



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

CONSTRUCTION AND TECHNICAL CONDITION OF THE SEWER NETWORK

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Diana Petrová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. JAROSLAV RACLAVSKÝ, Ph.D.

BRNO 2021



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 | Diana Petrová |
| Název | Stavebně-technický stav stokové sítě |
| Vedoucí práce | doc. Ing. Jaroslav Raclavský, Ph.D. |
| Datum zadání | 30. 11. 2020 |
| Datum odevzdání | 28. 5. 2021 |

V Brně dne 30. 11. 2020

doc. Ing. Ladislav Tuhovčák, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
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] LAMPOLA Tiia. Condition Assessment and Sewer Inspection (CASI) Methods– Guide Book. In researchgate.net [online]. 2018 [cit. 2020-11-20]. Dostupné z WWW: http://www.researchgate.net/publication/329830142_Inspection_methods_for_sewer_pipes. ISBN: 978-952-6697-44-4.
- [3] STEIN, Dietrich a STEIN, Robert Instandhaltung von Kanalisationen, Verlag Prof. Dr.-Ing. Stein & Partner GmbH, 2014. ISBN 978-3-9810648-4-1.
- [4] STRÁNSKÝ, David et al. Metodická příručka - Posouzení stokových systémů urbanizovaných povodí. In OPZP.cz [online]. 2009 [cit. 2017-03-03]. Dostupné z WWW: http://www.opzp2007-2013.cz/soubor-ke-stazeni/17/5237-01052009_metodicka_prirucka_stokovy_system_090604.pdf.
- [5] KLEPSATEL, František a RACLAVSKÝ, Jaroslav. Bezvýkopová výstavba a obnova podzemních vedení. 1. české vyd. Bratislava: Jaga, c2007, 144 s. ISBN 978-80-8076-053-3.
- [6] Odborný časopis NODIG, Slovak a Vodní hospodářství.
- [7] Příslušné legislativní a normativní podklady.
- [8] Další podklady dle pokynu vedoucího DP.

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

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 bakalářka provede rešerši z dané problematiky. V druhé části bakalářka aplikuje získané poznatky na vybraném úseku stokové sítě.

Požadované výstupy: dle pokynů vedoucího BP.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zaměřuje na posouzení stavebně-technického stavu vybraného úseku stokové sítě ve Znojmě. První část práce se věnuje problematice průzkumů, čištění, zkouškám vodotěsnosti stoky a popisu metodik pro vyhodnocení stavebně-technického stavu. V druhé části je zpracováno zařazení vyskytujících se poruch z kamerových záznamů dle kódovacího systému podle normy ČSN EN 13 508-2. Následně proběhlo hodnocení úseků podle dvou metodik, nejprve podle TNV 75 6905 (návrh) a poté podle německé ATV-M 149. Na základě výsledků se provedlo celkové zhodnocení stavebně-technického stavu úseků a navrhl se možná sanace. Součástí práce jsou jednotlivé přílohy – zařazení poruch dle ČSN EN 13 508-2, vyhodnocení stavebně-technického stavu dle TNV 75 6905 (návrh) a podle ATV-M 149, tři výkresy (situace stávajícího stavu, situace vyhodnocení stavebně-technického stavu podle metodiky návrh TNV 75 6905 a podle ATV-M 149).

KLÍČOVÁ SLOVA

Stavebně-technický stav, stoková síť, poruchy, monitorování, metodiky hodnocení

ABSTRACT

This bachelor's thesis deals with assessing construction and technical condition of a selected section of the sewer system in Znojmo. The first part of the thesis deals with the issue of surveys, cleaning, sewage watertightness tests and a description of methodologies for evaluating the construction and technical condition. In the second part of the thesis classification of occurring failures from camera records is compiled according to coding system from ČSN EN 13508-2. Subsequently, the sections were evaluated according to the two methodologies, first according to TNV 75 6905 (design) and then according to the German standard ATV-M 149. Based on the results, an overall evaluation of the construction and technical condition of the sections was performed and a possible remediation was proposed. The thesis includes individual annexes-classification of failures according to ČSN EN 13508-2, evaluation of construction and technical status according to TNV 75 6905 (design) and according to ATV-M 149, three drawings (situation of current state, situation of evaluation of construction and technical condition according to methodology TNV 75 6905 and according to ATV-M 149).

KEYWORDS

Structural and technical condition, sewer network, failure, monitoring, methodology of evaluation

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Diana Petrová *Stavebně-technický stav stokové sítě*. Brno, 2021. 79 s., 15 s. příl.
Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního
hospodářství obcí. Vedoucí práce doc. Ing. Jaroslav Raclavský, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Stavebně-technický stav stokové sítě* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 26. 1. 2021

Diana Petrová
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Stavebně-technický stav stokové sítě* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 26. 1. 2021

Diana Petrová
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto svému vedoucímu bakalářské práce panu doc. Ing. Jaroslavovi Raclavskému, Ph.D. za jeho cenné připomínky, rady a věnovaný čas, který mi poskytl při vypracování závěrečné práce.

OBSAH

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | ÚVOD | 11 |
| 2 | LEGISLATIVNÍ A NORMALIZAČNÍ POŽADAVKY ČR | 12 |
| 2.1 | NORMY | 12 |
| 2.2 | ZÁKONY A VYHLÁŠKY | 12 |
| 3 | HISTORIE STOKOVÁNÍ..... | 13 |
| 3.1 | VÝVOJ STOKOVÁNÍ V ČESKÉ REPUBLICE | 13 |
| 3.1.1 | Pražská kanalizace | 13 |
| 3.1.2 | Odvodnění Brna | 14 |
| 3.2 | VÝVOJ STOKOVÁNÍ V ZAHRANIČÍ..... | 14 |
| 3.2.1 | Odkanalizování Londýna | 14 |
| 3.2.2 | Odkanalizování Vídně..... | 14 |
| 4 | HISTORIE TRUBNÍHO MATERIÁLU | 15 |
| 4.1 | ZAHRANIČÍ..... | 15 |
| 4.2 | ČESKÁ REPUBLIKA | 17 |
| 4.3 | SOUČASNÉ TRUBNÍ MATERIÁLY | 17 |
| 4.3.1 | Životnost materiálů | 18 |
| 5 | PORUCHY NA STOKOVÉ SÍTI A JEJICH PŘÍČINY | 20 |
| 5.1 | DRUHY PORUCH..... | 20 |
| 5.1.1 | Netěsnost..... | 20 |
| 5.1.2 | Překážky v profilu | 21 |
| 5.1.3 | Odechlky polohy..... | 22 |
| 5.1.4 | Mechanické opotřebení | 22 |
| 5.1.5 | Koroze | 23 |
| 5.1.6 | Deformace – trhliny, prolomení, zřícení a zborcení trub | 24 |
| 5.2 | ZATŘÍDĚNÍ PORUCH Z KAMEROVÉHO ZÁZNAMU DLE ČSN EN 13508-2 | 25 |
| 5.3 | PORUCHOVOST MATERIÁLU | 26 |
| 6 | ZJIŠŤOVÁNÍ STÁVAJÍCÍHO STAVU STOKOVÉ SÍTĚ | 28 |
| 6.1 | HYDRAULICKÉ PRŮZKUMY | 29 |
| 6.2 | PRŮZKUMY Z HLEDISKA OCHRANY ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ..... | 29 |
| 6.3 | PRŮZKUMY PRO POSOUZENÍ STAVEBNĚ-TECHNICKÉHO STAVU | 30 |
| 6.3.1 | Kontroly pro zjištění stavu stokové sítě | 30 |

| | | |
|-------------|--|-----------|
| 7 | MONITOROVACÍ TECHNOLOGIE A ZAŘÍZENÍ | 32 |
| 7.1 | VIZUÁLNÍ TECHNOLOGIE..... | 32 |
| 7.1.1 | Kamerové systémy - CCTV | 33 |
| 7.1.2 | Šachtová kamera | 34 |
| 7.2 | FYZIKÁLNÍ TECHNOLOGIE | 34 |
| 7.2.1 | Měření profilu – profiloměry | 35 |
| 7.2.2 | Nedestruktivní metody | 36 |
| 7.2.3 | Měření z povrchu terénu | 36 |
| 7.2.4 | Kontroly v rozsahu celé stokové sítě..... | 38 |
| 8 | SOFTWAREY PRO HODNOCENÍ TECHNICKÉHO STAVU | 40 |
| 8.1 | ISYBAU XML CZ..... | 40 |
| 8.2 | IBAK IKAS..... | 40 |
| 8.3 | KANEW | 41 |
| 9 | ZKOUŠKY VODOTĚSNOSTI..... | 43 |
| 9.1 | ZKOUŠKY VODOTĚSNOSTI POTRUBÍ | 43 |
| 9.1.1 | Zkouška vzduchem..... | 43 |
| 9.1.2 | Zkouška vodou | 44 |
| 9.2 | ZKOUŠKA VODOTĚSNOSTI NÁDRŽÍ A JÍMEK NA STOKÁCH..... | 44 |
| 10 | ČIŠTĚNÍ STOKOVÝCH SÍTÍ | 45 |
| 10.1 | METODY HYDRAULICKÉHO ČIŠTĚNÍ..... | 45 |
| 10.1.1 | Vysokotlaké čištění | 45 |
| 10.2 | METODY MECHANICKÉHO ČIŠTĚNÍ..... | 46 |
| 10.3 | METODY HYDRAULICKO-MECHANICKÉHO ČIŠTĚNÍ..... | 46 |
| 11 | METODIKY PRO VYHODNOCENÍ TECHNICKÉHO STAVU..... | 47 |
| 11.1 | METODIKA HODNOCENÍ TECHNICKÉHO STAVU KANALIZAČNÍ SÍTĚ – NÁVRH TNV 75 6905 | 47 |
| 11.1.1 | Kategorie zatřídění | 48 |
| 11.1.2 | Ukazatele hodnocení technického stavu kanalizační sítě | 48 |
| 11.1.3 | Postup zatřídění ukazatelů do kategorií a souhrnné technické hodnocení..... | 50 |
| 11.2 | ZATŘÍDĚNÍ PORUCH STOKOVÉ SÍTĚ DLE BVK..... | 52 |
| 11.3 | HODNOCENÍ TECHNICKÉHO STAVU DLE ATV-M 149..... | 52 |
| 11.3.1 | Klasifikace stavu | 52 |
| 11.3.2 | Vyhodnocení stavu..... | 55 |
| 12 | VYHODNOCENÍ STAVEBNĚ-TECHNICKÉHO STAVU VYBRANÉHO ÚSEKU STOKOVÉ SÍTĚ | 57 |

| | | |
|-------------|---|-----------|
| 12.1 | PRŮVODNÍ ZPRÁVA | 57 |
| 12.2 | TECHNICKÁ ZPRÁVA | 58 |
| 12.2.1 | Vyhodnocení technického stavu vybraných úseků dle TNV 75 6905 (návrh) | 58 |
| 12.2.2 | Vyhodnocení technického stavu vybraných úseků dle ATV-M 149 | 60 |
| 12.2.3 | Porovnání TNV 75 6905 (návrh) a ATV-M 149 | 62 |
| 12.3 | NÁVRH SANACE | 62 |
| 12.4 | FOTODOKUMENTACE VYBRANÝCH PORUCH NA ÚSECÍCH | 64 |
| 13 | ZÁVĚR | 65 |
| 14 | SUMMARY | 66 |
| 15 | POUŽITÁ LITERATURA | 67 |
| 16 | SEZNAM TABULEK | 72 |
| 17 | SEZNAM OBRÁZKŮ | 74 |
| 18 | SEZNAM GRAFŮ | 76 |
| 19 | SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ | 77 |
| 20 | SEZNAM PŘÍLOH | 79 |
| 21 | PŘÍLOHA 1 – VYHODNOCENÍ KAMEROVÉHO PRŮZKUMU DLE ČSN EN 13 508-2 | 80 |
| 22 | PŘÍLOHA 2 – VYHODNOCENÍ STAVEBNĚ-TECHNICKÉHO STAVU DLE TNV 75 6905 (NÁVRH) | 90 |
| 23 | PŘÍLOHA 3 – VYHODNOCENÍ STAVEBNĚ-TECHNICKÉHO STAVU DLE ATV-M 149 | 91 |

1 ÚVOD

V dnešní době jedním z ukazatelů životních podmínek a zdravého bydlení v obcích je jejich spolehlivé a hospodárné odvodnění. Odvodňovací systém je jakousi pomyslnou vizitkou udávající životní úroveň a komfort obyvatelstva. Se zvyšujícím se počtem obyvatel a celkovým urbanistickým rozvojem v městských aglomeracích roste také snaha o zachování nebo zlepšení odvádění odpadních vod pomocí stokových systémů na čistírnu odpadních vod (ČOV). Momentálně se však setkáváme se situací, kdy ve většině případech se v obcích kanalizační systém již nachází, narůstá však potřeba jejich oprav a případných rekonstrukcí, aby transport vyprodukovaných odpadních vod probíhal hydraulicky a hygienicky bezpečně, proto je velmi důležité, aby byly stále aktualizovány údaje o stavebním a technickém stavu stokových systémů. Pravidelnými kontrolami a monitoringem kanalizačního systému můžeme předejít mnoha nežádoucím scénářům, jako jsou například ohrožení životního prostředí, zvyšování provozních nákladů, údržba sítě a zejména je snaha předejít ohrožení veřejného zdraví.

Cílem této bakalářské práce je obeznámení a nastínění problematiky týkající se stavebně-technického stavu stokových sítí a jeho následné vyhodnocení. Bakalářská práce se skládá ze dvou částí. V první rešeršní části jsou vymezeny legislativní a normalizační požadavky dotýkající se daného tématu, je zde popsána historie a vývoj stokových systémů a jejich materiálů jak v České republice, tak i v zahraničí, dále jsou uvedeny informace o materiálech a o jejich životnostech, které se používají dnes. V práci se řeší také druhy vyskytujících se poruch na stokové síti – jejich příčiny, následky a jejich zařazení k příslušným kódům dle ČSN EN 13 508-2. V neposlední řadě je popsána kontrola, druhy a příslušné technologie monitorování a také softwary pro hodnocení stavu stokové sítě. Dále je okrajově nastíněno čištění stokových sítí a zkoušky vodotěsnosti. Na konci teoretické části jsou řešeny druhy metodik pro vyhodnocování stavebně-technického stavu stokových sítí, je zde popsána metodika TNV 75 6905 a postup zařazení poruch pomocí německé metodiky ATV-M 149, která mimo jiné řeší prioritně působení stokových systémů na životní prostředí a jeho ochranu.

V druhé praktické části je provedeno vyhodnocení stavebně-technického stavu reálného úseku stokové sítě, konkrétně ve městě Znojmě, ulice Na Hrázi. Z kamerových záznamů byly jednotlivé zaznamenané poruchy zařazeny k příslušným kódům dle ČSN EN 13 508-2. Následovalo hodnocení stavebně-technického stavu vybraného úseku nejprve podle metodiky TNV 75 6905 (návrh) od doc. Ing. Jaroslava Raclavského, Ph.D. a také podle ATV-M 149. Poté následovalo porovnání výsledků na vybraném úseku z těchto dvou metodik a závěrem byl proveden návrh sanace.

2 LEGISLATIVNÍ A NORMALIZAČNÍ POŽADAVKY ČR

Níže jsou uvedeny platné seznamy norem, zákonů a vyhlášek týkající se stokové sítě a přípojek, zejména jejich stavebně-technického stavu.

2.1 NORMY

| | |
|-------------------|---|
| ČSN 75 6101 | Stokové sítě a kanalizační přípojky |
| ČSN 1610 | Provádění stok a kanalizačních přípojek a jejich zkoušení |
| ČSN 75 6909 | Zkoušky vodotěsnosti trub |
| TNV 75 6910 | Zkoušky kanalizačních objektů a zařízení |
| ČSN 01 3463 | Výkresy inženýrských staveb – výkresy kanalizace |
| TNV 75 0211 | Navrhování vodovodního a kanalizačního potrubí uloženého v zemi – statický výpočet |
| ČSN EN 13 508 – 2 | Zjišťování a hodnocení stavu venkovních systémů stokových sítí a kanalizačních přípojek |
| 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 16932-1 | Venkovní podtlakové systémy stokových sítí |
| ČSN EN 16932-2 | Venkovní tlakové systémy stokových sítí |

2.2 ZÁKONY A VYHLÁŠKY

Zákon č. 274/2001 Sb. – o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích).

Vyhláška č. 428/2001 Sb. – kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích).

Zákon č. 254/2001 Sb. – o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon).

3 HISTORIE STOKOVÁNÍ

Málokdo uvěří, že počátky kanalizačních systému datujeme až několik set let před naším letopočtem. Již první zmínky o kanalizaci pochází z roku 2 600 před naším letopočtem, do doby, kdy Akkadové pobývali v Babylonu. Na území evropského kontinentu se první zmínky datují kolem roku 1 500 před naším letopočtem, konkrétně ze starověkého Řecka a Říma. Poměrně dokonalým kanalizačním systémem se stal Cloaca Maxima, který byl vybudován v Římě v 7. století před naším letopočtem. V této době se dokonce v Řecku uskutečnily i první pokusy o čištění odpadní vody pomocí vsaku.

Než se ve městech začala využívat kanalizace, tak veškeré odpadní vody včetně splašků protékaly otevřenými koryty ulicemi města. Tento způsob odvádění odpadních vod byl absolutně nepřijatelný – nejenže ulicemi měst se prolínal nepříjemný zápach, ale také se zvyšovalo riziko infekčních onemocnění. Tomuto systému odvádění odpadních vod se připisuje právě rychlost šíření moru. [1] [2]

3.1 VÝVOJ STOKOVÁNÍ V ČESKÉ REPUBLICĚ

Zásobování měst vodou v období středověku bylo na dobré úrovni, naopak odvádění odpadních vod bylo velice tristní. Kanalizační systém byl značně pozadu a na odvádění odpadních vod se nekladl takový důraz oproti dopravě vody.

Vývoj kanalizace v České republice je možné názorně přiblížit na dvou největších městech, a to konkrétně na Praze a Brně.

3.1.1 Pražská kanalizace

První historicky doloženou pražskou kanalizací, pocházející ze čtyřicátých let 12. století, byla stavba štol vedoucí ze Strahovského kláštera směrem na Malou stranu. Další zmínka je z roku 1310, kdy se začaly dláždit nejen ulice, ale také uliční stoky neboli rigoly. Barokní období sice přineslo výstavní domy, kostely, paláce se zahradami, ale splašky nadále vytékaly z přilehlých budov do uličních kanálků. [4]

Vybudování nového systému odvodnění hlavního města bylo nevyhnutelné. Proto byl vytvořen *komitét pro řešení kanalizačních otázek* s jasným cílem – návrh řešení odkanalizování pražské aglomerace. Zastupitelstvem byla vyhlášena soutěž na projekt generálního řešení kanalizace. Průlomový byl rok 1893, kdy anglický inženýr William Heerlein Lindley z Frankfurtu nad Mohanem předložil generel kanalizace pražského území o celkové ploše 2 500 hektarů. O rok později jeho návrh pražská městská rada schválila. Tento systém odkanalizování zahrnující i mechanickou čistírnu odpadních vod v Bubenči se podařilo o 8 let později uvést do provozu. Lindleyova koncepce a způsob zpracování pražského generelu předčila hranice v tehdejší Rakousko-Uhersku. Toto dílo společně s výstavbou vodovodu z Káraného do Prahy, který se budoval ve stejné době, mají zásluhu na tom, co se hygienické stránky týče, že Praha počátkem 20. století se stala jedním z nejlépe vybavených evropských měst. [4] [5]

Následující léta se hlavní město skokově rozrůstalo. Počet obyvatel se stále zvyšoval a tím i produkce odpadních vod, proto bylo nutné přijít s novým řešením a vznikla ústřední čistírna na Císařském ostrově, která funguje dodnes. [3]

3.1.2 Odvodnění Brna

Vývoj kanalizace v Brně se nijak zvlášť nelišil od kanalizace pražské. Pro odpad sloužily jímky, které se nacházely v zadní části dvoru. Tekutý odpad byl sváděn pomocí uličních rigolů. Vznik prvních stok se datuje do druhé poloviny 17. století, tyto stoky byly z cihelného nebo kamenného zdiva. Zvýšení množství odpadních vod se připisuje výstavbě pisáreckého vodovodu, a proto bylo na místě vypracovat nový projekt na městskou kanalizaci.

Již na začátku minulého století celý střed Brna byl prakticky odkanalizován. Jednalo se převážně o stoky s vejčitým a tlamovým průřezem, o celkové délce 75 km. O pár let později, v roce 1922 vznikl generel odvodnění města Brna, ve kterém se uvažovalo s výstavbou čistírny odpadních vod, která vznikla na soutoku řeky Svratky se Svitavou. Dnes se jedná o území obce Modřice. ČOV v Modřicích je aktivní dodnes. [5]

3.2 VÝVOJ STOKOVÁNÍ V ZAHRANIČÍ

3.2.1 Odkanalizování Londýna

Zpočátku byly odpadní vody svedeny do řeky Temže, která sloužila mimo jiné i jako zdroj pitné vody. Tento problém však vyvrcholil epidemií cholery. V roce 1858 dnem „Velkého zápachu“, kdy byl zápach tak nesnesitelný, že se dokonce i královská rodina přesídlila na venkov, se vláda od tohoto okamžiku rozhodla jednat a pozvala si inženýra Josepha Bazalgetteho s požadavkem o vytvoření nové podzemní kanalizační sítě. Jednalo se o rozsáhlý zděný komplex stok, který měl odvádět vodu od 2,5 milionu lidí, později stoková síť sloužila pro 4 miliony lidí a je využívána stále. [6]

3.2.2 Odkanalizování Vídně

Historie vídeňského kanalizačního systému sahá až do prvního století našeho letopočtu, kdy si Římané postavili ve svém tehdejší vojenském táboře Vindobona (území dnešní Vídně) vysoce propracovaný systém pro odvádění odpadních vod. Ve středověku se Vídeň nelišila od žádného jiného evropského města. Splašky protékaly ulicemi do řeky Dunaj, která sloužila i jako zdroj vody, což mělo za následek opakované propuknutí epidemií. Až v 18. století vznikla kanalizační síť se dvěma hlavními větvemi na obou stranách dunajského kanálu. Během druhé světové války vídeňský kanalizační systém však utrpěl značné škody bombardováním. Napočítalo se celkem 1 800 zásahů. Škody byly tak rozsáhlé, že poslední oprava na kanalizaci proběhla až v roce 1950. Dnes má Vídeň jeden z nejmodernějších kanalizačních systémů a čistíren na světě. [7]

4 HISTORIE TRUBNÍHO MATERIÁLU

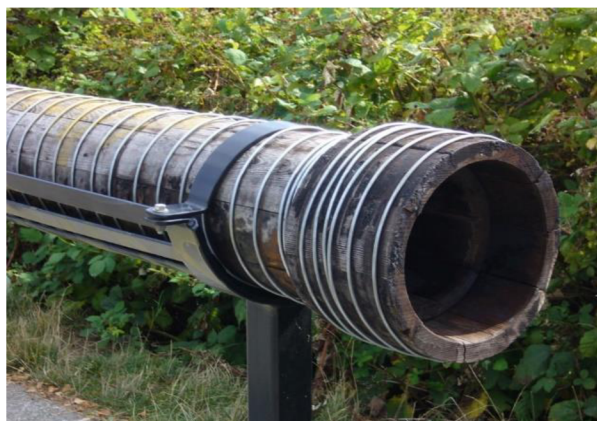
V této kapitole je představen vývoj trubního materiálu stokových systémů jak v zahraničí, tak v České republice.

4.1 ZAHRANIČÍ

Jak již bylo zmíněno, vůbec první kanalizační systémy na odvádění odpadních vod vznikly mezi lety 2600–2500 př. n. l. v dávné Mezopotámii a Babylonu. Hlavní stoky byly zděné a přípojky k jednotlivým domům byly z části také zděné z pálených cihel a byly překryty čtverhrannými deskami a z části byly z hliněných trub. Tyto stoky se nacházely v zemi pod vydlážděnými ulicemi a splaškové vody se jimi odváděly do velkých řek nebo do rybníků, čistících a sběrných jam. [22]

Počátkem 19. století zvyšující se urbanizace lidí ve městech měla za důsledek velké problémy s chorobami. Z toho důvodu se čím dál více začala řešit otázka dalšího možného způsobu odvádění odpadních vod. Kanalizační technologie v příštích několika desetiletích rychle postupovala a na trh přicházely stále nové trubní materiály. Jedním z nových trubních materiálů, které našly rozsáhlé využití, byla dřevěná trouba. Tyto trouby přicházely ve dvou stylech [23]:

- tyčový styl, vyrobený lisováním zkosených desek dohromady s ocelovou páskou,
- styl kulatiny, vyrobený vyhloubením středu kulatiny.



Obr. 4.1 Dřevěné potrubí – tyčový styl [23]



Obr. 4.2 Dřevěné potrubí – kulatina [23]

Do 20. let 20. století pro většinu měst se jako hlavní materiál stalo hliněné potrubí. Hliněné trubky jsou velmi těžké, a proto vyžadují vodní nebo železniční dopravu, což si mnoho měst nemohlo dovolit a tím pádem se ve většině případů objevovaly pouze u měst, která měla místní zásobu hlíny.

Dalším populárním materiálem během této doby bylo vláknité potrubí. Vláknité potrubí bylo vytvořeno impregnací dřevěných vláken dehtovou smolou. Popularita rostla v průběhu

19. a počátkem 20. století, ale později na trh vstoupilo potrubí z polyvinylchloridu (PVC) a začala jeho popularita prudce klesat.

Dalším velice oblíbeným materiálem na přelomu 19. a 20. století pro tvorbu potrubí se stala litina. První litinové trubky byly instalovány ve Versailles v roce 1664. Ve Spojených státech byly první litinové trubky použity ve Filadelfii v 10. letech 20. století, aby nahradily poškozené smrkové kulatiny. Dnes je mnoho používaných kanalizačních potrubí litinové. Litina však měla vysoké riziko koroze, proto byly vyvinuty různé povlaky. Jednou z nejoblíbenějších byla litina lemovaná cementem. V 50. letech došlo k vylepšení litiny a byla představena trubka z tvárné litiny. Má vyšší pevnost a podobnou odolnost proti korozi.

Během této doby rostla popularita také betonové trubky, i když byla výrazně těžší a dražší. Předpjatá betonová válcová trubka byla poprvé vyrobena v roce 1942 a skládala se z tenkého ocelového prstence zalitého do betonu. Tento typ trubkového materiálu se instaluje dodnes a běžně se používá u větších průměrů potrubí. [23]



Obr. 4.3 Betonové potrubí [24]

Historicky se však do popředí dostaly trubky z plastu. Dnes je plastová trubka stále oblíbenějším potrubním materiálem, který se používá téměř na všechno, od kanalizačních přípojek a bytových instalací až po distribuci plynu a chemické zpracování. Trubka z plastu má jedny z nejvyšších odolností proti korozi a nárokuje si dlouhodobě předpokládanou životnost, přestože k dnešnímu dni byla v zemi pouze přibližně 60 let. Její nevýhodou je však menší statická únosnost například vůči trubce betonové. [23]



Obr. 4.4 Plastové potrubí [25]

4.2 ČESKÁ REPUBLIKA

Na území české republiky před výstavbou stokových systémů se odpadní vody vedly otevřenými výkopy v ulicích. Vznik různých druhů epidemií a zápach zapříčinily výstavbu zděných kanalizací, které odváděly jak splaškové, tak i dešťové odpadní vody ze střech a ulic do blízkých vodotečí nebo rybníků. U kanalizace, jak ji známe dnes, proběhla výstavba až na přelomu 19. a 20. století. Tyto kanalizace byly zděné, většinou z profilu vejčitého, kruhového nebo oválného. K dalšímu rozvoji výstavby kanalizace došlo až po druhé světové válce, kdy také začala výstavba čistíren odpadních vod. [22]

Mimo jiné se u nás objevují stoky ze stavebních dílců – zděné z kanalizačních cihel na cementovou maltu. Pro zvýšení odolnosti proti chemickým účinkům odpadních vod a ohrusu je možné vnitřní líc zděné nebo betonové stoky opatřit obložením (výstelka, povlak, vyzdívka apod.). Při obkládání je nutné použití odolného pojiva a zvolit takovou technologii, aby nedošlo k odlupování. [10]



Obr. 4.5 Zděná stoka [28]

4.3 SOUČASNÉ TRUBNÍ MATERIÁLY

Tato kapitola popisuje druhy trubního materiálu stokových sítí, které se využívají v současnosti.

Používané materiály jsou [10]:

- kamenina,
- beton,
- železobeton,
- polymerbeton,
- čedič,
- sklolaminát,
- šedá lityna (dnes je téměř nahrazena litinou tvárnou),
- tvárná litina,
- plasty (polypropylen PP, polyvinylchlorid PVC, polyethylen PE),
- vlákno cement,

4.3.1 Životnost materiálů

Životnost stavebního díla, materiálu nebo jednotlivého prvku je časový úsek po vybudování (u betonu po uložení), během kterého dojde k dosažení minimální akceptovatelné hodnoty za předpokladu běžné údržby. Rozlišujeme tři typy životností:

- *technická životnost* – jedná se o časový úsek používání do té doby, než konstrukce dosáhne neakceptovatelného stavu (např. porušení konstrukčních prvků nebo pokud je úroveň bezpečnosti pod přijatelnými mezemi);
- *ekonomická životnost* – je časový úsek používání do té doby, kdy náhrada konstrukce nebo její části je výhodnější než její další udržování v provozu;
- *funkční životnost* – je časový úsek používání do doby, kdy konstrukce přestává plnit funkční požadavky.

Celková životnost závisí na typu konstrukce, navržených detailech, výrobě, ošetření, technologii při budování a na kvalitě údržby po výstavbě. Mezi vnější vlivy, které výrazně ovlivňují životnost díla, patří zejména chemické, fyzikální a fyzikálně-chemické faktory degradace, vliv zatížení konstrukce a její interakce s vlivy prostředí a vlivy související s provedením stavby. [16]

Čím delší bude životnost stavby (nebo její části), tím delší bude doba od uvedení stavby do provozu po provedení její obnovy. Obnova systému nebo jeho části je proces vybudování nových stok a přípojek ve stávajících nebo jiných trasách při zachování jejich původní funkce. Jen ve výjimečných případech se přistupuje k obnově stavby na konci její technické životnosti. Z ekonomického hlediska je účelné k rozhodnutí o provedení obnovy použít dlouhodobé sledování poruchovosti a nákladovosti oprav jeho dílčích částí. K obnově stok z ryze ekonomických důvodů se zpravidla přistupuje v době, kdy suma nákladů na opravy a renovace od počátku uvedení díla do provozu dosáhly cca 60–70 % nákladů potřebných na vybudování nového díla. [18]

Tab. 4.1 Životnosti stokových materiálů vycházejících ze zkušeností s provozováním pražské stokové sítě [18]

| Materiál a konstrukce | Životnost |
|--|------------------|
| Čedičové trouby | 150 let |
| Kameninové trouby normální únosnosti | 120 let |
| Kameninové trouby protlačovací | 150 let |
| Betonové trouby | 80 let |
| Betonové trouby s čedičovou výstelkou | 120 let |
| Zděné stoky cihelné | 80 let |
| Zděné stoky cihelné s čedičovou výstelkou | 120 let |
| Trouby litinové | 80 let |
| Trouby z tvárné litiny | 100 let |
| Trouby PVC, hladké, vnitřně strukturované | 40 let |
| Trouby PVC, hladké, plnostěnné | 60 let |
| Trouby PE, vně strukturované (korugované) | 40 let |
| Trouby PE, vícevrstvé, s ochranným pláštěm | 60 let |
| Trouby PP, vně strukturované (korugované) | 50 let |
| Trouby PP, vícevrstvé, s ochranným pláštěm | 70 let |

U materiálů, které se využívají už delší dobu, jako je kamenina nebo beton se již vychází z dosavadních zkušeností, co se týče životnosti. Je však nutné zdůraznit, že u některých typů materiálů dosud nebyla prokázána skutečná délka životnosti především z důvodu krátké existence daného materiálu. Jedná se zejména o plastové potrubí. V roce 1992 byly v německém městě Steinfurt testovány trubky z PVC a došlo se k závěru, že dané trubky vyhovují současným normám, a dokonce při tlaku 7 bar vykazaly životnost dalších 100 let. Podobně tomu bylo i s troubami z PE opět s konstatováním, že materiál nejeví žádné známky destrukce ani nepředpokládaného stárnutí. Plasty jsou považovány dle norem za prvky s dlouhou životností. [16]

Tab. 4.2 Orientační doby životnosti jednotlivých trubních materiálů [26]

| Materiál | Udávaná životnost (roky) | Skutečná životnost (roky) | Nutná výměna během období 100 let |
|-----------------|---------------------------------|----------------------------------|--|
| Kamenina | 100 | 130 | 0,77 |
| Železobeton | 50-80 | 90 | 1,11 |
| Beton | 50-80 | 67 | 1,5 |
| Zděné kanály | 80 | 80 | 1,25 |
| Litina | 50 | 25 | 4,0 |
| PVC | 50 | 25 | 4,0 |
| PE | 50 | 50 | 2,0 |

5 PORUCHY NA STOKOVÉ SÍTI A JEJICH PŘÍČINY

Poruchu klasifikujeme jako jev, který ukončuje schopnost výrobku nepřetržitě plnit požadovanou funkci, výjimkou během preventivní údržby nebo jiných plánovaných činností (čištění, sanace atd.).

Po rozborech jednotlivých případů poruch lze jejich příčiny rozdělit do následujících kategorií, kdy vznik poruchy je zpravidla podmíněn dvěma nebo více příčinami [13]:

- vadný nebo nevhodně použitý materiál,
- chyby v projektu a konstrukci,
- chyby ve výrobě a při montáži,
- nevhodné nebo příliš dlouhé provozování,
- vnější vlivy, např. narůstající tlak od dopravy na povrchu.

5.1 DRUHY PORUCH

Podle české normy ČSN EN 13 508 a německé ATV-M 143E můžeme rozlišit základní skupiny poruch, které se nacházejí ve stokovém systému:

- netěsnost,
- překážky v profilu,
- odchylky polohy,
- mechanické opotřebení,
- koroze,
- trhliny,
- prolomení trouby,
- zřícení a zborcení trouby.

5.1.1 Netěsnost

Netěsnost stoky se rozumí jako vnik vody do stokového systému z prostředí, nebo také únik vody ze stokového systému do okolního prostředí. [22]

Nejčastějšími příčinami poruchy spojů jsou poklesy jednotlivých trub v podélném směru stoky, velká ovalita¹ pružných trub, nesouosost² trub tuhých, nevhodně provedený spoj.

¹ Ovalita je definována jako ztráta zaoblením. Jedná se o rozdíl mezi největší a nejmenší hodnotou vnějšího průměru v daném příčném řezu trouby.

² Nesouosost udává odchylku od původní osy potrubí. Setkáváme se se dvěma typy nesouososti: nesouosost rovnoběžná a úhlová.

Jako důsledek je netěsnost spojů trub a tím pádem do stoky je umožněn vnik balastních vod³, nebo naopak únik odpadních vod do podloží. Tyto netěsnosti se zjišťují před záhozem zkouškou vodotěsnosti stoky – zkoušky vodotěsnosti jsou popsány v kapitole 9 této práce. Netěsnosti mohou však také vznikat až při běžném provozu, kdy se jejich výskyt zjišťuje pomocí kamerových inspekcí. [14]



Obr. 5.1 Netěsný spoj kanalizačního potrubí [22]

5.1.2 Překážky v profilu

Mezi nejčastěji se vyskytující překážky v profilu řadíme zpevněné usazeniny, vyčnívající překážky v odtoku, inkrustaci a vrůstání kořenů. Tyto překážky mají za následek vznik těchto poruch [22]:

- snížení průtočného profilu a zanášení nebo ucpání stoky,
- zvětšení netěsností nebo porušení potrubí kořenovým porostem,
- riziko zpětného vzduť překážkou a tím i exfiltrace odpadní vody.



Obr. 5.2 Prorostlé kořeny do kanalizace [27]

³ Balastní vody jsou v ČSN 75 0161 definovány jako nežádoucí přítok vody do stokového systému a kanalizačních přípojek. Zpravidla se jedná o vody infiltrované netěsnostmi stokové sítě z okolního půdního prostředí a povrchové vody, které jsou bodově zaústěny do kanalizace.

5.1.3 Odchyšky polohy

Tyto poruchy vznikají zejména při výstavbě v důsledku chybně provedených podkladních konstrukcí, jejich samotnému nevhodnému návrhu, nerovnoměrným hutněním podsypu a okolí trub, nerovnoměrné únosnosti základové spáry výkopu, nerovnoměrným sedáním a vyplavováním podloží. Mezi další příčiny patří změna zatížení na povrchu, zemětřesení a důsledky netěsností. Následky těchto odchylek mohou být [14]:

- usazování materiálu ve stoce v místech jejího obráceného spádu,
- poruchy stoky ve spojích a vnik/únik vod,
- porušení a netěsnost přípojky v místě jejího napojení,
- poruchy trub v místě jejich namáhání smykem.

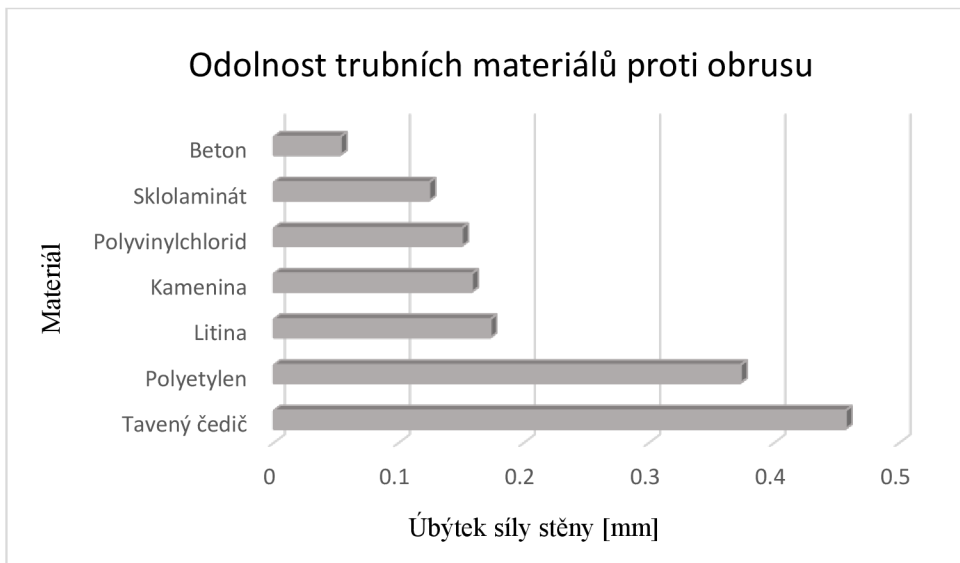


Obr. 5.3 Vychýlené potrubí [27]

5.1.4 Mechanické opotřebení

Opotřebení je definováno jako ztráta materiálu ze svrchního povrchu, je vyvoláno mechanickým působením jak pevných, tak i tekutých a plynných částic. [22]

Toto opotřebení (obrus) způsobují zejména jemné a hrubé částice, které jsou obsaženy v odpadní vodě, při svém transportu kanalizačním potrubím. Příčiny porušení stok vlivem mechanického opotřebení mohou být velké rychlosti odpadní vody způsobené velkými sklony, nevhodně zvolený materiál stoky, splavováním písku, štěrku a jiných stavebních materiálů do stok. V důsledku dochází k postupné degradaci trub a tím i snížení tloušťky stěny trub, špatné hydraulice trub, snížení statické únosnosti stoky a vznik netěsností. [14]



Obr. 5.4 Odolnost trubních materiálů proti obrusu (upraveno dle [18])

5.1.5 Koroze

Koroze je udávána jako reakce materiálu s okolím, která způsobuje měřitelné změny daného materiálu. Tyto změny mohou vést ke zhoršení požadované funkce daného stavebního prvku, nebo i hůře – celého systému. Rozsah koroze závisí zejména na druhu použitého materiálu a na agresivitě média. Co se týče stokových sítí, tak nejčastější materiály, které jsou ohroženy korozí jsou [22]:

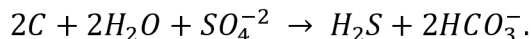
- spojené cementem (beton, vláknobeton, malta, azbestocement),
- kovové materiály (litina, ocel).

U betonových materiálů se setkáváme s kyselinovou korozí způsobenou průmyslovými odpadními vodami a přírodními vodami (humínové kyseliny v rašelinných vodách). V praxi se nejčastěji vyskytují poškození, které jsou způsobeny kyselinou dusičnou, chlorovodíkovou a sírovou. Koroze biogenní kyselinou sírovou na potrubí lze rozeznat díky žlutému, popřípadě bílému zabarvení povrchu, povrch je velmi měkký, jeho struktura vypadá jako „vyplavený beton“ a pH výluhu je menší než 5. [22]

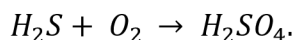


Obr. 5.5 Síranová koroze [27]

Tvorba škodlivé biogenní kyseliny sírové závisí na druhu odpadních vod, které obsahují síru. Na tvorbě kyseliny sírové se významně podílí nedostatečné větrání kanalizačního potrubí, což vede k akumulaci sirovodíku, ten je potom kyslíkem oxidován na elementární síru. Reakce redukce síranu (SO_4^{2-}) probíhá následovně:



Na tvorbě kyseliny sírové se podílejí také mikroorganismy druhu Thiobacillus svými biochemickými aktivitami. Těmto bakteriím se daří zejména v horní a v bočních částech nesmáčené trubky, kde oxidují sirovodík a vzniká kyselina sírová. Tento proces je popsán následující rovnicí:



Vzhledem k tomu, že se celosvětově zvětšují dimenze kanalizace a zvětšuje se čím dál více i jejich délka, je nutné korozi biogenní kyselinou sírovou sledovat – tvoří až 40 % ze všech poruch na betonovém potrubí. [44]

Co se týče chování kovů vůči korozi tak platí, kov je méně rozložitelný korozi, čím je ušlechtlejší. Čisté kovy jako je měď, hliník, železo jsou vysoce odolné, za to nelegovaná (uhlíková) ocel je korozi velmi ohrožena, proto se používají legovací přísady (Ni, Cr, Mo aj.), díky kterým je ocel vůči korozi odolnější. Odolnosti u kovů vůči korozi mimo jiné zlepšuje jejich povrchové leštění. [22]

5.1.6 Deformace – trhliny, prolomení, zřícení a zborcení trub

Vznik deformací je ve většině případů podmíněn těmito příčinami [22]:

- chybné nebo zcela chybějící statické výpočty,
- volba nevhodných trub,
- odchýlení se od zatěžovacího stavu,
- nevhodné uložení potrubí a pokládka, chybné vyplnění meziprostoru při výkopových technologiích, nevhodné pažení výkopu a hutnění,
- teplota.

V důsledku těchto příčin může dojít k netěsnosti, vzniku trhlin, prolomení, a dokonce i ke zborcení trub. Trhliny mohou být podélné, příčné, trhliny, které vychází z jednoho bodu nebo dochází k vytváření střepu. K prolomení dochází, z důvodu chybějící části stěny trouby. Pokud nedojde k opravě nebo obnově takové poruchy je téměř jisté následné zborcení trouby. [22]



Obr. 5.6 Trhlina na potrubí [27]



Obr. 5.7 Zborcení potrubí [22]

5.2 ZATŘÍDĚNÍ PORUCH Z KAMEROVÉHO ZÁZNAMU DLE ČSN EN 13508-2

Po průzkumu stoky následuje zatřídění vyskytujících se výše zmíněných typů poruch na kanalizačním potrubí a na přípojkách podle normy ČSN EN 13508 - Posuzování stavu venkovních systémů stokových sítí a kanalizačních přípojek. Tato norma má pro dané typy poruch přiřazené jednotlivé kódy. Níže jsou tyto kódy uvedeny.

Kódy vztahující se ke konstrukci stok [21]:

- BAA – Deformace,
- BAB – Tvorba prasklin,
- BAC – Rozlomení/destrukce stok a kanalizačních přípojek,
- BAD – Poškozené zdivo,
- BAE – Chybějící pojivo,
- BAF – Poškození povrchu,
- BAG – Vyčnívající (přesazená) kanalizační přípojka,
- BAH – Vadné napojení kanalizační přípojky,
- BAI – Vyčnívající těsnící materiál potrubí,
- BAJ – Posunutý trubní spoj,
- BAK – Poškozená vnitřní výstelka nebo obložení stok, popř. kanalizačních přípojek,
- BAL – Chybná oprava,
- BAM – Vadný svar potrubí,
- BAN – Porézní trouba,
- BAO – Okolní zemina je viditelná z důvodu poškození,

- BAP – Dutý prostor (kaverna) je viditelný z důvodu poškození.

Kódy vztahující se k provozu stok a kanalizačních přípojek [21]:

- BBA – Kořeny,
- BBB – Ulpívající látky,
- BBC – Usazeniny,
- BBD – Pronikající okolní zemina,
- BBE – Jiné překážky,
- BBF – Infiltrace,
- BBG – Exfiltrace (průnik),
- BBH – Škůdci.

5.3 PORUCHOVOST MATERIÁLU

Volba materiálu stoky se odvíjí podle účelu a plánované životnosti stoky. Materiál musí splňovat požadované vlastnosti [18]:

- vodotěsnost,
- odolnost proti mechanickým, chemickým, biologickým vlivům, vlivům dopravované odpadní vody, agresivnímu působení okolního prostředí, namáhání stok,
- má umožnit bezpečné a účinné čištění stok.

Výskyt různých typů poruch podle druhu kanalizačního materiálu jsou ukázány v následující tabulce (tab. 5.1).

Tab. 5.1 Nejčastější zjištěné vady na různých typech materiálů podle United States Enviromental Protection Agency (upraveno dle [17])

| Porucha | Betonové trouby | Železo-betonové trouby | Tvárná litina | Kameninové trouby | Cihly | PVC | HDPE |
|-------------------------------|-----------------|------------------------|---------------|-------------------|-------|-----|------|
| Vnitřní povrch potrubí | | | | | | | |
| Vnik kořenů | • | • | • | • | • | | • |
| Vytváření tuku | • | • | • | • | • | • | • |
| Stav stěny potrubí | | | | | | | |
| Trhliny/ praskliny v potrubí | • | | | • | | | |
| Vnitřní koroze | | • | • | | | | |
| Vnější koroze | | • | • | | | | |
| Exfiltrace | | | | | | | |
| Celková Exfiltrace | • | | • | • | • | • | |
| Exfiltrace ve spojích | | • | | | | | |
| Postranní exfiltrace | | | • | | | | • |
| Kvalita provedení | | | | | | | |
| Vadné napojení potrubí | | | • | | | • | • |
| Posunutý trubní spoj | • | | • | • | | | |
| Nadměrná deformace | | | | | | • | • |
| Kvalita (životnost) | | | | | | • | • |
| Ostatní | 1 | | | | 2 | 3 | 4 |

- 1 - Vadný svar potrubí
- 2 - Chybějící cihly, malta, destrukce
- 3 - Boční spoje
- 4 - Tlaková kapacita

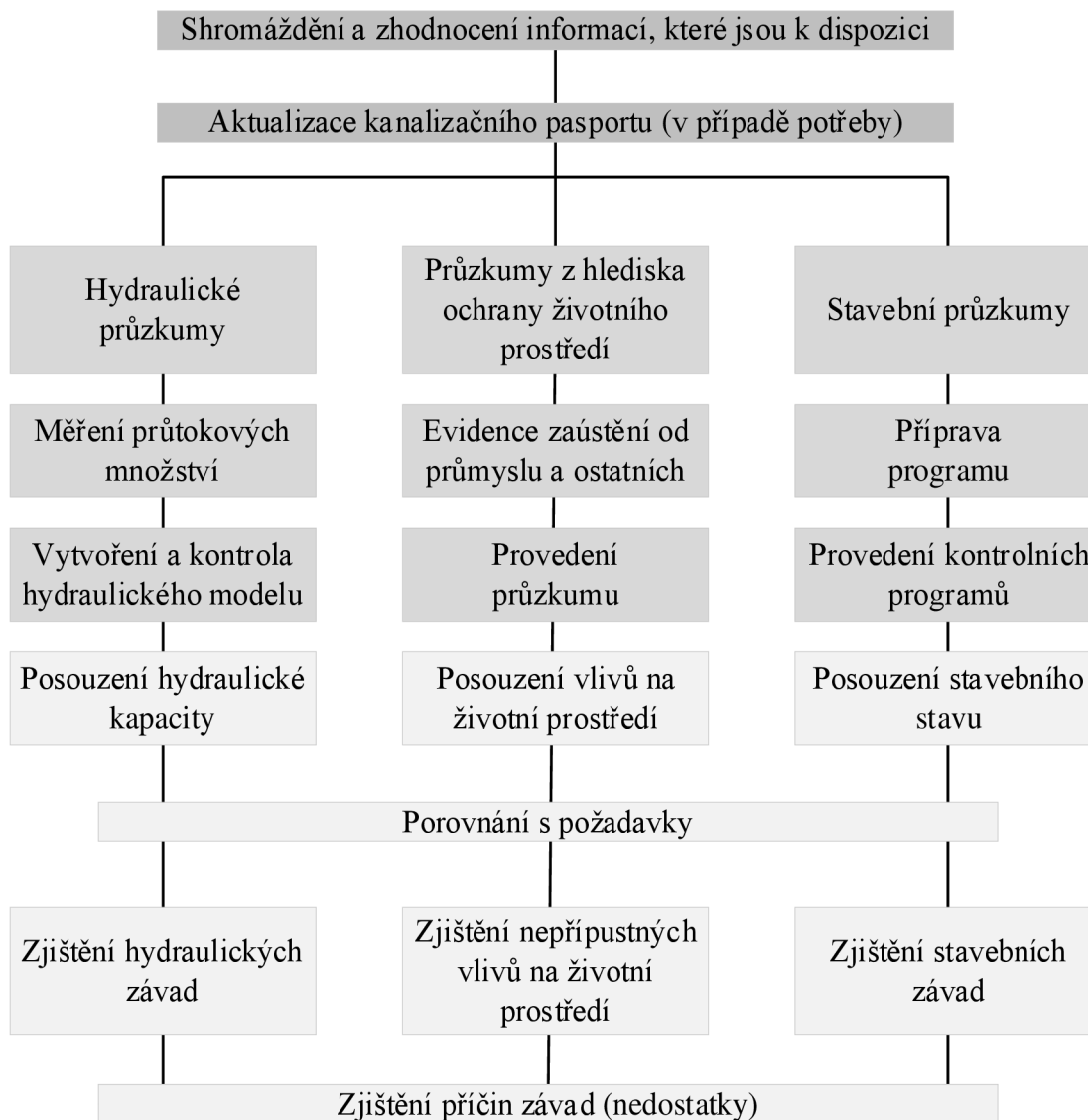
Tab. 5.2 Ukazatel poruchovosti jednotlivých druhů materiálů [18]

| Typ potrubí | poruch/10 km/rok |
|-------------|------------------|
| Betonové | 7,1 |
| Kameninové | 1,9 |
| Plastové | 1,8 |
| Ostatní | 1,2 |

U trub betonových se ve většině případů vzniklých poruch jedná o trubní stoky menších dimenzí, které byly používány v minulosti při výstavbě v malých obcích, které jsou momentálně již na hranici své životnosti. Poruchovost kameniny a plastového potrubí se na první pohled může zdát téměř totožná, nicméně zdání klame, neboť kameninové trouby se v České republice používají více než 100 let, kdežto potrubí z plastu se používá podstatně kratší dobu. Uvedené hodnoty ukazatelů neberou totiž v úvahu časový faktor. [18]

6 ZJIŠŤOVÁNÍ STÁVAJÍCÍHO STAVU STOKOVÉ SÍTĚ

Podle normy ČSN EN 13508-1 pro zjištění samotného stavu, ve kterém se kanalizace nachází, slouží několik průzkumů, ty můžeme dělit na základní tři skupiny – průzkumy týkající se stavebně-technického stavu, hydraulické posouzení a posouzení z hlediska ochrany životního prostředí.



Obr. 6.1 Postupový diagram pro diagnostickou studii (ke zjištění a posouzení stávajícího stavu) systému z ČSN EN 13508-1

Po zjištění nedostatků dané stokové sítě se následně vypracuje řešení pro jejich odstranění. Po zhodnocení navrženého řešení se stanoví plán odstranění zjištěných nedostatků na stokové síti a provedou se navržená opatření. V rámci procesu sanace se zpracovává posouzení vlivu kanalizace na životní prostředí, hydraulické posouzení a stavebně-technické posouzení.

Průzkumy pro tyto posouzení jsou zaměřené na strategické plánování nebo na plánování provozu. Podle účelu průzkumu se volí jednotlivé metody průzkumu, stupeň detailního zpracování, přesnost a způsob hodnocení výsledků. [29]

6.1 HYDRAULICKÉ PRŮZKUMY

Hydraulické průzkumy podávají informace o průtocích (průtok za deště, bezdeštný průtok, infiltrace, exfiltrace, chybná napojení), dále se může také jednat o měření srážek a měření podzemních vod. Pro stanovení hydraulických poměrů se používá simulační odtokový model, který je vytvořen po průzkumu skutečného stavu a na základě skutečných údajů o daném systému. Tento model se však nedoporučuje pokud [29]:

- v systému se nenachází odlehčovací komory,
- není předpoklad v blízké době pro novou výstavbu v systému,
- nejsou známé hydraulické problémy,
- zjištěné stavební problémy jsou řešitelné technickými opatřeními, které nemají vliv na hydraulickou kapacitu stok.

Po vykázání výsledků hydraulických průzkumů, zkoušek nebo ověřováním pomocí odtokového simulačního modelu se posuzuje účinnost systému pro různé srážkové události. [29]

Pro hydraulické posouzení slouží také generely odvodnění. V současnosti zpracovávané generely odvodnění obsahují řešení s prolínající se vazbami mezi stokovou sítí, ČOV, vypouštěním do recipientu, vodními toky a infiltrací do podzemních vod. V minulosti tomu ale tak nebylo, generely odvodnění obsahovaly pouze výpočet stokové sítě a vstupní parametry pro ČOV. Podklady, které se při generelu odvodnění zpracovávají jsou data z monitoringu dešťových srážek, měření průtoků, hydrogeologické průzkumy, měření kvality vody v kanalizaci a ve vodních tocích. [22]

6.2 PRŮZKUMY Z HLEDISKA OCHRANY ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Těmito průzkumy se zjišťuje, zda má stokový systém vliv na životní prostředí. Zaměřují se zejména na únik odpadních vod z tohoto systému a jejich vlastnosti. Posuzuje se jakost vodních recipientů a pokud nejsou u nich splněné požadované hodnoty, tak se zkoumá, zda na to nemají vliv odvodňovací a stokové systémy. Mezi další veličiny, které se enviromentálními průzkumy zjišťují jsou pachy, hluk, znečišťování půdního podloží a podzemní vody, vizuální vady. Zjištěné výsledky z průzkumů musí být zvažovány společně s informacemi o četnosti a délce vypouštění vod do recipientu a jejich objemech. Těmito průzkumy je snaha zjistit výskyt zdrojů nebezpečných odpadních vod a překročení přípustných koncentrací a objemů vypouštěných odpadních vod. [29]

6.3 PRŮZKUMY PRO POSOUZENÍ STAVEBNĚ-TECHNICKÉHO STAVU

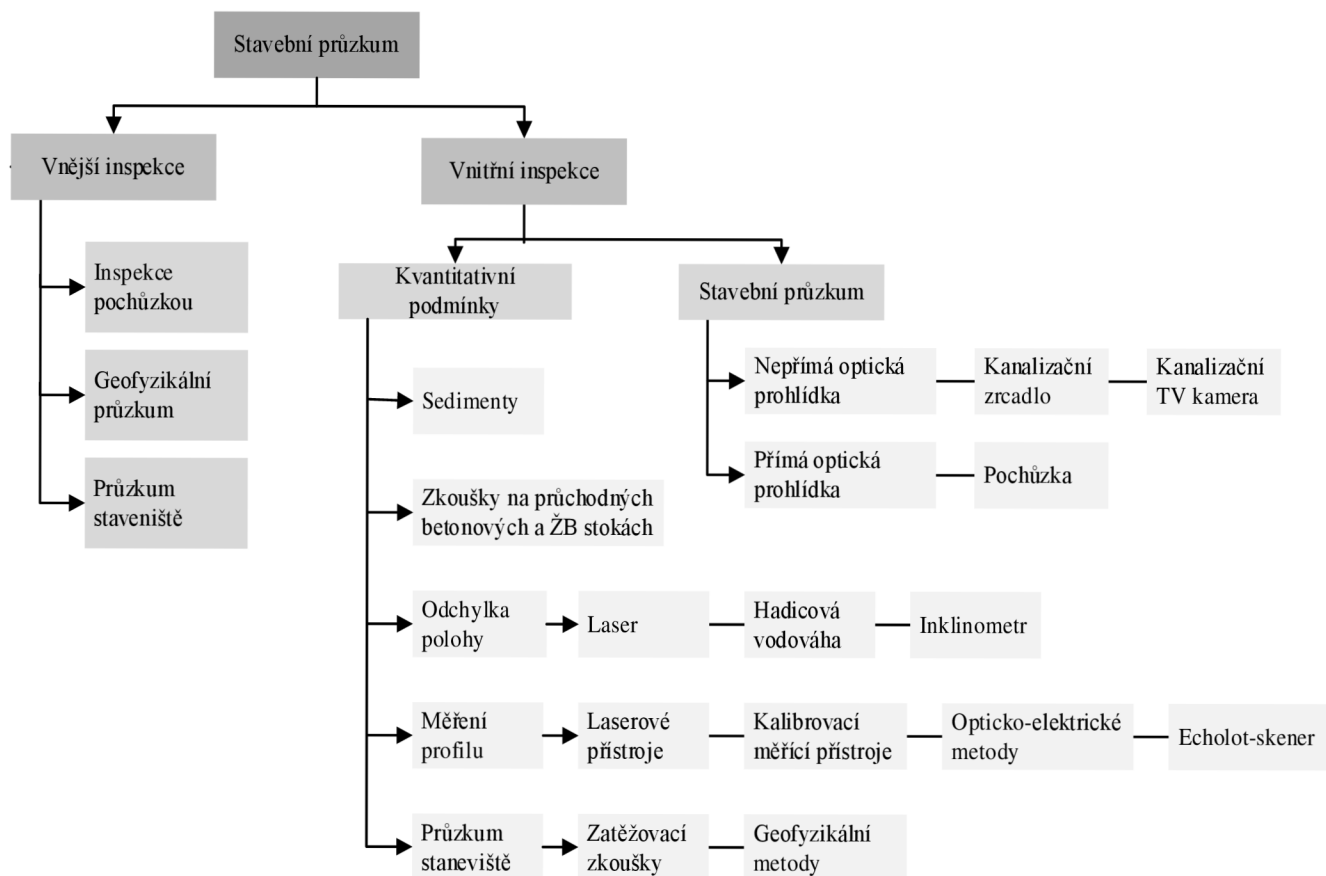
Jedná se buď o kompletní průzkumy odvodňovacího stokového systému nebo pouze výběrové postupy. Hlavní veličinou, která se analyzuje je stáří a umístění stávající infrastruktury, další jsou geotechnické poměry, lože a obsyp potrubí. Výsledky stavebních průzkumů mají význam pro posouzení hydraulické účinnosti a vlivu na životní prostředí. [29]

6.3.1 Kontroly pro zjištění stavu stokové sítě

Po položení otázky, proč vůbec kontrolovat stav sítě, je odpověď zcela na místě – pravidelnou prohlídkou kanalizace lze totiž zabránit jejímu budoucímu ucpání a lze předejít vzniku poruch. Se vzrůstajícím se kanalizačním komplexem přibývá také více poruch, proto je nutné provádět pravidelné kontroly stavu kanalizace. V dřívějších dobách, kdy technika nebyla na takové úrovni jako je dnes, se při závadě potrubí muselo v předpokládaném místě kopat, což bylo velmi zdlouhavé a nákladné. Častokrát bylo nutné na několik dní uzavřít ulici, ve které se závada nacházela. Dnes se kanalizace kontroluje průběžně a obyvatelé okolních domů, nacházejících se na daném úseku nejsou nijak omezeni ani při sanaci kanalizace, neboť většinou jde o tzv. bez výkopové technologie. [19]

Rozsah a četnost kontrol na stokové síti se určuje zejména místními podmínkami a stavebně-technickým stavem stoky. Co se týče četnosti prohlídek tak podle normy TNV 75 6522 - Obsluha a údržba stok má být prohlídka uskutečněna nejméně jedenkrát za 5 let anebo se stanovuje provozním řádem. Prohlídky jsou prováděny vizuálně nebo pomocí technických zařízení. Po shromáždění dat z prohlídek se provede jejich vyhodnocení, přičemž by se mělo dojít k výsledku, jaká opatření se budou provádět pro obsluhu a údržbu a podle naléhavosti, jak často se mají uskutečňovat. [30]

Níže na obrázku 6.2 jsou nastíněny různé typy metod inspekce pro průzkum stavebně-technického stavu stokové sítě.



Obr. 6.2 Schéma metod průzkumu stavebně-technického stavu stokových sítí a kanalizačních přípojek (upraveno dle [30])

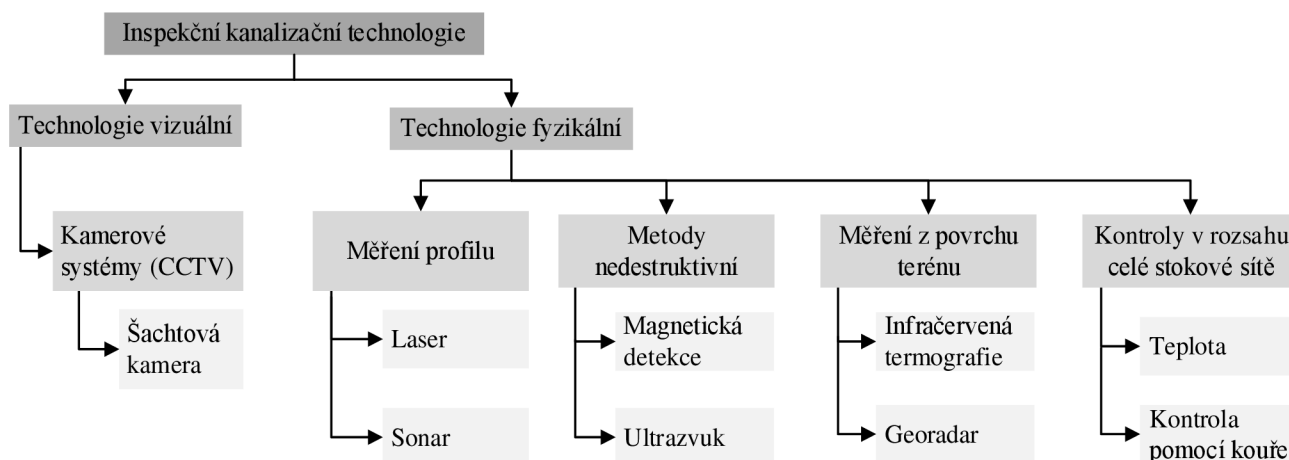
7 MONITOROVACÍ TECHNOLOGIE A ZAŘÍZENÍ

U stokových sítí průlezných profilů je kontrola poněkud snadná, spočívá v tom, že pracovník projde úseky s kamerou a vše na ni pečlivě zaznamená. U profilů neprůlezných je nejrozšířenějším způsobem průzkumu vizuální prohlídka pomocí inspekčního systému, skládajícího se z kamerového vozíku a inspekčního zařízení. [20]



Obr. 7.1 Kompaktní jednotka ECO STAR pro připojení tlačné kamery nebo vozíku [45]

Další inspekční technologie jsou ukázány v následujícím schématu (Obr. 7.2).



Obr. 7.2 Schéma hlavních inspekčních technologií na stokové síti (upraveno dle [17])

7.1 VIZUÁLNÍ TECHNOLOGIE

Dříve, když monitorovací technologie nebyly ještě na tak vyspělé úrovni, jako je tomu dnes, byla místa poruch na stokové síti pouze odhadována, což vedlo k velkému množství neúspěšných výkopů, které zapříčinily celkové finanční navýšení a také časovou náročnost obnovení kanalizace. Nyní jsou používány moderní technologie (např. kanalizační kamery), díky kterým lze určit přesně místo poruchy a taky už dnes lze některé tyto poruchy opravit bez výkopově. Systém kamer kromě samotného videozáznamu umí zprostředkovávat další cenné informace jako jsou sklony, vzdálenosti, výskyt deformací atd. [31]

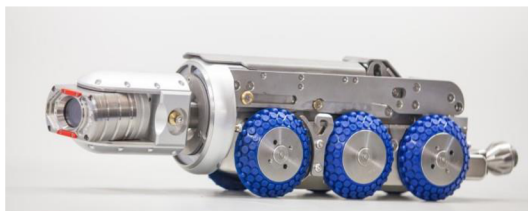
7.1.1 Kamerové systémy - CCTV

Zkratka CCTV se převzala z anglického názvu *Closed Circuit Television*. Při této metodě inspekce nemusí daný pověřený pracovník vstupovat do stoky. Je zde zpracováván záznam a fotografie vnitřního povrchu kanalizačního potrubí, ze záznamu lze pak dohledat místo, rozsah a četnost poruch. Ke kameře může být připevněna i jiná technologie (např. laser nebo sonar). Vyhodnocení úseků kamerovým systémem CCTV se provádí zejména lidským odhadem, kdy se může stát, že výsledky od více lidí nemusí být totožné. [17]



1. Kamera 2. Místo pro posun kamery 3. Vyhodnocování záznamu na počítači

Obr. 7.3 Inspekce CCTV kamerou (upraveno dle [17])



Obr. 7.4 Kamerový vozík CamBoss 150 IV [32]

Dalším typem kamerových systému je posuvný systém s rotační a výkyvnou kamerovou hlavou. Konkrétně u tohoto typu nástrčné kamery REVI 260 se ovládání výkyvu a rotace kamery provádí přes dotykový joystick v ovládacím boxu. [34]



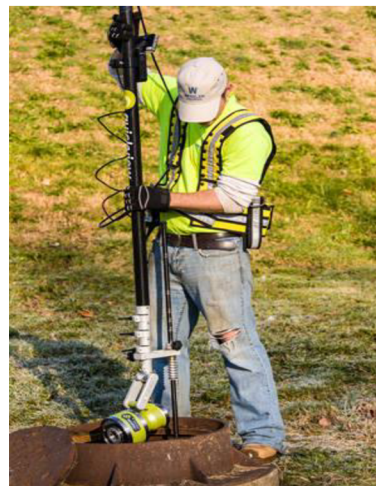
Obr. 7.5 Posuvná kamera REVI 260 [34]

7.1.2 Šachtová kamera

Dalším způsobem průzkumu stokových sítí je šachtová kamera umístěná na teleskopické tyči, která se zasouvá dovnitř šachet. Slouží zejména pro jednoduchý a rychlý náhled do kanalizace – průzkum potrubí klasickými tlačnými nebo pojezdovými kamerami je zdoluhavý a v zanesených kanalizacích vlastně nemožný. Kamerou se zachytí potřebná data, jako jsou míra zanesení kanalizace, podklady pro následné čištění potrubí a dokáže pomocí laserového měření přesně určit vzdálenosti objektů. Výstupy z ní jsou k nahlédnutí ihned. [33] [46]



Obr. 7.6 Šachtová kamera QuickView od firmy Radeton [47]



Obr. 7.7 Průzkum pomocí šachtové kamery [47]

7.2 FYZIKÁLNÍ TECHNOLOGIE

Kromě vizuálních technologií jsou k dispozici také fyzikální, které mohou poskytnout další informace a podrobnosti o vadách potrubí. Tyto techniky nenahrazují inspekci CCTV, ale mohou dát hlubší pohled na druhy a závažnosti nalezených vad. Sonar a lasery detekují změny geometrie potrubí, které mohou být způsobeny průhyby, prasklinami, sedimenty nebo korozi. Ultrazvukové testování a magnetická detekce mohou detekovat vady potrubí, jako je například koroze, průhyby, praskliny a měření tloušťky stěny. Používají se pod zemí a jejich senzory musí být v kontaktu se stěnou potrubí. Pozemní radar a infračervená termografie se používají pro měření z povrchu terénu a jsou užitečné k hledání potrubí a identifikaci stavu potrubí, dutin a netěsností. Na závěr jsou uvedeny kontrolní technologie v rozsahu celé sítě, jako je kontrola pomocí kouře nebo snímání teploty díky kterým lze lokalizovat křížová spojení a infiltraci. Obrázek 7.2 výše poskytuje přehled současné dostupné kontrolní technologie.

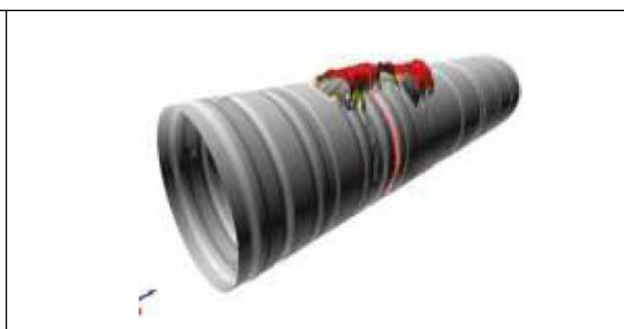
7.2.1 Měření profilu – profiloměry

Laser

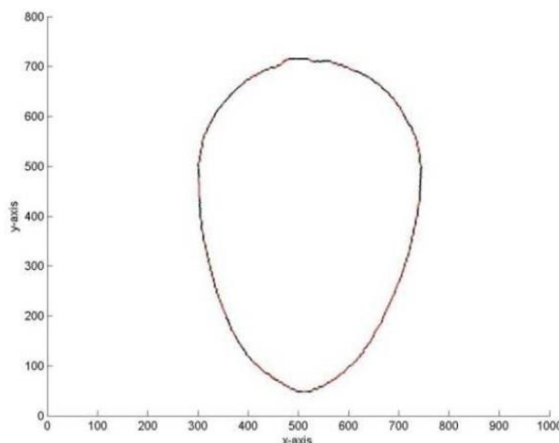
Pomocí Laseru se nejčastěji měří tzv. ovalita potrubí. Lasery umí změřit průměr trubky, zaznamenat změny v geometrii potrubí a také úbytek tloušťky stěny vlivem koroze. Funguje na principu vytvoření linie světla na profilu trubky, kdy změny ve tvaru této trubky dokáže přesně detekovat. Vše se pomocí kamery zaznamenává. Následně z přijatých dat vhodně zvolený software vykreslí 3D model geometrie potrubí. Měření ovality a geometrie potrubí jsou důležité zejména u potrubí z plastu, jejichž nevýhoda je malá statická únosnost. [17] [36] [48]



Obr. 7.8 Skutečný snímek měření profilu pomocí laseru ze záznamu kamerou [48]



Obr. 7.9 3D model, kde je na horní straně potrubí zobrazena geometrická deformace [48]

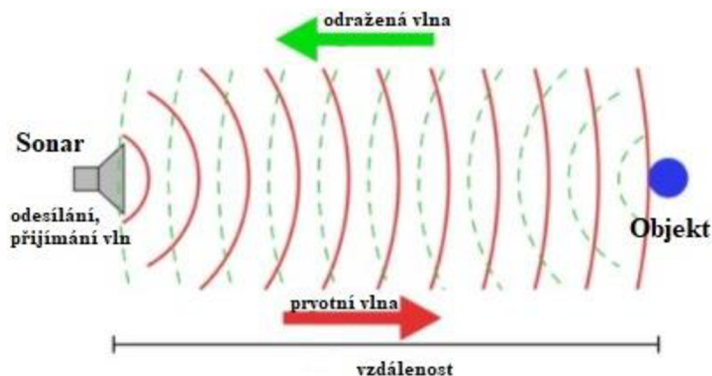


Obr. 7.10 Vykreslení potrubí z kamerového záznamu v softwaru Matlab [48]

Při typické CCTV inspekci jsou trubky vizuálně sice zkontrolovány, ale dochází ke zkreslení potrubí a technici často musí tvar odhadovat. Laser poskytuje podrobnější informace o obvodovém profilu potrubí. [49]

Sonar

Jedná se o technologii, která využívá zvukových vln pro vykreslení profilu trubky. Stejně jako laser zaznamenává vady potrubí, jeho tvar a geometrii. Sonar funguje na principu vysílání zvukových vln, které se odrážejí o stěny trouby zpět k sonaru. Čas mezi přenosem těchto vln k překážce a zpět k sonaru určuje vzdálenost mezi stěnou potrubí a sonarem. [17]



Obr. 7.11 Princip sonaru (upraveno dle [37])

7.2.2 Nedestruktivní metody

Magnetická detekce - magnetometry

Tato technologie je vhodná pouze pro kovové potrubí, kdy je detekována ztráta kovu (koroze, trhliny na stěně trouby). Zařízení pro magnetickou detekci se skládá ze dvou a více částí, kdy jedna část je magnetizátor s magnety a senzory, ty další obsahují baterie a elektroniku. Magnetický tok je posílán do daného materiálu, kde se snímači měří axiální, radiální a obvodové signály. Místa na potrubí, které jsou poškozené, neprochází tolik magnetického toku jako v nepoškozených homogenních místech a tím pádem se zvyšuje pole toku. [17]

Ultrazvuk

Kontrola stavu potrubí pomocí ultrazvuku je metoda, která analyzuje změny v materiálu potrubí – trhliny, koroze, průhyby, tloušťka stěny. Princip ultrazvuku je založen na vysílání vysokofrekvenčních ultrazvukových vln, které prochází materiálem trouby směrem k vnějšímu povrchu trouby a zaznamenává materiálové vlastnosti. Čím větší jsou rozdíly v těchto vlastnostech, tím víc se signálu odrazí zpět. Před touto metodou inspekce musí být kanalizace předem vyčištěna. [17]

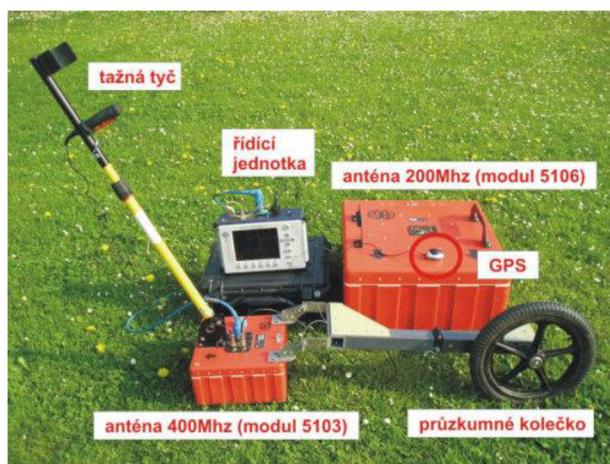
7.2.3 Měření z povrchu terénu

Infračervená termografie

Infračervenou termografii lze použít k detekci netěsností, dutin a odchylek v potrubí, detekci tloušťky stěny. Infračervená termografie využívá infračervené kamery, která měří infračervené záření na povrchu stok a zaznamenává teplotní rozdíly. Různé teploty na povrchu potrubí mohou indikovat přítomnost defektů (např. netěsností nebo dutiny, trhliny), tyto defekty vyzařují různá infračervená záření, které se zaznamenávají senzory a jsou analyzovány operátorem. Nevýhodou této technologie je, že citlivost reagovat na teplotní změny se může lišit při zmenšení vzdálenosti k objektu nebo na samotném úhlu pohledu. [17]

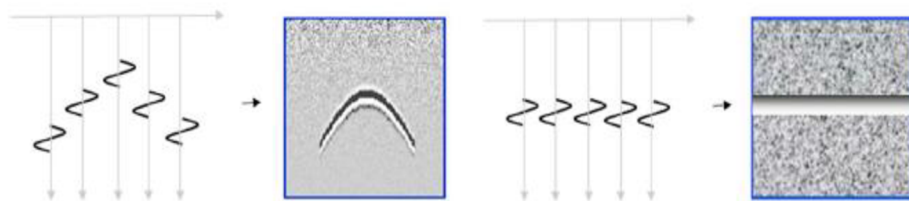
Georadar

Georadar je přístroj pro nedestruktivní zjišťování struktury pod povrchem terénu. Různé typy materiálu a vrstvy rozlišuje podle jejich permitivity a vodivosti. Georadar obsahuje dvě antény, jednu pro vysílání a druhou pro příjem odrazu. Princip funkce spočívá ve vysílání elektromagnetických impulzů a jejich přijímání. Rozhodující je doba příjmu odrazu, která se liší podle druhu prostředí. Doba impulzu, kterou byl pod zemí (jeho vyslání a odraz zpět) určuje hloubku hledaného předmětu (v našem případě potrubí). Z naměřených dat se ihned vytvoří obrázek, ze kterého je patrná struktura a rozhraní materiálů pod místem měření. Kromě lokace inženýrských sítí lze georadar použít i pro archeologický průzkum, hledání dutin v krasových oblastech a pro kontrolu tras protlaků atd. [38]



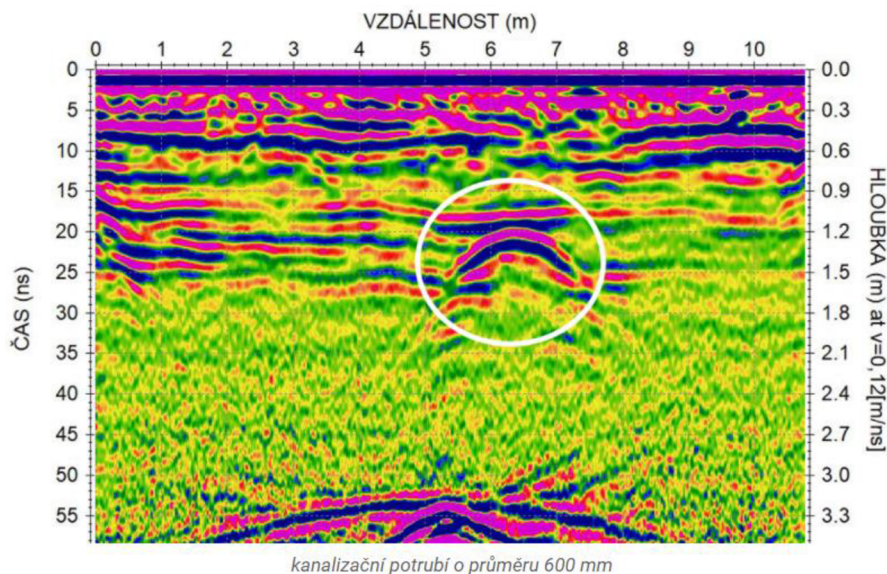
Obr. 7.12 Popis georadaru SIR-3000 [39]

Ukázka postupu elektromagnetických impulzů prostředím a následná přesná lokace je ukázána na následujícím obrázku (obrázek 7.13).



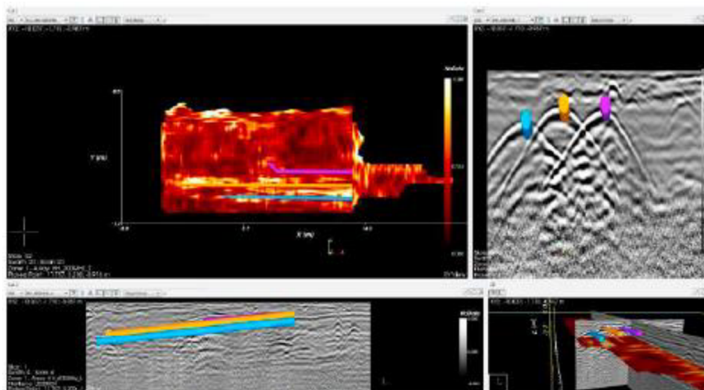
Obr. 7.13 Lokalizace potrubí kolmo a podél vyšetřovací trasy [50]

Algoritmus automatické detekce umožňuje vizualizaci z georadaru jako tomografii, která je pro daného proškoleného operátora srozumitelná. Operátor může provést některá nastavení, aby bylo dosaženo optimálního vykreslení do tomografu. [50]



Obr. 7.14 Výstup z georadaru a lokace potrubí pod povrchem terénu [40]

Pro následné zpracování dat je výrobcí doporučeno využívat příslušné specializované softwaru pro analýzu, zpracování, modelování za účelem získání grafických produktů, které jsou příjemci snadno srozumitelné. Jeden z těchto softwaru je například GRED HD3, který byl vyvinut v Itálii. Jeho výsledky jsou kompatibilní s CAD a GIS systémy. [50]



Obr. 7.15 Výstřižek ze softwaru GRED HD3 [50]

7.2.4 Kontroly v rozsahu celé stokové sítě

Měření teploty

Snímání teploty je velmi dobrým ukazatelem pro lokalizaci nelegálního napojení na stokovou síť a také slouží pro detekci infiltrace. Teplota se určuje pomocí optického kabelu, který je instalován dovnitř potrubí, jeho délka může být i několik kilometrů. Nelegální nebo špatné napojení na síť a infiltrace závisí na gradientu teploty odpadních vod a infiltrované vody. Nevýhodou této technologie jsou vysoké počáteční náklady a dlouhá doba instalace. [17]

Kontrola pomocí kouře

Další technologie, která slouží zejména pro vyhledávání nelegálních nebo vadných připojení na síť je testování pomocí kouře. Jedná se o rychlou a relativně levnou metodu, u které se kouř vytváří pomocí netoxické kouřové bomby a dmychadlo jej vstříkne do kanalizačního systému. Po několika minutách lze nelegální nebo vadné připojení lokalizovat pomocí úniku kouře ven z potrubí. Nevýhodou této metody je to, že občas nedojde k úplnému ucpání zkoušeného potrubí a kouř ze zkušební oblasti je veden do oblastí, které nejsou kontrolovány. Další nevýhodou je, že musí být dodržena perfektní informovanost obyvatelů o této kontrole jinak může dojít k poplachu obyvatelstva při zaznamenání kouře. [17]

V České republice jsou nejpoužívanější inspekční technologie kamerové systémy CCTV a šachtové kamery, dále se využívá sklonoměry umístěných na kamerách, které se aplikují zejména při přejímce stoky po výstavbě. Je také u nás využíváno občasného odběru vzorků trouby do laboratoře (zejména betonová a železobetonová trouba pro zjištění výskytu koroze biogenní kyselinou sírovou). Profiloměry se využívají v případě zatahování vložek do sanované trubky nebo při předávání nového potrubí (většinou po výstavbě). Geofyzikální průzkumy, měření teploty a kontrola pomocí kouře se využívají pouze ve speciálních případech.

8 SOFTWARE PRO HODNOCENÍ TECHNICKÉHO STAVU

Pro hodnocení technického stavu už existuje celá škála programů, v této kapitole jsou vybrány tři typy programů, kde jsou stručně popsány jejich funkce a pro jakou práci jsou určeny.

8.1 ISYBAU XML CZ

Software ISYBAU XML CZ je exportní formát, jenž zajišťuje jednoduchý přenos dat vyhotovené kamerovým inspekčním zařízením mezi zadavatelem a zhotovitelem a také umožňuje import těchto dat do systému GIS. Formát tohoto softwaru vychází z normy ČSN EN 13508-2, která popisuje jednotlivé poruchy a jejich správně značení na stokové síti a kanalizačních přípojkách – popis značení dle této normy je již uveden výše v kapitole 6.3 - Zatřídění poruch dle kamerového záznamu dle ČSN EN 13508-2. [51]



Obr. 8.1 Exportní formát pro přenos dat [51]

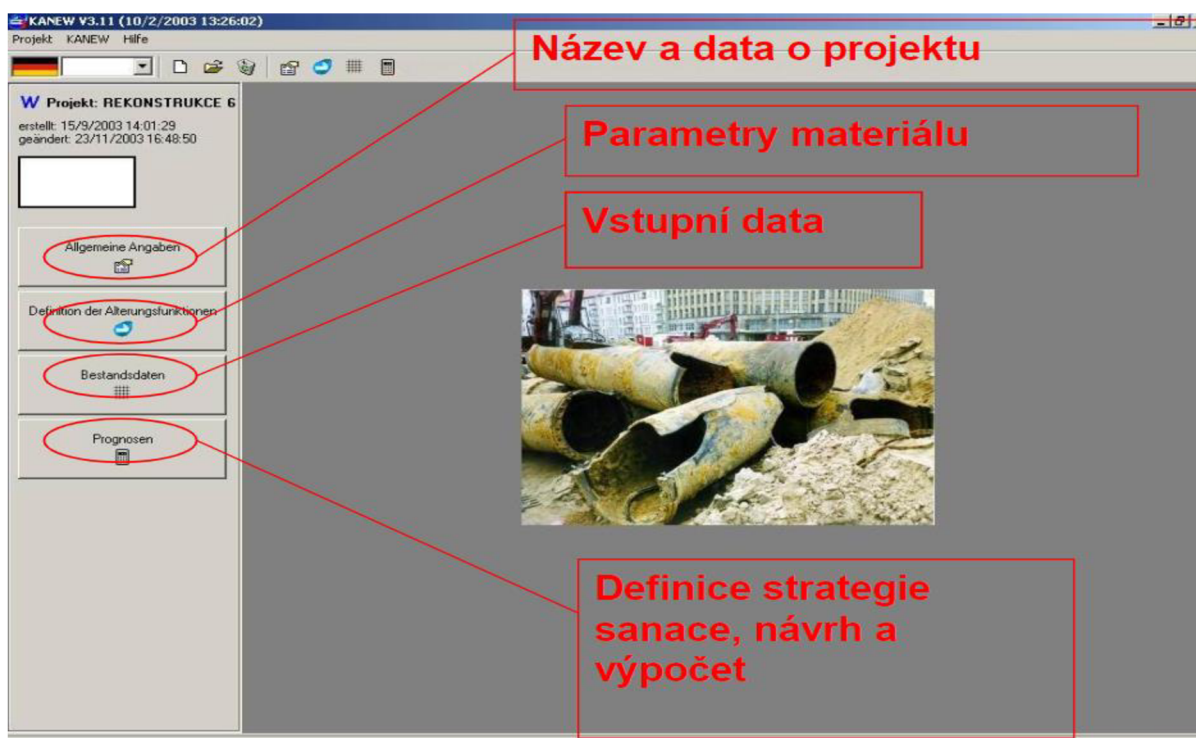
Hlavním cílem ISYBAU XML je sjednocení hodnocení inspekčních prohlídek, zajištění srovnatelnosti práce jednotlivých kamerových vozů od různých firem, garance požadované úrovně, rozsah a kvalita zpracování dat. [51]

8.2 IBAK IKAS

IBAK IKAS je software sloužící k získávání údajů z inspekčních kamerových záznamů a tyto data (statistiky, záznamy, digitální zprávy) umí přenést do formátu pro média a následně zobrazit (např. DVD). Software je k dispozici v mnoha jazycích a může být vybaven různými moduly rozhraní – ISYBAU XML, ISYBAU 96, IKIS 4 a další. U tohoto softwaru je zajištěna maximální bezpečnost dat a snadno se dokáže přizpůsobit cílovému systému zákazníka. [53]

8.3 KANEW

Tento výpočetní program je určený k modelování dlouhodobých plánu sanace dle určitého typu infrastruktury. Do programu se zadávají informace o projektu – jeho název a data, dále se zadávají parametry materiálu, vstupní data a definice strategie sanace, návrh a výpočet. Parametry materiálu jsou zadávány podle typu infrastruktury buď zadáním průměrné hodnoty střední kvadratické odchylky doby životnosti nebo zadáním pomocí stáří ve výši 100 % doby životnosti, 50 % a 10 %. Jako vstupní data se zadávají informace o délce potrubí, rok položení a použitý materiál. Samotné zadávání dat lze provést přes import souboru, který byl vytvořen v programu Microsoft Office Excel. [54]

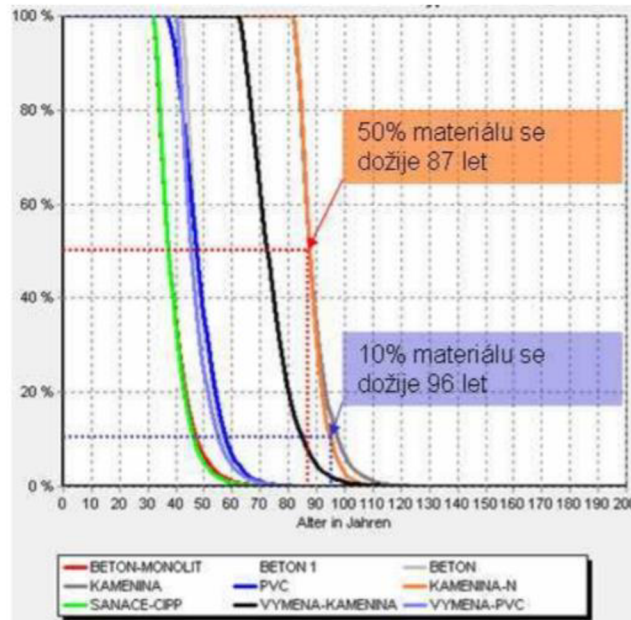


Obr. 8.2 Úvodní obrazovka programu KANEW [54]

Po zadání těchto dat se uživateli objeví 10 základních diagramů popisující výchozí stav sítě. Jedná se o tyto diagramy [54]:

- délka trubního typu podle doby položení,
- procentuální podíl materiálu z celkové délky sítě,
- rozdělení stáří potrubí podle typu,
- celkové rozložení typů potrubí,
- rozložení stáří celé sítě,
- funkce životnosti jednotlivých druhů materiálů,
- průměrné stáří a průměrná zbytková doba životnosti,
- výsledná zbytková životnost potrubí podle druhu materiálu a výsledná zbytková životnost celé sítě.

Strategie sanace programem KANEW lze rozdělit do dvou variant. První varianta řeší potřebu obnovy potrubí bez zadání postupu – je vypočítán průběh stárnutí materiálů v zadaném období, dále se určí nutné délky obnovy potrubí v procentech. Druhá varianta řeší strategii obnovy sítě se zadáním konkrétní metody sanace. Na základě získaných údajů se vytvoří křivky stárnutí. [54]



Obr. 8.3 Ukázka křivek stárnutí pro jednotlivé materiály [16]

9 ZKOUŠKY VODOTĚSNOSTI

9.1 ZKOUŠKY VODOTĚSNOSTI POTRUBÍ

Definice vodotěsnosti dle ČSN 75 6909 je schopnost stoky a objektů na stoce nepropouštět vodu ze stoky do okolního prostředí, ani naopak z okolního prostředí do stoky nad povolené hodnoty. Zkoušky vodotěsnosti se provádí podle ČSN 1610 - Provádění stok a kanalizačních přípojek a jejich zkoušení podle ČSN 75 6909 - Zkoušky vodotěsnosti stok (Změna 1). Zkoušky vodotěsnosti se provádí dvěma metodami: zkouška vzduchem (metoda „L“) nebo zkouška vodou (metoda „W“). Zkoušky mohou být na potrubí, vstupních a revizních šachtách, trub a tvarovek. [22]

9.1.1 Zkouška vzduchem

Při zkoušce vzduchem je kritériem dovolený pokles, popř. nárůst tlaku. Zkoušku se doporučuje provádět po etapách, např. po úsecích okolo délky 100 metrů, kdy se zkoušený úsek musí utěsnit těsnícími vaky. Je doporučeno dodržet dobu ustálení 10 x DN v minutách, minimálně však 5 minut. Zkušební tlaky a zkušební časy v závislosti na typu zkoušky (přetlak, podtlak), na jmenovité světlosti a metodě zkoušení jsou přesně popsány v normě ČSN 1610, následující tabulka s těmito hodnotami je převzatá od firmy Duktus. [41]

Tab. 9.1 Zkušební podmínky pro přetlakovou zkoušku vzduchem [41]

| Zkušební metoda | Po *) | Δp [kPa] | Zkušební čas t [min] | | | | | | |
|----------------------------|-------|-------------|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| | | | DN 100 | DN 200 | DN 300 | DN 400 | DN 600 | DN 800 | DN 1000 |
| LA | 1 | 0,25 | 5 | 5 | 7 | 10 | 14 | 19 | 24 |
| LB | 5 | 1 | 4 | 4 | 6 | 7 | 11 | 15 | 19 |
| LA | 10 | 1,5 | 3 | 3 | 4 | 5 | 8 | 11 | 14 |
| LB | 20 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 2 | 2,5 | 4 | 5 | 7 |
| Hodnota K _p **) | | | 0,058 | 0,058 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,015 | 0,012 |

*) Tlak přesahující atmosférický tlak

$$**) t = \frac{1}{K_p} \ln \frac{p_0}{p_0 - \Delta p}$$

K_p = 12/DN s maximální hodnotou 0,058, přičemž t se při t ≤ 5 min zaokrouhluje na nejbližší půlminutu a při t > 5 min na nejbližší celou minutu.

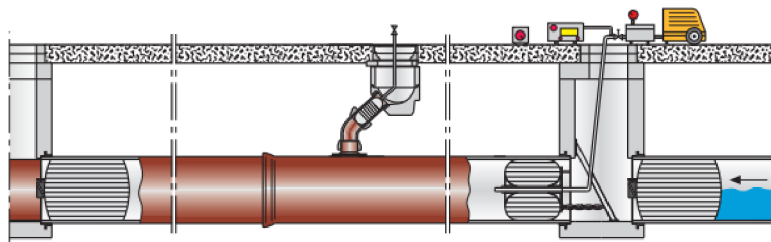
1 kPa = 10 mbar a odpovídá 0,1 m.v.s.

Ln = log_e

Tab. 9.2 Zkušební podmínky pro podtlakovou zkoušku vzduchem [41]

| Zkušební metoda | Po *) | Δp | Zkušební čas t [min] | | | | | | |
|-----------------|-------|-----|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| | | | DN 100 | DN 200 | DN 300 | DN 400 | DN 600 | DN 800 | DN 1000 |
| LCU | -10 | 1,1 | 2,5 | 2,5 | 3 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| LDU | -20 | 1,1 | 1 | 1 | 1,5 | 2 | 3 | 4 | 5 |

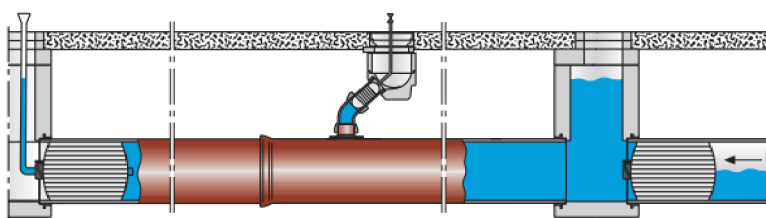
Pokud je pokles tlaku Δp , který je měřený po zkušební době, menší než hodnota Δp uvedená v tabulkách výše (Tab. 7.1, Tab. 7.2), tak potrubí je vyhovující.



Obr. 9.1 Princip přetlakové a podtlakové zkoušky vzduchem [41]

9.1.2 Zkouška vodou

U této zkoušky by přípravná doba neměla být kratší než jedna hodina, během této doby je zkoušený úsek zaizolován těsněním a je zcela naplněný vodou. Zkušební tlak se vztahuje k úrovni terénu, maximální tlak je 50 kPa a minimální je 10 kPa, měřeno na dřívku trouby. Podle normy ČSN 1610 musí být tlak udržen v rozsahu 1 kPa zkušebního přetlaku. Během zkoušky se zvyšuje objem vody k dosažení tohoto požadavku (také se přičítá tlaková výška příslušná požadovanému zkušebnímu přetlaku). Množství celkové přidané vody se měří a zaznamenává. Zkouška je vyhovující, pokud objem přidané vody je menší než $0,15 \text{ l/m}^2$ (vnitřní omočený povrch) během 30 minut pro potrubí. [22]



Obr. 9.2 Princip zkoušky těsnosti vodou (stoka, přípojka a šachta) [41]

9.2 ZKOUŠKA VODOTĚSNOSTI NÁDRŽÍ A JÍMEK NA STOKÁCH

Pro zkoušku vodotěsnosti jímek a nádrží (např. čerpací jímky, dešťové nádrže) se vztahuje norma ČSN 75 0905- Zkoušky vodotěsnosti vodárenských a kanalizačních nádrží. Určení vodotěsnosti těchto objektů se může provést zkouškou tlakových a podtlakových potrubí pro kterou platí norma ČSN EN 1617, ČSN 75 5911 a ČSN EN 1091. [22]

10 ČIŠTĚNÍ STOKOVÝCH SÍTÍ

Čištění je součástí údržby a provádí se před průzkumem kanalizace nebo před sanacemi kanalizace. Čištěním se odstraňují překážky v trubním profilu, znečištění, ulpívající látky a sedimenty. Volba způsobu, jakým se bude daný trubní úsek čistit závisí právě na těchto okolnostech a také na druhu materiálu stokové sítě. [20]

Čištění trubních vedení lze rozdělit do 3 skupin, a to na [20]:

- hydraulické čištění,
- mechanické čištění,
- hydraulicko-mechanické čištění.

10.1 METODY HYDRAULICKÉHO ČIŠTĚNÍ

Tyto metody jsou v České republice zdaleka nejpoužívanější. Do těchto metod můžeme zahrnout čištění vysokotlakou vodou, proplach (momentálně se používá velmi zřídka), sání (nutnost potřeby pověřené osoby uvnitř potrubí, proto se sání provádí pouze v průlezných a průchodných stokách o DN 1000 a větším) a pomocí vodního paprsku. Níže je popsána nejpoužívanější metoda, a to vysokotlaké čištění.

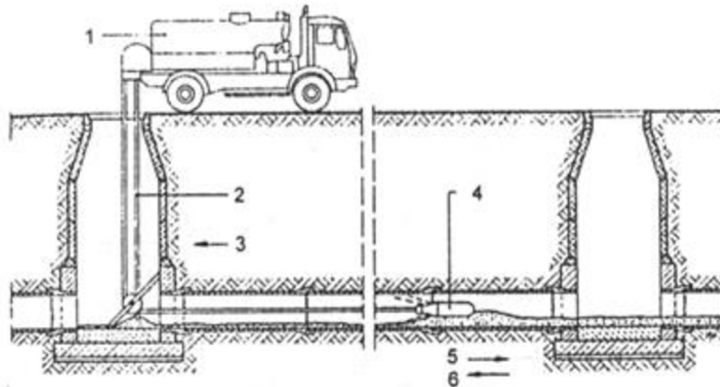
10.1.1 Vysokotlaké čištění

V současné době jsou zařízení pro vysokotlaké čištění montována na vozidla a voda do nich je dodávána z hydrantů. Princip tohoto druhu čištění je, že voda se čerpá pomocí vysokotlakého čerpadla z cisternového vozidla hadicí do trysky, na které jsou osazeny vložky vytvářející vodní paprsek, který svým vysokým tlakem působí na stěnu potrubí. Tímto hydraulickým účinkem paprsků se sedimenty rozpojují a rozvířují. [20]



Obr. 10.1 Čistící tryska [42]

Dnes se čištění kanalizace nejčastěji provádí kombinovanými tlakovými vozy (proplachovací a sací zařízení je na jednom podvozku). Tyto vozy pracují s recyklací odpadní vody, kdy nasátá směs vody a nečistot velmi rychle sedimentuje, což umožňuje tuto vodu odčerpávat a zbavit ji nečistot. Tuto upravenou vodu lze znovu použít pro vysokotlaké proplachování. Kombinované čistící vozy nemusí tedy tankovat tak často vodu z hydrantu a jsou téměř soběstačné. [43]



Obr. 10.2 Čištění kombinovaným vozem; 1–vysokotlaký kombinovaný vůz, 2–sání, 3–směr toku, 4–vysokotlaká tryska, 5 pracovní směr první fáze, 6 pracovní směr druhé fáze [43]

10.2 METODY MECHANICKÉHO ČIŠTĚNÍ

Do mechanického čištění lze zařadit [20]:

- ruční nebo strojní těžení – rozrušení sedimentů pomocí lopat, krumpáčů atd.,
- čištění čistícím zařízením – rozrušení pomocí lanem tažených kanalizačních věder,
- čištění dálkově řízeným zařízením – čištění neprůchodných profilů, odstraňují se zpevněné usazeniny, vzrostlé kořeny a předsazené přípojky.

10.3 METODY HYDRAULICKO-MECHANICKÉHO ČIŠTĚNÍ

Použití je pro tlakové potrubí do délky 800 metrů a na přímých úsecích konstantního profilu a také, kde je dostatečný přtlak a množství vody. Čištění při tomto způsobu bývá nástroji upoutanými na laně, neupoutaným nástrojem s vysílačem a lasičkování⁴. [20]

⁴ Tato metoda je použitelná k odstranění měkkých až středně tvrdých inkrustací pomocí nástroje, který není upoután a je tvořen pružným materiálem.

11 METODIKY PRO VYHODNOCENÍ TECHNICKÉHO STAVU

Posouzení a následná klasifikace poškození na stokovém systému dle vybrané metodiky se provádí po prohlídce a kontrole stok, na základě provozních zkušeností a znalosti stáří a materiálu stok. Poškození se následně vyhodnotí a zatřídí. [22]

Hlavním cílem těchto metodik je vyhodnocení a zatřídění dat z kamerových průzkumů stokových systémů a kanalizačních přípojek. Každý provozovatel stokové sítě si osvojil pro klasifikování a vyhodnocování své vlastní principy a postupy, se kterými se ztotožňuje, a u kterých on sám nejlépe ví, že odpovídají daným podmínkám sítě.

11.1 METODIKA HODNOCENÍ TECHNICKÉHO STAVU KANALIZAČNÍ SÍTĚ – NÁVRH TNV 75 6905

Pro popis byla vybrána metodika hodnocení technického stavu kanalizační sítě zpracována doc. Ing. Jaroslavem Raclavským, Ph.D. v roce 2012. Tato metodika je založena na zjednodušeném hodnocení stavu podle typu a četnosti poruch a zatřídění je možné do 5 kategorií. Podle této metodiky je doporučeno stokovou síť rozdělit na posuzované celky, a to na [51]:

- kmenové stoky,
- uliční stoky přiléhající ke kmenovým stokám,
- kanalizační přípojky,
- šachty,
- ostatní objekty na stokové síti,
- strojně-technologické části.

11.1.1 Kategorie zatřídění

Po získání kamerových záznamů následuje zatřídění dle stavu stokové sítě a objektů na ní podle zmíněné metodiky.

Tab. 11.1 Kategorie zatřídění stavu potrubí a objektů na stokové síti [51]

| Kategorie | Stav | Popis |
|-----------|--------------|---|
| 1 | velmi dobrý | <i>Optimální stav</i> příslušného ukazatele. Nevyžadují se žádná opatření vedoucí ke změnám tohoto ukazatele. Nepředpokládá se výrazná změna hodnoty ukazatele i v delším časovém období. |
| 2 | dobrý | Nízká míra rizika příslušného ukazatele technického stavu. Nevyžaduje se žádné technické opatření ani v blízké budoucnosti. |
| 3 | vyhovující | Vyhovující hodnoty příslušného ukazatele, které však nevyžadují okamžitá řešení, ale v budoucnosti lze předpokládat změnu hodnoty ukazatele, pravděpodobně jeho zhoršení. |
| 4 | nevyhovující | Nevyhovující hodnoty příslušného ukazatele. To znamená, že by měla být co nejdříve naplánována a případně i realizovaná opatření na vyřešení tohoto stavu. |
| 5 | havarijní | <i>Nefunkční stav</i> . Je požadováno okamžité, popř. velmi rychlé řešení, které povede k zajištění alespoň základní provozuschopnosti stokového systému a tím i dosažení lepších hodnot příslušného ukazatele. |

11.1.2 Ukazatele hodnocení technického stavu kanalizační sítě

Pro vybrané části stokové sítě jsou přiřazeny příslušné technické ukazatele.

Technické ukazatele pro hodnocení technického stavu stokové sítě a kanalizačních přípojek – trouby tuhé

Jako tuhé trouby rozumíme potrubí z materiálu beton, železobeton, kamenina, čedič, polymerbeton a stoky zděné. V této kapitole budou popsány příslušné technické ukazatele (TU), konkrétně jich bude 9 a k nim budou následně přiřazené kategorie tříd poruch.

Tab. 11.2 Technické ukazatele a třída poruch pro stokové sítě z tuhého potrubí [51]

| Technický ukazatel | Popis poruchy | | Třída poruchy 5 | Třída poruchy 4 | Třída poruchy 3 | Třída poruchy 2 | Třída poruchy 1 |
|--------------------|---|-----------------|---|---|--|--|--------------------------------|
| | | | K5 | K4 | K3 | K2 | K1 |
| TU1 | Zlomená trouba, zborcení stěny kanalizační stoky nebo přípojky | | zborcení konstrukce | chybějící části trouby | neposuzuje se | neposuzuje se | neposuzuje se |
| TU2 | Trhliny a praskliny v potrubí | | posunutí části stěny, deformace profilu | podélné a příčné trhliny a praskliny > 0,5 mm, výrazný pokles trub ve spoji, chybí střep > 10 cm ² | podélné a příčné trhliny a praskliny 0,2 - 0,5 mm, počínající vznik úlomků, chybí střep 5 - 10 cm ² | podélná nebo příčná trhlina a prasklina < 0,2 mm, chybí střep < 5 cm ² | žádné poškození |
| TU3 | Viditelná netěsnost | | silný lokální vtok, významný zdroj balastních vod | vtékající voda – tenký/bodový vodní paprsek | průsak vody po kapkách, prosakující voda stéká po stěnách | zřetelná vlhkost | žádná viditelná netěsnost |
| TU4 | Příčné nebo podélné přesazení konce trub vůči sobě | DN < 300 | neurčeno | > 2 cm | 1 – 2 cm | < 1 cm | žádné přesazení |
| | | 300 < DN < 600 | neurčeno | > 3 cm | 2 – 3 cm | 1 – 2 cm | < 1 cm |
| | | 600 < DN < 1000 | neurčeno | > 4 cm | 3 – 4 cm | 2 – 3 cm | < 2 cm |
| | | 1000 < DN | neurčeno | > 5 cm | 4 - 5 cm | 3 – 4 cm | < 3 cm |
| TU5 | Nesprávná axiální poloha uložení potrubí v % jmenovité světlosti DN | | neurčeno | > 50 % | 25 – 50 % | 10 – 25 % | < 10 % |
| TU6 | Pronáskání kořenů | | kořenové opony 25 % DN a více | kořenové opony 10 - 25 % DN | kořenové opony < 10 % DN | jednotlivé kořeny o průměru min. 0,5 cm | jednotlivé vlásečnicové kořeny |
| TU7 | Překážky v odtoku % výšky stoky | usazeniny | > 25 % | 10 – 25 % | 5 – 10 % | < 5 % | bez překážek |
| | | pevné překážky | | | | | |
| TU8 | Obrus | | plošný nebo vícečetný rýhový obrus o hloubce > 3 cm | plošný nebo vícečetný rýhový obrus o hloubce 1 – 3 cm | plošný nebo vícečetný rýhový obrus o hloubce < 1 cm | nehodnotí se | nehodnotí se |
| TU9 | Koroze | | značné korozní poškození stěny trouby přecházející do perforace stěny | projevy hlubkové koroze, zasahující do konstrukce stěny trub v celé délce stokového úseku | povrchové korozní napadení vnitřního povrchu stoky ve více než 50 % délky úseku | lokální projevy povrchového korozního napadení vnitřního povrchu stoky (do hloubky 1 cm stěny stoky) | žádné poškození |

V následující tabulce 11.3 je popsán časový horizont pro odstranění zjištěných poruch podle kategorie dle tabulky 11.2.

Tab. 11.3 Časový horizont pro odstranění poruchy dle dané kategorie [51]

| 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 |

Podle této metodiky existují také technické ukazatele pro trouby poddajné (materiál plast, sklolaminát, ocel). Technických ukazatelů je celkem 9 a nepříliš se liší od technických ukazatelů pro trouby tuhé. Změnou je, že pro poddajné trouby vypadává TU 2–trhliny a praskliny v potrubí, ale naopak přibyl TU 10–deformace potrubí v % jmenovité světlosti DN (změna tvaru profilu potrubí). Časový horizont pro odstranění poruchy u trub poddajných je popsán v tabulce 11.3. V metodice jsou také popsány technické ukazatele pro trouby částečně poddajné, jejichž zařazení je obdobné jako u trub poddajných. [51]

Technické ukazatele pro hodnocení technického stavu šachet

Pro vyhodnocení stavu šachet je navrženo celkem 7 technických ukazatelů [51]:

- TU 1 – statické porušení konstrukce šachty,
- TU 3 – netěsnost (zkouška vodotěsnosti se provádí dle ČSN EN 1610 nebo ČSN 75 6909),
- TU 4 – příčné nebo podélné přesazení konce trub vůči napojení do šachty – rozumí se taková odchylka přesazení trub vůči šachtě, která nebyla plánovaná v projektu ani při výstavbě,
- TU 7 – překážky v odtoku (usazeniny – písek, štěrk apod., pevné překážky),
- TU 9 – koroze,
- TU 11 – poškození stupadla nebo žebříku,
- TU 12 – poškození poklopu nebo rámu.

Technické ukazatele pro hodnocení ostatních objektů na stokové síti

Pro technické zhodnocení dalších objektů na síti jsou navrženy celkem 3 technické ukazatele. Jedná se o [51]:

- TU 1 – prolomení/zborcení: chybí části stěny jako následek trhlin a prasklin/koroze,
- TU 3 – netěsnost,
- TU 9 – koroze.

Technický ukazatel pro hodnocení strojně-technologické části

Pro hodnocení technického stavu strojně-technologických částí je navržen technický ukazatel *zbytková životnost*. [51]

11.1.3 Postup zařazení ukazatelů do kategorií a souhrnné technické hodnocení

V této kapitole je popsáno hodnocení technického stavu stokové sítě a kanalizačních přípojek pouze pro trouby tuhé, popis hodnocení technického stavu šachet a strojně-technologických částí je plně rozepsán v již zmiňované metodice.

Základním prvkem, který se hodnotí je úsek mezi dvěma po sobě následujícími šachtami, úsek o stejné jmenovité světlosti a stáří. Příslušný úsek se po prohlídce ohodnotí technickými ukazateli TU (tab. 11.2), u každého úseku se označí, jestli je potřeba lokální opravy nebo obnova v celé délce úseku nebo úsek nepotřebuje opravu. [51]

Technický stav i -tého úseku TSU_i se vypočítá podle [51]:

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

kde n = počet použitých technických ukazatelů,

TU_j = hodnota třídy poruchy j -tého technického ukazatele (tab. 11.2),

W_j = váha přiřazená příslušnému ukazateli TU_j a zároveň platí, že $\sum W_j = 1$, doporučené váhy příslušných technických ukazatelů jsou uvedeny v následující tabulce 11.4.

Tab. 11.4 Doporučené hodnoty váhy W_j pro příslušný technický ukazatel TU_j pro stokové sítě a kanalizační přípojky [51]

| | 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 |

Následuje zařídění TSU do jednotlivých kategorií.

Tab. 11.5 Zařídění TSU [51]

| Kategorie | TSU [-] Od – do (včetně) |
|-----------|-----------------------------|
| K1 | 1–1,5 |
| K2 | 1,5–2,5 |
| K3 | 2,5–3,5 |
| K4 | 3,5–4,5 |
| K5 | 4,5–5 |

Pro potřebu zpracování střednědobého nebo dlouhodobého plánu sanace stokové sítě a kanalizačních přípojek se technický stav i -tého úseku ohodnotí hodnotou TSU_i zaříděnou do příslušné kategorie (tab. 11.2), pro potřebu krátkodobého plánování se i -tý úsek ohodnotí hodnotou $NZTSU_i$, což je nejhorší zjištěný technický stav i -tého úseku U_i . [51]

11.2 ZATŘÍDĚNÍ PORUCH STOKOVÉ SÍTĚ DLE BVK

Pro srovnání je v této kapitole popsáno zatřídění poruch na stokové síti podle BVK, a.s. (Brněnské vodárny a kanalizace, a.s.). Zatřídění probíhá podle kamerových průzkumů a také závisí velmi na zkušenostech pracovníka, jak danou poruchu zatřídí. [16]

Tab. 11.6 Způsob klasifikace technického stavu stokové sítě dle BVK [16]

| Klasifikace | Druhy závad | Stav potrubí | Opatření |
|-------------|--|--------------------------------------|----------------------------------|
| 5 | Žádné viditelné stavební nedostatky, nepatrné přesazení hrdel | Potrubí bez závad | Sanace není potřebná |
| 4 | Vlasové trhliny, chybné přípojky, lehká poškození všech typů, inkrusty, změna nivelety dna | Funkční poškození, inkrusty, vlhkost | Dlouhodobý výhled sanace |
| 3 | Trhliny po obvodu, lehká koroze, přesazení nebo odsazení a netěsnost v hrdlech, protispády, občasné vrůsty kořenů, neodborně zaústěné přípojky | Statické a funkční poškození | Střednědobý výhled sanace |
| 2 | Tvorba střepů, rozestupování trhlin (příčně i podélně), nebezpečí ucpání, silná koroze, četné vrůsty kořenů, exfiltrace – infiltrace | Statické a funkční poškození | Sanace nutná v co nejkratší době |
| 1 | Deformace – nebezpečí zborcení, silná koroze, chybějící střepy a části stěn, zborcená kanalizace, silná exfiltrace – infiltrace | Statické poškození | Nutná okamžitá sanace |

Z tabulky 11.6 vyplývá, že klasifikace 5 udává nejlepší možný stav potrubí, zatímco klasifikace 1 udává nejnepríznivější stav a je nutná okamžitá sanace daného potrubí. Oproti výše uvedené metodice TNV 75 6905 (návrh) od doc. Ing. Jaroslava Raclavského, Ph.D. je klasifikace a zatřídění poruch opačné.

11.3 HODNOCENÍ TECHNICKÉHO STAVU DLE ATV-M 149

Tato německá norma ATV-M 149 popisuje typ a rozsah poškození a následné zatřídění a klasifikace do jednotlivých daných kategorií. Klade velký důraz na životní prostředí-vyhodnocení stavu se provádí také podle kritérií jako jsou umístění v blízkosti vodních zdrojů, znečištění odpadních vod hydraulické přetížení stok. Tato metodika se zabývá i budoucí perspektivou dalšího možného osídlení a tím i zvýšení zatížení stokových sítí.

11.3.1 Klasifikace stavu

Zatřídění je možné do pěti kategorií – kategorie 0 (poškození, která vyžadují okamžitá opatření) a dalších čtyř kategorií. Kategorie 0 zahrnuje poruchy na stokové síti, které je nutné okamžitě

řešit, a proto nepodléhají žádnému dalšímu vyhodnocování. Do kategorie 0 se daný úsek sítě zařadí tehdy, pokud splňuje alespoň jednu podmínku z následující tabulky (tab. 11.7). [55]

Tab. 11.7 Podmínky pro přidělení kategorie 0 [55]

| Poruchy – potrubí | Podmínky pro kategorii 0 |
|---|---|
| Zjevná netěsnost | Infiltrace vody s materiálem (na 3 místech) |
| Překážky v toku (sedimentace, vyčnívající překážky, zatvrdlé usazeniny) | > 50 % zmenšení průtočného průřezu |
| Překážky v toku (vrůst kořenů, inkrustace) | > 30 % zmenšení průtočného průřezu |
| Koroze | Stěny trub zcela zkorodovaly |
| Deformace pružného potrubí | > 40 % |
| Praskliny | > 10 mm |
| Rozlomené potrubí | > 5 cm |

Potrubí, která nemají tak rozsáhlá poškození a nespádají tak do kategorie 0 a jejich závady se nemusí řešit okamžitě, lze klasifikovat do čtyř tříd (třídy 1, 2, 3 a 4). Třída 1 zahrnuje ty stoky, které mají největší strukturální poškození. třída 4 naopak zahrnuje stoky, u kterých nelze rozpoznat vady a pokud jsou, tak jsou jen ve velmi malém rozsahu. V následující tabulce jsou vyskytující se poruchy a kritéria pro jejich zařazení do příslušných tříd (tab. 11.8)

Tab. 11.8 Kritéria pro zařazení poruch do příslušných tříd [55]

| Typ poruchy | Specifikace | Kategorie 0 | Třída 1 | Třída 2 | Třída 3 | Třída 4 |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---|----------------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------|
| 1. Narušení, zmenšení průřezu potrubí | zablokovaný odtok | ● | - | - | - | - |
| | neodborně nainstalována přípojka | podle rozsahu poruchy přidělení příslušné třídy | | | | |
| | vrůst kořenů | $X \geq 30 \%$ | $20 \leq X < 30 \%$ | $10 \leq X < 20 \%$ | $5 \leq X < 10 \%$ | $X < 5 \%$ |
| | trhlíny v potrubí | $X \geq 10 \text{ mm}$ | $5 \leq X < 10 \text{ mm}$ | $2 \leq X < 5 \text{ mm}$ | $0.5 \leq X < 2 \text{ mm}$ | $X < 0.5 \text{ mm}$ |
| 2. Chybějící části trubky | chybějící část při napojení na šachtu | $X \geq 25 \text{ cm}^2$ | $X < 25 \text{ cm}^2$ | - | - | - |
| | chybějící část při napojování profilů | | $X < 25 \text{ cm}^2$ | - | - | - |
| | zborcení | ● | - | - | - | - |
| | díra-chybějící část stěny | $X \geq 25 \text{ cm}^2$ | $X < 25 \text{ cm}^2$ | - | - | - |
| 3. Koroze | vnitřní koroze | - | $X \geq 50 \%$ délky | $30 \leq X < 50 \%$ | $10 \leq X < 30 \%$ | - |
| | koroze ve spojích potrubí | - | $X \geq 50 \%$ spoje | $30 \leq X < 50 \%$ | $10 \leq X < 30 \%$ | - |

| | | | | | | |
|--|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------|
| | korozí zděných stok | - | $X \geq 50 \% \text{ délky}$ | $30 \leq X < 50 \%$ | $10 \leq X < 30 \%$ | - |
| 4. Deformace pružných trub, měřená změna průměru | deformace | $X \geq 40 \%$ | $20 \leq X < 40 \%$ | $10 \leq X < 20 \%$ | $6 \leq X < 10 \%$ | $X < 6 \%$ |
| 5. Překážky v odtoku | celkové zacpání | $X \geq 50 \%$ | $35 \leq X < 50 \%$ | $20 \leq X < 35 \%$ | $5 \leq X < 20 \%$ | $X < 5 \%$ |
| | jemné usazeniny | odstranění před inspekcí | | | | |
| | zpevněné usazeniny | $X \geq 50 \%$ | $35 \leq X < 50 \%$ | $20 \leq X < 35 \%$ | $5 \leq X < 20 \%$ | $X < 5 \%$ |
| | inkrusty | $X \geq 30 \%$ | $20 \leq X < 30 \%$ | $10 \leq X < 20 \%$ | $5 \leq X < 10 \%$ | $X < 5 \%$ |
| | vrůst kořenů | $X \geq 30 \%$ | $20 \leq X < 30 \%$ | $10 \leq X < 20 \%$ | $5 \leq X < 10 \%$ | - |
| 6. Odchyly polohy | odchyly v horizontálním směru | $X \geq 15 \% \circ$ | $10 \leq X < 15 \% \circ$ | $5 \leq X < 10 \% \circ$ | $2 \leq X < 5 \% \circ$ | $X < 2 \% \circ$ |
| | odchyly v axiálním směru | $X \geq 15 \text{ cm}$ | $10 \leq X < 15 \text{ cm}$ | $5 \leq X < 10 \text{ cm}$ | $2 \leq X < 5 \text{ cm}$ | $X < 2 \text{ cm}$ |
| | odchyly ve vertikálním směru | $X \geq 15 \% \circ$ | $10 \leq X < 15 \% \circ$ | $5 \leq X < 10 \% \circ$ | $2 \leq X < 5 \% \circ$ | $X < 2 \% \circ$ |
| 7. Trhliny, praskliny | trhliny ve spojích | $X \geq 10 \text{ mm}$ | $5 \leq X < 10 \text{ mm}$ | $2 \leq X < 5 \text{ mm}$ | $0,5 \leq X < 2 \text{ mm}$ | $X < 0,5 \text{ mm}$ |
| | podélné trhliny | $X \geq 10 \text{ mm}$ | $5 \leq X < 10 \text{ mm}$ | $2 \leq X < 5 \text{ mm}$ | $0,5 \leq X < 2 \text{ mm}$ | $X < 0,5 \text{ mm}$ |
| | obvodové trhliny | $X \geq 10 \text{ mm}$ | $5 \leq X < 10 \text{ mm}$ | $2 \leq X < 5 \text{ mm}$ | $0,5 \leq X < 2 \text{ mm}$ | $X < 0,5 \text{ mm}$ |
| 8. Chybějící komponenty | | individuální porovnání případu | | | | |
| 9. Ostatní poruchy | velká infiltrace | ● | - | - | - | - |

Každá třída má rozsah 100 bodů, takže pro všechny čtyři třídy se mohou vydávat body od 0 do 400 (tab. 11.9). Vyškolený technik na základě rozsáhlosti poškození, délce a poloze bodů poškození každému úseku kanalizace přidělí více či méně bodů. [55]

Tab. 11.9 Rozsah bodů pro jednotlivé kategorie [55]

| Třída | Bodové ohodnocení (CP) |
|-------|------------------------|
| 1 | 301–400 |
| 2 | 201–300 |
| 3 | 101–200 |
| 4 | 1–100 |

11.3.2 Vyhodnocení stavu

Poškozené stokové systémy mají vliv na životní prostředí. Možný vliv na životní prostředí se posoudí pomocí hodnotících faktorů, které zohledňují hydraulické podmínky ve stokových systémech a vlastnosti odpadních vod.

Hodnotící faktory H pro hydraulické podmínky [55]:

- hodnotící faktor H 1.0 popisuje matematicky vypočítané ověřené přetížení sítě v dosud nezastavěných oblastech a neověřené pro aktuální stav,
- hodnotící faktor H 1.1 popisuje přetížení sítě založenou na zvýšení hustoty osídlení,
- hodnotící faktor H 1.2 udává matematicky ověřené přetížení sítě pro aktuální stav,
- hodnotící faktor H 1.3 se zabývá zjištěnými přetíženími a přetékáním kanalizace (stížnosti).

Pro vlastnosti odpadních vod jsou popsány následující hodnotící faktory Q [55]:

- hodnotící faktor Q 1.0 – povrchová voda s malým zatížením v oddílné kanalizaci, jedná se např. o povrchový odtok z čistých prostor,
- hodnotící faktor Q 1.1 – jedná se o odpadní vody z čistých obytných oblastí a kombinovaných vodních ploch (vody z povrchového odtoku silničních komunikací a silně znečištěných dopravních ploch),
- hodnotící faktor Q 1.2 – odpadní voda, která je lehce zatížena znečištěním z obchodů, podniků a průmyslu,
- hodnotící faktor Q 1.3 – odpadní voda, která je silně zatížena znečištěním od obchodů, podniků a průmyslu.

Hodnotící faktory se dosadí do následující rovnice a vypočítají se celkové body hodnocení (EP) [55]:

$$EP = CP + 100 * Q * H + 200 + 69 * \left[INT \frac{CP - 1}{100} - 1 \right]$$

kde EP = Body hodnocení

CP = Bodové ohodnocení podle stavu – třídy 1 až 4,

Q = Faktor odpadní vody,

H = Hydraulický faktor,

INT = Celočíselná funkce, která eliminuje desetinné číslo, např $3,87 = 3$.

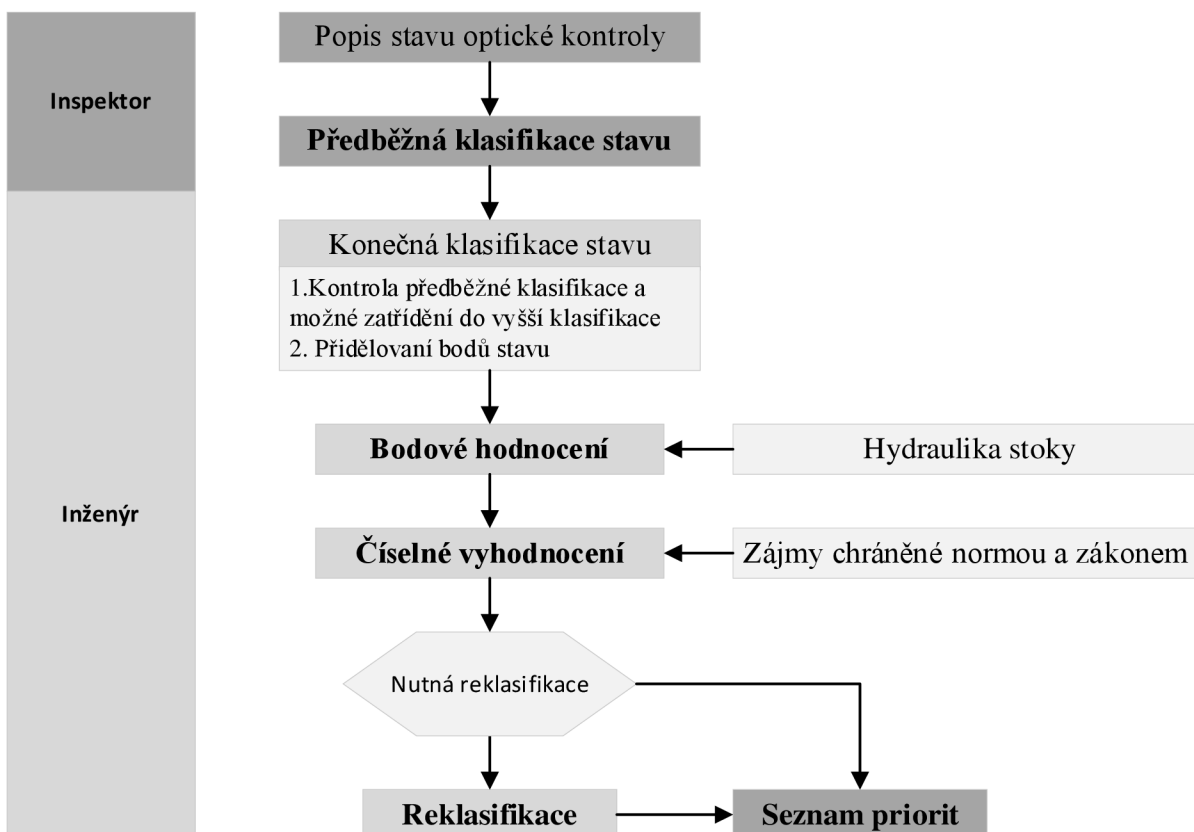
Následně podle počtu vypočítaných bodů (EP) se stoková síť klasifikuje do příslušné kategorie (tab. 11.10).

Tab. 11.10 Klasifikace stavu stokové sítě [55]

| Kategorie | Bodové hodnocení (EP) |
|-----------|-----------------------|
| K1 | 739–907 |
| K2 | 570–738 |
| K3 | 401–569 |

Dalším postupem je přidělení čísla hodnocení, které se zabývá vlivem odpadních vod v ochranných pásmech. Dále je možné změnit priority s ohledem na cíl ochrany vod a udělat reklasifikaci, jako příklad lze uvést modernizaci kanalizace, která určitým způsobem ohrožuje podzemní vodu. [55]

Pro lepší představu postupu vyhodnocení stavebně-technického stavu podle ATV-M 149 slouží následující schéma, které je zobrazeno na následujícím obrázku 11.1.



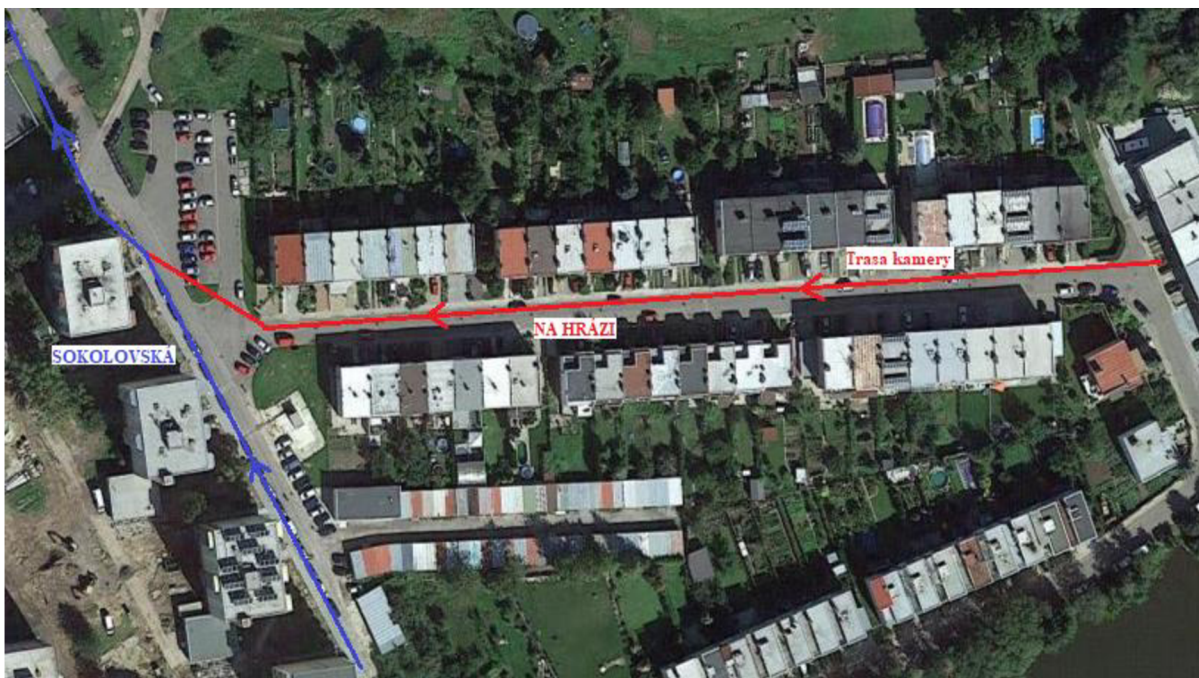
Obr. 11.1 Schéma postupu při klasifikaci a hodnocení stavu dle ATV-M 149

12 VYHODNOCENÍ STAVEBNĚ-TECHNICKÉHO STAVU VYBRANÉHO ÚSEKU STOKOVÉ SÍTĚ

Tato kapitola bakalářské práce pojednává o vyhodnocení reálného úseku stokové sítě. Vyhodnocení vybraného úseku bylo provedeno ve městě Znojmě se spoluprací s Vodárenskou akciovou společností, a. s. Znojmo, která dodala potřebné podklady. Inspekce na vybraném úseku byla provedena pomocí kamerového vozíku a záznamy z kamerové prohlídky se nachází na CD, které je součástí této práce.

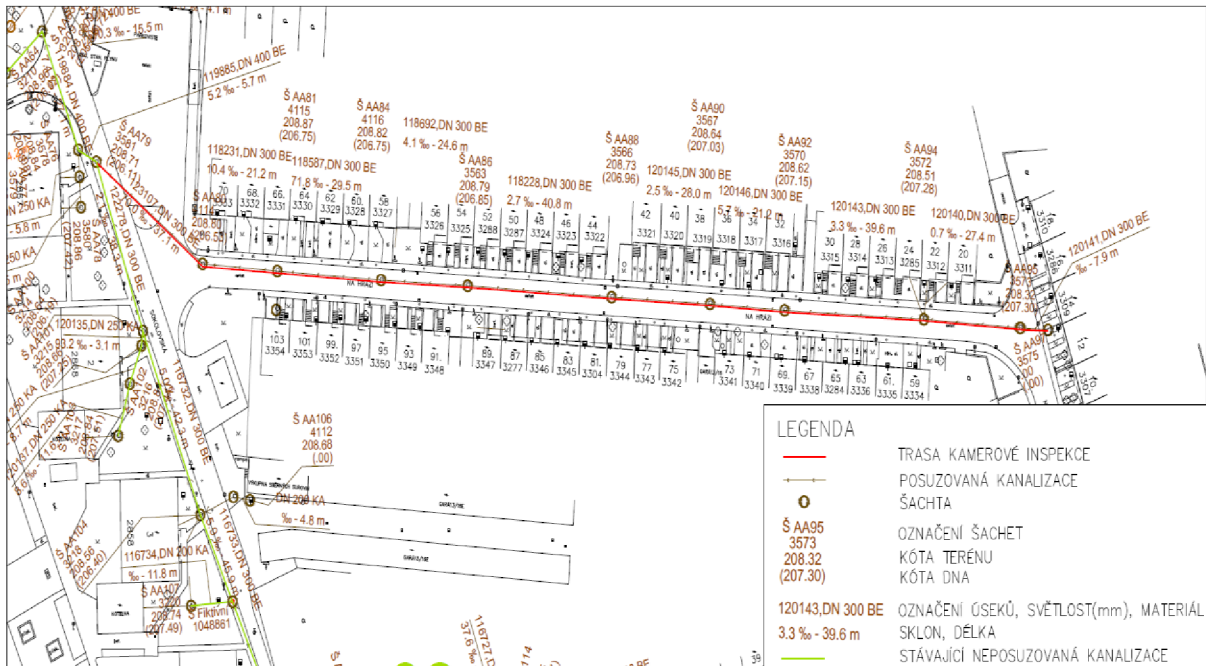
12.1 PRŮVODNÍ ZPRÁVA

Vyhodnocení stavebně-technického stavu úseku stokové sítě bylo ve městě Znojmě nacházejícího se v Jihomoravském kraji s přibližným počtem obyvatel 34 tisíc. Posuzovaný úsek kanalizace, označením AA-2s-2 se nachází v ulici Na Hrázi, který se dále napojuje přes šachtu Š3581 na další úsek kanalizace v ulici Sokolovská, ten ale však není předmětem posouzení a vyhodnocení stavebně-technického stavu v této bakalářské práci. Přehledné schéma trasy a posuzovaného úseku kanalizace je vyobrazen níže na obrázku 12.1.



Obr. 12.1 Schéma trasy kamerové inspekce

Celková délka posuzovaného úseku je 277,3 metrů. Kanalizace je vybudovaná z prostého betonu kruhového profilu s jmenovitou světlostí DN 300 [mm]. Provozovatelem infrastruktury je VAS, a.s. Schéma trasy kamerové inspekce s popisy jednotlivých šachet a úseků je vyobrazen níže na obrázku 12.2.



Obr. 12.2 Zvýraznění trasy kamerové inspekce, včetně popisů šachet a úseků

12.2 TECHNICKÁ ZPRÁVA

Kamerové záznamy z provedené inspekce sloužily pro vyhodnocení stavebně-technického stavu vybraného úseku. Jednotlivé nálezy a poruchy vyskytující se na těchto kamerových záznamech byly zaříděny pomocí ČSN EN 13 508-2 k příslušným kódům, k tomuto zařídění se využíval program Microsoft Office Excel. Pro inspekci se využíval kamerový vozík, který pro záznamy šachet nebyl tou nejlepší volbou – pro posouzení stavebně-technického stavu šachet by bylo lepší použití šachtové kamery. Ze záznamů o stavu šachet toho tedy nelze moc vyčíst, a proto se tato bakalářská práce zabývá pouze stavebně-technickým posouzením vybraných úseků.

V kanalizaci se nacházely překážky např. různé látky nebo nánosy toaletního papíru, ze záznamů bylo patrné poškození povrchu, dále v úsecích mezi šachtami Š3572–Š3570, Š3567–Š3566, Š3563–Š4116 a Š4116–Š4115 byly na kamerových záznamech viděny chybějící části stěny potrubí, v kanalizaci na dně potrubí se nacházely zpevněné usazeniny a také byla zaznamenána koroze biogenní kyselinou sírovou, která se projevovala bílými až krémovými skvrnami na betonovém potrubí. Vyhodnocení a popsání jednotlivých poruch na úseku je uvedeno v příloze č. 1 – Vyhodnocení kamerového průzkumu podle normy ČSN EN 13 508-2.

12.2.1 Vyhodnocení technického stavu vybraných úseků dle TNV 75 6905 (návrh)

Dále proběhla klasifikace a vyhodnocení inspekční prohlídky podle metodiky doc. Ing. Jaroslava Raclavského, Ph.D. Stoková síť AA-2s-2 byla rozdělena do 10 úseků, každý úsek byl vždy mezi dvěma po sobě nacházejícími se šachtami. Označení jednotlivých úseků

je patrné z obrázku 12.2 a také z tabulky 12.2, dále z přílohy č. 2 – Vyhodnocení stavebně-technického stavu dle metodiky TNV 75 6905 (návrh). Úseky byly posouzeny pomocí technických ukazatelů (TU) pro trouby tuhé (tab. 11.2). Poté byl pro každý úsek proveden výpočet jeho technického stavu (TSU) a zařídění do příslušné kategorie. Proběhlo také posouzení, o jaký druh sanace se bude jednat, zda je potřeba lokální opravy (LO), obnova celého úseku (OB) nebo oprava bez potřeby zásahu (BZ). Tabulka pro vyhodnocení technického stavu každého úseku byla vytvořena v programu Microsoft Office Excel a je znázorněna v příloze č. 2.

Pro hodnocení vybraných úseků na stokové síti bylo použito celkem 5 technických ukazatelů (tab. 12.1).

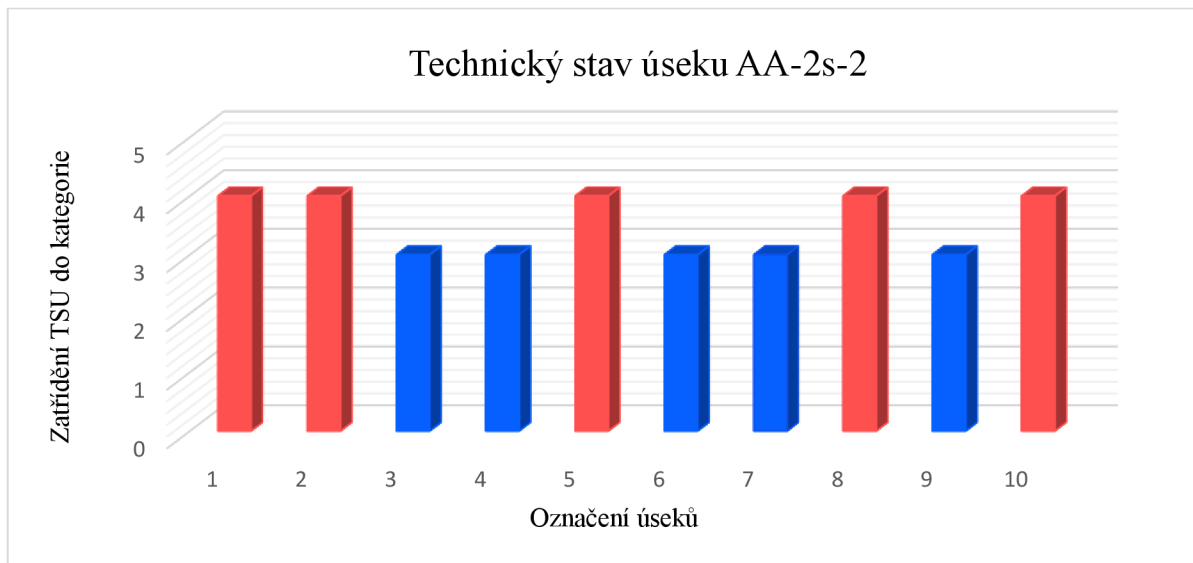
Tab. 12.1 Technické ukazatele pro jednotlivé úseky

| Technické ukazatele | Popis |
|---------------------|---|
| TU1 | Zlomená trouba, zborcení stěny kanalizační stoky nebo přípojky |
| TU2 | Trhliny a praskliny v potrubí |
| TU7 | Překážky v odtoku % výšky stoky |
| TU8 | Obrus |
| TU9 | Koroze |

Z celkového počtu 10 úseků jich 5 spadá svým stavebně-technickým stavem do kategorie č. 4, jedná se tedy o stav kritický, a proto je nutné, aby byla naplánována opatření pro řešení tohoto stavu. Zbývajících 5 úseků spadají do kategorie č. 3, což je stav vyhovující a nepotřebují okamžité řešení pro zlepšení jejich stavu tak rychle jako např. u kategorie č. 4, lze však očekávat, že se jejich stav bude zhoršovat a s odstupem času se budou muset také naplánovat určitá opatření pro zlepšení jejich stavebně-technického stavu. Vyhodnocení vybraných 10 úseků a zařídění do jednotlivých kategorií je popsáno v grafu 12.1 a v tabulce 12.2, detailnější zpracování této tabulky je pak v příloze č. 2.

Tab. 12.2 Technický stav úseků dle TNV 75 6905 (návrh)

| Ozn. úseku | Číslo úseku | Šachty | Jmenovitá světlost DN | Materiál | Délka | Výsledné zařídění TSU do kategorie |
|------------|-------------|-----------|-----------------------|----------|-------|------------------------------------|
| [-] | [-] | [-] | [mm] | [-] | [m] | [-] |
| 1 | 120 141 | 3575-3573 | 300 | BE | 7.9 | K4 |
| 2 | 120 140 | 3573-3572 | 300 | BE | 27.4 | K4 |
| 3 | 120 143 | 3572-3570 | 300 | BE | 39.6 | K3 |
| 4 | 120 146 | 3570-3567 | 300 | BE | 21.2 | K3 |
| 5 | 120 145 | 3567-3566 | 300 | BE | 28.0 | K4 |
| 6 | 118 228 | 3566-3563 | 300 | BE | 40.8 | K3 |
| 7 | 118 692 | 3563-4116 | 300 | BE | 24.6 | K3 |
| 8 | 118 587 | 4116-4115 | 300 | BE | 29.5 | K4 |
| 9 | 118 231 | 4115-4114 | 300 | BE | 21.2 | K3 |
| 10 | 123 107 | 4114-3581 | 300 | BE | 37.1 | K4 |



Graf 12.1 Technický stav úseku AA-2s-2, ul. Na Hrázi, Znojmo dle TNV 75 6905 (návrh)

12.2.2 Vyhodnocení technického stavu vybraných úseků dle ATV-M 149

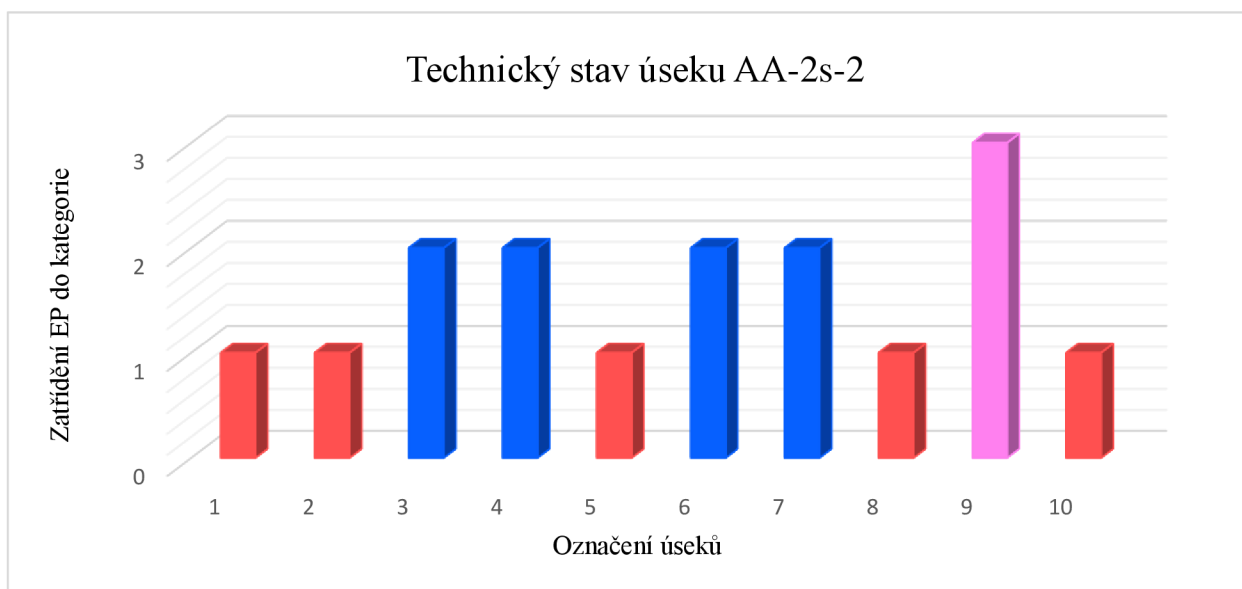
Prvním krokem bylo zhodnocení úseků, zda některý z nich spadá do kategorie 0 a tedy, že se jejich závady a poruchy musí řešit okamžitě, neodkladně. Do daných podmínek, které jsou uvedeny výše v tabulce 11.7, nespadá žádný z posuzovaných úseků. V dalším kroku se pomocí bodového hodnocení ke každému úseku podle jeho stavu přidělil určitý počet bodů, je zde však problém, že každý pověřený pracovník může ohodnotit úsek individuálně rozdílnými body. Bodové ohodnocení úseků podle velikosti, druhu a množství poruch je zejména podle zkušeností, ale také velmi pocitové. Z mého vyhodnocení tomu nebylo jinak. Po přiřazení bodů hodnocení (CP), se vypočítaly výsledné body hodnocení (EP) podle vzorce, který je uveden výše. Hodnotící faktor pro hydraulické podmínky byl zvolen H 1.1, který popisuje přetížení sítě založenou na zvýšení hustoty osídlení, dále byl zvolen hodnotící faktor pro popis vlastností odpadních vod Q 1.2, který zahrnuje lehce zatíženou odpadní vodu se znečištěním z obchodů, podniků a průmyslu. V praxi by se pro výběr těchto hodnotících faktorů musely odebrat vzorky, případně by se příslušné informace o síti musely dodat. Vypočítají se výsledné body hodnocení (EP) podle výše uvedeného vzorce a daný úsek se následně přidělí do příslušné kategorie podle tabulky č. 11.9, která je uvedena výše.

Všechny operace a zatřídění do příslušných kategorií podle stavebně-technického stavu posuzovaných úseků lze vidět v následující tabulce 12.3 a v grafu 12.2.

Tab. 12.3 Technický stav úseků dle ATV-M 149

| Ozn. úseku | Číslo úseku | Šachty | Jmenovitá světlost DN | Materiál | Délka | Bodové ohodnocení úseku (CP) | Výsledné body hodnocení (EP) | Výsledné zatřídění EP do kategorie |
|------------|-------------|-----------|-----------------------|----------|-------|------------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| [-] | [-] | [-] | [mm] | [-] | [m] | [-] | [-] | [-] |
| 1 | 120 141 | 3575–3573 | 300 | BE | 7.9 | 330 | 800 | K1 |
| 2 | 120 140 | 3573–3572 | 300 | BE | 27.4 | 360 | 830 | K1 |
| 3 | 120 143 | 3572–3570 | 300 | BE | 39.6 | 280 | 681 | K2 |
| 4 | 120 146 | 3570–3567 | 300 | BE | 21.2 | 260 | 661 | K2 |
| 5 | 120 145 | 3567–3566 | 300 | BE | 28.0 | 320 | 790 | K1 |
| 6 | 118 228 | 3566–3563 | 300 | BE | 40.8 | 280 | 681 | K2 |
| 7 | 118 692 | 3563–4116 | 300 | BE | 24.6 | 300 | 701 | K2 |
| 8 | 118 587 | 4116–4115 | 300 | BE | 29.5 | 310 | 780 | K1 |
| 9 | 118 231 | 4115–4114 | 300 | BE | 21.2 | 190 | 522 | K3 |
| 10 | 123 107 | 4114–3581 | 300 | BE | 37.1 | 350 | 820 | K1 |

Z 10 posuzovaných úseků jich 5 spadá do kategorie č. 1, což je kategorie s největším poškozením, a proto by se měly co nejdříve podniknout patřičné kroky pro sanaci těchto úseků. Čtyři úseky spadají do kategorie č. 2, u které se sanace může uskutečnit v delším časovém horizontu než u kategorie č. 1, do budoucna se však jejich stavebně-technický stav může zhoršit. Jeden úsek svým stavem spadá dokonce do kategorie č. 3, která je charakteristická tím, že posuzovaný úsek nemá žádné vady/poruchy nebo jen ve velmi malém rozsahu a četnosti.



Graf 12.2 Technický stav úseku AA-2s-2, ul. Na Hrázi, Znojmo dle ATV-M 149

12.2.3 Porovnání TNV 75 6905 (návrh) a ATV-M 149

Ohodnocení úseků podle dvou metodik TNV 75 6905 (návrh) a ATV-M 149 vychází velmi podobně. U metodiky TNV 75 6905 (návrh) od doc. Ing. Jaroslava Raclavského, Ph.D. byly úseky zaříděny do kategorie č. 3 a 4 z celkových pěti kategorií, kdy 5. kategorie byla nejhorší. U hodnocení podle ATV-M 149 byl celkový počet kategorií 3 a nejhorší kategorie, co se týče ohodnocení stavebně-technického stavu byla kategorie č. 1, nejlepší byla naopak kategorie č. 3. Úseky hodnocené dle metodiky doc. Ing. Jaroslava Raclavského, Ph.D. spadající do kategorie č. 4 odpovídají kategorii č. 1 podle ATV-M 149 a kategorie č. 3 odpovídá kategorii č. 2. Pouze úsek 118 231 mezi šachtami Š4115–Š4114 byl zaříděn podle TNV 75 6905 (návrh) do kategorie č. 3, což je kategorie která svým stavebně-technickým stavem spadá do pomyslného mediánu - není charakteristická žádnými nebo drobnými poruchami, ale také její sanace nemusí být okamžitá. Avšak podle ATV-M 149 je tento úsek zaříděn do kategorie s nejlepší stavebně-technickou charakteristikou - žádné nebo jen velmi drobné závady. Vyhodnocení úseku AA-2s-2 podle těchto dvou metodik, až na úsek 118 213, vyšlo velmi podobně.

ATV-M 149 na rozdíl od TNV 75 6905 (návrh) klade větší důraz na životní prostředí, kde zohledňuje možný vliv na životní prostředí v hodnotících faktorech. Co se týče bodového ohodnocení úseků podle kamerové inspekce, tak ATV-M 149 je založena na větší míře pocitovosti a také na větší míře zkušeností pověřených techniků. Ve svém finálním vyhodnocení se obě metodiky s výsledky ale nijak zvlášť nerozcházejí.

12.3 NÁVRH SANACE

Podle metodiky TNV 75 6905 (návrh) úseky s číslem 3, 4, 6, 7 a 9 spadají do kategorie č. 3, tedy do vyhovující kategorie a nevyžadují okamžité řešení sanace, lze však ale předpokládat, že se jejich stav může do budoucna zhoršit. Ostatní zbylé úseky se nacházejí v kategorii č. 4, tedy jejich stavebně-technický stav je kritický. Sanace bude navržena v celé posuzované stokové síti, i když čtyři úseky spadají do vyhovující kategorie, v dlouhodobém horizontu se však předpokládá zhoršení jejich stavebně-technického stavu a je snaha předejít pozdější opakované sanaci posuzované sítě.

Pro sanaci jsou možné dvě varianty řešení, tou první je obnova staré kanalizace za novou a druhou možností je sanace posuzované sítě bez výkopovou technologií pomocí polyesterepoxidové vystýlky do stávajícího potrubí. Tato bez výkopová technologie je vhodná pro použití na potrubí, které není ještě v havarijním stavu, její výhodou je krátká doba realizace, nedochází k narušení povrchu vozovky, omezení dopravní obslužnosti a nemusí se provádět demontáž a likvidace stávajícího potrubí. Před prováděním prací se provádí monitoring pomocí kamery. [56]

Cenové zhodnocení dvou variant sanace je převzato z Ústavu územního rozvoje z publikace Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury. V první možnosti sanace je navržena výměna stávající kanalizace za novou, nová kanalizace by byla zhotovena z betonových trub

o kruhovém profilu s jmenovitou světlostí DN 300. Cena nové kanalizace o délce 277,30 metrů se pohybuje kolem 4 076 310 Kč, do této ceny nejsou zahrnuty náklady na řezání asfaltového krytu a jeho odstranění, hloubka výkopu 3 metry a odstranění podkladních vrstev vozovky. Dále není v této ceně zahrnuto uložení veškerých výkopů a sutě na skládku. U druhé možnosti sanace bez výkopovou technologií pomocí polyesterepoxidové výstýlky do stávajícího nevyhovujícího potrubí se cena pohybuje kolem 1 844 045 Kč, kde jsou zahrnuty i náklady na vyčištění potrubí tlakovou vodou a přesun mechanizace materiálu. Do těchto orientačních cen však nejsou zahrnuty náklady na napojení domovních přípojek – cena za 1 kus napojení je cca 16 500 Kč. Z kamerových záznamů bylo napočítáno celkem 12 napojených přípojek, a tedy se výsledná cena u každé varianty zvýšila o 198 000 Kč. Cenové zhodnocení dvou variant sanace můžeme vidět v následující tabulce 12.4.

Tab. 12.4 Porovnání cen jednotlivých variant sanace – ceny převzaty z publikace Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury z Ústavu územního rozvoje [56]

| Varianty sanace | Cena za 1 běžný metr bez DPH [Kč] | Celková délka [m] | Cena bez DPH [Kč] | Napojení přípojky [Kč] | Počet přípojek [ks] | Výsledná cena bez DPH včetně napojení přípojek [kč] |
|---|-----------------------------------|-------------------|-------------------|------------------------|---------------------|---|
| Nové betonové potrubí kruhového profilu uložené v asfaltové vozovce | 14 700 | 277.3 | 4 076 310 | 16 500 | 12 | 4 274 310 |
| Bez výkopová technologie sanace pomocí polyesterepoxidové výstýlky | 6 650 | 277.3 | 1 844 045 | 16 500 | 12 | 2 042 045 |

Celková orientační cena sanace u varianty č. 1 je 4 274 310 Kč a u varianty č. 2 se cena pohybuje kolem 2 042 045 Kč, včetně napojení přípojek. Je tedy ekonomicky výhodnější sanace vybrané části stokové sítě bez výkopovou technologií pomocí polyesterepoxidové výstýlky. Ceny jsou bez DPH.

12.4 FOTODOKUMENTACE VYBRANÝCH PORUCH NA ÚSECÍCH



Obr. 12.3 Usazený tuk na stěnách



Obr. 12.4 Koroze biogenní kyselinou sírovou – bílý povlak na stěnách potrubí



Obr. 12.5 Díra – viditelná zemina



Obr. 12.6 Nánosy toaletního papíru

13 ZÁVĚR

Tato bakalářská práce pojednává o vyhodnocení stavebně-technického stavu stokových sítí. První část práce nás má obeznámit a informovat o řešené problematice z oblasti stokování, jako jsou možné poruchy vyskytující se na síti a jejich zařazení k příslušným kódům podle ČSN EN 13 508-2, metody průzkumu a softwaru pro posouzení stavebně-technického stavu. U stokových systémů je těžké identifikovat vyskytující se závady na síti z důvodu, že se jedná o podzemní stavby, a proto se velká část práce zabývá inspekčními technologiemi. Metodiky pro hodnocení stavebně-technického stavu jsou v práci také rozepsány.

Cílem práce bylo vyhodnocení stavebně-technického stavu úseku AA-2s-2 v ulici Na Hrázi, ve městě Znojmě. Toto vyhodnocení je popsáno ve druhé části práce, kde z poskytnutých kamerových záznamů od VAS, a.s., která je mimo jiné provozovatelem této sítě, byly vyskytující se poruchy na tomto úseku zařazeny dle ČSN EN 13 508-2. Jednotlivé kódy u konkrétních úseků jsou vypsány v příloze č. 1. Následovalo zhodnocení stavebně-technického stavu nejprve podle metodiky TNV 75 6905 (návrh) a poté podle ATV-M 149 do protokolů, které jsou uvedeny v přílohách č. 2 a 3. Tyto tabulky byly vytvořeny v programu Microsoft Office Excel. Vyhodnocení stavebně-technického stavu a zařazení do příslušných kategorií podle těchto dvou metodik vyšlo velmi podobně. Pro srovnání těchto metodik mezi sebou se mi lépe pracovalo s metodikou VUT Brno, tedy TNV 75 6905 (návrh) z důvodu detailnějšího popisu vyskytujících se poruch a jejich následné zařazení do příslušné kategorie, hodnocení podle metodiky ATV-M 149 je totiž založeno na hodnocení pomocí přidělování určitého počtu bodů v jakém stavebně-technickém stavu se daná síť nachází a z toho důvodu je více založena na větší míře pocitovosti pověřené osoby a jeho dosavadních zkušenostech. Ve výkresové dokumentaci, konkrétně v přílohách č. 5 a 6 jsou znázorněny úseky a k nim přiřazena příslušná kategorie zařazení dle stavebně-technického stavu a podle typu použité metodiky. Každá kategorie je znázorněna konkrétní barvou a popisem. Výkresové přílohy byly zpracovány v programu Autodesk Autocad.

Mezi hlavní přínosy práce patří seznámení s novými moderními technologiemi pro provádění inspekcí, s metodikami pro vyhodnocení stavebně-technického stavu a obeznámení o softwarovém využití v této oblasti.

14 SUMMARY

This bachelor thesis deals with the evaluation of the construction and technical condition of sewer systems. The first part of the thesis informs us about the problems that are being solved in the field of drainage, such as possible faults occurring in the system and their classification to the relevant codes according to ČSN EN 13508-2, selection of materials, survey methods and software for assessing the construction condition. The bachelor's thesis also deals with, among other things, inspection technologies and methodologies for the evaluation of construction and technical status and their description of classification, specifically the methodologies TNV 75 6905 (design) and ATV-M 149.

The aim of the thesis was to evaluate the construction and technical condition of selected sewage section on Na Hrázi street, in the city of Znojmo. From the provided camera footage, the breakdowns occurring in the assessed section were classified to the appropriate codes according to the ČSN EN 13508-2 standard. This was followed by an overall evaluation of the construction and technical condition, firstly according to the TNV 75 6905 methodology (design) and then according to ATV-M 149. A proposal for basic remediation technologies was prepared for the breakdowns in section AA-2s-2.

15 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Zajímavost: Vývoj kanalizace v čase. *BOCR trading* [online]. Planá nad Lužnicí: BOCR trading, 2018, 24. září 2018 [cit. 2021-01-26]. Dostupné z: <https://www.bocr.cz/blog/zajimavost-vyvoj-kanalizace-v-case.html>
- [2] Historie kanalizace sahá až do starověku. *Tzb-info* [online]. 2019, 6.6. 2019 [cit. 2021-01-26]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/19134-historie-kanalizace-saha-az-do-staroveku>
- [3] Kanalizace v proměnách staletí aneb Každodennost podruhé. *Radio Prague international* [online]. Brynda, 2003, 27.4.2003 [cit. 2021-01-26]. Dostupné z: <https://cesky.radio.cz/kanalizace-v-promenach-staleti-aned-kazdodennost-podruhe-8073243>
- [4] HISTORIE KANALIZACE. *PRAŽSKÁ VODOHOSPODÁŘSKÁ SPOLEČNOST, a. s.* [online]. Praha: Jásek, Almerová [cit. 2021-01-26]. Dostupné z: <http://www.pvs.cz/historie/historie-kanalizace/>
- [5] Kanalizační síť. *BRNĚNSKÉ VODÁRNY A KANALIZACE, a. s.* [online]. Brno: Brněnské vodárny a kanalizace, 2019 [cit. 2021-01-26]. Dostupné z: <https://www.bvk.cz/o-spolecnosti/odvadeni-a-cisteni-odpadnich-vod/kanalizacni-sit>
- [6] London Sewers. In: <http://www.bbc.co.uk> [online]. London, 2017BBC [cit. 2021-01-26]. Dostupné z: http://www.bbc.co.uk/england/sevenwonders/london/sewers_mm/index.shtml
- [7] History of Vienna`s Sewer System. 3. *MANNTOUR* [online]. Wien: Magistrat der Stadt Wien - Wien Kanal, 2018 [cit. 2021-01-26]. Dostupné z: <https://www.drittemanntour.at/en/the-vienna-sewer-system/history>
- [8] BERÁNEK, Josef a kol. *Inženýrské sítě*. Brno, 2005. Studijní opory pro studijní programy s kombinovanou formou studia. Vysoké učení technické v Brně.
- [9] HÁNKOVÁ, D. *Kanalizační stoky* [online]. 2005 [cit. 2021-01-27]. Dostupné z: <http://people.fsv.cvut.cz/www/hanekpav/K154/PDF/Stokovani.pdf>
- [10] HLAVÍNEK, Petr, Jan MIČÍN, Petr PRAX, Petr HLUŠTÍK a Radim MIFEK. *Stokování a čištění odpadních vod: Modul 1*. Brno, 2006.
- [11] Způsob dopravy odpadních vod. *Vodohospodářská zařízení II* [online]. Ostrava, 2014 [cit. 2021-01-29]. Dostupné z: http://hgf10.vsb.cz/546/VHZ2/7_doprava_odpadnich_vod.html
- [12] KOVÁČIK, Ivan. *Jaké jsou časté poruchy na kanalizační síti?* [online]. 2012 [cit. 2021-02-01]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/kanalizacni-pripojky/9336-jake-jsou-aste-poruchy-na-kanalizacni-siti>
- [13] VLK, Miloš a Zdeněk FLORIAN. *Mezní stavy a spolehlivost* [online]. Brno, 2007 [cit. 2021-02-01]. Dostupné z: <http://www.zam.fme.vutbr.cz/~vlk/meznistavy.pdf>

- [14] Stavební materiály pro výstavbu stokových sítí: technický podklad pro řešení výstavby, rekonstrukci a dostavby stokových sítí v malých a středních obcích. Praha: Česká vědeckotechnická vodohospodářská společnost, Odborná skupina pro kanalizace, 2003. ISBN 80-020-1585-1.
- [15] HLAVÍNEK, Petr, Jan MIČÍN a Petr PRAX. Příručka stokování a čištění. Brno: NOEL 2000, c2001. ISBN 80-860-2030-4.
- [16] HORÁK, Marek. ANALÝZA STÁRNUTÍ VYBRANÝCH MATERIÁLŮ STOKOVÝCH SÍTÍ. Brno, 2013. Disertační práce. VUT.
- [17] KLEY, G., I. KROPP, T. SCHMIDT a N. CARADOT. *REVIEW OF AVAILABLE TECHNOLOGIES AND METHODOLOGIES FOR SEWER CONDITION EVALUATION* [online]. 2013, , 7-16 [cit. 2021-03-29]. Dostupné z: <https://publications.kompetenz-wasser.de/pdf/Kley-2013-662.pdf>
- [18] ŠEJNOHA, Jiří. Poruchovost stokových sítí, volba stavebních materiálů, městské standardy. *SOVAK: Časopis oboru vodovodů a kanalizací*. roč. 2011, č. 2.
- [19] ZIKMUNDOVÁ, Jana. *Systémy pro průzkum a hodnocení technického stavu stokových sítí* [online]. 2009 [cit. 2021-02-03]. Dostupné z: <http://www.ecotechnika.sk/ecotechnika-12011/systemy-pro-pruzkum-a-hodnoceni-technickeho-stavu-stokovych-siti.html>
- [20] HORÁK, Marek a Lucie HOŘÍNKOVÁ. *Čištění a průzkum stokových sítí*. Asb-portal.cz: odborný stavební portál [online]. Brno, 2007, 14.12.2007 [cit. 2021-02-03]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/inzenyrske-stavby/inzenyrske-site/cistenia-pruzkum-stokovych-siti>
- [21] *ČSN EN 13508-2+A1 Zjišťování a hodnocení stavu venkovních systémů stokových sítí a kanalizačních přípojek*. Praha: HYDROPROJEKT CZ, 2011.
- [22] RACLAVSKÝ, Jaroslav, Ladislav TUHOVČÁK a Stanislav MALANÍK. Rekonstrukce vodohospodářských sítí. Brno, 2006. Studijní opory pro studijní programy s kombinovanou formou studia. Vysoké učení technické v Brně.
- [23] A Brief History of Pipe Materials. In: *Envirosight* [online]. Canfield Ave., Randolph, USA, Aug 30, 2018 [cit. 2021-03-16]. Dostupné z: <https://blog.envirosight.com/a-brief-history-of-pipe-materials>
- [24] TRUBKA BETONOVÁ. In: *ZOIGO* [online]. [cit. 2021-03-16]. Dostupné z: <https://www.zoigo.cz/produkty/trubka-betonova/>
- [25] KGEM trubka s hrdlem pro kanalizaci DN 125, délka 3000 mm. In: *DEK* [online]. [cit. 2021-03-16]. Dostupné z: https://www.dek.cz/produkty/detail/4410050180-kgem-trubka-dn-125x3000mm-60-1440?gclid=Cj0KCQjwrsGCBhD1ARIsALILBYoWt5WITfWwbZkidr103J96trLYnvrCCM7_tXViyIqNpistTsxL4oaAi2vEALw_wcB&tab_id=popis

- [26] KŘÍŽ, Karel. *Hydraulická kapacita poškozených gravitačních stokových systémů* [online]. Praha, 2013 [cit. 2021-03-18]. Disertační práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební.
- [27] Nejčastější závady na kanalizaci a možné způsoby opravy. In: *Herčík a Kříž* [online]. 21. července 2020n. 1. [cit. 2021-03-19]. Dostupné z: <https://www.hercikakriz.cz/detail/nejcastejsi-zavady-na-kanalizaci-a-mozne-zpusoby-opravy>
- [28] Výstavba zděných stok v České a Slovenské republice. In: *Vodovod.info* [online]. 5. září 2018n. 1. [cit. 2021-03-19]. Dostupné z: <https://www.vodovod.info/index.php/kanalizace-a-cov/389-vystavba-zdenych-stok-v-ceske-a-slovenske-republice#.YFSYm69KhPY>
- [29] *ČSN EN 752 Odvodňovací a stokové systémy vně budov - Management stokového systému*. Praha: Český normalizační institut, červen 2019.
- [30] RACLAVSKÝ, Jaroslav. *Přednášky BP008 - Obnova vodohospodářské infrastruktury: Inspekce zhodnocení stavu SS*. Brno.
- [31] *Envirox servis kanalizací: Monitorování kanalizace* [online]. 2017 [cit. 2021-03-27]. Dostupné z: <https://www.envirox.eu/servis-kanalizaci/monitorovani-kanalizace/>
- [32] *Ibos: Výrobce techniky pro čištění, monitoring, frézování a opravy kanalizace* [online]. In: České Budějovice [cit. 2021-03-27]. Dostupné z: <https://www.ibos.cz/cz/sluzby/monitorovaci-technika/197/camboss-150-iv.html>
- [33] HORÁK, Marek, Jiří KOZELSKÝ a Jaroslav RACLAVSKÝ. Průzkum a vyhodnocení technického stavu stokových sítí. *Urbanismus a územní rozvoj* [online]. Ústav vodního hospodářství obcí, Fakulta stavební, VUT v Brně, 2008, XI(Číslo 4/2008), 2 [cit. 2021-03-27]. Dostupné z: https://www.uur.cz/images/5-publikacni-cinnost-a-knihovna/casopis/2008/2008-04/10_pruzkum.pdf
- [34] In: *Ibos.cz: Výrobce techniky pro čištění, monitoring, frézování a opravy kanalizace* [online]. České Budějovice [cit. 2021-03-27]. Dostupné z: <https://www.ibos.cz/cz/sluzby/monitorovaci-technika/191/revi-260-rotacni-hlava.html>
- [35] *Flexi: Forever Flexi, Never copy* [online]. In: . 2013 [cit. 2021-03-27]. Dostupné z: <http://www.drainsewerinspectioncamera.com/272-telescopic-pole-zoom-tilt-camera-drain-sewer-manhole-camera-quick-view-flx-qpad-e.html>
- [36] *Masařík a syn, s. r. o.* [online]. 2009 [cit. 2021-03-29]. Dostupné z: http://www.masarikasyn.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=31&Itemid=3
- [37] Multi-Sensor Robotic Condition Assessment. In: *Sewer vue: In-pipe GPR* [online]. [cit. 2021-03-29]. Dostupné z: <https://sewervue.com/multi-sensor-pipe-inspection-system.html>

- [38] Georadar RTG-Tengler [online]. [cit. 2021-03-29]. Dostupné z: <http://www.georadar.rtg-tengler.cz/>
- [39] Georadar SIR-3000. In: *Geoinformatics* [online]. Olomouc, 6. 5. 2008n. 1. [cit. 2021-03-29]. Dostupné z: <http://www.geoinformatics.upol.cz/dprace/magisterske/kuda08/>
- [40] *RTGPR: trasování inženýrských sítí* [online]. In: . 2019 [cit. 2021-03-29]. Dostupné z: <https://www.vidimepodzem.cz/>
- [41] *Zkouška těsnosti* [online]. [cit. 2021-03-31]. Dostupné z: http://www.duktus.cz/katalog_kanal/10_Zkouska_tesnosti.pdf
- [42] Sewer cleaning. In: *Mink plumbing* [online]. Tyler [cit. 2021-04-07]. Dostupné z: <https://minkplumbing.com/services/sewer-cleaning-tyler/>
- [43] *Vodohospodářská zařízení II: 10. Hydraulické ztráty kanalizačních sítí a způsoby jejich čištění* [online]. 2014 [cit. 2021-04-07]. Dostupné z: http://hgf10.vsb.cz/546/VHZ2/10_ztraty_a_cisten.html
- [44] KAEMPFER, W. a M. BERNDT. *ESTIMATION OF SERVICE LIFE OF CONCRETE PIPES IN SEWER NETWORKS* [online]. [cit. 2021-4-24]. Dostupné z: <https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB2045.pdf>
- [45] ECO STAR. *Line control* [online]. [cit. 2021-4-24]. Dostupné z: <https://www.linecontrol.cz/eco-star-mobilni>
- [46] Nahlížeč kamera QuickView - kamarád do šachty. *Radeton* [online]. [cit. 2021-4-25]. Dostupné z: <https://www.radeton.cz/firma/blog/2636-nahlizeci-kamera-quickview-kamarad-do-sachty>
- [47] QuickView - nahlížeč kamera. *Radeton* [online]. [cit. 2021-4-25]. Dostupné z: <https://www.radeton.cz/inspekci-kamery/500-quickview>
- [48] VAN DER SCHOOT, Walter. *Laser profiling of sewer pipes* [online]. Delft, 2015 [cit. 2021-4-25]. Dostupné z: <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:aabf6308-41e5-4494-b962-b8d81dceea82/datastream/OBJ/download>. Master of science. Delft University of Technology, Faculty of Civil Engineering and Geosciences, Sanitary Engineering Section, Department of Water Management.
- [49] Laser Profiling for Pipe Inspection. *Envirosight* [online]. 2015 [cit. 2021-4-25]. Dostupné z: <https://blog.envirosight.com/laser-profiling-for-pipe-inspection>
- [50] SĀRĀCIN, Aurel. Using georadar systems for mapping underground utility networks. *ScienceDirect* [online]. March 2017, , 216-219 [cit. 2021-4-25]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/321660460_Using_georadar_systems_for_mapping_underground_utility_networks
- [51] *TNV 75 6905 (návrh): Metodika hodnocení technického stavu kanalizační sítě*. Praha: Hydroprojekt CZ, 2012.

- [52] *Isybau.cz* [online]. [cit. 2021-5-1]. Dostupné z: <http://www.isybau.cz/index.html>
- [53] IkaS 32. *IBAK* [online]. [cit. 2021-5-2]. Dostupné z: https://www.ibak.de/de/produkte/ibak_show/frontenddetail/product/basissoftware-ikas32/
- [54] RACLAVSKÝ, Jaroslav. *Obnova vodohospodářské infrastruktury (přednáška): Plánování obnovy vodovodních a kanalizačních sítí*. Brno, 2021.
- [55] STEIN, Dietrich a Robert STEIN. *Rehabilitation and Maintenance of Drains and Sewers: ATV-M 149* [online]. Germany, 2004 [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: unitracc.com
- [56] *Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury* [online]. Brno, 2019 [cit. 2021-5-18]. ISBN 978-80-87318-79-9. Dostupné z: <http://www.uur.cz/images/5-publikacni-cinnost-a-knihovna/internetove-prezentace/prumerne-ceny-TI/2019/ceny-ti-2019-celek.pdf>

16 SEZNAM TABULEK

| | |
|---|----|
| Tab. 4.1 Životnosti stokových materiálů vycházejících ze zkušeností s provozováním pražské stokové sítě [18] | 19 |
| Tab. 4.2 Orientační doby životnosti jednotlivých trubních materiálů [26] | 19 |
| Tab. 5.1 Nejčastější zjištěné vady na různých typech materiálů podle United States Environmental Protection Agency (upraveno dle [17]) | 27 |
| Tab. 5.2 Ukazatel poruchovosti jednotlivých druhů materiálů [18]..... | 27 |
| Tab. 9.1 Zkušební podmínky pro přetlakovou zkoušku vzduchem [41]..... | 43 |
| Tab. 9.2 Zkušební podmínky pro podtlakovou zkoušku vzduchem [41] | 43 |
| Tab. 11.1 Kategorie zařídění stavu potrubí a objektů na stokové síti [51]..... | 48 |
| Tab. 11.2 Technické ukazatele a třída poruch pro stokové sítě z tuhého potrubí [51]..... | 49 |
| Tab. 11.3 Časový horizont pro odstranění poruchy dle dané kategorie [51]..... | 49 |
| Tab. 11.4 Doporučené hodnoty váhy W_j pro příslušný technický ukazatel TU_j pro stokové sítě a kanalizační přípojky [51]..... | 51 |
| Tab. 11.5 Zařídění TSU [51] | 51 |
| Tab. 11.6 Způsob klasifikace technického stavu stokové sítě dle BVK [16]..... | 52 |
| Tab. 11.7 Podmínky pro přidělení kategorie 0 [55] | 53 |
| Tab. 11.8 Kritéria pro zařídění poruch do příslušných tříd [55]..... | 53 |
| Tab. 11.9 Rozsah bodů pro jednotlivé kategorie [55] | 54 |
| Tab. 11.10 Klasifikace stavu stokové sítě [55]..... | 56 |
| Tab. 12.1 Technické ukazatele pro jednotlivé úseky..... | 59 |
| Tab. 12.2 Technický stav úseků dle TNV 75 6905 (návrh) | 59 |
| Tab. 12.3 Technický stav úseků dle ATV-M 149 | 61 |
| Tab. 12.4 Porovnání cen jednotlivých variant sanace – ceny převzaty z publikace Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury z Ústavu územního rozvoje [56]..... | 63 |
| Tab. 21.1 Zařídění úseku 120 141 dle kódů | 80 |
| Tab. 21.2 Zařídění úseku 120 140 dle kódů | 81 |
| Tab. 21.3 Zařídění úseku 120 143 dle kódů | 82 |
| Tab. 21.4 Zařídění úseku 120 146 dle kódů | 83 |
| Tab. 21.5 Zařídění úseku 120 145 dle kódů | 84 |
| Tab. 21.6 Zařídění úseku 118 228 dle kódů | 85 |
| Tab. 21.7 Zařídění úseku 118 692 dle kódů | 86 |
| Tab. 21.8 Zařídění úseku 118 587 dle kódů | 87 |
| Tab. 21.9 Zařídění úseku 118 231 dle kódů | 88 |
| Tab. 21.10 Zařídění úseku 123 107 dle kódů | 89 |

| | |
|--|----|
| Tab. 22.1 Vyhodnocení stavebně-technického stavu podle TNV 75 6905 (návrh) | 87 |
| Tab. 23.1 Vyhodnocení stavebně-technického stavu podle ATV-M 149..... | 88 |

17 SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|--|----|
| Obr. 4.1 Dřevěné potrubí – tyčový styl [23]..... | 15 |
| Obr. 4.2 Dřevěné potrubí – kulatina [23] | 15 |
| Obr. 4.3 Betonové potrubí [24] | 16 |
| Obr. 4.4 Plastové potrubí [25] | 16 |
| Obr. 4.5 Zděná stoka [28]..... | 17 |
| Obr. 5.1 Netěsný spoj kanalizačního potrubí [22]..... | 21 |
| Obr. 5.2 Prorostlé kořeny do kanalizace [27]..... | 21 |
| Obr. 5.3 Vychýlené potrubí [27] | 22 |
| Obr. 5.4 Odolnost trubních materiálů proti obrusu (upraveno dle [18]) | 23 |
| Obr. 5.5 Síranová koroze [27] | 23 |
| Obr. 5.6 Trhlina na potrubí [27] | 25 |
| Obr. 5.7 Zborcení potrubí [22] | 25 |
| Obr. 6.1 Postupový diagram pro diagnostickou studii (ke zjištění a posouzení stávajícího stavu) systému z ČSN EN 13508-1 | 28 |
| Obr. 6.2 Schéma metod průzkumu stavebně-technického stavu stokových sítí a kanalizačních přípojek (upraveno dle [30])..... | 31 |
| Obr. 7.1 Kompaktní jednotka ECO STAR pro připojení tlačné kamery nebo vozíku [45] | 32 |
| Obr. 7.2 Schéma hlavních inspekčních technologií na stokové síti (upraveno dle [17]) | 32 |
| Obr. 7.3 Inspekce CCTV kamerou (upraveno dle [17])..... | 33 |
| Obr. 7.4 Kamerový vozík CamBoss 150 IV [32]..... | 33 |
| Obr. 7.5 Posuvná kamera REVI 260 [34]..... | 33 |
| Obr. 7.6 Šachtová kamera QuickView od firmy Radeton [47] | 34 |
| Obr. 7.7 Průzkum pomocí šachtové kamery [47]..... | 34 |
| Obr. 7.8 Skutečný snímek měření profilu pomocí laseru ze záznamu kamerou [48] | 35 |
| Obr. 7.9 3D model, kde je na horní straně potrubí zobrazena geometrická deformace [48]... | 35 |
| Obr. 7.10 Vykreslení potrubí z kamerového záznamu v softwaru Matlab [48] | 35 |
| Obr. 7.11 Princip sonaru (upraveno dle [37])..... | 36 |
| Obr. 7.12 Popis georadaru SIR-3000 [39]..... | 37 |
| Obr. 7.13 Lokalizace potrubí kolmo a podél vyšetřovací trasy [50] | 37 |
| Obr. 7.14 Výstup z georadaru a lokace potrubí pod povrchem terénu [40] | 38 |
| Obr. 7.15 Výstřížek ze softwaru GRED HD3 [50]..... | 38 |
| Obr. 8.1 Exportní formát pro přenos dat [52]..... | 40 |
| Obr. 8.2 Úvodní obrazovka programu KANEW [54] | 41 |

| | |
|--|----|
| Obr. 8.3 Ukázka křivek stárnutí pro jednotlivé materiály [16] | 42 |
| Obr. 9.1 Princip přetlakové a podtlakové zkoušky vzduchem [41]..... | 44 |
| Obr. 9.2 Princip zkoušky těsnosti vodou (stoka, přípojka a šachta) [41]..... | 44 |
| Obr. 10.1 Čistící tryska [42] | 45 |
| Obr. 10.2 Čištění kombinovaným vozem; 1–vysokotlaký kombinovaný vůz, 2–sání, 3–směr toku, 4-vysokotlaká tryska, 5 pracovní směr první fáze, 6 pracovní směr druhé fáze [43]..... | 46 |
| Obr. 11.1 Schéma postupu při klasifikaci a hodnocení stavu dle ATV-M 149 | 56 |
| Obr. 12.1 Schéma trasy kamerové inspekce..... | 57 |
| Obr. 12.2 Zvýraznění trasy kamerové inspekce, včetně popisů šachet a úseků | 58 |
| Obr. 12.3 Usazený tuk na stěnách | 63 |
| Obr. 12.4 Koroze biogenní kyselinou sírovou – bílý povlak na stěnách potrubí | 63 |
| Obr. 12.5 Díra – viditelná zemina | 63 |
| Obr. 12.6 Nánosy toaletního papíru..... | 63 |

18 SEZNAM GRAFŮ

| | |
|---|----|
| Graf 12.1 Technický stav úseku AA-2s-2, ul. Na Hrázi, Znojmo dle TNV 75 6905 (návrh). | 60 |
| Graf 12.2 Technický stav úseku AA-2s-2, ul. Na Hrázi, Znojmo dle ATV-M 149 | 61 |

19 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

| | |
|---------------|--|
| př. n. l. ... | před našim letopočtem |
| ČOV... | čistírna odpadních vod |
| PVC ... | trubní materiál – polyvinylchlorid |
| PP ... | trubní materiál – polypropylen |
| PE ... | trubní materiál – polyetylen |
| bar ... | vedlejší jednotka tlaku |
| mm ... | jednotka délky – milimetr |
| m ... | jednotka délky – metr |
| km ... | jednotka délky – kilometr |
| Ni ... | prvek nikl |
| Cr ... | prvek chrom |
| Mo ... | prvek molybden |
| HDPE ... | vysokohustotní polyetylen |
| TNV ... | technická norma vodního hospodářství |
| ČSN ... | česká státní norma |
| CCTV ... | kamerová inspekční technologie |
| 3 D ... | trojdimenzionální/trojrozměrný |
| GPS ... | globální polohový systém |
| CAD ... | zkratka z anglického termínu Computer Aided Design (počítačem podporované návrhování/projektování) |
| GIS ... | geografický informační systém |
| ° C ... | jednotka teploty – stupeň celsia |
| DVD ... | zkratka z anglického termínu Digital Video Disc (digitální datový nosič) |
| CD ... | zkratka z anglického termínu Compact Disc (kompaktní disk) |
| DN ... | jmenovitá světlost potrubí |
| min ... | jednotka času – minuta |
| kPa ... | jednotka tlaku – kilopascal |
| TU ... | technický ukazatel |
| Wj ... | hodnota váhy |
| TSU ... | technický stav úseku |

| | |
|-----------|--|
| NZTSU ... | nejhorší zjištěný technický stav úseku |
| BVK ... | Brněnské vodárny a kanalizace, a.s. |
| CP ... | zkratka z anglického termínu Condition Points (bodové hodnocení) |
| EP ... | zkratka z anglického termínu Evaluation Points (výsledné bodové hodnocení) |
| VAS ... | Vodárenská akciová společnost, a.s. |
| LO ... | lokální oprava |
| OB ... | obnova |
| BZ ... | bez zásahu |
| BE ... | trubní materiál – beton |
| Kč ... | jednotka měna – koruna česká |
| ks ... | kus |

20 SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1 – Vyhodnocení kamerového průzkumu dle ČSN EN 13 508-2
- Příloha 2 – Vyhodnocení stavebně-technického stavu dle TNV 75 6905 (návrh)
- Příloha 3 – Vyhodnocení stavebně-technického stavu dle ATV-M 149
- Příloha 4 – Situace stávajícího stavu stokové sítě, M 1:1000
- Příloha 5 – Situace vyhodnocení stavebně-technického stavu dle metodiky
TNV 75 6905 (návrh), M 1:1000
- Příloha 6 – Situace vyhodnocení stavebně-technického stavu dle metodiky ATV-M 149,
M 1:1000

21 PŘÍLOHA 1 – VYHODNOCENÍ KAMEROVÉHO PRŮZKUMU DLE ČSN EN 13 508-2

Místo: Znojmo
Ulice: AA-2s-2
Ze šachty: 3573
Do šachty: 3575
Úsek číslo: 120 141
Materiál: Beton
Profil: Kruhový průřez
Průměr [mm]: 300
Kanalizace: Kanalizace jednotná
Směr inspekce: Proti

Tab. 21.1 Zatřídění úseku 120 141 dle kódů

| 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 | | | | |
| 1,76 | - | BAF | B | B | 06 | 09 | | | - | - | 0:09 | |
| 2,52 | - | BBE | B | | 5 | | 05 | | - | - | 0:18 | |
| 4,91 | - | BBC | B | | 15 | | 06 | | - | - | 0:36 | |
| 4,91 | - | BAF | J | C | | | | | - | - | 0:40 | |
| 5,68 | - | BBC | B | | 5 | | 06 | | - | - | 0:47 | |
| 7,62 | - | BBE | C | | 10 | | 04 | | - | - | 0:53 | nánosy toal. papíru |

Místo: Znojmo
 Ulice: AA-2s-2
 Ze šachty: 3573
 Do šachty: 3572
 Úsek číslo: 120 140
 Materiál: Beton
 Profil: Kruhový průřez
 Průměr [mm]: 300
 Kanalizace: Kanalizace jednotná
 Směr inspekce: Po

Tab. 21.2 Zatřídění úseku 120 140 dle kódů

| 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 | | | | |
| 1,44 | - | BBE | B | | 10 | | 06 | | - | - | 0:02 | |
| 2,98 | - | BBB | B | | 15 | | 09 10 | 02 04 | - | - | 0:11 | usazený tuk |
| 3,31 | - | BBE | B | | 5 | | 07 | | - | - | 0:14 | překážky za sebou |
| 7,43 | - | BAF | J | C | | | 04 | 08 | - | - | 0:45 | |
| 7,81 | - | BAF | B | B | | | 7 | | - | - | 0:49 | |
| 13,28 | - | BAF | B | B | | | 02 08 | | - | - | 1:41 | |
| 17,62 | - | BAF | B | B | | | 04 10 | | - | - | 2:09 | |
| 0-28 | - | BAF | J | C | | | | | - | - | | korozí po celé délce |

Místo: Znojmo
 Ulice: AA-2s-2
 Ze šachty: 3572
 Do šachty: 3570
 Úsek číslo: 120 143
 Materiál: Beton
 Profil: Kruhový průřez
 Průměr [mm]: 300
 Kanalizace: Kanalizace jednotná
 Směr inspekce: Po

Tab. 21.3 Zatřídění úseku 120 143 dle kódů

| 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 | | | | |
| 1,87 | - | BBE | C | | 10 | | 06 | | - | - | 0:08 | nánosy toal. papíru |
| 6,82 | - | BAF | B | B | | | 06 09 | | - | - | 0:34 | |
| 7,49 | - | BBC | C | | 5 | | 06 | | - | - | 0:45 | |
| 11,04 | - | BBE | C | | | | 06 | | - | - | 1:01 | zachycený toal. papír |
| 13,45 | - | BBC | B | B | 5 | | 06 | | - | - | 1:13 | |
| 22,98 | - | BBC | B | B | 10 | | 06 | | - | - | 2:24 | |
| 28,38 | - | BBE | C | | 10 | | 06 | | - | - | 2:48 | nánosy toal. papíru |
| 29,76 | - | BAC | B | | 150 | | 04 06 | | - | - | 3:15 | díra-viditelná zemina |

Místo: Znojmo
Ulice: AA-2s-2
Ze šachty: 3570
Do šachty: 3567
Úsek číslo: 120 146
Materiál: Beton
Profil: Kruhový průřez
Průměr [mm]: 300
Kanalizace: Kanalizace jednotná
Směr inspekce: Po

Tab. 21.4 Zatřídění úseku 120 146 dle kódů

| 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 | | | | |
| 5,90 | - | BAF | B | B | | | 07 09 | | - | - | 0:41 | |
| 13,59 | - | BAF | J | C | | | 03 | 09 | - | - | 1:30 | |
| 15,85 | - | BBE | C | | | | 06 | | - | - | 1:53 | zachycený toaletní papír |
| 19,26 | - | BAF | J | C | | | 03 | 09 | - | - | 2:13 | |

Místo: Znojmo
Ulice: AA-2s-2
Ze šachty: 3567
Do šachty: 3566
Úsek číslo: 120 145
Materiál: Beton
Profil: Kruhový průřez
Průměr [mm]: 300
Kanalizace: Kanalizace jednotná
Směr inspekce: Po

Tab. 21.5 Zatřídění úseku 120 145 dle kódů

| 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 | | | | |
| 0,93 | - | BAF | B | B | | | 05 08 | | - | - | 0:12 | |
| 2–20 | - | BAF | J | C | | | 04 | 08 | - | - | 0:22 | koroze po celé délce |
| 2,60 | - | BBC | C | | 5 | | 07 | | - | - | 0:26 | |
| 19,90 | - | BAC | B | | 80 | | 08 | | - | - | 1:59 | |

Místo: Znojmo
 Ulice: AA-2s-2
 Ze šachty: 3566
 Do šachty: 3563
 Úsek číslo: 118 228
 Materiál: Beton
 Profil: Kruhový průřez
 Průměr [mm]: 300
 Kanalizace: Kanalizace jednotná
 Směr inspekce: Po

Tab. 21.6 Zatřídění úseku 118 228 dle kódů

| Poloha v podélném směru | Kód pro závadu na úseku | Hlavní kód | Charakterizace | | Kvantifikace | | Poloha na obvodu | | Spoj | Odkaz na fotodoku- mentaci | Odkaz na video- záznamy | Poznámky |
|-------------------------------|-------------------------------|---------------|----------------|---|--------------|---|------------------|---|------|----------------------------------|-------------------------------|-----------|
| | | | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | | | | |
| 2,00 | - | BAF | B | B | | | 08 11 | | - | - | 0:08 | |
| 8,30 | - | BAF | B | B | | | 08 11 | | - | - | 0:53 | |
| 12,54 | - | BAF | B | B | | | 09 11 | | - | - | 1:26 | |
| 16,70 | - | BAF | B | B | | | 08 12 | | - | - | 1:40 | |
| 21,04 | - | BAF | B | B | | | 08 12 | | - | - | 2:11 | |
| 25,17 | - | BAF | B | B | | | 04 09 | | - | - | 2:37 | |
| 29,34 | - | BAF | J | C | | | 04 09 | | - | - | 2:56 | |
| 33,66 | - | BAF | B | B | | | 04 09 | | - | - | 3:22 | |
| 38,58 | - | BBE | B | | 15 | | 06 | | - | - | 3:48 | |
| 39,86 | - | BAF | B | B | | | 07 11 | | - | - | 3:55 | |
| 40,68 | - | BBE | C | | 0 | | 10 | | - | - | 3:56 | kus látky |

Místo: Znojmo
 Ulice: AA-2s-2
 Ze šachty: 3563
 Do šachty: 4116
 Úsek číslo: 118 692
 Materiál: Beton
 Profil: Kruhový průřez
 Průměr [mm]: 300
 Kanalizace: Kanalizace jednotná
 Směr inspekce: Po

Tab. 21.7 Zatřídění úseku 118 692 dle kódů

| 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 | | | | |
| 1,91 | - | BAF | B | B | | | 05 08 | | - | - | 0:26 | |
| 6,14 | - | BAF | B | B | | | 06 10 | | - | - | 0:50 | |
| 8,21 | - | BAF | B | B | | | 05 09 | | - | - | 1:10 | |
| 12,01 | - | BAF | J | C | | | 05 | 07 | - | - | 1:33 | |
| 12,90 | - | BAF | B | B | | | 11 | | - | - | 1:39 | |
| 14,40 | - | BAC | B | | 100 | | 07 | | - | - | 1:45 | |
| 18,52 | - | BAF | B | B | | | 06 09 | | - | - | 2:15 | |
| 20,23 | - | BAF | J | C | | | 04 | 08 | - | - | 2:26 | |

Místo: Znojmo
Ulice: AA-2s-2
Ze šachty: 4116
Do šachty: 4115
Úsek číslo: 118 587
Materiál: Beton
Profil: Kruhový průřez
Průměr [mm]: 300
Kanalizace: Kanalizace jednotná
Směr inspekce: Po

Tab. 21.8 Zatřídění úseku 118 587 dle kódů

| 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 | | | | |
| 5,96 | - | BAC | B | | 90 | | 07 | | - | - | 0:24 | |
| 9,31 | - | BBC | C | | 18 | | 06 | | - | - | 0:44 | |
| 13,09 | - | BAF | J | C | | | 04 | 08 | - | - | 0:54 | |
| 17,91 | - | BAF | J | C | | | 08 11 | 03 05 | - | - | 1:19 | |
| 22,13 | - | BAF | B | B | | | 03 08 | | - | - | 1:38 | |

Místo: Znojmo
Ulice: AA-2s-2
Ze šachty: 4115
Do šachty: 4114
Úsek číslo: 118 231
Materiál: Beton
Profil: Kruhový průřez
Průměr [mm]: 300
Kanalizace: Kanalizace jednotná
Směr inspekce: Po

Tab. 21.9 Zatřídění úseku 118 231 dle kódů

| 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 | | | | |
| 3,86 | - | BAF | B | B | | | 05 09 | | - | - | 0:17 | |
| 7,89 | - | BAF | B | B | | | 06 09 | | - | - | 0:32 | |
| 12,07 | - | BAF | J | C | | | 04 07 | | - | - | 1:01 | |

Místo: Znojmo
 Ulice: AA-2s-2
 Ze šachty: 4114
 Do šachty: 3581
 Úsek číslo: 123 107
 Materiál: Beton
 Profil: Kruhový průřez
 Průměr [mm]: 300
 Kanalizace: Kanalizace jednotná
 Směr inspekce: Po

Tab. 21.10 Zatřídění úseku 123 107 dle kódů

| Poloha v podélném směru | Kód pro závadu na úseku | Hlavní kód | Charakterizace | | Kvantifikace | | Poloha na obvodu | | Spoj | Odkaz na fotodoku- mentaci | Odkaz na video- záznamy | Poznámky |
|----------------------------------|-------------------------------------|---------------|----------------|-----|--------------|---|------------------|----|------|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| | | | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | | | | |
| 0–35 | - | BAF | J | C | | | 04 | 08 | - | - | | koroze po celé délce |
| 4,18 | - | BAF | B | B | | | 07 11 | | - | - | 0:14 | |
| 10–20 | - | BAF | J | C | | | 12 | | - | - | 0:54 | |
| 23,34 | - | BAF | F | A B | | | 03 | | - | - | 1:36 | |
| 28,59 | - | BAF | B | A | | | 08 | | - | - | 2:02 | |

22 PŘÍLOHA 2 – VYHODNOCENÍ STAVEBNĚ-TECHNICKÉHO STAVU DLE TNV 75 6905 (NÁVRH)

Tab. 22.1 Vyhodnocení stavebně-technického stavu podle TNV 75 6905 (návrh)

| Ozn. úseku | Číslo úseku | Šachty | Jmenovitá světlost DN | Materiál | Délka | TU1 | TU2 | TU7 | TU8 | TU9 | TSU | Předběžné zařídění TSU do kategorie | NZTSU | BZ/LO/OB | Výsledné zařídění TSU do kategorie |
|------------|-------------|-----------|-----------------------|----------|-------|---|-----|------|------|-----|------|-------------------------------------|-------|----------|------------------------------------|
| | | | | | | W _j – váha ukazatele, $\sum W_j = 1$ | | | | | | | | | |
| [-] | [-] | [-] | [mm] | [-] | [m] | 0.4 | 0.2 | 0.05 | 0.05 | 0.2 | [-] | [-] | [-] | [-] | [-] |
| 1 | 120 141 | 3575–3573 | 300 | BE | 7.9 | 4 | 1 | 4 | 3 | 3 | 2.75 | K3 | 4 | OB | K4 |
| 2 | 120 140 | 3573–3572 | 300 | BE | 27.4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | 3.2 | K3 | 4 | OB | K4 |
| 3 | 120 143 | 3572–3570 | 300 | BE | 39.6 | 4 | 1 | 3 | 1 | 2 | 2.4 | K2 | 4 | OB | K3 |
| 4 | 120 146 | 3570–3567 | 300 | BE | 21.2 | 3 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2.2 | K2 | 3 | LO | K3 |
| 5 | 120 145 | 3567–3566 | 300 | BE | 28.0 | 4 | 1 | 3 | 3 | 3 | 2.7 | K3 | 4 | OB | K4 |
| 6 | 118 228 | 3566–3563 | 300 | BE | 40.8 | 3 | 1 | 4 | 4 | 3 | 2.4 | K2 | 4 | LO | K3 |
| 7 | 118 692 | 3563–4116 | 300 | BE | 24.6 | 3 | 2 | 1 | 3 | 3 | 2.4 | K3 | 3 | LO | K3 |
| 8 | 118 587 | 4116–4115 | 300 | BE | 29.5 | 4 | 1 | 4 | 3 | 4 | 2.95 | K3 | 4 | OB | K4 |
| 9 | 118 231 | 4115–4114 | 300 | BE | 21.2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2.15 | K2 | 3 | LO | K3 |
| 10 | 123 107 | 4114–3581 | 300 | BE | 37.1 | 4 | 2 | 1 | 3 | 4 | 3 | K3 | 4 | OB | K4 |

23 PŘÍLOHA 3 – VYHODNOCENÍ STAVEBNĚ-TECHNICKÉHO STAVU DLE ATV-M 149

Tab. 23.1 Vyhodnocení stavebně-technického stavu podle ATV-M 149

| Ozn. úseku | Číslo úseku | Šachty | Jmenovitá světlost DN | Materiál | Délka | Bodové ohodnocení úseku (CP) | Výsledné body hodnocení (EP) | Výsledné zařazení EP do kategorie |
|------------|-------------|-----------|-----------------------|----------|-------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| [-] | [-] | [-] | [mm] | [-] | [m] | [-] | [-] | [-] |
| 1 | 120 141 | 3575–3573 | 300 | BE | 7.9 | 330 | 800 | K1 |
| 2 | 120 140 | 3573–3572 | 300 | BE | 27.4 | 360 | 830 | K1 |
| 3 | 120 143 | 3572–3570 | 300 | BE | 39.6 | 280 | 681 | K2 |
| 4 | 120 146 | 3570–3567 | 300 | BE | 21.2 | 260 | 661 | K2 |
| 5 | 120 145 | 3567–3566 | 300 | BE | 28.0 | 320 | 790 | K1 |
| 6 | 118 228 | 3566–3563 | 300 | BE | 40.8 | 280 | 681 | K2 |
| 7 | 118 692 | 3563–4116 | 300 | BE | 24.6 | 300 | 701 | K2 |
| 8 | 118 587 | 4116–4115 | 300 | BE | 29.5 | 310 | 780 | K1 |
| 9 | 118 231 | 4115–4114 | 300 | BE | 21.2 | 190 | 522 | K3 |
| 10 | 123 107 | 4114–3581 | 300 | BE | 37.1 | 350 | 820 | K1 |