VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ OBCÍ
INSTITUTE OF MUNICIPAL WATER MANAGEMENT

POSOUZENÍ VYBRANÉ ČÁSTI STOKOVÉ SÍTĚ V URBANIZOVANÉM ÚZEMÍ
ASSESSMENT OF SELECTED PART OF SEWER NETWORK IN URBANIZED AREA

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE — **Bc. David Köhler**
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE — **doc. Ing. JAROSLAV RACLAVSKÝ, Ph.D.**
SUPERVISOR

BRNO 2020

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3607T027 Vodní hospodářství a vodní stavby
Pracoviště	Ústav vodního hospodářství obcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. David Köhler
Název	Posouzení vybrané části stokové sítě v urbanizovaném území
Vedoucí práce	doc. Ing. Jaroslav Raclavský, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2019
Datum odevzdání	10. 1. 2020

V Brně dne 31. 3. 2019

doc. Ing. Ladislav Tuhovčák, CSc. Vedoucí ústavu	prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc. Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

[1] Pasportizační údaje a dostupné údaje o stokové síti vybrané části urbanizovaného celku jako podklad pro zpracování DP.

[2] STEIN, Dietrich a STEIN, Robert Instandhaltung von Kanalisationen, Verlag Prof. Dr.-Ing. Stein & Partner GmbH, 2014. ISBN 978-3-9810648-4-1.

[3] STRÁNSKÝ, David et al. Metodická příručka - Posouzení stokových systémů urbanizovaných povodí. In OPZP.cz [online]. 2009 [cit. 2017-03-03]. Dostupné z WWW: http://www.opzp2007-2013.cz/soubor-ke-stazeni/17/5237-01052009_metodicka_prirucka_stokovy_system_090604.pdf.

[4] KLEPSATEL, František a RACLAVSKÝ, Jaroslav. Bezvýkopová výstavba a obnova podzemních vedení. 1. české vyd. Bratislava: Jaga, c2007, 144 s. ISBN 978-80-8076-053-3.

[5] Odborný časopis NODIG

[6] Příslušné legislativní a normativní podklady.

[7] Další podklady dle pokynu vedoucího DP.

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Cílem diplomové práce bude posouzení stávajícího stavu odkanalizování vybrané části stokové sítě ve městě Ostrava. Diplomant provede rekognoskaci zájmové stokové sítě, zjistí a vyhodnotí stavebně-technický stav stok a provede přepočet hydrauliky. Na základě získaných informací navrhne variantní řešení obnovy stokové sítě nebo její rozšíření. Požadované výstupy: průvodní a technická zpráva, hydrotechnické výpočty a výkresová dokumentace dle pokynu vedoucího DP.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ 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).

doc. Ing. Jaroslav Raclavský, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKTY A KLÍČOVÁ SLOVA

ABSTRAKT

Cílem diplomové práce je posouzení současného stavu odkanalizování zájmové lokality v Ostravě a návrh možné obnovy nebo rozšíření stokové sítě. Práce je rozdělena na průvodní zprávu, technickou zprávu, hydrotechnické výpočty a výkresovou dokumentaci. Posouzení se skládá ze stanovení stavebně-technického stavu vybraných stok, hydraulického posouzení stokové sítě s návrhem možných opatření a ekonomického zhodnocení těchto opatření. V části, zaměřené na hydrotechnické výpočty, je popsána tvorba hydraulického modelu v programu MIKE URBAN včetně procesu kalibrace a simulací jednotlivých navrhovaných variant obnovy nebo rozšíření stokové sítě zájmové lokality.

KLÍČOVÁ SLOVA

Stoková síť, hydraulické modelování, sanace, průzkum

ABSTRACT

The aim of the thesis is to assess the current state of sewerage of the site of interest in Ostrava and to suggest a possible renewal or extension of the sewer network. The work is divided into accompanying report, technical report, hydrotechnical calculations and drawing documentation. The assessment consists of determination of the technical state of selected sewers, hydraulic assessment of the sewer network with a proposal of possible measures and economic evaluation of these measures. In the part of hydrotechnical calculations creation of hydraulic model in program MIKE URBAN is described, including process of calibration and simulation of individual proposed variants of renewal or extension of sewer network of the locality of interest.

KEYWORDS

Sewerage network, hydraulic modeling, rehabilitation, exploration

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Bc. David Köhler *Posouzení vybrané části stokové sítě v urbanizovaném území.* Brno, 2020. 88 s., 11 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí. Vedoucí práce doc. Ing. Jaroslav Raclavský, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Posouzení vybrané části stokové sítě v urbanizovaném území* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 9. 1. 2020

Bc. David Köhler
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Posouzení vybrané části stokové sítě v urbanizovaném území* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 9. 1. 2020

Bc. David Köhler
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu práce doc. Ing. Jaroslavu Raclavskému, Ph.D. za ochotu a pomoc při konzultacích diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat panu Ing. Radku Komůrkovi, panu Ing. Michalu Zelenkovi a společnosti OVAK a.s. za poskytnuté materiály a konzultace. Současně bych také rád poděkoval Ing. Davidu Hrabákovi ze společnosti DHI a.s. za konzultace a poskytnuté materiály.

OBSAH

1 ÚVOD 10

2 PRŮVODNÍ ZPRÁVA 11

2.1 Identifikační údaje 11

2.2 Vstupní podklady 11

2.3 Cíl studie 11

2.4 Popis zájmové lokality 11

2.4.1 Geomorfologické poměry 13

2.4.2 Hydrologické poměry 13

2.4.3 Klimatické poměry 14

2.4.4 Geologické poměry 14

2.4.5 Hydrogeologické poměry 14

3 TECHNICKÁ ZPRÁVA 15

3.1 Popis zájmového území 15

3.1.1 Údaje o provozovateli 15

3.1.2 Popis odkanalizování zájmového území 15

3.1.3 Rekognoskace zájmového území 19

3.2 Stavebně-technický stav stok 24

3.2.1 Posouzení stavebně-technického stavu stok zájmové lokality 29

3.3 Hydraulické posouzení 42

3.3.1 Generel odvodnění města Ostravy 42

3.3.2 Posouzení stávajícího stavu stokové sítě a návrh možných opatření 49

3.3.2.1 Model stávajícího stavu stokové sítě 49

3.3.2.2 Model opatření A 51

3.3.2.3 Model opatření B 53

3.3.2.4 Model opatření C 57

3.4 Ekonomické posouzení 60

3.5 Zhodnocení variant navrhovaných opatření 62

4 HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY 64

4.1 MIKE URBAN 64

4.2 Tvorba a simulace hydraulického modelu zájmové lokality 66

4.2.1 Hydrotechnická situace 66

4.2.2 Mapa využití území (Land Use) 67

4.2.3 Import GIS dat a simulace modelu v prostředí MIKE URBAN 68

4.2.4 Kalibrace modelu 70

4.2.5 Simulace modelu stávajícho stavu stokové sítě a navrhovaných opatření 73

4.2.5.1 Model stávajícího stavu stokové sítě 74

4.2.5.2 Model varianty opatření A 74

4.2.5.3 Model varianty opatření B 75

4.2.5.4 Model varianty opatření C 76

ZÁVĚR 79

SEZNAM OBRÁZKŮ 82

SEZNAM TABULEK 84

SEZNAM GRAFŮ 84

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ 86

SEZNAM PŘÍLOH 87

SUMMARY 88

1 ÚVOD

Tématem diplomové práce je posouzení vybrané části stokové sítě v urbanizovaném území. Odborné posuzování systémů stokových sítí urbanizovaných území je nedílnou součástí spolehlivého provozování kanalizačních systémů. Komplexní posuzování stokových sítí by mělo mít několik vzájemně propojených součástí. První z těchto částí je posouzení stokových systémů z hlediska stavebně-technického stavu stok, jehož výstupy nám udávají reálnou představu o stavu trubního vedení a případné potřebě sanací těchto stok.

Druhou částí je hydraulické posouzení pomocí kalibrovaných hydraulických modelů. Tato část je u stokových sítí provozovateli často přehlížena, avšak z hlediska provozování se dá říci, že se jedná o nejdůležitější část odborného posuzování. Pomocí hydraulických modelů lze ověřovat např. stávající kapacitu stokových sítí včetně navrhovaných úprav, posuzovat výhledové stavby nebo řešit problematiku balastních nátoků. Veškerá získaná data z hydraulického modelování lze, v kooperaci s výsledky posouzení stavebně-technického stavu, využít pro plánování údržby nebo sanací posuzovaných stokových sítí. Při plánování sanací lze na základě propojení těchto dvou posouzení navrhnout i nejvhodnější sanační technologii tak, aby splňovala jak technické, tak i ekonomické požadavky. Poslední součástí komplexního posouzení stokových sítí by mělo být ekonomické zhodnocení případných navrhovaných opatření. Vzhledem k situaci, kdy většina provozovatelů nebo vlastníků technické infrastruktury má omezené možnosti z hlediska financování obnovy a oprav, je důležité předložit i ekonomický pohled na plánovaná opatření.

Předmětem diplomové práce je posouzení stokové sítě v zájmové lokalitě na Slezské Ostravě a návrh případné obnovy nebo rozšíření této stokové sítě. Práce je členěna do tří částí. Jedná se o průvodní zprávu, technickou zprávu a hydrotechnické výpočty. V průvodní zprávě je popsána a charakterizována zájmová lokalita, ve které se nachází posuzovaná stoková síť ve správě společnosti OVAK a.s. Technická zpráva shrnuje závěry rekognoskace území, výsledky posouzení stavebně-technického stavu a závěry hydraulického posouzení dotčených stok pomocí hydraulického modelu, včetně podrobného popisu navrhovaných opatření a ekonomického posouzení těchto variant. Poslední částí diplomové práce jsou hydrotechnické výpočty, které popisují tvorbu hydraulického modelu a jeho kalibraci. Současně jsou popsány jednotlivé varianty navrhovaných opatření z hlediska hydraulických výpočtů. V rámci technické zprávy a hydrotechnických výpočtů je několik kapitol věnováno teoretické rešerši na téma poruch na stokových sítích, tvorby Generelu odvodnění města Ostravy nebo popisu programu MIKE URBAN, ve kterém probíhala tvorba hydraulického modelu.

2 PRŮVODNÍ ZPRÁVA

2.1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název stavby:	Na Baranovci – posouzení kanalizace
Kraj:	Moravskoslezský
Okres:	Ostrava-město
Katastrální území:	Slezská Ostrava
Ulice:	Na Baranovci
Charakter stavby:	Posouzení a sanace části stokové sítě
Provozovatel:	Ostravské vodárny a kanalizace a.s.
Adresa provozovatele:	Nádražní 28/3114
	729 71 Ostrava-Moravská Ostrava

2.2 VSTUPNÍ PODKLADY

V rámci zpracování diplomové práce byla provedena rekognoskace zájmového území, jejíž výsledky byly použity jako jeden z podkladů v rámci posouzení stokové sítě v dané lokalitě.

Společností Ostravské vodárny a kanalizace a.s. byly k vypracování posouzení na lokalitě Na Baranovci poskytnuty:

- výkresy situace stávajícího stokového systému,
- kamerové záznamy prohlídek vybraných úseku stokového systému,
- podklady pro hydraulický model z generelu města Ostravy,
- kalibrační průtokové křivky.

2.3 CÍL STUDIE

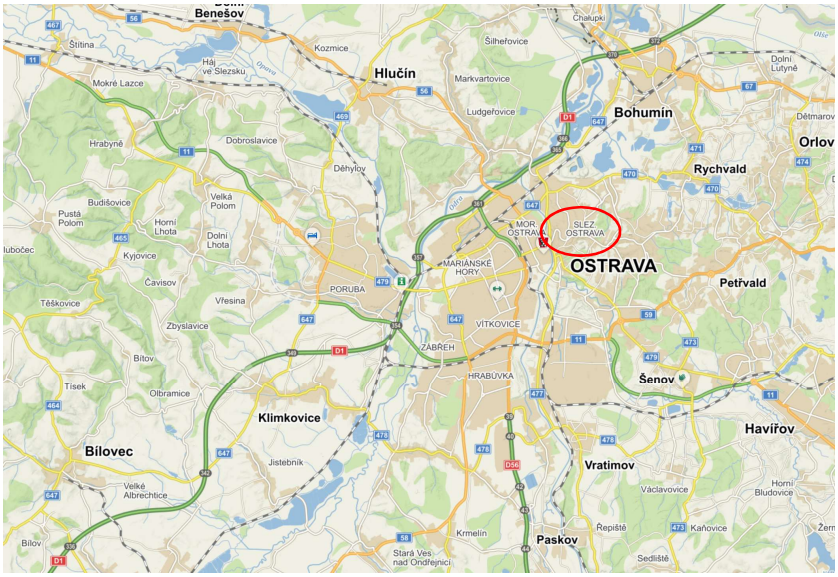
Cílem studie je posouzení stávající stokové sítě v rámci zájmové lokality na Slezské Ostravě a návrh možných opatření pro zlepšení kvality odvádění odpadních vod z dané lokality. V první části bude stanoven stavebně-technický stav vybraných stok a bude sestaven hydraulický model stávajícího stavu. Tento model bude následně kalibrován na kalibrační průtokové křivky poskytnuté provozovatelem. Na základě získaných informací bude provedeno několik variantních řešení sanace nebo rozšíření stávající stokové sítě. Pro tyto variantní řešení bude proveden přepočet hydrauliky pomocí kalibrovaného hydraulického modelu. Současně bude vypracován ekonomický náhled na cenu jednotlivých zpracovaných návrhů.

2.4 POPIS ZÁJMOVÉ LOKALITY

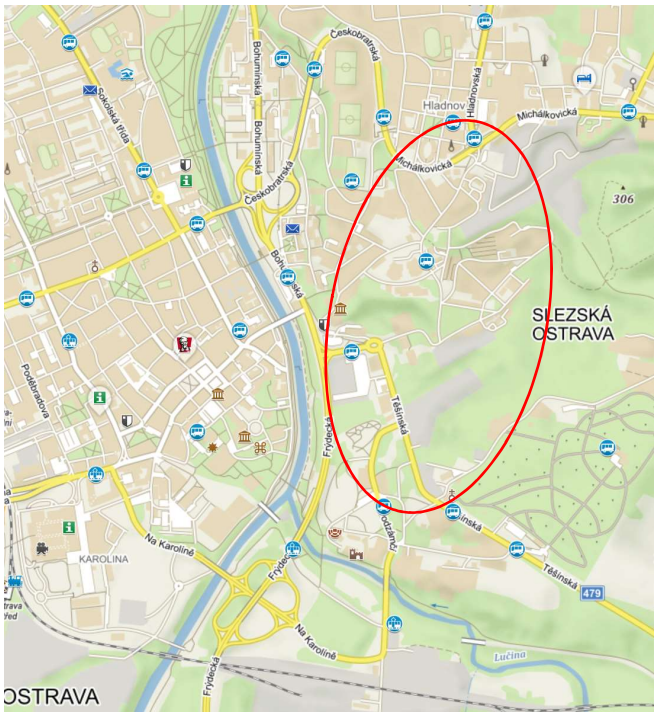
Zájmová lokalita se nachází v katastrálním území Slezská Ostrava ve městě Ostrava. Jedná se o lokalitu, jejíž charakter je značně rozmanitý. Část tohoto území je využívána

pro bydlení s převažující zástavbou v podobě rodinných a apartmánových domů. Velká část zájmové lokality spadá do území bývalého dolu Petr Bezruč, který již není od roku 1992 využíván. V rámci tohoto území se zde nachází budovy podnikatelského a obchodního charakteru. Velká část budov bývalého dolu je dnes již nevyužívaná. Některé budovy byly postupem času zbourány, avšak např. stará důlní věž je zapsána jako kulturní památka. Spodní část lokality, blízko pravého břehu řeky Ostravice, je využívána k obchodním účelům, zejména v podobě skladovacích a kancelářských budov.

Stáří budov v lokalitě je také značně rozdílné. Budovy spadající pod bývalý areál dolu Petr Bezruč pochází přibližně z 50. let minulého století, zatímco budovy obytného a obchodního charakteru jsou zde budovány od ukončení těžby až po současnost. V současnosti se v lokalitě buduje zejména nová obytná zástavba. Na Obr. 1 a Obr. 2 můžeme vidět lokalizaci zájmového území.



Obr. 1 Lokalizace zájmového území v rámci regionu [1]



Obr. 2 Detailní lokalizace zájmového území [1]

Z hlediska odkanalizování jsou z této lokality odpadní vody odváděny pomocí jednotných, dešťových i splaškových stok. Velká část dešťových stok vede směrem k výusti do řeky Ostravice. Splaškové a velká část jednotných stok je odváděna směrem k odlehčovací komoře OK Františkov a dále kmenovými sběrači směrem k ÚČOV v Ostravě-Přívoze. Přibližná celková délka posuzovaných stok je 7 970 m. Z hlediska uložení vedou trasy stok střídavě přes vozovky, zpevněné povrchy a vegetační plochy.

V rámci zájmového území se zde nachází 1 odlehčovací komora OK Na Baranovci. U této odlehčovací komory se také nachází septik, sloužící k předčištění odpadních vod, které z tohoto místa v současnosti pokračují směrem k výusti do řeky Ostravice.

2.4.1 Geomorfologické poměry

Nadmořská výška v zájmové lokalitě se pohybuje přibližně mezi 277-210 m n. m. Terén v některých částech tohoto území je velmi sklonitý a členitý. Zájmovou lokalitu lze z hlediska terénu rozdělit do tří úrovní. První z nich je relativně málo členitá oblast okolo areálu bývalého dolu Petr Bezruč. Tato oblast navazuje na druhou úroveň, která je značně členitá a terén v některých místech dosahuje vysokých sklonů. Poslední oblast je opět s relativně málo členitou úrovní terénu směřující k řece Ostravici.

2.4.2 Hydrologické poměry

Zájmová lokalita spadá do povodí řeky Ostravice. Ostravice vzniká spojením Bílé a Černé Ostravice a její prameniště je v lokalitě Bílá – Hlavatá v nadmořské výšce 720 m n. m. Vzhledem k velké rozkolísanosti průtoků bylo na Ostravici provedeno mnoho protipovodňových opatření. Mezi ty zásadní patří výstavba přehrad, jejichž retenční účinek zamezil povodňovým rizikům. V posledních letech probíhají úpravy koryta a jeho

okolí v posuzované lokalitě u Slezské Ostravy. Tyto úpravy mají zejména estetický charakter. Posuzované území se nachází na pravém břehu Ostravice. [2]

2.4.3 Klimatické poměry

Z hlediska klimatických poměrů toto území spadá do klimatické oblasti MT-10 (mírně teplá oblast). Klimatická oblast MT-10 se vyznačuje teplým a mírně suchým létem, krátkými, mírně teplými, přechodnými obdobími jara a podzimu a krátkou mírně teplou a velmi suchou zimou s krátkým trváním sněhové pokrývky. Průměrný srážkový úhrn je okolo 750 mm za rok. Přibližně polovina tohoto úhrnu spadne za období červen až září. Průměrně je zde 100-120 dní se srážkami 1 mm a více. [3] [4]

2.4.4 Geologické poměry

Na základě historických inženýrsko-geologických vrtů, provedených v dané lokalitě, bylo zjištěno, že se v zájmové oblasti nachází sprašové hlíny, písčito-hlinité sedimenty, pískovce a slepence. Zejména u sprašových hlín je třeba dbát na riziko sufozního vyplavování částic zeminy v případě poruchy kanalizace nebo při její netěsnosti. Na základě tohoto vyplavování může docházet k vytváření kaveren a s tím je spojeno nebezpečí propadu terénu. V rámci sanačních opatření je tedy v této lokalitě nutno dbát při výstavbě na správné uložení a zajištění těsnosti trub a spojů. [5] [6]

Problémem posuzované lokality mohou být také rizika vyplývající z poddolování území. Vzhledem k těžbě uhlí, která v minulosti v této lokalitě probíhala, docházelo k narušení celistvosti horninových těles a na základě této skutečnosti může docházet k propadům terénu a výstupu metanu.

Mapa vrtné prozkoumanosti zájmové lokality je součástí této práce jako příloha 1.

2.4.5 Hydrogeologické poměry

Hydrogeologický průzkum není součástí této práce. Provozovatelem bylo sděleno, že v dané lokalitě nemonitoruje problémy s výškou hladiny podzemní vody a případným ovlivňováním stavby nebo nátokem zvýšeného množství balastních vod. Při podrobnější studii je nutno zažádat o výsledky inženýrskogeologických průzkumů a detailních analýz hydrogeologických podmínek v zájmové lokalitě.

3 TECHNICKÁ ZPRÁVA

3.1 POPIS ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

V následující kapitole bude podrobně popsáno posuzované území z hlediska odvádění odpadních vod. Součástí tohoto popisu je také rekognoskace území, která v rámci zpracování této práce v terénu proběhla.

3.1.1 Údaje o provozovateli

Provozovatelem kanalizační sítě ve městě Ostrava je společnost Ostravské vodárny a kanalizace a.s. Jedná se o společnost provozující vodovodní a kanalizační síť v oddílném modelu provozování. Vlastníkem infrastruktury je statutární město Ostrava. Mezi majoritní vlastníky společnosti patří zahraniční společnost SUEZ Groupe, město Ostrava a RNDr. Lubomír Habrnál. [7]

Celková délka kanalizační sítě v Ostravě je 919 km s celkovým počtem 23 261 kanalizačních přípojek. V rámci této kanalizační sítě společnost provozuje 5 ČOV. Z hlediska množství odpadních vod bylo v roce 2018 čištěno 24 758 tis. m^3 odpadních vod včetně vod srážkových. [7]

3.1.2 Popis odkanalizování zájmového území

Jak již bylo zmíněno, v rámci posuzované lokality jsou odpadní vody odváděny stokami splaškovými, jednotnými a dešťovými. Celková přibližná délka posuzovaných stok je 7 970 m. Z této celkové délky je přibližně 3 883 m stok jednotných, 2 352 m stok dešťových a 1 734 m stok splaškových. Materiálově jsou stoky budovány z betonu, kameniny a PVC. Většina posuzovaných úseků jsou trouby kruhového profilu dimenze od DN 150 po DN 1000. Některé úseky jsou tvořeny vejčitými profily DN 500/750. Přibližné stáří stok v lokalitě je rozdílné. Provozovatelem bylo určeno, že v zájmové oblasti se nachází stoky vystavěné v obdobích mezi lety 1920-1958, 1997-2004, 2004-2014. [8]

OK Na Baranovci

V rámci posuzované části stokové sítě se zde nachází 1 odlehčovací komora OK Na Baranovci, umístěná na ulici Na Baranovci. Jedná se o odlehčovací komoru s oboustranným přelivem o celkové délce 8 m. Přelivné hrany jsou vybudovány ve výšce 255,39 m n. m. Přítokové potrubí do OK je betonové dimenze DN 400. Splaškový průtok je převáděn do nedalekého septiku pomocí betonového potrubí DN 300. Odlehčovací stoka je betonová DN 500 a ústí ve vstupní šachtě č. 2276868 do dešťové stoky pokračující k výusti do řeky Ostravice. Na Obr. 3 a Obr. 4 můžeme vidět vstup a vnitřní prostor odlehčovací komory.

Obr. 3 Vstup do OK Na Baranovci [OVAK a.s.]

Obr. 4 Vnitřní prostory OK Na Baranovci [OVAK a.s.]

Septik Na Baranovci

Z OK Na Baranovci odtéká splaškový průtok směrem k nedalekému septiku. Tento objekt slouží k předčištění natékajících odpadních vod. Tato funkce je v současném stavu nezbytná, vzhledem k tomu, že se přepad ze septiku napojuje v šachtě č. 2245969 na dešťovou stoku a opět se stéká s odlehčovací stokou z OK Na Baranovci. Přepad ze septiku je tvořen betonovou troubou DN 300. Celkový objem objektu je 18 m^3 a 2x do roka dochází k vyvážení usazeného obsahu splašků. Na Obr. 5 a Obr. 6 můžeme vidět vstup a pohled do septiku.

Obr. 5 Pohled na vstup do septiku Na Baranovci [OVAK a.s.]

Obr. 6 Pohled do septiku Na Baranovci [OVAK a.s.]

Výusť V1002052

Dešťová stoka, začínající u objektů septiku a OK na ulici Na Baranovci, pokračuje a sbírá dešťové vody z ulic Občanská, Na Bunčáku, Prokopská, Na šestém a také z bývalého průmyslového závodu spadajícího pod důl Petr Bezruč. Tato stoka se na ulici Těšínská stéká s jednotnými stokami z ulic Podzámčí a Těšínská. Z ulice Těšínská pak jednotná stoka odvádí odpadní vody směrem k výusti V1002052 ústící na říčním kilometru 4,18 do řeky Ostravice. Samotná výusť (Obr. 7) do řeky je dimenze DN 1000.

Obr. 7 Pohled na výusť V1002052 do řeky Ostravice [OVAK a.s.]

Pro vypouštění odpadních vod z této výusti je platné vodohospodářské rozhodnutí č. 1104/15/VH. Rozhodnutí je platné od 1.1. 2016 do 22.12. 2025 a ukládá provozovateli limity pro vypouštěné odpadní vody, uvedené v Tab. 1:

Tab. 1 Limity pro vypouštění OV z výusti V1002052 [9]

Rozhodnutí	Povolené hodnoty ("p" limity)				
	Q_{rok}	BSK_5	$CHSK_{Cr}$	RL	NL
	$m^3 \cdot r^{-1}$	$mg \cdot l^{-1}$	$mg \cdot l^{-1}$	$mg \cdot l^{-1}$	$mg \cdot l^{-1}$
	70 000	20	40	4 000	30

OK Františkov

Jak již bylo zmíněno, část zájmového území je odkanalizována směrem na ÚČOV v Ostravě-Přívoze. Jedná se zejména o odpadní vody z obytné zástavby na ulicích Na Baranovci a Na Františkově. Uvedená oblast je odkanalizována oddílně pomocí splaškových a dešťových stok. Tyto stoky se stékají v šachtě č. 503849 a dále pokračují jako jednotná stoka betonovým potrubím DN 600 směrem k ulici Těšínská. Na ulici Těšínská dochází k připojení některých, menších, jednotných stok a zvětšení dimenze na DN 800. Tato stoka dále pokračuje směrem k řece Ostravici a nedaleko ulice Frýdecká vtéká do OK Františkov. OK Františkov již není předmětem posouzení v rámci této diplomové práce a pro další účely je brána jako předávací bod odpadních vod z posuzované lokality. Z OK Františkov pokračují odpadní vody kmenovým sběračem „B“ vybudovaného z betonového potrubí DN 1600.

Odkanalizování na ÚČOV Ostrava-Přívoz

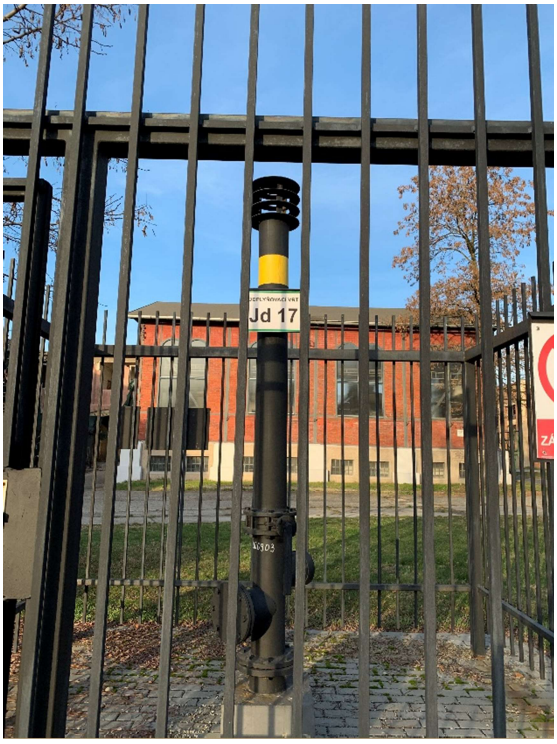
Z OK Františkov pokračují odpadní vody ze zájmové lokality kmenovým sběračem „B“ přes Seidlerovo nábřeží podél pravého břehu řeky Ostravice. Tento kmenový sběrač vtéká na ulici Bohumínská do velké odlehčovací komory se separátorem. Odtud odpadní vody natékají do čerpací stanice „Mexická“ a jsou dále čerpány přes řeku Ostravici pomocí 2 výtlaků ze sklolaminátu DN 350. Na ulici Vítězná se výtlaky napojují na sklolaminátovou stoku DN 800, která pokračuje a vtéká do kmenového sběrače „AII“ z betonového potrubí DN 1900. Tento sběrač pokračuje po Sokolské třídě až do Sadu Boženy Němcové, kde vtéká do OK Muglinovská. Z odlehčovací komory Muglinovská odpadní vody směřují kmenovým sběračem „A“ DN 1800 z betonu směrem na ÚČOV. Samotný nátok na ÚČOV z tohoto směru je potrubím DN 1000. Zmenšení dimenze potrubí probíhá v OK nedaleko ÚČOV. Tato OK plní funkci havarijní komory. V případě velkého průtoku odpadních vod dochází k odlehčení do řeky Odry. ÚČOV má nátok OV z 2 stran a sama si může tyto nátoky regulovat. Na námi uvažovaném nátoku tedy může provoz ÚČOV využít retenčního účinku nátoku DN 1000 a části kmenového sběrače „A“, aniž by došlo k vyplavení a možnému ohrožení nemovitostí v této oblasti. Schéma této popsané cesty na ÚČOV je součástí diplomové práce jako Příloha 2 „Schématická situace odkanalizování zájmové oblasti“. [8]

3.1.3 Rekognoskace zájmového území

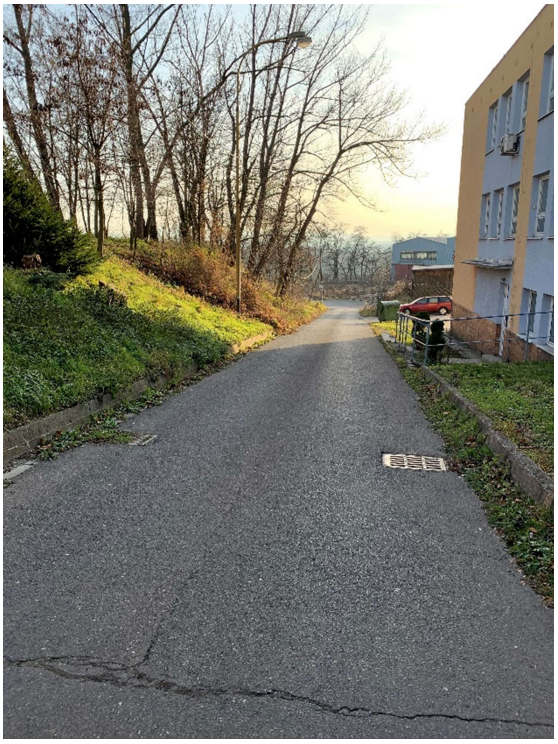
V rámci zpracování diplomové práce byla provedena terénní rekognoskace zájmového území. V rámci pochůzky po uvažované oblasti byly pořizovány fotografie území a sbírány informace o charakteru zástavby, typech povrchů a směrech napojení dešťových svodů budov do stokové sítě. Na následujících obrázcích je možné vidět zmíněné výsledky rekognoskace.

Obr. 8 Areál dolu Petr Bezruč

Obr. 9 Areál dolu Petr Bezruč



Obr. 10 Odplyňovací vrt



Obr. 11 Rekognoskace území

Obr. 12 Rekognoskace území

Obr. 13 Rekognoskace území

Území, posuzované v rámci této diplomové práce, lze rozdělit na 3 menší území, která se vyznačují rozdílným charakterem. Většinu nejvýše položené části posuzovaného území tvoří areál bývalého dolu Petr Bezruč. V rámci této části se nachází množství dnes již nevyužívaných budov, které kdysi sloužily právě pro účely provozu dolu. V současnosti jsou některé z těchto budov využívány soukromými subjekty k podnikatelské činnosti. Mimo budovy spadající pod areál dolu se zde také nachází několik panelových domů pro bydlení a několik budov využívaných k podnikatelským účelům. Tyto budovy se nachází na ulici Michálkovická. Z hlediska povrchů je možné říci, že většina zpevněných ploch, budov a komunikací je odvodněna do kanalizace. Uliční vpusti jsou v rámci celého území variabilní a můžeme vidět několik typů těchto vpustí. Je také nutné uvést, že v této vrchní části posuzovaného území se nachází nejvíce odplyňovacích vrtů (Obr. 10). Tyto vrty mají za účel odvádět důlní plyny, zejména metan tak, aby nedocházelo k jeho akumulaci v horninovém prostředí a s tím spojenému riziku výbuchu. Tuto realitu je v rámci provozovaní kanalizace nutné brát velmi na zřetel, a to z důvodu rizika akumulace metanu ve stokách a již zmíněnému riziku exploze. Je tedy třeba dbát zejména na těsnost stok, aby se tento plyn do stok nemohl dostat.

Obr. 14 Rekognoskace území

Obr. 15 Bývalý areál dolu Petr Bezruč

Druhá část posuzovaného území se nachází pod úrovní OK Na Baranovci na ulicích Na Baranovci, Na Šestém a Na Františkově. Tato oblast se vyznačuje zejména obytnou zástavbou, která byla vystavěna v posledních několika letech. Jak již bylo dříve popsáno, toto území je z velké části odkanalizováno oddílně. Nachází se zde tedy stoky dešťové a stoky splaškové. Z hlediska morfologie se jedná o území s největšími sklony terénu a s tím i souvisejícími sklony na stokové síti. Většina zpevněných povrchů, silnic a budov je odvodněna do kanalizace tak jako u výše položeného území. V rámci této lokality se nachází také několik zbývajících budov příslušejících k areálu bývalého dolu.

Obr. 16 Zástavba na ulici Na Františkově

Obr. 17 Zástavba na ulici Na Bunčáku

Obr. 18 Zástavba na ulici Na Šestém

Třetí a poslední část území se nachází v nejnižší oblasti nedaleko ulice Těšínská u pravého břehu řeky Ostravice. Tato část posuzované lokality se vyznačuje již větším množstvím budov, zejména skladovacích prostor a komunikací vyšších tříd, kde se nachází např. i benzinová stanice. Převažuje zde jednotná stoková síť. Co se týče povrchů, tak se jedná o území s největší zabranou plochou zpevněnými povrchy z námi posuzované

lokality. Nedaleko břehu řeky se nachází dva důležité body vztahující se k posudku, a to výusť do řeky V1002052 a OK Františkov, odkud odpadní vody směřují dále k ÚČOV.

Obr. 19 Benzinová stanice na ulici Těšínská

Obr. 20 Skladovací prostory na ulici Těšínská

3.2 STAVEBNĚ-TECHNICKÝ STAV STOK

V rámci komplexního posouzení stokové sítě v zájmové lokalitě byl stanoven stavebně-technický stav dotčených stok. Tento údaj je nezbytný pro správné posouzení a návrh možných opatření z hlediska obnovy nebo rozšíření stokové sítě. Slouží také jako podklad

pro hydraulické posouzení stokového systému. Provozovatelem stokové sítě byly jako podklad pro posouzení poskytnuty kamerové záběry vybraných stok ze zájmové lokality. Z těchto záběrů bylo provedeno podrobné stanovení stavebně-technického stavu včetně popisu zjištěných závad. Veškeré záběry všech úseků stokové sítě zájmové lokality nebylo možné provozovatelem z provozních důvodů poskytnout. Stav těchto stok byl však s provozovatelem konzultován a tyto části stokové sítě byly označeny za vyhovující.

Obecně je možno konstatovat, že hodnocení defektů kanalizačních sítí vyžaduje zpracování velkého množství fotografické a videodokumentace, výsledek je navíc silně ovlivněn lidským faktorem (chyby, zkušenost zpracovatele). V zahraniční literatuře je však prezentována možnost automatizovaného zpracování videozáznamů z inspekce kanalizačních sítí a klasifikace defektů metodou "hierarchical deep learning" s využitím neuronových sítí. [10]

Pro posouzení a zatřídění do kategorií stavebně-technického stavu potrubí a objektů na stokové síti bylo použito metodiky dle ÚVHO FAST VUT Brno. V Tab. 2 je možný vidět podrobný popis jednotlivých kategorií stavebně-technického stavu.

Tab. 2 Kategorie zatřídění stavebně-technického stavu stokových sítí dle ÚVHO FAST VUT BRNO [11]

Kategorie	Stav	Popis	Závady	Stav potrubí
1	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.	Žádné viditelné stavební závady, úsek bez závad, nepatrné přesazení hrdel.	Potrubí bez závad
2	dobrý	Nízká míra rizika příslušného ukazatele technického stavu. Nevyžaduje se žádné technické opatření ani v blízké budoucnosti.	Vlasové trhliny, chybné přípojky, lehká poškození všech typů, inkrustace, vlhkost.	Funkční poškození, bez narušení statiky
3	vyhovující	Vyhovující hodnoty příslušného ukazatele, které však nevyžadují okamžitá řešení, ale v budoucnosti lze předpokládat změnu hodnoty ukazatele, pravděpodobně jeho zhoršení.	Trhliny po obvodu, lehká koroze, přesazení nebo odsazení hrdel, netěsnost hrdel, protispády, občasné vrůsty kořenů, neodborné provedení přípojek – statické poškození.	Statické a funkční poškození malého rozsahu

Kategorie	Stav	Popis	Závady	Stav potrubí
4	nevyhovující	Nevyhovující hodnoty příslušného ukazatele. To znamená, že by měla být co nejdříve naplánována a případně i realizována opatření na vyřešení tohoto stavu.	Tvorba střepů, rozestupování trhlin, příčné a podélné trhliny, nebezpečí ucpání, silná koroze, infiltrace/exfiltrace, četné vrůsty kořenů – statické poškození.	Statické a funkční poškození velkého rozsahu
5	havarijní	Nefunkční stav. Je požadováno okamžité, popř. velmi rychlé řešení, které povede k zajištění alespoň základní provozuschopnosti stokového systému a tím i dosažení lepších hodnot příslušného ukazatele.	Deformace, silná koroze, chybějící střepy, infiltrace/exfiltrace.	Nefunkční potrubí

Pro porozumění uvádím vybrané pojmy z oblasti sanací a stanovování poruch na stokových sítích. Dle ČSN EN 752 „Odvodňovací systémy vně budov" a zákona č. 274/2001 Sb. jsou definovány základní objekty nacházející se na stokové síti, jevy související s provozem sítě a další pojmy spjaté se sanací stokového systému, které mohou být v následujícím textu dále užity:

- **Vstupní šachta** – kanalizační šachta s odnímatelným poklopem, umístěná na stoce nebo potrubí, která umožňuje vstup osob;
- **Kanalizační přípojka** – je samostatnou stavbou tvořenou úsekem potrubí od vyústění vnitřní kanalizace stavby nebo odvodnění pozemku k zaústění do stokové sítě. Kanalizační přípojka není vodním dílem;
- **Exfiltrace** – únik vod z odvodňovacího systému do zeminy;
- **Infiltrace** (do odvodňovacího systému) – nežádoucí vnikání podzemní vody do odvodňovacího systému;
- **Údržba** – průběžná opatření prováděná k zajištění provozuschopnosti (výkonosti) odvodňovacích systémů;
- **Sanace** – opatření k obnovení nebo zlepšení stávajících odvodňovacích systémů;
- **Renovace** – opatření ke zlepšení stávajících funkčních a provozních vlastností stok a potrubí při úplném nebo částečném zachování jejich původní konstrukce;
- **Oprava** – opatření k odstranění lokálních závad;
- **Obnova** – vybudování nových úseků stok a potrubí ve stávající nebo jiné trase při zachování jejich původní funkce. [12] [13]

Před samotnými výsledky vyhodnocení stavebně-technického stavu vybraných stok zájmové lokality bych rád uvedl, s jakými poruchami se můžeme na stokových sítích setkat a důvody, proč je nezbytné provádět tato posouzení, k čemu mohou výsledky sloužit a jaký význam mají tato posouzení v kooperaci s posouzením stokových systémů z hlediska hydrauliky a ekonomiky. Úvodem této části bych nastínil nejčastější typy poruch na stokových sítích.

Na stokových sítích můžeme pozorovat různé typy poruch, které mají různorodý původ. Některé z těchto poruch mohou být jen banální, avšak vážné poruchy mohou mít velké následky jak provozní, sociální tak i ekonomické. Nejčastěji se setkáváme s poruchami vzniklými neodborně provedenou montáží nebo poruchami vzniklými postupnou degradací materiálu.

Poruchy, kdy dochází k degradaci materiálu, jsou nebezpečné zejména z důvodu ztráty statických vlastností trub. V současnosti hodně problematickým jevem je u stokových sítí biogenní síranová koroze. Jedná se o korozi, která poškozuje cementem pojené materiály stokových sítí. Počátek tohoto problému je spojen s vyhníváním odpadní vody ve stoce. Při vyhnívání vzniká sirovodík H_2S a kyselina sírová, která má posléze za důsledek vznik této koroze. Ze strany provozovatelů bývá tento problém často přehlížen, avšak dopad biogenní síranové koroze na betonové trouby, vstupní šachty či jiné betonové objekty na stokových sítích může být z hlediska statické únosnosti fatální. Může docházet k rozrušení stěn, zejména nad hladinou, a v konečném důsledku ke kolapsu trub. Mezi nejjednodušší opatření, jak této korozi zabránit, patří spolehlivé odvětrání stoky. Toto odvětrání znemožňuje akumulaci sirovodíku v prostoru stoky a s tím spojené reakci a vzniku koroze. Další a velmi účinnou metodou zabránění biogenní síranové korozi je použití sanační metody v podobě tzv. CIPP technologie zatahovaných rukávců. Tato metoda sanace stok má několik výhod. Mezi ty největší patří zabránění vzniku nebo pokračování koroze, převzetí statické únosnosti původní trouby a také utěsnění daného úseku stoky. [14]

Velmi často se u stokových sítí setkáváme také s poruchami vzniklými neodborně provedenou montáží trub nebo kanalizačních přípojek. U montáže trub je nutné zajistit zejména kvalitní provedení a těsnost spojů. Pokud jsou při výstavbě trubní spoje provedeny neodborně, tak z této skutečnosti pramení nejčastěji porucha v podobě netěsnosti. Netěsnost může vést k jevům exfiltrace nebo infiltrace. Při exfiltraci dochází k úniku odpadní vody do okolního prostředí mimo stoku. Jednak dochází ke znečišťování životního prostředí, ale mnohem horší důsledky může mít proces sufoze neboli vyplavování zeminy, s čímž je spojen vznik kaveren a případných propadů zeminy v nadloží. Druhým jevem při netěsnostech je infiltrace do stokového systému. Jedná se o nátok tzv. balastních vod z okolního prostředí do stokového systému. Přesná kvantifikace přítoku balastních vod do kanalizačních sítí je velmi problematická záležitost, nicméně velmi významná pro hodnocení stavu kanalizační sítě. Jednou z možností je přístup založený na termické metodě, tj. měření teploty optickými vlákny instalovanými v kanalizační síti. [15]

Problém balastních vod má pro provozovatele několik důsledků. Prvním z nich je hledisko spojené s čištěním odpadních vod. Jednak dochází k naředění splaškových odpadních vod a s tím spojeným zhoršením vlastností pro čištění, tak dochází i ke zvětšení objemu vod, které jsou dopravovány směrem k ČOV. Jsou to tedy zbytečně čištěné vody a s tím spojená ekonomická ztráta. Dalším důsledkem souvisejícím s hydraulikou je snížení kapacity daného úseku stokové sítě pro odpadní vody. U kanalizačních přípojek se nejčastěji setkáváme s neodbornou montáží v podobě přesazené, či nedosazené přípojky. V případě přesazené přípojky dochází ke snížení kapacity úseku, do kterého se přípojka napojuje nebo riziku nabalování věcí dopravovaných v odpadní vodě a postupnému ucpávání. Z hlediska provozu se tento problém týká také prostupnosti např. pro kamerové roboty. U nedosazené přípojky vznikají opět zmíněné netěsnosti a s tím spojené jevy popsané výše. Neodborně namontovaná přípojka může mít také vliv na vznik dalších poruch na hlavním řadu, kam se přípojka napojuje. Jedná se o případ, kdy je přípojka špatně navrtaná a je provedena např. probouráním stěny stoky, kam ústí. V důsledku tohoto postupu může dojít ke vzniku trhlin či střepů. Veškeré netěsnosti mohou vést také k prorůstání kořenových systémů směrem do stoky. Tyto poruchy opět nejčastěji vedou ke snížení kapacity úseku a vzniku překážek v průtočném profilu. [16]

Jednou ze skupin poruch na stokových sítích jsou také poruchy vzniklé nesprávným dodržováním kanalizačního řádu z hlediska vypouštění odpadních vod. Mezi tyto poruchy patří převážně překážky v odtoku vzniklé např. vypouštěním stavebních hmot do stoky, kdy ve stoce dochází k vytvrdnutí těchto hmot a vytvoření překážky v odtoku. Stejný problém může vzniknout např. i při vypouštění fritovacích olejů do kanalizace. Tyto oleje mohou ve stoce ztuhnout a vytvořit velké tukové ucpávky.

V rámci posuzované lokality je nutné se zaměřit na těsnost stok, a to zejména z důvodu prostupujících důlních plynů horninovým prostředím. U netěsných stok v této lokalitě může hrozit nebezpečí prostupu metanu do stoky a s tím spojenému riziku akumulace tohoto plynu a možného výbuchu. Účinným řešením těchto netěsností a zajištění plynotěsnosti může být opět již výše zmíněná sanační technologie CIPP. Pokud by byly původní trouby staticky již výrazně narušeny, tak plynotěsnost zajistí výměna trub výkopem s pečlivou montáží jednotlivých spojů.

Stanovení stavebně-technického stavu stok je jedním ze základních faktorů úspěšného posouzení stokových systémů. Výsledky a zatřídění do jednotlivých kategorií lze dále využít při provozu stokových sítí, zejména pro plánování sanací a údržby. Na základě podrobného popisu zjištěných poruch pak lze vybrat nejvhodnější způsob a technologii sanace. Pro komplexnost posouzení je vhodné výsledky ze stanovení stavebně-technického stavu kombinovat s hydraulickým posouzením daných stok. Hydraulické posouzení může ukázat problémy, které z kamerových záznamů nelze zjistit. Opačně kamerové záznamy podávají cenné informace pro hydraulické posouzení, zejména ohledně reálných drsností materiálu či průchodnosti potrubí. Na základě této kombinace lze pak ještě lépe posoudit vybranou část stokové sítě a případně navrhnout nejvhodnější zásahy. Poslední částí, kterou by komplexní posudek měl obsahovat, je ekonomické

posouzení. V mnoha případech se pro provozovatele nebo majitele infrastruktury jedná o nejdůležitější část posudku. Je důležité navrhnout vždy několik možných variant řešení případných sanací nebo rozšíření a spolehlivě tyto varianty ocenit. Na základě těchto tří dílčích posouzení lze vybírat nejvhodnější variantu jak z technického, tak i ekonomického hlediska.

3.2.1 Posouzení stavebně-technického stavu stok zájmové lokality

Stavebně-technický stav stok byl posouzen a dle Tab. 2 zatříděn do příslušných kategorií. Toto posouzení probíhalo na vybrané části stokové sítě zájmové lokality v oblasti ulic Na Baranovci, Na Bunčáku a Občanská. Celková délka těchto stok byla 392,8 m. V příloze 3 je možno vidět souhrnnou tabulku zjištěných poruch a návrhy sanačních opatření na daných úsecích stokové sítě. V této tabulce jsou také uvedeny identifikační údaje k úsekům, jako je jejich dimenze, délka, tvar profilu či směr inspekce. V následujícím textu budou podrobněji rozepsány zjištěné poruchy s uvedením konkrétních obrázků ze samotného kamerového průzkumu jednotlivých úseků. V Tab. 3 je vypsán seznam úseků stokové sítě, na které je stanovován stavebně-technický stav.

Tab. 3 Seznam posuzovaných stok pro stanovení stavebně-technického stavu

označení úseku	ulice	délka [m]	DN [mm]	materiál	typ stoky
u24	Na Baranovci	2,0	300	beton	dešťová
u25	Na Baranovci	50,5	300	beton	dešťová
u26	Na Baranovci	2,51	300	beton	dešťová
u28	Na Baranovci	19,69	300	beton	dešťová
u29	Na Baranovci	11,52	300	kamenina	jednotná
u44	Na Baranovci	44,84	300	kamenina	dešťová
u45	Na Baranovci	3,05	300	kamenina	jednotná
u46	Na Baranovci	1,49	300	kamenina	jednotná
u01	Na Bunčáku	26,5	400	beton	dešťová
u05	Na Bunčáku	21,84	400	kamenina	dešťová
u06	Na Bunčáku	21,01	400	beton	dešťová
u07	Na Bunčáku	9,2	400	beton	dešťová
u08	Na Bunčáku	19,0	400	beton	dešťová
u09	Na Bunčáku	19,4	400	beton	dešťová
u17	Na Bunčáku	45,39	750/500	beton	dešťová
u18	Na Bunčáku	2,0	400	beton	dešťová
U05	Občanská	16,71	400	kamenina	dešťová
U06	Občanská	9,75	400	beton	dešťová
U10	Občanská	9,49	400	beton	dešťová
U11	Občanská	24,9	400	beton	dešťová
U15	Občanská	24,32	400	beton	dešťová
U16	Občanská	7,66	400	kamenina	dešťová

Úsek u24 – ulice Na Baranovci

V rámci úseku s označením u24, který je tvořen betonovou troubou DN 300 délky 2 m, nebyly zjištěny vážnější poruchy a stavebně-technický stav byl určen jako kategorie 3. Jediným zjištěným problémem byly nánosy v šachtě v podobě dřeva a hadice. Doporučuji tedy čištění úseku.

Úsek u25 – ulice Na Baranovci

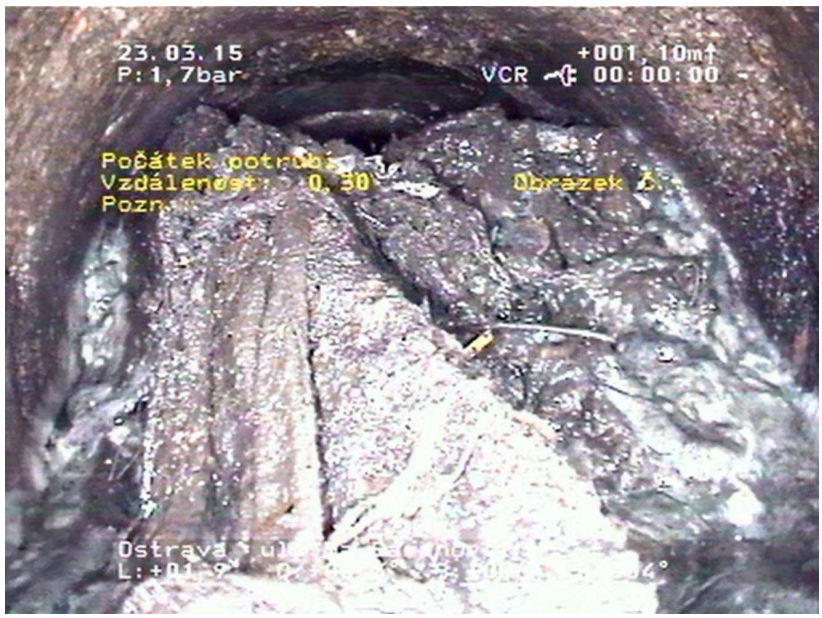
Úsek stoky s označením u25 byl zařazen do kategorie 4. Tento úsek je tvořen betonovým potrubím DN 300 a vyznačuje se velkým množstvím netěsných spojů. Můžeme vidět prorůstající kořeny skrze tyto netěsné spoje (Obr. 21). Taktéž je na úseku vidět mírná koroze stěn, chybějící některé části stěn nebo překážky v odtoku v podobě betonových nálitků (Obr. 22). Tyto nálitky dosahují velikosti až přibližně 20% průtočného profilu. Na úseku je také neodborně zabudovaná přípojka. Z hlediska velkého množství závažných poruch doporučuji výměnu úseku otevřeným výkopem.

Obr. 21 Prorůstající kořeny na úseku u25 [OVAK a.s.]

Obr. 22 Překážky v odtoku na úseku u25 [OVAK a.s.]

Úsek u26 – ulice Na Baranovci

Úsek u26 je z betonového potrubí DN 300. Na tomto úseku nebyla vlivem překážky v odtoku dokončena inspekce (Obr. 23). Vzhledem k tomu, že tato překážka vyplňovala přibližně 80 % průtočného profilu, byla stoka zařazena do kategorie 5 a vyhodnocena jako havarijní stav. Je nutné provést čištění a dále dokončit inspekci pro kompletní podklad pro posouzení.



Obr. 23 Překážka v odtoku na úseku u26 [OVAK a.s.]

Úsek u28 – ulice Na Baranovci

Úsek stokové sítě s označením u28 je tvořen betonovým potrubím DN 300. V rámci inspekce úseku bylo zjištěno velké množství překážek v odtoku, nejčastěji v podobě betonových nálitků (Obr. 24). Dále úsek vykazoval mírnou korozi potrubí s příčnými a podélnými trhlinami. Taktéž se zde objevily netěsné spoje a neodborně zabudovaná přípojka. Kategorie stavebně-technického stavu byla určena jako kategorie 4. S přihlédnutím ke stavu potrubí doporučuji výměnu otevřeným výkopem.

Obr. 24 Překážka v odtoku na úseku u28 [OVAK a.s.]

Úsek u29 – ulice Na Baranovci

Úsek u29 je tvořen kameninovými troubami DN 300. Z hlediska stavebně-technického stavu byl zařazen do kategorie 3. Nebyly shledány žádné významně závažné poruchy. Pouze na staničení 2,49 m od šachty č. 2245969 se nacházel netěsný spoj (Obr. 25) a v jedné části úseku docházelo k mírnému vzdutí vlivem mírného protispádu. Vzhledem ke kolenu nacházejícímu se uprostřed úseku není možná sanace rukávcem. Doporučuji tedy sanaci krátkou 1 m vložkou na zmíněném staničení 2,49 m.

Obr. 25 Netěsný spoj na úseku u29 [OVAK a.s.]

Úsek u44 – ulice Na Baranovci

Tento úsek se skládá z kameninových trub DN 300. V rámci inspekce byla zjištěna pouze neodborně zabudovaná přípojka v šachtě č. 2105095. Přípojku doporučuji sanovat pomocí injektáže. Celkově bylo možno úsek zařadit do kategorie 3.

Úsek u45 a úsek u46 – ulice Na Baranovci

Úseky u45 a u46 jsou oba tvořeny kameninovým potrubím DN 300. Při inspekci nebyly zjištěný žádné významné poruchy a oba úseky byly zatříděny do kategorie stavebně-technického stavu 3.

Úsek u01 – ulice Na Bunčáku

Úsek u01 se skládá z betonových trub DN 400. Na tomto úseku se nachází velmi velké množství vážných poruch. Mezi tu nejzávažnější patří velmi silná koroze materiálu trub (Obr. 26). V některých částech vlivem této koroze pravděpodobně došlo ke zborcení části trub (Obr. 27). Na úseku bylo také vidět velké množství podélných a příčných trhlin a několik neodborně zabudovaných přípojek. Úsek spadá do kategorie 5 a je nutná okamžitá výměna otevřeným výkopem.

Obr. 26 Silná koroze na úseku u01 [OVAK a.s.]

Obr. 27 Zborcení na úseku u01 [OVAK a.s.]

Úsek u05 – ulice Na Bunčáku

Jedná se o úsek z kameninových trub DN 400. Z hlediska zjištěných poruch lze uvést netěsný spoj na staničení 8,0 m (Obr. 28). Jedná se o odsazenou troubu, kde navíc dochází ke změně materiálu na beton. Od tohoto staničení dále úsek vykazuje podélné trhliny (Obr. 29). Na staničení 6,27 m se nachází zborcená přípojka. Vzhledem k velké netěsnosti u spoje na staničení 8,0 m a zvýšenému počtu trhlin v betonové části úseku byl tento úsek zařazen do kategorie 4. Z hlediska sanace navrhuji zaslepení přípojky na staničení 6,27 m a výměnu potrubí otevřeným výkopem v délce 13,8 m od šachty č. 2325712.

Obr. 28 Netěsný spoj na úseku u05 [OVAK a.s.]

Obr. 29 Podélná trhlina na úseku u05 [OVAK a.s.]

Úsek u06 – ulice Na Bunčáku

Úsek u06, nacházející se na ulici Na Bunčáku je tvořen betonovými troubami DN 400. Úsek vykazoval známky koroze. Dále bylo při inspekci zjištěno několik podélných trhlin a velké množství neodborně zabudovaných přípojek (Obr. 30). Úsek byl zařazen do kategorie 4 stavebně-technického stavu a doporučuje se vzhledem k degradaci materiálu trub jeho výměna otevřeným výkopem.

Obr. 30 Neodborně zabudovaná přípojka a koroze na úseku u06 [OVAK a.s.]

Úsek u07 – ulice Na Bunčáku

Úsek u07 je tvořen betonovým potrubím DN 400. Mezi nejzávažnější poruchy úseku patří koroze betonového materiálu trub (Obr. 31) a neodborně zabudované přípojky. Kategorie stavebně-technického stavu stoky byla stanovena jako 4. Vzhledem k pokročilé korozi a stáří materiálu doporučuji výměnu úseku otevřeným výkopem.

Obr. 31 Koroze na úseku u07 [OVAK a.s.]

Úsek u08 – ulice Na Bunčáku

Úsek u08 se skládá z betonových trub dimenze DN 400. Tento úsek byl zařazen do kategorie 5 a lze ho považovat za havarijní. Jako nejzávažnější a fatální poruchu lze

považovat deformaci potrubí přibližně o 20% velikosti průtočného profilu (Obr. 32). Vzhledem k této skutečnosti je nutná rychlá výměna otevřeným výkopem.

Obr. 32 Deformace potrubí na úseku u08 [OVAK a.s.]

Úsek u09 – ulice Na Bunčáku

Úsek u09 je tvořen betonovým potrubím DN 400. Z hlediska zjištěných poruch patří mezi nejzásadnější zjištěná pokročilá koroze betonu (Obr. 33). Dále byly při inspekci zjištěny podélné trhliny a neodborně zabudovaná přípojka. Úsek byl zatříděn do kategorie 4. Je doporučena výměna úseku otevřeným výkopem.

Obr. 33 Koroze na úseku u09 [OVAK a.s.]

Úsek u17 – ulice Na Bunčáku

Úsek u17 byl vybudován z betonového potrubí vejčitého profilu DN 750/500. Při inspekci bylo zjištěno velké množství vážných poruch, které mohou mít velmi negativní důsledek na odtok odpadních vod. Jedná se zejména o silnou korozi, netěsné spoje s vrůstajícími kořeny a také překážky v odtoku v podobě betonových nálitků (Obr. 34). Kategorie stavebně-technického stavu byla určena jako kategorie 4. Jako sanační opatření doporučuji urychlenou výměnu otevřeným výkopem.

Obr. 34 Silná koroze a netěsnost spojů na úseku u17 [OVAK a.s.]

Úsek u18 – ulice Na Bunčáku

Úsek s označením u18 je tvořen betonovými troubami DN 400. Vzhledem k překážce v odtoku v podobě štěrkového sedimentu nebylo možné inspekci dokončit (Obr. 35). Úsek byl předběžně zařazen do kategorie 4 a je nutné čištění stoky a následné dokončení inspekce pro kompletní materiály k posouzení celého úseku.

Obr. 35 Štěrkový sediment na úseku u18 [OVAK a.s.]

Úsek U05 – ulice Občanská

Úsek U05 se nachází na ulici Občanská a je tvořen kameninovými troubami DN 400. Na tomto úseku nebyly zjištěny žádné významné poruchy a byl zařazen do kategorie 3.

Úsek U06 – ulice Občanská

Úsek U06 je vybudován z betonových trub DN 400. Při inspekci byl objeven štěrkový sediment, který znemožnil dokončení kamerového záznamu úseku. Zdokumentovaná část úseku nevykazovala vážnější poruchy a stavebně-technický stav odpovídá kategorii 3. Je však nutné čištění a dokončení inspekce úseku.

Úsek U10 – ulice Občanská

Úsek U10 tvoří betonové trouby DN 400. V rámci inspekce úseku byla zjištěna pokročilá koroze, chybějící části stěn či netěsné spoje, přes které vrůstaly kořeny (Obr. 36). Na základě těchto poruch byl úsek zařazen do kategorie 5 a je tedy považován za havarijní. Doporučuji neodkladnou výměnu trub otevřeným výkopem.

Obr. 36 Chybějící části stěn a vrůstající kořeny na úseku U10 [OVAK a.s.]

Úsek U11 – ulice Občanská

Tento úsek je tvořen betonovými troubami DN 400. Úsek vyznačuje známky pokročilé koroze trubního materiálu (Obr. 37). Dále byly objeveny poruchy jako vznik střepů, překážky v odtoku nebo podélné trhliny. Kategorie stavebně-technického stavu byla stanovena jako 4. Z hlediska sanačních opatření doporučuji výměnu otevřeným výkopem.

Obr. 37 Koroze a podélné trhliny na úseku U11 [OVAK a.s.]

Úsek U15 – ulice Občanská

Úsek U15 je vybudován z betonových trub DN 400. Na úseku byly zjištěny neodborně zabudované přípojky (Obr. 38). Tyto přípojky byly ve všech případech přesazeny a vyčnívaly do průtočného profilu. Na úseku se také nacházelo několik netěsných spojů. Celkově však tato stoka nevykazuje fatální poruchy a lze říci, že stavebně-technický stav

spadá do kategorie 3. Pro zabránění riziku pokračující koroze a utěsnění spojů lze využít sanační metody v podobě tzv. rukávce přes celý úsek stoky. Tato metoda úseku navrátí původní statickou únosnost a zabraní zmíněným projevům poruch. Před instalací rukávce je však nutno odfrézovat 3 přesazené přípojky pomocí kanalizačního robota.

Obr. 38 Přesazená přípojka na úseku U15 [OVAK a.s.]

Úsek U16 – ulice Občanská

Úsek U16 je tvořen kameninovým potrubím dimenze DN 400. V rámci úseku bylo možné pozorovat větší množství tvorby střepů, chybějících částí stěn a netěsností ve spojích (Obr. 39). Největší chybějící část stěny má přibližně 30 cm. Na základě těchto poruch byl úsek zařazen do kategorie 4 a je doporučena jeho výměna otevřeným výkopem.

Obr. 39 Chybějící část stěny na úseku U16 [OVAK a.s.]

Velká část posuzovaných úseků vykazovala známky různé pokročilosti koroze betonového trubního materiálu. Na základě pokročilosti této koroze a vlivu dalších poruch jako netěsnosti či trhliny bylo rozhodnuto o doporučení k sanaci těchto úseků pomocí výměny otevřeným výkopem. K tomuto rozhodnutí bylo přistoupeno i na základě stáří stok v této oblasti. Alternativním řešením je u některých úseků sanace pomocí krátkých vložek nebo dlouhých rukávců. V rámci 2 úseků jsou tyto metody doporučeny, avšak u zbylé většiny poškozených úseků toto řešení nedoporučuji, protože je poškození trub již příliš vysoké. U úseků, na kterých nebyla dokončena inspekce, je doporučeno čištění a dokončení kamerového záznamu pro možnost objektivního posouzení. U 4 úseků nebyly shledány vážnější poruchy.

Na základě hydraulického posouzení může u některých úseků dojít ke změně sanační metody vzhledem k opatřením vyplývajícím z jednotlivých navrhovaných variant odkanalizování. Tyto případné změny budou uvedeny u popisů navrhovaných variant.

3.3 HYDRAULICKÉ POSOUZENÍ

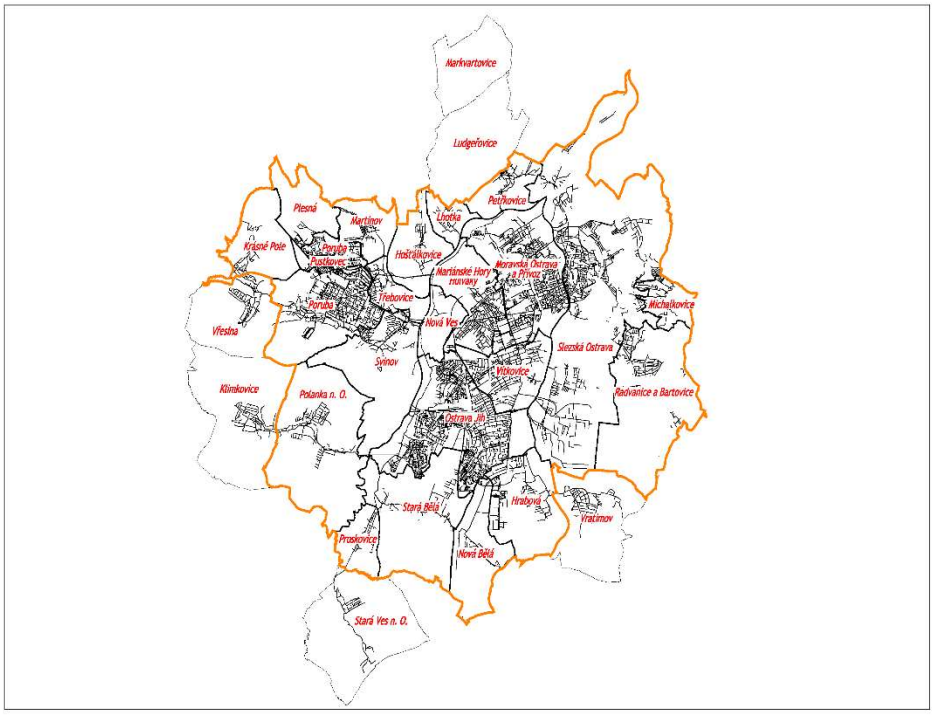
V rámci kapitoly hydraulické posouzení budou uvedeny jednotlivé výstupy z hydraulického modelování stokové sítě v zájmové lokalitě. Bude probrán model stávajícího stavu a také hydraulické modely jednotlivých variant možné obnovy nebo rozšíření dané stokové sítě. Součástí kapitoly bude také popis generelu odvodnění města Ostravy (GOMO). Bude uvedeno, jakým způsobem a kdy vznikal, k čemu slouží a jakým způsobem je udržován.

3.3.1 Generel odvodnění města Ostravy

Generel odvodnění města Ostravy je v současné době nedílnou součástí provozování kanalizace na území města Ostravy. Podává informace o stávajícím stavu celé stokové sítě v této oblasti a taktéž je využíván jako nástroj pro plánování a kontrolu investic do kanalizační sítě. Obecně lze říci, že generely odvodnění jsou základními koncepčními dokumenty, které tvoří územně-plánovací podklady. V rámci zpracovávaných projektů zohledňují hned několik požadavků. Tyto požadavky mohou být politické, legislativní nebo technické. Samotné generely odvodnění vznikají s cíli a požadavky na zajištění či zlepšení komfortu a bezproblémového odvádění odpadních vod. Na druhé straně pak jsou zásady ochrany životního prostředí, které musíme při tvorbě generelů odvodnění respektovat. [17]

Počátky Generelu odvodnění města Ostravy můžeme hledat v letech 1991 a 1992, kdy postupně vznikl Generel kanalizace Slezské Ostravy a poté o rok později Generel stokové sítě města Ostravy. Počátky dnešního Generelu odvodnění města Ostravy neboli „GOMO“, se datují k únoru 2011, kdy byl vydán investiční záměr ze strany města Ostravy ve spolupráci s provozovatelem OVAK a.s. Zpracování generelu odvodnění si objednává buď vlastník vodohospodářské infrastruktury nebo její provozovatel. V tomto případě je vlastníkem infrastruktury město Ostrava a provozovatelem společnost OVAK a.s. Zpracování GOMO probíhalo v období 10/2011-10/2013. V tomto období probíhaly jednotlivé dílčí činnosti pro vypracování kompletního projektu a tyto dílčí části budou

dále v textu uvedeny. Na vypracování GOMO se podílelo tzv. Sdružení pro generel Ostrava a toto sdružení se skládalo ze společností KONEKO s.r.o., Sweco Hydroprojekt a.s., DHI a.s. a INKOS-OSTRAVA a.s. [17] Na Obr. 40 lze vidět rozsah zájmového území GOMO.



Obr. 40 Rozsah zájmového území GOMO [17]

Průzkumné práce

Projekt zpracování GOMO byl rozdělen do několika etap, které na sebe chronologicky navazovaly. Prvním bodem bylo vypracování prováděcího projektu postupu prací. Na základě tohoto dokumentu byly realizovány další dílčí části. Úvodem byly provedeny veškeré nezbytné průzkumy pro zpracování generelu a bylo provedeno geodetické zaměření polohopisu a výškopisu zájmového území. V rámci těchto přípravných prací zpracovatel zdokumentoval jednotlivé objekty na dotčené stokové síti. Jednalo se o vyhledání a zdokumentování dešťových oddělovačů, kanalizačních výustí, čerpacích stanic, shybek a kanalizačních šachet. Součástí průzkumných prací byla také pasportizace dotčených vodních toků. [17] [18]

Příprava modelu GOMO

Po zpracování průzkumných prací bylo přikročeno ke stavbě modelu. V modelu bylo nutno vytvořit topologii dané stokové sítě a zadat této síti informace k jednotlivým uzlům a úsekům. Část topologie sítě bylo nutno převést z mapových podkladů do digitální formy. V rámci jednotlivých softwarů byly nadefinovány objekty na stokové síti jako odlehčovací komory či čerpací stanice, u kterých proběhla pasportizace. Těmto objektům byly přiřazeny jejich vlastnosti, nezbytné k bezproblémovému chodu modelu. Dále byla zpracována hydrotechnická situace. V této části byla celá odvodňovaná oblast rozdělena pomocí metody střech do dílčích povodí, kterým byly přiřazeny jejich charakteristiky.

Jedná se o místo napojení těchto povodí, velikost a jejich hydrologické parametry. Mezi zjišťované hydrologické parametry patřily podíl nepropustných ploch a doba koncentrace. Současně byly jednotlivým povodím přiřazeny zdroje pro bezdeštný průtok v podobě nátoku odpadních vod. Tyto zdroje byly získány ze zákaznického informačního systému, kde je uvedena lokalizace odběru a množství odebrané vody. Poslední částí přípravy modelu byla definice zatěžovací srážky a zatěžovací podmínky. Pro tyto účely byly vytvořeny syntetické deště s rozdílnou dobou trvání dle Ing. Šifaldy. Průměrná intenzita jednotlivých N-letých dešťů byla převzata z Truplových tabulek. Dostupné hydrologické podklady byly dodány od Českého hydrometeorologického ústavu. Z těchto podkladů byla vytvořena 14letá historická řada dešťů. Po kalibraci a verifikaci modelu byla řada využita k dlouhodobé simulaci a ke statistickému výběru návrhových dešťů N1, N2, N5 a N10. [17] [18]

Monitorovací kampaň

Další etapou v tvorbě GOMO byla měrná kampaň, kterou realizovala společnost DHI a.s. Cílem monitoringu bylo získat formou střednědobé měrné kampaně vstupní informace o deštích a jejich plošném rozložení na území města Ostravy. Dále se pak jednalo o získání informací o hloubkách a průtocích ve vybraných klíčových profilech na kanalizační síti. Současně se jednalo o získání nezbytných kalibračních a verifikačních dat pro model kanalizační sítě.

V rámci průzkumných prací byl proveden výběr nejvhodnějších míst pro osazení srážkoměrů tak, aby bylo co nejvíce postiženo plošné rozdělení dešťů. Současně byly vybrány nejvhodnější profily pro umístění měřící techniky na stokovém systému. Z hlediska umístění měřící techniky nenastaly problémy na kmenových sběračích, avšak u některých odlehčovacích komor nebylo možno osadit techniku tak, aby mohly být v těchto profilech garantovány spolehlivé výsledky. Z tohoto důvodu byly tyto vybrané odlehčovací komory posouzeny časově náročnější metodou 3D modelu. Celkově bylo definováno 19 měrných profilů na jednotné stokové síti, monitoring 47 odlehčovacích komor, 3D modelování 11 odlehčovacích komor a 18 míst pro umístění srážkoměrů. Měrná kampaň probíhala oficiálně od 1.4.2012 a na základě zhodnocení výsledků měření byla ukončena 31.7.2012. Tato kampaň byla rozdělena do dvou fází. [19]

Měření srážek probíhalo po celou dobu trvání měrné kampaně, tedy po dobu 4 měsíců. Jak již bylo řečeno, tak toto měření mělo za účel získat údaje o deštích ve formě časových řad dešťů. K měření sloužilo 18 srážkoměrných stanic, které byly rozmístěny v povodí zájmové kanalizační sítě. Provozovatel stokové sítě OVAK a.s. prováděl, a i v dnešní době provádí svá kontinuální měření na 7 stanicích. Některé stanice se však dle informací nachází ve srážkovém stínu. Ze strany společnosti DHI a.s. probíhalo měření na člunkových srážkoměrech typu SR03/RD firmy Fiedler (Obr. 41). Tyto srážkoměry mají záchytnou plochu 500 cm^2. Při překlápění se získávají elektrické pulsy v závislosti na množství srážek. Jedno překlopení člunku odpovídá srážkovému úhrnu 0,1 mm. Čas každého překlopení je zaznamenáván do registrační jednotky a po přenosu dat je vytvořena časová řada srážek. Denní úhrny srážek jsou počítány automaticky. Samotné přístroje byly po dobu měrné kampaně umístěny na objektech OVAK a.s., objektech

města Ostravy nebo na plochách soukromých vlastníků. Obsluhování po dobu kampaně spočívalo v kontrole a čištění svrchní nálevky srážkoměru a kontrole napětí napájecího akumulátoru. Současně probíhalo také stahování dat z jednotky do přenosného počítače. Z hlediska parametrů naměřených srážkových dat musí být na každé stanici naměřeno minimálně 5 srážek větších než 3 mm. Tři tyto události budou použity pro kalibraci a dvě pro verifikaci modelu. Tento požadavek na počet dešťů s definovaným úhrnem byl při měrné kampani splněn. [19] [20]

Obr. 41 Člunkový srážkoměr FIEDLER SR03 [17]

Součástí monitoringu bylo také zmíněné měření hloubek a průtoků. Cílem měření hloubek a průtoků je získat formou měřící kampaně informace o chování kanalizační sítě za dešťového a bezdeštného průtoku. U měřených průtoků je také nutné zmínit, že se jedná o důležitá vstupní data pro simulační model z hlediska kalibrace.

Měření hladin probíhalo v objektech 47 odlehčovacích komor. K samotnému měření bylo použito 24 hladinoměrů. V měrných profilech byla instalována šestnácti kanálová jednotka M4016 firmy Fiedler-Magr (Obr. 42). Tato jednotka je v přenosném provedení s akumulátorovým napájením a možností externího napájení. K jednotce je dále připojena ultrazvuková sonda pro snímání hladiny vody ve stoce. Archivace dat v registrační jednotce probíhá v intervalu 2 minut. Obsluhování hladinoměru spočívá v kontrole a ověření správnosti snímání hladiny, čištění ultrazvukových sond, výměně baterií a stažení dat z registrační jednotky. [19]

Obr. 42 Ukázka instalace hladinoměru [17]

Měření průtoků probíhalo v 19 profilech na hlavních sběračích a na 47 odlehčovacích komorách. K měření bylo použito celkem 66 průtokoměrů se systémem snímání hloubka – rychlost. Jedná se o hloubkoměrné ultrazvukové sondy a rychlostní senzory s registrační a vyhodnocovací jednotkou. Konkrétně byly použity průtokoměry NIVUS PCM 4 a ADS 3600 (Obr. 43). Obsluha průtokoměrů spočívá v pravidelném čištění senzorů a kalibraci, kontrole jejich funkčnosti a výměně napájecích baterií. Současně opět probíhá stahování naměřených dat. Tyto operace bývají prováděny přibližně v 10denních intervalech. Jak již bylo zmíněno, nezbytnou součástí měření průtoků je i kalibrace průtokoměrů. Pro měření rychlostí je používán princip registrace maximální okamžité rychlosti proudění. Následně je prováděn výpočet průtoku z rovnice kontinuity, pro který je nezbytné stanovit poměr mezi touto maximální rychlostí v_{max} a střední průtočnou rychlostí v profilu v_s. Ke stanovení tohoto poměru slouží právě kalibrace, která spočívá ve stanovení střední průtočné rychlosti na základě hydrometrování v měrném profilu. [19] [17]

Obr. 43 Ukázka instalace průtokoměru ADS 3600 [17]

Naměřená data hydraulických veličin byla dále zpracovávána v programovém prostředku MOUSE GANDALF. Průtok odpadních vod byl vypočten z měřené rychlosti proudění a hloubky odpadních vod pomocí rovnice kontinuity. V případě, kdy došlo k výpadku měření rychlostního senzoru, byl průtok vypočten z Manningovy rovnice zkalibrované na základě období bez výpadku měření rychlosti a hydrometrických měření. [19]

Kalibrace a verifikace modelu GOMO

Další fází v rámci zpracování GOMO byla kalibrace a verifikace modelu. Kalibrace modelu slouží pro stanovení takových parametrů modelu, které vedou k nejmenším odchylkám mezi výsledky simulace a daty naměřenými v rámci měrných kampaní. Pro identifikaci optimálních parametrů kalibrace může být použito metody „pokusů a omylů“ nebo matematických automatických kalibračních technik, jejichž uplatnění se teprve rozvíjí. Verifikace modelu slouží k přezkoušení modelu pro jiná období a zatížení systému než při kalibraci. Výpočty se při verifikaci provádí s jinou sadou měřených vstupních dat, avšak je užito kalibrovaných parametrů modelu. Následně se porovnává výsledek simulace s měřenými daty. Na základě verifikace je pak posouzeno, zda je daný simulační model korektní. [17]

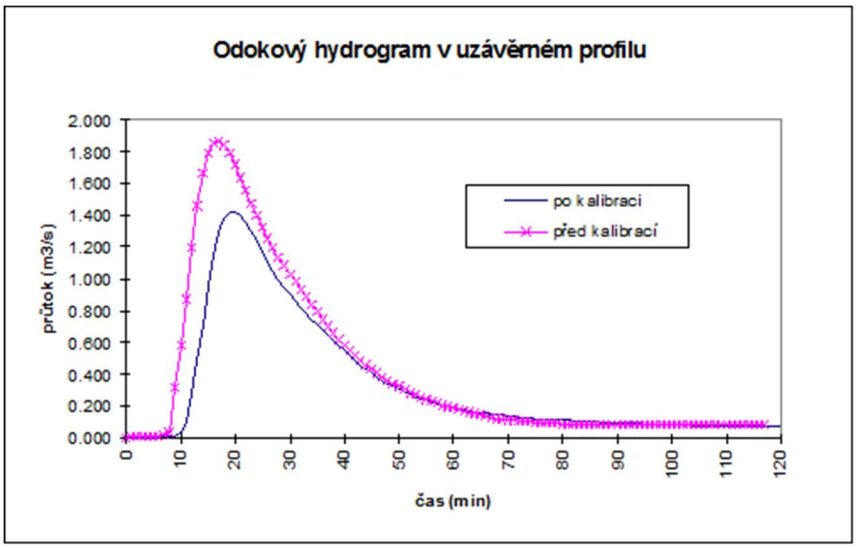
V rámci kalibrace u hydrologického modelu můžeme použít několik typů dat:

- geometrická data – např. procenta nepropustných ploch;
- fyzikální koeficienty – např. doba dotoku;
- kalibrační koeficienty – např. Manningovo číslo. [17]

Jednoduché srážko-odtokové modely se kalibrují zejména na základě odtokového koeficientu, počáteční ztráty nebo doby dotoku.

Kalibrace a verifikace modelů vyžaduje značné vynaložení prostředků a prodlužuje zpracování projektu. Je však nezbytnou součástí aplikace simulačních modelů. Bez

kalibrace a verifikace mohou simulační modely popisovat chování systému velmi odlišně oproti realitě. Toto může zapříčinit chybné výsledky a např. chybné investice do rozvoje nebo sanace kanalizačních sítí. Na Obr. 44 můžeme vidět rozdílné odtokové hydrogramy pro zkalibrovaný a nezkalibrovaný model. [17]



Obr. 44 Ukázka hydrogramů před a po kalibraci simulačního modelu [17]

Vyhodnocení stávajícího stavu

Předposlední etapou zpracování GOMO bylo vyhodnocení stávající stavu kanalizační sítě. Pro tyto účely byl stokový systém zatížen 14letou historickou řadou dešťů a byla provedena dlouhodobá matematická simulace. Po této simulaci byly vyhodnoceny efekty každé jednotlivé srážkové události na stokový systém. Proběhlo také statistické vyhodnocení četností výskytu překročení hydraulické kapacity. Na základě těchto operací byly vybrány extrémní srážkové události s příslušnými četnostmi výskytu. Vznikl také návrhový syntetický déšť dle Šifaldy s náhradní vydatností 157 l/s/ha a dobou trvání 15 minut. Na základě těchto dat byl model zatěžován a byly navozovány extrémní průtokové stavy na stokové síti. Dle metodiky zvolené provozovatelem bylo posuzováno překročení kapacitního průtoku, poloha tlakové výšky nad limitní hodnotou a doba trvání přetížení. Součástí modelu stávajícího stavu bylo také vyhodnocení objektů na stokové síti. U odlehčovacích komor se posuzovaly ředící poměry, počet přepadů a vnos znečištění. U čerpacích stanic se zase posuzovaly např. přepady přes bezpečnostní přepad. Vyhodnoceny byly také minimální průtokové stavy, a to zejména s ohledem na možný výskyt balastních vod. V současné době je aktuální také problematika nedostatečné kapacity kanalizační sítě ve vztahu ke klimatické změně (častější a výraznější extrémy). V případě generelu Ostravy byly však dosud simulace zatížení stokového systému založeny pouze na statistickém vyhodnocení historických dešťů a klimatická změna nebyla zohledněna. V zahraniční literatuře je možno nalézt příklady hydrologicko/hydraulické simulace např. s využitím tzv. „Storm Water Management Model“ (SWMM) a predikcí klimatických změn (intenzity deště). [18] [17] [21]

Finální podoba GOMO

Poslední etapou bylo zpracování finálních výstupů. Tyto výstupy měly několik forem. Jednalo se o technické zprávy z jednotlivých etap, grafické přílohy a model v programu MIKE URBAN. Technické zprávy popisovaly jednotlivé etapy a z důvodu přehlednosti byly některé zprávy členěny na 3 části (Slezská Ostrava, Ostrava Poruba a Ostrava Střed). Grafické přílohy GOMO se skládaly z přehledné situace, hydrotechnické situace, tematických map, vybraných podélných profilů sběračů a dalších výkresů souvisejících s vyhodnocením. Poslední částí bylo dodání licencí programu MIKE URBAN a jeho implementace a zaškolení obsluhy. V současnosti je funkční model GOMO využíván k různým provozním účelům, k plánování investičních záměrů nebo posuzování jednotlivých částí kanalizační sítě. Tento funkční model je také neustále obsluhou z provozu kanalizace aktualizován tak, aby jeho výsledky odpovídaly současnému stavu. [17] [18]

3.3.2 Posouzení stávajícího stavu stokové sítě a návrh možných opatření

Jak již bylo zmíněno, v návaznosti na posouzení stavebně-technického stavu stok, byl pro komplexnost posouzení proveden přepočet hydrauliky pomocí hydraulického modelu stokové sítě. V rámci tohoto posouzení byl v programu MIKE URBAN vypracován model stokové sítě zájmové lokality, který byl následně kalibrován na průtokové křivky z kalibrovaného a verifikovaného modelu GOMO. Takto zkalibrovaný model následně slouží jako model současného stavu stokové sítě a na základě jeho výsledků, byly navrženy 3 varianty rozšíření nebo obnovy stokové sítě. Jednotlivé varianty nabízí různorodá řešení zlepšení kvality odvádění odpadních vod ze zájmové lokality a je nutné na základě technických a ekonomických kritérií posoudit, které z těchto řešení bude provozovateli vyhovovat nejlépe. V následujícím textu budou popsány závěry vyplývající z modelu současného stavu stokové sítě a také budou popsány jednotlivé varianty rozšíření nebo obnovy.

3.3.2.1 Model stávajícího stavu stokové sítě

Pro posouzení stávajícího stavu stokové sítě byl vytvořen a zkalibrován hydraulický model. Detailní popis tvorby tohoto modelu a celé simulace je uveden v kapitole 4 „Hydrotechnické výpočty“. Tento model byl zatížen návrhovým syntetickým dešťem dle Šifaldy s náhradní vydatností 157 l/s/ha a dobou trvání 15 minut. Posouzení stávajícího stavu bylo zaměřeno na přetížení a ověření kapacity jednotlivých úseků stok. Posuzování probíhalo v souladu s metodikou provozovatele s tím, že jako přetížené úseky stokové sítě se považují takové, ve kterých je tlakové proudění trvající déle než 5 minut. Veškeré úseky, které tuto skutečnost splňovaly, byly označeny za nekapacitní. U některých úseků docházelo v extrému k výstupu odpadních vod z šachet na povrch. Vybrané podélné profily znázorňující tyto informace jsou součástí příloh diplomové práce. Jako příloha 4 je také situace stávajícího stavu stokové sítě.

Při posouzení modelu stávajícího stavu bylo shledáno 52 úseků jako nevyhovující. Celková délka těchto úseků je 1 490,4 m. Jedná se o dešťové a jednotné stoky. V Tab.4 jsou nevyhovující úseky uvedeny.

Tab. 4 Nevyhovující úseky stokové sítě z modelu stávajícího stavu stokové sítě

označení úseku	délka [m]	DN [mm]	materiál	označení horní šachta	označení dolní šachta
Link_592	5,36	300	PVC	Node_354	1002071
Link_593	5,40	300	PVC	Node_355	1002071
Link_594	36,96	600	BETON	3545359	3548217
Link_595	22,28	600	BETON	3548217	3548218
Link_596	6,46	600	BETON	3548218	3541303
Link_597	17,96	600	BETON	3541303	Node_354
Link_598	17,71	400	BETON	3541303	Node_355
2674176	17,71	600	BETON	2674178	1002065
3501356	9,45	400	BETON	3501355	2325721
Link_336	13,67	300	KAMENINA	2245969	2105074
Link_337	1,33	300	KAMENINA	2105074	2105082
3447833	46,48	750/500	BETON	3447835	3431597
3444644	21,66	400	BETON	3475859	2325715
3041275	20,82	400	BETON	2325716	3447835
2325733	4,87	400	BETON	2325714	3475859
2325732	18,88	400	BETON	2325713	2325714
2325731	27,09	400	BETON	2325717	2325713
2325730	21,08	400	BETON	2325712	2325717
2325729	21,36	400	BETON	2325718	2325712
Link_361	33,15	500	BETON	3540153	3540154
Link_362	35,66	500	BETON	3540154	3540155
2325745	24,32	300	BETON	2325719	2325740
2325734	20,38	400	BETON	2325715	2325716
2657605	3,87	400	BETON	2657515	3540317
2106993	21,33	400	BETON	2105114	3501355
2311696	62,85	600	NEZNÁMO	2311687	2311689
2311695	51,69	600	NEZNÁMO	2311688	2311687
1002093	25,93	600	BETON	1002069	2674178
1002092	33,37	600	BETON	1002071	1002069
1002090	4,57	600	BETON	1002062	1002061
2325750	17,22	300	BETON	2325721	2325720
2325748	25,12	300	BETON	2325720	2325719
2325746	19,06	300	BETON	2325740	2325718
2311697	255,19	600	NEZNÁMO	2311689	3545359
2245968	11,77	300	NEZNÁMO	2245967	2105095
Link_363	36,22	500	BETON	3540155	3540156
Link_364	29,79	500	BETON	3540156	2657514
2105270	2,87	300	NEZNÁMO	2276868	2245969

označení úseku	délka [m]	DN [mm]	materiál	označení horní šachta	označení dolní šachta
2105324	33,48	300	KAMENINA	2105085	2245967
2105303	19,26	300	NEZNÁMO	2105082	2105085
2106929	52,75	400	NEZNÁMO	2105108	2105114
2106900	19,15	400	NEZNÁMO	2105095	2105108
Link_340	14,01	500	BETON	3540276	2276868
Link_341	34,33	500	BETON	2657514	3540132
Link_342	34,06	500	BETON	3540132	3540133
Link_343	34,02	500	BETON	3540133	3540134
Link_344	10,00	500	BETON	3540134	3540135
Link_345	10,91	500	BETON	3540135	2657515
Link_369	14,19	350	BETON	3540160	3540142
Link_370	39,90	500	BETON	3540142	2428199
Link_371	28,62	500	BETON	2428199	3540152
Link_372	34,27	500	BETON	3540152	3540153
2311694	50,64	700	BETON	2331201	2311688
3431595	9,86	700	BETON	3431597	2331201

3.3.2.2 Model opatření A

První variantou opatření je obnova části stokové sítě spočívající pouze v redimenzaci úseků, které byly při vyhodnocení stávajícího stavu shledány jako nevyhovující. Jedná se tedy o výměnu trub otevřeným výkopem ve stávající trase za dodržení původních sklonových poměrů. Toto opatření se týká celých 1 490,4 m nevyhovující stokové sítě. Veškeré nově budované úseky stokové sítě budou vybudovány z betonových nebo železobetonových trub. V následující Tab. 5 jsou tyto úseky uvedeny společně s informacemi o nových dimenzích. Některé z těchto navrhovaných dimenzí jsou výrazně větší než původní, avšak tato skutečnost je zapříčiněna redimenzací v horní části zájmového území a výraznému zrychlení odtoku do spodní části povodí. Při přepočtu hydraulického modelu s novými dimenzemi již veškeré úseky stokové sítě zájmové lokality splňovaly podmínku maximálního 5minutového tlakového proudění. V rámci varianty opatření A je uvažováno se zachováním funkce OK Na Baranovci a septiku Na Baranovci. Všechny úseky posuzované na stavebně-technický stav spadají do redimenzovaných úseků stokové sítě a budou tedy vyměněny otevřeným výkopem.

Tab. 5 Návrh redimenzace v rámci modelu varianty A

označení úseku	délka [m]	DN původní [mm]	DN nové [mm]	materiál původní	materiál nový	označení horní šachta	označení dolní šachta
Link_592	5,36	300	800	PVC	ŽB	Node_354	1002071
Link_593	5,40	300	800	PVC	ŽB	Node_355	1002071
Link_594	36,96	600	800	BETON	ŽB	3545359	3548217
Link_595	22,28	600	800	BETON	ŽB	3548217	3548218
Link_596	6,46	600	800	BETON	ŽB	3548218	3541303

označení úseku	délka [m]	DN původní [mm]	DN nové [mm]	materiál původní	materiál nový	označení horní šachta	označení dolní šachta
Link_597	17,96	600	800	BETON	ŽB	3541303	Node_354
Link_598	17,71	400	800	BETON	ŽB	3541303	Node_355
2674176	17,71	600	800	BETON	ŽB	2674178	1002065
3501356	9,45	400	600	BETON	BETON	3501355	2325721
Link_336	13,67	300	600	KAMENINA	BETON	2245969	2105074
Link_337	1,33	300	600	KAMENINA	BETON	2105074	2105082
3447833	46,48	750/500	800	BETON	ŽB	3447835	3431597
3444644	21,66	400	600	BETON	BETON	3475859	2325715
3041275	20,82	400	800	BETON	ŽB	2325716	3447835
2325733	4,87	400	600	BETON	BETON	2325714	3475859
2325732	18,88	400	600	BETON	BETON	2325713	2325714
2325731	27,09	400	600	BETON	BETON	2325717	2325713
2325730	21,08	400	600	BETON	BETON	2325712	2325717
2325729	21,36	400	600	BETON	BETON	2325718	2325712
Link_361	33,15	500	600	BETON	BETON	3540153	3540154
Link_362	35,66	500	600	BETON	BETON	3540154	3540155
2325745	24,32	300	600	BETON	BETON	2325719	2325740
2325734	20,38	400	800	BETON	ŽB	2325715	2325716
2657605	3,87	400	600	BETON	BETON	2657515	3540317
2106993	21,33	400	600	BETON	BETON	2105114	3501355
2311696	62,85	600	800	NEZNÁMO	ŽB	2311687	2311689
2311695	51,69	600	800	NEZNÁMO	ŽB	2311688	2311687
1002093	25,93	600	800	BETON	ŽB	1002069	2674178
1002092	33,37	600	800	BETON	ŽB	1002071	1002069
1002090	4,57	600	800	BETON	ŽB	1002062	1002061
2325750	17,22	300	600	BETON	BETON	2325721	2325720
2325748	25,12	300	600	BETON	BETON	2325720	2325719
2325746	19,06	300	600	BETON	BETON	2325740	2325718
2311697	255,19	600	800	NEZNÁMO	ŽB	2311689	3545359
2245968	11,77	300	600	NEZNÁMO	BETON	2245967	2105095
Link_363	36,22	500	600	BETON	BETON	3540155	3540156
Link_364	29,79	500	600	BETON	BETON	3540156	2657514
2105270	2,87	300	600	NEZNÁMO	BETON	2276868	2245969
2105324	33,48	300	600	KAMENINA	BETON	2105085	2245967
2105303	19,26	300	600	NEZNÁMO	BETON	2105082	2105085
2106929	52,75	400	600	NEZNÁMO	BETON	2105108	2105114
2106900	19,15	400	600	NEZNÁMO	BETON	2105095	2105108
Link_340	14,01	500	600	BETON	BETON	3540276	2276868
Link_341	34,33	500	600	BETON	BETON	2657514	3540132
Link_342	34,06	500	600	BETON	BETON	3540132	3540133
Link_343	34,02	500	600	BETON	BETON	3540133	3540134
Link_344	10,00	500	600	BETON	BETON	3540134	3540135
Link_345	10,91	500	600	BETON	BETON	3540135	2657515

označení úseku	délka [m]	DN původní [mm]	DN nové [mm]	materiál původní	materiál nový	označení horní šachta	označení dolní šachta
Link_369	14,19	350	500	BETON	BETON	3540160	3540142
Link_370	39,90	500	600	BETON	BETON	3540142	2428199
Link_371	28,62	500	600	BETON	BETON	2428199	3540152
Link_372	34,27	500	600	BETON	BETON	3540152	3540153
2311694	50,64	700	800	BETON	ŽB	2331201	2311688
3431595	9,86	700	800	BETON	ŽB	3431597	2331201

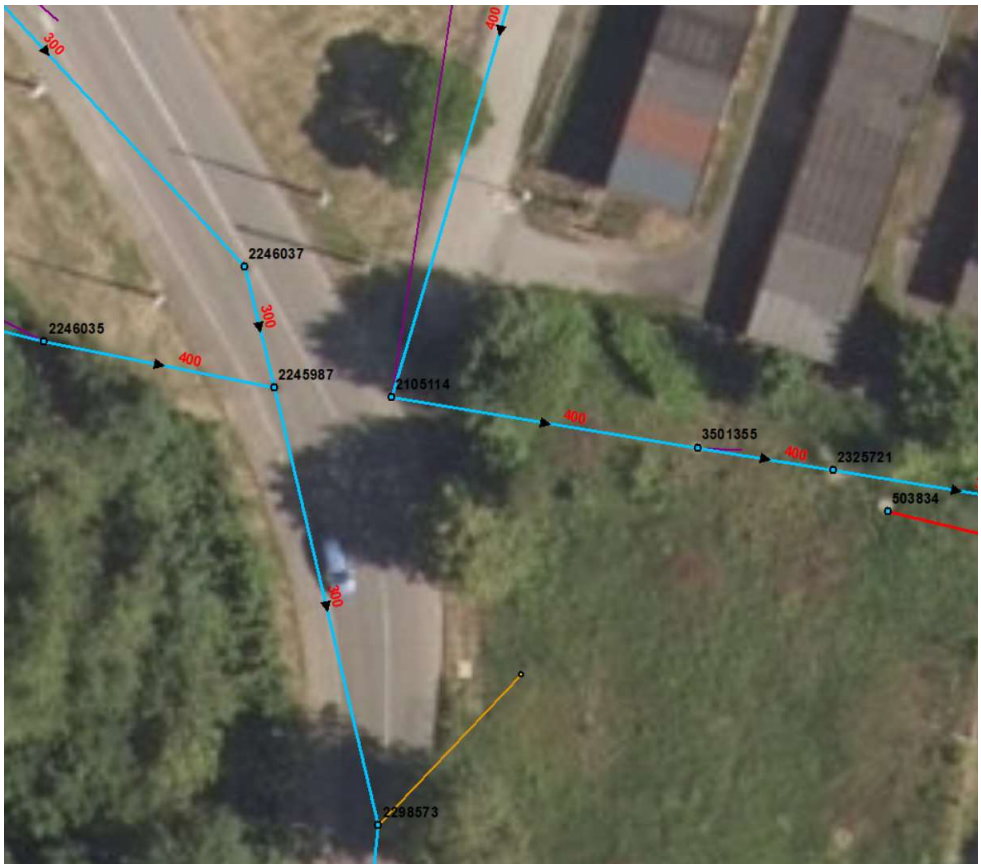
3.3.2.3 Model opatření B

Druhou posuzovanou variantou je možnost přepojení stávající dešťové stoky vedoucí od OK Na Baranovci. K přepojení by došlo mezi šachtami č. 2105114 a 2298573 na křížení ulic Na Baranovci a Občanská nedaleko rohu garážových budov. Toto propojení by znamenalo výrazné odlehčení na dešťové stoce na ulici Občanská, která dále pokračuje směrem k výusti V 1002052 do řeky Ostravice a z modelu stávajícího stavu vycházela jako značně nekapacitní. Současně by tímto propojením byly směřovány veškeré odpadní vody směrem k OK Františkov na ulici Těšínská a dále směrem k ÚČOV. Navrhovaným opatřením této varianty je také zrušení stávajícího septiku Na Baranovci a OK Na Baranovci.

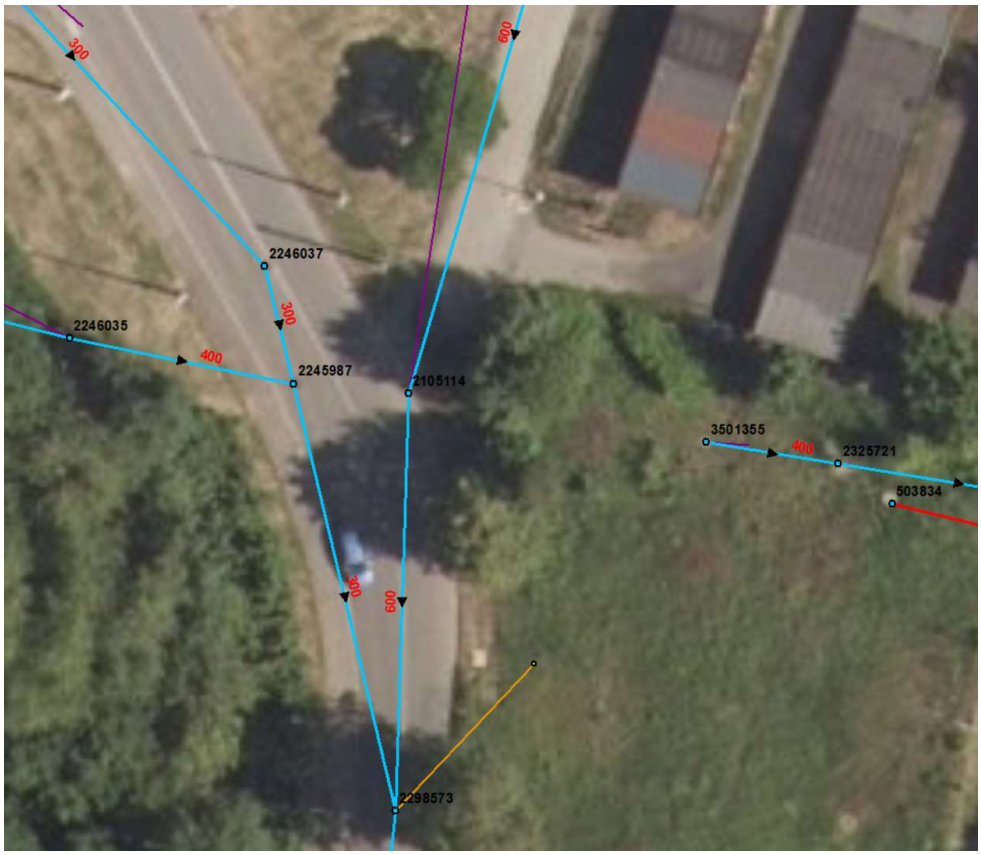
Na základě výsledků z hydraulického modelu bylo rozhodnuto o redimenzaci 35 úseků dešťové a jednotné stokové sítě, které byly vyhodnoceny jako nekapacitní. Celková délka těchto úseků je 858,7 m. Veškeré redimenzované trouby budou vystavěny z betonu nebo železobetonu. Součástí navrhovaných opatření je také vybudování 2 nových úseků jednotné stokové sítě. Jedná se o již zmiňovaný úsek s označením 2106993 a úsek s označením Link_608. Úsek 2106993 je navrhované propojení stok na křížení ulic Na Baranovci a ulice Občanská mezi šachtami č. 2105114 a 3501355. Tento úsek je 29,5 m dlouhý a navrhovaná trubní dimenze je DN 600. Potrubí bude obdobně jako redimenzované úseky z betonu. Úsek Link_608 je nově budované propojení v oblasti původní OK Na Baranovci. Toto propojení vznikne mezi šachtami č. 3540317 a 3540276. Opět se jedná o betonové potrubí DN 600 délky 19,5 m. Vzhledem k jednotlivým plánovaným přepojením bylo navrženo zrušení 4 úseků stokové sítě. Konkrétně se toto opatření týká 3 úseků, které spadaly pod objekt septiku Na Baranovci. Jsou to úseky s označením 2657607, 2657608 a Link_338. Současně s těmito úseky bude zrušen objekt septiku a OK Na Baranovci. Posledním rušeným úsekem je potrubí dešťové stoky spojující šachty č.2105114 a 3501355 na křížení ulic Na Baranovci a Občanská. Na následujících obrazcích je možno vidět původní a nové stavy klíčových bodů této varianty. Veškeré informace o navrhovaných opatřeních jsou souhrnně uvedeny v Tab. 6.

Obr. 45 Původní situace lokality okolo OK Na Baranovci

Obr. 46 Nová situace lokality okolo OK Na Baranovci



Obr. 47 Původní situace oblasti Na Baranovci okolo plánovaného přepojení stoky



Obr. 48 Nový stav po přepojení dešťové stoky v oblasti Na Baranovci

Tab. 6 Návrh opatření v rámci modelu varianty B

označení úseku	délka [m]	DN původní [mm]	DN nové [mm]	materiál původní	materiál nový	označení horní šachta	označení dolní šachta
Link_592	5,36	300	600	PVC	BETON	Node_354	1002071
Link_593	5,40	300	600	PVC	BETON	Node_355	1002071
Link_597	17,96	400	600	BETON	BETON	3541303	Node_354
Link_598	17,71	400	600	BETON	BETON	3541303	Node_355
545680	36,44	300	600	BETON	BETON	503975	2545632
545641	19,79	300	600	BETON	BETON	503977	503978
Link_518	25,85	600	800	KAMENINA	ŽB	3540358	3540361
Link_519	34,52	600	800	KAMENINA	ŽB	3540361	3540360
Link_520	44,38	600	800	KAMENINA	ŽB	3540360	3540359
Link_521	26,03	600	800	KAMENINA	ŽB	3540359	3540357
Link_336	13,67	300	600	KAMENINA	BETON	2245969	2105074
Link_337	1,33	300	600	KAMENINA	BETON	2105074	2105082
Link_361	33,15	500	600	BETON	BETON	3540153	3540154
Link_362	35,66	500	600	BETON	BETON	3540154	3540155
2657605	3,87	400	600	BETON	BETON	2657515	3540317
2545630	38,40	300	600	BETON	BETON	2545632	503977
2298574	39,59	400	600	BETON	BETON	2298573	503969
2245968	11,77	300	600	NEZNÁMO	BETON	2245967	2105095
Link_363	36,22	500	600	BETON	BETON	3540155	3540156
Link_364	29,79	500	600	BETON	BETON	3540156	2657514
2105270	2,87	300	600	NEZNÁMO	BETON	2276868	2245969
2105324	33,48	300	600	KAMENINA	BETON	2105085	2245967
2105303	19,26	300	600	NEZNÁMO	BETON	2105082	2105085
2106929	52,75	400	600	NEZNÁMO	BETON	2105108	2105114
2106900	19,15	400	600	NEZNÁMO	BETON	2105095	2105108
Link_340	14,01	500	600	BETON	BETON	3540276	2276868
Link_341	34,33	500	600	BETON	BETON	2657514	3540132
Link_342	34,06	500	600	BETON	BETON	3540132	3540133
Link_343	34,02	500	600	BETON	BETON	3540133	3540134
Link_344	10,00	500	600	BETON	BETON	3540134	3540135
Link_345	10,91	500	600	BETON	BETON	3540135	2657515
Link_369	14,19	350	600	BETON	BETON	3540160	3540142
Link_370	39,90	500	600	BETON	BETON	3540142	2428199
Link_371	28,62	500	600	BETON	BETON	2428199	3540152
Link_372	34,27	500	600	BETON	BETON	3540152	3540153
Nové úseky							
2106993	29,51	-	600	-	BETON	2105114	2298573
Link_608	19,46	-	600	-	BETON	3540317	3540276
Rušené úseky							
2657607	19,63	300	-	BETON	-	2657602	2657603
2657608	12,84	300	-	BETON	-	2657603	2245969

označení úseku	délka [m]	DN původní [mm]	DN nové [mm]	materiál původní	materiál nový	označení horní šachta	označení dolní šachta
Link_338	4,93	320	-	BETON	-	3540317	2657602
2106993	21,34	400	-	BETON	-	2105114	3501355

Při plánovaném přepojení stoky mezi šachtami č. 2105114 a 2298573 dojde k přerušení stávající dešťové stoky pokračující směrem na ulici Občanská. Tato lokalita spadá do území, které bylo posuzováno v rámci stavebně-technického průzkumu. Posuzované úseky stok směrem od šachty č. 3501355 vykazovaly velké množství významných poruch. Na základě této skutečnosti doporučuji provést sanaci dešťové stoky v úsecích uvedených v Tab. 7. U výměn potrubí otevřeným výkopem doporučuji zachování původních dimenzí, kromě úseku č 3447833, kde navrhuji změnu vejčitého profilu na kruhový. Na úseku č. 2325745 je uvažována sanace pomocí rukávce. Do hydraulického modelu byla zadána snížená dimenze potrubí o tloušťky stěn sanační vložky. Simulace modelu se zadanými změnami neodhalila v této oblasti žádný kapacitní problém.

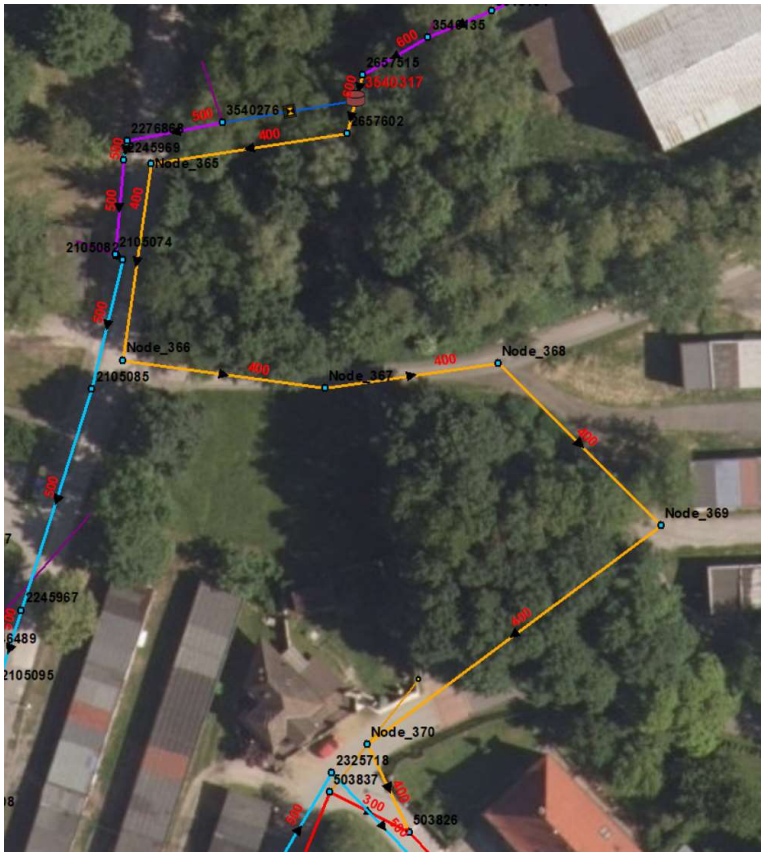
Tab. 7 Návrh dodatečných sanací v rámci varianty B

označení úseku	délka [m]	DN původní [mm]	DN nové [mm]	materiál původní	materiál nový	označení horní šachta	označení dolní šachta
Výměna výkopem							
3447833	46,48	750/500	700	BETON	KAMENINA	3447835	3431597
3431595	9,86	700	700	BETON	KAMENINA	3431597	2331201
2106993	29,51	600	600	KAMENINA	KAMENINA	2105114	3501355
3444644	21,66	400	400	BETON	BETON	3475859	2325715
3041275	20,82	400	400	BETON	BETON	2325716	3447835
2325733	4,87	400	400	BETON	BETON	2325714	3475859
2325730	21,08	400	400	BETON	BETON	2325712	2325717
2325731	27,09	400	400	BETON	BETON	2325717	2325713
2325732	18,88	400	400	BETON	BETON	2325713	2325714
2325729	21,36	400	400	BETON	BETON	2325718	2325712
2325734	20,38	400	400	BETON	BETON	2325715	2325716
2325746	19,06	300	300	BETON	BETON	2325740	2325718
2325748	25,12	300	300	BETON	BETON	2325720	2325719
3501356	9,45	400	400	BETON	BETON	3501355	2325721
Sanace rukávcem							
2325745	24,32	300	284	BETON	SANAČNÍ VLOŽKA	2325719	2325740

3.3.2.4 Model opatření C

Model opatření C je variantou, kde je navrhováno zrušení stávajícího septiku Na Baranovci a přepojení odtoku z OK Na Baranovci do splaškové stoky vedoucí po ulici Na Bunčáku. Principem tohoto opatření by bylo přepojení splaškových vod do stoky

směřující k OK Františkov a dále ve směru ÚČOV, oproti stávajícímu směru do septiku a přepadem do dešťové stoky vedoucí k výusti do řeky Ostravice. Součástí této varianty opatření je také redimenzace 57 nekapacitních úseků dešťových a jednotných stok o celkové délce 1 575,9 m. Zmiňované přepojení od OK bude provedeno betonovým potrubím DN 400 o celkové délce 212,3 m. Počátek bude v šachtě č. 2657602 a napojení na splaškovou stoku bude v šachtě č. 503826 na ulici Na Bunčáku. Propojení se bude skládat celkově ze 7 úseků s 6 novými vstupními šachtami. Před výstavbou nových úseků bude zrušen stávající objekt septiku a dva úseky stokové sítě. Konkrétně se jedná o nátok a odtok ze septiku. Posledním navrhovaným opatřením je snížení přelivných hran v OK Na Baranovci o 10 cm. Při současném stavu OK by docházelo při odlehčení k mísícímu poměru 1:30,2 a s tím spojenému zbytečně velkému množství vod směřujících na ÚČOV. Pokud by došlo ke snížení přelivných hran o navrhovaných 10 cm, mísící poměr při odlehčení by byl 1:9,4 a splňoval by kritérium 1+m ≥ 7. Všechny úseky posuzované na stavebně-technický stav spadají do redimenzovaných úseků stokové sítě a budou tedy vyměněny otevřeným výkopem. Na Obr. 49 je znázorněn nový stav v rámci lokality okolo septiku a OK Na Baranovci. V Tab.8 jsou uvedena všechna navrhovaná opatření s příslušnými informacemi.



Obr. 49 Nový stav stokové sítě po zrušení septiku Na Baranovci

Tab. 8 Návrh opatření v rámci varianty C

označení úseku	délka [m]	DN původní [mm]	DN nové [mm]	materiál původní	materiál nový	označení horní šachta	označení dolní šachta
1002090	4,57	600	800	BETON	BETON	1002062	1002061
1002092	33,37	600	800	BETON	BETON	1002071	1002069
1002093	25,93	600	800	BETON	ŽB	1002069	2674178
2105270	2,87	300	500	NEZNÁMO	BETON	2276868	2245969
2105303	19,26	300	500	NEZNÁMO	BETON	2105082	2105085
2105324	33,48	300	500	KAMENINA	BETON	2105085	2245967
2106900	19,15	400	500	NEZNÁMO	BETON	2105095	2105108
2106929	52,75	400	500	NEZNÁMO	BETON	2105108	2105114
2106993	21,33	400	500	BETON	BETON	2105114	3501355
2245968	11,77	300	500	NEZNÁMO	BETON	2245967	2105095
2325729	21,36	400	500	BETON	BETON	2325718	2325712
2325730	21,08	400	500	BETON	BETON	2325712	2325717
2325731	27,09	400	500	BETON	BETON	2325717	2325713
2325732	18,88	400	500	BETON	BETON	2325713	2325714
2325733	4,87	400	500	BETON	BETON	2325714	3475859
2325734	20,38	400	600	BETON	BETON	2325715	2325716
2325745	24,32	300	500	BETON	BETON	2325719	2325740
2325746	19,06	300	500	BETON	BETON	2325740	2325718
2325748	25,12	300	500	BETON	BETON	2325720	2325719
2325750	17,22	300	500	BETON	BETON	2325721	2325720
2545630	38,40	300	600	BETON	BETON	2545632	503977
2657605	3,87	400	600	BETON	BETON	2657515	3540317
2674176	17,71	600	800	BETON	ŽB	2674178	1002065
3041275	20,82	400	600	BETON	BETON	2325716	3447835
3444644	21,66	400	600	BETON	BETON	3475859	2325715
3447833	46,48	750/500	800	BETON	ŽB	3447835	3431597
3501356	9,45	400	500	BETON	BETON	3501355	2325721
545641	19,79	300	600	BETON	BETON	503977	503978
545680	36,44	300	600	BETON	BETON	503975	2545632
Link_336	13,67	300	500	KAMENINA	BETON	2245969	2105074
Link_337	1,33	300	500	KAMENINA	BETON	2105074	2105082
Link_338	4,93	320	400	BETON	BETON	3540317	2657602
Link_341	34,33	500	600	BETON	BETON	2657514	3540132
Link_342	34,06	500	600	BETON	BETON	3540132	3540133
Link_343	34,02	500	600	BETON	BETON	3540133	3540134
Link_344	10,00	500	600	BETON	BETON	3540134	3540135
Link_345	10,91	500	600	BETON	BETON	3540135	2657515
Link_361	33,15	500	600	BETON	BETON	3540153	3540154
Link_362	35,66	500	600	BETON	BETON	3540154	3540155
Link_363	36,22	500	600	BETON	BETON	3540155	3540156
Link_364	29,79	500	600	BETON	BETON	3540156	2657514

označení úseku	délka [m]	DN původní [mm]	DN nové [mm]	materiál původní	materiál nový	označení horní šachta	označení dolní šachta
Link_369	14,19	350	500	BETON	BETON	3540160	3540142
Link_370	39,90	500	600	BETON	BETON	3540142	2428199
Link_371	28,62	500	600	BETON	BETON	2428199	3540152
Link_372	34,27	500	600	BETON	BETON	3540152	3540153
Link_592	5,36	300	800	PVC	ŽB	Node_354	1002071
Link_593	5,40	300	800	PVC	ŽB	Node_355	1002071
Link_597	17,96	400	800	BETON	ŽB	3541303	Node_354
Link_598	17,71	400	800	BETON	ŽB	3541303	Node_355
2311694	50,64	700	800	BETON	ŽB	2331201	2311688
2311695	51,69	600	800	NEZNÁMO	ŽB	2311688	2311687
2311696	62,85	600	800	NEZNÁMO	ŽB	2311687	2311689
2311697	255,19	600	800	NEZNÁMO	ŽB	2311689	3545359
3431595	9,86	700	800	BETON	ŽB	3431597	2331201
Link_594	36,96	600	800	BETON	ŽB	3545359	3548217
Link_595	22,28	600	800	BETON	ŽB	3548217	3548218
Link_596	6,46	600	800	BETON	ŽB	3548218	3541303
Rušené úseky							
2657607	19,63	300	-	BETON	-	2657602	2657603
2657608	12,84	300	-	BETON	-	2657603	2245969
Nové úseky							
Link_609	28,60	-	400	-	BETON	2657602	Node_365
Link_610	28,73	-	400	-	BETON	Node_365	Node_366
Link_613	29,47	-	400	-	BETON	Node_366	Node_367
Link_614	25,26	-	400	-	BETON	Node_367	Node_368
Link_615	33,21	-	400	-	BETON	Node_368	Node_369
Link_616	52,94	-	400	-	BETON	Node_369	Node_370
Link_617	14,07	-	400	-	BETON	Node_370	503826

3.4 EKONOMICKÉ POSOUZENÍ

Ekonomické posouzení navrhovaných opatření je poslední částí z celého komplexního posouzení stokové sítě v zájmové lokalitě. Jak již bylo dříve uvedeno, ekonomické posouzení je jedním ze základních informačních zdrojů pro rozhodování o nejvhodnější variantě opatření. Závěry ekonomického posouzení je nutno zvážit společně s technickými posouzeními a jejich doporučením. Pro tyto účely bylo zpracováno stručné ekonomické zhodnocení navrhovaných opatření jednotlivých variant A, B a C. Náklady spojené s těmito opatřeními byly naceněny dle „Průměrných cen dopravní a technické infrastruktury obcí 2019“ vydávané Ministerstvem pro místní rozvoj.

U úseků určených k výměně otevřeným výkopem bylo při tvorbě nákladů určeno, zda je potrubí uloženo ve zpevněném nebo nezpevněném povrchu. Výsledné ceny obsahují veškeré náklady spojené s vybudováním trubního vedení vč. výkopových a dokončovacích prací. V rámci varianty B byly určeny náklady na sanaci úseku 2325745 rukávcem. Tato cena odpovídá nákladům spojených s instalací sanačního rukávce

DN 300 tl. 8 mm, která byla získána ústním sdělením zástupce přední společnosti specializující se na sanace stokových sítí v ČR. V následujících tabulkách jsou souhrnně uvedeny přibližné náklady na jednotlivé varianty opatření a porovnání celkových cen těchto variant. [22]

Tab. 9 Náklady na provedení opatření varianty A

	Varianta A	celková délka [m]	cena [Kč]
Náklady na výměnu trub otevřeným výkopem	DN 500	14,2	254 680
	DN 600	764,5	15 290 806
	DN 800	711,6	14 339 355
	Celkem	1490,4	29 884 840

Tab. 10 Náklady na provedení opatření varianty B

	Varianta B	celková délka [m]	cena [Kč]
Náklady na výměnu trub otevřeným výkopem	DN 600	776,9	15 537 709
	DN 800	130,8	2 635 513
Likvidace OK a septiku	-	-	300 000
	Celkem	907,7	18 173 222
Náklady na sanaci lokality Občanská			
Náklady na výměnu trub otevřeným výkopem	DN 300	44,19	649 546
	DN 400	165,59	2 748 863
	DN 600	29,51	590 102
	DN 700	56,34	1 135 293
Sanace rukávcem	DN 300	24,32	145 920
	Celkem	319,9	5 269 724

Tab. 11 Náklady na provedení opatření varianty C

	Varianta C	celková délka [m]	cena [Kč]
Náklady na výměnu trub otevřeným výkopem	DN 400	217,2	2 334 997
	DN 500	378,3	6 789 879
	DN 600	522,3	10 445 588
	DN 800	670,4	13 509 189
Likvidace septiku + úprava přelivné hrany OK	-	-	150 000
	Celkem	1788,2	30 744 656

Tab. 12 Souhrnná tabulka nákladů pro jednotlivé varianty opatření

Souhrn	cena celkem [Kč]
Varianta A	29 884 840
Varianta B	23 442 946
Varianta C	30 744 656

3.5 ZHODNOCENÍ VARIANT NAVRHOVANÝCH OPATŘENÍ

Hlavním cílem této diplomové práce bylo posouzení stokové sítě zájmové lokality na Slezské Ostravě. Toto posouzení mělo 3 základní části. První částí bylo stanovení stavebně-technického stavu provozovatelem vybraných úseků stokové sítě z této lokality. Výsledky ze stavebně-technického posouzení byly zakomponovány do hydraulického posouzení, jakožto druhé části projektu. V rámci hydraulického posouzení byl vytvořen hydraulický model stávajícího stavu stokové sítě, který byl zkalibrován, na provozovatelem užívaný model GOMO. Takto zkalibrovaný model byl následně využit pro simulaci 3 různých variant navrhovaných opatření pro obnovu nebo rozšíření stokové sítě zájmové lokality. Navrhovaná opatření byla zakomponována do zkalibrovaného modelu a simulací byla ověřena jejich funkčnost a současně kapacita celé stokové sítě v oblasti. Poslední částí projektu posouzení bylo ekonomické zhodnocení navrhovaných opatření.

Jednotlivé varianty opatření nabízí různorodá řešení pro zkvalitnění odvádění odpadních vod ze zájmové lokality. Každá z těchto variant má své pozitiva a negativa, která je před samotným výběrem nejvhodnějšího řešení nutno zvážit. V následujícím textu jsou tyto aspekty shrnuty.

Varianta opatření A

Jedná se o variantu obnovy nekapacitních či nevyhovujících úseků stokové sítě. Tato obnova spočívá pouze v redimenzaci stávajících úseků v původní trase. Nedochází k žádnému rozšíření stokové sítě a je zachována funkčnost stávajících objektů septiku a OK Na Baranovci.

Výhody:

- jednoduchost opatření,
- z hlediska ekonomiky střední nabídka (29 884 840 Kč).

Nevýhody:

- velká délka redimenzované sítě,
- zachování stávajícího objektu septiku (nutnost pravidelného vyvážení),
- větší riziko biogenní síranové koroze na úsecích pod odtokem z objektu septiku.

Varianta opatření B

Tato varianta nabízí řešení v podobě přepojení dešťové stoky vedoucí od OK Na Baranovci do dešťové stoky vedoucí směrem k OK Františkov a dále směr ÚČOV.

Společně s tímto přepojením je plánována redimenzace všech nekapacitních úseků stokové sítě. Součástí řešení je také zrušení stávajících objektů septiku a OK Na Baranovci. Vzhledem k výsledkům stavebně-technického průzkumu na ulicích Občanská a Na Bunčáku je součástí varianty i doporučení k sanaci posuzovaných stok na těchto ulicích. Stoky na zmiňovaných ulicích totiž nespadají do redimenzovaných úseků v rámci této varianty vzhledem k přerušení dešťové stoky u šachty č. 2105114.

Výhody:

- nejkratší délka redimenzované sítě,
- z hlediska ekonomiky nejvýhodnější nabídka (23 442 946 Kč),
- zrušení stávajícího objektu septiku a převedení splaškových vod na ÚČOV.

Nevýhody:

- větší zatížení OK Františkov při dešťové události,
- větší naředění splaškových vod jdoucích na ÚČOV.

Varianta opatření C

Poslední z navrhovaných variant je řešení spojené s vybudováním nových úseků jednotné stokové sítě vedoucí od OK Na Baranovci a napojení do splaškové stoky na ulici Na Bunčáku, odkud stoka vede směrem na ÚČOV. Vlivem tohoto opatření dojde k přepojení odtoku splaškových vod, které ve stávající podobě směřovaly do objektu septiku Na Baranovci. Tento objekt bude při přepojení zrušen. Součástí opatření bude také nutná redimenzace nekapacitních úseků stokové sítě v zájmové lokalitě. Objekt OK Na Baranovci bude zachován, avšak pro snížení množství dešťových vod jdoucích směrem na ÚČOV je navrženo snížení přelivných hran o 10 cm. Toto snížení bude mít za vliv nižší mísící poměr při odlehčení.

Výhody:

- odkanalizování splaškových vod z horního povodí zájmové lokality směrem na ÚČOV,
- zrušení stávajícího objektu septiku.

Nevýhody:

- velká délka redimenzované sítě,
- z hlediska ekonomiky nejdražší nabídka (30 744 656 Kč).

Na základě posouzení technicko-ekonomických aspektů jednotlivých navrhovaných variant opatření doporučuji zvolení varianty B.

4 HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY

V následující kapitole bude popsán postup jednotlivých fází zpracování hydraulického modelu a simulací v programu MIKE URBAN, které sloužily pro hydraulické posouzení stávajícího stavu stokové sítě a dále pro posouzení jednotlivých variant opatření na stokové síti v zájmové lokalitě. Úvodem kapitoly bude popsán samotný program MIKE URBAN, a to z hlediska možného využití, vlastností a jeho teoretického hydraulického základu.

4.1 MIKE URBAN

Výpočetní program MIKE URBAN je software vyvinutý společností DHI a.s. Tato společnost se specializuje na konzultační a expertní činnosti v oboru vodního hospodářství a životního prostředí. Současně společnost DHI a.s. vyvíjí a komerčně prodává softwarové nástroje pro hydrologické a hydraulické modely v jednotlivých odvětvích oboru vodního hospodářství a životního prostředí. Program MIKE URBAN je určený pro globální analýzu funkce vodovodních a kanalizačních systémů. Samotný program nabízí propojení s GIS technologiemi společnosti ESRI v podobě propojení s programem ArcGIS. Toto spojení velmi usnadňuje jakoukoli práci spojenou s georeferencovanými daty a zjednodušuje komunikaci mezi správcem sítě a obsluhou programu. Současně lze oběma směry jednoduše vyměňovat potřebná data a udržovat tak např. GIS databázi topologie sítí aktuální.

Jak již bylo zmíněno, program umožňuje modelování vodovodních sítí, tak i veškerých dešťových odvodňovacích systémů a jednotných či splaškových stokových sítí. Z hlediska užití pro vodovodní sítě je možné program používat např. pro:

- plánování rozvoje sítí,
- plánování sanací vodovodních sítí,
- optimalizace tlaků,
- analýzy úniků a ztrát,
- analýzy kvality vody,
- analýzy požárních průtoků. [23]

U stokových sítí je možné využití programu např. pro:

- plánování rozvoje sítí,
- posuzování kapacity a plánování sanací,
- plánování obsluhy,
- krizová plánování pro případ povodní,
- modelování transportu sedimentů a parametrů znečištění odpadní vody,
- modelování povrchového odtoku při dešti,
- modelování přítoku a infiltrace závislé na dešti. [23]

V následujícím textu bude podrobněji probrána část programu určená k modelování stokových systémů.

Nejtypičtější aplikací tohoto softwaru v oblasti stokových systémů je hydraulické modelování srážkového odtoku, jeho průtok potrubím a posuzování kapacitnosti celého systému. Výsledky simulací podávají podrobné informace o chování celého systému odvodňování v rámci urbanizovaných území. Na základě těchto výsledků pak lze lépe navrhovat a optimalizovat řešení, vedoucí ke zlepšení kvality odvádění odpadních vod z posuzovaných území.

Modely MIKE URBAN jsou založeny na ověřených matematických řešeních fyzikálních charakteristik systému. Samotný program užívá výpočetního jádra MOUSE nebo MIKE 1D. Přesnost modelu je dána různými hydraulickými, hydrologickými nebo topologickými parametry. Jedním z takových parametrů je např. simulace povodí na základě jejich skutečné prostorové geometrie a odpovídajících hydrologických parametrů. V rámci modelování stokových sítí lze simulovat veškeré stávající nebo plánované součásti stokového systému jako jsou čerpadla, výusti nebo odlehčovací komory. Program nabízí mnoho možností pro import a export různých datových formátů. [23]

Pro simulaci dešťů lze vytvořit, importovat nebo editovat časové řady srážkových událostí. Zde se dostáváme k teorii hydrauliky užívané v rámci programu MIKE URBAN. Na základě zadaných zatěžovacích dešťů lze dále nastavit metodu výpočtu srážkového odtoku ve výpočetním jádře MOUSE. Mezi tyto metody patří 4 užívané modely výpočtu:

- **Model A – metoda Čas-Plocha**
  Množství povrchového odtoku je dáno počáteční ztrátou, velikostí odvodňovaných ploch a trvalými hydrologickými ztrátami. Tvar odtokové křivky je dán dobou koncentrace a časoprostorovou křivkou;
- **Model B – metoda kinematické vlny**
  Povrchový odtok je počítán jako průtok otevřeným kanálem, který je ovlivňován pouze gravitačními a třecími silami. Množství povrchového odtoku je ovlivňováno různými hydrologickými ztrátami a velikostí odvodňovaných ploch. Tvar odtokové křivky je pak dán parametry odvodňovaného povodí, mezi které patří jeho délka, sklon a drsnost povrchu;
- **Model C – metoda lineární nádrže**
  Povrchový odtok je založen na vedení odtoku přes lineární nádrž. To znamená, že povrchový odtok z povodí je úměrný aktuální hloubce vody v povodí. Množství odtoku je dáno počátečními ztrátami, velikostí povodí a infiltračními ztrátami. Tvar odtokové křivky je dán časovou konstantou povodí;
- **UHM – metoda jednotkového hydrogramu**
  Model UHM je alternativa pro výše zmiňované modely v oblastech, kde nejsou vedeny záznamy o průtocích. Jedná se o zjednodušenou metodu, kterou však limituje velikost povodí. [24]

Po výpočtu povrchového odtoku se výpočet přesouvá do potrubí. Výpočty nestacionárního proudění v liniovém modelu potrubí MOUSE jsou založeny na řešení

vertikálně integrovaných rovnic zachování kontinuity a hybnosti. Tyto rovnice se nazývají Saint Venantovy rovnice. Modelování průtoku potrubím pomocí výpočetního jádra MOUSE nabízí výběr ze 3 možností aproximace popisu toku. Tyto možnosti jsou:

- **Metoda dynamické vlny**
  Používá úplnou rovnici hybnosti uvažující zrychlující síly. Tato metoda umožňuje spolehlivý výpočet rychlých přechodů proudění a zpětných vzdutí. Využívá se zejména u potrubí s relativně nízkými sklony;
- **Metoda difuzní vlny**
  Tato metoda uvažuje v rovnici hybnosti třecí síly, gravitační síly a hydrostatický gradient. Popis difuzní vlny zanedbává složku setrvačnosti, avšak i tak umožňuje simulaci zpětného vzdutí;
- **Metoda kinematické vlny**
  Průtok potrubí počítá s předpokladem rovnováhy mezi třecími a gravitačními silami a nelze počítat zpětné vzdutí vody. Tato metoda je vhodná pro potrubí s vysokým sklonem bez rizika zpětného vzdutí. [25]

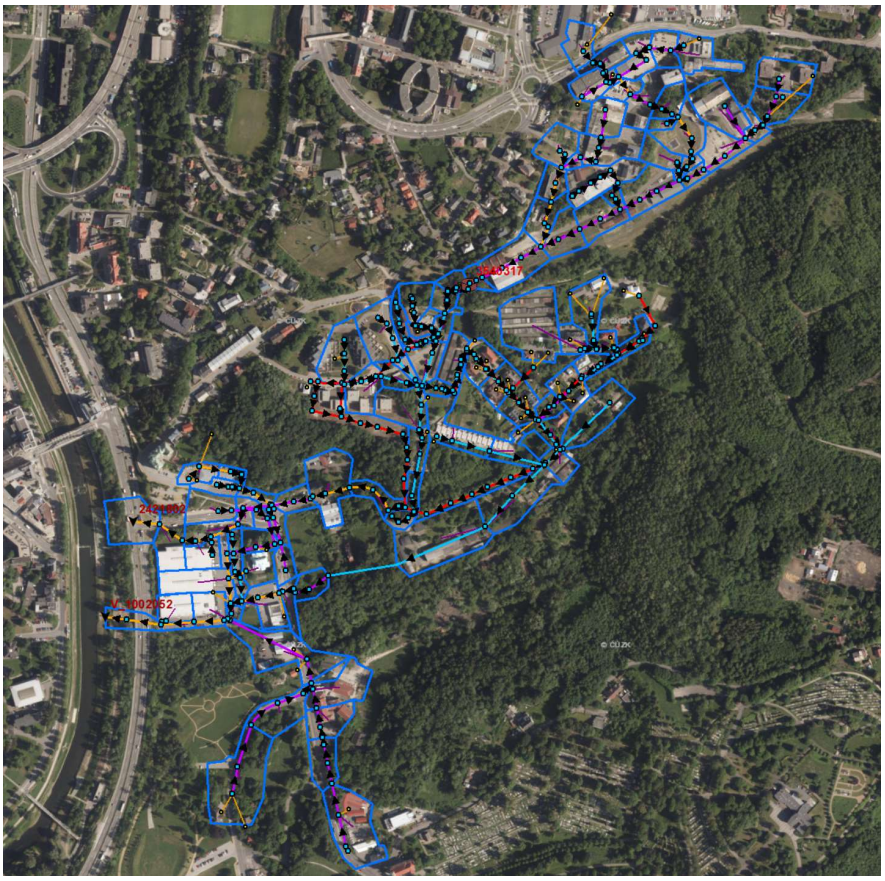
Po dokončení simulací program MIKE URBAN nabízí různorodé možnosti prezentování výsledků. V samotném programu lze vytvářet statické nebo animované mapy či podélné profily. V rámci propojení s ArcGISem, je pak možné tvořit mapové výstupy s různou symbolikou nebo exportovat výsledky do mnoha datových GIS formátů. K prohlížení výsledků taktéž slouží bezplatný program MIKE View.

4.2 TVORBA A SIMULACE HYDRAULICKÉHO MODELU ZÁJMOVÉ LOKALITY

V rámci dalších kapitol budou popsány jednotlivé fáze tvorby hydraulického modelu a následných simulací navrhovaných variant. Jak již bylo zmíněno, tvorba modelu probíhala v programu MIKE URBAN a ArcGIS.

4.2.1 Hydrotechnická situace

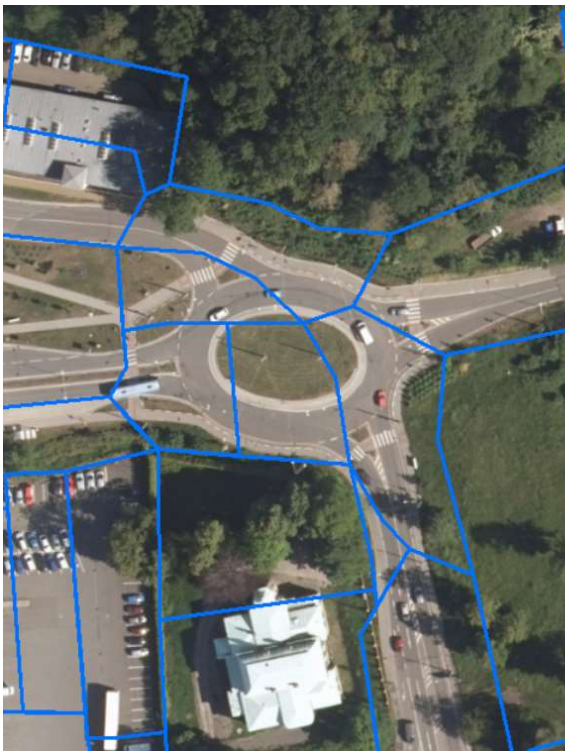
Prvním bodem tvorby podkladků hydraulického modelu stokové sítě zájmové lokality na Slezské Ostravě bylo vytvoření hydrotechnické situace. Tato situace byla vytvořena v programu ArcMap a jejím podkladem byla topologie stokové sítě dodaná provozovatelem OVAK a.s., vrstevnicová mapa a WMS služby ČÚZK v podobě ortofoto mapy a mapy ZM10. Na základě těchto podkladů bylo vytvořeno celkově 113 povodí. Tato povodí představují plochy, které jsou odvodňovány do jednotných nebo dešťových stok. Určování tvarů jednotlivých povodí probíhalo zejména na základě vrstevnicové mapy a prohlížení webové aplikace Street View. Tato aplikace umožňovala online prohlížení zájmové lokality a např. určení směrů napojení dešťových svodů z budov, určení polohy uličních vpustí nebo doplnění informací o sklonových poměrech terénu. Tvorba povodí probíhala v souladu s doporučujícím kritériem, aby jednotlivé plochy povodí nepřesahovaly velikost 1 ha. Výkres hydrotechnické situace je přílohou diplomové práce. Na Obr. 50 je prezentován výřez z této situace.



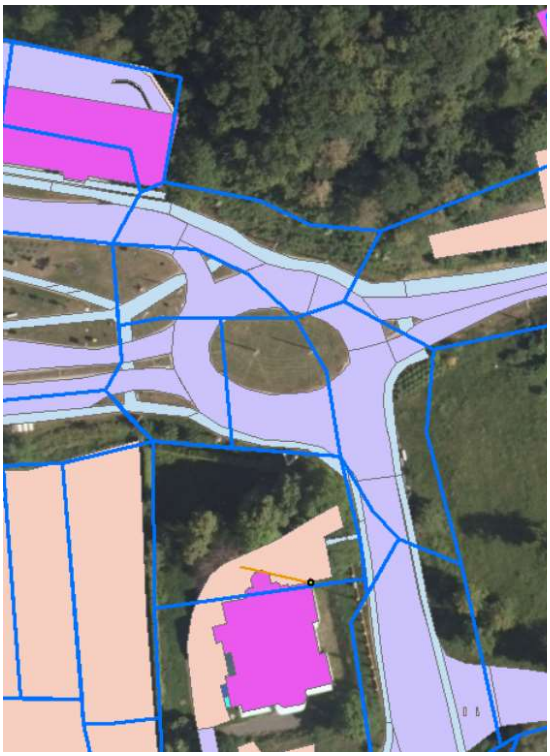
Obr. 50 Výřez hydrotechnické situace zájmového území

4.2.2 Mapa využití území (Land Use)

Druhou zpracovávanou částí v rámci přípravy podkladů pro hydraulický model bylo zpracování mapy využití území. Mapa využití území slouží jako podklad pro výpočty v programu MIKE URBAN a její zpracování značně upřesňuje stanovení výsledných součinitelů odtoku pro jednotlivá povodí. Pro účely zpracování bylo využito ortofoto mapy ČÚZK a webové aplikace Street View. Na základě těchto podkladů byly tvořeny v programu ArcMap polygony jednotlivých typů povrchů, které jsou v zájmové oblasti odvodňovány. Konkrétně se jedná o polygony budov, chodníků, silnic a zbylých zpevněných povrchů. Jedná se o nepropustné povrchy, kde většina srážkového úhrnu směřuje do kanalizace. Polygony vegetačních zelených ploch nebyly tvořeny z důvodu vysokého podílu infiltrace do půdy a minimálnímu odtoku do kanalizace. Jednotlivé typy povrchů byly identifikovány pomocí ortofoto mapy nebo aplikace Street View. V rámci této aplikace byl také posuzován stav některých zpevněných ploch určených z ortofotomapy. Některé z těchto zpevněných povrchů již nevykazovaly kompaktnost a byly značně zdegradované. Vzhledem k tomuto stavu již dochází k většímu procentu vsaku při dešťové události a tyto plochy tedy byly vyloučeny ze skupiny zpevněných povrchů. Mapa využití území je přílohou diplomové práce a na Obr. 51 a Obr. 52 lze vidět výřezy jejího zpracování.



Obr. 51 Ukázka tvorby mapy využití území



Obr. 52 Ukázka tvorby mapy využití území

4.2.3 Import GIS dat a simulace modelu v prostředí MIKE URBAN

Po vytvoření podkladových vrstev hydrotechnické situace a mapy využití území byla data ve formátu shapefile exportována z programu ArcMap a importována do prostředí MIKE URBAN. Provozovatelem OVAK a.s. byla poskytnuta topologie stokové sítě zájmové lokality ve formě výřezu z modelu GOMO, který je obdobně spravován v programu MIKE URBAN. Tento výřez obsahoval georeferencované úseky stokové sítě s šachtami a objektem odlehčovací komory a výusti do řeky Ostravice. Veškerá tato data obsahovala identifikační údaje z modelu GOMO o nadmořských výškách šachet, délkách, typech, dimenzích a materiálech stok nebo informace o objektu odlehčovací komory Na Baranovci.

V této fázi přípravy modelu probíhala kontrola vstupních dat o síti a jednotlivých objektech. Bylo zjištěno, že některé nové úseky stokových sítí neměl provozovatel zakreslené do svého GIS systému a tyto úseky byly tedy v rámci zpracování tohoto modelu dokresleny. Provozovatelem byly také dodány polohy odběrných míst pitné vody a jejich množství v m^3/den. Některá z těchto míst byla opět v rámci přípravy modelu doplněna. Po importu vytvořených dat z ArcMapu a kontrole topologie sítě v modelu bylo přikročeno k přípravě simulací splaškových a dešťových průtoků.

Splaškový průtok

Splaškový průtok je při simulaci modelu dán množstvím odebrané pitné vody v rámci zadaných odběrných míst. Informace o množstvích odebrané pitné vody pochází ze ZIS provozovatele OVAK a.s. a tato množství jsou uváděna v m^3/den. Součástí poskytnutých

dat z modelu GOMO byly křivky nerovnoměrností pro splaškové průtoky. Tyto křivky byly zpracovány v rámci tvorby GOMO pro různé lokality v rámci města Ostravy. Před simulací splaškových průtoků je nutno každému odběrnému místu informaci o křivce nerovnoměrnosti zadat. Posledním krokem před simulací splaškového průtoku bylo přiřazení nátoku těchto vod do příslušných šachet. Simulace splaškového průtoku byla nastavena na délku 30 hodin a o 6 hodin předcházela vzniku srážkové události a s tím spojenému dešťovému průtoku stokou.

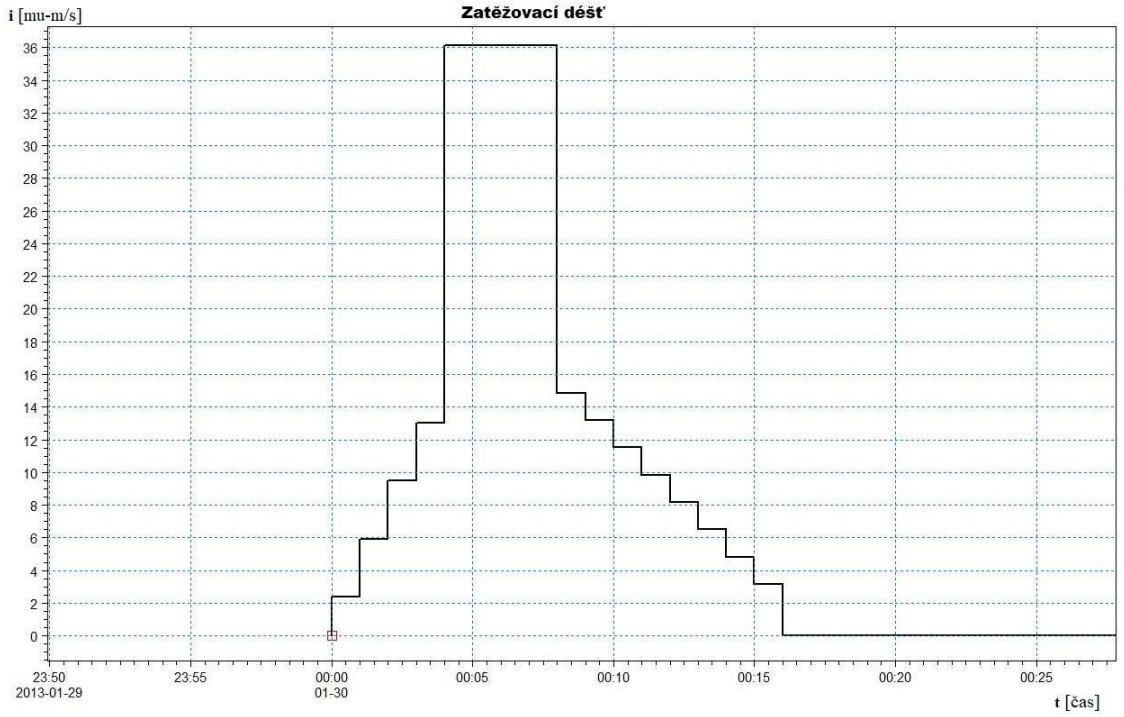
Povrchový odtok

Po dokončení simulace splaškového průtoku stokou bylo přikročeno k přípravě simulace povrchového odtoku při srážkové události. Tato příprava spočívala ve výpočtu hydrologických parametrů jednotlivých povodí, jejich napojení do šachet a dále zadání zatěžovacího deště. Jak již bylo zmíněno, připravená mapa využití území posloužila v programu MIKE URBAN k výpočtu výsledných součinitelů odtoku. Jednotlivým typům nepropustných povrchů byla přiřazena procenta nepropustnosti dle Tab. 13. Na základě dílčích ploch těchto povrchů v povodích byl vypočten výsledný koeficient nepropustnosti.

Tab. 13 Zadaná procenta nepropustnosti jednotlivých povrchů [26]

typ povrchu	procenta nepropustnosti [%]
budovy	90
chodníky	60
komunikace	90
zpevněné plochy	40

Posledním krokem před simulací povrchového odtoku bylo zadání zatěžovací srážky. Provozovatelem OVAK a.s. byl poskytnut zatěžovací syntetický déšť dle Šifaldy s intenzitou 157 l/s/ha, periodicitou N=2 a trváním 15 minut. Tento déšť je provozovatelem užíván jako zatěžovací při správě modelu GOMO. Na Graf 1 můžeme vidět průběh této srážky. Po zadání okrajové podmínky v podobě zatěžovacího deště byl spuštěn výpočet modelu pro povrchový odtok v povodích zájmové lokality.



Graf 1 Ukázka zatěžovacího deště [OVAK a.s.]

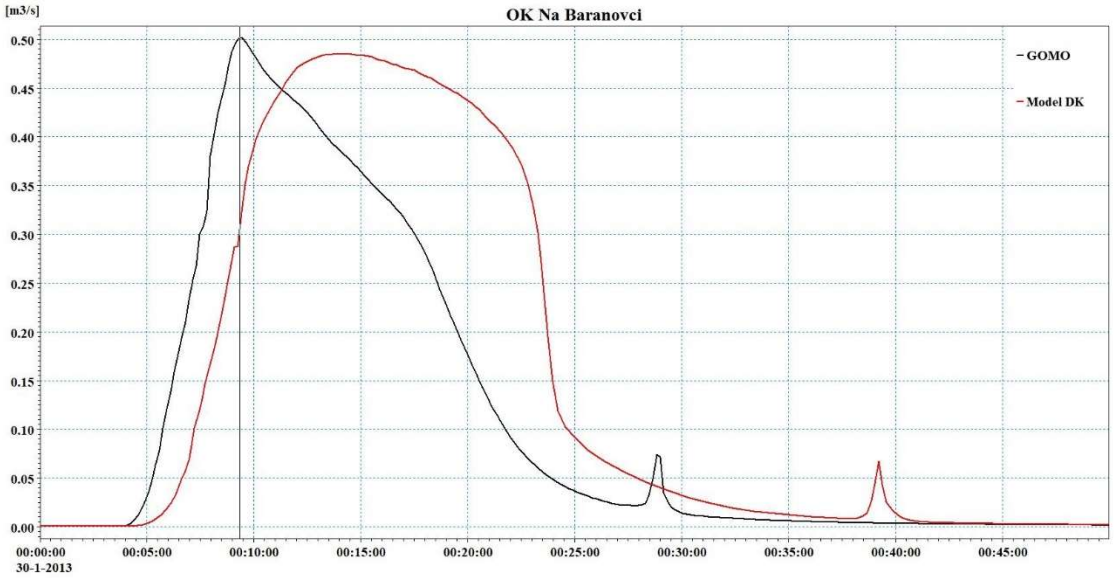
Dešťový průtok

Po výpočtu splaškového průtoku stokou a povrchového odtoku při srážce následoval výpočet dešťového průtoku stokou. V rámci této simulace jsou při výpočtu připojeny výsledkové soubory dvou předešlých zmiňovaných simulací a výsledkem je dešťový průtok stokovým systémem, který se skládá ze splaškového průtoku a povrchového odtoku natékajícího do stoky. Simulace byla časově nastavena shodně se simulací povrchového odtoku při srážce, a to na 4 hodiny. Tato časová rezerva byla nastavena kvůli možnému delšímu dotoku odpadních vod sítí.

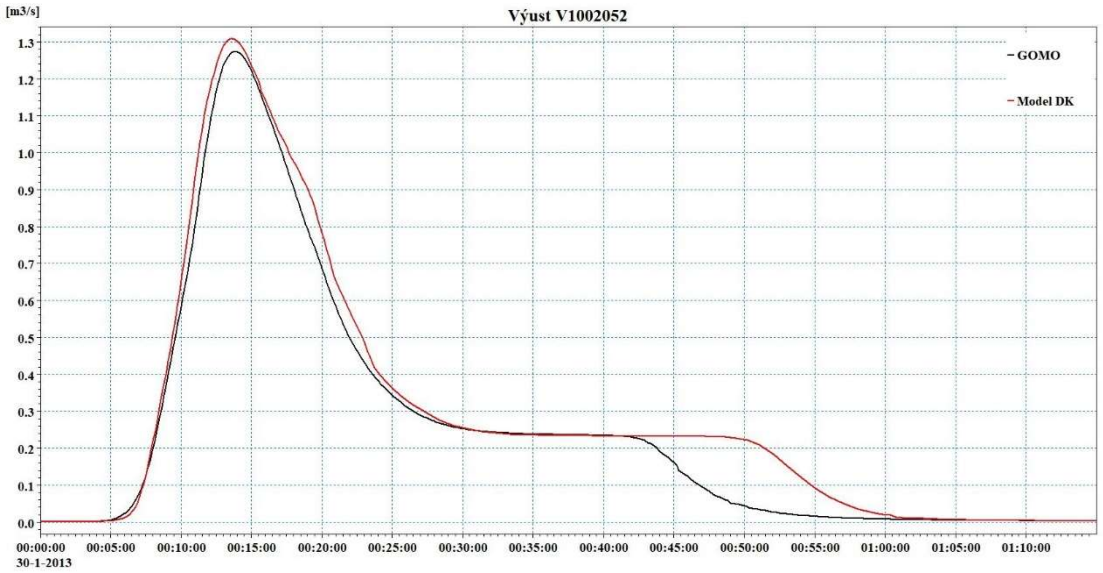
4.2.4 Kalibrace modelu

Provozovatelem OVAK a.s. byly dodány průtokové křivky ve 3 zvolených uzlech stokové sítě v zájmové lokalitě. Tyto uzly jsou nátok do OK Na Baranovci, který reprezentuje zejména horní povodí zájmové lokality, nátok do výusti V1002052 a nátok do OK Františkov, které reprezentují zbývající části povodí zájmové lokality. Na základě výsledků první simulace modelu a porovnání s průtokovými křivkami ve zmiňovaných uzlech bylo přikročeno ke kalibraci modelu. Tato kalibrace byla prováděna na dodané křivky z modelu GOMO, který je kalibrován a verifikován. V situaci, kdy z mnoha důvodů nelze v rámci diplomové práce provést kalibraci standartním způsobem, byl tento způsob kalibrace považován za nejvhodnější a spolehlivý. Porovnání výsledků mého nekalibrovaného modelu a modelu GOMO vykazovalo rozdílnost v množstvích odteklých vod, tak i časovou rozdílnost průběhu odtoku. Tyto rozdíly mohou být způsobeny odlišnými tvary povodí z hydrotechnických situací nebo rozdílnými koeficienty nepropustnosti jednotlivých dílčích povodí. Na následujících grafech můžete

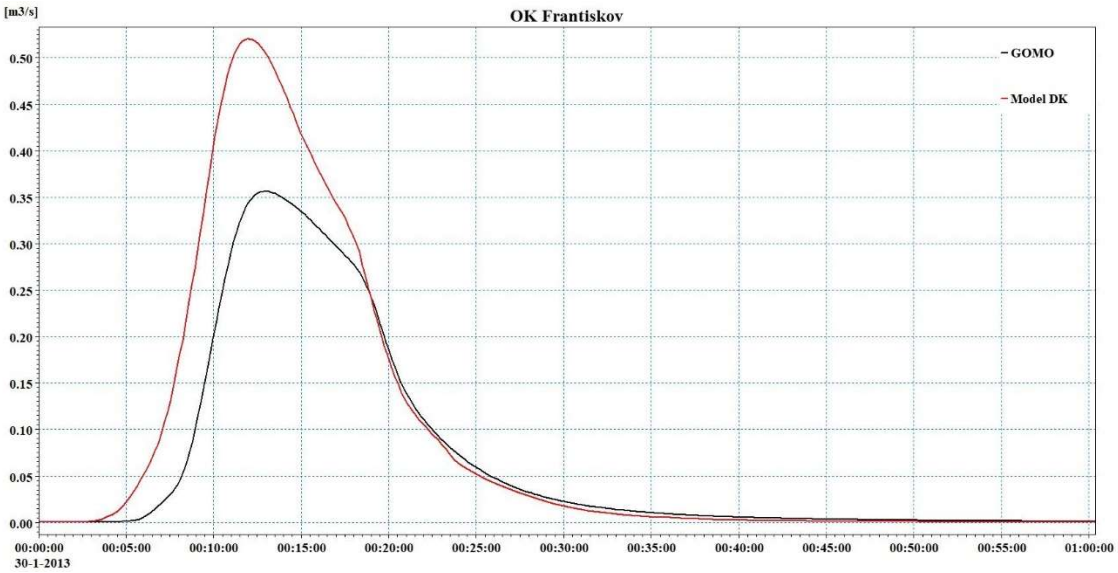
vidět průtokové křivky z první nekalibrované simulace (červená) a křivky z modelu GOMO (černá).



Graf 2 Porovnání průtokových křivek před kalibrací na OK Na Baranovci

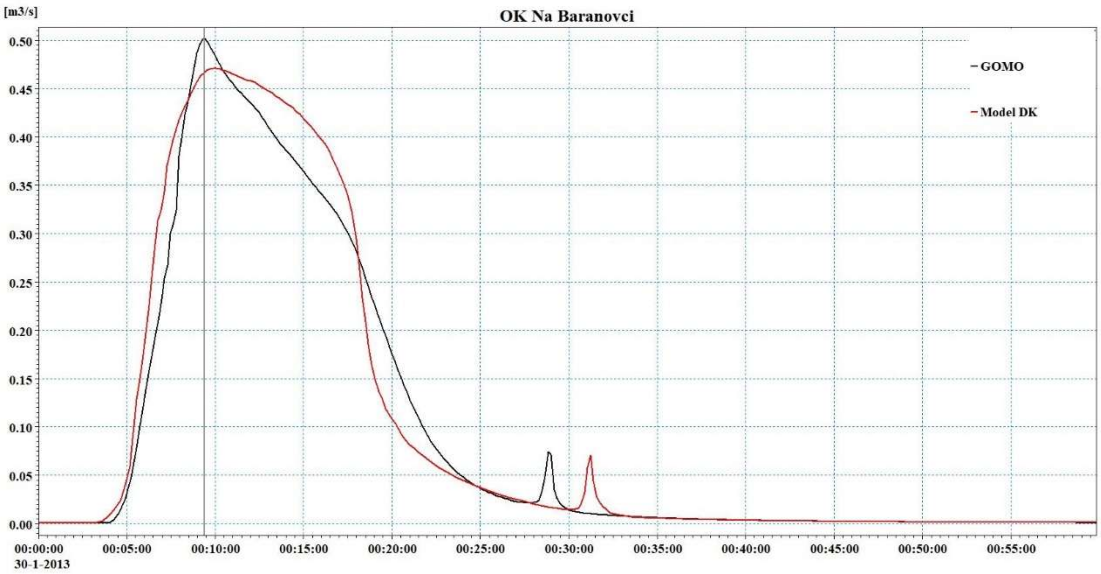


Graf 3 Porovnání průtokových křivek před kalibrací na výusti V1002052

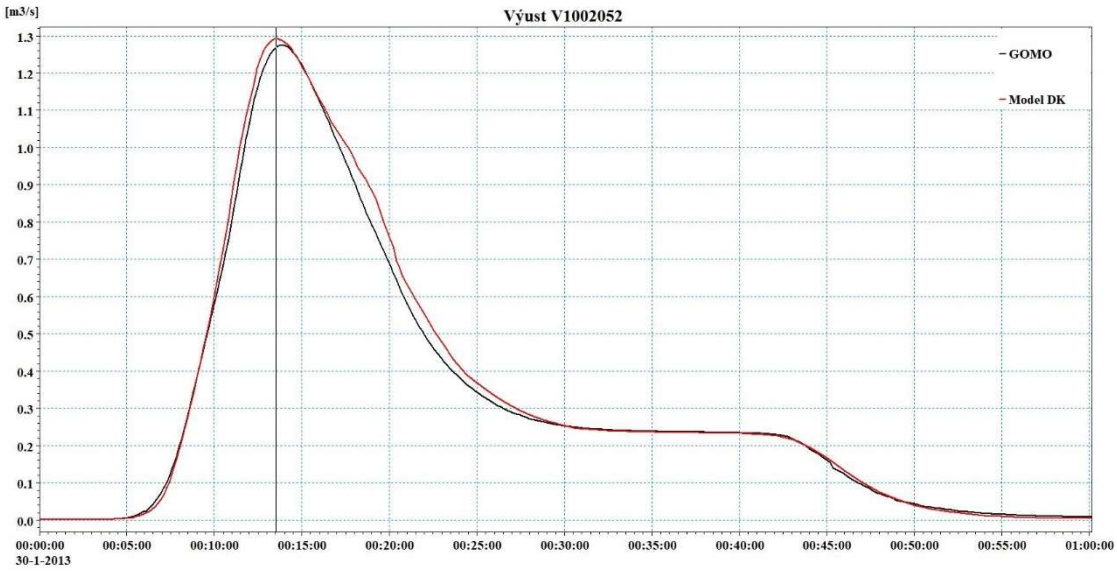


Graf 4 Porovnání průtokových křivek před kalibrací na OK Františkov

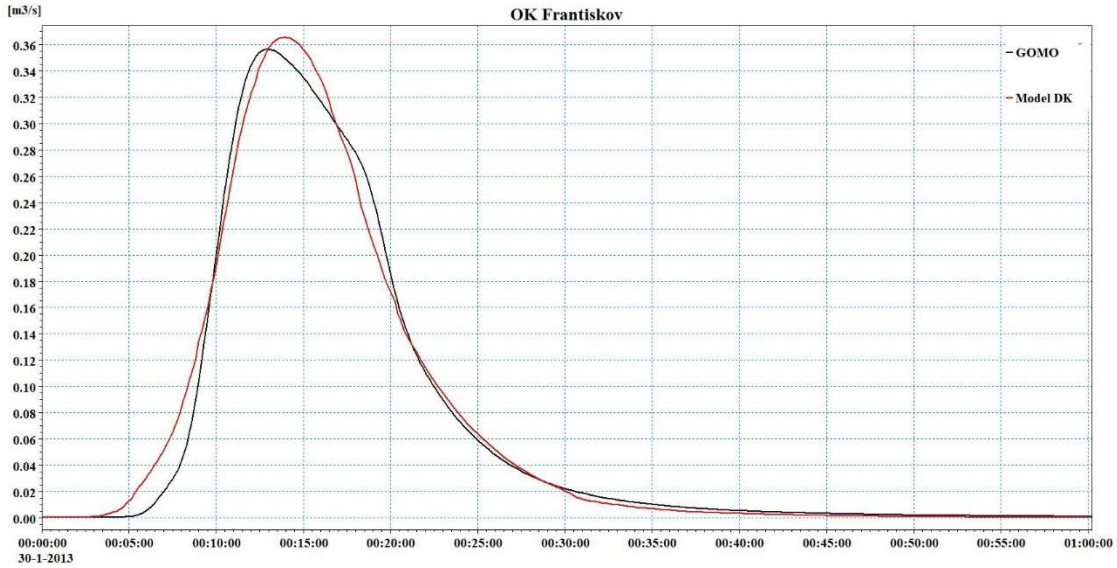
Kalibrace probíhala v prostředí MIKE URBAN. Základními nástroji pro zkalibrování modelu je úprava redukčního faktoru u jednotlivých dílčích povodí a změna doby koncentrace odtoku. Redukční faktor ovlivňuje množství odpadních vod a srovnává nám tedy průtokové křivky z hlediska množství. Doba koncentrace odtoku vody z povodí nám pak srovnává průtokové křivky z hlediska časového průběhu. V rámci kalibrace modelu byla celá zájmová oblast rozdělena na 3 dílčí povodí, u kterých bylo pracováno s výše zmíněnými parametry a metodou „pokus-omyl“ byly prováděny simulace do doby, než byly odchylky výsledků kalibrovaného modelu v souladu s předpokladem odchýlení maximálně do 10 % od kalibrovaného modelu GOMO. Výsledné křivky po dokončení kalibrace modelu jsou znázorněny v následujících grafech.



Graf 5 Porovnání průtokových křivek po kalibraci na OK Na Baranovci



Graf 6 Porovnání průtokových křivek po kalibraci na výusti V1002052



Graf 7 Porovnání průtokových křivek po kalibraci na OK Františkov

Na základě těchto výsledných křivek lze kalibraci považovat za úspěšnou a model stokové sítě zájmové lokality lze použít pro posouzení stávajícího stavu a posouzení navrhovaných opatření.

4.2.5 Simulace modelu stávajícho stavu stokové sítě a navrhovaných opatření

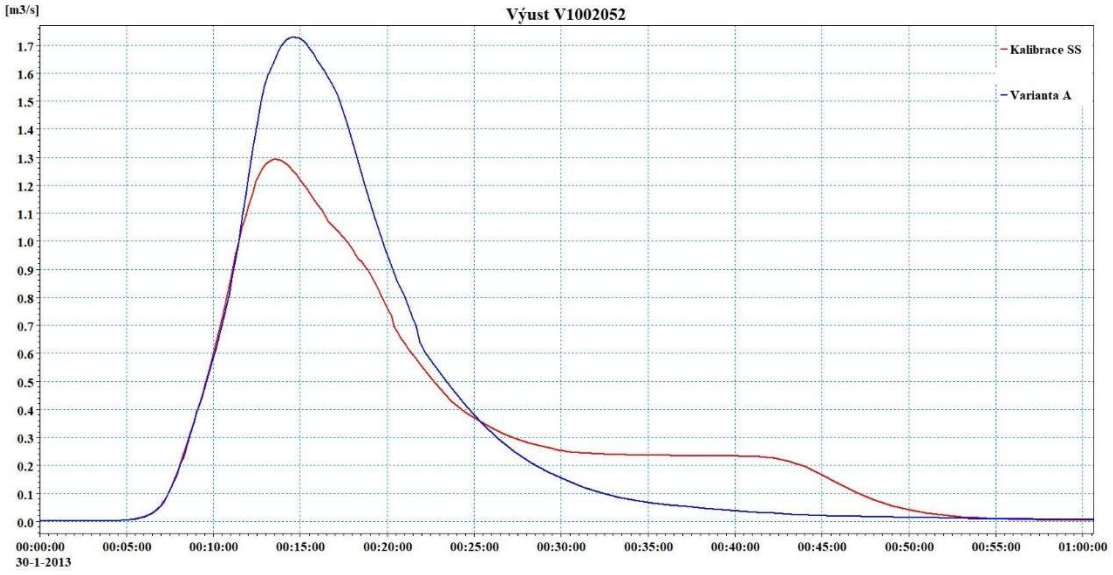
Výsledky simulace kalibrovaného modelu posloužily jako podklad pro posouzení stávajícího stavu stokové sítě. Současně byly v programu MIKE URBAN provedeny simulace jednotlivých variant navrhovaných opatření A, B a C. V následujících kapitolách budou uvedeny informace k hydrotechnickým výpočtům těchto variant.

4.2.5.1 Model stávajícího stavu stokové sítě

Tento model sloužil pro posouzení stávajícího stavu stokové sítě v zájmové lokalitě. Posuzována byla zejména kapacita jednotlivých stok a jejich případné přetížení. Jak již bylo dříve v textu uvedeno, maximální povolené přetížení stok bylo 5 minut trvání tlakového proudění. Tomuto kritériu nevyhovělo celkově 52 úseků stokové sítě. Součástí příloh diplomové práce jsou vybrané podélné profily znázorňující simulaci průtoku a maximální tlakovou čáru na posuzovaných stokách v rámci modelu stávajícího stavu. Průtokové křivky simulace stávajícího stavu sítě odpovídají červeně znázorněným křivkám v Graf 5, Graf 6 a Graf 7.

4.2.5.2 Model varianty opatření A

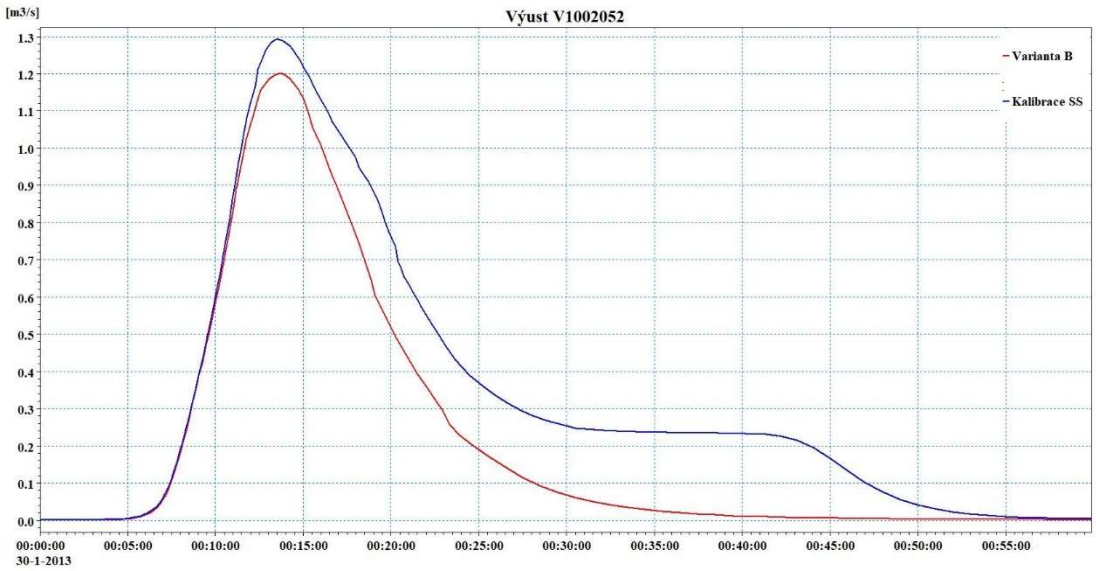
Varianta opatření A navrhuje pouze redimenzaci všech nekapacitních úseků stokové sítě. Tyto úseky spadaly pod povodí směřující k výusti V1002052. Byly tedy prováděny změny dimenzí nevyhovujících úseků a následně byly prováděny simulace tohoto nového stavu stokové sítě. Jednotlivé změny dimenzí sebou však přinášely problémy spojené se zrychlováním odtoku v horních povodích a delších tlakových proudění ve spodních částech povodí. Bylo tedy nutno tyto dimenze po trase optimalizovat tak, aby pokud možno k tlaku v redimenzovaných úsecích nedocházelo nebo pouze na krátkou dobu. Předimenzování by bylo taktéž nežádoucí, a to z důvodu vyšší ekonomické náročnosti opatření, ale také z důvodu výrazného zmenšení rychlostí a rizikům s tím spojených. Podélné profily vybraných úseků nového stavu stokové sítě jsou součástí příloh diplomové práce. Z hlediska průtokových křivek uvádím křivku z výusti V1002052, kam směřují veškeré redimenzované úseky. Průtoková křivka na nátoku do OK Františkov zůstává beze změn. Na Graf 8 můžeme vidět, že oproti původnímu stavu (modrá křivka) došlo ke zrychlení odtoku odpadních vod a vyššímu vrcholu průtoku (červená křivka). Objemově jsou však průtočné křivky shodné.



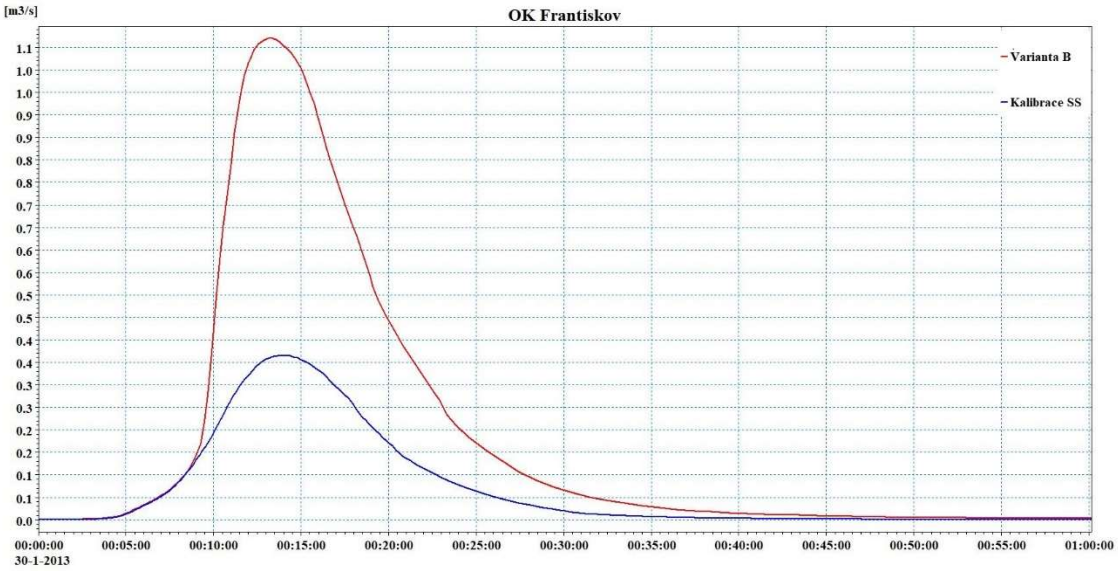
Graf 8 Průtoková křivka na výusti V1002052 po aplikaci varianty A

4.2.5.3 Model varianty opatření B

Varianta opatření B navrhuje přepojení dešťové stoky vedoucí od OK Na Baranovci do dešťové stoky vedoucí k OK Františkov, oproti stávajícímu směru stoky k výusti V1002052. Toto přepojení má za důsledek výrazné zmenšení množství odpadních vod tekoucích od ulice Občanská k výusti V1002052. Vzhledem k tomu, že právě tyto úseky od ulice Občanská vykazují v současném stavu největší problémy s kapacitou, dochází tímto převedením vod k výrazné úspoře nutnosti redimenzovat. Největší podíl redimenzovaných úseků této varianty je tedy v horních částech zájmové lokality a pod plánovaným zrušeným objektem OK Na Baranovci. Za místem přepojení je plánována redimenzace jen několika úseků. Do návrhu výměny výkopem byla zadána posuzovaná část stoky v rámci stavebně-technického stavu, která se částečně týká i ulice Občanská a Na Bunčáku. Z hlediska hydrauliky dochází také ke zmíněnému zrušení stávajícího objektu OK a nahrazení novým úsekem stokové sítě. Podélné profily vybraných úseků nového stavu stokové sítě jsou součástí příloh diplomové práce. Na následujících grafech můžeme vidět průtokové křivky na nátoku do OK Františkov, kam při této variantě směřuje většina vod a dále v místě výusti V1002052.



Graf 9 Průtoková křivka na výusti V1002052 po aplikaci varianty B

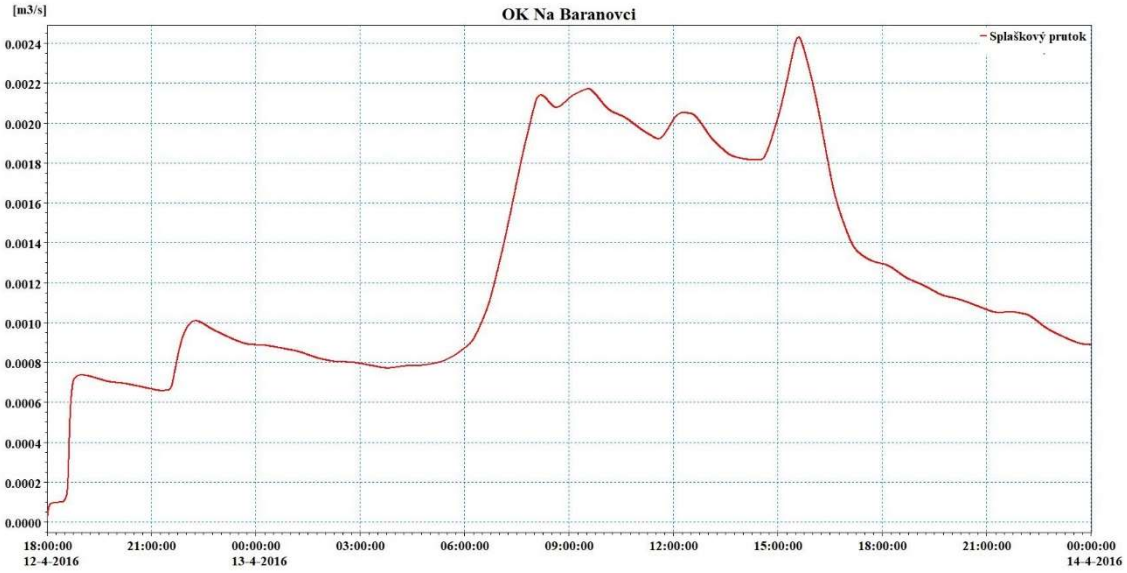


Graf 10 Průtoková křivka na OK Františkov po aplikaci varianty B

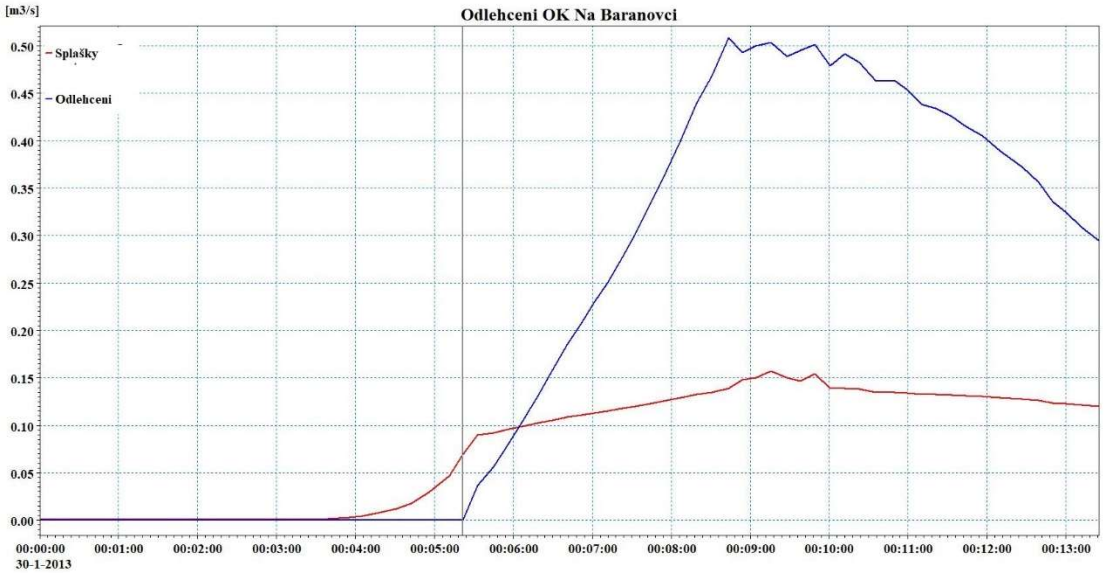
4.2.5.4 Model varianty opatření C

Model varianty opatření C simuluje návrh v podobě přepojení splaškového odtoku z OK Na Baranovci do nově budované jednotné stoky, která směřuje k OK Františkov místo stávajícího směru k septiku a výusti V1002052. Díky tomuto přepojení se může zrušit objekt septiku a splaškové vody z horního povodí nad OK Na Baranovci mohou téct směrem na ÚČOV. Z hlediska kapacity stok zájmové lokality je nutno redimenzovat většinu úseků obdobně jako ve variantě opatření A. Směr většiny dešťového průtoku z oblasti totiž zůstává zachován ve směru k výusti V1002052.

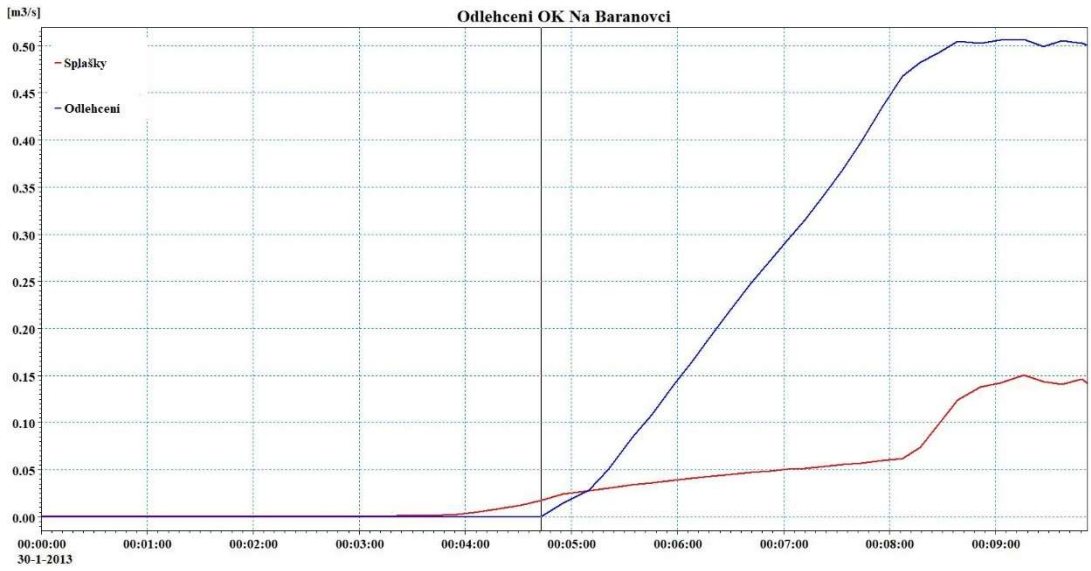
Součástí navrhovaných opatření je také snížení přelivných hran v OK Na Baranovci o 10 cm ze stávající úrovně 255,39 m n.m. na hodnotu 255,29 m n.m. Toto opatření má za důsledek zmenšení ředícího poměru při odlehčení a zmenšení průtoku dešťových vod směrem na ÚČOV. Maximální splaškový nátok na OK je 2,4 l s^{-1} (Graf 11). Při stávající výšce přelivných hran dochází k přepadu do odlehčení až při ředícím poměru 1:30,2. Tuto situaci znázorňuje Graf 12. Při snížení přelivných hran až o 10 cm dochází k přepadu do odlehčení za ředícího poměru 1:9,4, který splňuje doporučovanou hodnotu 1+m>7. Nový stav je znázorněn na Graf 13. Podélné profily vybraných úseků nového stavu stokové sítě jsou součástí příloh diplomové práce. V rámci této varianty opatření uvádím porovnání průtokových křivek na nátoku do OK Na Baranovci (Graf 14). Vzhledem k přibližně obdobným množstvím vod natékajících na OK Františkov a na výusť V1002052 jako tomu bylo u varianty A, neuvádím již porovnání těchto průtokových křivek.



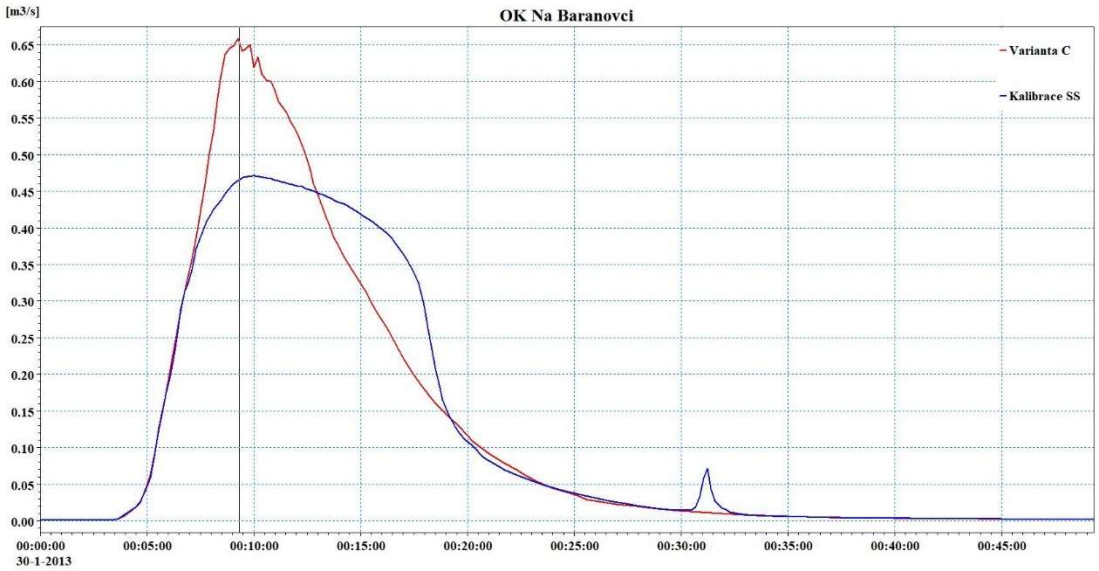
Graf 11 Průtoková křivka splaškového průtoku na nátoku do OK Na Baranovci



Graf 12 Ředící poměr při stávající výšce přelivných hran OK Na Baranovci



Graf 13 Ředicí poměr při snížené výšce přelivných hran OK Na Baranovci



Graf 14 Průtoková křivka na OK Na Baranovci po aplikaci varianty C

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo provést posouzení stokové sítě v zájmové lokalitě na Slezské Ostravě a návrh obnovy nebo rozšíření této sítě. Práce byla dělena na průvodní zprávu, technickou zprávu a hydrotechnické výpočty. V rámci průvodní zprávy byly uvedeny charakteristické údaje o zájmovém území a také cíle samotného posouzení stokové sítě. Posouzení stokové sítě zájmové lokality se skládalo ze stanovení stavebně-technického stavu stokové sítě, jejího hydraulického posouzení včetně návrhu opatření a také ekonomického zhodnocení navrhovaných variant opatření. Jednotlivá posouzení a jejich výsledky jsou popsány v technické zprávě.

Úvodem technické zprávy je podrobný popis odkanalizování zájmového území včetně popisu provozovatele stokové sítě společnosti OVAK a.s. Pro získání lepší představy o podmínkách v zájmové lokalitě byla provedena osobní rekognoskace terénu, jejíž dokumentace a výsledky jsou součástí technické zprávy. První částí posouzení bylo zhodnocení stavebně-technického stavu vybraných stok. Úvodem kapitoly byla nastíněna metodika zatřídění poruch a také byly popsány nejčastější typy poruch na stokových sítích a jejich vliv na provozování. Samotné posouzení pak bylo provedeno na 22 úsecích stokové sítě vybraných provozovatelem. Na základě zjištěných poruch byly jednotlivé úseky zatříděny do kategorií stavebně-technického stavu a byla doporučena metoda jejich sanace. Velká část posuzovaných úseků vykazovala značné množství závažných poruch jako je koroze, překážky v odtoku nebo netěsnosti. Zejména úseky, na kterých byla zjištěna koroze, vykazovaly již značnou míru degradace materiálu trub. Na základě této skutečnosti byla většina úseků doporučena k výměně otevřeným výkopem.

Druhou částí technické zprávy bylo hydraulické posouzení stávajícího stavu stokové sítě. Součástí úvodu kapitoly bylo rešeršní zpracování informací o Generelu odvodnění města Ostravy, postupu jeho vzniku a účelech. Následně byl pro účely hydraulického posouzení v programu MIKE URBAN sestaven a zkalibrován hydraulický model stokové sítě zájmové lokality. V rámci simulací byla stoková síť zatížena zatěžovací srážkou a byla posuzována zejména její kapacita. Dle metodiky provozovatele byly veškeré úseky posouzeny na tlaková proudění a následně byl stanoven počet nevyhovujících úseků. Na základě těchto výsledků a výsledků stavebně-technického stavu byly zpracovány a simulovány 3 varianty obnovy nebo rozšíření stokové sítě. Jednotlivé varianty opatření nabízí provozovateli a vlastníkovi infrastruktury různorodá řešení pro zlepšení kvality odvádění odpadních vod. Závěrem posouzení bylo provedeno ekonomické zhodnocení navrhovaných variant opatření. Na základě posouzení technicko-ekonomických aspektů doporučuji zvolení varianty B, viz kapitola „Zhodnocení variant navrhovaných opatření“.

Poslední částí projektu jsou hydrotechnické výpočty. Úvodem byl popsán používaný program MIKE URBAN a jeho výpočtové jádro. Z hlediska hydrotechnických výpočtů byla dále popsána tvorba modelu, jeho kalibrace a následné simulace stávajícího stavu stokové sítě a jednotlivých navrhovaných variant opatření. Výsledky těchto simulací jsou komentovány v textu společně s ukázkami vybraných průtokových křivek v kalibrovaných uzlech.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

[1] *Mapy.cz* [online]. [cit. 2019-12-15]. Dostupné z: https://mapy.cz/zakladni?x=18.2983048&y=49.8403109&z=15

[2] Atlas vodních toků povodí Odry: Ostravice. *Povodí Odry státní podnik* [online]. [cit. 2019-12-15]. Dostupné z: https://www.pod.cz/atlas_toku/ostravice.html

[3] Územní srážky: ČHMÚ. *Český hydrometeorologický ústav* [online]. [cit. 2019-12-15]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky

[4] *ORP Ostrava: Povodňový plán ORP* [online]. [cit. 2019-12-15]. Dostupné z: http://dpporp.hzsmsk.cz/orpost_charakteristika-zajmoveho-uzemi/

[5] Vrtná prozkoumanost: Mapa vrtné prozkoumanosti. *Česká geologická služba* [online]. [cit. 2019-12-15]. Dostupné z: https://mapy.geology.cz/vrtna_prozkoumanost/

[6] Geologická mapa 1:50 000. *Česká geologická služba* [online]. [cit. 2019-12-15]. Dostupné z: https://mapy.geology.cz/geocr50/

[7] *Výroční zpráva 2018: Ostravské vodárny a kanalizace a.s.* [online]. In: . Ostrava [cit. 2019-12-17].

[8] KOMŮRKA, Radek. *Ústní sdělení: Provoz kanalizace Ovak a.s.* 2019.

[9] MICHALČÁK, Peter. *Kanalizační řád kanalizace pro veřejnou potřebu statutárního města Ostravy: Provozní předpis Ovak a.s. KŘ/61/01*. Ostrava, 2019.

[10] XIE, Qian, Dawei LI, Jinxuan XU, Zhenghao YU a Jun WANG. Automatic Detection and Classification of Sewer Defects via Hierarchical Deep Learning. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering* [online]. vol. 16. 2019, **16**(4), 1836-1847 [cit. 2020-01-06]. DOI: 10.1109/TASE.2019.2900170. ISSN 1545-5955. Dostupné z: https://ieeexplore.ieee.org/document/8664657/

[11] RACLAVSKÝ, Jaroslav, Petr PRAX, Karel VOLDÁN, David KÖHLER a Pavel DVOŘÁK. *Odborné posouzení vybrané části stokové sítě ve městě Znojmo prostřednictvím provedení kamerového průzkumu: Výzkumná zpráva centra AdMaS SR 12757163*. Brno, 2017.

[12] *ČSN EN 752 Odvodňovací systémy vně budov*. Praha: Český normalizační institut, 2008.

[13] *Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a změně a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)*. In: . b.r.

[14] Metoda KAWO: Bezvýkopová inverzní technologie pro sanaci kanalizačních sběračů. *Wombat s.r.o.* [online]. [cit. 2020-01-02]. Dostupné z: https://www.wombat.cz/metoda-kawo-bezvykopova-inverzni-technologie-pro-sanaci-kanalizacnich-sberacu/

[15] BEHESHTI, Maryam a Sveinung SæGROV. Quantification Assessment of Extraneous Water Infiltration and Inflow by Analysis of the Thermal Behavior of the Sewer Network. *Water* [online]. vol. 10. 2018, **10**(8) [cit. 2020-01-06]. DOI: 10.3390/w10081070. ISSN 2073-4441. Dostupné z: http://www.mdpi.com/2073-4441/10/8/1070

[16] *Metodická příručka: Posouzení stokových systémů urbanizovaných povodí* [online]. In: . Státní fond životního prostředí, 2009 [cit. 2020-01-02].

[17] *Generel odvodnění města Ostravy (GOMO): Prezentace průběžných výsledků*. Ostrava, 2013.

[18] *Prováděcí projekt k postupu prací: GOMO*. Ostrava, 2011.

[19] *Prováděcí projekt k postupu prací GOMO: Monitoring stokové sítě*. Ostrava, 2012.

[20] *Člunkový srážkoměr FIEDLER SR03/RD* [online]. [cit. 2019-12-29]. Dostupné z: https://worldwide.dhigroup.com/cz/monitoring/podpora

[21] EL-HOUSNI, Hind, Sophie DUCHESNE a Alain MAILHOT. Predicting Individual Hydraulic Performance of Sewer Pipes in Context of Climate Change. *Journal of Water Resources Planning and Management* [online]. vol. 145. 2019, **145**(11) [cit. 2020-01-06]. DOI: 10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0001127. ISSN 0733-9496. Dostupné z: http://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29WR.1943-5452.0001127

[22] ŠIMKOVÁ, Hana, Jakub KOTRLA a Martin KOLMISTR. *Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury obcí: Aktualizace 2019* [online]. In: . Brno: Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2019 [cit. 2020-01-02].

[23] *Modelling of stormwater drainage networks and sewer colletction systems using MIKE URBAN* [online]. In: . DHI a.s. [cit. 2020-01-03].

[24] MOUSE Runoff: Reference Manual. In: *MIKE 2019* [online]. DHI a.s., 2019 [cit. 2020-01-03].

[25] MOUSE Pipe Flow: Reference Manual. In: *MIKE 2019* [online]. DHI a.s., 2019 [cit. 2020-01-03].

[26] *Vyhláška č. 428/2001 Sb. Ministerstva zemědělství*. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2001.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Lokalizace zájmového území v rámci regionu [1] 12

Obr. 2 Detailní lokalizace zájmového území [1] 13

Obr. 3 Vstup do OK Na Baranovci [OVAK a.s.] 16

Obr. 4 Vnitřní prostory OK Na Baranovci [OVAK a.s.] 16

Obr. 5 Pohled na vstup do septiku Na Baranovci [OVAK a.s.] 17

Obr. 6 Pohled do septiku Na Baranovci [OVAK a.s.] 17

Obr. 7 Pohled na výusť V1002052 do řeky Ostravice [OVAK a.s.] 18

Obr. 8 Areál dolu Petr Bezruč 20

Obr. 9 Areál dolu Petr Bezruč 20

Obr. 10 Odplyňovací vrt 20

Obr. 11 Rekognoskace území 20

Obr. 12 Rekognoskace území 21

Obr. 13 Rekognoskace území 21

Obr. 14 Rekognoskace území 22

Obr. 15 Bývalý areál dolu Petr Bezruč 22

Obr. 16 Zástavba na ulici Na Františkově 23

Obr. 17 Zástavba na ulici Na Bunčáku 23

Obr. 18 Zástavba na ulici Na Šestém 23

Obr. 19 Benzinová stanice na ulici Těšínská 24

Obr. 20 Skladovací prostory na ulici Těšínská 24

Obr. 21 Prorůstající kořeny na úseku u25 [OVAK a.s.] 30

Obr. 22 Překážky v odtoku na úseku u25 [OVAK a.s.] 31

Obr. 23 Překážka v odtoku na úseku u26 [OVAK a.s.] 31

Obr. 24 Překážka v odtoku na úseku u28 [OVAK a.s.] 32

Obr. 25 Netěsný spoj na úseku u29 [OVAK a.s.] 33

Obr. 26 Silná koroze na úseku u01 [OVAK a.s.] 34
Obr. 27 Zborcení na úseku u01 [OVAK a.s.] 34
Obr. 28 Netěsný spoj na úseku u05 [OVAK a.s.] 35
Obr. 29 Podélná trhlina na úseku u05 [OVAK a.s.] 35
Obr. 30 Neodborně zabudovaná přípojka a koroze na úseku u06 [OVAK a.s.] 36
Obr. 31 Koroze na úseku u07 [OVAK a.s.] 36
Obr. 32 Deformace potrubí na úseku u08 [OVAK a.s.] 37
Obr. 33 Koroze na úseku u09 [OVAK a.s.] 37
Obr. 34 Silná koroze a netěsnost spojů na úseku u17 [OVAK a.s.] 38
Obr. 35 Štěrkový sediment na úseku u18 [OVAK a.s.] 39
Obr. 36 Chybějící části stěn a vrůstající kořeny na úseku U10 [OVAK a.s.] 40
Obr. 37 Koroze a podélné trhliny na úseku U11 [OVAK a.s.] 40
Obr. 38 Přesazená přípojka na úseku U15 [OVAK a.s.] 41
Obr. 39 Chybějící část stěny na úseku U16 [OVAK a.s.] 41
Obr. 40 Rozsah zájmového území GOMO [17] 43
Obr. 41 Člunkový srážkoměr FIEDLER SR03 [17] 45
Obr. 42 Ukázka instalace hladinoměru [17] 46
Obr. 43 Ukázka instalace průtokoměru ADS 3600 [17] 47
Obr. 44 Ukázka hydrogramů před a po kalibraci simulačního modelu [17] 48
Obr. 45 Původní situace lokality okolo OK Na Baranovci 54
Obr. 46 Nová situace lokality okolo OK Na Baranovci 54
Obr. 47 Původní situace oblasti Na Baranovci okolo plánovaného přepojení stoky 55
Obr. 48 Nový stav po přepojení dešťové stoky v oblasti Na Baranovci 55
Obr. 49 Nový stav stokové sítě po zrušení septiku Na Baranovci 58
Obr. 50 Výřez hydrotechnické situace zájmového území 67
Obr. 51 Ukázka tvorby mapy využití území 68

Obr. 52 Ukázka tvorby mapy využití území 68

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Limity pro vypouštění OV z výusti V1002052 [9] 18

Tab. 2 Kategorie zatřídění stavebně-technického stavu stokových sítí dle ÚVHO FAST VUT BRNO [11] 25

Tab. 3 Seznam posuzovaných stok pro stanovení stavebně-technického stavu 29

Tab. 4 Nevyhovující úseky stokové sítě z modelu stávajícího stavu stokové sítě 50

Tab. 5 Návrh redimenzace v rámci modelu varianty A 51

Tab. 6 Návrh opatření v rámci modelu varianty B 56

Tab. 7 Návrh dodatečných sanací v rámci varianty B 57

Tab. 8 Návrh opatření v rámci varianty C 59

Tab. 9 Náklady na provedení opatření varianty A 61

Tab. 10 Náklady na provedení opatření varianty B 61

Tab. 11 Náklady na provedení opatření varianty C 61

Tab. 12 Souhrnná tabulka nákladů pro jednotlivé varianty opatření 62

Tab. 13 Zadaná procenta nepropustnosti jednotlivých povrchů [26] 69

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Ukázka zatěžovacího deště [OVAK a.s.] 70

Graf 2 Porovnání průtokových křivek před kalibrací na OK Na Baranovci 71

Graf 3 Porovnání průtokových křivek před kalibrací na výusti V1002052 71

Graf 4 Porovnání průtokových křivek před kalibrací na OK Františkov 72

Graf 5 Porovnání průtokových křivek po kalibraci na OK Na Baranovci 72

Graf 6 Porovnání průtokových křivek po kalibraci na výusti V1002052 73

Graf 7 Porovnání průtokových křivek po kalibraci na OK Františkov..... 73

Graf 8 Průtoková křivka na výusti V1002052 po aplikaci varianty A 74

Graf 9 Průtoková křivka na výusti V1002052 po aplikaci varianty B..... 75

Graf 10 Průtoková křivka na OK Františkov po aplikaci varianty B 76

Graf 11 Průtoková křivka splaškového průtoku na nátoku do OK Na Baranovci..... 77

Graf 12 Ředící poměr při stávající výšce přelivných hran OK Na Baranovci 77

Graf 13 Ředicí poměr při snížené výšce přelivných hran OK Na Baranovci..... 78

Graf 14 Průtoková křivka na OK Na Baranovci po aplikaci varianty C 78

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

ČOV	čistírna odpadních vod
ÚČOV	ústřední čistírna odpadních vod
OK	odlehčovací komora
ČSN	česká technická norma
DN	jmenovitá světlost potrubí [mm]
CIPP	Cured In Place Pipe
OVAK	Ostravské vodárny a kanalizace a.s.
GOMO	Generel odvodnění města Ostravy
ŽB	železobeton
DHI	Danish Hydraulic Institute
SWMM	Storm Water Management Model
GIS	geografický informační systém
WMS	webové mapové služby
ČÚZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
ZIS	zákaznický informační systém

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 – Mapa vrtné prozkoumanosti zájmové lokality

Příloha 2 – Schématická situace odkanalizování zájmové oblasti

Příloha 3 – Souhrnná tabulka zjištěných poruch a návrhu sanace stokové sítě

Příloha 4 – Situace stávajícího stavu stokové sítě (M 1:2 000)

Příloha 5 – Hydrotechnická situace (M 1:2 000)

Příloha 6 – Mapa využití území – Land Use (M 1:2 000)

Příloha 7 – Situace stokové sítě varianty opatření A (M 1:2 000)

Příloha 8 – Situace stokové sítě varianty opatření B (M 1:2 000)

Příloha 9 – Situace stokové sítě varianty opatření C (M 1:2 000)

Příloha 10 – Podélné profily vybraných úseků stokové sítě jednotlivých variant

Příloha 11 – CD s kamerovým průzkumem a fotografiemi

SUMMARY

The objective of the presented diploma thesis was to carry out an assessment of the sewer network in the area of interest in Silesian Ostrava and a proposal for the renewal or extension of this network. The diploma thesis was divided into accompanying report, technical report and hydrotechnical calculations. The accompanying report included data on the area of interest and the objectives of the assessment of the sewer network itself. The assessment of the sewer network of the site of interest was focused on determining the construction and technical condition of the sewer network, its hydraulic analysis, including designing measures and economic evaluation of the proposed variants of measures. The individual assessments and their results are described in the technical report.

In the introduction of the technical report there is a detailed description of the sewerage system of the area of interest, including a description of the sewer network operator of OVAK a.s. A personal reconnaissance of the terrain in the area of interest has been done; its documentation and results are included in the technical reports. The first step of the assessment was to determine the construction and technical conditions of selected sewers. The methodology of classification of sewer network failures, the most frequently observed types and their impact on sewer network operation were outlined in the introduction of this part of the thesis. The assessment has been done on 22 sections of the sewer network selected by the operator. Based on the detected defects the sections were classified into the categories of construction-technical state and a rehabilitation method was proposed. A significant part of the sections considered are subject to a numerous serious failure, such as corrosion, barriers of runoff or leakage. In particular, the sections with identified corrosion disclose already a considerable degree of degradation of the tube material. Based on this fact, the option of replacing them by the open excavation was recommended.

The second part of the diploma thesis is focused on hydraulic assessment of the existing state of the sewer network. In this section the review on drainage system plan of Ostrava City, its origin and purposes were presented. Then, hydraulic model of the sewer network of the locality was set up and calibrated in MIKE URBAN software. Within simulations, the sewerage network was loaded by a load precipitation and capacity of sewerage network was assessed. According to the operator's methodology, all sections were assessed on the pressure flow and the number of non-compliant sections was determined. Based on these results and the results of construction-technical conditions, 3 variants of the renewal or extension of the sewer network were processed and simulated. The different options of the measures provide the infrastructure manager and owners with a diverse solution to improve the quality of wastewater disposal. At the end of the assessment, the economic evaluation of the proposed variants of the measures was demonstrated. Based on the assessment of the technical and economic aspects, I recommend the choice of option B, see the chapter "Evaluation of variants of the proposed measures".

Hydrotechnical calculations represent the final part of diploma thesis. At the beginning of chapter, MIKE URBAN software and its computational core is described. From the point of view of hydrotechnical calculations, method of model set up, its calibration and simulations of the current state of the sewer network and individual proposed variants of measures are described. The results of these simulations are commented in the text together with samples of selected flow curves in calibrated nodes.