20.8 Posouzení technického stavu kanalizačních šachet.....	71

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 4.1 Jednotná stoková síť.....	13
Obr. 4.2 Oddílná stoková síť.....	14
Obr. 6.1 Celková délka kanalizačních stok v ČR.....	18
Obr. 6.2 Celková poruchovost trubních materiálů	21
Obr. 8.1 Ukazatele poruchovosti stok – poruchovost stokových sítí 2009	25
Obr. 8.2 Druhy poruch stok a jejich výskyt v roce 2009 v ČR	26
Obr. 9.1 Přehled hlavních kanalizačních kontrolních technologií	28
Obr. 9.2 Kamerový inspekční systém MOBILE společnosti Rausch	29
Obr. 9.3 Posuvné kamerové inspekční systémy DELTA společnosti Rausch	30
Obr. 9.4 Digitální skenovací systém Panorama 150 od IBAK	31
Obr. 9.5 Příklad vizuální kontroly pomocí šachtové kamery	32
Obr. 9.6 vizuální kontroly pomocí plovákového sonaru a následné výsledky inspekce	33
Obr. 9.7 Základní princip fungování georadarů	35
Obr. 9.8 Vyhledávání vtoku balastních vod pomocí snímače teploty	36
Obr. 10.1 Historický vývoj protokolů o posuzování stavu kanalizace	39
Obr. 10.2 Příklady pro ciferníkové hodnoty	41
Obr. 13.1 Schéma trasy stavebně-technického průzkumu v ulici Alšova a Mládeže	49
Obr. 13.2 Technický stav jednotlivých úseků	51
Obr. 13.3 Technický stav jednotlivých šachet	52
Obr. 13.4 Fotodokumentace vybraných poruch z kamerového záznamu	54
Obr. 20.1 Schéma trasy stavebně-technického průzkumu v ulici Alšova a Mládeže.....	64

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

ČOV...	čistička odpadních vod
DN...	jmenovitá světlost potrubí
PVC...	polyvinylchlorid
PE...	polyetylen
PP...	polypropylen
VaK...	vodovody a kanalizace
ČSN...	Česká státní norma
MPa...	jednotka tlaku - Megapascal
mm...	jednotka délky – milimetr
m...	metr běžný
TNV...	technická norma vodního hospodářství
CCTV...	kamerové inspekční technologie
GIS...	geografický informační systém
MFL...	magnetická detekce úniků
VAS...	vodárenská akciová společnost

SEZNAM PŘÍLOH

1. Technické ukazatele a třída poruch
2. Schéma vybrané části stokové sítě
3. Vyhodnocení kamerového průzkumu podle normy ČSN EN 13 508-2
4. Vyhodnocení technického stavu stokové sítě
5. Vyhodnocení technického stavu šachet
6. Stávající stav stokové sítě M 1:1000
7. Vyhodnocení stavu stokové sítě M 1:1000

Příloha 1- Technické ukazatele a třídy poruch stokových sítí

Tab. 20.1 – Technické ukazatele a třídy poruch stokových sítí pro tuhé trouby

Technický ukazatel	Popis poruchy	Třída poruchy 5	Třída poruchy 4	třída poruchy 3	Třída poruchy 2	Třída poruchy 1	
		K5	K4	K3	K2	K1	
TU 1	zlomená trouby, zborcení stěny kanalizační stoky nebo přípojky	zborcení konstrukce	chybějící části trouby	neposuzuje se	neposuzuje se	neposuzuje se	
TU 2	praskliny v potrubí	posunutí části stěny, deformace profilu	podélná/příčná prasklina/trhlina > 0,5 mm, výrazný pokles trub ve spoji, chybí stěp > 10 cm ²	podélná/příčná prasklina/trhlina 0,2-0,5 mm, počínající vznik úlomků, chybí stěp 5-10 cm ²	podélná/příčná prasklina/trhlina < 0,2 mm, chybí stěp < 5 cm ²	žádné poškození	
TU 3	viditelná netěsnost	silný lokální vtok, významný zdroj balastních vod	vtékající voda-tenký/bodový vodní paprsek	průsak vody po kapkách	zřetelná vlhkost	žádná viditelná netěsnost	
TU 4	příčné/podélné přesazení konce trub vůči sobě	DN < 300	neurčeno	> 2 cm	1 - 2 cm	< 1 cm	žádné přesazení
		300 < DN < 600		> 3 cm	2 - 3 cm	1 - 2 cm	< 1 cm
		600 < DN < 1000		> 4 cm	3 - 4 cm	2 - 3 cm	< 2 cm
		1000 < DN		> 5 cm	4 - 5 cm	3 - 4 cm	< 3 cm
TU 5	nesprávná axiální poloha uložení potrubí v % jmenovité světlosti	neurčeno	> 50 %	25 - 50 %	10 - 25 %	< 10 %	
TU 6	prorůstání kořenů	kořenové opony 25 % DN a více	kořenové opony 10-25 % DN	kořenové opony < 10 % DN	jednotlivé kořeny o průměru minimálně 0,5 cm	jednotlivé vlásečnicové kořeny	
TU 7	překážky v odtoku	usazeniny > 25 % výšky stoky	usazeniny 10-25 % výšky stoky	usazeniny 5-10 % výšky stoky	usazeniny < 5 % výšky stoky	bez usazenin	
TU 7	překážky v odtoku	usazeniny > 25 % výšky stoky	usazeniny 10-25 % výšky stoky	usazeniny 5-10 % výšky stoky	usazeniny < 5 % výšky stoky	bez usazenin	
TU 8	obrus	plošný/vícečetný rýhový obrus o hloubce > 3 cm	plošný/vícečetný rýhový obrus o hloubce 1-3 cm	plošný/vícečetný rýhový obrus o hloubce < 1 cm	nehodnotí se		
TU 9	korozie	značné korozní poškození stěny trouby přecházející do perforace stěny	projevy hloubkové korozie, zasahující do konstrukce stěny v celé délce stokového úseku	povrchové korozní napadení vnitřního povrchu stoky ve > 50 % délky úseku	lokální projevy povrchového korozního napadení vnitřního povrchu stoky	žádné poškození	

Příloha 2 – Schéma vybrané části stokovací sítě



Obr. 20.1 – Schéma trasy stavebně-technického průzkumu v ulici Alšova a Mládeže [R. Šimek]

Příloha 3 – Vyhodnocení kamerového průzkumu podle normy ČSN EN 13 508-2

Tab. 20.2 – Zatřídění dle kódů [R. Šimek]

Místo	Znojmo
Ulice	Alšova
Směr prohlídky	Proti směru toku
Materiál	Prostý beton
Profil	Veřejný
Výška profilu	750
Šířka profilu	500
Označení úseku	322_B320

Poloha v podélném směru	Kód pro závadu na úseku	Hlavní kód	Charakterizace		Kvantifikace		Poloha na obvodu		Spoj	Odkaz na fotodokumentaci	Odkaz na videozáznamy	Poznámky
			1	2	1	2	1	2				
0,00		BCD	A		B320							
0,00		BAD	B	B			08				0:00:51	
0,00		BBH	A	A	1						0:01:37	
0,10		BAC	C				06				0:02:15	
0,00		BDG	Z								0:02:15	destrukce dna stoky

Tab. 20.3 – Zatřídění dle kódů [R. Šimek]

Místo	Znojmo
Ulice	Alšova
Směr prohlídky	proti směru toku
Materiál	Prostý beton
Profil	Veřejčný
Výška profilu	750
Šířka profilu	500
Označení úseku	322_B326

Poloha v podélném směru	Kód pro závadu na úseku	Hlavní kód	Charakterizace		Kvantifikace		Poloha na obvodu		Spoj	Odkaz na fotodokumentaci	Odkaz na videozáznamy	Poznámky
			1	2	1	2	1	2				
0,0		BCD	A		B322							
0,0		BBE	C		5%		06				0:01:17	
0,2		BBH	A	A	1						0:02:56	
0,0		BAD	B	A			04				0:00:54	
0,0		BDG	B									

Tab. 20.4 – Zatřídění dle kódů [R. Šimek]

Místo	Znojmo
Ulice	Alšova
Směr prohlídky	ve směru toku
Materiál	Prostý beton
Profil	Vejščitý
Výška profilu	750
Šířka profilu	500
Označení úseku	B326_B322

Poloha v podélném směru	Kód pro závadu na úseku	Hlavní kód	Charakterizace		Kvantifikace		Poloha na obvodu		Spoj	Odkaz na fotodokumentaci	Odkaz na videozáznamy	Poznámky
			1	2	1	2	1	2				
0,00		BCD	A		B326							
0,50		BAE					12				0:01:02	
0,70		BCC	B		15°						0:01:21	
3,58		BCA	B	A	250		11				0:02:12	
3,60		BCA	B	A	250		02				0:02:39	
14,56		BCA	B	A	300		10				0:04:45	
14,56		BAD	B	B			08	09			0:05:19	
19,12		BAE			30		05				0:07:18	
19,12	A	BAE			25		07				0:06:09	
21,36	B	BAE			25		07				0:08:53	
20,47		BAG			15%		11				0:07:43	
27,50		BAD	B	B			05				0:10:33	
27,50		BCA	B	A	250		01				0:10:52	
27,50		BDG	Z									Silný přítok z přípojky

Tab. 20.5 – Zatřídění dle kódů [R. Šimek]

Místo	Znojmo
Ulice	Alšova
Směr prohlídky	ve směru toku
Materiál	Prostý beton
Profil	Veřejčný
Výška profilu	750
Šířka profilu	500
Označení úseku	B326_B322

Poloha v podélném směru	Kód pro závalu na úseku	Hlavní kód	Charakterizace		Kvantifikace		Poloha na obvodu		Spoj	Odkaz na fotodokumentaci	Odkaz na videozáznamy	Poznámky
			1	2	1	2	1	2				
0,00		BCD	A		B327							
2,26		BAE			3		12				0:01:43	
3,40		BCC	B		15°						0:01:52	
7,11		BAD	B	B			05				0:03:02	
11,27		BAG			20%		11				0:03:38	
13,40		BCE	A		B326						0:04:46	

Tab. 20.6 – Zatřídění dle kódů [R. Šimek]

Místo	Znojmo
Ulice	Alšova
Směr prohlídky	proti směru toku
Materiál	Prostý beton
Profil	Veřejčný
Výška profilu	750
Šířka profilu	500
Označení úseku	B327_B331

Poloha v podélném směru	Kód pro závadu na úseku	Hlavní kód	Charakterizace		Kvantifikace		Poloha na obvodu		Spoj	Odkaz na fotodokumentaci	Odkaz na videozáznamy	Poznámky
			1	2	1	2	1	2				
0,00		BCD	A		B331							
2,74		BAE			2		11	01			0:02:03	
5,02		BCA	D	A	300		03				0:03:24	
5,02		BAE			10		03					
5,02		BAD	B	B			02	05				
6,58		BAD	B	B			07				0:05:05	
8,50		BCA	D	A	250		10				0:06:15	
8,50		BAD	B	A			09				0:06:15	
8,50		BAO									0:06:15	
15,81		BAD	B	A			10				0:08:08	
17,58		BCA	B	A	400		09	10			0:08:55	
17,58		BAE			30		09				0:08:55	
17,58		BCA	B	A	400		02	3			0:09:20	
17,58		BAE			20		04				0:09:58	

Poloha v podélném směru	Kód pro závalu na úseku	Hlavní kód	Charakterizace		Kvantifikace		Poloha na obvodu		Spoj	Odkaz na fotodokumentaci	Odkaz na videozáznamy	Poznámky
			1	2	1	2	1	2				
19,86		BCC	B		10°						0:10:13	
25,51		BCA	B	A	300		09				0:11:10	
25,51		BAE			5		08	10			0:11:10	
29,30		BAB	B	A	8		10				0:12:14	
29,30		BAD	B	A			08				0:12:32	
48,35		BCA	B	A	300		09				0:15:34	
48,35		BAD	B	A			08	10			0:16:09	
48,35		BAO					08				0:16:09	
50,46		BAD	B	A			08				0:16:55	
50,99		BAC	B	A	300		02				0:17:32	
50,99		BAD	B	A			04				0:17:32	
53,90		BAC	B	A	200		10				0:18:14	přítok z řadu BA-4-2
53,90		BCE	F		B328						0:17:46	
70,05		BAC	B	A	300		02				0:20:04	
70,05		BAD	B	A			02	3			0:20:15	
73,63		BAC	B	A	300		10				0:20:53	
73,63		BAD	B	B			05				0:21:47	
74,12		BAD	B	B			04	5			0:22:33	
74,12		BAO										
90,13		BAC	B	A	400		09				0:25:01	
90,31		BAC	B	A	400		02				0:25:34	
91,80		BBC	Z		20%		05	7			0:26:08	Zaneseno kalem
93,40		BDG	B									

Příloha 4 – Vyhodnocení technického stavu úseků

Tab. 20.7 – Posouzení technického stavu úseků stokové sítě [R. Šimek]

Ozn. úseku	Úsek stoky	Šachty	Dimenze	Material	Délka	TU1	TU2	TU5	TU7	TU9	TSU	Zatřídění TSU do kategorie	NZTSU	BZ/LO/OB
						W _j - váha ukazatele ($\Sigma W_j = 1$)								
[--]	[--]	[--]	[mm]	[--]	[m]	0,6	0,15	0,05	0,05	0,15	---	---	---	---
1	BA - 4	B320-B321	500/750	TZRV	11,2	5	2	1	1	4	4,0	4	5	OB
2	BA - 4	B321-B322	500/750	TZRV	55,6	Znemožněna prohlídka					---	4	---	OB
3	BA - 4	B322-B325	500/750	TZRV	66,9	4	3	1	2	4	3,6	4	4	OB
4	BA - 4	B325-B326	500/750	TZRV	52,4	4	2	2	4	4	3,6	4	4	OB
5	BA - 4	B326-B327	500/750	TZRV	13,4	4	1	2	4	4	3,5	3	4	OB
6	BA - 4	B327-B328	500/750	TZRV	53,9	4	3	2	1	4	3,6	4	4	OB
7	BA - 4	B328-B331	500/750	TZRV	53,4	4	1	1	5	4	3,5	3	5	OB

Příloha 5 – Vyhodnocení technického stavu šachet

Tab. 20.8 – Posouzení technického stavu kanalizačních šachet [R. Šimek]

Ozn. šachty	Průměr šachty	TU1	TU3	TU7	TU9	TU11	TSU	Zatřídění TSKS do kategorie	NZTSKS	BZ/LO/OB
		W _j - váha ukazatele (ΣW _j = 1)								
[--]	[mm]	0,4	0,2	0,2	0,1	0,1	---	---	---	---
B320	1000	2	1	3	3	4	2,3	2	4	OB
B321	1000	3	1	1	3	4	2,3	2	4	OB
B322	1000	4	2	1	3	4	2,9	3	4	OB
B325	1000	2	2	1	3	4	2,1	2	4	OB
B326	1000	4	1	1	4	4	2,8	3	4	OB
B327	1000	3	3	1	3	4	2,7	3	4	OB
B328	1000	3	2	1	3	5	2,6	3	5	OB
B331	1000	2	1	5	3	4	2,7	3	5	OB

SUMMARY

The aim of this bachelor thesis is to get acquainted with the problems of structural and technical condition of sewer networks, possibilities of monitoring and their evaluation. The thesis is divided into two parts. The first part deals with the theoretical knowledge from the field of sewerage and sewerage design, the choice of material and the type of disturbances that may occur on the sewerage network. Further, different types of methods of sewerage monitoring are dealt with in this section. Commonly used technology, up to modern technologies. At the conclusion of this part the thesis deals with the evaluation of the acquired knowledge about the state of the sewer network. Classification of individual faults and findings according to ČSN EN 13508-2. Further information on possible methodologies for assessing the technical condition.

In the second part, a survey and evaluation of the structural-technical condition of the real network is carried out. The selected section is located in the city of Znojmo. From the camera records, the faults were classified according to the ČSN EN 13508-2 standards. The individual sections were classified according to technical indicators. Their overall technical condition has been evaluated. The sewerage shafts were evaluated according to the technical indicators from the survey carried out during the monitoring of the sections themselves. For the evaluated network, a proposal for basic remediation technologies was carried out. Individual technologies were priced.