

AKTUALIZACE A SPRÁVA GENERELU ODVODNĚNÍ MĚSTA BRNA – ČÁST KANALIZACE

01 – Monitoring

Měrné profily: MP01 - MP15, MP21, MP22, MP24

Provozní měření BVK a stálé měření srážek BVK

01-A1 SOUHRNNÁ ZPRÁVA, ČÁST 1

B | R | N | O

Pare

Září 2020

Objednatel: **Statutární město Brno**

Zhotovitel: **Aktualizace a správa Generelu odvodnění města Brna –
část Kanalizace – AQUATIS – DHI – JVP**

OBSAH

1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE	4
1.1 Základní údaje o objednateli	4
1.2 Základní údaje o zhotoviteli	4
2 MONITORING PRO AGOMB	4
2.1 Význam a účel monitoringu pro zpracování AGOmB	4
2.2 Organizace prací	5
2.2.1 Zúčastněné subjekty	5
2.2.2 Vazba na provozovatele	5
2.2.3 Bezpečnost práce	5
2.3 Příprava a založení monitorovacího systému	6
2.3.1 Čas a časový krok záznamů z měření	7
2.3.2 Systém značení měrných profilů	7
2.4 Měrné profily a použitá měřicí technika	7
2.4.1 Měření průtoků	7
2.4.2 Provozní měření BVK	10
2.4.3 Stále měření srážek BVK	15
2.5 Instalace, odinstalace a údržba přístrojů	16
2.5.1 Průtokoměry	16
2.6 Sběr dat	17
2.6.1 Údržba průtokoměrů	17
2.6.2 Výpadky měření	17
2.7 Kalibrace měřících přístrojů	18
2.7.1 Přehled pracovních etalonů a měřidel použitých při kalibraci	18
2.7.2 Kalibrace průtokoměru	19
2.8 Zpracování naměřených dat	20
2.8.1 Programový prostředek Gandalf	20
2.8.2 Zpracování dat provozního měření a stálého měření srážek	20
2.8.3 Zpracování dat o průtocích	20
2.9 Výstupy z měrné kampaně	21
2.9.1 Forma předávaných dat v digitální formě	21
2.9.2 Systém značení datových souborů	22
2.10 Vazby na další aktivity v rámci AGOmB	22
2.11 Závěr	23

1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

1.1 Základní údaje o objednateli

Název: Statutární město Brno
www.bрно.cz
Se sídlem: Dominikánské nám. 1, 602 00 Brno
Odbor: Odbor územního plánování a rozvoje
Se sídlem: Kounicova 67, 601 67 Brno

1.2 Základní údaje o zhotoviteli

Název: Aktualizace a správa Generelu odvodnění města Brna –
část Kanalizace – AQUATIS – DHI – JVP
Sdružení firem: AQUATIS a.s.
DHI a.s.
JV PROJEKT VH s.r.o.
Vedoucí sdružení: AQUATIS a.s.
www.aquatis.cz
Se sídlem: Botanická 834/56, 602 00 Brno

2 MONITORING PRO AGOMB

Monitoringem rozumíme způsob poznání reálného provozního stavu a vývoje systému odvodnění na základě provedených a vyhodnocených kvantitativních a kvalitativních měření všech prvků odvodnění. Monitoringem tedy nelze nazývat jednotlivá měření bez dalších vazeb. Monitoring je prostředkem pro sledování provozní funkčnosti systému odvodnění a dále pro kalibraci a verifikaci matematických modelů vyhodnocujících jednotlivé provozní stavy či potvrzujících (nebo vyvracejících) předpokládané chování systému. Přímá souvislost monitoringu a matematického modelování je oboustranná (jako např. řízení v reálném čase coby extrémní případ). Dobře navržený systém monitoringu zajišťuje vhodné podklady pro vyhodnocení trendů jednotlivých parametrů prvků odvodnění.

2.1 Význam a účel monitoringu pro zpracování AGOMB

Monitoring v povodí zájmového území AGOMB představuje jeden ze základních technologických pilířů metodiky zpracování AGOMB. Monitoring je navázán na systém zpracování AGOMB a koncepce monitoringu vychází z koncepce řešení AGOMB. Na základě definice je možné konstatovat, že monitoring podává uživateli soubor informací o tom, jak se chová systém odvodnění, jak tento systém funguje a jak se mění. Z tohoto pohledu představuje měření jeden ze základních zdrojů informací a cíle monitoringu pro AGOMB lze definovat v následujících bodech:

- Validace reálných průtokových poměrů na stokové síti
- Kalibrace a verifikace matematického modelu stokové sítě
- Podklad pro posouzení hydraulické spolehlivosti a rizik na stokové síti

2.2 Organizace prací

Organizace měření pro tak rozsáhlý projekt výrazně ovlivňuje efektivitu nemalých prostředků vložených do této části projektu. Nejedná se jen o vlastní organizování měřících prací, ale také o toky dat v rámci měření, časové intervaly měření, formáty souborů naměřených hodnot apod.

2.2.1 Zúčastněné subjekty

Vzhledem ke komplexnosti a rozsahu měření (ale i vzhledem k mnoha specifickým faktorům celého procesu, jako jsou např. podmínky vstupu do kanalizace apod.) se na jeho realizaci podílí více subjektů. Realizace měrné kampaně byla zajišťována měřičskými týmy DHI a.s. a Pražských vodovodů a kanalizací, a.s., (dále PVK). V rámci kampaně byla využívána data ze stávajících měření provozovatele BVK a.s. Tato zpráva zahrnuje měření realizované DHI a.s a data ze stávajících měření provozovatele BVK a.s.

2.2.2 Vazba na provozovatele

V rámci realizace měrné kampaně jsou činnosti související s měřením koordinovány se zástupci provozu BVK tak, aby byla zajištěna nejen přímá vazba provozovatele na zjištěný aktuální stav systému, ale aby i na druhou stranu byla minimalizována možná bezpečnostní rizika na straně zpracovatelského týmu (vzájemná informovanost o provozních stavech, úpravách, přepojeních, atd.).

2.2.3 Bezpečnost práce

Práce prováděné v rámci monitoringu jsou realizovány v prostředí kanalizace. Dalším rysem těchto prací je skutečnost, že pracoviště (měrný profil) se často nachází ve vozovce. Z těchto důvodů je třeba bezpodmínečně dodržovat pravidla BOZP.

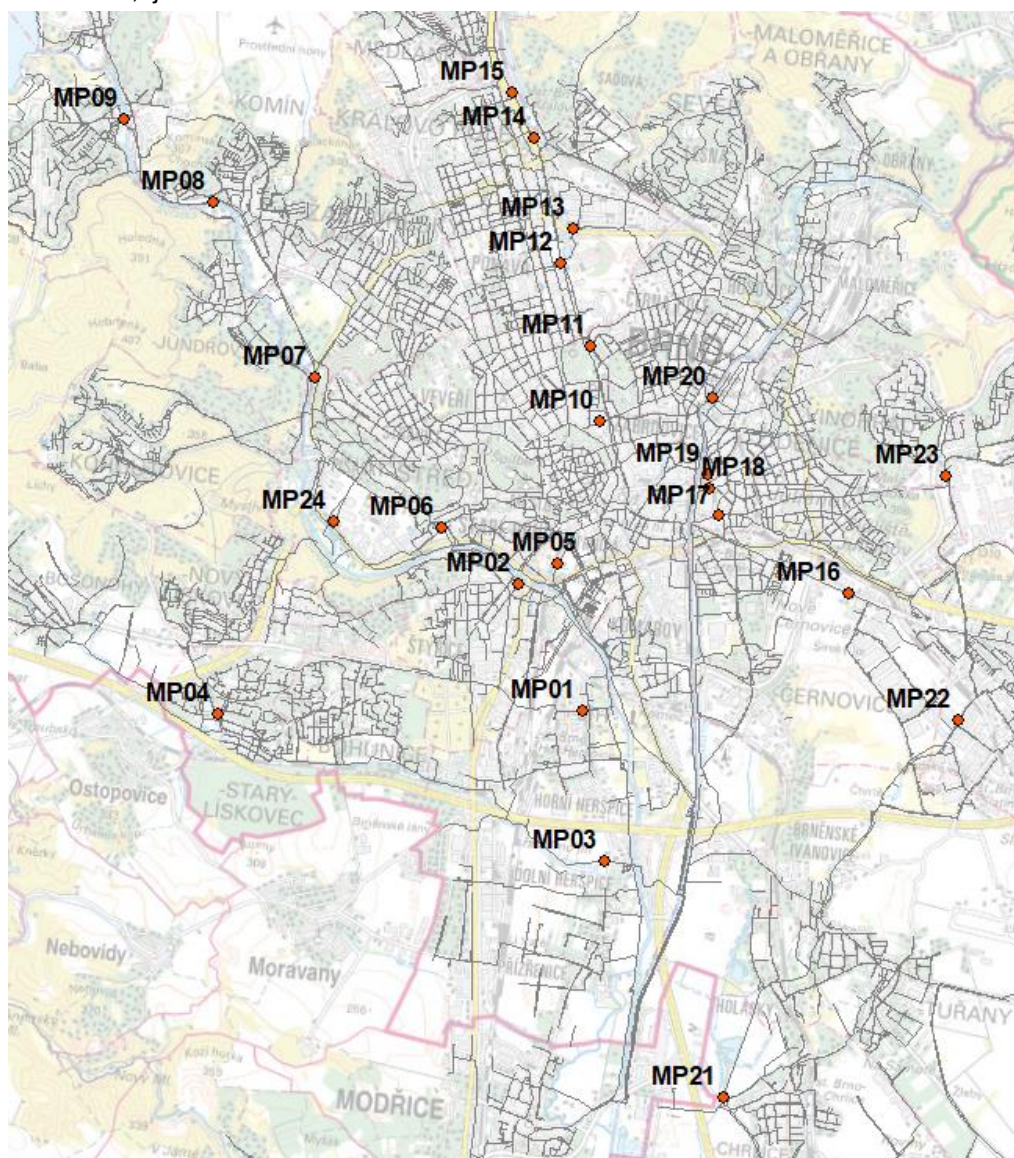
Monitorovací týmy, které realizovaly měření pro AGOmB, jsou řádně proškoleny pro práci v kanalizaci a vybaveny technikou pro osobní zabezpečení pracovníků (detektory plynů, přilby, lana, úvazky apod) tak i technikou zajišťující zabezpečení pracoviště (dopravní značky, kužele, majáky apod.). Pro vybrané profily, které se nacházely na dopravně exponovaných místech byly zpracovány projekty Dopravně inženýrských opatření.

2.3 Příprava a založení monitorovacího systému

Všechny tyto práce probíhaly od března roku 2020 na základě analýzy stávajícího systému a spolupráce zpracovatele AGOmB s provozovatelem stokové sítě BVK a tvořily podstatnou část prací části „přípravy měření a založení monitorovacího systému“. Kvalita těchto prací se odrazí na dalších činnostech celého projektu, proto jim byla věnována značná pozornost.

Přípravné a průzkumné práce probíhaly v období 1.3.2020 až 1.5.2020. Provedené průzkumné práce vycházely z koncepčního výběru lokalit pro měření, který byl založen na koncepci řešení AGOmB. Vlastní průzkum přitom nebyl omezen pouze na lokality, kde se jednoznačně předpokládala instalace měřících přístrojů, naopak musel být aktuálně upravován dle dopravní situace na terénu, provozních podmínek, možnosti přístupu do vybraných šachet a v neposlední řadě i faktem, zda byla zvolená lokalita nalezena a přístupná (např. z důvodů zaasfaltování poklopu šachty, zavezení šachty stavebním materiálem, aj.).

Měrná kampaň byla zahájena pro předchozích průzkumných pracích dne 1.5.2020. Ukončení kampaně bylo po 4 měsících, tj. do 31.8.2020.



Obr. A1.2.1 Schéma rozmístění měrných profilů měřených v rámci AGOMB.

2.3.1 Čas a časový krok záznamů z měření

Měření průtoků a hladin v stokové síti bylo zaznamenáváno s časovým krokem 2 minuty (nebo menším) jak za bezdeštného stavu tak za dešťového odtoku.

Pro všechna kontinuální měření byl použit středoevropský zimní čas (tzn. nepřechází se v letním období na letní čas).

2.3.2 Systém značení měrných profilů

Značení měrných profilů vychází z následujících principů:

1. pozice – označení měřené profilu (veličiny)
2. a 3. pozice – číslo měrného profilu

2.4 Měrné profily a použitá měřicí technika

Měrná kampaň pro AGOmB je realizována v rozsahu 24 průtokoměrů. Toto měření je v rámci zpracování AGOmB rozšířeno o využití dat ze stávajících měření – měrných profilů uvedených v kapitole 2.4.2 a 23 srážkoměrných stanic.

Část 1 souhrnné zprávy níže popisuje pouze měrné profily: MP01 - MP15, MP21, MP22 a MP24 realizované měřičským týmem DHI a.s.

2.4.1 Měření průtoků

V rámci zpracování AGOmB je provozováno 18 průtokoměrů firmou DHI a.s.. Konkrétní lokality měrných profilů s průtokoměry jsou uvedeny v Tabulce A1.2.1.

Pro měření průtoků byly použity průtokoměry NFM 750, M4016 KDO, Q2 KDO. Tyto přístroje umožňují synchronní měření úrovně hladiny a rychlosti proudění. Toto velmi přesné a zejména spolehlivé měření je využíváno v profilech s obtížnými hydraulickými podmínkami, kde např. může v průběhu dešťových událostí docházet ke změně režimu proudění (tlakové proudění, zpětné vzdutí atd.).

Charakteristiku všech měrných profilů s fotodokumentací a průběhem naměřených hydraulických veličin lze nalézt v části 01-A1-1 Přílohy-Souhrnná zpráva, část 1.

Tabulka A1.2.1 Lokality měření průtoku.

Název profilu	Lokalita	Měřicí technika
MP01	Křižovatka Kšírova a Železná, Horní Heršpice, kmenová stoka A	NFM 750
MP02	Renneská třída, parkoviště za budovou Brněnské komunikace a.s., Štýřice, kmenová stoka A	NFM 750
MP03	V blízkosti Ulice Vomáčkova, okraj pole, Brno-jih	M4016 KDO
MP04	ul. Jemelkova, Starý Lískovec, kmenová stoka, kanalizační sběrač AI	NFM 750
MP05	Křižovatka Uhelná a Opuštěná, Brno-střed, kmenová stoka B	Q2 KDO
MP06	Park mezi Veletržní a Rybářskou ulicí, Brno-střed, kmenová stoka B	M4016 KDO
MP07	Před mostem mezi ulicí Veslařská a Žabovřeská, Brno-střed, kmenová stoka B	M4016 KDO
MP08	Cyklostezka, ul. Kníničská, Komín, kmenová stoka B	M4016 KDO
MP09	ul. Kníničská před obchodem Lidl, Komín, kmenová stoka B	NFM 750
MP10	ul. Milady Horákové, Brno-střed, kmenová stoka C	Q2 KDO
MP11	Křižovatka Erbenova a Drobného, Brno-střed, kmenová stoka C	Q2 KDO
MP12	Auto Balvin, ul. Reissigova, Královo Pole, kmenová stoka C	Q2 KDO
MP13	ul. Porgesova, Královo Pole, kmenová stoka C	M4016 KDO
MP14	ul. Sportovní před železniční stanicí, Královo Pole, kmenová stoka C	Q2 KDO
MP15	ul. Myslínova, u garáží, Královo Pole, kmenová stoka C	NFM 750
MP21	ul. Zámecká, Brno Chrlice, kmenová stoka F	NFM 750
MP22	Průmyslový areál, mezi Ivanovickým potokem a budovou Acer, Slatina, kmenová stoka F	NFM 750
MP24	Výstaviště, brána č.7, Brno-střed, kmenová stoka B	M4016 KDO

Tabulka A1.2.2 Lokality měření průtoku.

Měrný profil	Profil z GIS BVK	Zaměřený profil
MP01	DN 1500	
MP02	ATYP_1700(500)/1800	
MP03	DN 1200	
MP04	OBDEL_2000/1000	OBDEL_2000/800
MP05	OBDEL_3000/1700	OBDEL_3000/1665
MP06	2640(1000)/2460	DN 2600
MP07	TLAMA_3800/2450	TLAMA 3750/2230
MP08	TLAMA_1680/1530	TLAMA 1560/1340
MP09	DN1400	
MP10	TLAMA_2000(500)/1570	
MP11	STIT_2730/2760	
MP12	ATYP_2800(600)/2240	
MP13	TLAMA_2150/1800	
MP14	STIT_2240/2120	
MP15	STIT_1530/1680	STIT_1710/1500
MP21	DN 1200	
MP22	DN 800	
MP24	STIT_2000/1960	STIT_2000/1940

2.4.2 Provozní měření BVK

Na stokové síti města Brna se nacházejí trvalé profily BVK viz tabulka A1.2.3.

Tabulka A1.2.3 Přehled stávajících měření na stokové síti

Označení	Lokalizace měření	Tag	Veličina	jednotky
k400_RN Trnkova	Nátok do RN	k400.F03	průtok	m ³ /s
		k400.L03	hladina	m
		k400.F04	průtok	m ³ /s
		k400.L04	hladina	m
		k400.F05	průtok	m ³ /s
		k400.L05	hladina	m
	Retenční nádrž	k400.L01	hladina	m
		k400.L02	hladina	m
		k400.M1.2	poloha st.	%
		k400.M2.2	poloha st.	%
	Odtok z RN	k400.L06	hladina	m
		k400.M3	poloha st.	%
k402_RN Jeneweinova	Odlehčovací komora na stoce B	k402.FIQ121A	průtok	m ³ /s
		k402.FIQ121B	hladina	m
		k402.LIC114	hladina	m
		k402.LIC115	hladina	m
		k402.LIC116	hladina	m
		k402.GIC131	poloha st.	%
	Odlehčovací komora Komárovské nábřeží	k402.FIQ122A	průtok	m ³ /s
		k402.FIQ122B	hladina	m
		k402.LIC117	hladina	m
		k402.LIC118	hladina	m
	Retenční nádrž (vnitřní, vnější)	k402.LIC111	hladina	m
		k402.LIC112	hladina	m
	Odtok z RN	k402.FIQ123B	průtok	m ³ /s

Označení	Lokalizace měření	Tag	Veličina	jednotky
k403_RN Přízřenický jez	Nátok do RN	k403.BQ111.1	hladina	m
		k403.BQ111.2	průtok	m ³ /s
	Odlehčovací komora	k403.BQ114	hladina	m
		k403.GIC16	poloha st.	%
		k403.101.1	hladina	m
	Retenční nádrž	k403.101.2	hladina	m
		k403.106.1	hladina	m
		k403.106.2	hladina	m
		k403.112.1	hladina	m
	Odtok z RN	k403.112.2	průtok	m ³ /s
		k403.113.1	hladina	m
		k403.113.2	průtok	m ³ /s
k404_RN Ráječek	Nátok do RN	k404.BQ106A	průtok	m ³ /s
		k404.BQ106B	hladina	m
		k404.BQ105	hladina	m
	Retenční nádrž	k404.BQ101	hladina	m
		k404.BQ102	hladina	m
	Odtok z RN	k404.BQ107A	průtok	m ³ /s
		k404.BQ107B	hladina	m
		k404.GIC04	poloha st.	%
k405_RN Sokolova	Nátok do RN	k405.FIQ5A	průtok	m ³ /s
		k405.FIQ5B	hladina	m
	Odlehčení (z OK; z RN)	k405.FIQ8A	průtok	m ³ /s
		k405.FIQ8B	hladina	m
		k405.FIQ9A	průtok	m ³ /s
		k405.FIQ9B	hladina	m
	Retenční nádrž	k405.LICA1.1	hladina	m
		k405.LICA1.2	hladina	m
		k405.LICA1.3	hladina	m
		k405.LICA1.4	hladina	m
		k405.LICA1.5	hladina	m
	odtok z RN	k405.FIQ7A	průtok	m ³ /s
		k405.FIQ7B	hladina	m
		k405.GIA10	poloha st.	%

Označení	Lokalizace měření	Tag	Veličina	jednotky
k406_RN Hamry	Nátok do RN	k406.FIQ107A	průtok	m ³ /s
		k406.FIQ107B	hladina	m
		k406.LIC105	hladina	m
	Retenční nádrž	k406.LIC101	hladina	m
		k406.LIC102	hladina	m
		k406.LIC103	hladina	m
		k406.LIC104	hladina	m
	Odtok z RN	k406.FIQ108A	průtok	m ³ /s
		k406.FIQ108B	hladina	m
		k406.LIC106	hladina	m
		k406.GIC05	poloha st.	%
k410_RN Černovické terasy	Nátok do RN	k410.F01	průtok	m ³ /s
	Retenční nádrž	k410.L01	hladina	m
		k410.L02	hladina	m
		k410.L03	hladina	m
	Odtok z RN	k410.F02	průtok	m ³ /s
		k410.L04	hladina	m
		k410.M10	poloha st.	%

*Nepředaná data

Označení	Lokalizace měření	Tag	Veličina	jednotky
k500_OK Vihká	Nátok do OK	k500.FIQC2.1	průtok	m ³ /s
		k500.LICA2.2	hladina	m
		k500.L01	hladina	m
	Odlehčovací komora	k500.L10	hladina	m
		k500.L11	hladina	m
		k500.L12	hladina	m
		k500.L13	hladina	m
	Odtok z OK	k500.FIQC3.1	průtok	m ³ /s
		k500.LICA3.2	hladina	m
k501_OK Tkalcovská	Nátok do OK	k501.FIQ2.1	průtok	m ³ /s
		k501.LICA2.2	hladina	m
		k501.L03	hladina	m
	Odlehčovací komora	k501.L10	hladina	m
		k501.L11	hladina	m
		k501.L12	hladina	m
		k501.L13	hladina	m
	Přepad z OK	k501.L04	hladina	m
		k501.L02	hladina	m
	Odtok z OK	k501.FIQ3.1	průtok	l/s
		k501.LICA3.2	hladina	m
		k501.L01	hladina	m
		k501.M02	poloha st.	%
k503_OK Královka	Nátok do OK	k503.FIQ1A	průtok	m ³ /s
		k503.FIQ1B	hladina	m
	Odlehčovací komora	k503.LIA1	hladina	m
		k503.LIA2	hladina	m
		k503.LIA3	hladina	m
		k503.LIA4	hladina	m
	Odtok z OK	k503.FIQ2A	průtok	m ³ /s
		k503.FIQ2B	hladina	m
		k503.FIQ3A	průtok	m ³ /s
		k503.FIQ3B	hladina	m

Označení	Lokalizace měření	Tag	Veličina	jednotky
k100_Soutoková šachta	Přítok ze stoky AI	k100.F01.1	průtok	m ³ /s
		k100.L01.3	hladina	m
	Odtok z SŠ100	k100.F02.1	průtok	m ³ /s
		k100.L02.3	hladina	m
		k100.F03.1	průtok	m ³ /s
		k100.F03.3	hladina	m
k350_ČS Kuřim	Přítok M. Knínice	k350.F03	průtok	m ³ /s
	Jímka	k350.L01	hladina	m
	Výtlač DN300	k350.F01	průtok	m ³ /s
	Výtlač DN400	k350.F02	průtok	m ³ /s
k401_ŠD1 6	Nátok do šachty	k401.L02	hladina	m
	Nátok štola	k401.L01	hladina	m
	Poloha šoupěte	k401.M1	poloha st.	%
k502_OK a ČS Komárov	Měrný žlab	k502.F10	průtok	m ³ /s
		k502.L10	hladina	m
	Stoka D	k502.L03	hladina	m
	Sběrač	k502.F04	průtok	m ³ /s
		k502.L04	hladina	m
	Čerpací jímka	k502.L01	hladina	m
	Retenční nádrž	k502.L02	hladina	m

2.4.3 Stále měření srážek BVK

Monitoring srážek na území města Brna je provozován od roku 2002. Na katastrálním území Brna se nachází 23 srážkoměrných stanic. Srážkoměry synchronně monitorují průběh srážek od dubna do října. Srážkoměry jsou instalovány na objektech BVK a.s., resp. v místech, kde takové objekty nejsou, jsou srážkoměry instalovány tak, aby bylo minimalizováno riziko vandalizmu při zachování přesnosti měření. Vlastní provoz srážkoměrné sítě je provozován pro BVK a.s. a MMB firmou Kocman monitoring s.r.o. Data jsou zpracovávána a reportována jedenkrát měsíčně. Data jsou zpracovávána softwarovým prostředkem ASD_S, kde jsou zaznamenávány mimo vlastních dat i kódy jednotlivých situací pro správnou interpretaci srážkových dat.

Tabulka A1.2.4 Lokality srážkoměrů trvalé srážkoměrné sítě města Brna.

Označení	Lokalizace měření	Veličina	jednotky
01RE	VDJ Řečkovice	Intenzita srážky	mm/min
02PA	VDJ Palackého vrch	Intenzita srážky	mm/min
03LE	VDJ Lesná	Intenzita srážky	mm/min
04PI	BVK a.s. Pisárky	Intenzita srážky	mm/min
05VS	TZ Vsetínská	Intenzita srážky	mm/min
06BO	ZŠ Bohunice	Intenzita srážky	mm/min
07KH	VDJ Kraví Hora	Intenzita srážky	mm/min
08MZ	MZLU	Intenzita srážky	mm/min
09EL	MŠ Elišky Krásnohorské	Intenzita srážky	mm/min
10LI	VDJ Líšeň	Intenzita srážky	mm/min
11JU	ZUŠ Juliánov	Intenzita srážky	mm/min
12SL	Slatina Wombat	Intenzita srážky	mm/min
13MO	VDJ Moravany	Intenzita srážky	mm/min
14KR	BVK a.s. Královka	Intenzita srážky	mm/min
15HA	Hády	Intenzita srážky	mm/min
16COV	ČOV Modřice	Intenzita srážky	mm/min
17KO	VDJ Kohoutovice	Intenzita srážky	mm/min
18TR	RN Trnkova	Intenzita srážky	mm/min
19CT	RN Černovická Terasa	Intenzita srážky	mm/min
20BA	VDJ Barvičova	Intenzita srážky	mm/min
21TK	OK Tkalcovská	Intenzita srážky	mm/min
22KU	ČS Kuřim	Intenzita srážky	mm/min
23DO	Dominikánské náměstí	Intenzita srážky	mm/min

2.5 Instalace, odinstalace a údržba přístrojů

2.5.1 Průtokoměry

Instalace průtokoměrů probíhala postupně od 20.4.2020 do 24.4.2020 (viz Tabulka A1.2.5.)

Instalace průtokoměru představuje umístění dvou nebo tří sensorů (dle typu přístroje) do měrného profilu. Jedná se o ultrazvukový sensor snímání hladiny, tlakový sensor snímání hladiny a rychlostní sensor. Tlakový a ultrazvukový sensor mohou být integrovány do jednoho kombinovaného sensoru.

Ultrazvukový sensor byl umístěn do záklenku profilu, tlakový a rychlostní sensor na dno profilu. Při umísťování tlakového a ultrazvukového sensoru byl brán v úvahu potenciální vliv sedimentů v profilu. Registrační jednotka byla umístěna do šachty a byla řádně zajištěna proti zcizení.

Tabulka A1.2.5 Přehled parametrů instalace průtokoměrů.

Název profilu	Datum instalace	Datum odinstalace	Poznámka
MP01	24.4.2020	8.9.2020	4 m proti toku
MP02	23.4.2020	8.9.2020	15 m proti toku
MP03	20.4.2020	8.9.2020	10 m proti toku
MP04	20.4.2020	8.9.2020	15 m proti toku
MP05	23.4.2020	8.9.2020	5 m proti toku
MP06	23.4.2020	8.9.2020	15 m proti toku
MP07	22.4.2020	8.9.2020	15 m proti toku
MP08	22.4.2020	8.9.2020	10 m proti toku
MP09	22.4.2020	8.9.2020	15 m proti toku
MP10	24.4.2020	8.9.2020	5 m proti toku
MP11	23.4.2020	8.9.2020	15 m proti toku
MP12	21.4.2020	8.9.2020	15 m proti toku
MP13	21.4.2020	8.9.2020	10 m po toku
MP14	22.4.2020	8.9.2020	15 m proti toku
MP15	21.4.2020	8.9.2020	10 m proti toku
MP21	20.4.2020	8.9.2020	1 m proti toku
MP22	21.4.2020	8.9.2020	1 m proti toku
MP24	23.4.2020	8.9.2020	30 m proti toku



Obr. A1.2.2, A1.2.3 a A1.2.4 Ukázka instalace průtokoměru (MP01).

2.6 Sběr dat

Přibližně každé tři týdny byly prováděny kontroly měrného profilu měřičskou skupinou. Jedná se především o celkovou kontrolu stavu přístroje a profilu, stav sensorů a výměnu baterií řídicích jednotek. Většina měrných profilů byla provozována pod dozorem online režimu, takže data z registračních jednotek nemusela být stahována pomocí přenosného PC a data bylo možné stahovat a kontrolovat online.

2.6.1 Údržba průtokoměrů

Údržba průtokoměrů byla prováděna pravidelně každé tři týdny, případně častěji dle aktuální potřeby. Jednalo se především o celkovou kontrolu stavu přístroje a měrného profilu, stav sensorů, kontrolu napájení přístroje a seřízení času.

2.6.2 Výpadky měření

Měření na stokové síti je ve většině případů realizováno na principu rychlost – plocha. Tento způsob předpokládá umístění sensorů (min. senzoru pro snímání rychlosti) v měřeném médiu – tedy odpadní vodě. Odpadní voda je charakteristická množstvím unášených nebo sunutých částic a předmětů, tato situace se vyskytuje zejména za dešťových událostí. Množství částic a předmětů zvyšuje riziko poškození sensorů.

Výpadek měření je situace, kdy nelze získat měřená data. Výpadek měření může být způsoben řadou příčin od selhání přístroje, poškození v důsledku extrémní události až po zcizení přístroje. Za výpadek není považována situace, kdy jsou data obnovitelná za použití standardní technologie zpracování dat. Výpadekům měření lze předcházet zejména pravidelnou kontrolou měrného profilu.

Hrubý výpadek pro měření průtoku je definován jako neexistence naměřených dat na více než dvou přístrojů po dobu delší než 1 týden. Za výpadek měření bude považován také takový stav na kterémkoliv z měrných přístrojů, kdy v rámci celé kampaně bude součet jednotlivých výpadků delší než 14 dní.

V rámci měrné kampaně se nevyskytly žádné hrubé výpadky měření. Za období měření došlo pouze

k dílčím výpadkům měření.

- MP01: 22.6. – 25.6.2020 - Výpadek měření z důvodu výpadku napájení. Nedošlo k zaznamenání dat během srážky dne 24.6. 2020 ve 12:12.
- MP12: 24.5. – 31.5.2020 – Výpadek měření z důvodu výpadku napájení. Nedošlo k zaznamenání dat během srážky dne 26.5. v 10:56.
- MP14: 15.6. – 17.6.2020 a 23.6. – 25.6.2020 – Výpadek měření z nespecifického důvodu. Nedošlo k zaznamenání dat během srážky dne 24.6. ve 12:12.

2.7 Kalibrace měřících přístrojů

Kalibrace měřících přístrojů byla provedena pracovními etalony.

2.7.1 Přehled pracovních etalonů a měřidel použitých při kalibraci

Přehled pracovních etalonů a měřidel použitých při kalibraci:

Pracovní měřidlo (nestanovené), 50 cm duralové měřítko s hrotem, oboustranné (2 stupnice), mm dělení, počátek – ve špičce hrotu

Evidenční číslo měřidla: MEČ 271000G00000067PM

Kalibrační list č.: VÚGTK/44804/2019 ze dne 19.9.2019

Pracovní měřidlo (nestanovené), 100 cm duralové měřítko s hrotem, oboustranné (2 stupnice), mm dělení, počátek – ve špičce hrotu.

Evidenční číslo měřidla: 271000G00000068PM

Kalibrační list č.: VÚGTK/43229/2018 ze dne 18.10.2018

Pracovní měřidlo (nestanovené), 150 cm duralové měřítko s hrotem, oboustranné (2 stupnice), mm dělení, počátek – ve špičce hrotu

Evidenční číslo měřidla: MEČ 271000G00000070PM

Kalibrační list č.: VÚGTK/43231/2018 ze dne 18.10.2018

Pracovní měřidlo (nestanovené), 2 m ocelové stáčecí pásmo TOYA, bílé, s mm dělením, v pouzdře, s nulou v počátku pásma (není odsazená),

Evidenční číslo: MEČ 271000G0000008PM

Kalibrační list č.: 34913/2013 ze dne 11. 1. 2013

Pracovní měřidlo (nestanovené), indukční průtokoměr, Siemens MAG 5100W DN 80,

Evidenční číslo: MEČ 271000F00000079PM

Kalibrační list č.: 13-KL-03-2015 ze dne 24. 3. 2015

Pracovní měřidlo (nestanovené), Valeport M 801

Výrobní číslo: 30771, 30765

Kalibrační list č.: VÚGTK/14007/2014 dne 16.1. 2014

2.7.2 Kalibrace průtokoměru

Kalibrace průtokoměru je nedílnou součástí celého procesu měření průtoků. Rychlost je měřena na principu registrace maximální okamžité rychlosti proudu. K následnému stanovení průtoku z rovnice kontinuity je tedy nezbytné určit poměr mezi maximální rychlostí $v_{\max}$ a střední profilovou rychlostí v_{prf} . Střední profilová rychlost (v_{prf}) byla stanovena na základě hydrometrických měření. Kalibrace snímání hloubky byla provedena pomocí speciální desky umístěné do několika úrovní nade dnem stoky se stanovením výšky nivelačním měřením.

2.8 Zpracování naměřených dat

Zpracování dat zahrnuje proces převedení dat do „zobrazitelného“ formátu. Dalším krokem je ošetření a kontrola dat, výpočet závislých veličin a následně příprava dat pro export do simulačních modelů (jako okrajové podmínky) a pro prezentaci.

2.8.1 Programový prostředek Gandalf

Gandalf je softwarový prostředek určený pro práci s časově orientovanými daty a jejich prezentaci. Gandalf umožňuje archivovat a zpracovávat data o srážkách, hladinách a průtocích, data o kvalitě vody nebo jiné časové řady (např. teploty, výpar apod.). Možnost importu dat z monitorovacích zařízení je podpořena spoluprací s řadou výrobců a dodavatelů měřicí techniky. Gandalf umožňuje export dat do formátu běžných simulačních modelů. Gandalf je speciálně vyvíjen pro práci s enormním množstvím dat a umožňuje tak provádět analýzy měřených nebo vypočtených časových řad rychle a efektivně v celém spektru úloh ve vodním hospodářství.

GANDALF je:

- plně 64bitová aplikace pro Windows
- rychlá, uživatelsky jednoduchá grafika s přímými výstupy
- nástroje pro import nestandardních datových formátů
- výpočty odvozených časových řad (exponenciální a polynomiální funkce, Manningova rovnice, ekvidistanta, rovnice kontinuity, přelivy a žlaby,....)
- plná implementace vlajek
- statistika / Scatter Graph
- přehledný horizontální plán

GANDALF podporuje organizaci a průběh dlouhodobých měrných kampaní a přehledné zpracování dat. Práce s GANDALFem standardizuje postup zpracování dat a přispívá tak k efektivnější práci měřičských týmů. Grafické prostředí usnadňuje prezentaci časových řad.

V rámci projektu byl programový prostředek Gandalf používán jako nástroj pro zpracování, kontrolu prezentaci a archivaci časových řad. Výhodou tohoto přístupu je zejména to, že umožňuje zpracovávat data různých datových formátů a provádět jejich grafické znázornění podle uživatelem definovaných schémat.

2.8.2 Zpracování dat provozního měření a stálého měření srážek

Data z provozního měření na stokové síti a data ze srážkoměrné sítě byla převzata od společnosti BVK a.s. Tato data byla převedena do formátu požadovaného pro výstupy projektu.

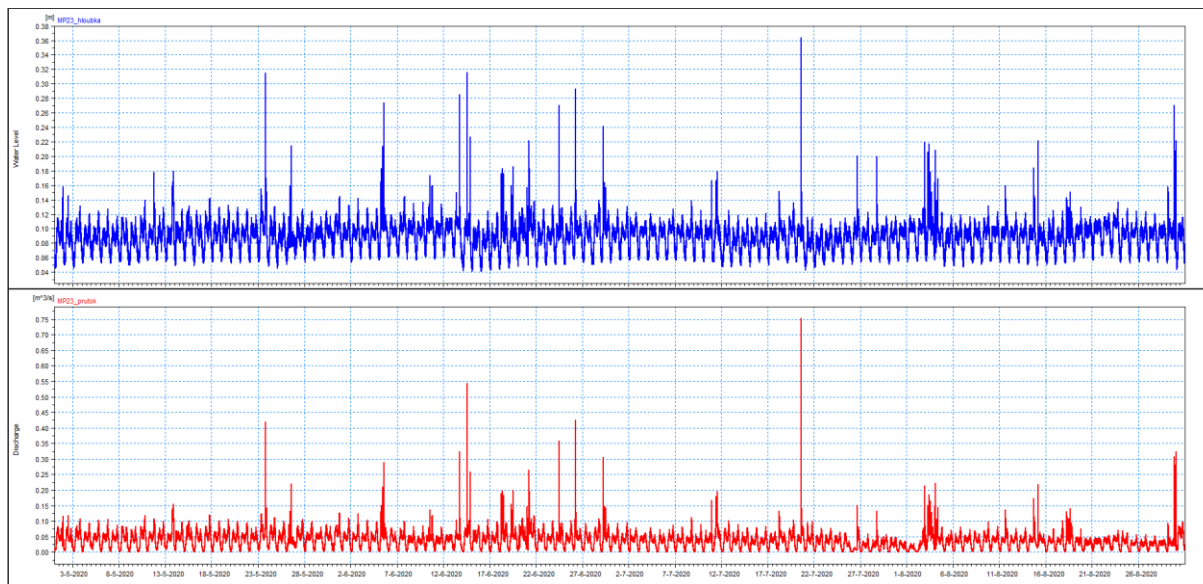
2.8.3 Zpracování dat o průtocích

Výstupem průtokoměru je hloubka vody v mm a rychlost v m/s. Data jsou archivována pro bezdeštný stav i pro stav za deště s časovým krokem 2 minuty.

Tyto hodnoty byly použity jako vstupní hodnoty pro výpočet průtoku. Základní výpočet probíhal na základě rovnice kontinuity $Q=S \cdot v$, kdy je hodnota hloubky vody přepočtena na plochu podle příslušného tvaru profilu. V průběhu měření může dojít k „výpadkům“ (např. z důvodu zatopení ultrazvukového sensoru) v měření jednotlivých sensorů. Z tohoto důvodu je hloubka vody měřena duplicitně-ultrazvukovým a tlakovým senzorem, navíc v rámci měření ultrazvukovým senzorem je použito více nezávislých měření hladiny. Jako prioritní pro měření hloubky vody je z důvodu přesnosti používán ultrazvukový sensor, resp. hloubka měřená vybranými ultrazvukovými páry. V případě výpadku ultrazvukového sensoru, např. z důvodu „mlhy“ nebo kapacitního plnění profilu je použita hodnota hloubky z tlakového sensoru. Tímto způsobem je zajištěna maximální jistota získání dat. V průběhu měření může dojít také k výpadku rychlostního sensoru, v tomto případě se výsledná hodnota průtoku dopočítává na základě Manningovy rovnice z hladiny. Parametry Manningovy rovnice jsou „kalibrovány“

na základě dat, kdy jsou k dispozici data ze všech sensorů, tak aby výsledné hodnoty průtoku získané oběma přístupy (rovnice kontinuity a Manningova rovnice) byly shodné.

Pro účely matematických simulací byla v rámci zpracování dat převedena hodnota hloubky vody na m. Finální data byla exportována do formátu TXT a dfs0.



Obr. A1.2.6 Ukázka zpracování dat o průtocích Průběh časových řad hladin a průtoku na profilu MP23

2.9 Výstupy z měrné kampaně

Finální data se odevzdávají ve formátu *.txt a *.dfs0.

Formát dfs0 je binární formát přímo načitatelný do simulačního programu MIKE URBAN-MOUSE.

Data o průtocích a hladinách ve stokové síti jsou archivována s proměnným časovým krokem 2 minuty v bezdeštném období a 2 minuty za deště. Všechna data jsou registrována ve středoevropském čase (GMT+01.00). Data z měření srážek, hladin a průtoků jsou ve formátu MOUSE TXT, data z měření kvalitativních parametrů jsou ve formátu Microsoft Excel. Ke každému měrnému profilu existuje pro každou etapu jeden datový set obsahující soubory dat za celé měřené období. Systém značení datových souborů a popis datového formátu MOUSE TXT je uveden níže.

2.9.1 Forma předávaných dat v digitální formě

Finální data budou předávána v souboru v textovém sloupcovém formátu MOUSE TXT, který bude obsahovat následující informace: rok, měsíc, den, hodina, minuta, sekunda, hodnota, a ve formátu dfs0. Hodnoty v souboru jsou odděleny mezerou. V textovém formátu jsou přesně definované pozice jednotlivých hodnot. Data v tomto formátu jsou přímo načitatelná do simulačního modelu MOUSE, resp. MIKE URBAN.

Popis datového formátu (formát MOUSE TXT):

Rok	měsíc	den	hodina	minuta	sekunda	hodnota
YYYY	MM	DD	HH	MM	SS	Value
2007	06	12	01	20	00	0.354
2007	06	12	01	25	00	0.348

2.9.2 Systém značení datových souborů

Systém značení datových souborů:

- MP01_rychlost (MP = Měrný profil, 01 = označení profilu_veličina)
- MP01_prutok (MP = Měrný profil, 01 = označení profilu_veličina)
- MP01_hloubka (MP = Měrný profil, 01 = označení profilu_veličina)
- 2020_S02_01RE (2020 = rok, S = srážkoměr, 02 = označení srážkoměru, 01RE = označení lokality)

2.10 Vazby na další aktivity v rámci AGomB

Jak již bylo uvedeno v úvodu, existuje přímá závislost kalibrace a verifikace použitých simulačních modelů na naměřených datech (resp. přímo jejich použitelnost s ohledem na relevantnost dosažených výsledků).

Dále měření umožňuje posoudit aplikovatelnost některých dílčích navrhovaných technických opatření a v neposlední řadě je jedním ze vstupů pro koncepční úvahy v rámci variantních řešení výhledového stavu stok.

Po skončení měrné kampaně bude následovat sestavení modelu stávající kanalizační sítě, kalibrace hydrologických parametrů na základě monitorovací kampaně.

2.11 Závěr

Závěrečná zpráva dokumentuje průběh a výsledky monitoringu průtoků na stokové síti, který byl v rámci zpracování projektu Aktualizace generelu odvodnění města Brna zajištěn společností DHI a.s.

Základním cílem celé monitorovací kampaně bylo získat kalibrační a verifikační data pro účely hydrodynamického modelování. Tomuto cíli byl podřízen i systém monitoringu, výběr jednotlivých měrných profilů a měřících zařízení. Průběh monitorovací kampaně a výsledky této části projektu je možné shrnout do následujících bodů:

- Pro měření průtoků byla využita standardní, v rámci zpracování několika předchozích projektu obdobného typu ověřená metodika a technologie.
- V součinnosti se zadavatelem a provozovatelem stokové sítě bylo vytipováno a následně posouzeno několik potenciálních měrných profilů průtoků v kanalizaci.
- Přístroje byly v měrných profilech instalovány ve dnech 20. až 24. dubna 2020 a monitorovací kampaň byla zahájena dne 1.5.2020. Monitorovací kampaň byla ukončena po 4 měsících - tj. 31.8.2020.
- V průběhu celé měrné kampaně byla důsledně a pravidelně kontrolována funkčnost a spolehlivost měřící techniky.
- V rámci měrné kampaně bylo prováděno pravidelné vyhodnocení průběhu měření.
- Byly převzaty a převedeny data z provozního měření na stokové síti a data ze srážkoměrné sítě od společnosti BVK a.s.
- Během celé měrné kampaně nedošlo k hrubým výpadkům měření.
- Monitorovací kampaň **splnila předem vytyčený cíl** – zajistit využitelné a spolehlivé údaje pro následnou kalibraci a verifikaci simulačních modelů stokové sítě a vodních toků.
- Veškerá registrovaná data o srážkách, hladinách a průtocích jsou předána v digitální formě, které je součástí této zprávy.

Vypracoval

MSc. Klára Kacetlová
Junior project manager

DHI a.s.,
Na Vrších 1490
Vršovice
100 00 Praha 10

Tel: +420 603 960 370
Email: klak@dhigroup.com

Ing. Vladimír Pokorný
Junior project manager

DHI a.s.,
Na Vrších 1490
Vršovice
100 00 Praha 10

Tel: +420 723 637 994
Email: vlap@dhigroup.com