

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA
V PRAZE**

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

**Katedra vodního hospodářství a
environmentálního modelování**



Správa stokové sítě

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Ing. Petra Sychová, Ph.D.

Vypracoval: Petr Banot

2020

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Petr Banot

Krajinářství

Územní technická a správní služba

Název práce

Správa stokové sítě

Název anglicky

Management of waste water drainage systems

Cíle práce

Předmětem předkládané bakalářské práce rešeršního charakteru je problematika provozu stokové sítě. Cílem práce je, ve všeobecném měřítku, popis správy stokové sítě. Konkrétně je práce zaměřena na charakteristiku soustav stokových sítí a jejich provoz. Dílčím cílem je posouzení možností vyhledávání poruch a čištění stokových sítí. Zjištěné teoretické informace jsou následně využity pro popis současných metod průzkumu stokové sítě v modelovém území.

Metodika

- rešerše odborné literatury
- vyhodnocení stavu stokových sítí
- zhodnocení zjištěných informací
- shrnutí

Doporučený rozsah práce

40 stran

Klíčová slova

stoková síť, materiál, objekty stokové sítě, správa

Doporučené zdroje informací

HLAVÍNEK, P., MIČÍN, J., PRAX, P. 2001. Příručka stokování a čištění. Brno: NOEL 2000, 251 s.

NYPL, V., SYNÁČKOVÁ, M., Zdravotně inženýrské stavby 30: Stokování. Praha: ČVUT, 1998.

TCHOBANOGLIOUS, G., BURTON, F.L. 1991. Wastewater engineering: Treatment, disposal, and reuse. New York: Osborne-McGraw-Hill, 1334 p

Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Petra Sychová, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 10. 3. 2020

doc. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 11. 3. 2020

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 19. 06. 2020

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma "Správa stokové sítě" vypracoval samostatně pod vedením Ing. Petry Sychové, Ph.D. a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědom, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000

Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne 14. květen 2020

Podpis.....

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval především své vedoucí bakalářské práce za cenné rady, odborné vedení a pomoc při psaní práce. Dále bych rád poděkoval společnosti Pražské vodárny a kanalizace, a.s. za poskytnuté informace a především panu Bernátovi za poskytnutý čas v podobě konzultací, především o Praze, které mi byly velkým přínosem. V neposlední řadě bych rád poděkoval i své rodině, která mi vytvářela časový prostor potřebný k dokončení mé práce.

Abstrakt

V bakalářské práci s názvem „Správa stokové sítě“ se věnuji problematice stokových sítí. Cílem mé práce je seznámit nejen odbornou veřejnost, ale především i tu laickou veřejnost, za účelem lepší informovanosti v této problematice. To následně může přispět i ke kvalitnějšímu životnímu prostředí a životu nás lidí. Práce je rozdělena na dvě části.

První část je literární rešerše. V této části jsou obecně seskupeny poznatky o stokových soustavách, používaných materiálech kanalizačních stok a objektech na nich umístěných. Dále jsou popisovány činnosti se samotným provozem stokových soustav a to průzkum, poruchy a čištění stokové sítě. Ve druhé části práce se přímo po nastudování odborné literatury a konzultacích na oddělení průzkumu stokových sítí Pražských vodovodů a kanalizací a.s. věnuji metodám průzkumu a sanacím stokových sítí v Praze.

Závěr práce tvoří ukázka řešení konkrétní sanace v Praze 7. Přínos mé práce spočívá v pochopení funkčnosti stokových sítí a získání základních poznatků pro její správné provozování.

Klíčová slova

materiály, objekty, průzkum, sanace

Abstract

In bachelor thesis, called “Management of waste water drainage systems” I pay attention to the problems within the sewer networking. The goal of my thesis is to not only enlighten the authoritative community but enlighten especially the incompetent community to provide broader knowledge about such matters. Furthermore, this can contribute to a healthier environment for humans as well as in general. This thesis is divided into two sections.

First section is the literature review. In this section there are general groups like discoveries about sewer systems, materials used for making the sewers, and the objects placed on top of them. Furthermore, the functioning of sewer systems like investigation, defects, and cleaning of sewer networking are described. In the second section I pay attention to the methods of investigating the sewer networking in Prague after studying the authoritative literature and after consultations at the department of investigation of sewer networking.

The conclusion includes an example of a solution of a specific sanitation in Prague 7. The contribution of my thesis is the understanding of the functioning of sewer networking and gaining the general knowledge of its accurate utilization.

Keywords

materials, objects, investigation, sanitation

Obsah

1. Úvod.....	1
2. Cíle práce.....	2
3. Stokové soustavy.....	3
3.1 Jednotná stoková soustava.....	3
3.2 Oddílná soustava stok.....	4
3.3 Modifikovaná soustava stok.....	6
4. Materiály na stokové síti.....	7
4.1 Kamenina.....	7
4.2 Beton a železobeton.....	8
4.3 Sklolaminát.....	8
4.4 Čedič.....	9
4.5 Tvárná litina.....	9
4.6 Plasty.....	9
5. Výstavba stokových sítí.....	10
6. Objekty na stokové síti.....	12
6.1 Vstupní šachty.....	12
6.2 Spadiště.....	13
6.3 Skluzy.....	13
6.4 Dešťové vpusti.....	14
6.5 Lapač splavenin.....	14
6.6 Kanalizační přípojky.....	14
6.7 Kanalizační shybka.....	15
6.8 Křižování stok a jiných vedení.....	15
6.9 Proplachovací objekty.....	15
6.10 Odlehčovací komory.....	16
6.11 Dešťové nádrže.....	16
6.12 Větrací zařízení.....	16
6.13 Sněhové svrže.....	16
6.14 Výusti.....	16
6.15 Čerpací stanice.....	17
7. Správa stokových sítí.....	17
7.1 Průzkum stokové sítě.....	17
7.2 Poruchy stokové sítě.....	19

7.3 Čištění stokové sítě.....	21
7.3.1 Způsoby hydraulického čištění.....	21
7.3.2 Způsoby mechanického čištění.....	21
7.3.3 Způsoby hydraulicko-mechanického čištění.....	22
8. Výsledné zhodnocení - reálné prostředí v Praze.....	23
8.1 Historie pražské kanalizace.....	23
8.2 Průzkum stokových sítí v Praze.....	26
8.3 Druhy prohlídek.....	27
8.3.1 Systematické prohlídky.....	27
8.3.2 Prohlídky před stavebními pracemi.....	28
8.3.3 Prohlídky před ukončením záruční doby.....	28
8.3.4 Prohlídky stokových sítí při vzniklé havárii.....	28
8.4 Metody průzkumu stokových sítí v Praze.....	29
8.4.1 Pěší průzkum.....	29
8.4.2 Průzkum za pomoci televizního inspekčního systému.....	30
8.4.3 Geotechnický průzkum.....	30
8.4.4 Průzkum inertní barevnou tekutinou.....	31
8.4.5 Optický průzkum.....	31
8.4.6 Průzkum kouřem.....	31
8.5 Sanace stokových sítí v Praze.....	32
8.6 Ukázka návrhu sanace v Praze.....	33
8.6.1 Popis zkoumané lokality.....	33
8.6.2 Charakteristika problému.....	35
8.6.3 Návrh řešení.....	37
8.6.4 Finanční rozvaha.....	38
9. Diskuze.....	39
10. Závěr.....	42
11. Přehled literatury a použitých zdrojů.....	43
12. Přílohy.....	48

1. Úvod

V dnešní moderní době jsou kladeny vysoké nároky na odvodňování větších měst. Je nutné pravidelně kontrolovat stav kanalizací a předcházet možným negativním následkům. K tomu, aby se předešlo nežádoucím následkům, je potřeba kanalizaci správně provozovat.

V České republice je v současné době provozováno přes 48 000 km kanalizační sítě a je připojeno 1,7 milionu kanalizačních přípojek. Pro bezproblémový provoz stokových sítí je nutné provádět pravidelný průzkum a údržbu kanalizace. Jakékoliv odstraňování poruch na stokové síti je velice nákladné. Stokové soustavy ve větších městech představují obrovskou investici. Provozovatelé kanalizací vhodným spravováním stokových sítí přispívají k udržitelnému rozvoji. Nejedná se jen o technické hledisko, ale také se musí počítat s ekonomickou a ekologickou zátěží. Sanace kanalizací jsou často z ekonomické náročnosti a nedostatečné informovanosti potřebného zásahu odkládány.

Ačkoliv je historie stokování bohatá, stále ještě není zcela ideální pro stále náročnější a početnější společnost. Pro zdravý život je stokování velice důležité téma. Stoky se nachází často na hlavních silnicích měst a následné opravy jsou poté nepříjemné pro místní obyvatele (Read, 2004).

Správný průzkum stokových sítí přispívá k tomu, aby dlouho budované stokové sítě sloužily vhodným způsobem dalším generacím na Zemi.

Bakalářská práce se zabývá problematikou správy stokových sítí.

2. Cíle práce

Cílem práce je popis problematiky správy stokové sítě v Praze a provedení literární rešerše o stokových sítích.

V první části práce je za cíl popsat stokové soustavy, materiály na stokových sítích, objektech na stokových sítích, dále průzkum, poruchy a čištění kanalizací.

Ve druhé části je cílem po seznámení s pražskou historií uvést průzkum, metody průzkumu, druhy prohlídek a sanaci stokových sítí tak, jak reálně probíhají v hlavním a největším městě České republiky. Na konci této části je mým cílem provést ukázkou návrhu sanace bezvýkopovou technologií (robotem) na stokové síti v Praze.

3. Stokové soustavy

Navržení stokových soustav vychází z principu splachování. Transport odpadní vody je realizován nejčastěji gravitačním principem do nejhlubšího místa stoky. S ohledem na charakter terénu je odpadní voda z nižších míst odčerpávána (Šrytr, Synáčková, 1992).

Sítě stok jsou úmyslně plánované a logicky spojené soustavy, za účelem odvodu splaškových, průmyslových, podzemních a dešťových vod (Čížek, 1961).

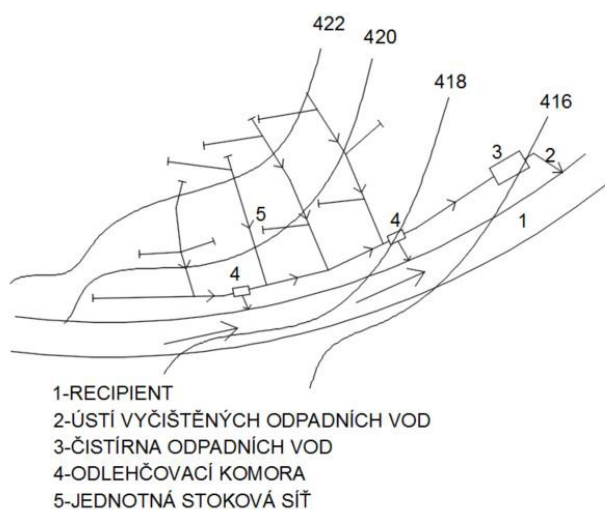
Rozlišujeme 3 soustavy stok a to dle toho, jak se odvádí odpadní vody:

- jednotná stoková soustava
- oddílná stoková soustava
- modifikovaná stoková soustava.

Každá z těchto uvedených soustav, respektive jejich kanalizace má jedinečné specifické vlastnosti (Hlavínek a kol. 2001).

3.1 Jednotná stoková soustava

V jednotné stokové soustavě (Obr. 1) dochází k transportu splaškových, dešťových, případně průmyslových odpadních vod v rámci jedné stokové sítě. K volbě pro návrh jednotné soustavy docházelo hlavně v minulosti (Nypl, Haloun, 1990).



Obrázek 1: Schéma jednotné stokové soustavy (Beránek, 2005).

V České republice je většinou navržena jednotná stoková soustava, rozhodujícím motivem pro řešení jednotné soustavy byly stavební náklady. V současné době však zejména z hygienických, či ekologických důvodů není tento typ odvádění odpadních vod projektován. Dešťové odpadní vody, které jsou jednotnou stokovou sítí odváděny, převyšují během dešťové události průtok splaškových odpadních vod (Beránek, 2005). Kvůli dešťovým vodám je nutné dimenzovat větší profily stok, nepravidelné rozložení srážkových událostí zatěžuje čistírnu odpadních vod.

Odpadní vody jsou transportovány primárně na základě gravitace a následně přečerpání se nedoporučuje a to vzhledem k velkému průtoku vlivem deště. Proto na jednotných stokových soustavách vznikají odlehčovací komory, při větším průtoku během srážkové události se do těchto komor dostává voda. Voda z odlehčovacích komor nakonec ústí do dešťové nádrže či recipientu. Nevýhoda odlehčovacích komor nastává při velkém naředění splaškových vod vodami dešťovými, dochází k zanášení čerstvého fekálního znečištění do recipientu (Hánková D, 2005).

Podobný efekt mají i retenční dešťové nádrže. Retenční dešťové nádrže vyrovnávají odtok. Dále čistící a retenční úkol mají usazovací a průtočné dešťové nádrže a akumulární posláním má záchytná dešťová nádrž (Nypl, Synáčková, 1998).

Mezi ekonomické výhody jednotné soustavy je zřejmé menší vynaložení investičních nákladů a mezi další pozitiva lze zařadit i vlastní provoz sítě. U jednotné soustavy dochází k samovolnému průplachu a to díky dešťové odpadní vodě během srážkové události. Samotný průplach dešťovou vodou má vliv na snížení zanášení, hlavně v terénu s nízkým sklonem (SOVAK, 2018).

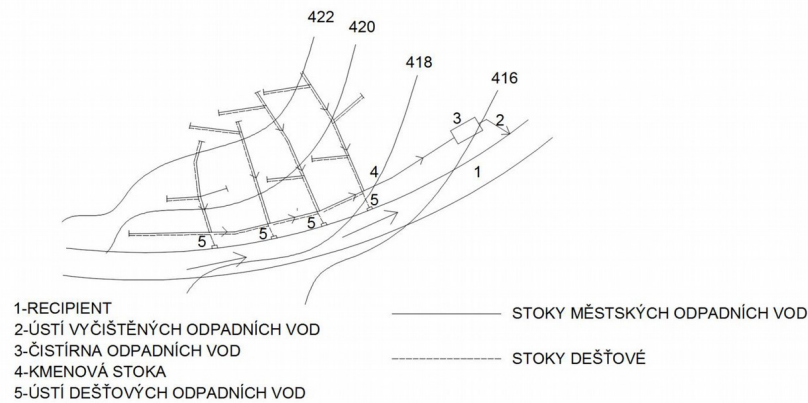
Během dešťového odtoku je upraveno vypouštění vod nařízením vlády. V nařízení vlády je uvedeno, že vypouštění vod stanoví vodohospodářský orgán dle lokálních vodohospodářských předpokladů (Hlavínek a kol. 2003).

3.2 Oddílná soustava stok

U oddílné soustavy stok se uvádí, že převážně se jedná o síť se dvěma stokami. První soustava odvádí odpadní vody a druhá soustava odvádí srážkové povrchové vody (ČSN 75 0161).

V oddílné soustavě stok (Obr. 2) je každá odpadní voda odváděna jednotlivou

samostatnou cestou. Nedochází ke smíšení odpadních vod ve stokové síti. Oddílná stoková soustava je nákladnější při konstrukci než jednotná soustava, ale nedochází k zašpinění recipientu fekáliemi během období dešťů. Čističky odpadních vod se nevystavují námaze s vodou srážkovou (Hlavínek a kol. 2001).



Obrázek 2: Schéma oddílné soustavy stok (Beránek, 2005).

Oddílná soustava má nejčastěji dešťovou a splaškovou kanalizaci. V současnosti nelze dešťové vody považovat ve vztahu k recipientu za hygienicky nezávadné. Obsahují splachy minerálních i organických látek a na vyústění dešťových stok oddílné soustavy se budují dešťové usazovací nádrže, které mají za úkol zachytit splachy z povrchu (Nypl a kol. 1990).

Odvod dešťových vod samostatnou sítí bývá složitější. V současné době se začínají využívat podzemní nádrže, které umožňují řízený odtok dešťových vod stokovou sítí. Řešením bývá i redukce dešťových vod v dané oblasti tzv. nepropustnými plochami, cílem je pak maximalizovat povrchovou retenci (Broža a kol. 1993)

Stoky dešťové oddílné soustavy jsou obvykle zatrubněny nebo z povrchových rigolů a jsou umístěny mělčeji než stoky jednotné soustavy. Hloubka dešťových stok oddílné soustavy je závislá dle napojení uličních vpustí. Aplikují se retenční a dešťové nádrže. Doprava dešťových odpadních vod je pouze gravitační (Nypl, Synáčková, 1998).

Stoky splaškové oddílné soustavy jsou obvykle charakteristické menšími profily (oproti soustavě jednotné) a jsou umístěné ve stejné hloubce jako stoky jednotné soustavy. Z konstrukčního hlediska nehrozí kontaminace vody v recipientu fekáliemi), odpadá možnost zatopení zpětným vzduším. Splaškovou sítí jsou

odváděny splašky a průmyslové odpadní vody na čistírnu odpadních vod. Doprava splaškových odpadních vod je obvykle realizována gravitací (Nypl, Synáčková, 1998).

V revitalizované části v Praze se volí navržení oddílné kanalizace. Vody dešťové budou odvedeny povrchově nebo přímo do vodního toku přes kanalizaci. V úplně nových odkanalizovaných územích hl. m. Prahy je doporučení pro soustavu oddílnou (Městské standardy vodovodů a kanalizací na území hl. m. Prahy).

Norma hospodaření se srážkovými vodami nám udává návod ke správným příjemcům dešťových vod a ke správnému technickému řešení. Norma zahrnuje problematiku znečištění srážkových vod a popisuje objekty používané k hospodaření se srážkovými vodami, dále předkládá informace k údržbě a provozu používaných objektů (TNV 75 9011).

3.3 Modifikovaná soustava stok

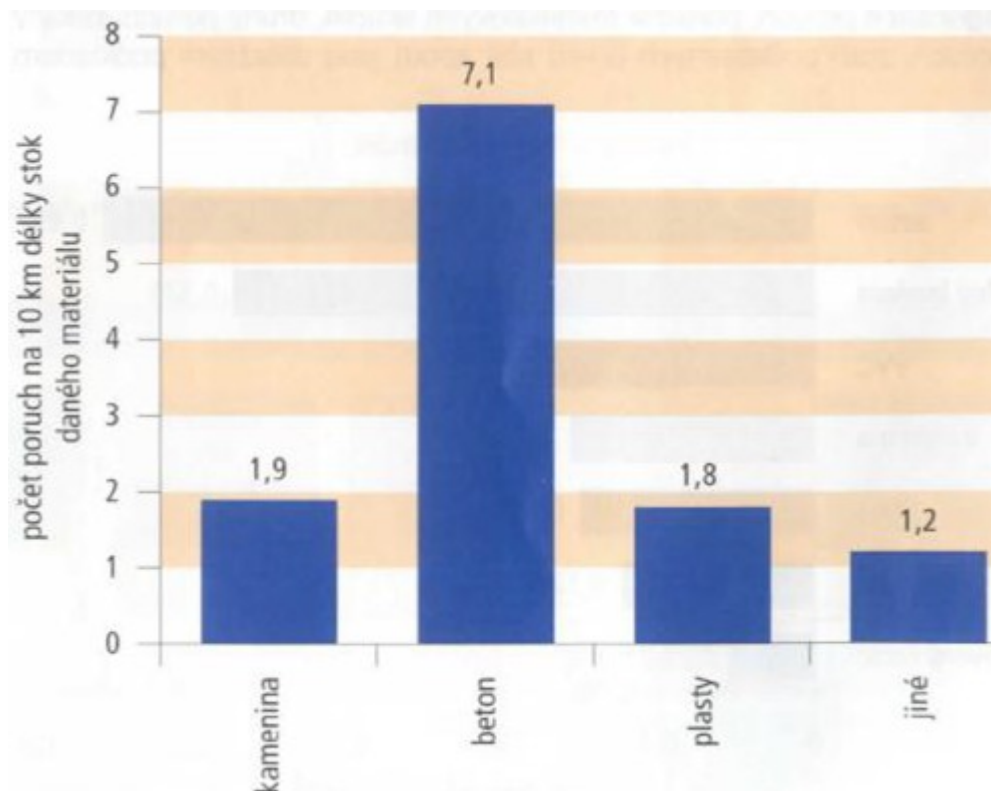
Modifikovaná stoková soustava vzniká kombinací soustav jednotné a oddílné, odvodňující jeden urbanizovaný celek. Vody dešťové jsou vedené v potrubí uloženém mělce a vody splaškové mají potrubí uložené hluboko. V době dešťového přívalu se nejprve dešťové vody prázdní potrubím ze dna šachet dešťových stok do splaškových stok a po určité době dochází k odtoku srážkové vody přímo do recipientu (Beránek 2005).

Modifikace, respektive kombinace stokových soustav by mohla vést k nalezení dokonalého a nejvíce hospodárného řešení (Hlavínek a kol. 2001).

Všechny uvedené druhy stokových soustav je zapotřebí kvalitně naplánovat a to i při odvádění vod odpadních. Při nekvalitním naplánování stokových soustav může dojít k různým haváriím v průmyslových budovách. Jedna z největších katastrof v Evropě se stala v roce 1986. Při havárii došlo k požáru skladu v Německu a bylo odhaleno chybné odkanalizování. Během havárie došlo k obrovskému znečištění vody. Voda na hašení, velmi znečištěná se následně dostala do dešťové kanalizace a poté do vodních toků (Krejčí a kol. 2002).

4. Materiály na stokové síti

Materiál volíme dle účelu a životnosti díla. Měl by být vodotěsný, odolný proti biologickým, chemickým a mechanickým vlivům dopravované odpadní vody, proti namáhání stok a má umožnit bezpečné a účinné čištění stok. Materiály, které se využívají na stavbu stok, jsou z kameniny, betonu, železobetonu, sklolaminátu, čediče, šedé litiny, tvárné litiny, plastů a z vláknocementu (Nypl, Synáčková, 1998). Na Obr. 3 je znázorněn počet poruch na 10 km kanalizace jednotlivého materiálu. Hodnoty jsou uvedeny bez časového faktoru. Tedy betonové trouby a kameninové trouby se využívají mnohonásobně déle, než plastová potrubí (SOVAK, 2018).



Obrázek 3: Poruchovost trubních materiálů (SOVAK, 2018).

4.1 Kamenina

Kameninové trouby jsou přírodní a ekologické. Trouby z kameniny jsou vyráběny z přírodního jílu, šamotu a vody a kvalita je zaručena hodnotnými surovinami a velkou výrobou trub a tvarovek (Šejnoha, 2003).

Kameninový materiál je na výrobu stokových sítí jeden z nejvíce využívaných a to

jak pro stokovou síť, tak i pro kanalizační přípojky a je možný recyklovat. (Hlavínek a kol., 2003). Výhodou kameniny je chemická odolnost, mechanická pevnost a vysoká životnost (SOVAK, 2018).

Naopak nevýhoda spočívá v křehkosti, větší hmotnosti a náročnější pokládce (Šejnoha, 2003).

4.2 Beton a železobeton

Betonový a železobetonový materiál se využívá pro neagresivní odpadní vody. Trouby z betonu a železobetonu mají vysokou nasákovost a proto se využívají hlavně pro dešťovou kanalizaci. Trouby z betonu a železobetonu nejsou dost odolné proti agresivním účinkům a mají krátkou životnost. Po osazení výstelky se mnohokrát zvýší jejich životnost vůči abrazi a agresivním látkám (Hlavínek a kol. 2003).

Výstelka může být čedičová či keramická. Stoky z betonu a železobetonu jsou monolitické a prefabrikované. Montáž prefabrikovaných dílů urychluje výstavbu sítě, neklade vysoké nároky na zručnost dělníků (Bruce, 2011).

Výroba betonových a železobetonových trub vychází z přípravy betonové směsi, výstuže, tváření trub a následné kontrole. Kvalita je závislá na technické úrovni výrobní technologie a z tohoto důvodu se železobetonový materiál stává v každém desetiletí kvalitnějším (Šejnoha, 2003).

Mezi hlavní výhody železobetonového materiálu patří mezní únosnost ve vrcholovém zatížení, teplotní odolnost a jeho ekologická recyklovatelnost (Šejnoha a kol., 2003). Naopak nevýhodou je vysoká hmotnost trub, nebezpečí porušení trub korozi a obrusem a omezení maximální rychlosti průtoku (Šejnoha, 2003).

Vzhledem k menší odolnosti betonu proti korozi se využívá čedičová či keramická výstelka.

4.3 Sklolaminát

Sklolaminát je materiál se skelnými vlákny, které bývají vyztužené plasty. Složení sklolaminátu je tedy ze dvou fyzikálně různých materiálů. Nedochozí k molekulové vazbě různých materiálů, avšak technologiemi zpracování se materiály shodují.

Složení sklolaminátových trub je kombinací polyesterových pryskyřic a tužidel, skleněných vláken a plniva. Každá vrstva trouby má své dané vlastnosti a složení, stěna trouby je bez dutin a je plynotěsná. Sílu stěny lze ovlivnit při výrobě na požadovanou třídu tuhosti trouby (Šejnoha, 2003).

Mezi hlavní výhody sklolaminátového materiálu se uvádí velmi dobrá chemická odolnost, dobrou odolností proti obrusu a nižší hmotností trub (Šejnoha a kol. 2003). Naopak nevýhoda spočívá v ekologické závadnosti sklolaminátového materiálu, nižší odolnosti proti úderu a bodovému zatížení a dále komplikovanost při napojení u trub větších dimenzí (Šejnoha, 2003).

4.4 Čedič

Z čediče se vyrábí obložení stran potrubí zevnitř. Obložením dojde k prodloužení životnosti potrubí. Využívají se převážně na kruhové, tlamové a vejčité stoky. Použití čediče se využívá v místech s dopravou převážně abrazivního a erozivního materiálu. Dále se využívá v místech s velkou rychlostí odpadní vody v potrubí nebo v objektech na stokové síti (Hlavínek a kol. 2003).

4.5 Tvárná litina

Tvárná litina je následovníkem litiny šedé. U šedé litiny se nachází grafit ve formě lamel. Ve tvárné litině je grafit ve shlucích kulovitěho tvaru. Kanalizační systémy z tohoto materiálu se využívají při odpadech z domácnosti vzhledem k vodotěsnosti. Další využití je u tlakové i gravitační stokové sítě a u trub, které odvádí průmyslové odpadní vody (Hlavínek a kol. 2003).

Výhodou tvárné litiny jako materiálu je zejména odolnost proti nárazu, pevnost v tahu a formovatelnost. Naopak nevýhodou při využití tvárné litiny jako materiálu je malá odolnost proti korozi, vysoká hmotnost a křehkost (Hladiš, 2010).

4.6 Plasty

Plastový materiál obecně je velmi dobře odolný vůči agresivním účinkům odpadních vod a také vod podzemních. Většina je recyklovatelná. Mezi velké výhody patří malá hmotnost, dostatečná hladkost a odolnost proti korozi a zarůstání. Mezi nevýhody

plastového materiálu řadíme malou tepelnou odolnost, křehkost a malou rázovou pevnost (Raclavský a kol. 2006).

Dle konkrétního typu je možné rozlišit plastové potrubí z PP, PVC či PE. Polyvinylchlorid (PVC) je nejpoužívanějším plastovým materiálem, využívá se na výrobu jak samotného potrubí, tak i tvarovek. Polyethylen o vysoké hustotě (PE HD) je dobře odolný vůči rozpouštědlům, olejům, zásadám a kyselinám. Využívá se pro odvod splaškové odpadní vody a povrchové vody ze silnic. Polypropylén (PP) je odolný vůči horké vodě. Využívá se pro odvod odpadních a chemických látek (Raclavský a kol. 2006). Potrubí z PP se vyrábí vždy v kruhových profilech (Sovak, Novák, 2003).

5. Výstavba stokových sítí

Před výstavbou stokové sítě je za potřebí vzít v úvahu podmínky v dané lokalitě výstavby. Podmínky v dané lokalitě výstavby určí vhodnost vybraného materiálu stoky a charakteru stokové sítě. Konstrukce stoky se posuzuje na základě polohy stoky a technologie výstavby (např. štolování, štítování, vrtání). Svislé zatížení ve vrcholu stoky musí být menší, než je daná pevnost trouby od výrobce (Nysl, Synáčková, 1998).

Při výstavbě inženýrských sítí se dají výrobní procesy rozdělit na přípravné (bourání objektů), pomocné (bednění), hlavní (práce montážní), dopravní (doprava) a dokončovací (úprava terénu) (Šrytr, 1986).

Při volbě způsobu stavby stokových sítí je důležitým faktorem trasa zamýšlené kanalizace, překážky na zamýšlené trase, profil stoky, její hloubka a v neposlední řadě i hydrogeologické poměry (Chejnovský, 2010).

Trubní stoky, které byly dominantou do konce 19. století již v současné době nahrazují zděné stoky. Začínají se budovat betonové profily na základě lepších technických podmínek a tyto se plní zděným obložením (Read, Vickridge, 1997).

Při výstavbě stoky tradičním způsobem se rýhy tzv. hloubí. Hloubí se proti sklonu dna a to pro lepší stavbu a montáž. V rýhách je možné vytvářet zděné stoky

průchozích a průlezných profilů. Zděné stoky se budují z vypálených kanalizačních cihel. Jedná se o betonovou desku, na které se ukládá kameninový žlab. Poté se vyzdí stěna stoky z cihel (Nypl, Synáčková, 1998).

Převážně se boční stěny rýhy při výstavbě stoky podporují ocelovými pažnicemi a dále se pro podporu rýhy využívají pažící boxy. Tyto pažící boxy se během stavby přesouvají ve vytvořené rýze (Butler, Davies, 2006).

Výstavba stoky štolováním se využívá v případě, že hloubka stoky je větší než 6 m. Tato metoda je ekonomicky šetrná. K ražení štoly se využívají ocelové rámy. Z vyhloubených těžních šachet se těží výkopový materiál a poté tudy vstupuje i stavební materiál pro stoky. Rází se zde tunelováním štola. Mezi vybudovanou stoku a štolu se přidává beton, aby zde nesedala zemina (Nypl, 1980).

Další častá technologie výstavby je štítování. Štítování je metoda, která se využívá v nepříznivých geologických podmínkách. Je za potřeby vybudovat dlouhou stoku velkého profilu. Ocelový štít zatlačuje pomocí hydrauliky z těžební šachty a následně se z něj těží zemina a buduje stoka. Metoda štítování má největší efekt při budování železobetonových prefabrikátů nebo je-li zeď z kanalizačních cihel. Také zde se prostor mezi zeminou a obezdívkou vyplní tlakově betonem (Nypl, Synáčková, 1998).

Další metodou je výstavba stokové sítě bezvýkopovými technologiemi. Bezvýkopové technologie zahrnují instalace, nahrazení a obnovení podzemních inženýrských sítí bez provedení výkopových prací a tedy nedochází k narušení povrchu Země. Metoda bezvýkopová je velmi atraktivní v urbanizovaných oblastech (ISTT, 2015).

Bezvýkopové technologie se hojně využívají také při budování ropných nebo plynových sítí. Tuto metodu nejvíce propagovaly z počátku státy jako USA, Japonsko, Rusko a Německo (Butler, Davies, 2006).

Způsob zakládání a konstrukce stoky jsou zásadní parametry pro návrh stokové sítě. Zvolená technologie výstavby by měla být vhodně zvolená vzhledem k posouzení konstrukce stavby a jejímu následnému uložení, a zda bude stoka zatížena násypovým nebo rýhovým zatížením. Dno rýhy se kope ručně, aby v základové spáře nedošlo např. k nakypření, překopání, rozrušení proudící vodou. V místě výskytu

trvalé podzemní vody se zřídí drenáž. Voda z ní odtéká gravitačně nebo je čerpána z jámky (Nypl, Haloun, 1990).

Drenáž pozbývá svůj účel úplným vybudováním stoky. Lože pod trubní stokou se pokládá na upravené dno rýhy nebo se provádí štěrkové lože s drenáží. Na štěrk se dává deska z betonu a na ni se klade potrubí. Pokud se nevyskytuje podzemní voda, tak se dle situace upraví dno stoky. Pokud je v základové spáře zemina, a to buď přemrzlá, nebo rozbředlá, tak se provádí štěrkový zásyp nebo se položí beton. V neúnosné půdě se základová deska pokládá na piloty, a v místech, kde základovou spáru tvoří skála, se vytváří pružné roury s udusaným vlhkým pískem (Nypl, Synáčková, 1998).

6. Objekty na stokové síti

Stoka je dána stokovým úsekem a objekty. Objekty bývají navrhovány tak, aby splnily danou funkci konkrétní stokové sítě (Hlavínek a kol. 2003).

Při budování objektů se využívá zejména klasický materiál jako beton, železobeton, případně kanalizační cihly, ale dnes už také se využívá hojně také moderní materiál jako je kamenina, tavený čedič, plasty a sklolaminát. Moderní materiály jsou využívány pro svou dobrou odolnost proti mechanickým, chemickým a biologickým vlivům. Dalším důležitým faktorem při budování objektů bývá bezpečnost obsluhujícího personálu, bezpečný vstup do objektů a dále objekty musí materiálně odolat např. účinkům jedoucích vozidel v urbanizovaných oblastech (Chejnovský, 2007).

6.1 Vstupní šachty

Vstupní šachty slouží jako vstupní místa, větrací objekty a umísťují se na konci stok. Vzdálenost dvou vstupních šachet je v průlezných a neprůlezných stokách do 50 m. U průchozích stok je tato vzdálenost 200 m, kdy od vzdálenosti 100 m je zapotřebí souhlas provozovatele kanalizace (Nypl, Synáčková, 1998).

Vstupní šachtu je nutné provést a umístit tak, aby nedošlo k omezení správné funkce stokové sítě. Dále, aby nedošlo k ohrožení bezpečnosti při pracích na provozu,

čištění a údržbě stok. Nachází se v místech se změnou sklonu stoky, nebo v místech se změnou materiálu stoky, nebo na konci každé stoky v horní části a také v místech spojení dvou či více stok (ČSN 756101).

Profil šachty je 1 m pro kruhový průřez a 1 x 0,8 m pro obdélníkový průřez. Vstupní šachty bývají betonové (Obr. 4) jako prefabrikované nebo monolitické. U vstupních šachet jsou stupačky a většinou litinový poklop (Vyoralová, Hrdlička, 2013).



Obrázek 4: Betonová vstupní šachta (www.dcpraha.cz/produkty/betonove-kanalizacni-sachty-astudny).

6.2 Spadiště

Spadiště přispívá k překonání strmého sklonu terénu, a to ve dně stoky. Konstrukce se skládá ze vstupní šachty, přítokového potrubí, spadiště a odtokového potrubí. Malé průtoky (bezdeštný průtok) jsou odváděny vertikální kameninovou rourou. Při přívalu voda odtéká jak obtokovou vertikální rourou, tak i přepadá ze stoky do vodního polštáře. Na dešťových stokách se u spadišť vertikální obtok za normálních okolností neprovádí. Šachta a dno spadiště musí být opatřeno pevným odolným materiálem proti účinkům proudu. Umístění stupadel je mimo směr dopadající vody a je zapotřebí uklidnit provzdušenou směs a odvést vyloučený vzduch (d-plus, 2009).

6.3 Skluzy

Skluzy se budují v místech stoky se strmým sklonem a zřizuje se v úsecích, kde by soustava spadišť byla nákladná a těžká k realizaci vzhledem k velkým profilům stok. Na konci skluzy se nachází objekt k utlumení pohybové energie a k odvedení

vzduchu z vody. Vyloučení vzduchu usnadňuje rošt. Musí zde být použitý odolný materiál k zajištění skluzu a dále se také zajistí proti posunu kotevními (Chejnovský, 2010).

6.4 Dešťové vpusti

Dešťové vpusti se vytváří pro odvodnění vozovek, chodníků a pevných ploch a bývají součástí komunikačních staveb. Vzdálenost vpustí je okolo 40 m a nemá být větší než 60 m. Osazují se nejčastěji u obrubníku komunikace. Hloubka dešťových vpustí je úměrná tomu, aby odpad byl stále v nezamrzlé hloubce. Dešťové vpusti jsou uliční a chodníkové. Neumísťují se na rohu křižovatek, ani na přechodu pro chodce či u vjezdů. V místech strmých sklonů použijeme horskou vpust (Nypl, Synáčková, 1998).

6.5 Lapač splavenin

Lapač splavenin se vyskytuje zejména v místech s přechodem odvodnění extravilánu otevřenými příkopy do trubního systému. Retarduje povrchový odtok, zachytí nečistoty před vtokem do stokového systému. V lapači je jímka na splaveniny a jímka vyžaduje pravidelné čištění. Mříž lapače má funkci ochrannou (Nypl, 1980).

6.6 Kanalizační přípojky

- Domovní přípojky

Domovní přípojky odvádí odpadní vodu z nemovitostí do stokových sítí. Každá nemovitost má mít svou vlastní domovní přípojku. Revizní šachty domovní přípojky se umísťují na pozemku, popřípadě v objektu. Připojuje se na stoku jen do určené odbočky nebo vložky, nebo do místa určeného provozovatelem kanalizace, popřípadě do vyříznutého otvoru. Objekt by měl být co nejkratší a v jednom sklonu, přímém směru a stejného profilu. U neprůlezných stok domovní přípojku umísťujeme do horní poloviny stoky a u průlezných se zaústí dnem v úrovni hladiny (Nypl, Synáčková, 1998).

- Přípojky dešťových vpustí

Jen se souhlasem provozovatele se napojí více dešťových vpustí do odtokového potrubí. Na odpad nesmí být napojena domovní přípojka. Přípojka dešťových vpustí musí být v hloubce, která nezamrzá a svody vpustí jsou umístěné kolmo na osu komunikace (Nypl, Synáčková, 1998).

6.7 Kanalizační shybka

Kanalizační shybka je objekt, který převádí odpadní vody pod překážkou, když nelze překážku převést gravitačně. U shybky úplné leží strop potrubí shybky pod dnem přívodní a odváděcí stoky. U shybky neúplné leží strop nad uvedeným dnem. Horní komora tvoří vtokový objekt, přechod ze stoky do shybky. Před horní komorou bývá odlehčovací komora, která u jednotné stokové soustavy umožňuje odstavení shybky stavítkem. Dolní komoru tvoří výtokový objekt, přechod ze shybky do stok (d-plus, 2009).

6.8 Křížování stok a jiných vedení

Objekty za účelem křížování gravitačních stok se železnicí a silničními tělesy v extravilánu. Staví se pod železniční dráhou a silničními komunikacemi. Podchod je kolmý ke křížené překážce. Stoky se v místě překážky zabezpečují chráničkou. Chránička se staví v celé délce podchodu. Prvotně se využívá způsob hloubení bez výkopové technologie, a to protlačování nebo štolování (Nypl, Synáčková, 1998).

6.9 Proplachovací objekty

V místě, kde stoka nemá potřebný sklon, dochází k usazování splavenin. Když nepostačí propláchnutí, využívá se mechanický způsob. Proplachování se provádí stálým průtokem vody, popřípadě nárazovým propláchnutím. Proplachovací šachta má na odtoku ze šachty stavítko. Zahrazením je voda v určité výši a následným otevřením stavítka se vytvoří povodňová vlna splachující splaveniny. V okrajových místech stok se budují proplachovací komory, kde je voda z vodoteče, hydrantu nebo se dopraví cisternou (Nypl, 1980).

6.10 Odlehčovací komory

V místě umístění odlehčovacích komor se jedná o nejkritičtější místo stokové soustavy. Je zapotřebí určit jaké množství z přítékající vody bude pokračovat do další stoky a jaké množství skončí v recipientu. Funkce by měla být automatická. Dají se využít i na princip separace nerozpuštěných látek z vody. (Nypl, Synáčková, 1998).

6.11 Dešťové nádrže

Dešťové nádrže slouží ke snížení nebo zamezení vnosu znečištění dešťových vod nebo zředěných splaškových vod vodami dešťovými do vodních recipientů. Dále dešťové nádrže slouží ke zmírnění přívalové vlny za účelem rovnoměrného odvodu stokou do čističky odpadních vod nebo před zaústěním do vodního toku. Dle funkce jsou dešťové nádrže retenční, záchytné, průtočné, usazovací, případně kombinované (d-plus, 2009).

6.12 Větrací zařízení

K přirozenému provětrání dochází během přívalových dešťů. Voda strhuje a vytlačuje vzduch a umožní přísun čerstvého vzduchu přes poklopy šachet a uliční vpusti. U bezdeštného průtoky se stoky větrají přes domovní přípojky. V domovní přípojce teplý vzduch uniká nad střechy nemovitostí (Nypl, Synáčková, 1998).

6.13 Sněhové svrže

Sněhové svrže jsou umístěny v komoře. Sníh je poté dovezen a otvorem shazován na plošinu v komoře a zde vede schodiště. Poté se dále sníh z plošiny shazuje do stoky a plynule odplouvá. V České republice se již nenavrhují, nyní se sníh vhazuje přímo do vodoteče (Nypl, Synáčková, 1998).

6.14 Výusti

Výusti jsou zařízení určené k vypouštění odpadních vod do vodních toků, či nádrží a podporují promísení odpadní vody s vodou v recipientu. Vyústění je provedeno

gravitačně s ochranou proti zpětnému vzduť. Proti zahlcení vodou z recipientu se využívá koncová klapka, kanalizační uzávěr, stavidlo. Výústní objekt sleduje svah na břehu, netvoří překážku a nesmí dojít k podemílání objektu. Dnové výusti u velkých recipientů, nesmí ohrozit plavbu a umísťují se do nemrznoucí hloubky (Chejnovský, 2010).

6.15 Čerpací stanice

Čerpací stanice umísťujeme v případě, že profil terénu neumožní odvést odpadní vody gravitačním způsobem, nebo při překonání překážky. Objekty čerpacích stanic jsou součástí tlakových a podtlakových systémů. Přečerpávají se odpadní vody z kanalizace do čistíren odpadních vod, popřípadě vyčištěné vody do recipientu. Na zařízení má vliv objem a jeho rozptyl, čerpací výška, kvalita čerpaného média. Je nutné zachytit hrubé látky před vtokem do čerpací jímky, zařízení na manipulaci a následné likvidaci zachycených látek (Nypl, Synáčková, 1998).

Stanice je tvořena podzemní částí a u větších stanic se vyskytuje i nadzemní část. Podzemní část je možno rozdělit na mokrou a suchou sací jímku. V jímkách jsou umístěny čerpadla. Pokud se vyskytují ponorná čerpadla, aby se zde voda zdržovala co nejméně a nedocházelo k usazování, tak objekt tvoří jen mokrá jímka. Jímky jsou z vodotěsných materiálů a poklopy, respektive jejich víka brání průniku povrchové vody. V nadzemní části je rozvodna, prostor obsluhy a strojovna. Stavba musí být zabezpečena proti zaplavení (Hlavínek a kol. 2001).

7. Správa stokových sítí

7.1 Průzkum stokové sítě

Stoky jako podzemní stavby, které jsou nepřetržitě využívány a přirozeně stárnou. Vždy se stanoví předpokládaná životnost podzemních staveb, avšak reálná doba využití bývá odlišná. Při provozu takových stok je potřeba znát přesné a podrobné

informace o jeho funkčnosti, materiálním stavu a to, aby bylo možné najít správné řešení v podobě opravy nebo výměny části nebo celého systému (Lepot a kol. 2017).

V minulosti zjištění problematických částí stoky bylo velice problematické. Provádělo se mnoho zbytečných výkopů při obnově funkčnosti systému. Zbytečné výkopy byly jak časově, tak hlavně finančně náročné. V dnešní době se používají k tomuto účelu moderní technologie, převážně kanalizační kamery. Tyto speciální kamery nám umožní obnovovat funkčnost kanalizací v přesně určených místech. Je potřebné a dle vizuální prohlídky i snadnější zvolit správnou metodu, která bude šetrnější k životnímu prostředí a ušetří i spoustu finančních prostředků. Dále se využívají posuvná kamerová zařízení (Obr. 5). Skládají se z monitoru, měřícího zařízení, posuvného kabelu a rotační kamerou s osvětlením. (ENVIROX, 2016).



Obrázek 5: Kamerový vozík se záznamovým zařízením (Raclavský, 2006).

Před každým průzkumným procesem je nutné znát informace o posuzovaném systému. Důležité je znát údaj o poloze, druhu a tvaru materiálu stok; údaj o poloze, hloubce, materiálu kanalizačních šachet; údaj o poloze připojení kanalizačních přípojek; potřebná povolení a právní požadavky; dosavadní opatření obsluhy a údržby; průběh dosavadních kontrol; vliv na životní prostředí, druhy a množství odpadních vod, stav stokové sítě, jakost vypouštěné odpadní vody, úroveň hladiny vody, geologické poměry v podloží, ochranná pásma stokových vod a stokové sítě a

údaje o dřívějších zkouškách. Na základě zjištěných informací je možné provést samotný průzkum s metodami provedení a hodnocení (ČSN EN 752).

Optická prohlídka, která nutná k posouzení technického stavu kanalizačního systému by měla být důsledná. Prohlídky jsou zejména zaměřeny na různé deformace, praskliny, destrukce trub, poškození zdiva, posunutý spoj, nebo vadný svár. Kamera se má uvést do pohybu v podélném směru a to až po natočení kamery ve směru osy zkoumaného potrubí. Na počátku označíme úsek, směr kontroly, metodiku a datum prohlídky s tím, zda bylo provedeno čištění, výměna atp. K vyhodnocení se přidají informace o poloze, objednavateli, majiteli pozemku, čas prohlídky, jméno pracovníka průzkumu, účel prohlídky, popis videozáznamu, materiál s délkou trub, rokem výstavby, teplotou a další (ČSN EN 13508-2).

Jedna z nejnovějších optických metod je metoda Distributed Temperature Sensing (DTS). Na základě DTS metody se odhalují chybně napojené kanalizační přípojky do dešťové kanalizace. DTS metoda pochází z Nizozemska a využívá optické kabely umístěné na dně kanalizace. Laserem se vysílá signál do kabelu. Jsou to optoelektronické zařízení, které měří teplotu pomocí optických vláken. Fungují jako lineární senzory. Vysoká přesnost určení teploty se dosáhne na velké vzdálenosti. Tento systém se využívá v oblasti energetické, stavební, či vodohospodářské (Nienhuis a kol. 2013).

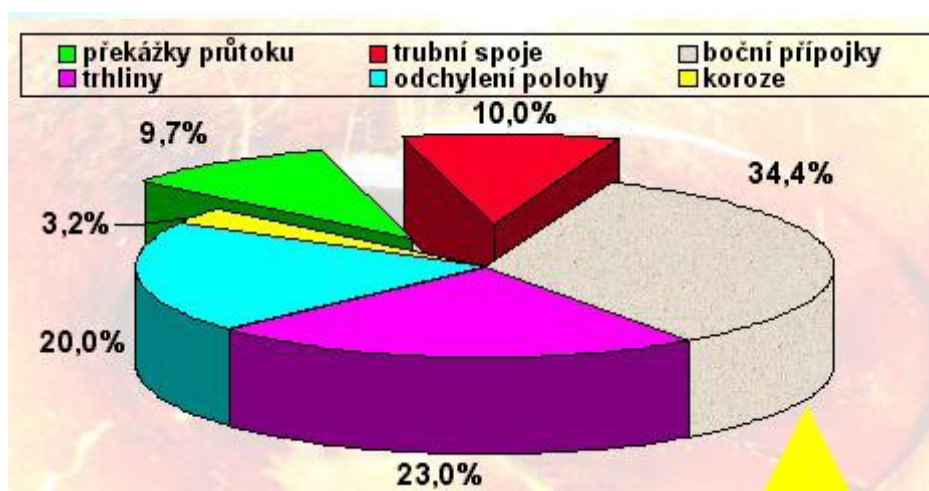
Nejkvalitnější technologie pro televizní inspekci jsou 3D monitorovací systémy zobrazující třidimenzionální model stoky. Minimalizuje se tak situace, ve které obsluha opomene podrobnější prohlídku závady (Rausch, 2014).

Hlavní důvody pro průzkum stokových sítí jsou systematické prohlídky kanalizace a opravy kanalizací, průzkum před ukončením záruční doby, upřesnění místa a rozsah havárie, průzkum před investicí a kontrola vodotěsnosti kanalizačního systému (Pahorecký, 2014).

7.2 Poruchy stokové sítě

K různým poruchám na stokových sítích dochází z mnoha příčin. Příčiny mohou být způsobeny stářím kanalizace, špatnou manipulací, nevhodným uložením, nebo zásahem z vnějšího prostředí a jiné. Vzhledem k různým příčinám poruch je vhodné

znát krizová místa na kanalizační síti s největší možností vzniku rizika. V rizikových místech často dochází k zanášení. Příkladem může být shybka, nebo jiný objekt, kterému se musí kanalizace vyhnout. Je vhodné již plánovat konstrukce sítí tak, aby nedocházelo k zanášení, či sedimentaci. Dalším velkým problémem bývají kanalizační přípojky, nevhodně postavené objekty, odlehčovací komory. Kanalizační přípojky po nevhodném napojení na síť zasahují do profilu sítě a způsobují tak zanášení a sedimentaci, výrazně se tak sníží průchodnost kanalizace. Další časté poruchy bývají způsobené popraskáním materiálu stářím, deformace trubek, posunutí potrubí, vnější zásahy do kanalizace, přívalové povodně a další (Šejnoha, 2011). Statistiky poruch trubních vedení jsou uvedeny na Obr. 6.



Obrázek 6: Poruchovost stokových sítí (Šejnoha, 2003).

Poruchou stokové sítě nejsou schopny stoky a objekty na ni uložené řádně plnit svou funkci (Metodická příručka, 2009).

Příkladem mohou být poruchy způsobené stářím, které jsou pravidelné a budou se objevovat v určitých periodách v budoucnu stále. U stokové sítě, která je na hranici životnosti je všeobecně narušená, což se projevuje například tím, že do stok prorůstají kořeny rostlin, dochází k narušení ostění, vyluhování pojiva z betonových a železobetonových ostění stok, nebo k chemickému narušení líce ostění (Horák, 2008).

Cílem je za využití všech technických znalostí dosažení kvalitních stokových soustav a to s minimálními finančními náklady (EuropeanCouncil, 1991).

7.3 Čištění stokové sítě

Čištění se provádí zároveň s údržbou, před průzkumem, opravou nebo obnovou stokové sítě. Čištěním se odstraňují sedimenty, ulpívající látky, znečištění a jiné překážky v systému, které brání kvalitnějšímu vyhodnocení stokové sítě. Volba způsobu čištění je dána složením sedimentů, ulpívajících látek, znečištění a přihlíží se i k materiálu ostění stok. Primárně je volen způsob bez nutnosti obsluhy uvnitř stoky.

Způsoby čištění je možné rozdělit na hydraulické, mechanické či hydraulicko-mechanické (Horák, Hořínková, 2007).

7.3.1 Způsoby hydraulického čištění

Proplachování je nejstarší metoda čištění. V dnešní době je již využití této metody minimální. Můžeme vyplachovat buď vlnou, nebo zpětným vzduchem.

Vysokotlaké čištění se v současné době nejvíce používá metoda čištění. Proplachovací voda je z čerpadla hnána hadicí do trysky (Martoň, 1984). Tryska osazená paprsky je za vysokého tlaku mířena přímo na stěny potrubí. V současné době hydraulické čištění probíhá za využití vozidla. Na vhodné vozidlo je potřebné čistící zařízení namontováno a voda se dodává z hydrantů (Horák, Hořínková, 2007).

Při metodě čištění sání je nutná obsluha v potrubí. Metoda čištění sání se provádí se v průlezných a průchozích stokách (Middle, 1995).

Řezací zařízení je metodou čištění pracující s vysokotlakým vodním paprskem, který tzv. řeže překážky bránící průtoku. U metody čištění s vysokotlakým vodním paprskem se využívá televizní kamera (Horák, Hořínková, 2007).

7.3.2 Způsoby mechanického čištění

Ruční nebo strojní těžení je metoda mechanického čištění, která se využívá k čištění průchozích stok od sedimentů. Používají se lopaty, krumpáče, sbíjecí kladiva, lanové škrabky a nakládače.

Metoda mechanického čištění čistícím zařízením má dvě fáze. V první fázi dochází k porušení, nakypření usazenin a naplavenin. Ve druhé fázi se tyto nánosy odstraňují z potrubí. Využívají se kanalizační vědra tažená lanem.

Dálkově řízená zařízení je způsob mechanického čištění pro neprůchodné profily. Dochází k odstranění pevných usazenin, předsazených přípojek a kořenů (Horák, Hořínková, 2007).

7.3.3 Způsoby hydraulicko-mechanického čištění

Způsoby hydraulicko-mechanického čištění se využívají u tlakových trubek do 800m, nebo v místech s dostatečným přetlakem a množstvím vody. Používají se 3 základní metody hydraulicko-mechanického čištění. První metodou je čištění nástroji zakotvenými na laně, druhou metodou je čištění neukotveným nástrojem s vysílačem a třetí je metoda zvaná „lasičkování“ (Horák, Hořínková, 2007).

8. Výsledné zhodnocení - reálné prostředí v Praze

8.1 Historie pražské kanalizace

První stavbou, která odváděla vodu z nemovitostí v hlavním městě České republiky Praze, byla kanalizace areálu strahovského kláštera. Objekt v té době byl ojedinělý a dlouhá léta nebyl napodoben.

Praha ve středověku byla přeplněna pevnými i kapalnými nečistotami, odpadní voda protékala do ulic. Docházelo k hromadění hnoje a odpadků. Primární čištění zajišťoval prudký déšť. V roce 1310 se vybudovala stoka k odvodnění proboštova domu v Nerudově ulici, ale dodnes není jasné, kde se odváděly nečistoty z této stoky. Na konci 17. století se postavila velká kamenná stoka pro odvodnění Klementina, která odváděla splašky ředěné vodou do Vltavy.

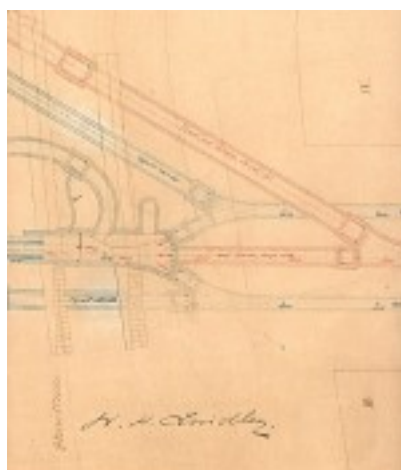
Na konci 18. století byla zahájena stavba podpovrchové kanalizace dle projektu Leonarda Hergeta. Stavba se mnohokrát odkládala z finančních důvodů. Až hrabě Chotek přispěl k dokončení první pražské veřejné kanalizace. Na začátku 19. století bylo vybudováno přes 40 km stok. Kanalizace byla odváděna přímo do Vltavy přes 35 výpustí. Při pohledu z dnešní doby měla stoka řadu závad (nevhodné průřezy, nedostatečné sklony, obyčejné cihly a ploché dno. Proces čištění se prováděl v noci a vyčištěný materiál se odvázel ke kompostování do Vršovic, Záběhlic a Nuslí.

Druhá polovina 19. století, kdy v tomto období docházelo k modernizaci Prahy, přinesla i nutnost změnit hygienické podmínky. Docházelo k navýšení počtu obyvatel a k zátěži životního prostředí. V období konce 19. století byly kanalizace i zatíženy častými povodněmi a docházelo tedy ke zhoršení kvality pražské kanalizace. Voda s fekáliemi protékala pražskými ulicemi a docházelo k deformaci stok zevnitř. Z uvedených důvodů bylo nutné vybudovat novou kanalizaci v pražské aglomeraci. V té době bylo navrženo mnoho projektů, až William Heerlein Lindley nabídl městu, že vypracuje svůj vlastní projekt nové pražské kanalizace a čistírny odpadních vod a městská rada to přijala.

V roce 1893 předal Lindley projekt městu. Tento projekt zahrnoval, že stoková soustava musí co nejdříve odvádět nadbytečnou vodu dešťovými výpustmi do

Vltavy. Pouze v Karlíně a Holešovicích se to nedalo dokonale realizovat. Vyústění stokové sítě bylo v Bubenči u Císařského ostrova. Odvodnění bylo rozděleno do dvou soustav A a B. Pro stoky byl zvolen vejčitý tvar s elipsovým klenutím, protože nejlépe tak stoky odolávaly tlaku zeminy. Za materiál byly zvoleny jednoznačně cihly. Stavba začala oficiálně v roce 1898, v říjnu tohoto roku byl proražen kanalizační tunel pod Letnou.

Dne 27.června 1906 byl zahájen zkušební provoz stokové soustavy, stanice s mechanickým čištěním odpadních vod. Byly zde drobné závady na pumpách a za necelý půl rok byla funkčnost tohoto systému vynikající. Lindleyovo řešení bylo příkladem mimořádného talentu, projekt překročil svým zpracováním a významem hranice tehdejšího Rakouska- Uherska. Většina liniových staveb slouží Pražanům dodnes. Čistírna odpadních vod sloužila přes 60 let. Praha na počátku minulého století byla velmi dobře vybavena z hygienického hlediska oproti zbytku Evropských měst. Na Obr. 7 je zobrazen historický Lindleyův projekt.



Obrázek 7: Projekt z čistící stanice z roku 1900 (Archiv PVK a.s.).

Na vznik Velké Prahy v roce 1921, která přinesla potřebu vybudovat nové stoky, zareagoval ing. Máslo. Ve svých závěrech uvedl, že kapacita stokové sítě je dostačující a pojme odpadní vody z nových území. Nedostačující kapacitu však měla čistírna v Bubenči. Byl realizován návrh na šyby pod Vltavou pro převod odpadní vody do smíchovských sběračů.

V roce 1927 se modernizovala bubenečská čistírna. Měla zvýšit kapacitu čistícího procesu. Dále byla postavena nová česlovna, nový trojdílný lapač písku a čtyři usazovací nádrže. K odvozu kalu sloužila loď s parním pohonem vyrobenou ve

škodových závodech, později loď dodala loděnice Praga.

Od konce 19. století do počátku 20. století se o provoz kanalizace starala Kanalizační kancelář hl. m. Prahy. Po roce 1922 Stavební úřad hl. m. Prahy, který se správou kanalizace skončil v roce 1948.

V 50. letech minulého století proběhla bytová výstavba, prudce vzrostl počet obyvatel města a to neslo větší nároky na stokovou síť. Produkce splašků rostla, Lindleyova čistírna nebyla schopna toto množství splašků již zpracovat a část odpadních vod končila ve Vltavě.

V roce 1954 bylo rozhodnuto o výstavbě nové Ústřední čistírny odpadních vod na Císařském ostrově. Hlavním projektantem se stal Hydroprojekt Brno. Počítalo se jak s mechanickým, tak biologickým čištěním. Nová UCOV byla slavnostně uvedena do provozu v roce 1966. Již od počátku bylo zřejmé, že kapacita biologického stupně byla nedostačující. Část splašků se čistilo jen mechanicky.

Na začátku 90. let minulého století hlavní město Praha ovládlo vodovody a kanalizace. Pro stále se zvětšující požadavky čištění pražských odpadních vod byla nutnost vytvořit novou větší čistírenskou kapacitu. Následně bylo rozhodnuto o celkové přestavbě a rozšíření ústřední čistírny odpadních vod (ÚČOV) Praha na Císařském ostrově. Provoz ÚČOV velice zasáhla letní povodeň v roce 2002. Hráze nestačily a byla způsobena škoda přes 300 milionů Kč. Na podzim roku 2002 se podařilo obnovit mechanické čištění a do konce roku 2002 i čištění biologické. Tato povodeň měla i pozitivní dopad a přispěla k otevření prostoru v těsném sousedství areálu ÚČOV. Poté proběhla výstavba nové vodní linky.

Projekt měl být realizován v letech 2007-2010 s rozpočtem okolo 9 mld. Kč. Mělo se jednat o podílové financování hlavního města Prahy a z evropských fondů. Hlavním problémem byly podmínky mezi ČR a Evropskou komisí sjednané v roce 2007. Financování z fondů EU není možné, kde je kontrakt mezi vlastníkem a provozovatelem delší než do konce roku 2022. Smlouva o podnájmu s Pražskými vodovody a kanalizacemi a.s. je do konce roku 2028 a to vyloučilo získat finance s EU pro hl. m. Prahu.

Realizace následně probíhala za účasti správce vodohospodářského majetku v hl. m. Praze a to Pražské vodohospodářské společnosti a.s. v úzké spolupráci

s provozovatelem (Archiv Pražské vodovody a kanalizace, a.s.).

Zkušební provoz Nové vodní linky a hlavní čerpací stanice je od září roku 2018 a skončí v roce 2021. Zkušební provoz zajišťují Pražské vodárny a kanalizace a.s. Nová vodní linka je největší a nejvýznamnější vodohospodářská stavba na území České republiky. Vlastníkem stavby je hlavní město Praha. Stavba je zcela pokryta zelenou střechou včetně parkových úprav a vybavena dezodorizací zápachu. Moderní technologie zajišťují vyšší účinnost čištění odpadních vod, zejména při separaci fosforu a dusíku (novacistirna.cz).

8.2 Průzkum stokových sítí v Praze

Za poslední roky se v Praze investovalo mnoho finančních prostředků do rozšiřování kanalizace a modernizace čistírny odpadních vod. V současné době dochází ke stárnutí materiálu na stokových sítích. Je nutný průzkum, opravy a obnovy těchto stok.

V hlavním městě České republiky Praze stále přibývají kanalizační sítě, tak je zde i nutnost pravidelnější kontroly.

Dříve museli pracovníci v místě závady kopat. To nebylo příliš vhodné, daná lokalita musela být uzavřená i několik dní. Dnes se nejvíce v hlavním městě Praze využívá bezvýkopová technologie.

Důležité údaje pro zjištění technického stavu kanalizace se získávají z optické inspekce. Optická inspekce stok i s kanalizačními přípojkami se provádí dle evropské normy a ta dále zjišťuje a hodnotí stav stok venkovních systémů sítí a kanalizačních přípojek vně budov (ČSN EN 13508).

Optická prohlídka v hlavním městě ČR Praze je prováděna různými způsoby, zejména prohlídkou stokových soustav a kanalizačních přípojek zevnitř, nebo ze vstupní či revizní šachty, dále prohlídkou vstupní nebo revizní šachty zevnitř či z povrchu. K optické prohlídce se používají různá zařízení a to především televizní inspekční systém, zrcadla, fotoaparáty, nebo samotným vstupem pracovníka obsluhy (Hlušík, 2012).

Důležitým předpokladem pro kvalitní prohlídku stoky je důslednost pracovníka na místě. Důslednost pracovníka je zejména podstatná při použití dálkově ovládané TV-kamery televizního inspekčního systému. Kamera se uvede do pohybu až v době, kdy objektiv kamery směřuje ve směru osy potrubí. Dalším důležitým předpokladem pro úspěšný monitoring je to, aby prohlídka byla prováděna dostatečně pomalu. Pomalost prohlídky přispívá zaznamenat všechny zjištěné nálezy (Zikmundová J, 2009).

Před samotnou prohlídkou se uvedou podstatné informace s uvedením označení úseku, kódovací systém, datum prohlídky, směr kontroly, údaj o možném čištění (ČSN EN 13508).

Z vyhodnoceného stavu kanalizace se uvedou údaje o poloze, účel prohlídky, materiál, příčný průřez, rok výstavby, délka trub, jméno obce, jméno okresu, čas prohlídky, jméno pracovníka kontroly, označení zakázky, jméno objednatele, teplota a další (Horák M, 2009)

Mezi nejčastější důvody pro průzkum stokových sítí jsou systematické průzkumy, prohlídky před stavebními pracemi, prohlídky před ukončením záruční doby, prohlídky u stokových sítí při vzniku havarijního stavu (SOVAK, 2018).

Před samotným průzkumem stokových soustav se provádí v hlavním městě Praha celá řada příprav. V první řadě se zajistí mapy, nákres se šachtami, délky a tvary stoky určené k průzkumu. Dále se určí cíle průzkumu a stoky se vyčistí. Omezí se průtok odpadních vod a stoky se následně odvětrají. Poté se provede dopravní značení kontrolovaného úseku a zvolí se vhodná metoda průzkumu (Jan Bernát, IX. 2019, in verb).

8.3 Druhy prohlídek

8.3.1 Systematické prohlídky

Systematická prohlídka je prováděna provozovatelem nebo vlastníkem za účelem zjištění stavu kanalizace. Provádí se v předem určené lokalitě. Lokalita se zvolí dle zjištěných závad při provozu nebo dle stáří kanalizace. Jedná se o základní typ prohlídky, kdy dochází k účinnému využití prostředků. Na základě prohlídky

probíhají následně opravy a rekonstrukce. Výhoda systematické prohlídky je ta, že zjištěnou závadu je možno opravit dříve a ekonomičtěji, než by závada vyšla na povrch následnou havárií. Při systematických prohlídkách se de facto nevykládají prostředky zbytečně v místech, kde je kanalizace plně funkční (Pahorecký, 2014).

8.3.2 Prohlídky před stavebními pracemi

Další důvod pro prohlídku stokových sítí v Praze je příprava před stavebními pracemi. Prohlídkou se lokalizuje současné vedení stoky a vhodná místa k napojení. Místa se před stavbou zadokumentují. Po dokončení stavby se provede opětovná prohlídka a zjistí se způsobené škody na kanalizaci v důsledku stavby. Prohlídky před stavebními pracemi se poté zpravidla uvádí do stavebních prací a náklady tak vznikají investorovi (Pahorecký, 2014).

8.3.3 Prohlídky před ukončením záruční doby

V záruční době se často projevují latentní závady a náklady jsou věcí dodavatele a nikoliv vlastníka stokových soustav. Je tedy v zájmu každého provozovatele či vlastníka vést evidenci o konci záruční doby. Prohlídky před ukončením záruční doby je vhodné provádět pro zjištění závad po předání dokončeného díla a určit vývoj a rozsah vzniklé závady (Šejnoha, 2011).

8.3.4 Prohlídky stokových sítí při vzniklé havárii

Prohlídka kanalizace při havárii se provádí z důvodu zjištění místa, příčiny a rozsahu havárie. Na základě zjištěných výsledků se určí adekvátní metoda k odstranění závady a následnému určení rozsahů havárie a vzniku škod. Časté postupy k odstranění havárie jsou proplachování a další čištění, oprava bezvýkopovou metodou či oprava výkopem (Šejnoha, 2011).

Na základě prohlídek stokových sítí lze poté stanovit nejvhodnější metodu průzkumu a plán sanace stokových sítí.

8.4 Metody průzkumu stokových sítí v Praze

8.4.1 Pěší průzkum

V případě, že nelze primárně využít televizní inspekční systém se využívá průzkum osobně. Jedná se zejména o objekty s vysokým nánosem či velkým průtokem. Pěší průzkum je rizikovější. Pracovník je vystaven prostředí se zvýšenou vlhkostí, s výskytem nebezpečných látek pro zdraví člověka. Je nutností dodržovat pokyny dané pro bezpečnost během průzkumu. Zkoumané úseky musí být odvětrány a musí být zajištěné poklopy vstupních šachet.

Před vstupem do kanalizace se změří koncentrace sirovodíku, metanu a oxidu uhelnatého. Při nevhodné koncentraci probíhá další odvětrávání. V případě zjištění větší koncentrace uvedených plynů je nutné kanalizaci urychleně opustit a provést o tomto záznam. Na povrchu by se měli vždy nacházet dva další pracovníci, kteří by v případě nutnosti provedli potřebnou evakuaci osob. Monitoring probíhá seznámením s úsekem stoky a pěší kontrolou trasy po povrchu. Poté se prohlídnou šachty a jejich technický stav. Do protokolu se zavede konstrukce prohlížené šachty. Prohlídky jsou vedeny především na poklop, typ stupadel, materiál přítoku a odtoku, pracovní prostor, hloubka nánosu, měřicí zařízení, zpětné klapky apod. Po popisu konstrukce se evidují závady druhu poškozená stupadla, vymleté pojivo ve dně, poškozená konstrukce, vadná konstrukce nevyhovující městským standardům, nános bránící průtoku a další.

Po prohlídce vstupních šachet se kontroluje samotná stoka. Monitoring provádí obvykle tři pracovníci. Jeden z těchto 3 pracovníků musí být technik, který je schopen posoudit závady.

Technik provádí po prohlídce zápis o závadách na stokách. Mezi nejčastější závady patří praskliny, korozi pojiva dna, prorůstání kořenů, chybné napojení domovních přípojek. Dále se popisují objekty ve zkoumané části kanalizace s jejich profily, měřicí zařízení, cizí inženýrské sítě. Na závěr je po dokončení prohlídky k dispozici protokol vytvořený softwarem totožným se softwarem u televizních inspekčních systémů. Přílohou bývají fotografie z fotoaparátu pořízené technikem. Po prohlídce stoky jsou poklopy uzavřeny a pracovní oděvy a ochranné prostředky jsou vyčištěny

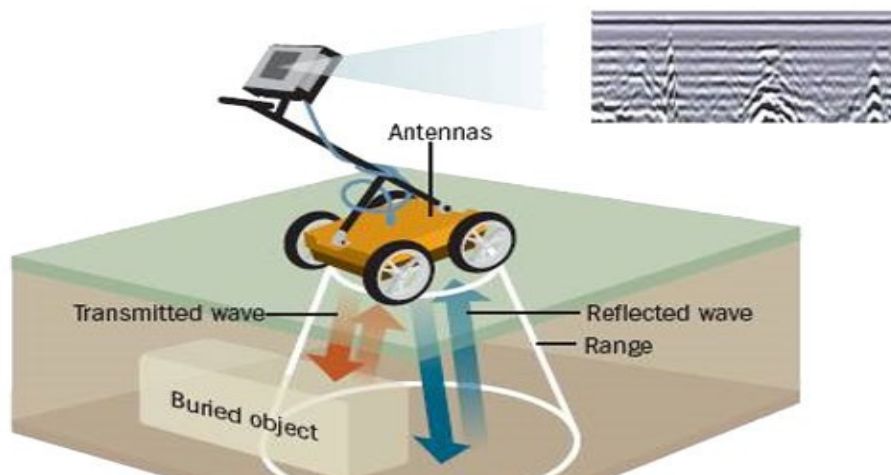
dle předpisu pražských vodovodů a kanalizací a.s. (interní norma Pražských vodáren a kanalizací a.s.).

8.4.2 Průzkum za pomoci televizního inspekčního systému

Televizní inspekční systém představuje soustavu, která se skládá z vozidla s potřebnou kanceláří a vlastním počítačovým systémem, tiskárnou, samo pohybovou kamerou do vstupní šachty, samotnou samo pohybovou kamerou a navigátorem. Kamera má otočnou hlavu o 360 stupňů s přidavným LED světlem. Na kameře jsou různá čidla pro měření závad, sklony úseků a na kvalitu trub. Stabilita kamery je zajištěna podpůrnými pojezdy. Při kontrole je vytvářen kamerový záznam. Jednotlivé závady vypisuje pracovník obsluhy, tzv. operátor do stolního počítače. Výsledek samotné kontroly je poté jednak na kamerovém záznamu, ale i na papírovém protokolu (Lepot a kol. 2017).

8.4.3 Geotechnický průzkum

Metoda geotechnického průzkumu používá georadar (Obr. 8) a to pro průzkum stok se zjištěným únikem odpadní vody z netěsněné stoky do okolí. Horniny se rozšiřují a rozšíření hornin může vést až k propadu vozovky. Georadar je schopen zjistit výskyt rozšířených hornin pomocí vysokofrekvenčního signálu. Výstupem geotechnického průzkumu bývají grafy (Pašek, 1995).



Obrázek 8: Georadar (URL 1)

8.4.4 Průzkum inertní barevnou tekutinou

Metoda průzkumu interní barevnou tekutinou je vhodná pro zjištění polohy neevidovaných stok či přípojek, ale také opět pro zjištění chybného napojení domovních přípojek. Barevný roztok musí splňovat hygienické normy, aby nedošlo k ohrožení zdraví v biologických čistírnách odpadních vod, či recipientu (Najafí, 2013). Samotný monitoring se vede tak, že do šachty nalijeme přiměřené množství vody a současně na dalších šachtách jsou pracovníci průzkumu s fotoaparáty a hlásí se tok zabarvené odpadní vody. Výstupem jsou fotografie a vedený zápis o průběhu (Jan Bernát, XII. 2019, in verb).

8.4.5 Optický průzkum

Další metodou využívanou pro průzkum stokové sítě je optická prohlídka ze vstupní šachty. Optický průzkum je zejména využívána v případě potřeby rychlého průzkumu stoky. Využívá se převážně na výšky nánosu a jiné překážky v průtoku, např. přesazené přípojky. Optický průzkum je vhodný pro přímé úseky v letních měsících, kdy se nevyskytuje mlha. Provádí se většinou ve dvou lidech. Jeden z pracovníků osvětluje úsek baterií nebo zrcadlem a druhý provede vizuální prohlídku daného úseku stoky. V případě zjištění závady se provede detailní průzkum a závada se uvede do zápisníku, který poté slouží k tvorbě protokolu (ČSN EN 13508).

8.4.6 Průzkum kouřem

Další metodou využívanou pro průzkum stokových sítí v Praze je kouřová metoda. Metoda se zaměřuje na chybné napojení domovních přípojek u oddílných kanalizací. Její princip spočívá ve vhánění inertního, barevného plynu do stoky a pozoruje se místo úniku plynu do atmosféry. Při kontrole dešťové kanalizace je žádoucí únik skrze okap. U splaškové kanalizace je požadován únik přes stoupačky. V případě, že se odhalí špatné napojení, vyzve se vlastník nemovitosti k opravě. V případě, že vlastník nemovitosti nebere výzvu na vědomí, tak záležitost přebírá odbor životního prostředí (Jan Bernát, XII. 2019, in verb).

8.5 Sanace stokových sítí v Praze

Volba vhodné bezvýkopové technologie je nejdůležitější část návrhu. Mezi nejdůležitější kritéria patří cena, životnost sanace a vliv na životní prostředí.

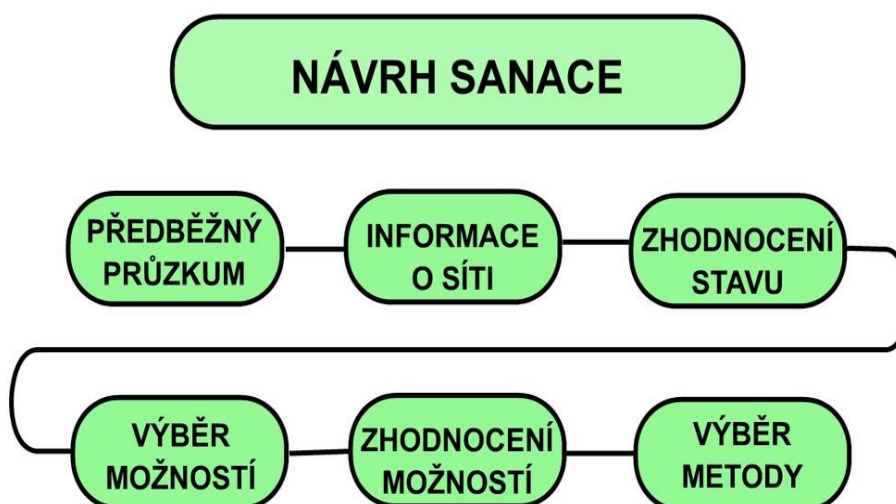
Bezvýkopová technologie je z historického hlediska jeden z nejmladších stavebních oborů (Stein, 2003) .

Součástí návrhu sanace stokové sítě je stanovení vlivu odpadní vody na konstrukci stoky a její životnost. Jelikož se jedná o metropoli s velkým výskytem průmyslových odvětví, je zapotřebí zjistit údaje o složení a vlastnostech protékající odpadní vody.

Nejvýznamnějšími složkami pro posuzování znečištění odpadních vod jsou parametry BSK₅ a CHSK, které představují informace o organickém znečištění a dále pak pH odpadní vody. Tyto údaje se měří pravidelně (Šejnoha, 2011).

Výběr vhodné metody sanace stokové sítě musí vycházet z dokonalé znalosti technického a provozního stavu sítě. K posouzení stavu potrubí slouží již v práci uvedené metody průzkumu stokové sítě a následně dochází ke zhodnocení celkového stavu a návrhu sanace (Nieherehe, Stein, 1992).

Na Obr. 9 jsou znázorněna kritéria pro návrh sanace.



Obrázek 9: Kritéria pro návrh sanace (Vysoké učení technické Brno, 2017).

Zásadním rozhodnutím při provedení sanace stokové sítě je zda sanaci realizovat klasickou metodou v otevřeném výkopu nebo použít metodu bezvýkopovou. Toto rozhodnutí je důležité a jen správná analýza vyústí v optimální řešení. Důležitým údajem pro návrh způsobu sanace je vliv technologií na zvyšování emisí CO₂ v ovzduší. Neoptimálnější je bezvýkopová technologie v otevřeném výkopu s bezvýkopovými technologiemi (Jan Bernát, X. 2019, in verb).

Další kritéria pro volbu sanace jsou produkce odpadů, hygienické kritéria, dopravní zátěž, rychlost výstavby, možnost kontaminace vod, použité hmoty, vliv na městský interiér, poškození sousedních budov a sítí, povětrnostní podmínky a v neposlední řadě i komfort občanů bydlících v blízkém okolí (Krejčí a kol. 2002).

Dle hodnocení technického a provozního stavu posuzované kanalizace lze fyzický stav potrubí popsat jako poruchový s výskytem vad vyžadující odborný zásah.

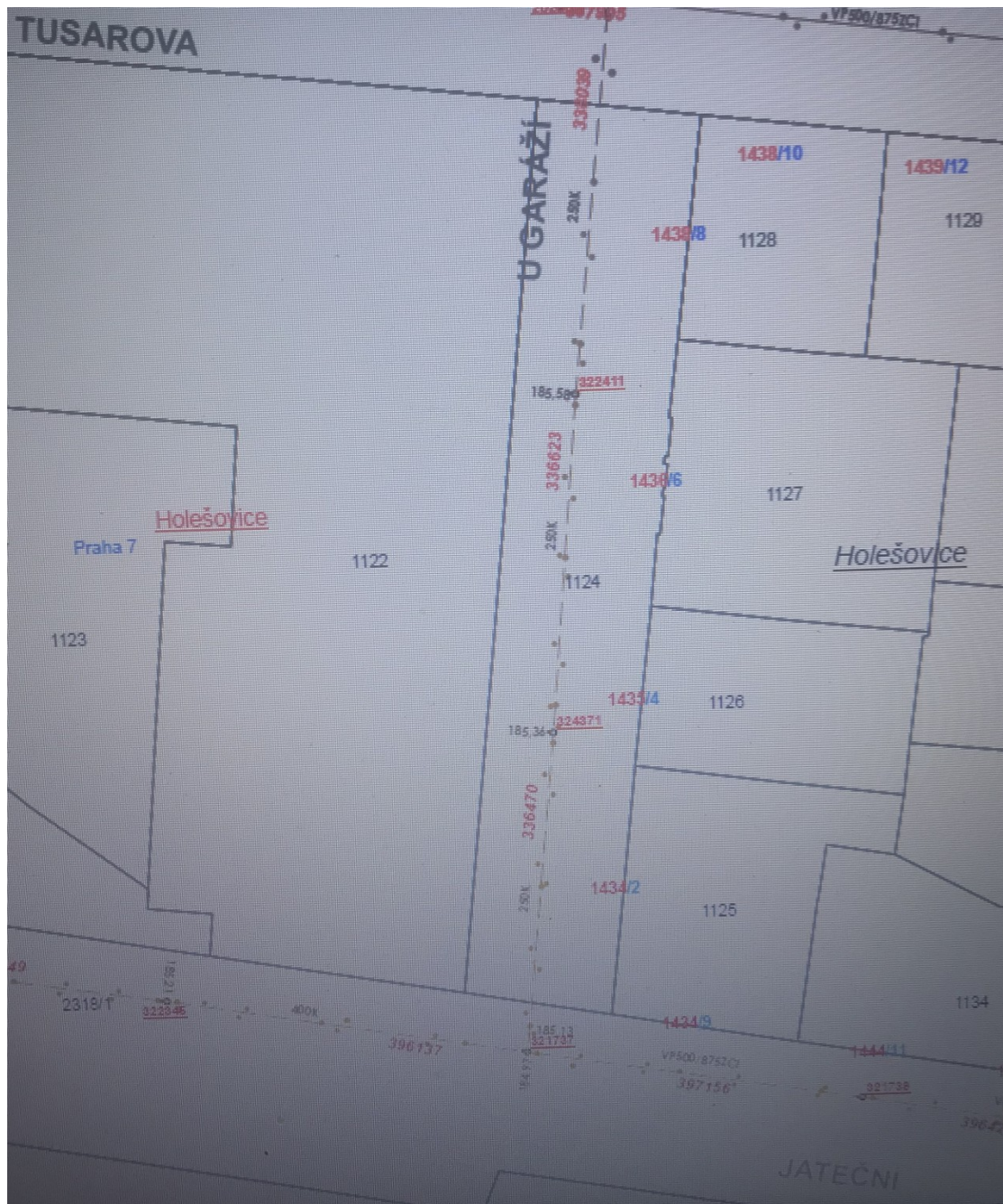
Mezi sanace stokové sítě se řadí: (Krejčí a kol. 2002).

- opravy nebo obnovy kanalizace s odstraněním potrubí
- Opravy nebo obnovy kanalizace při zachování potrubí
- Výstavba nové stokové sítě

8.6 Ukázka návrhu sanace v Praze

8.6.1 Popis zkoumané lokality

Řešená stoka a poškozená víčka rezervních odboček se nachází na území hlavního města Prahy, městské části Prahy 7 a katastrálním území Holešovice v ulici U garáží (Obr. 10).



Obrázek 10: Místo řešené stoky (Pražské vodárny a kanalizace a.s., 2018).

Stavba řešené kanalizace je z roku 1928, jedná se o jednotnou kanalizaci a je dlouhá 108 m. Materiál kanalizace je kamenina, hloubka kanalizace je 3,7 až 4 metry. Profil kanalizace je 250 mm. Doprava odpadní vody je řešena na gravitačním principu. Ve zkoumaném úseku jsou kanalizační přípojky na veřejnou kanalizaci napojeny v místě stavby přípojky do rezervních odboček.

8.6.2 Charakteristika problému

Při zpracování návrhu na odstranění závad se vychází ze všech vyhotovených protokolů s orientačně uvedenými navrhovanými opravami. Všechny protokoly, tabulka oprav, pořízené snímky a evidenční listy jsou základem pro projektovou dokumentaci.

Pro řešení návrhu sanace poškozených víček rezervních odboček byla zvolena bezvýkopová technologie za využití robota. Opravy jsou uvedeny po směru proudění odpadní vody. Opravovaný úsek byl rozdělen na 3 části (Tab. 1). Rozdělení bylo provedeno na základě výskytu vstupních šachet v sanačním úseku.

Označení úseku	Délka úseku v m
Úsek číslo 1	37,89
Úsek číslo 2	35,10
Úsek číslo 3	35,40

Tabulka 1: Rozdělení úseku s uvedenou délkou úseku v metrech (Banot, 2020).

Délka prvního úseku je 37,89 m a v délce 33,40 m byla zjištěna závada. V místě napojení kanalizační přípojky, která byla uzavřená, tak rezervní odbočka měla poškozené víčko (Obr. 11).



Obrázek 11: Poškozené víčko rezervní odbočky v úseku číslo 1 (Pražské vodárny a kanalizace a.s., 2018).

Délka druhého úseku je 35,10 m a ve vzdálenosti 19,31 m byla zjištěna první závada druhého úseku. Rezervní odbočka napojené kanalizační přípojky měla poškození víčko (Obr. 12).



Obrázek 12: Poškozené víčko rezervní odbočky v úseku číslo 2 (Pražské vodárny a kanalizace a.s., 2018).

Na druhém úseku dále v délce 26, 58 m, respektive 27,19 m byly zjištěny dvě místa napojení kanalizační přípojky, u kterých byly rezervní odbočky zcela bez víček, a do kanalizačních přípojek již vnikalo kamení (Obr. 13).



Obrázek 13: Chybějící víčka rezervních odboček na úseku číslo 2 (Pražské vodárny a kanalizace a.s., 2018).

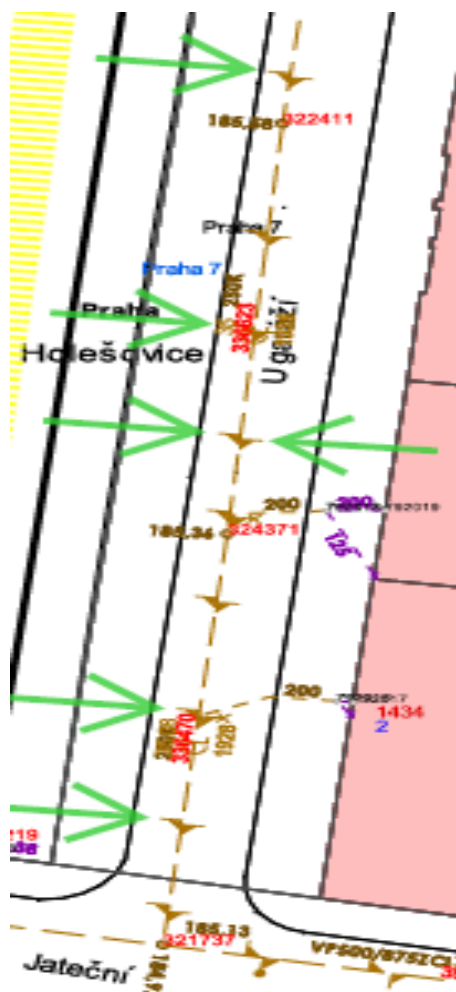
Délka třetího úseku je 35,4 m. V délce 15,32 m a v délce 24,81 m byly zjištěny dvě závady a to poškozená víčka rezervních odboček v místě napojení kanalizačních přípojek (Obr. 14).



Obrázek 14: Poškozená víčka rezervních odboček v úseku číslo 3 (Pražské vodárny a kanalizace a.s., 2018).

8.6.3 Návrh řešení

Celkem na 3 úsecích vymezené lokality o celkové délce 108,39 metrů bylo zjištěno 6 závad. Ve 4 případech se jednalo se o poškozená víčka rezervních odboček na napojených kanalizačních přípojkách. U dalších 2 zjištěných závad zcela chyběly víčka rezervních odboček napojených kanalizačních přípojek a vznikal zde shluk kamení. Na Obr. 15 jsou znázorněna zelenou šipkou místa zjištěných závad.



Obrázek 15: Zvýraznění závad rezervních odboček v celém úseku (Pražské vodárny a kanalizace a.s., 2018).

V případě, že by se zjištěné závady neopravovaly, hrozilo by úplné ucpání potrubí. Další hrozbou je vymílání okolního terénu do kanalizace kolem netěsného potrubí a vznik kaverny a potrubí se v místě kaverny může propadat (Jan Bernát, XI. 2019, in verb).

Sanace bude probíhat bezvýkopovou technologií a to tak, že kamením zanesené

kanalizační přípojky se nejprve vyčistí, ideálně tlakovou vodou. Dalším krokem bude odfrézovat robotickou řízenou frézou 4 poškozené rezervní odbočky v místě napojení kanalizační přípojky. Posledním krokem bude za pomoci robota umístit nové odbočky a to místo poškozených, nebo zcela chybějících rezervních odboček (Jan Bernát, XI. 2019, in verb). V příloze číslo 1 je znázorněný návrh sanace od Pražských vodovodů a kanalizací a.s..

8.6.4 Finanční rozvaha

V souhrnu navržených zásahů na stoce (Příloha 2) se u této jednotné kanalizace jedná tedy 6 x o sanaci víček odbočky vložkou Quick-lock. Byla stanovena cena na 1 položku (sanaci víčka) na 10 300,- Kč. Tedy 6 x 10 300,- Kč se rovná 61 800,- Kč na výměnu poškozených víček rezervních odboček. Další náklady s tímto spojené jsou 6 200,- Kč (projektová dokumentace, zařízení staveniště a poplatky). Tedy celkové stavební náklady činí 68 000,- Kč bez DPH.

K investičním nákladům je potřeba uvést, že celkové náklady sanace jsou orientační, cena je odhadní z důvodu rozdílných cen jednotlivých dodavatelů.

9. Diskuze

Stokové sítě a kanalizační přípojky mají za úkol spolehlivé, hospodárné a hlavně zdravotně nezávadné odvedení odpadní vody z určeného místa do zařízení na čištění odpadních vod a do vodního recipientu.

Nejvíce používaný materiál na stokových sítích je stále beton, respektive železobeton. V Praze, ve Starém a Novém Městě jsou původní kanalizace v provozu i přes 100 let. Poruchy jsou přesto minimální a to v důsledku velice kvalitní práce při jejich zřízení. Jako výrobní materiál se před 100 léty používala v Praze na výrobu trub kanalizací převážně pálená cihla nebo kamenina. Cihly se prokládaly slámou, aby se nelámaly rohy cihel působením tlaku. V dnešní době roste trend používání plastů, které výsledkem technického rozvoje mají stále lepší vlastnosti. Největší nárůst spotřeby u trubních materiálů je u polypropylenu, zpracovává se od roku 1955. Dnes se uvádí, že přes 25 % všech nových kanalizačních trub v Evropě je z plastového materiálu (OSMA, s.r.o.).

V současné době je stále větší podíl zjištěného chybně zvoleného materiálu, většinou za účelem finanční úspory některých developerů staveb. Přitom náklady na opravu kanalizace z důvodu nevhodného materiálu jsou jen zlomkem prostředků, které se musí vynaložit na opravu nevyhovující kanalizace.

Každodenní údržba a provoz stokových sítí je součástí průzkumu kanalizací. Kontrola stavu stokových sítí se provádí za účelem posouzení naléhavosti, rozsahu oprav, obnovy a následně ke kontrole provedených oprav.

Kontrola u průlezných profilů stok je snadná. Spočívá v tom, že pracovník projde úseky s kamerou a vše pečlivě zaznamená. U neprůlezných stokových sítí je nejrozšířenějším způsobem průzkumu vizuální prohlídka pomocí inspekčního systému. Na základě těchto kamerových průzkumů se vyhodnotí stávající stav stokové sítě.

V Praze se každý den pohybují pracovníci průzkumu stokových sítí z Pražských vodáren a kanalizací a.s., kteří prohlédnou okolo 150 km kanalizace za rok. K průzkumu pražské kanalizace se využívá v současné době 5 kamerových systémů značky Rausch. Cena jedné kamery s příslušenstvím se pohybuje okolo 4,5 mil. Kč.. Průzkum stokových sítí v Praze se provádí i v souvislosti s opravami tramvajových

tratí a komunikací (Jan Bernát, XI. 2019, in verb).

Poruchy stokových sítí mají různé příčiny. Mezi hlavní příčiny poruch se uvádí zejména stáří kanalizace, ale také špatné uložení či vnější zásah a manipulace se sítí. Včasné zjištění závady na kanalizaci je možné zpozorovat monitorovacím zařízením.

Dále je vhodné uvést, že samotní stavbyvedoucí a pracovníci kanalizací do značné míry mohou eliminovat budoucí závady a mnohdy napomáhají i lepším technologickým postupům v průběhu stavby stokových sítí. Tento fakt není vhodné opomenout při volbě dodavatele výstavby kanalizací.

Lze tedy konstatovat, že průzkum a následné vyhodnocení stokových sítí spolu bezpodmínečně souvisejí. Proto se musí neustále vyvíjet nové monitorovací systémy, které nám lépe a rychleji provedou průzkum požadovaného úseku kanalizace. Je zapotřebí získat lepší informovanost o chování stokového systému a vytvoření sanačního plánu pomocí kterého budeme schopni zvolit nejvhodnější sanační metodu a dosáhneme minimalizaci nákladů na rekonstrukci stokových sítí.

Problematika sanace stokových sítí je velice složitá. K výběru vhodné sanační metody se přihlíží nejvíce na ekonomickou stránku. Bez výkopové technologie jsou v současné době neodmyslitelnou součástí rekonstrukce, výstavby či sanace kanalizací. Hlavní výhody spočívají v minimalizaci zásahu v místě sanace. Nedochozí k narušení terénu či vozovky a životní podmínky se mění v místě sanace minimálně. U klasických výkopů dochází k prašnosti při provedení výkopu a větší hlučnosti vlivem techniky a vozidel.

Bezvýkopová technologie pro sanaci kanalizace má řadu výhod, prudký rozvoj a získává na popularitě. Je méně náročná na přípravu projektu, dosahuje rychlejšího provedení, má nižší investiční náklady, je šetrnější k přírodě než konvenční způsob pokládky, bývá čistější a nepraší jako klasické výkopy, minimálně narušuje dopravu a provoz ve městech a obcích a omezuje nutnost vstupu na soukromé pozemky.

Volba vhodné bezvýkopové technologie je nejdůležitější částí návrhu. V návrhu sanace na Praze 7 byla nejdůležitějším posuzovacím kritériem cena, dále se přihlíželo na životnost sanace a v neposlední řadě se posuzoval vliv sanace na životní prostředí.

Před započítáním návrhu bylo potřeba provést předběžné průzkumy, primární a

sekundární. Primární průzkum spočíval v zajištění všech materiálů nutných pro návrh a sekundární průzkum spočíval v terénní prohlídce a seznámením se s danou lokalitou.

Výběr vhodné metody sanace stokové sítě vycházel z dokonalé znalosti technického a provozního stavu sítě, monitorované provozovatelem. K posouzení stavu kanalizační sítě slouží inspekce a průzkum za použití televizní kamery. Následně dochází ke zhodnocení celkového stavu a konečnému návrhu sanace.

Posuzovaným 3 úsekům stokové sítě se přiřadily technické ukazatele jejich stavu a určila se klasifikace nálezů. K vyhodnocení byl použit podpůrný softwarový program s barevným odlišením. Z výsledků vyhodnocení je patrné, že hodnocené závady v úsecích patří do nálezů s klasifikací 2 a 3. (v Praze se používá klasifikační stupnice 0-5, kde 0 se zvýrazňuje černou barvou a označuje havarijní stav a 5 se označuje šedou barvou a značí napojenou kanalizační přípojku, či počáteční a koncový uzel). V příloze 3,4 a 5 je zobrazeno vyhodnocení klasifikace nálezů jednotlivých úseků.

Zásadním rozhodnutím při uvažovaném záměru provedení sanace stokové sítě byla správně zvolená bezvýkopová metoda. Zde k výběru mezi výkopovou technologií v klasickém výkopu a bezvýkopovou technologií přispělo ekologické hodnocení situace (znečištění ovzduší, produkce odpadů, prašnost a hluk, dopravní zátěž, rychlost sanace, znečištění okolní zeminy a stížnost občanů).

Na základě ekologického zhodnocení bezvýkopových a výkopových technologií bylo rozhodnuto, že tradiční metoda tzv. výkopem nebude v návrhu uvažována a to i vzhledem k dané lokalitě. Hlavní město Praha je brána jako oblast se zhoršenou kvalitou ovzduší. Byla tedy navržena sanační technika za využití bezvýkopových technologií, která pomohla v hlavním městě České republiky ke zlepšení stavu životního prostředí.

Volba vhodné bezvýkopové technologie pro sanaci stokové sítě je nejdůležitější částí návrhů. Systém výběru optimální techniky není doposud zpracován. Důvodem je nedostatek relevantních informací o řešených problémech.

Výběr sanační techniky začíná kategorizací vzniklých škod v stokové síti a následnou kategorizací jednotlivých disponibilních bezvýkopových technologií vhodných pro návrh sanace.

10. Závěr

Na stokové síti jsou kladeny dnešní moderní společností stále větší požadavky, které vyžadují nové přístupy a metody k určení optimální správy stokových sítí. Užívání a provoz kanalizace se řídí kanalizačním, respektive provozním řádem. Oba tyto řády vznikají při výstavbě stokové sítě a schvaluje je vodoprávní úřad.

Předkládaná práce se zabývá správou stokových sítí. Práce je rozdělena do dvou základních částí.

První část obsahuje shrnutí současných poznatků o stokových soustavách, materiálech používaných k výstavbě stokových sítí a samotnou výstavbou stokových sítí. Dále se zmiňuje o objektech na stokové síti a správou stokových sítí obecně. Správa stokových sítí zahrnuje průzkum stokové sítě a uvádí i jednu z nejnovějších optických metod DTS. Poté správa stokových sítí zahrnuje obecné informace o poruchách na stokových sítích a o čištění kanalizací.

Druhá část práce se po seznámení s historií pražských kanalizací zabývá správou stokových sítí v Praze. Zjištěné informace z Pražských vodáren a kanalizací a.s., zejména z oddělení průzkumu stokové sítě, byly předloženy v kapitolách průzkum stokové sítě v Praze a sanace stokových sítí v Praze. Kapitola průzkum stokových sítí v Praze uvádí základní druhy prohlídek kanalizací a především metody průzkumu stok, které jsou v metropoli Praha nejvíce reálně využívány. V kapitole sanace stokových sítí v Praze je zmíněn z historického hlediska jeden z nejmladších stavebních oborů a to bezvýkopová technologie, která je v hlavním městě Praha dnes nejvíce využívána. Z důvodu, že se jedná o nejvíce využívanou technologii v Praze, byl návrh bezvýkopové technologie popsán v poslední kapitole "ukázka návrhu sanace V Praze".

Hlavním přínosem práce je seznámení s problematikou správy stokových sítí a umožnit čtenáři nahlédnout do reálného prostředí průzkumu stokových sítí v Praze s ukázkou návrhu bezvýkopové technologie sanace při opravě poškozených rezervních odboček.

11. Přehled literatury a použitých zdrojů

Odborné publikace

- Beránek J., 2005: Inženýrské sítě. Vysoké učení technické v Brně, Brno, 181 s.
- Broža V., Kazda I., Patera A., Přenosilová E., 1993: Vodohospodářské stavby. České vysoké učení technické Praha, Praha, 162 s.
- Bruce H., 2011: Comparative properties and service life of pipes used as sanitary sewers. Can Clay Corporation, Los Angeles, 88 s.
- Butler D., Davies J. W., 2006: Urban Drainage. Taylor and Francis, London UK, 543 s.
- Čížek P., 1961: Hydrologie stokových sítí. STNL, Praha, 134 s.
- Hladiš J., 2010: Polypropylenové potrubí pro kanalizační systémy. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Zlín, 70 s.
- Hlavínek P., Mičín J., Prax P., 2001: Příručka stokování a čištění. NOEL 2000 s.r.o., Brno, 251 s.
- Hlavínek P., Mičín J., Prax P., 2003: Stokování a čištění odpadních vod. Akademické nakladatelství CERM s.r.o., Brno, 283 s.
- Horák, M., 2008: Stoková síť poškozená síranovou korozí betonu. Vysoké učení technické v Brně, Brno, 132 s.
- Chejnovský P., 2007: Osoba oprávněná k provozování vodovodů a kanalizací. Medim, Líbeznice, 86 s.
- Chejnovský P., 2010: Zdravotní vodohospodářské stavby. Sobotáles, Praha, 172 s.
- Krejčí V., Hlavínek P., Zeman E., Dušek O., Wanner J., Zedulák J., Gujer W., 2002: Odvodnění urbanizovaných území - koncepční přístup, NOEL 2000, Brno, 562 s.
- Lepot M., Stanić N., Clemens F.H.L.R., 2017: A technology for sewer pipe inspection. Automation in Construction, UK, 107 s.
- Martoň J., 1984: Získavanie, úprava, čistenie a ochrana vod. Bratislava: Alfa, 448 s.
- MIDDLE G., 1995: Environmental requirements for the disposal of effluent from wastewater disposal systems. UK, 324 s.
- Najafi M., 2013: Trenchless technology: planning, equipment, and methods. New York, 582 s.
- Nienhuis J., Haan C., Langeveld J., 2013: Assessment of detection limit of fiber-optic distributed temperature sensing for detection of illicit connections. 9th International Conference of Urban Drainage Modelling, Belgrade.

- Nypl V., 1980: Zdravotní inženýrství II. České vysoké učení technické v Praze, Praha, 113 s.
- Nypl V., Synáčková M., 1998: Zdravotně inženýrské stavby 30: Stokování. České vysoké učení technické v Praze, Praha, 149s.
- Nypl V., Haloun R., 1990: Komplexní projekt ZI. České vysoké učení technické, Praha 169 s.
- Pahorecký F., 2014: Diagnostika podzemních sítí. Nodig, Praha, 20-23 s.
- Pašek J., 1995: Inženýrská geologie. SNTL, Praha, 610 s.
- Raclavský J., Tuhovčák L., Malaník S., 2006: Rekonstrukce vodohospodářských sítí. Vysoké učení technické v Brně, Brno.
- Rausch, 2014: TV-Inspektionssysteme – produktbroschuere. Weißenberg, 48 s.
- Read G. F., Vickridge I.G., 1997: Sewers - Rehabilitation and new construction. Arnold, Oxford, 403 s.
- Read G. F., 2004: Sewer - Replacement and new construction. Elsevier Butterworth-Heinemann, Oxford, 551 s.
- SOVAK ČR, 2018: Příručka provozovatele stokové sítě. Medim, Praha, 200 s.
- Stein, D., 2003: Grabenloser Leitungsbau. Ernst & Sohn Verlag, Berlin, 1166 s.
- Stein, D., Niederehe, W., 1992: Instandhaltung von Kanalisationen. Ernst & Sohn Verlag, Berlin, 1008 s.
- Šejnoha J., 2003: Stavební materiály pro výstavbu stokových sítí. Česká vědeckotechnická vodohospodářská společnost, Praha, 85 s.
- Šejnoha J., 2011: Poruchovost stokových sítí, volba stavebních materiálů, městské standardy. SOVAK, Praha.
- Šrytr P., Synáčková M., 1992: Inženýrské sítě. České vysoké učení technické v Praze, Praha, 256 s.
- Šrytr P., 1986: Inženýrské sítě. České vysoké učení technické v Praze, Praha. 187 s.
- Vyoralová Z., Hrdlička P., 2013: Technická infrastruktura měst a sídel. České vysoké učení technické v Praze, Praha, 155 s.

Internetové zdroje

- ENVIROX, 2016: Monitorování kanalizace (online) [cit. 2020.01.23], dostupné z <https://new.envirox.eu/servis-kanalizaci/monitorovani-kanalizace>.
- Hánková, D., 2005: Kanalizační stoky (online) [cit. 2019.11.01], dostupné z: <http://people.fsv.cvut.cz/www/hanekpav/K154/PDF/Stokovani.pdf>.

Hlušík, P., 2012: Metodika vyhodnocení technického stavu stokové sítě na základě fyzického stavu (online) [cit.2020.02.19], dostupné z: <http://www.vodovod.info/index.php/kanalizace-a-cov/185-metodika-vyhodnoceni-technickeho-stavu-stokove-site-na-zaklade-fyzickeho-stavu#.XGQRalVKhD8>.

Horák, M., 2009: Průzkum a technická analýza stokových sítí (online) [cit. 2020.02.12], dostupné z: <http://www.vodohospodarske-stavby.cz/clanek/pruzkum-a-technicka-analyza-stokovych-siti/>.

Horák, M., Hořínková, L., 2007: Čištění a průzkum stokových sítí (online) [cit. 2019.11.16], dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/inzenyrske-stavby/inzenyrske-site/cisteni-a-pruzkum-stokovych-siti>.

PRAHA, 2019: Nová vodní linka (online) [cit. 2020.05.30], dostupné z www.novacistirna.cz.

OSMA, 2020: V souladu s přírodou (online) [cit. 2020.02.02], dostupné z <https://kanalizacezplatu.cz/stranky/nazory-odborniku>.

ISTT, 2015: The International Society for Trenchless Technology (on-line) [cit. 2019.10.26], dostupné z: <http://istt.com>.

Zikmundová, J., 2009: Systémy pro průzkum a hodnocení technického stavu stokových sítí (online) [cit. 2020.02.08], dostupné z: <http://www.ecotechnika.sk/ecotechnika-12011/systemy-pro-pruzkum-a-hodnoceni-technickeho-stavu-stokovych-siti.html>.

Legislativní a ostatní zdroje

ČSN 75 0161: Vodní hospodářství - Terminologie v inženýrství odpadních vod.

ČSN 75 6101: Stokové sítě a kanalizační přípojky

ČSN EN 13508-2: Posuzování stavu venkovních systémů stokových sítí a kanalizačních přípojek – Část 2: Kódovací systém pro vizuální prohlídku.

ČSN EN 752: Odvodňovací systémy vně budov.

European Council, 1991. Council Directive 91/271/EEC.

Archiv Pražské vodovody a kanalizace, a.s.

D-plus, projektová a inženýrská, 2009: Městské standardy vodárenských a kanalizačních zařízení na území hl. m. Prahy. Praha.

Metodická příručka, 2009: Posouzení stokových systémů urbanizovaných povodí.

Městské standardy vodovodů a kanalizací na území hl. m. Prahy

Pražské vodárny a kanalizace a.s., 2019, 2020: Letáky, brožury.

TNV 75 9011: Hospodaření se srážkovými vodami.

Seznam obrázků a tabulek

Obrázek 1: Schéma jednotné stokové soustavy (Beránek J., Inženýrské sítě, 2005).

Obrázek 2: Schéma oddílné soustavy stok (Beránek J., Inženýrské sítě, 2005).

Obrázek 3: Poruchovost trubních materiálů (SOVAK, Příručka provozovatele stokové sítě, 2018).

Obrázek 4: Betonová vstupní šachta (www.dcpraha.cz/produkty/betonove-kanalizacni-sachty-astudny).

Obrázek 5: Kamerový vozík se záznamovým zařízením (Raclavský J., Tuhovčák L., Malaník S., Rekonstrukce vodohospodářských sítí, 2006).

Obrázek 6: Poruchovost stokových sítí (Šejnoha, Stavební materiály pro výstavbu stokových sítí, 2003).

Obrázek 7: Projekt z čisticí stanice z roku 1900 (Archiv Pražské vodárny a kanalizace a.s.).

Obrázek 8: Georadar (URL 1).

Obrázek 9: Kritéria pro návrh sanace (Vysoké učení technické Brno, 2017).

Obrázek 10: Místo řešené stoky (Pražské vodárny a kanalizace a.s., 2018).

Obrázek 11: Poškozené víčko rezervní odbočky v úseku číslo 1 (Pražské vodárny a kanalizace a.s., 2018).

Obrázek 12: Poškozené víčko rezervní odbočky v úseku číslo 2 (Pražské vodárny a kanalizace a.s., 2018).

Obrázek 13: Chybějící víčka rezervních odboček na úseku číslo 2 (Pražské vodárny a kanalizace a.s., 2018).

Obrázek 14: Poškozená víčka rezervních odboček v úseku číslo 3 (Pražské vodárny a kanalizace a.s., 2018).

Obrázek 15: Zvýraznění závad rezervních odboček v celém úseku (Pražské vodárny a kanalizace a.s., 2018).

URL1: https://www.google.com/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fwww.studiotecnicoccechini.com%2Fwordpress%2Fwp-content%2Fuploads%2F2016%2F06%2F4692-georadar.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.studiotecnicoccechini.com%2Fwordpress%2Ffindagini-georadar%2F&tbnid=eREqVsmGrTc29M&vet=10CLEBEDMoVWoXChMI8I_FIK-n6gIVAAAAAB0AAAAAEAQ..i&docid=qleLTq7h9xl54M&w=480&h=320&q=G

[eoradar&ved=0CLEBEDMoVWoXChMI8I_FIK-n6gIVAAAAAB0AAAAAEAQ>](#)
[cit. 2020.06.28]

Tabulka 1: Rozdělení úseku s uvedenou délkou úseku v metrech (Banot, 2020).

12. Přílohy

Příloha 1: Návrh na odstranění závad (Pražské vodárny a kanalizace a.s., 2018).



Návrh na odstranění závad číslo: 05.605.18

Logický celek: **U garáží**

Lokalita:

Místo stavby: Ul. U garáží

Popis současného stavu: poškozená víčka rezervních odboček

Soustava kanalizace: Jednotná

	Materiál	Profil	Hloubka [m]	Délka [m]
Dotčená kanalizace	kamenina	250	3,7-4,0	108

Kritéria pro stanovení orientačního nákladu:

Technologie: bezvýkopová robotem

Orientační náklad stavby v tis. Kč: 68

Příloha 2: Souhrn navržených zásahů na stoce (Pražské vodárny a kanalizace a.s., 2018).

Souhrn navržených zásahů na stoce				
05.605.18		Název akce: ul. U garáží Holešovice		
VŠ	Poř. číslo protokolu	Staničení	Návrh zásahu	Cena v tis. Kč
			kanalizace jednotná	
185,62	632/18-1, po toku	33,40	sanace víčka rez. odbočky vložkou Quick-lock	10,3
185,58	632/18-2, po toku	19,31	sanace víčka rez. odbočky vložkou Quick-lock	10,3
		26,58	sanace víčka rez. odbočky vložkou Quick-lock	10,3
		27,19	sanace víčka rez. odbočky vložkou Quick-lock	10,3
185,36	632/18-3, po toku	15,32	sanace víčka rez. odbočky vložkou Quick-lock	10,3
		24,81	sanace víčka rez. odbočky vložkou Quick-lock	10,3

Příloha 3: Zobrazení nálezů v úseku číslo 1 (Pražské vodárny a kanalizace a.s., 2018).

0.00	[BCDA] Počáteční uzel, vstupní šachta, výšková kóta dna 185,62, hloubka šachty 3,74m
4.75	[BDB] Obecná poznámka, průhyb stoky 10%, KI: 4
5.82	[BCAAB] Napojení kanalizační přípojky, odbočka, přípojka uzavřená, 200mm, 200mm
6.45	[BCAAB] Napojení kanalizační přípojky, odbočka, přípojka uzavřená, 200mm, 200mm
23.24	[BCAAB] Napojení kanalizační přípojky, odbočka, přípojka uzavřená, 200mm, 200mm
23.80	[BCAAB] Napojení kanalizační přípojky, odbočka, přípojka uzavřená, 200mm, 200mm
33.40	[BCAAB] Napojení kanalizační přípojky, odbočka, přípojka uzavřená, 200mm, 200mm, poškozené víčko, KI: 3
37.89	[BCEA] Koncový uzel, vstupní šachta, výšková kóta dna 185,58

Příloha 4: Zobrazení nálezů v úseku číslo 2 (Pražské vodárny a kanalizace a.s., 2018).

0.00	[BCDA] Počáteční uzel, vstupní šachta, výšková kóta dna 185,58
7.64	[BABBC] Prasklina, komplexní tvorba prasklin, 2mm, KI: 4
9.09	[BCAAB] Napojení kanalizační přípojky, odbočka, přípojka uzavřená, 200mm, 200mm
9.66	[BCAAA] Napojení kanalizační přípojky, odbočka, přípojka otevřená, 200mm, 200mm
13.77	[BABBA] Prasklinav podélném směru , 2mm, KI: 4
18.09	[BCAAA] Napojení kanalizační přípojky, odbočka, přípojka otevřená, 200mm, 200mm
19.31	[BCAAB] Napojení kanalizační přípojky, odbočka, přípojka uzavřená, 200mm, 200mm, poškozené víčko, KI: 3
20.38	[BABBA] Prasklinav podélném směru , 1mm, KI: 4
26.58	[BCAAB] Napojení kanalizační přípojky, odbočka, přípojka uzavřená, 200mm, 200mm, bez víčka, vnikající kamení, KI: 2
27.19	[BCAAB] Napojení kanalizační přípojky, odbočka, přípojka uzavřená, 200mm, 200mm, bez víčka, vnikající kamení, KI: 2
33.80	[BCAAA] Napojení kanalizační přípojky, odbočka, přípojka otevřená, 200mm, 200mm
35.10	[BCEA] Koncový uzel, vstupní šachta, výšková kóta dna 185,36

Příloha 5: Zobrazení nálezů v úseku číslo 3 (Pražské vodárny a kanalizace a.s., 2018).

0.00	[BCDA] Počáteční uzel, vstupní šachta, výšková kóta dna 185,36
4.18	[BABBC] Prasklina, komplexní tvorba prasklin, 1mm, KI: 4
5.60	[BCAAB] Napojení kanalizační přípojky, odbočka, přípojka uzavřená, 200mm, 200mm
15.32	[BCAAB] Napojení kanalizační přípojky, odbočka, přípojka uzavřená, 200mm, 200mm, poškozené víčko, KI: 3
20.74	[BCAAA] Napojení kanalizační přípojky, odbočka, přípojka otevřená, 200mm, 200mm
24.81	[BCAAB] Napojení kanalizační přípojky, odbočka, přípojka uzavřená, 200mm, 200mm, poškozené víčko, KI: 3
31.99	[BCAAA] Napojení kanalizační přípojky, odbočka, přípojka otevřená, 200mm, 200mm
32.60	[BCAAA] Napojení kanalizační přípojky, odbočka, přípojka otevřená, 200mm, 200mm
33.95	[BCCAB] Zakřivení stoky, doleva, dolů
35.40	[BCEA] Koncový uzel, vstupní šachta, výšková kóta dna 185,13