

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ OBCÍ

INSTITUTE OF MUNICIPAL WATER MANAGEMENT

METODIKY HODNOCENÍ TECHNICKÉHO STAVU STOKOVÝCH SÍTÍ

METHODOLOGIES FOR EVALUATING THE TECHNICAL CONDITION OF SEWER
NETWORKS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Vendula Palkovská

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PETR HLUŠTÍK, Ph.D.

BRNO 2022



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

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

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Vendula Palkovská
Název	Metodiky hodnocení technického stavu stokových sítí
Vedoucí práce	doc. Ing. Petr Hlušík, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2021
Datum odevzdání	27. 5. 2022

V Brně dne 30. 11. 2021

doc. Ing. Ladislav Tuhovčák, CSc.
Vedoucí ústavu

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

PODKLADY A LITERATURA

- [1] Pasportizační podklady pro vybranou oblast zdravotně-technické infrastruktury
- [2] LARRY W. MAYS. Stormwater collection systems design handbook. McGraw-Hill. 2001. ISBN 0-07-135471-9
- [3] Wastewater Technology Fact Sheet : Sewers, Pressure. In MEYERS, F.E. [online]. Niskayuna, NY : EPA U.S., 9/2002. <http://nepis.epa.gov/epa/832-pf-02-006>
- [4] STRÁNSKÝ, D., et al. Metodická příručka - Posouzení stokových systémů urbanizovaných povodí. In OPZP.cz [online]. 2009 [cit. 2012-11-25]. <http://opzp.cz>
- [5] HLAVÍNEK, Petr. MICÍN, Jan. PRAX, Petr. Příručka stokování a čištění, NOEL 2000, 2001, 251 s., ISBN 80-86020-30-4.
- [6] Městské standardy pro kanalizační zařízení.
- [7] ČSN EN 13508. Zjišťování a hodnocení stavu venkovních systémů stokových sítí a kanalizačních přípojek, Český normalizační institut, Praha, 2011 a 2013.
- [8] Související normy a legislativní podklady.
- [9] Další podklady dle aktualizace vycházející z průběhu řešení dle pokynu vedoucího diplomové práce.

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

V první části práce student definuje současné metody hodnocení stavebně-technického stavu stokových sítí používané v zahraničí a České republice.

V praktické části práce provede komparaci těchto metod na vybraném úseku stokové sítě.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá metodikami hodnocení stavebně-technického stavu stokových sítí. Práce se skládá ze dvou částí. První teoretická část je zaměřena na popis základních pojmů týkající se stokové sítě, seznámení se s problematikou čištění, průzkumu a poruch stokových sítí a dále obsahuje metodiky pro vyhodnocení technického stavu stokových sítí používané u nás i v zahraničí. V druhé praktické části bylo na základě kamerové prohlídky vybraného úseku stokové sítě provedeno zatřídění poruch a vyhodnocení dle tří metodik a jejich následná komparace.

KLÍČOVÁ SLOVA

Stoková síť, technický stav, inspekce, poruchy, vyhodnocení

ABSTRACT

The bachelor's thesis deals with methodologies for evaluating the construction and technical condition of sewer networks. The work consists of two parts. The first theoretical part is focused on the description of basic concepts related to the sewer network, acquaintance with the issues of cleaning, research and faults of sewer networks and also contains methodologies for evaluating the technical condition of sewer networks used in our country and abroad. In the second practical part, based on a camera inspection of a selected section of the sewer network, the classification of faults and evaluation according to three methodologies and their subsequent comparison were performed.

KEYWORDS

Sewer network, technical condition, inspection, failures, evaluation

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Vendula Palkovská *Metodiky hodnocení technického stavu stokových sítí*. Brno, 2022. 71 s. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí. Vedoucí práce doc. Ing. Petr Hlušík, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Metodiky hodnocení technického stavu stokových sítí* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 27. 5. 2022

Vendula Palkovská
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Metodiky hodnocení technického stavu stokových sítí* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 27. 5. 2022

Vendula Palkovská
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Chtěla bych poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce, panu doc. Ing. Petru Hluštíkov, Ph.D. za jeho cenné rady, všechen věnovaný čas a možnosti konzultovat kdykoliv bylo potřeba. Dále bych chtěla poděkovat BVK, a.s. za poskytnutí všech materiálů a věnovaný čas.

OBSAH

1	ÚVOD.....	10
1.1	CÍL PRÁCE	10
2	NORMY A ZÁKONY	11
2.1	ČESKÉ ZÁKONY A VYHLÁŠKY.....	11
2.2	ČESKÉ TECHNICKÉ NORMY.....	11
2.3	TECHNICKÉ NORMY VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ	11
2.4	OSTATNÍ	12
2.5	EVROPSKÉ SMĚRNICE	12
3	STOKOVÁ SÍŤ.....	13
3.1	ZÁKLADNÍ TERMINOLOGIE	13
3.2	STOKOVÉ SOUSTAVY	14
3.2.1	Jednotná stoková soustava	14
3.2.2	Oddílná stoková soustava	14
3.2.3	Modifikovaná stoková soustava	15
3.3	USPOŘÁDÁNÍ GRAVITAČNÍCH STOKOVÝCH SÍŤÍ	16
3.4	TVARY STOKOVÝCH SÍŤÍ	17
3.4.1	Kruhový tvar.....	17
3.4.2	Vejčitý tvar	18
3.4.3	Tlamový tvar	18
3.5	MATERIÁLY STOKOVÝCH SÍŤÍ.....	18
3.5.1	Kamenina	19
3.5.2	Beton a železobeton	19
3.5.3	Plast.....	19
3.6	ŽIVOTNOST TRUB	20
4	ČIŠTĚNÍ, PRŮZKUM A PORUCHY STOKOVÝCH SÍŤÍ	21
4.1	ČIŠTĚNÍ KANALIZACE.....	21
4.1.1	Hydraulické čištění	21
4.1.2	Mechanické čištění.....	23
4.1.3	Hydraulicko-mechanické čištění	23
4.2	PRŮZKUM	24

4.3	PORUCHY STOKOVÉ SÍTĚ.....	25
5	METODIKY PRO VYHODNOCENÍ STAVU STOKOVÝCH SÍTÍ	27
5.1	METODIKA DLE NORMY ČSN EN 13 508-2+A1.....	27
5.2	METODIKY POUŽÍVANÉ V ČR	31
5.2.1	Metodika ÚVHO VUT Brno	31
5.2.2	Metodika společnosti Ostravské vodárny a kanalizace a.s.	34
5.2.3	Metodika společnosti Brněnské vodárny a kanalizace, a.s.	37
5.3	METODIKY POUŽÍVANÉ VE SVĚTĚ	38
5.3.1	ATV-M 143	38
5.3.2	KAPRI.....	41
5.3.3	RIONED	44
6	PRAKTICKÁ ČÁST PRÁCE.....	48
6.1	POPIS ÚZEMÍ	49
6.2	STABENĚ TECHNICKÝ STAV KANALIZAČNÍHO ÚSEKU	51
6.2.1	Vyhodnocení	51
6.2.2	Fotografie poruch zkoumaného úseku.....	51
6.3	POSOUZENÍ STAVEBNĚ-TECHNICKÉHO STAVU PODLE VYBRANÝCH METODIK	57
6.3.1	Metodika BVK, a.s.....	57
6.3.2	ČSN EN 13 508-2+A1	58
6.3.3	Metodika ÚVHO VUT Brno	60
6.4	SHRNUTÍ PRÁCE S METODIKAMI	61
6.4.1	Výsledky vyhodnocení stavebně technického stavu	61
6.4.2	Komparace metodik	61
7	ZÁVĚR.....	63
8	POUŽITÁ LITERATURA	64
	SEZNAM TABULEK	67
	SEZNAM OBRÁZKŮ	68
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	70
	SUMMARY.....	71

1 ÚVOD

Stoková síť je síť potrubí a souvisejících objektů odvádějících odpadní vodu z kanalizačních přípojek do čistíren odpadních vod nebo jiných zařízení, které jsou určeny pro jejich zneškodňování. „*Odpadními vodami se rozumí vody, vzniklé mísením vod vypouštěných z domácností, průmyslových nebo komerčních prostor, splavovaných z povrchů a případně infiltrujících do stok.*“ [12] V dnešní době jsou odvodňovací systémy neodmyslitelnou součástí každodenního života. Existují tři druhy stokových soustav, které jsou rozděleny podle způsobu odvádění odpadních vod, těmito druhy jsou: jednotná, oddílná a modifikovaná stoková soustava.

1.1 CÍL PRÁCE

Cílem této bakalářské práce je teoretická a praktická část zabývající se problematikou hodnocení stavebně-technického stavu daného úseku stokové sítě na základě vybraných metodik.

V první, tedy teoretické části budou popsány a definovány základní pojmy, které se s tématem metodiky hodnocení technického stavu stokových sítí pojí. Následně bude představeno uspořádání gravitačních stokových sítí, používané tvary, materiály a jejich životnost. Další kapitola teoretické části se bude zabývat čištěním, průzkumem a poruchami na stokových sítích. Závěrečnou kapitolou teoretické části bude představení konkrétních metodik pro vyhodnocení technického stavu stokových sítí.

Praktická část se bude zabývat vyhodnocením technického stavu daného úseku stokové sítě na základě kamerového průzkumu. Pro toto vyhodnocení budou vybrány tři metodiky popsané v teoretické části. S pomocí vybraných metodik budou zaříděny všechny konstrukční poruchy vyskytující se na posuzovaném úseku stokové sítě. Po provedení zařídění poruch dojde, na základě jejich výsledků, k závěrečnému posouzení stavebně-technického stavu daného stokového úseku a následně bude provedena komparace použitých metodik.

2 NORMY A ZÁKONY

2.1 ČESKÉ ZÁKONY A VYHLÁŠKY

Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů ve znění pozdějších předpisů

Zákon upravuje některé vztahy vznikající při rozvoji, výstavbě a provozu vodovodů a kanalizací, které slouží veřejné potřebě. [1]

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) ve znění pozdějších předpisů

Hlavním účelem zákona je chránit povrchové i podzemní vody, hospodárné využívání vodních zdrojů a zachování či zlepšení jakosti povrchových i podzemních vod. Dalším účelem tohoto zákona je přispívat k zajištění zásobování obyvatelstva pitnou vodou a k ochraně vodních ekosystémů. [2]

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) ve znění pozdějších předpisů. [3]

2.2 ČESKÉ TECHNICKÉ NORMY

ČSN 01 3463	Výkresy inženýrských staveb – Výkresy kanalizace ve znění pozdějších předpisů, 1997.
ČSN 73 6005	Prostorové uspořádání sítí technického vybavení ve znění pozdějších předpisů, 2020.
ČSN 75 6101	Stokové sítě a kanalizační přípojky ve znění pozdějších předpisů, 2012.
ČSN EN 75 6115	Bezvýkopové provádění stok a kanalizačních přípojek a jejich zkoušení ve znění pozdějších předpisů, 2001.
ČSN EN 13 508-2+A1	Zjišťování a hodnocení stavu venkovních systémů stokových sítí a kanalizačních přípojek ve znění pozdějších předpisů, 2011.

2.3 TECHNICKÉ NORMY VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ

TNV 75 6905	Metodika hodnocení technického stavu kanalizační sítě, 2012.
TNV 75 6910	Zkoušky kanalizačních objektů a zařízení, 2007.
TNV 75 6911	Provozní řád kanalizace, 2010.

TNV 75 6925 Obsluha a údržba stok, 2008.

2.4 OSTATNÍ

ATV-M 143 Inspekce, oprava, sanace a renovace stokové sítě,
kanalizačních přípojek a vnitřní kanalizace.

2.5 EVROPSKÉ SMĚRNICE

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky.

Účelem směrnice je stanovit rámec pro ochranu vnitrozemských povrchových vod, podzemních vod, pobřežních vod a brakických vod. [4]

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/118/ES o ochraně podzemních vod před znečištěním a zhoršováním stavu.

Tato směrnice doplňuje ustanovení obsažena ve směrnici 2000/60/ES. Jedná se o omezení nebo zamezení vstupu znečišťujících látek do podzemních vod a má bránit zhoršováním stavu podzemních vod. [5]

3 STOKOVÁ SÍŤ

Stoková síť je v dnešní době chápána jako součást jednotného celku pravidelného odkanalizování, která se systematicky rozvíjí podle urbanistického rozvoje dané oblasti. Odvodňovací systémy ve městě jsou zdravotně-technická zařízení, která se používají k hygienické dopravě tekutých odpadních produktů. Vše probíhá v souladu s požadavky bezpečného hydrologického režimu povrchových a podzemních vod, který nesmí ohrozit životy ani majetek obyvatel zájmového území. Nejenže musí zabezpečit ochranu člověka před škodlivými vlivy hydrologických stavů, ale zároveň zabránit vypouštění vody překračující limitní koncentrace biologických, chemických a fyzikálních parametrů, kde by hrozilo znehodnocení kvality přírodních vod. [6]

Ve velkých městech se v současnosti výrazně zvyšuje potřeba rekonstrukce kanalizačních systémů. Je nezbytné také neustálé doplňování údajů o technickém stavu potrubí a objektů stokové sítě a jejich následná archivace v digitálních databázích anebo digitálních grafických prostředcích. [6]

3.1 ZÁKLADNÍ TERMINOLOGIE

Kanalizace – provozně samostatný soubor staveb a zařízení zahrnující kanalizační stoky k odvádění odpadních vod a srážkových vod (dále jen "odpadní vody"), kanalizační objekty včetně čistíren odpadních vod, jakož i stavby k čištění odpadních vod před jejich vypouštěním do kanalizace. Kanalizace je vodním dílem. [15]

Kanalizační přípojka – samostatná stavba tvořená úsekem potrubí od vyústění vnitřní kanalizace stavby nebo odvodnění pozemku k zaústění do stokové sítě. Kanalizační přípojka není vodním dílem. [15]

Odpadní voda – je voda použitá v obytných, průmyslových, zemědělských, zdravotnických a jiných stavbách, zařízeních nebo dopravních prostředcích, pokud má po použití změněnou jakost (složení nebo teplotu), jakož i jiná voda z nich odtékající, pokud může ohrozit jakost povrchových nebo podzemních vod. Odpadní vody jsou i průsakové vody z odkališť, s výjimkou vod, které jsou zpětně využívány pro vlastní potřebu organizace, a vod, které odtékají do vod důlních. Dále jsou odpadními vodami průsakové vody ze skládek odpadu. [15]

Diagnostika – provádění prohlídek, zkoušek vodotěsností a vyhodnocování stavebně technického stavu stokových sítí a kanalizačních přípojek. [15]

TV kontrolní systém – technické zařízení na provádění prohlídek kanalizací a kanalizačních přípojek a pořizování videozáznamů z těchto prohlídek. [15]

3.2 STOKOVÉ SOUSTAVY

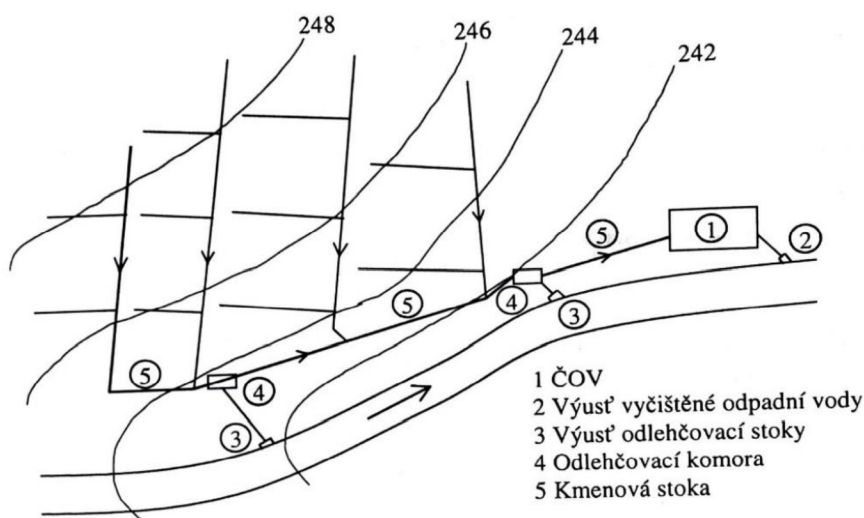
Jak již bylo řečeno, stoková soustava je zařízení pro sběr, shromažďování a dopravu tekutých odpadních produktů. Její součástí jsou sběrače, kmenové a uliční stoky a čistírny odpadních vod. [7]

Máme tři základní stokové soustavy rozdělené podle způsobu odvádění odpadních vod:

- jednotná stoková soustava,
- oddílná stoková soustava,
- modifikovaná stoková soustava. [7]

3.2.1 Jednotná stoková soustava

U jednotné stokové soustavy jsou všechny druhy odpadních vod dopravovány společnou trubicí sítí na čistírnu odpadních vod (ČOV). Jednotné stokové soustavy se v minulosti hojně využívaly, protože přinášely řadu technických a ekonomických výhod a tolik se neohledovalo na ekologická a hygienická rizika ovlivňující například životní prostředí a také provoz ČOV za dešťových průtoků. Sítě nebyly dimenzovány na tak velký průtok, proto se přistoupilo k hustému osazování odlehčovacích komor na stokové sítě za účelem odlehčení zředěných odpadních vod. [6]



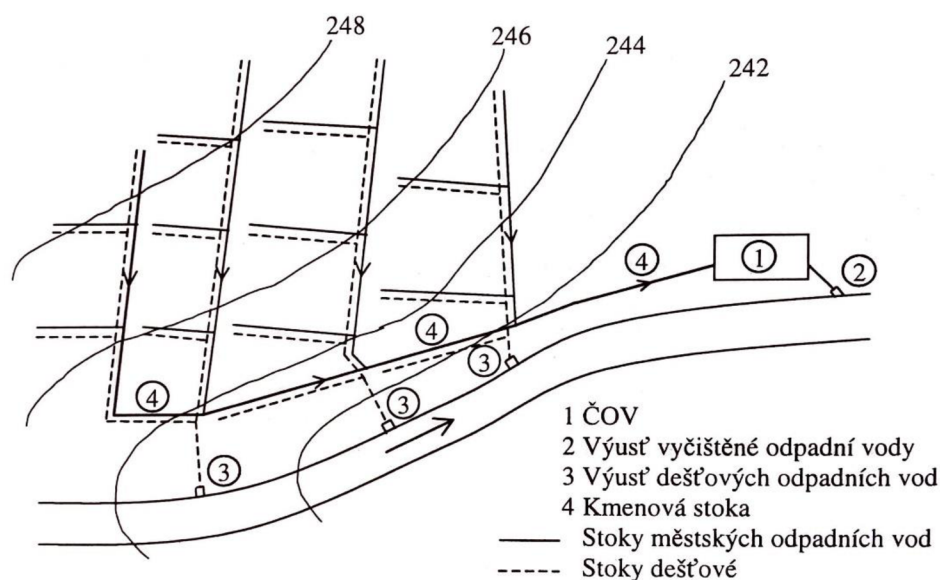
Obr. 1 Jednotná stoková soustava [6]

3.2.2 Oddílná stoková soustava

Oddílná stoková soustava odvádí různé druhy odpadních vod v oddělených trubicích sítích. Nejčastěji se jedná o dvě stokové soustavy, z nichž jedna odvádí splaškové vody a druhá odvádí vody srážkové v odděleném systému. [6]

Ani při aplikaci oddílné stokové soustavy není možné považovat dešťové vody za hygienicky nezávadné. Není vyloučeno, že mohou být znečištěny minerálními i organickými splachy, zbytky pohonných hmot i jiných látek a může být prokázána přítomnost fekálního znečištění. [6]

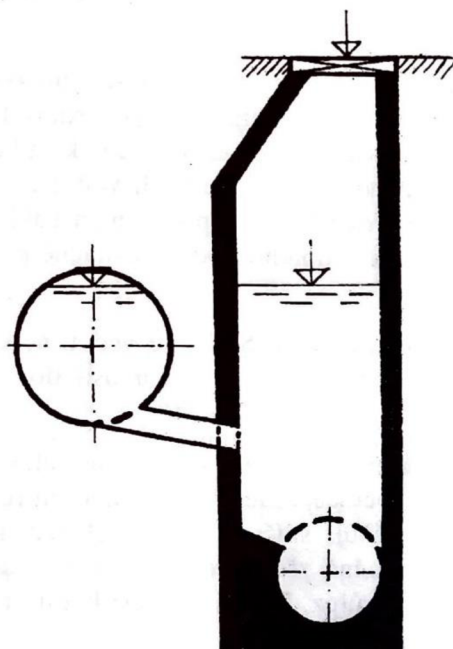
Z hlediska současných požadavků je zřejmé, že ani jedna ze základních soustav není vhodným řešením pro libovolné zájmové území. Proto se začínají uplatňovat různé modifikace stokových soustav. [7]



Obr. 2 Oddílná stoková soustava [6]

3.2.3 Modifikovaná stoková soustava

Modifikovaná stoková soustava vznikla kombinací jednotné a oddílné stokové soustavy. V zahraničí se můžeme setkat s označením polo-oddílná. Princip je v tom, že splaškové vody jsou odváděny stokami uloženými hluboko pod zemí, kdežto dešťové vody mělce uloženým potrubím (viz Obr. 3). Na začátku deště, při přívalu nejvíce znečištěné dešťové vody se prázdní spojovacím potrubím ze dna dešťových stok v šachtách do stok splaškových. Po jejich zahlcení nad úroveň dna dešťových stok dochází k odtoku srážkové vody dešťovými stokami přímo do recipientu. Největší znečištění z oplachu terénu na začátku deště a z výplachu dešťových stok je takto svedeno splaškovými stokami do ČOV. Do recipientu je již odváděna relativně čistá voda. [6]



Obr. 3 Modifikovaná stoková soustava [6]

3.3 USPOŘÁDÁNÍ GRAVITAČNÍCH STOKOVÝCH SÍTÍ

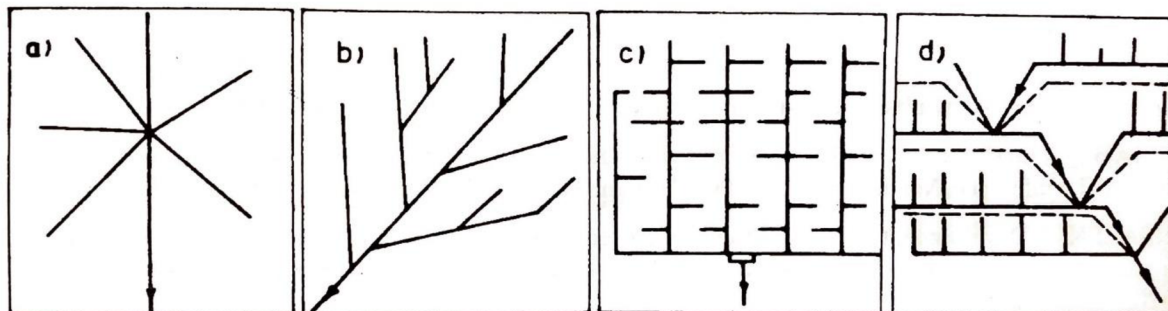
V současné době většina používaných stokových soustav funguje na principu gravitační dopravy odpadních vod potrubím. Systém uspořádání stokových sítí vychází především z konfigurace území, z urbanistického řešení zástavby a vzájemné polohy odvodňovaného území a recipientu. Koncepce konkrétního systému je částečně předurčena členitostí území a dalšími faktory uspořádání stokových sítí. Většina skutečných stokových sítí je kombinace dvou a více systému uspořádání. Jedná se o tyto základní systémy – radiální, větevový, úchytný a pásmový. [6]

Radiální systém (Obr. 4 a) se používá pro odvodnění kotlin. Stoky se paprskovitě sbíhají v nejnižším místě kotliny, odkud se odpadní voda odvádí gravitačně nebo přečerpáváním. [8]

Větevový systém (Obr. 4 b) je vhodný do členitého terénu s nepravidelnou zástavbou. Stoky jsou vedeny, pokud možno nejkratší trasou do hlavní kmenové stoky, která je umístěna v nejnižším místě lokality. [8]

Úchytný systém (Obr. 4 c) se navrhuje v dlouhých táhlých údolích. Úchytná stoka je vedena podél vodního toku a přejímá postupně odpadní vody z jednotlivých sběračů. [8]

Pásmový systém (Obr. 4 d) se používá při odvodňování rozsáhlejšího území s většími výškovými rozdíly. V jednotlivých pásmech pak může být systém radiální, úchytný i větevový. Pásmový systém umožňuje odvodňovat jednotlivá pásma samostatně gravitačně a přečerpávat odpadní vody pouze z nejnižšího pásma. [6, 8]



Obr. 4 System uspořádání stokových sítí [6]

3.4 TVARY STOKOVÝCH SÍTÍ

Výběr tvaru příčného profilu stok je dán především hydraulickými, provozními, stavebními, ekonomickými, geologickými a dalšími požadavky. Je doporučeno používat základní a jednoduché tvary, mezi které patří – kruhový, vejčitý a tlamový. [7]

Kruhové stoky jsou definovány vnitřním průřezem D v mm, ostatní tvary jsou definovány poměrem šířky k výšce ($b:H$) v milimetrech. [6]

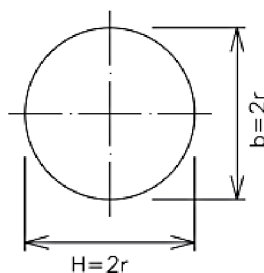
DN 800 se u kruhových stok pokládá za minimální průřezný profil a za minimální průchozí se pokládá profil, který má šířku 600 mm a výšku 1500 mm. [6]

Staticky nejvýhodnějším tvarem je elipsa – tedy stoky vejčité, méně vhodný je tvar kruhový a nejméně vhodným tvarem je tvar tlamový. [6]

3.4.1 Kruhový tvar

Jedná se o základní tvar a používá se převážně pro malé profily (viz Obr. 5). Kruhový profil je nejvýhodnější pro jejich čištění a také se nejlépe vyrábí jako prefabrikát. Na druhou stranu je staticky méně výhodný než tvar vejčitý. [7]

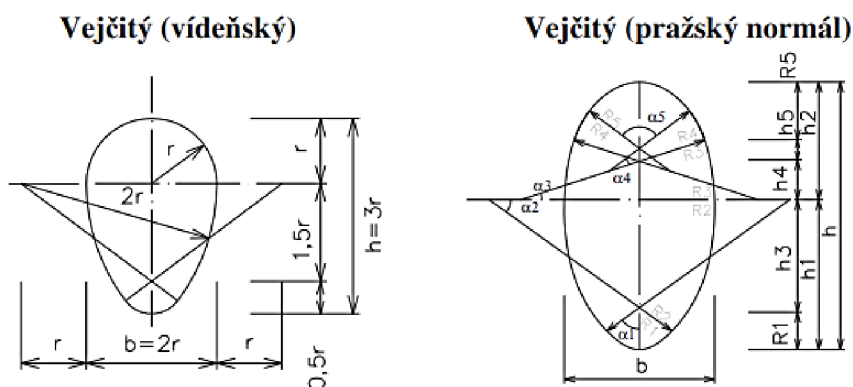
Kruhový tvar stoky se používá v rozměrech DN: 250, 300, 400, 500, 600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2200, 2400 a dále po 200 mm. [6]



Obr. 5 Kruhový profil [7]

3.4.2 Vejčitý tvar

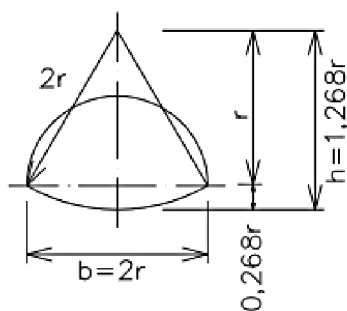
Vejčitý profil je ideální pro stoky s kolísajícím průtokem. Má nejlepší hydraulické vlastnosti (koncentrace odtoku v potrubí) a je staticky nejvýhodnější. Naopak pro jeho výstavbu je potřeba dostatečná výška nadloží. Vejčité profily se zpravidla na místě vyzdívají z kanalizačních cihel nebo se betonují. Profil je vždy složen z kružnic různých poloměrů. Vejčitých profilů je více druhů například Vídeňský nebo Pražský normál (viz Obr. 6). [6, 8]



Obr. 6 Vejčitý profil Vídeňský a Pražský normál [7]

3.4.3 Tlamový tvar

Tlamový profil se používá hlavně tam, kde není možné využít vejčitý tvar, a to především kvůli stísněným geologickým poměrům (nízké nadloží). Oproti ostatním tvarům je staticky nejméně výhodný a hydraulicky nepřizpůsobivý (viz Obr.7). [6]



Obr. 7 Tlamový profil [7]

3.5 MATERIÁLY STOKOVÝCH SÍTÍ

Materiál stokových sítí se volí podle účelu a potřebné životnosti díla. Musí splňovat jisté vlastnosti jako je například vodotěsnost, bezpečná odolnost proti chemickým, mechanickým a biologickým vlivům, proti agresivnímu působení vnějšího prostředí, proti namáhání stok, a především proti vlivům dopravované odpadní vody. Také by měl splňovat požadovanou pevnost, únosnost, minimální drsnost a umožnit bezpečné čištění stok. [6]

Mezi vyhovující materiály pro potrubí stokových sítí patří kamenina, beton, železobeton, polymerbeton, sklolaminát, čedič, šedá a tvárná litina, plasty, vláknocement, případně kombinace výše uvedených. Spojení trub musí být vodotěsné a jejich životnost musí odpovídat životnosti stokové sítě. [6]

Stoky mohou být trubní, monolitické, případně ze stavebních dílců již uvedených materiálů, např. zděné z kanalizačních cihel na cementovou maltu. Je možné opatřit vnitřní líc zděné nebo betonové stoky úplným nebo částečným obložením a tím zvýšit odolnost proti obrusu a chemickým účinkům odpadních vod. Vhodné materiály na obložení jsou kamenina, tavený čedič, odolný a houževnatý kámen, sklolaminát, plasty a další podobné materiály. Při obkládání je nutné použít odolné pojivo obkladů a spár a technologii tak, aby nedošlo k odlupování obložení. [6]

3.5.1 Kamenina

Díky skvělým vlastnostem se pro odvádění odpadních vod nejčastěji používá potrubí z kameniny. Mezi hlavní výhody patří vysoká životnost (výrobce uvádí minimálně 100 let), otěruvzdornost, chemická (pH 0,4 – 13,4) a mechanická odolnost, nepropustnost trub, nízký hydraulický odpor (díky glazuře se neusazují nečistoty) a v neposlední řadě trouby z kameniny je možné recyklovat, jelikož se na výrobu používají suroviny přírodního původu. [6]

3.5.2 Beton a železobeton

Trouby z betonu a železobetonu (ŽB) se používají převážně pro odvod odpadních vod a dalších neagresivních tekutin o volné hladině nebo přechodně v mírném tlakovém proudění. Trouby o průměru DN 600 a více je možné pro zvýšení odolnosti vůči abrazi a chemicky agresivním látkám opatřit čedičovou nebo plastovou výstelkou a prodloužit tak několikanásobně jejich životnost. [6]

3.5.3 Plast

Plastové potrubí je velice odolné vůči agresivním účinkům odpadních a podzemních vod. Mezi hlavní výhody patří malá hmotnost, dostatečná hladkost, možnost recyklace, odolnost proti korozi a zarůstání. Jedna z nevýhod plastového potrubí je malá tepelná odolnost. Při nízkých teplotách se zvyšuje křehkost materiálu a vysokým teplotám vydrží odolávat jen krátkou dobu. Výrobci plastových trub sice uvádí dlouhou životnost 50-100 let, dle zkušeností z praxe je životnost pouze 25 let, jelikož se materiál používá teprve krátce [6]

Existuje několik druhů plastů, avšak na výstavbu stokových sítí se používají jen některé z nich:

- PVC (polyvinylchlorid) – V oblasti kanalizace patří mezi nejstarší a nejčastěji používaný polymer, i když jiné plastové potrubí má mnohdy lepší vlastnosti, v tomhle případě je rozhodujícím faktorem poměr

cena/výkon. Výhodou je vysoká tvrdost, tvarová stálost a nízká tepelná roztažnost. Nevýhodou je křehnutí materiálu při nízkých teplotách. Životnost výrazně ovlivňuje neopatrná manipulace.

- PE (polyethylen) – Potrubí z PE se v posledních letech díky svým vlastnostem stalo nejpoužívanějším materiálem pro výstavbu tlakových rozvodů vody, plynu a kanalizací, a to hlavně díky výborným fyzikálním vlastnostem a možnosti svařování.
- PP (polypropylen) – Používá se převážně pro gravitační splaškové i dešťové kanalizace. Je odolný vůči rezistentním i chemickým látkám a odolá vysokým i nízkým teplotám. Nevýhodou je vysoká tepelná roztažnost a náchylnost na průhyb potrubí. [19]

3.6 ŽIVOTNOST TRUB

Technická životnost stavby je doba, po kterou je stavba plně funkční. Její funkčnost bývá omezená vlivem fyzického opotřebení a je nutné provádět pravidelnou údržbu a opravy. Životnost stokových materiálů vychází především z dlouhodobých zkušeností o provozování stokové sítě a z hodnocení vlastností materiálů. [28]

V následující tabulce jsou vypsány průměrné životnosti trub na základě materiálu, ze kterého jsou vyrobeny. Životnost trub pro své materiály uvádí přímo výrobci dané trouby (viz. Tab. 1).

Tab. 1 Průměrná životnost trub dle materiálu [19, 20]

Materiál	Životnost (roky)
Kamenina	≥ 100
Beton a ŽB	50–80
Sklolaminát	50
Čedič	≥ 100
Tvárná litina	≥ 80
Plasty	50–100

Porovnání tykající se poruchovosti jednotlivých druhů materiálů poukazuje na srovnatelné hodnoty kameninových a plastových trub, ačkoliv kameninové trouby se v ČR používají více než 100 let, na rozdíl od plastových potrubí, které se používá výrazně kratší dobu. Uvedené hodnoty neberou v úvahu časový faktor. Pro přesnější porovnání poruchovosti jednotlivých druhů trubních materiálů by bylo zapotřebí porovnávat poruchovost stok stejného stáří. [28]

4 ČIŠTĚNÍ, PRŮZKUM A PORUCHY STOKOVÝCH SÍTÍ

4.1 ČIŠTĚNÍ KANALIZACE

Čištění je součástí pravidelné údržby a provozu stokových sítí a je potřeba ho provádět před každým průzkumem a sanačními pracemi. Čištění pomáhá odstranit sedimenty, znečištění, ulpívající látky a další překážky vyskytující se v potrubí a díky tomu je vyhodnocování technického stavu stokových sítí přesnější. Způsob čištění se vybírá na základě složení sedimentů, ulpívajících látek, znečištění a zároveň i podle druhu a materiálu stěn potrubí. Přednostně se využívají způsoby, u kterých není nutná přítomnost obsluhy přímo uvnitř stokových sítí. U vysokotlakého čištění se musí zvolit přiměřený tlak vody, aby nedošlo k narušení konstrukce. K narušení konstrukce vysokým tlakem vody dochází především u betonových stok. [16]

Existuje několik způsobů čištění stokových sítí, které je možné rozdělit do tří skupin: hydraulické, mechanické a hydraulicko-mechanické. [16] V následujících kapitolách jsou tyto způsoby popsány.

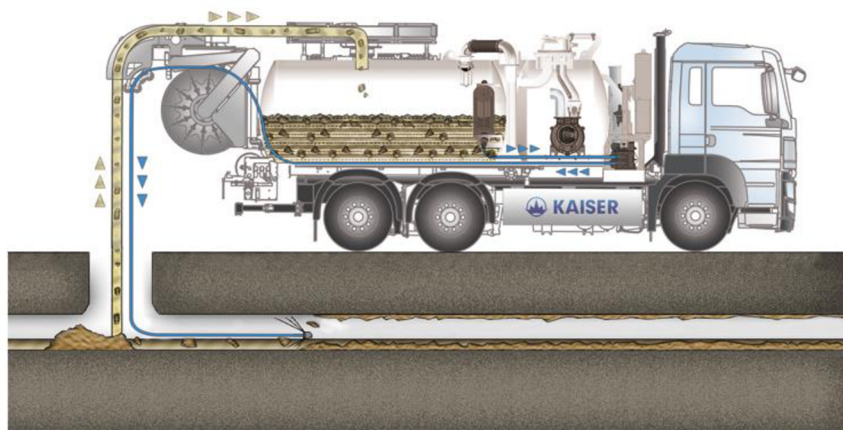
4.1.1 Hydraulické čištění

Mezi metody hydraulického čištění patří: proplachování, vysokotlaké čištění, sání a řezací zařízení – vysokotlaký vodní paprsek. [16]

Vysokotlaké čištění

Vysokotlaké čištění vodou se v současné době řadí mezi nejpoužívanější metodu k odstranění sedimentů a cizích předmětů ve stokové síti. Princip vysokotlakého čištění je založen na čerpání proplachovací vody vysokotlakým čerpadlem z cisterny přes hadici až do trysky. Tryska obsahuje speciální vložky, pomocí kterých se vytvoří vodní paprsek s vysokým tlakem. Vodní paprsek svou silou rozpojí a rozvíří sedimenty, tím se stoka vyčistí. V případě velmi tvrdých sedimentů nebo prorůstajících kořenů se použijí frézovací nástavce nebo řetězové čističe. Vysokotlaké zařízení je přiděláno na vůz a voda je do něj obvykle přiváděna z hydrantu. [16]

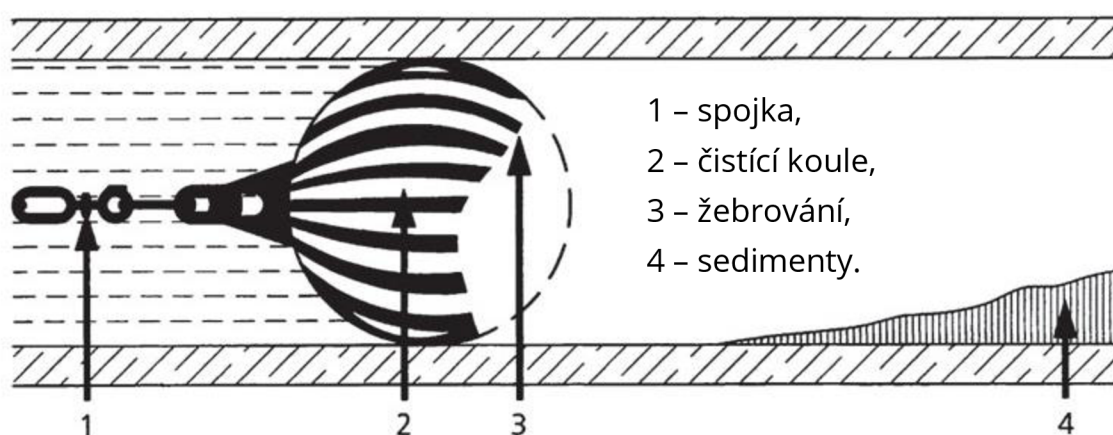
Jedním z takových zařízení je vůz ROTOMAX od Lichtenštejnské společnosti KAISER. Důležitým bodem systému recyklace vody ROTOMAX je oscilační rotační filtrační buben. Tento jednostupňový filtrační systém, zabudovaný do přední části kalové nádrže, odděluje pevné částice od odpadní vody. Přefiltrovaná voda je vedena přímo (bez usazovací nádrže) do tlakového transformátoru KAISER pro další tryskání (viz Obr. 8). [17]



Obr. 8 Čistící vůz KAISER ROTOMAX - WATER RECYCLING [17]

Proplachování

Proplachování patří mezi nejstarší způsoby čištění stokové sítě a v současnosti se používá už jen zřídka. Existují dva způsoby proplachování: proplachování vlnou nebo zpětným vzdutím. Obě zmíněné metody jsou založeny na principu odstraňování usazenin pomocí zvýšení rychlosti proudění vody v potrubí. U proplachování vlnou se zadrží odpadní nebo pitná voda ve speciálních proplachovacích šachtách nebo nádržích, které jsou osazeny na stokovou síť, a při rychlém otevření takovéto nádrže vznikne povodňová vlna, která spláchne usazeniny. Proplachovací délka se pohybuje v rozmezí 100-200 metrů. U metody proplachování zpětným vzdutím se do stokové sítě zavedou speciální nástroje jako čistící koule a proplachovací štít. Tyto přístroje v toku vytvoří ucpávku, za kterou se vzdouvá odpadní voda, ta vytváří tlak na zařízení, které se díky tomu pohybuje a tlačí před sebou usazeniny (viz Obr. 9). [16]



Obr. 9 Čistící kanalizační koule [16]

4.1.2 Mechanické čištění

Mechanické čištění se dělí podle způsobu provádění a podle použitého náradí do čtyř skupin:

- ruční nebo strojní těžení,
- čištění čistícím zařízením,
- čištění dálkově řízeným zařízením,
- ostatní způsoby čištění. [16]

Ruční nebo strojní těžení

Používá se u průchozích profilů k odstranění sedimentů pomocí mechanického rozrušování. Sedimenty jsou následně dopravovány na povrch. Mezi používané náradí patří krumpáče, lopaty, sbíjecí kladiva, nakladače a lanové škrabky. [16]

Čištění čistícím zařízením

Toto čištění stokových sítí je složeno ze dvou fází. V první fázi se rozruší a nakypří usazeniny za použití lanem taženého kanalizačního vědra a ve druhé fázi se tento materiál odstraní z potrubí. [16]

Čištění dálkově řízeným zařízením

Tento způsob odstraňování zpevněných usazenin, předsazených přípojek a vrůstajících kořenů byl vyvinut pro neprůchozí profily. K tomuto účelu slouží vrtná a frézovací zařízení a mechanické řezací zařízení. [16]

4.1.3 Hydraulicko-mechanické čištění

Běžně se používají pro přímé úseky tlakového potrubí s konstantním průměrem a maximální délkou 800 m. Použití je možné v profilech s dostatečným přetlakem a množstvím vody. Existují tři metody hydraulicko-mechanického čištění: čištění nástroji upoutanými na laně, neupoutaným nástrojem s vysílačem a lasičkování. [16]

4.2 PRŮZKUM

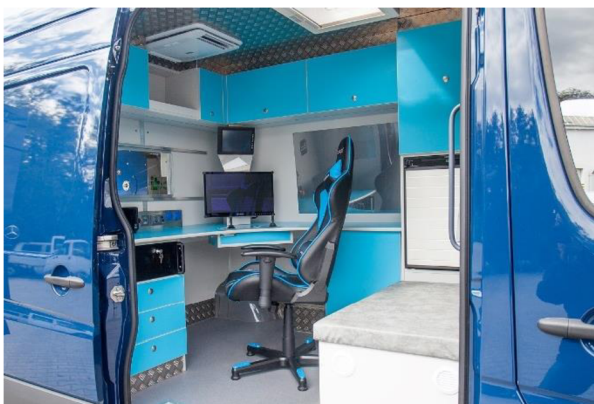
Průzkum stokových sítí je již prováděn ve většině současných provozních společností. Společnosti se snaží rozšiřovat a modernizovat technické prostředky průzkumu. [28]

Průzkum stokových sítí se ve většině případů provádí pomocí vizuální prohlídky. U neprůlezných profilů se pro vizuální prohlídku používá televizní inspekční systém (dálkově ovládaný kamerový vozík), další metodou je měření deformací profilu potrubí nebo pomocí zjišťování stavu stěn trub a dutin pomocí georadarů. U průlezných profilů prohlídku provede speciálně vyškolený pracovník s kamerou a vše pečlivě zaznamená. Takové kontroly se provádí především pro hodnocení naléhavosti a rozsahu oprav a případné obnovy a také kontroly již provedených oprav. Všechny zjištěné výsledky a jejich vyhodnocení je nutné pečlivě zaznamenat, evidovat a archivovat. [16, 28]

Pro již zmíněný průzkum je k dispozici norma ČSN EN 13 508-1 a 2 Posouzení stavu venkovních systémů stokových sítí a kanalizačních přípojek, která uvádí funkční požadavky provoz systému, funkční závady a následky provozních závad (viz kapitola 6.1). [28]

Jednotlivé společnosti si ovšem zavádí vlastní systémy evidence výsledků průzkumu, zjištěných závad a průběhu jejich odstranění, strukturu sledovaných objektů, druhu poruch a jejich příčiny. Právě odlišnost jednotlivých systémů znemožňuje souborné hodnocení poruchovosti ve více společnostech. [28]

Vizuální prohlídka neprůlezných stokových sítí pomocí inspekčního systému je jedna z nejrozšířenějších způsobů průzkumu. Inspekční systém se skládá z kamerového vozíku, který se pomocí dálkového ovládní pohybuje v kanalizaci. Inspekční zařízení může být přenosné a jeho součástí je řídicí kufr (Obr. 12, 13,14), nebo pevně zabudované v inspekčním voze (Obr. 10, 11), kdy je kamerový systém zabudován formou vestavby do dodávky dle vlastního výběru. [11, 16, 21]



Obr. 11 Řídicí vůz [21]



Obr. 10 Kamerová vestavba [21]



Obr. 14 Nástrčná kamera REVI 260 osazena rotační hlavou a řídicí kufr [21]



Obr. 12 Rotační hlava REVI 260 [21]



Obr. 13 Naviják a tlačná struna [21]

4.3 PORUCHY STOKOVÉ SÍTĚ

Poruchy na stokové síti mají obrovský vliv na její funkčnost. Je proto zapotřebí stokové síť pravidelně kontrolovat. Posouzení stavebně-technického stavu stokových sítí je důležitým vstupním údajem pro následné řešení vzniklých poruch. Poruchou se tedy rozumí stav, kdy stoková síť přestává plnit svoji funkci nebo ji plní jen omezeně, a to může mít za následek havárii, např. propadnutí ulice, sesutí domu a v nejhorším případě i ztráty na životech. [27]

Základní možné příčiny poruch jsou:

- vada projektu, nesprávný návrh,
- hydraulické kapacitní problémy,
- zanášení stokové sítě,
- nevhodně zvolené materiály,
- výrobní vada použitého materiálu,
- vadné provedení stavby,
- koroze materiálu stoky vlivem vnitřního, resp. vnějšího prostředí,
- opotřebení stoky provozem (průtokem odpadních vod, čištěním),
- zvýšené vnější namáhání,
- cizí zavinění. [27]

Při provozu stokové sítě se riziko poruchy posuzuje na základě parametrů zjištěných terénním průzkumem. Mezi tyto poruchy patří:

- statického poškození potrubí nebo zdiva stoky,
- porušení vnitřního povrchu stok (obrus, koroze),
- deformace trub z pružných materiálů,
- dutiny a rozvolněná hornina za rubem stok,
- netěsnost stokové sítě,
- chybně provedená napojení přípojek,
- statické porušení konstrukce objektů,
- stav šachet z hlediska bezpečnosti. [27]

Poruchy v ČR způsobuje především stáří kanalizace. Některé stoky dosahují stáří až 100 let. Další příčiny poruch mohou vzniknout při špatném uložení a manipulaci, ale také vnějšími vlivy, jako například zvýšené zatížení od dopravy, které v dřívějších letech nebylo při výstavbě stokových sítí bráno v potaz. K tomuto zatížení dochází především ve velkých městech. [22]

5 METODIKY PRO VYHODNOCENÍ STAVU STOKOVÝCH SÍTÍ

Kontrola kanalizace je důležitou součástí údržby stokové sítě. Vadná kanalizace může způsobit pronikání spodních vod do kanalizace nebo odpadních vod do podzemí vody. To by mohlo způsobit ohrožení životního prostředí. Pravidelnou inspekci se tomu snaží zabránit. [15]

Z tohoto důvodu existuje několik metodik, zabývajících se vyhodnocením technického stavu stokových sítí. Průzkum se provádí nejčastěji vizuální nebo kamerovou prohlídkou. Získané informace se pak vyhodnotí podle předem stanoveného kritéria dané metodiky. V následujících kapitolách je uvedeno několik příkladů metodik používaných v ČR a v zahraničí.

5.1 METODIKA DLE NORMY ČSN EN 13 508-2+A1

Jedna z metodik je sepsána v evropské normě ČSN EN 13 508-2+A1 a jedná se o metodiku dle kódovacího systému – Zjišťování a hodnocení stavu venkovních systémů stokových sítí a kanalizačních přípojek – Část 2: Kódovací systémy pro vizuální prohlídku. Tato metoda vychází především z kamerových průzkumů. Platí pro venkovní systémy stokových sítí a kanalizačních přípojek, které jsou provozovány především jako gravitační. Tato část normy stanovuje kódovací systém, který popisuje stav vycházející z vizuální prohlídky uvnitř stok a kanalizačních přípojek, ve vstupních a revizních šachtách. Na základě kamerového průzkumu se nalezená vada zatřídí podle hlavního kódu, který nejlépe popisuje nález, případně se můžou doplnit další nezbytné údaje. Nálezy v žádném případě nemohou být zaznamenány bez použití hlavního kódu. Kódy ke stokovým sítím a kanalizačním přípojkám jsou složeny ze tří písmen, a to ze základního písmene **B**, které znamená jeho přiřazení ke stokám, kanalizačním přípojkám nebo k vstupní či revizní šachtě. Druhé písmeno (A, B, C nebo D) zatřídí zjištěné vady do jedné ze čtyř skupin a třetí písmeno určuje jednotlivou vadu. Pro kompletní využívání této normy je zapotřebí intenzivní školení pracovníků kontroly a přizpůsobení softwaru. [12]

Tento systém neobsahuje metody pro vyhodnocení stavu stok nebo kanalizačních přípojek, protože k tomu jsou nutná subjektivní hodnocení a použití doplňujících informací. [12]

Hlavní kódy jsou tedy:

- BA** se vztahuje ke konstrukci stok a kanalizačních přípojek;
- BB** se vztahuje k provozu stok a kanalizačních přípojek;
- BC** se vztahuje k inventarizaci stavu;
- BD** jsou další hlavní kódy. [12]

Pro lepší představu je zde uvedeno pouze pár vybraných kódů vztahujících se ke konstrukci potrubí stok a kanalizačních přípojek:

Kódy **BA** vztahující se ke konstrukci stok a kanalizačních přípojek:

BAA – deformace trub;

BAE – chybějící malta;

BAF – poškození povrchu.

Kódy **BB** vztahující se k provozu stok a kanalizačních přípojek:

BBA – kořeny stromů nebo jiných rostlin prorůstající trubními spoji;

BBB – látky ulpívající na stěně stok a kanalizačních přípojek;

BBD – usazeniny na dně stok a kanalizačních přípojek.

Kódy **BC** vztahující se k inventarizaci stavu:

BCA – napojení kanalizačního potrubí;

BCB – místní (lokální) oprava;

BCC – zakřivení stoky.

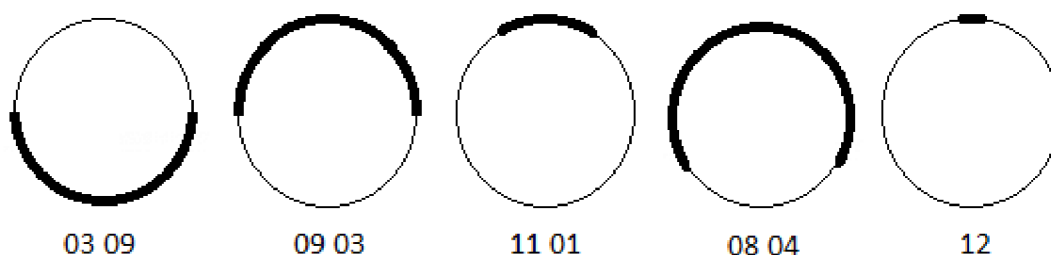
Další hlavní kódy **BD**:

BDB – obecná poznámka, která nemohla být zaznamenána jiným způsobem;

BDF – ovzduší uvnitř kanalizačního potrubí bylo zjištěno potenciaálně nebezpečné;

BDG – ztráta viditelnosti; prohlídka je znemožněna. [12]

Všechny kódy a jejich přesné znění je uvedeno v normě ČSN EN 13 508-2+A1



Obr. 15 Příklady označování výskytu vad podle hodinového ciferníku [12]

Zmíněné kódy slouží k co nejpřesnějšímu popisu určitého nálezu, ale mohou být použity maximálně dvě možnosti. Tyto kódy je nutno zaznamenat v předem zadaném pořadí.

Níže jsou popsány kódy, které se mohou objevit v praktické části. Jako první je popsán doporučený systém označování základních informací o prohlídce, o stokách a kanalizačních přípojkách kódy vztahujících se k danému záznamu. Následuje tabulka s vybranými kódy týkající se popisu stavu konstrukce posuzovaného úseku (viz. Tab. 2). [12]

Kódy pro místa prohlídky

Kód	Název	Popis
AAA	Délka úseku	Označení délky úseku.
AAJ	Poloha umístění	Popis umístění stoky (např. název ulice).
AAK	Směr prohlídky	Ve směru toku (A); proti směru (B); neznámý (C).
AAL	Údaje k poloze	V pozemní komunikaci (A), v chodníku (B), atd.
AAM	Objednatel	Jméno objednatele.

Kódy pro podrobnosti o prohlídce

Kód	Název	Popis
ABE	Druh prohlídky	Pochůzkou (A), kamerovým systémem (B), atd.
ABF	Datum prohlídky	Datum prohlídky ve formátu RRRR-MM-DD.
ABG	Čas prohlídky	Místní čas prohlídky ve formátu hh:mm.
ABH	Jméno pracovníka	Jméno pracovníka a firmy, provádějící prohlídku.
ABI	Ozn. prohlídky	Označení druhu inspekce.

Kódy podrobností o stokách nebo kanalizačních přípojkách

Kód	Název	Popis
ACA	Tvar profilu	Kruhový (A); pravoúhlý (B); vejčitý (C); atd.
ACB	Výška	Výška příčného profilu v mm.
ACC	Šířka	U kruhového profilu se neuvádí.
ACD	Materiál	Materiál podle normy – Kódy pro materiály.
ACJ	Druh stoky	Gravitační stoka (A); přetlakové úseky (B).
ACK	Využití stoky	Pouze pro odvod odpadní vody (A); dešťové (B); sdružená stoka (C).
ACM	Čištění	Stoka byla před prohlídkou vyčištěna (A); stoka nebyla před prohlídkou vyčištěna (B).
ACN	Zprovoznění	Přibližný rok uvedení stoky do provozu RRRR.

Tab. 2 Podrobný popis kódů vztahujících se ke konstrukci potrubí stok a kanalizačních přípojek [12]

Hlavní kódové označení	Doplňující informace	Popis
Praskliny		
BAB	Charakterizace 1	Druh praskliny: - povrchová prasklina (A) – pouze na povrchu; - prasklina (B) – linie praskliny je na stěně stoky patrná, části potrubí jsou ještě na místě; - otevřená prasklina (C) – ve stěně stoky je mezera.
	Charakterizace 2	Průběh tvorby prasklin: - v podélném směru (A); - na obvodu (B); - komplexní tvorba prasklin (C); atd.
	Kvantifikace	Šířka praskliny v mm.
	Poloha na obvodu	Poloha by měla být zaznamenána.
Rozlomení/destrukce stok a kanalizačních přípojek		
BAC	Charakterizace	Druh rozlomení/destrukce: - rozlomení (A) – části trouby jsou viditelně posunuty, ale nechybí; - chybějící části (B) – chybějící části stěny; - destrukce (C) – konstrukce je zcela zničena.
	Kvantifikace	Tam, kde je to možné, musí se délka rozlomení nebo destrukce zaznamenat. Délka rozlomení/destrukce v mm se zaznamená, pokud je menší než 1000 mm. Pokud je délka v podélném směru větší než 1 m, zaznamená se počátek a konec rozlomení/ destrukce.
	Poloha na obvodu	Poloha by měla být zaznamenána.
Vyčnívající (předsazená) kanalizační přípojka		
BAG		Trouba přípojky zasahuje do stoky a zužuje její průřez. V tomto případě je nutno použít také kód pro přípojku (BCA – Napojení kanalizačního potrubí).
	Kvantifikace	Délka vyčnívající přípojky vyjádřena jako procentuální podíl průměru nebo výšky potrubí.
	Poloha na obvodu	Střed přípojky by měl být zaznamenán.
Okolní zemina je viditelná z důvodu poškození potrubí		
BAO		Poškozeným místem je možné zahlédnout materiál obsypu potrubí nebo okolního terénu (zemina).
	Poloha na obvodu	Poloha by měla být zaznamenána.

5.2 METODIKY POUŽÍVANÉ V ČR

5.2.1 Metodika ÚVHO VUT Brno

Metodika TNV 75 6905 – Metodika hodnocení technického stavu kanalizační sítě byla sestavena na Stavební fakultě VUT v Brně a používá se pro hodnocení technického stavu venkovních stokových sítí a kanalizačních přípojek, které jsou používány jako gravitační. Začíná v místě, kde odtékají odpadní vody z budovy až do místa, kde přitékají do čistírny odpadních vod nebo do vodního recipientu. [9]

Při hodnocení technického stavu potrubí jsou použity podklady z kamerového průzkumu

a další dostupné informace (stáří, druh materiálu atd.). Vyhodnocení funguje na principu zjednodušeného bodového systému, který umožní zatřídit technický stav potrubí a objektů na stokové síti do pěti kategorií označených K1–K5 (viz Tab. 3). [9], [10]

Vychází z americké metody FMEA (Failure Modes Effects and Analysis), což v překladu znamená Analýza a efekty poruchových režimů. [11]

Tab. 3 Kategorie zatřídění stavu a objektů na stokové síti [11]

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

Podle této metodiky je ideální posuzovanou stokovou sítí rozdělit na samostatné ucelené celky:

- kmenové stoky,
- uliční stoky přiléhající ke kmenovým stokám,
- šachty ve vybrané části stokové sítě,
- ostatní objekty,
- strojně-technologické části. [9]

Metodika využívá kódovací systém pro popis stavu provedený vizuální kontrolou stokové sítě, kanalizačních přípojek, vstupních a revizních šachet na gravitační kanalizaci. Postup jejich hodnocení pro posouzení jednotlivých vybraných částí je stanoven podle technických ukazatelů (dále TU). [10]

Podrobný přehled technických ukazatelů pro hodnocení technického stavu úseků stokové sítě:

TU 1 – prolomení/zborcení trouby: chybí části stěny trouby jako následek trhlin/koroze;

TU 2 – trhliny v potrubí;

TU 3 – netěsnost: rozumí se vnikání nebo unikání vody do/ze stokového systému, které překračuje doporučené hodnoty pro test na vodotěsnost;

TU 4 – přesazení trubek: rozumí se taková odchylka přesazení trubek vůči sobě, která nebyla plánovaná v projektu ani při výstavbě;

TU 5 – nesprávné uložení v % profilu výšky: v hrdle nebo ve spádu;

TU 6 – prorůstání kořenů;

TU 7 – překážky v odtoku;

TU 8 – obrus (opotřebení): je postupná ztráta materiálu ze svrchního povrchu tělesa, vyvolaná mechanickým působením, to znamená kontakt a pohyb pevných, tekutých nebo plynných částic tělesa;

TU 9 – koroze: pod pojmem koroze se rozumí reakce materiálu se svým okolím, která způsobí měřitelnou změnu materiálu (objeví se koroze) a může vést k poškození funkce stavebního prvku (dílce) nebo celého systému;

TU 10 – deformace: změna tvaru profilu potrubí. [9]

Pro kanalizační šachty se používají již zmíněné technické ukazatele **TU** plus dva další ukazatele:

TU 11 – poškozené stupadlo nebo žebřík,

TU 12 – poškození poklopu nebo rámu. [10]

Pomocí technických ukazatelů (TU) a pomocí kategorií poruch se posuzují a vyhodnocují jednotlivé části stokové sítě (viz Tab. 4). [11]

Tab. 4 Technické ukazatele stokových sítí [9], [11]

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	zborcení konstrukce	chybějící části trouby	/	/	/	
TU2	Trhliny (b = šíře trhlinky v mm)	> 5 mm	2 - 5 mm	0,5 - 2 mm	0,2 - 0,5 mm	< 0,2 mm	
TU3	Viditelná netěsnost	tekoucí voda	vlhké, kapající voda	/	/	/	
TU4	Přesazení (trubek vůči sobě)	DN < 300	/	> 2 cm	1 - 2 cm	< 1 cm	/
		300 < DN < 600	/	> 3 cm	2 - 3 cm	1 - 2 cm	< 1 cm
		600 < DN < 1000	/	> 4 cm	3 - 4 cm	2 - 3 cm	< 2 cm
		1000 < DN	/	> 5 cm	4 - 5 cm	3 - 4 cm	< 3 cm
TU5	Nesprávné uložení v % profilu výšky	/	> 50 %	25 - 50 %	10 - 25 %	< 10 %	
TU6	Prorůstání kořenů	v hrdle	> 2 cm	1 - 2 cm	0,5 - 1 cm	0,1 - 0,5 cm	< 0,1 cm
		v trhlíně	> 1 cm	0,5 - 1 cm	< 0,5 cm	/	/
TU7	Překážky v odtoku % plochy průtoku	usazeniny	> 50 %	25 - 50 %	10 - 25 %	< 10 %	/
		pevné překážky	> 30 %	15 - 30 %	5 - 15 %	< 5 %	/
TU8	Obrus	> 3 cm	1 - 3 cm	< 1 cm	/	/	
TU9	Koroze	zborcení	chybějící části trouby	všeobecné napadení	/	/	
TU10	Deformace profilu	/	> 10 %	5 - 10 %	< 5 %	/	
TU11	Poškozené stupadlo nebo žebřík	chybí	narušená statika	/	/	/	
TU12	Poškození poklopu nebo rámu	prasklý	trhlinky	/	/	/	

Vyhodnocení technického stavu stokové sítě

Po provedené inspekci dané stokové sítě a zařídění poruch podle technických ukazatelů TU, následuje vyhodnocení úseku. Hodnotí se úsek mezi dvěma šachtami nebo úsek stejného stáří a stejného DN. [13]

TSVÚ tzv. technický stav vybraného úseku se vypočítá dle následující rovnice:

$$TSVÚ = \sum_{i=1}^n TU_i \cdot W_i$$

kde:

n – celkový počet použitých technických ukazatelů;

TU_i – hodnota třídy poruchy pro technický ukazatel z Tab. 4;

W_i – váha přiřazená příslušnému technickému ukazateli; váhu TU stanoví odborníci a musí platit podmínka, že $\sum W_i=1$. [13]

Podle výsledné hodnoty TSVÚ se provede zatřídění do jedné z pěti kategorií K1 až K5 (viz Tab. 5) a následně je každé kategorii přiřazen návrh opravných opatření (viz Tab. 6). [13]

Tab. 5 Zatřídění TSVÚ do kategorií [13]

Kategorie	TSVÚ [-]	
	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

Tab. 6 Návrh opravných opatření dle kategorie [13]

Kategorie	Popis
K1	Odstranění poruchy v rámci jiných stavebních opatření.
K2	Dlouhodobé odstranění poruchy.
K3	Odstranění poruchy ve střední době.
K4	Odstranění poruchy v krátké době.
K5	Neprodlené/neodkladné odstranění poruchy.

5.2.2 Metodika společnosti Ostravské vodárny a kanalizace a.s.

Hodnocení technického stavu provozovaných stokových sítí provádí převážně na základě provedené kamerové inspekce/prohlídky. K tomuto účelu jsou využívány tzv. kamerové vozy vybavené speciální inspekční technikou včetně software (SW). Tímto SW je v současné době produkt WinCan švýcarské společnosti CD Lab AG se sídlem v Murtenu, předtím byl využíván německý SW citi4. [14]

Tento SW produkt plně podporuje hodnocení dle normy ČSN EN 13 508-1,2 Posuzování stavu venkovních systémů stokových sítí a kanalizačních přípojek, podle které provádí kodifikaci závad a hodnocení stavu jednotlivých nálezů. Historicky, do konce roku 2017 bylo hodnocení prováděno dle ATV M149 Zjišťování, klasifikace a hodnocení stavu venkovních systémů stokových sítí a kanalizačních přípojek (souvisí s používáním starší verze SW citi4).[14]

Konkrétní postupy provádění kamerových prohlídek a hodnocení stavu stokových sítí, resp. kategorizace stavu úseků na stokové síti mají pak rozpracovány v interních dokumentech společnosti – metodických postupech MP/61/07 Proces provádění kamerových prohlídek a MP/61/13 Hodnocení stavu kanalizace.

Přehledné tabulky hodnocení vybraných technických ukazatelů a kategorizace stavu úseků na stokové síti (viz Tab. 7, 8). Podrobná kodifikace závad je pak dostupná v uvedené normě 13 508. [14]

Tab. 7 Metodika hodnocení vybraných technických ukazatelů na stokové síti

Technický ukazatel - popis		Třída závady 1	Třída závady 2	Třída závady 3	Třída závady 4	Třída závady 5
Zlomení, zborcení		/	/	narušená statika	chybějící části roury	zborcení konstrukce
Trhliny		< 0,2 mm	0,2 - 0,5 mm	0,5 - 2 mm	2 - 5 mm	> 5 mm
Netěsnost	infiltrace	/	/	vlhké stěny	kapající voda	přítok vody
	exfiltrace	/	/	< 15 %	15 - 50 %	> 50 %
Přesazení rour	DN < 300	/	< 1 cm	1 - 2 cm	> 2 cm	/
	300 < DN < 600	< 1 cm	1 - 2 cm	2 - 3 cm	> 3 cm	/
	600 < DN < 1000	< 2 cm	2 - 3 cm	3 - 4 cm	> 4 cm	/
	1000 < DN	< 3 cm	3 - 4 cm	4 - 5 cm	> 5 cm	/
Nesprávné uložení rour		/	< 10 %	10 - 25 %	25 - 50 %	> 50 %
Vrůstání kořenů	hrdlo	< 0,1 cm	0,1 - 1 cm	1 - 5 cm	5 - 10 cm	> 10 cm
	trhlina	/	/	< 1 cm	1 - 5 cm	> 5 cm
Překážky odtoku	sediment	/	< 10 %	10 - 25 %	25 - 50 %	> 50 %
	pevné překážky	/	< 5 %	5 - 15 %	15 - 30 %	> 30 %
Mechanické opotřebení		/	/	< 1 cm	1 - 3 cm	> 3 cm
Koroze stěn		/	lokální napadení	plošné napadení	chybějící části roury	zborcení konstrukce
Deformace profilu		/	< 5 %	5 - 20 %	> 20 %	/
Poškození stupadel		/	/	/	narušená statika	chybí
Poškození poklopu/rámu		/	/	trhlinky	zcela prasklý	chybí

Tab. 8 Tabulka třídění kategorií stavu úseků na stokové síti [14]

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

5.2.3 Metodika společnosti Brněnské vodárny a kanalizace, a.s.

Společnost BVK, a.s. používá metodiku, která je založena na základě kamerových průzkumů. V posledních letech je právě monitoringu v oblasti provozu stokových sítí věnována mimořádná pozornost. Pro tyto účely mají k dispozici dva nejmodernější kamerové vozy typu RCA 90 od německé firmy RAUSCH. Oba tyto vozy jsou vybaveny satelitní kamerou, která umožňuje revizi přípojek a profilů neprůlezných stok. Pro obsluhu takových vozů je zapotřebí speciálně vyškolených zaměstnanců s odpovídající kvalifikací. [15, 18]

Už více než 20 let provádí systematickou revizi pomocí inspekčního kamerového zařízení. Délka celé stokové sítě v Brně činí 1 238 km a ročně se takto zkontroluje více než 100 km stok, to odpovídá cyklu revize celé sítě 1x za 12 let, což je skvělý výkon i v měřítku nejvyspělejších zemí Evropy. [18]

Jsou rovněž příznivci bezvýkopových prací pro opravu poruch na stokové síti, každý rok takto opraví cca 800 poruch a zabrání tak případné havárii kanalizace. [15]

Po provedené revizi je výsledek uložen do databáze GIS (geografický informační systém). Získané informace pomáhají průběžně vyhodnocovat stav stokových sítí a kanalizačních zařízení a účinně vynakládat finanční prostředky na jejich údržbu, opravy a obnovu. [15]

Při provádění prohlídky stok a kanalizačních zařízení je rovněž posuzován stavebně technický stav stoky a kanalizačního zařízení, zejména průhyby, průlomy, praskliny, nedoražené spoje, koroze, prorostlé kořeny, těsnost stok, sklon stoky atd. Stavebně technický stav je posuzován podle stupnice ATV přidělením hodnoty 1-5, přičemž 1 je havarijní stav a je nutno okamžitě sanovat a 5 je ideální stav (viz Tab. 9). Výsledek posouzení je zapisován přímo do protokolu z provedené prohlídky. Výsledky inspekce, které jsou ohodnoceny stupněm priority především na základě zkušeností a subjektivního názoru kvalifikovaných pracovníků jsou následně předloženy ke schválení. [15]

Tab. 9 Způsob klasifikace technického stavu stokových sítí [15]

Kategorie	Druhy závad	Stav potrubí	Opatření
5	Žádné viditelné stavební nedostatky, nepatrná přesazení hrdel.	Potrubí bez závad	Sanace není potřeba
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

5.3 METODIKY POUŽÍVANÉ VE SVĚTĚ

5.3.1 ATV-M 143

Podle návodu ATV M 143 se provádí inspekce a díky ní se zjišťuje a posuzuje skutečný stav stokové sítě nebo jejích částí, jako jsou stavební konstrukce, konstrukční prvky, objekty na stokové síti, kanalizační přípojky, svodné a odpadní potrubí. Před inspekcí musí být kontrolované objekty vyčištěny tak, aby skutečný stav mohl být jednoznačně posouzen. Prohlídka se nejčastěji provádí přímo vizuálně nebo nepřímo pomocí kamerového systému. Pomocí optické kontroly mohou být zjištěny a kvalitativně posouzeny odbočky, překážky v odtoku, směrové odchylky, mechanické opotřebení, vnitřní koroze, deformace, praskliny, spoje trub a spáry, infiltrace podzemní vody. [15]

Skutečný stav, hlavně závady, je nezbytné prošetřit, zaměřit a zaprotokolovat. Ve sporných případech se prohlídka opakuje, v případě rozsáhlých průzkumů se vybere vhodný úsek. Závady a zvláštnosti je třeba zachytit na snímcích a videozáznamech. Zaměstnanci, kteří provádějí kontrolu skutečného stavu kanalizace musí být dobře vyškoleni a musí mít zkušenosti a odborné znalosti o stavbě, provozu a materiálně-technické znalosti o kanalizaci. Jen v takovém případě lze správně posoudit skutečný stav. [15]

Využívá se při plánované inspekci, přípravě návrhu opravy, předání kanalizace dodavateli k odstranění závad, při kontrole kanalizace před uplynutím záruční lhůty a také při přebírání nové kanalizace. [15]

K inspekci je třeba mít mapové podklady, situace, dále polohu, typ a jednoznačnou identifikaci (např. čísla šachet) kontrolovaného objektu. Je nutné poukázat na

možné nebezpečí, např. ovzduší v kanalizaci a složení odpadní vody. Možnosti vstupů je potřeba prověřit a zajistit po celou dobu trvání inspekce. [15]

Metodika ATV-M 143 využívá pro popis nálezů písmenné zkratky A-W (viz Tab. 10). Ke každé zkratce se pojí jednotlivý popis poruchy. Písmenné zkratky se uvádí za sebou a tvoří tak kód, který danou poruchu popisuje. Jsou zde uvedeny pouze vybrané kódy. Této metodiky využívá již zmíněná společnost BVK, a.s. [15]

Tab. 10 Popis nálezů – 1. místo [15]

zkratka	úplný text
A	odbočka (tvarovka)
B	rozlomení trouby, deformace
C	koroze
D	deformace trub z plastů
F	chybné napojení
H	překážka odtoku
K	návrh opravy
L	odchylka z polohy
R	prasklina
S	odbočka (výsek, výřez)
T	chybí střepe
U	netěsnost
V	mechanický obrus
W	jiné závady

Všechny pojmy pro optickou inspekci stokových sítí jsou stanoveny v návodu ATV-M 143 část 2 [15]

Zde je uvedeno pouze pár příkladů použití:

Překážka odtoku

- HEFL 5 – překážka odtoku, výčnělek 5 cm, zřejmá vlhkost, vlevo
- HP-O 20 – překážka odtoku, kořeny, nahoře, zmenšení příčného průřezu o 20%

Odchylka polohy

- LBFO – průhyb stoky nahoru, zřejmá vlhkost
- LHER – horizontální vychýlení, vnikající voda, vpravo

Koroze

- CCBR – koroze v místě spoje, viditelná zemina, vpravo
CME0 – koroze materiálu spáry, vnikající voda, vrchol

Praskliny

- RQFL – příčná prasklina, zřejmá vlhkost, vlevo
RS-- – popraskané trouby, celý obvod

Rozlomení trouby, deformace

- BKBO – chybí cihla, viditelná zemina, nahoře
BW-L – chybí část obložení, vlevo

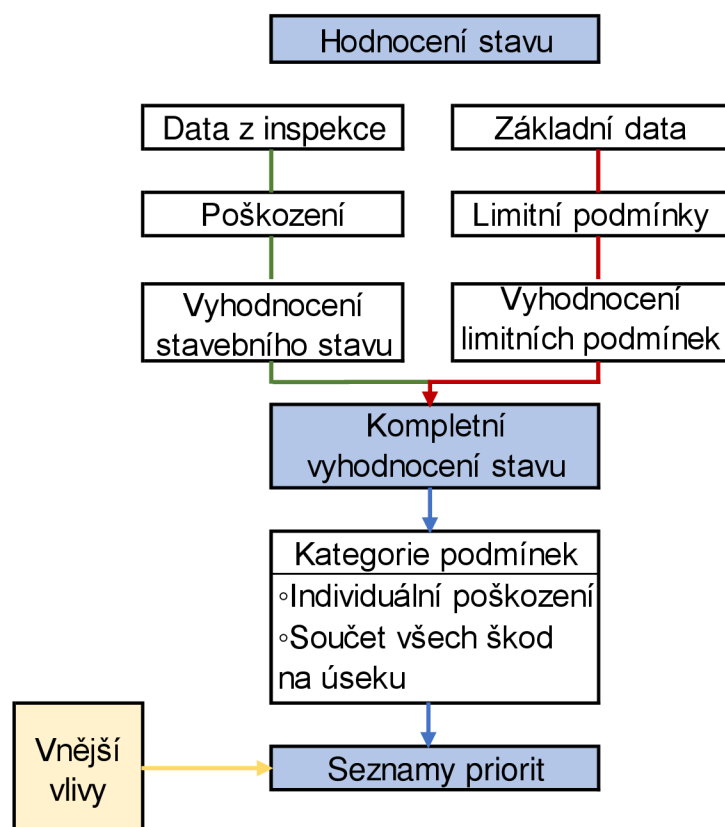
Odbočky (výseky, výřezy)

- SNFL – výsek neodborně provedený, zřejmá vlhkost, vlevo
SR-O – prasklina v místě výseku, nahoře [15]

5.3.2 KAPRI

KAPRI (zkratka pro **KA**nalsanierungs-**PRI**oritäten), je klasifikační systém, který se v praxi používá už dlouho a velmi se osvědčil. Byl vyvinut společností IfK v Bochumi v Německu. Plně zohledňuje požadavky DIN EN 752-5 (1997). [23]

Základní myšlenka tohoto modelu je poskytnout seznamy priorit pro údržbu jednotlivých míst poškození pomocí čistě statistické klasifikace poškození. Za tímto účelem se pro vybraný úsek kanalizace hodnotí na jedné straně stavební stav kanalizace, který se hodnotí pomocí dostupných výsledků inspekce s přihlédnutím pouze k druhu a rozsahu poškození a na straně druhé se hodnotí vnější limitní podmínky pomocí vyhodnocení příslušných údajů o kanalizaci (viz Obr. 16). Kompletní vyhodnocení stavu vybraného úseku kanalizace a podklad pro vytvoření seznamů priorit vyplývá z matematické kombinace samostatně stanovených výsledků. [24]



Obr. 16 Schéma hodnocení stavu kanalizace pomocí KAPRI [23]

Hodnocení konstrukčního stavu

Hodnocení konstrukčního stavu vychází z popisu poškození podle ATV-M 143-2. Vyhodnocení konstrukčního stavu s ohledem na stávající stav i skutečný rozsah poškození se v modelu KAPRI provádí pomocí pevného základního hodnocení a dynamické faktorizace. Nejprve se obecnému typu poškození přidělí

kvantitativní základní bodové číslo, které se následně vynásobí třemi proměnnými faktory na základě informací o rozsahu poškození (viz Tab. 11). [23]

Tab. 11 KAPRI – Vývoj hodnocení konstrukčního stavu v případě podélné trhliny s různým stupněm poškození [24]

	Označení podle ATV-M 143-2					Hodnocení konstrukčního stavu					
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	TT ¹⁾
1	R	L	F	0	0,05	60		1,0	1,0	1,5	90
2	R	L	F	0	0,3	60		1,0	1,0	4,0	240
3	R	L	F	/	0,3	60		1,0	2,0	4,0	480
4	R	L	F	/	0,3	60		2,0	2,0	4,0	960

¹⁾ Matematická vazba

Vyhodnocení limitních podmínek

Kromě posouzení stavu konstrukce se odhaduje a kvantifikuje skutečný potenciál ohrožení pro definovaný bod poškození na základě konkrétního poškození jeho prostředí. Při hodnocení se zohledňují tyto aspekty: stabilita, zatěžování životního prostředí a hydraulická funkčnost kanalizačního potrubí. (viz Tab. 12) [23]

Tab. 12 Aspekty nebezpečí a související data kmenové stoky pro vyhodnocení limitních podmínek [23]

Stabilita
<ul style="list-style-type: none"> • Umístění v dopravním prostoru (LIV) • Krycí výška (H) • Jmenovitá světlost (DN)
Zatěžování životního prostředí
<ul style="list-style-type: none"> • Umístění (STO) • Poloha hladiny podzemní vody (LGW) • Kanalizační systém (ES) • Stupeň znečištění odpadních vod (VG) • Hydraulické namáhání (HYD) • Jmenovitá světlost (DN)
Funkčnost
<ul style="list-style-type: none"> • Hydraulické namáhání (HYD) • Jmenovitá světlost (DN)

Model KAPRI přiděluje v rámci hodnocení každé jednotlivé informaci o kmenových datech „normální případ“, který odpovídá statisticky nejčastějšímu případu a přiřazuje mu faktor „1“. Odchytky od tohoto normálního případu směrem nahoru nebo dolů mají z hlediska důležitosti pro hodnocení stavu kanalizace vliv na odpovídající zvýšení nebo snížení faktoru. (viz Tab. 13) [24]

Tab. 13 Faktory integrované do KAPRI pro "Umístění v dopravním prostředí" [23]

Umístění v dopravním prostředí	Faktor
Letiště (F)	3,00
Železnice (E)	2,10
Dálnice (A)	1,80
Hlavní silnice (B)	1,50
Venkovská silnice (L)	1,30
Hlavní ulice (H)	1,30
Vedlejší ulice (N)	1,00
Cyklistická nebo pěší stezka (R)	0,25
Zeleň (G)	0,25
Soukromá oblast (P)	0,25
Jiné oblasti (FZ)	0,60

Vyhodnocení limitních podmínek je prováděno souběžně s vyhodnocením konstrukčního stavu, a přitom není zohledněno místo poškození v úseku stoky a jeho rozsah. Je zde zohledněno, že ne všechna výše uvedená kritéria jako stabilita, znečištění životního prostředí a hydraulická funkčnost jsou stejně důležitá pro každý typ poškození. V Tab. 14 jsou uvedena spojení pro vyhodnocení stavu mezi typem poškození a rizikovými aspekty. [24]

Tab. 14 Vazby mezi rizikovými aspekty a typem poškození [23]

Druh poškození	Zkratka ATV-M 143	Stabilita	Zatěžování život. prostředí	Funkčnost
Netěsnost	U		×	
Překážka	H			×
Odchylka polohy	L		×	×
Mechanické opotřebení	V			
Koroze	C C.B.	×	×	
Deformace	D	×		×
Praskliny	R	×	×	
Prasknutí potrubí, zhroucení	B BT	×	×	×
Přípojky	AR	×	×	
Hrdlo	SE SN SR		×	×
Jiné	W-S W-F W-G		×	×

5.3.3 RIONED

Tato metodika byla vyvinuta společností RIONED v Nizozemí. V Nizozemsku se posuzuje poškození konstrukce stokové sítě na základě vizuální kontroly. Hodnotí se zde gravitační stoková síť z betonu a PVC. Škody zjištěné při kontrole jsou klasifikovány bez zohlednění místních okolností. Na základě toho byl vyvinut podrobný katalog poškození, který uvádí možné poruchy ve třech kategoriích poškození. [26]

- vodotěsnost
- stav stěny potrubí
- neprůchodnost průtoku

Katalog poškození obsahuje celkem 18 typů poškození, které jsou v závislosti na rozsahu poškození zařazeny do 5 kategorií poškození. Kategorie 1 znamená, že nebylo nalezeno žádné poškození, kategorie 2 značí mírné poškození a kategorie 5 znamená velmi vážné poškození (viz Tab. 15) [26].

Tab. 15 Posouzení konstrukčních škod v Nizozemsku [26]

	Poškození	Třída poruchy					
		1	2	3	4	5	
Vodotěsnost	A1: Prosakování	žádná infiltrace podzemní vody	Infiltrace spodní vody: napojení potrubí, trhlina	Infiltrace podzemní vody: kapání	Vsakování podzemní vody: proudění	Infiltrace podzemní vody: po tlakem	
	A2: Překážky v průtoku (% ztráta plochy průřezu)	nejsou	≤ 5 %	5 < 15%	15 < 25 %	> 25 %	
	A3: Odchyłka polohy (podélný směr)	Viz Tab. Posunutý trubní spoj ve vodorovném směru					
	A4: Odchyłka polohy (vertikální směr)	není	≤ 10 mm	/	/	> 10 mm	
	A5: Průhyb/zakřivení	není	/	/	/	přítomný	
	A6: Vyčnívající těsnicí kroužek	není	/	Částečně je vidět těsnění	/	tesnění vyčnívá do potrubí	
	A7: Vyčnívající těsnicí materiál	snížení průřezu ≤ 5 %	snížení průřezu > 5 %, v délce 0-25 %	snížení průřezu > 5 %, v délce 26-50 %	snížení průřezu > 5 %, v délce 51-75 %	snížení průřezu > 5 %, v délce > 75 %	
Stav stěny potrubí	B1: Poškození (kromě B2 - B4)	není	/	/	/	přítomno	
	B2: Koroze betonu	beton	není	odlupování betonu	rozpad betonu	viditelná výztuž	chybějící části stěny potrubí
		PVC	není	/	/	/	přítomna
	B3: Praskliny	nejsou	vlasové praskliny	nevýrazné praskliny	výrazné praskliny	prasknutí potrubí, kolaps	
B4: Deformace	nejsou	Ztráta plochy průřezu ≤ 5 %	5 < 10 %	10 < 15 %	Ztráta plochy průřezu > 15 %		
Hydraulická účinnost	C1: Vyčnívající přípojka	Vyčnívající délka ≤ 10% DN	/	10 ≤ 25 %	/	> 25 %	
	C2: Prorůstání kořenů	není	ojedinelé vlasové kořinky	ojedinelé kořeny nebo redukce průřezu < 25 %	25 % < zmenšení průřezu ≤ 50 %	zmenšení průřezu > 50 %	
	C3: Znečištění	≤ 5 %	5 ≤ 10 %	10 ≤ 25 %	25 ≤ 50 %	> 50 %	
	C4: inkrustace	≤ 5 %	5 ≤ 10 %	10 ≤ 25 %	25 ≤ 50 %	> 50 %	
	C5: písek, usazeniny	≤ 5 %	5 ≤ 10 %	10 ≤ 25 %	25 ≤ 50 %	> 50 %	
	C6: Překážky	≤ 5 %	5 ≤ 10 %	10 ≤ 25 %	25 ≤ 50 %	> 50 %	
	C7: sklon, protisklon	h ≤ 10 % DN	10 % < h ≤ 25 % DN	25 % < h ≤ 50 % DN	50 % < h ≤ 75 % DN	> 75 %	

h = aktuální hladina vody

Pro každý typ a kategorii poškození je v katalogu uveden příklad ve formě barevné fotografie jako standard pro srovnání (viz Obr. 17, 18, 19). Vyhodnocení údajů podle závažnosti poškození subjektivně provádějí subjektivně místní odborníci, kteří v závislosti na místních podmínkách přiřazují tzv. hodnotící faktory. Výklad takto stanoveného bodového hodnocení poškození vychází z návrhu normy NPR 3398. Zde jsou škody v souvislosti s opatřeními, která mají být přijata, vyhodnocovány podle dvou kapitol "Dodatečná opatření údržby" a "Opatření k nápravě poškození". [26]



Obr. 17 Příklad hodnocení poškození konstrukce [26]

Skup. poškození: Tvorba trhlin
Třída poškození: 5



Obr. 18 Příklad hodnocení poškození konstrukce [26]

Skupina poškození: Netěsnost
Třída poškození: 3



Obr. 19 Příklad hodnocení poškození konstrukce [26]

Skupina poškození: Koroze
Třída poškození: 5

Dodatečná opatření pro údržbu jsou vyžadována, pokud jsou dosažena odpovídající čísla hodnocení poškození konstrukce pro modely poškození uvedené v Tab. 16. [26]

Tab. 16 Podskupina "Dodatečná opatření údržby" [26]

	Poškození konstrukce
prorůstání kořenů	2
znečištění	3
inkrustace	3
nánosy	3
překážky	3

Při zařazování škod do kategorií "Opatření k nápravě poškození" se rozlišují dvě podskupiny "Je nutné provést další šetření" a "Nutná opatření k nápravě poškození". [26]

Vzory poškození s čísly hodnocení poškození konstrukcí, které spadají do podskupiny "Je nutné provést další šetření" jsou uvedeny v Tab. 17. [26]

Tab. 17 Podskupina "Je nutné provést další šetření" [26]

	Poškození konstrukce
koroze (beton)	4
koroze (ostatní materiály)	5
příčné trhliny	4
deformace	5
infiltrace podzemní vody	4
Polohové odchytky (odsazení)	5
Polohové odchytky (podélné posunutí)	5

Odpovídající poškození a kategorie hodnocení pro podskupinu "Nutná opatření k nápravě poškození" naleznete v Tab. 18. [26]

Tab. 18 Podskupina "Nutná opatření k nápravě poškození" [26]

	Poškození konstrukce
koroze (beton)	5
příčné trhliny	5
podélné trhliny	4
infiltrace podzemní vody	5
pronikání do půdy	5

Úvahy směřují k vytvoření modelů chování pro různé typy poškození, ve kterých jsou zohledněny vlivy změn prostředí, typu odpadních vod a materiálu potrubí v čase. K tomu je nutné stanovit mezní stavy, které jsou odvozeny z funkčních požadavků stokové sítě. V důsledku nedostatečného počtu datových údajů se z krátkodobého hlediska zdá užitečnost zmíněného modelu nízká. [26]

Z tohoto důvodu byl vyvinut empirický model, pomocí kterého lze na základě výsledků prohlídky vypočítat zbývající životnost pro všechny stokové sítě. Tento model je založen na obecném modelu degradace. Do modelu je zavedeno bodové hodnocení, které se vypočítá na základě výsledků prohlídky a hodnotících faktorů. Výsledkem je zbytková životnost, kterou lze využít k naplánování a stanovení naléhavosti nápravy. [26]

Model je založen na předpokladu stálé degradace opotřebením. Protože tento předpoklad neplatí vždy, je nutné zaznamenat odchytky od skutečného stavu pomocí prohlídek. Model neumožňuje předpověď doby selhání kanalizace, např. kvůli destrukci. [26]

6 PRAKTICKÁ ČÁST PRÁCE

Tato část práce se bude zabývat vyhodnocením technického stavu daného úseku stokové sítě na základě kamerového průzkumu. Monitoring posuzovaného úseku stokové sítě byl proveden ve spolupráci se společností BVK, a.s. za použití nejnovějšího kamerového vozu od německé firmy Rausch (viz Obr. 20-23). Současně k vyhodnocení byly poskytnuty veškeré potřebné podklady tykající se stavu dané kanalizace a pořízený videozáznam z kamerové prohlídky v HD kvalitě. Ze získaného kamerového záznamu budou použity obrázky poruch na zkoumaném úseku, k následnému ohodnocení za pomoci vybraných metodik.



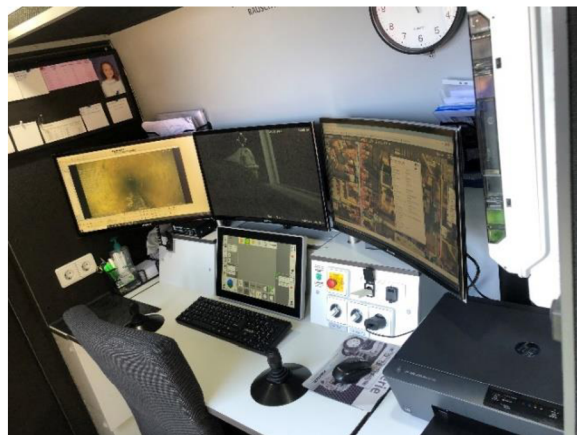
Obr. 20 Vestavba RAUSCH
[zdroj foto: V. Palkovská]



Obr. 21 Kamerový vozík s navijákem osazený rotační a výkyvnou kamerovou hlavou
[zdroj foto: V. Palkovská]



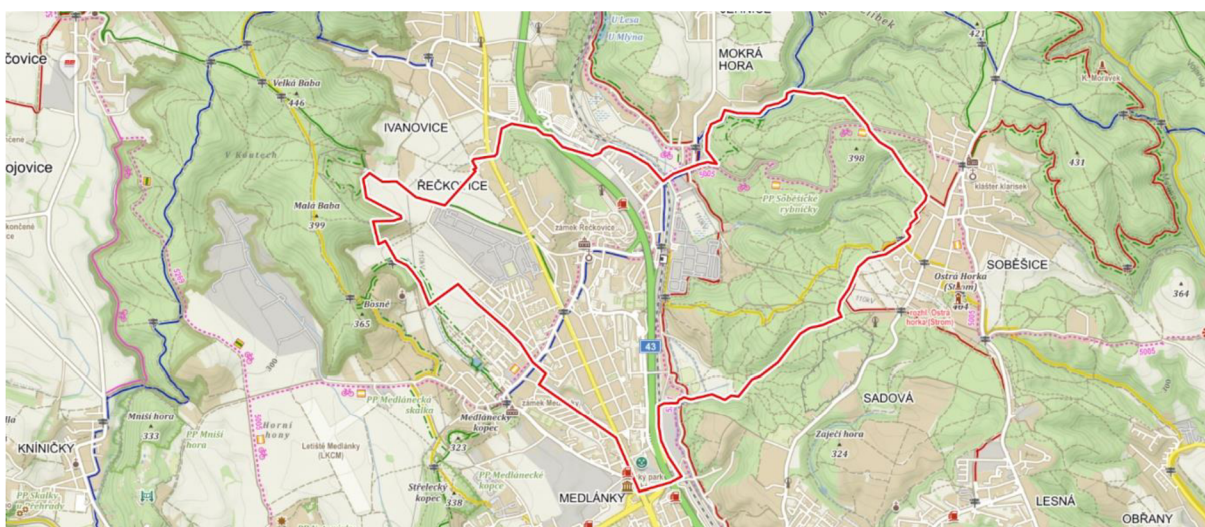
Obr. 22 Kamerový vůz
[zdroj foto: V. Palkovská]



Obr. 23 Pracoviště s řídicí jednotkou
[zdroj foto: V. Palkovská]

6.1 POPIS ÚZEMÍ

Posuzovaný úsek se nachází na Horáckém náměstí na severním okraji města Brna v městské části Řečkovice (viz Obr. 24). Jedná se o poměrně klidnou obytnou lokalitu městského charakteru v blízkosti rozlehlých lesů a přírodní památky Soběšické rybníčky. [mapy.cz]

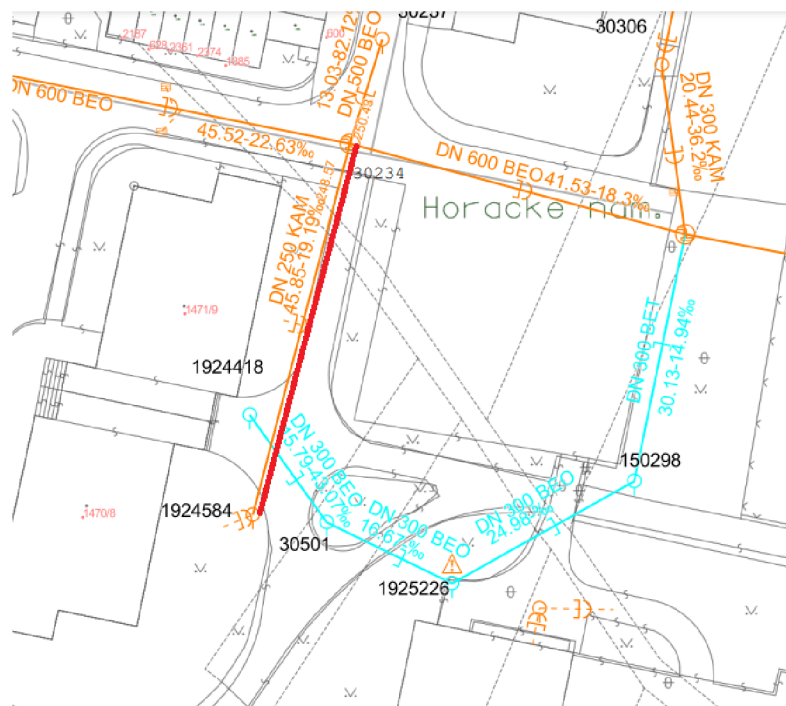


Obr. 24 Turistická mapa zájmové oblasti Brno Řečkovice [mapy.cz]

Stáří kanalizace se datuje od roku 1975, jedná se o jednotnou kanalizaci. Vstupní šachta je na začátku úseku umístěna v komunikaci, je dobře přístupná a opatřena kovovým poklopem s rámem. Zbytek posuzovaného úseku kanalizace vede pod chodníkem a zelení, je situovaná mezi panelovým domem a přilehlým parkovištěm (viz Obr. 25, 26). Koncová šachta, umístěná v zeleni, musela být vykopána a zpřístupněna. Celková délka posuzovaného úseku mezi šachtami je 45,78 m. Materiál potrubí kamenina, DN 300. Kamerová inspekce kanalizačního úseku byla provedena v březnu roku 2022. [15]



Obr. 25 Umístění posuzované stoky [maps.google.com]



Obr. 26 Situace posuzované stoky [BVK, a.s.]

6.2 STABENĚ TECHNICKÝ STAV KANALIZAČNÍHO ÚSEKU

Ze záznamu kamerové prohlídky stoky jsem vyhodnotila následující výčet všech poruch, které se v posuzované kanalizaci vyskytují.

6.2.1 Vyhodnocení

Poloha (m)	Popis
0.00	Začátek úseku, střed šachty, soutokové
0.50	Začátek potrubí
11.10	Podélná prasklina nahoře a vlevo
22.40	Výsek vpravo, přesazené spoje
28.64	Příčná prasklina
36.91	Netěsné potrubí vpravo, chybí část stěny, je vidět zemina
37.02	Netěsná stěna potrubí nahoře, silné praskliny, nad potrubím vymletá díra
40.28	Příčná prasklina
45.78	Konec potrubí
45.78	Mezišachta, 1924584, koncová, s příp. zprava, 5 stupadel, poklop s rámem, šachta musela být zpřístupněna
45.78	Konec úseku

Všechny tyto poruchy jsou vyobrazeny na snímcích v následující kapitole 6.2.2.

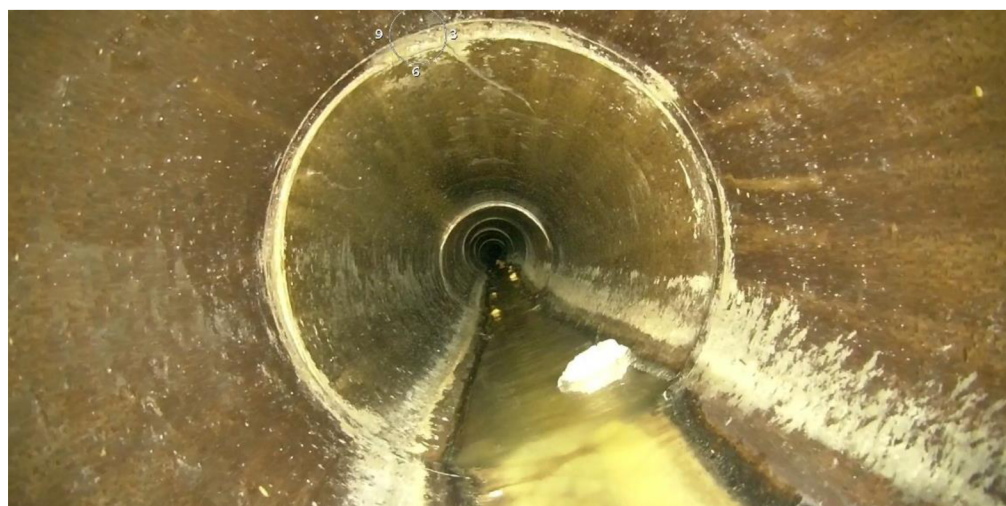
6.2.2 Fotografie poruch zkoumaného úseku

V této kapitole budou pro lepší představu vyobrazeny fotografie poruch vyskytující se na posuzovaném úseku stokové sítě získané z kamerového záznamu.

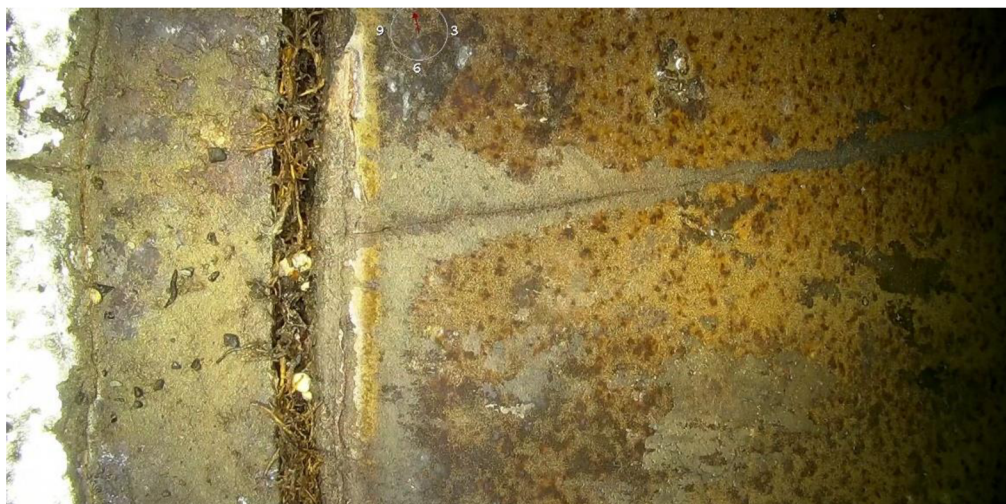
Popis obrázků obsahuje staničení v metrech a stručný popis vyskytující se poruchu.



Obr. 27 - 0.00 m - Začátek úseku [BVK, a.s.]



Obr. 28 - 11.10 m - Podélná prasklina nahoře a vlevo [BVK, a.s.]



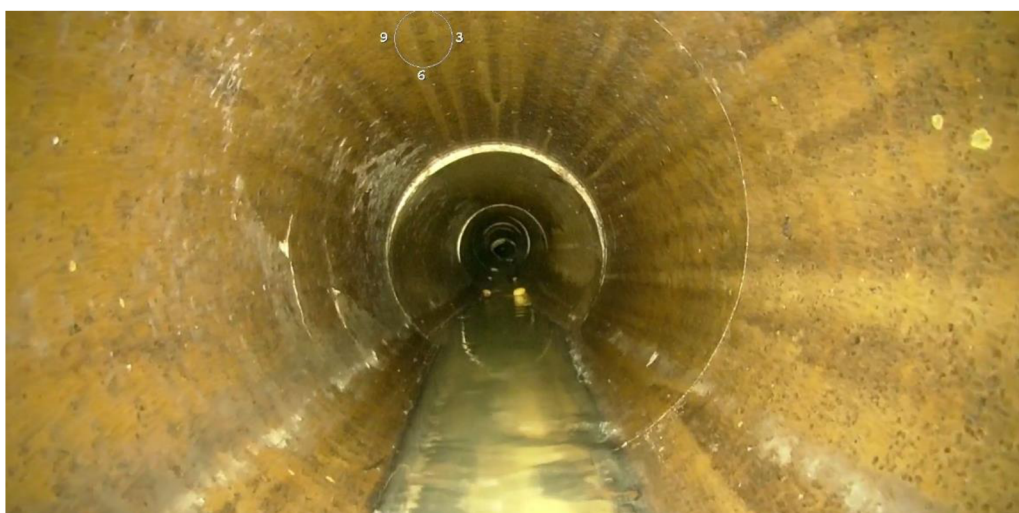
Obr. 29 - 11.10 m - Detail podélné praskliny nahoře [BVK, a.s.]



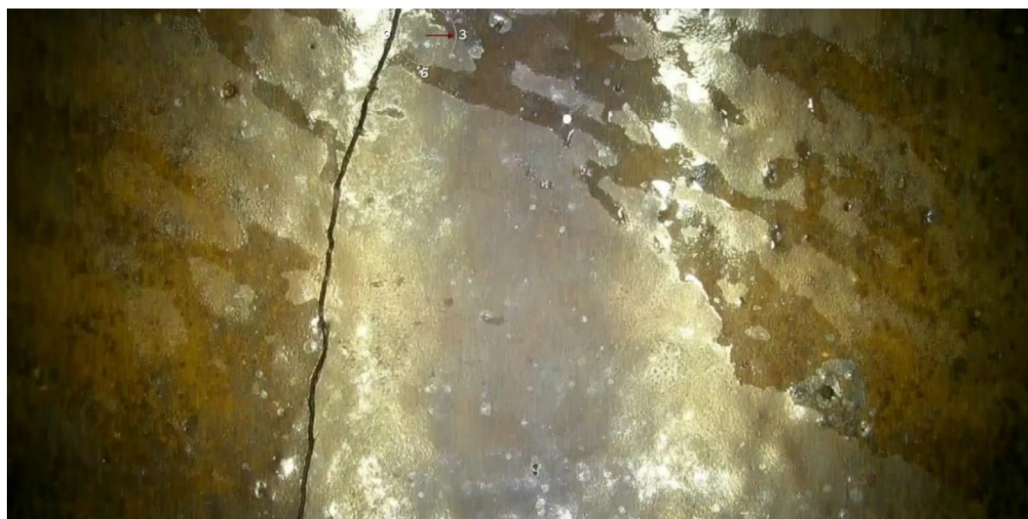
Obr. 30 - 22.40 m - Výšek vpravo [BVK, a.s.]



Obr. 31 - 22.40 m - Výšek vpravo, přesazené spoje [BVK, a.s.]



Obr. 32 - 28.64 m - Příčná prasklina [BVK, a.s.]



Obr. 33 – 28.64 m – Detail příčné praskliny [BVK, a.s.]



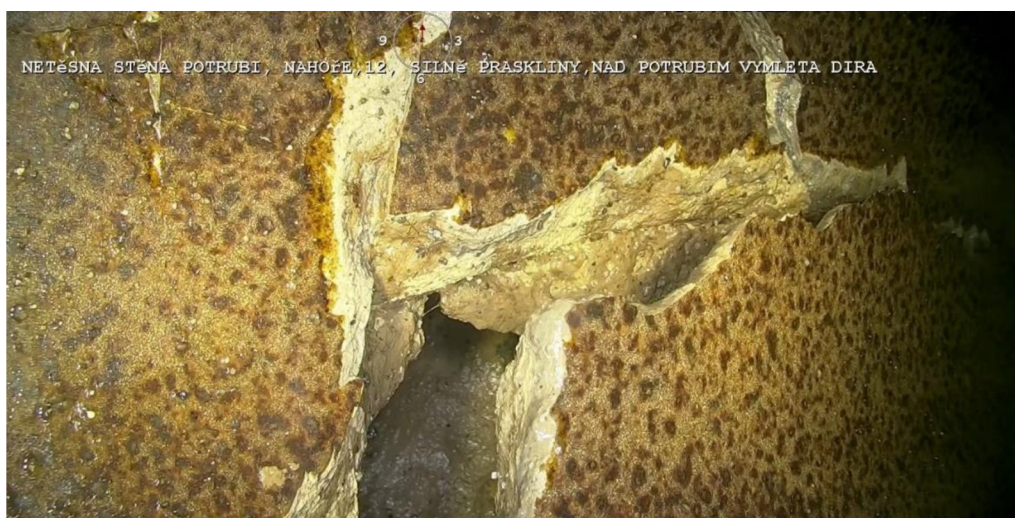
Obr. 34 – 36.91 m – Netěsná stěna potrubí, chybějící část stěny [BVK, a.s.]



Obr. 35 – 36.91 m – Chybějící část stěny, je vidět zemina [BVK, a.s.]



Obr. 36 – 37.02 m – Netěsná stěna potrubí, silné praskliny, vymletá díra [BVK, a.s.]



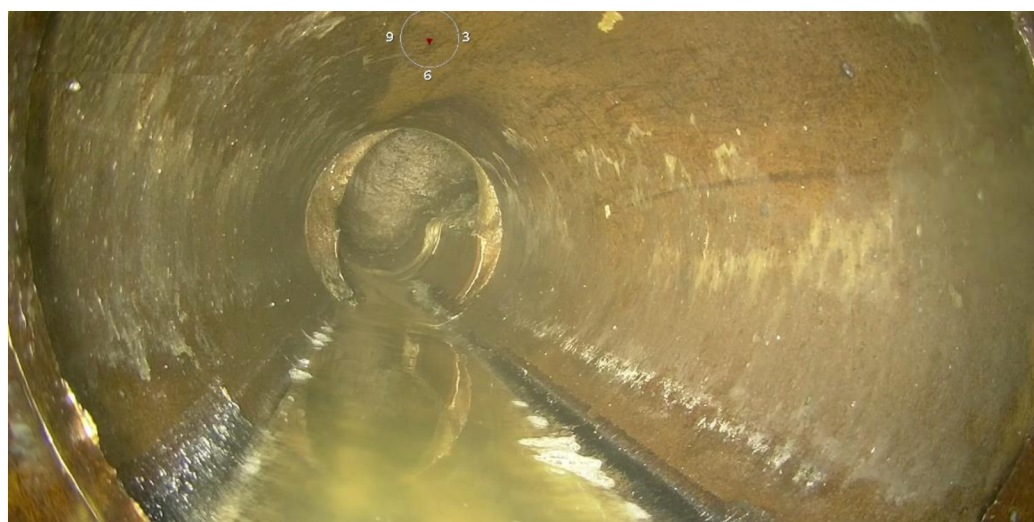
Obr. 37 – 37.02 m – Detail netěsností, silných prasklin a vymleté díry nad potrubím [BVK,a.s]



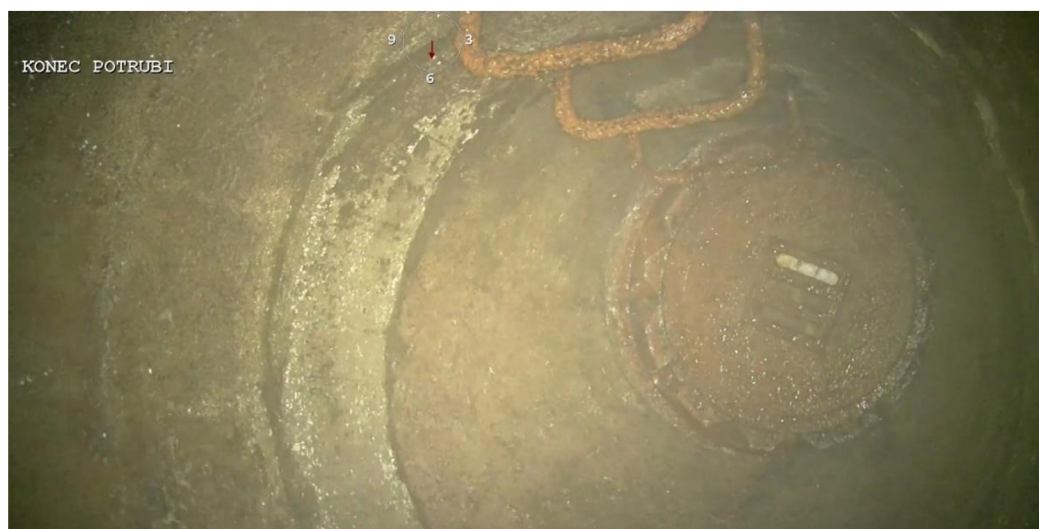
Obr. 38 – 40.28 m – Příčná prasklina [BVK, a.s.]



Obr. 39 – 40.28 m – Detail příčné praskliny [BVK, a.s.]



Obr. 40 – 45.78 m – Konec potrubí [BVK, a.s.]



Obr. 41 – 45.78 m – Poklop a stupadla na konci úseku [BVK, a.s.]

6.3 POSOUZENÍ STAVEBNĚ-TECHNICKÉHO STAVU PODLE VYBRANÝCH METODIK

Pro vyhodnocení stavebně technického stavu daného úseku byly vybrány tři metodiky:

- Metodika společnosti BVK, a.s.
- Česká norma ČSN EN 13 508-2+A1
- Metodika ÚVHO VUT Brno

Vyhodnocení jednotlivých metodik pak bylo porovnáno a okomentováno.

6.3.1 Metodika BVK, a.s.

První metodika, podle které bude daný úsek posuzován je metodika společnosti BVK, a.s., která popisuje poruchy pomocí německého návodu ATV-M 143.

Základní informace o úseku

Místo:	Brno Řečkovice
Ulice:	Horácké náměstí
Druh inspekce:	Inspekce stávající kanalizace
Výchozí šachta:	30234
Koncová šachta:	1924584 (šachta musela být zpřístupněna)
Druh kanalizace:	KM (gravitační – jednotná)
Směr inspekce:	proti směru toku
Materiál:	STZ (kamenina)
Délka úseku:	45,78 m
Profil:	DN 300

Tab. 19 Hodnocení dané stoky dle metodiky BVK, a.s.

Staničení (m)	Nález	Popis	Hodnocení	Poloha
0.00	[HA]	Začátek úseku, střed šachty, soutokové		
0.50	[PA]	Začátek potrubí		
11.10	[RL-O]	Podélná prasklina nahoře a vlevo	SK: 3	11 a 12
22.40	[S—R]	Výsek vpravo, přesazené spoje	SK: 4	3
28.64	[II]	Příčná prasklina	SK:3	3
36.91	[UW-R]	Netěsná stěna potrubí, vpravo chybí část stěny, zemina	SK: 2	3
37.02	[UW-O]	Netěsná stěna potrubí, nahoře silné praskliny, nad potrubím vymletá díra	SK: 2	12
40.28	[II]	Příčná prasklina	SK: 3	3
45.78	[PE]	Konec potrubí		
45.78	[SZ]	Mezišachta, 1924584, koncová, s příp. zprava, 5 stupadel, poklop s rámem, šachta zpřístupněna		
45.78	[EH]	Konec úseku		

V posuzovaném úseku se vyskytují praskliny, netěsné stěny potrubí, vymleté díry a další. Kontrolovaný úsek byl jinak relativně v pořádku a na základě průběžného hodnocení vyskytujících se poruch mu bylo uděleno klasifikační číslo 3.

Po konzultaci s BVK, a.s. a podle informací, které mi byly předány byla nepřístupná šachta 1924584 zaměřena, vyznačena v zeleni oranžovou barvou a následně zpřístupněna.

6.3.2 ČSN EN 13 508-2+A1

Druhou metodikou pomocí, které bude daný úsek stokové sítě posouzen je metodika popsaná v evropské normě ČSN EN 13 508-2+A1.

Kód	Název	Popis
AAA	Délka úseku	45,78 m
AAJ	Poloha umístění	Horácké náměstí, Brno-Řečkovice
AAK	Směr prohlídky	Proti směru toku (B) – obvyklý směr prohlídky
AAL	Údaje k poloze	Umístění stoky v chodníku vedle komunikace (B)
AAM	Objednatel	Město Brno

ABE	Druh prohlídky	Prohlídka provedená TV inspekčním systémem (B)
ABF	Datum prohlídky	2022-03-10
ABG	Čas prohlídky	10:03
ABH	Jméno pracovníka	XY
ABI	Ozn. prohlídky	Inspekce stávající kanalizace
ACA	Tvar profilu	Kruhový (A)
ACB	Výška	300
ACD	Materiál	Kamenina (AE)
ACJ	Druh	Gravitační stoka nebo kanalizační potrubí (A)
ACK	Využití stoky	Sdružená stoka nebo kanalizační potrubí (C)
ACM	Čištění	Stoka byla před prohlídkou vyčištěna (A)
ACN	Zprovoznění	1975

Tab. 20 Hodnocení dané stoky podle metodiky ČSN EN 13 508-2+A1

Poloha (m)	Hlavní kód	Charakterizace		Kvantifikace		Poloha na obvodu	
		1	2	1	2	1	2
11,1	BAB	A	A	2		12	
11,1	BAB	A	A	1		11	
22,4	BAG			2 %		2	
28,64	BAB	B	B	3		12	12
36,91	BAC	B		400		1	2
36,91	BAC	A		100		9	3
36,91	BAO					1	2
37,02	BAB	C	C	100		8	4
37,02	BAO					11	12
40,28	BAB	B	B	3		12	12

Podrobný popis kódů vyskytujících se v Tab. 20 naleznete v kapitole 5.1 v Tab. 2.

Evropská norma ČSN EN 13 508-2+A1 neobsahuje žádné metody pro přesné vyhodnocení stavu dané stoky a výsledek je založen pouze na subjektivním názoru pracovníka provádějícího prohlídku a na použití doplňujících informací. Vzhledem k tomu, že výsledkem nebývá žádná konkrétní hodnota týkající se stavu posuzovaného kanalizačního úseku, bych zhodnotila úsek stokové sítě ve špatném stavu a bude nutná oprava, pokud možno, co nejdřív. V pozorovaném úseku se objevují praskliny, rozlomení, destrukce a na některých místech je vidět i okolní zemina. Většina z uvedených problémů je způsobena především stářím potrubí.

6.3.3 Metodika ÚVHO VUT Brno

Jako třetí metodika pro posouzení daného úseku stokové sítě byla zvolena metodika ÚVHO VUT Brno, která vychází z americké metody FMEA (Failure Modes Effects and Analysis).

Tab. 21 Hodnocení dané stoky podle metodiky ÚVHO VUT Brno

Poloha (m)	Technický ukazatel	Třída poruchy	Popis poruchy
11,1	TU2	K3	Podélná prasklina nahoře a vlevo
22,4	TU4	K2	Výsek vpravo, přesazené spoje
28,64	TU2	K4	Příčná prasklina
36,91	TU1	K5	Netěsné potrubí, chybí část stěny, je vidět zemina
37,02	TU1	K5	Netěsné potrubí, silné praskliny, nad potrubím vymletá díra
40,28	TU2	K4	Příčná prasklina

Tab. 22 Vyhodnocení technického stavu stokové sítě

Technický ukazatel (TU)	W_i – váha ukazatelů	Třída poruchy	TSVÚ
TU1	0,5	5	2,5
TU2	0,2	4	0,8
TU3	0,1	/	/
TU4	0,1	2	0,2
TU5	0,02	/	/
TU6	0,02	/	/
TU7	0,02	/	/
TU8	0,02	/	/
TU9	0,02	/	/
TU10	/	/	/
Σ	1		3,5

Z Tab. 22 je patrné, že výsledná hodnota TSVÚ vyšla 3,5, což odpovídá druhé nejhorší kategorii K4 a té přísluší návrh opravného opatření, které zní Odstranění poruchy v krátké době.

6.4 SHRUTÍ PRÁCE S METODIKAMI

6.4.1 Výsledky vyhodnocení stavebně technického stavu

Monitorovaný úsek byl vyhodnocen pomocí tří rozdílných metodik hodnocení stavebně technického stavu stokových sítí.

Pomocí evropské normy ČSN EN 13 508-2+A1 se podařilo zatřídit poruchy vyskytující se na úseku pomocí kódů, které norma obsahuje a následně je zapsat spolu se všemi nezbytnými informacemi o poruše do přehledné tabulky (viz Tab. 20). V pozorovaném úseku se vyskytují praskliny, rozlomení, destrukce a na některých místech je vidět i okolní zemina. Norma neobsahuje žádné další metody pro přesné a jednoznačné vyhodnocení stavu dané stoky, tudíž výsledek závisí pouze na subjektivním názoru a také na zkušenostech inspektora provádějícího prohlídku. Na základě získaných dat a svého subjektivního názoru jsem stav dané stoky označila za špatný a navrhla bych opravu v co nejkratší době.

Dle metodiky BVK, a.s., která vychází z návodu ATV-M 143, byla vytvořena tabulka, ve které jsou slovně popsány všechny poruchy vyskytující se na daném úseku. Následně jsou jednotlivé poruchy označeny pomocí příslušných kódů a ohodnoceny číslem 1-5 podle daného stavu. Číslo 1 značí havarijní stav a číslo 5 potrubí bez závad. Poruchy vyskytující se na posuzovaném úseku jsou: přesazené spoje s hodnocením 4, podélné a příčné praskliny ohodnoceny číslem 3 a netěsné stěny potrubí se silnými prasklinami ohodnoceny číslem 2. (viz Tab. 19). Na závěr bylo celkovému posuzovanému úseku stokové sítě přiděleno klasifikační číslo 3, které popisuje stav potrubí jako statické a funkční poškození a aktuálně není třeba provádět žádné sanace či opravy.

Podle metodiky ÚVHO VUT Brno se poruchy na úseku zatřídí také do jedné z pěti kategorií označených K1-K5, kde K1 značí velmi dobrý stav a K5 stav nevyhovující. Celkové hodnocení posuzovaného úseku spadá do kategorie K4, kritický stav, to znamená, že by měla být realizována, případně plánována, opatření na řešení tohoto stavu. Výsledek metodiky ÚVHO VUT Brno je o stupeň horší než v předchozí metodice podle BVK, a.s. a tento výsledek dle mého názoru více odpovídá realitě. Dále tato metodika jako jediná bere v potaz váhy jednotlivých technických ukazatelů pro hodnocení stokové sítě a tím je vyhodnocení, z mého pohledu, relevantnější, ačkoliv i zde hodně záleží na subjektivním názoru osoby provádějícího hodnocení, protože právě on musí přiřadit váhu jednotlivým technickým ukazatelům.

6.4.2 Komparace metodik

Metodika ÚVHO VUT Brno je v porovnání s dalšími dvěma metodikami intuitivní a jednoduchá, což může mít pozitivní dopad např. při školení nových zaměstnanců. Je k dispozici přehledná tabulka, podle které je zatřídění mnohem

jednodušší, jelikož není zapotřebí znát velké množství kódů k určení jednotlivých poruch (viz Tab. 4).

Další pozitivní vlastnost zmíněné tabulky technických ukazatelů stokových sítí je přesně určené rozmezí jednotlivých poruch, které odpovídá daným kategoriím K1-K5. U metodiky BVK, a.s. závisí opět pouze na názoru a zkušenostech zaměstnanců, jak jednotlivou poruchu ohodnotí. Právě tady mohou vznikat rozdíly ve výsledcích na základě subjektivity jednotlivých vyhodnocení.

U metodiky ÚVHO VUT Brno je označení výsledné kategorie K1-K5, kdy K1 je velmi dobrý stav a K5 nevyhovující, toto označení je podle mého názoru logičtější na rozdíl od označení kategorií u BVK, a.s., kdy je to přesně naopak, číslo 5 značí potrubí bez závad a číslo 1 havarijní stav. Pro zaškolené zaměstnance je to už jistě automatické, ale do jisté míry to může být matoucí. Kdyby se označení sjednotilo, mohlo by se předejít případnému nedorozumění.

Metodika ÚVHO VUT Brno při vyhodnocení technického stavu stokové sítě, sice jako jediná ze zmíněných metodik pracuje s váhou technických ukazatelů poruch, avšak i tady jsou drobné nedostatky. Především to, že opět záleží na subjektivním názoru odborníka provádějícího prohlídku daného úseku stokové sítě a ten musí váhu jednotlivým ukazatelům přiřadit podle svého uvážení. Kdyby byly hodnoty předem dané, hodnocení by se ustálilo a nedocházelo by k žádným výrazným rozdílům ve výsledcích.

V následující tabulce (Tab. č. 23) jsou přehledně zaznamenány dispozice jednotlivých metodik.

Tab. 23 Komparace jednotlivých metodik

Metodiky pro hodnocení stavebně technického stavu stokové sítě			
Kritéria hodnocení	Metodika ÚVHO VUT Brno (FMEA)	BVK, a.s. (ATV M 143)	Norma ČSN EN 13 508
Na základě stáří stoky	✓	✓	-
Podle poruch	✓	✓	✓
Dle jejího stavu	✓	✓	-
Důležitost stoky	✓	✓	-
Vlastní systém zatřídění	✓	-	-
Přiřazení váhy poruchám	✓	-	-
Zatřídění opravy dle vyhodnocení stokové sítě	✓	✓	-

7 ZÁVĚR

V první, tedy teoretické části byly popsány a definovány základní pojmy, které se s tématem metodiky hodnocení technického stavu stokových sítí pojí. Následně bylo představeno uspořádání gravitačních stokových sítí, používané tvary, materiály a jejich životnost. Další kapitola teoretické části se zabývala čištěním, průzkumem a poruchami na stokových sítích. Závěrečná kapitola teoretické části se věnovala představení konkrétních metodik pro vyhodnocení technického stavu stokových sítí.

Praktická část této práce se v jejím úvodu zabývala vyhodnocením technického stavu daného úseku stokové sítě na základě kamerového průzkumu. Pro toto vyhodnocení byly vybrány tři metodiky, které byly již popsány v části teoretické. S pomocí vybraných metodik byly zaříděny všechny konstrukční poruchy vyskytující se na posuzovaném úseku stokové sítě. Po provedení zařídění poruch došlo k závěrečnému posouzení stavebně-technického stavu daného stokového úseku na základě jejich výsledků a následně byla provedena komparace použitých metodik.

Cílem této bakalářské práce bylo vyhodnotit stavebně-technický stav úseku stokové sítě na základě vybraných metodik a jejich následná komparace.

Monitorovaný úsek byl tedy vyhodnocen pomocí tří rozdílných metodik hodnocení stavebně technického stavu stokových sítí. Výsledky se však v závislosti na použité metodice částečně liší.

Dle první metodiky, tedy metodiky BVK, a.s., která vychází z návodu ATV-M 143, bylo stanoveno klasifikační číslo 3, které hodnotí stav úseku jako vyhovující a aktuálně nevidí nutnost sanací či oprav.

Podle metodiky ÚVHO VUT Brno byla stanovena třída poruchy K4, což je o stupeň horší než v předchozí metodice. Výsledek hodnocení podle této metodiky byl vyhodnocen jako nejvíce odpovídající realitě, především z důvodu, že metodika bere v potaz váhy jednotlivých ukazatelů hodnocení stokové sítě a tím je vyhodnocení relevantnější.

Pomocí ČSN EN 13 508 byly poruchy zaříděny pomocí kódů. Vzhledem k tomu, že norma neobsahuje žádné metody pro přesné vyhodnocení stavu dané stoky, byl na základě získaných dat, stav dané stoky označen za špatný.

8 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích). In: *Sbírka zákonů*. 2001.
- [2] Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon). In: *Sbírka zákonů*. 2001.
- [3] 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). In: *Sbírka zákonů*. 2001.
- [4] *Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky*. In: 2000.
- [5] *Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/118/ES o ochraně podzemních vod před znečištěním a zhoršováním stavu*. In: 2006.
- [6] HLAVÍNEK, Petr, Jan MIČÍN a Petr PRAX. *Příručka stokování a čištění*. Brno: NOEL 2000, c2001. ISBN 80-860-2030-4.
- [7] BERÁNEK, Josef a kol. *Inženýrské sítě*. Brno, 2005. Studijní opory pro studijní programy s kombinovanou formou studia. Vysoké učení technické v Brně.
- [8] NYPL, Vladimír a Radovan HALOUN. *Komplexní projekt ZI (Stokování)*. Praha: ČVUT, 1990, 169 s. ISBN 80-010-0245-4.
- [9] HLUŠTÍK, Petr. *Metodika vyhodnocení technického stavu stokové sítě na základě fyzického stavu*. Vodovod.info - vodárenský informační portál[online]. 1.8.2012, 08/2013, [cit. 2022-03-26]. Dostupné z: <http://www.vodovod.info>. ISSN 1804-7157.
- [10] KUDRNOVÁ, Eliška a Petr HLUŠTÍK. *Návrh hodnocení technických ukazatelů pro stokové systémy*. [online]. 2014 [cit. 2022-03-26] Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/kanalizacni-pripojky/10805-navrh-hodnoceni-technicky-ukazatelu-pro-stokove-systemy>
- [11] HORÁK, Marek, Jiří KOZEL a Jaroslav RACLAVSKÝ. *Průzkum a vyhodnocení technického stavu stokových sítí*. [online]. 2008 [cit. 2022-03-26]. Dostupné z: https://www.uur.cz/images/5-publikacni-cinnost-a-knihovna/casopis/2008/2008-04/10_pruzkum.pdf

- [12] ČSN EN 13508-2+A1. *Zjišťování a hodnocení stavu venkovních systémů stokových sítí a kanalizačních přípojek – Část 2: Kódovací systémy pro vizuální prohlídku*. Praha: HYDROPROJEKT CZ a.s., 2011.
- [13] RACLAVSKÝ, Jaroslav. *Metodika hodnocení technického stavu kanalizační sítě*. Brno: VUT v Brně, FAST, 2012 [cit. 2022-04-10].
- [14] Interní materiály společnosti OVAK, a.s.
- [15] Interní materiály společnosti BVK, a.s.
- [16] HORÁK, Marek a Lucie HOŘÍNKOVÁ. *Čištění a průzkum stokových sítí*. [online]. 2007 [cit. 2022-05-10]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz>
- [17] KAISER [online]. *KAISER technology: KAISER ROTOMAX – water recycling*. [cit. 2022-05-10]. Dostupné z: <https://www.kaiser.li/products/kaiser-technology>
- [18] BVK, a.s. [online]. *Kanalizační síť – monitoring*. [cit. 2022-05-10]. Dostupné z: <https://www.bvk.cz/o-spolecnosti/odvadeni-a-cisteni-odpadnich-vod/kanalizacni-sit>
- [19] TECHNOMA – vše pro vodovody a kanalizace [online]. *Kanalizační trubní systémy*. [cit. 2022-05-10]. Dostupné z: <https://www.technoma.cz/kanalizace>
- [20] OSMA [online]. *Výhody plastového potrubí – názory odborníků* [cit. 2022-05-10]. Dostupné z: <https://kanalizacezplastu.cz/stranky/nazory-odborniku>
- [21] IBOS [online]. *Nejmodernější monitorovací technika*. [cit. 2022-05-12]. Dostupné z: <https://www.ibos.cz/>
- [22] KOVÁČIK, Ivan. *Jaké jsou časté poruchy na kanalizační síti?* [online]. 2012 [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/kanalizacni-pripojky>
- [23] STEIN, Dietrich, Robert STEIN & Partner GmbH. *The KAPRI Condition Evaluation System*. [online]. 2004. [cit. 2022-05-16]. Dostupné z: <https://www.unitracc.com/technical/books/rehabilitation-and-maintenance-of-drains-and-sewers/inspection/condition-classification-and-evaluation-en/condition-classification-and-evaluation-models-en/the-kapri-condition-evaluation-system-en>
- [24] STEIN & Partner GmbH. *Instandhaltung von Kanalisationen: Zustandsbewertungssystem KAPRI*. [online]. 2004. [cit. 2022-05-16]. Dostupné z: <https://www.unitracc.de/know-how/fachbuecher/instandhaltung-von-kanalisationen/inspektion/zustandsklassifizierung-und-zustandsbewertung/>

- [25] HLAVÍNEK, Petr, Jan MIČÍN, Petr PRAX, Petr HLUŠTÍK a Radim MIFEK. *Stokování a čištění odpadních vod: Modul 1: Stokování*. Brno, 2006.
- [26] STEIN, Dietrich, Robert STEIN & Partner GmbH. *Instandhaltung von Kanalisationen: Niederlande – Stichting RIONED*. [online]. 2001. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://www.unitracc.de/know-how/fachbuecher/instandhaltung-von-kanalisationen/inspektion/zustandsklassifizierung-und-zustandsbewertung/zustandsklassifizierungs-und-bewertungsmodelle/niederlande--stichting-rioned>
- [27] Asociace čistírenských expertů České republiky. *Metodická příručka: Posouzení stokových systémů urbanizovaných povodí*. [online]. 2009. [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://www.forumochranyprirody.cz/sites/default/files/35.pdf>
- [28] ŠEJNOHA, Jiří. *Poruchovost stokových sítí, volba stavebních materiálů, městské standardy*. SOVAK ČR. [online]. 2010. [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://www.sovak.cz/sites/default/files/EZHWx8tBZR5qtetFo/Sovak0211opt.pdf>

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Průměrná životnost trub dle materiálu [19, 20].....	20
Tab. 2 Podrobný popis kódů vztahujících se ke konstrukci potrubí stok a kanalizačních přípojek [12]	30
Tab. 3 Kategorie zatřídění stavu a objektů na stokové síti [11].....	31
Tab. 4 Technické ukazatele stokových sítí [9], [11]	33
Tab. 5 Zatřídění TSVÚ do kategorií [13]	34
Tab. 6 Návrh opravných opatření dle kategorie [13].....	34
Tab. 7 Metodika hodnocení vybraných technických ukazatelů na stokové síti	35
Tab. 8 Tabulka třídění kategorií stavu úseků na stokové síti [14]	36
Tab. 9 Způsob klasifikace technického stavu stokových sítí [15]	38
Tab. 10 Popis nálezů – 1. místo [15].....	39
Tab. 11 KAPRI – Vývoj hodnocení konstrukčního stavu v případě podélné trhliny s různým stupněm poškození [24].....	42
Tab. 12 Aspekty nebezpečí a související data kmenové stoky pro vyhodnocení limitních podmínek [23]	42
Tab. 13 Faktory integrované do KAPRI pro "Umístění v dopravním prostředí"	43
Tab. 14 Vazby mezi rizikovými aspekty a typem poškození [23].....	44
Tab. 15 Posouzení konstrukčních škod v Nizozemsku [26]	45
Tab. 16 Podskupina "Dodatečná opatření údržby" [26].....	46
Tab. 17 Podskupina "Je nutné provést další šetření" [26].....	47
Tab. 18 Podskupina "Nutná opatření k nápravě poškození" [26]	47
Tab. 19 Hodnocení dané stoky dle metodiky BVK, a.s.	58
Tab. 20 Hodnocení dané stoky podle metodiky ČSN EN 13 508-2+A1	59
Tab. 21 Hodnocení dané stoky podle metodiky ÚVHO VUT Brno.....	60
Tab. 22 Vyhodnocení technického stavu stokové sítě.....	60
Tab. 23 Komparace jednotlivých metodik	62

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Jednotná stoková soustava [6]	14
Obr. 2 Oddílná stoková soustava [6].....	15
Obr. 3 Modifikovaná stoková soustava [6]	16
Obr. 4 Systém uspořádání stokových sítí [6]	17
Obr. 5 Kruhový profil [7].....	17
Obr. 6 Vejčitý profil Vídeňský a Pražský normál [7]	18
Obr. 7 Tlamový profil [7]	18
Obr. 8 Čistící vůz KAISER ROTOMAX – WATER RECYCLING [17].....	22
Obr. 9 Čistící kanalizační koule [16].....	22
Obr. 10 Kamerová vestvba [21]	24
Obr. 11 Řídící vůz [21]	24
Obr. 12 Rotační hlava REVI 260 [21].....	25
Obr. 13 Naviják a tlačná struna [21].....	25
Obr. 14 Nástrčná kamera REVI 260 osazena rotační hlavou a řídící kufr [21]	25
Obr. 15 Příklad označování výskytu vad podle hodinového ciferníku [12]	28
Obr. 16 Schéma hodnocení stavu kanalizace pomocí KAPRI [23]	41
Obr. 17 Příklad hodnocení poškození konstrukce [26]	46
Obr. 18 Příklad hodnocení poškození konstrukce [26]	46
Obr. 19 Příklad hodnocení poškození konstrukce [26]	46
Obr. 20 Vestavba RAUSH.....	48
Obr. 21 Kamerový vozík s navijákem osazený rotační a výkyvnou kamerovou hlavou.....	48
Obr. 22 Kamerový vůz	49
Obr. 23 Pracoviště s řídící jednotkou	49
Obr. 24 Turistická mapa zájmové oblasti Brno Řečkovice [mapy.cz]	49
Obr. 25 Umístění posuzované stoky [maps.google.com]	50
Obr. 26 Situace posuzované stoky [BVK, a.s.]	50
Obr. 27 – 0.00 m – Začátek úseku [BVK, a.s.].....	52
Obr. 28 – 11.10 m – Podélná prasklina nahoře a vlevo [BVK, a.s.].....	52
Obr. 29 – 11.10 m – Detail podélné praskliny nahoře [BVK, a.s.].....	52

Obr. 30 – 22.40 m – Výsek vpravo [BVK, a.s.]	53
Obr. 31 – 22.40 m – Výsek vpravo, přesazené spoje [BVK, a.s.]	53
Obr. 32 – 28.64 m – Příčná prasklina [BVK, a.s.].....	53
Obr. 33 – 28.64 m – Detail příčné praskliny [BVK, a.s.].....	54
Obr. 34 – 36.91 m – Netěsná stěna potrubí, chybějící část stěny [BVK, a.s.].....	54
Obr. 35 – 36.91 m – Chybějící část stěny, je vidět zemina [BVK, a.s.].....	54
Obr. 36 – 37.02 m – Netěsná stěna potrubí, silné praskliny, vymletá díra [BVK]..	55
Obr. 37 – 37.02 m – Detail netěsností, silných prasklin a vymleté díry nad potrubím [BVK,a.s]	55
Obr. 38 – 40.28 m – Příčná prasklina [BVK, a.s.].....	55
Obr. 39 – 40.28 m – Detail příčné praskliny [BVK, a.s.].....	56
Obr. 40 – 45.78 m – Konec potrubí [BVK, a.s.].....	56
Obr. 41 – 45.78 m – Poklop a stupadla na konci úseku [BVK, a.s.].....	56

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

ČOV	...čistírna odpadních vod
DN	...jmenovitá světlost potrubí v mm (Diameter Nominal)
ÚVHO	...Ústav vodního hospodářství obcí
VUT	...Vysoké učení technické
TU	...technický ukazatel
TSVÚ	...technický stav vybraného objektu
FMEA	...Analýza a efekty poruchových režimů (Failure Modes Effects and Analysis)
SW	...software
BVK, a.s.	...Brněnské vodárny a kanalizace
a.s.	...akciová společnost
GIS	...geografický informační systém
ŽB	...železobeton
Tab.	...tabulka
Obr.	...obrázek

SUMMARY

The first, ie theoretical part, described and defined the basic concepts that are associated with the topic of methodology for evaluating the technical condition of sewer networks. Subsequently, the arrangement of gravity sewers, the shapes used, the materials and their service life were introduced. The next chapter of the theoretical part dealt with cleaning, research and faults in sewer networks. The final chapter of the theoretical part was devoted to the presentation of specific methodologies for evaluating the technical condition of sewer networks.

The practical part of this work in its introduction dealt with the evaluation of the technical condition of the section of the sewer network on the basis of camera research. Three methodologies were selected for this evaluation, which were already described in the theoretical part. With the help of selected methodologies, all structural failures occurring in the assessed section of the sewer network were classified. After the classification of faults, the final assessment of the construction and technical condition of the given sewer section was made on the basis of their results, and subsequently a comparison of the used methodologies was performed.

The aim of this bachelor's thesis was to evaluate the construction and technical condition of the sewer network on the basis of selected methodologies and their subsequent comparison.

The monitored section was therefore evaluated using three different methods of evaluating the construction and technical condition of sewer networks. However, the results differ in part depending on the methodology used.

According to the first methodology, ie the methodology of BVK, a.s., which is based on the ATV-M 143 manual, classification number 3 was determined, which evaluates the condition of the section as satisfactory and currently does not see the need for remediation or repairs.

According to the methodology of ÚVHO VUT Brno, the failure class K4 was determined, which is a degree worse than in the previous methodology. The result of the evaluation according to this methodology was evaluated as the most corresponding reality, mainly due to the fact that the methodology takes into account the weights of individual indicators of the sewer network evaluation and thus the evaluation is more relevant.

Using ČSN EN 13 508, faults were classified using codes. Since the standard does not contain any methods for accurate evaluation of the condition of the sewer, based on the data obtained, the condition of the sewer was marked as poor.