


VEDOUČÍ PROJEKTANT - HIP	ING. PETR BIJOK			
ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT	ING. JIŘÍ VÍTEK			
VYPRACOVAL	ING. ARCH. MICHAELA VACKOVÁ, PH.D.			
KONTROLOVAL	ING. ARCH. MICHAELA VACKOVÁ, PH.D.			
KRAJ / KATASTRÁLNÍ ÚZEMÍ	JIHOMORAVSKÝ / ŠTÝŘICE			
OBJEDNATEL, INVESTOR	STATUTÁRNÍ MĚSTO BRNO, Dominikánské nám. 196/1, 602 00 Brno		ZAK. Č. 20797	
NÁZEV AKCE: REKONSTRUKCE ASFALTOVÝCH CEST NA ÚSTŘEDNÍM HŘBITOVĚ MĚSTA BRNA NÁZEV OBJEKTU:			DATUM	ÚNOR 2022
			FORMÁT	
			MĚŘÍTKO	
			STUPEŇ	PDPS
			ZAK. ČÍSLO	200180
NÁZEV VÝKRESU: CELKOVÉ VODOHOSPODÁŘSKÉ ŘEŠENÍ			Č. SOUPRAVY	Č. VÝKRESU B.9

OBSAH:	str.
1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE	2
1.1 Údaje o stavbě	2
1.2 Údaje o stavebníkovi	2
1.3 Údaje o zpracovateli dokumentace	2
2. ÚVOD	3
3. ÚPRAVA REŽIMU POVRCHOVÝCH A PODZEMNÍCH VOD	3
3.1 Povrchové vody	3
3.2 Podzemní vody	3
4. VODOHOSPODÁŘSKÉ ŘEŠENÍ STAVBY	3
4.1 Koncepce systému odvodnění	3
5. VODOHOSPODÁŘSKÉ STAVEBNÍ OBJEKTY	7
5.1 SO 301 - Trubní areálový odvodňovací systém	8
5.2 SO 302 - Kanalizační přípojky	12
5.3 SO 361 - Areálový vodovod	12

1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

1.1 ÚDAJE O STAVBĚ

Název stavby: Rekonstrukce asfaltových cest na ústředním hřbitově města Brna
Název stavebního objektu: **B.9 – Celkové vodohospodářské řešení**
Kraj: Jihomoravský
Katastrální území: Štýřice
Druh stavby: změna dokončených staveb, rekonstrukce
Účel užívání stavby: vnitroareálové komunikace, areálová technická infrastruktura
Stupeň dokumentace: Dokumentace pro vydání společného povolení (DUSP)

1.2 ÚDAJE O STAVEBNÍKOVĚ

Objednatel dokumentace: Statutární město Brno
Dominikánské náměstí 196/1
602 00, Brno
IČO: 449 927 85

1.3 ÚDAJE O ZPRACOVATELI DOKUMENTACE

Zhotovitel: DOPRAVOPROJEKT Ostrava a.s.
Masarykovo náměstí 5/5
702 00, Ostrava – Moravská Ostrava
IČO: 427 67 377

SAFETY PRO s.r.o.
Přerovská 434/60
779 00, Olomouc
IČO: 285 71 690

Číslo SOD zpracovatele: 200180

Hlavní inženýr projektu: DOPRAVOPROJEKT Ostrava a.s.
Ing. Petr Bijok
ČKAIT 1006830

Vodohospodářské objekty: JV PROJEKT VH s.r.o.
Kosmákova 1050/49, 615 00 Brno
IČO: 269 17 581

Jednatel společnosti: Ing. Jiří Vítek
číslo autorizace: 1000744, Obor Vodohospodářské stavby

Zodpovědní projektanti: Ing. arch. Michaela Vacková, Ph.D.
Miloslav Jílek

Tel.: +420 545 246 061-2
e-mail: jvprojektvh@jvprojektvh.cz
<http://www.jvprojektvh.cz>

2. ÚVOD

Vodohospodářské řešení popisuje způsob odvedení dešťových vod z asfaltových cest a ostatních přilehlých ploch v areálu hřbitova a napojení areálu na veřejný vodovod.

Nové odvodnění bude decentrálním přírodě blízkým způsobem s využitím objektů hospodaření s dešťovou vodou (HDV) a modrozelené infrastruktury (MZI). Návrh odvodnění poskytuje legislativou předepsanou ochranu stavby a jejího okolí před povodněmi a zároveň bude docházet k přirozené dotaci vody stávajícím i nově založeným alejím a vegetaci. Napojení nového odvodnění bude provedeno do stávajících kanalizačních přípojek. Vzhledem k jejich stavebně technickému stavu budou stávající přípojky, které budou pro odvodnění areálu využívány, zrekonstruovány. Jedná se celkem o 4ks kanalizačních přípojek. Dvě budou rekonstruovány otevřeným výkopem a dvě bezvýkopovou technologií, protože jsou vedeny pod stávající tramvajovou tratí.

Napojení řešeného území areálu hřbitova na veřejný vodovod je přípojkou DN 100 z ulice Jihlavské. Vodoměrná šachta se nachází v prostoru vstupu při severovýchodním rohu areálu. Přípojka a velká část areálového vodovodu pochází z konce 19. století (cca rok 1881), lokálně je vodovod doplněn novějšími rozvody. Areálová vodovodní síť není v řešeném území zaokružovaná.

3. ÚPRAVA REŽIMU POVRCHOVÝCH A PODZEMNÍCH VOD

3.1 POVRCHOVÉ VODY

Stavba se nachází mimo dosah povrchových vod.

3.2 PODZEMNÍ VODY

Hladina podzemní vody se nachází převážně pod niveletou výkopu kanalizace. Předpokládáme, že režim podzemních vod nebude stavbou narušen.

4. VODOHOSPODÁŘSKÉ ŘEŠENÍ STAVBY

4.1 KONCEPCE SYSTÉMU ODVODNĚNÍ

Koncepce odvodnění Ústředního hřbitova v Brně, na kterém bude rekonstruována cestní síť, řeší území o rozloze 8,6 ha. Na celém tomto území je aplikován decentrální systém odvodnění podle principů hospodaření s dešťovou vodou (HDV) a zásad modrozelené infrastruktury (MZI).

Principy a zásady aplikované do odvodnění ÚH:

- zásady MZI byly promítnuty do návrhu všech zpevněných komunikací už tím, že byla výrazně zmenšena celková plocha zpevněných povrchů – nové zpevněné cesty jsou proti současnosti užší zhruba o polovinu;
- velký podíl cest tvoří uličky uvnitř hrobových skupin, u nichž je stávající asfaltový povrch nahrazen štěrkovým trávníkem, kterým bude srážková voda jímána přímo z povrchu a pozvolna odváděna;
- kvůli požadavku udělat většinu nových cest s asfaltovým povrchem byl vyvinut nový prefabrikát - mělký povrchový žlábek, kterým bude možné srážkovou vodu z cest ve svahu odvést do travnatých pásů po jejich stranách;
- veškeré travnaté plochy i se stromy budou mít nové složení na principu strukturálního substrátu, kterým lze srážkovou vodu propouštět z povrchu ke kořenům zeleně, filtrovat ji a přebytečnou pomalu odvádět drenáží ke koncové retenci;
- aplikace obecné zásady: srážkovou vodu ze zpevněných povrchů odvést nejkratší cestou do propustného terénu se zelení, přefiltrovat ji, zajistit kořenovým balům dostatek vlhkosti a zbytek vody drenážním a trubním systémem odvést do retenční nádrže, ze které bude regulovaně odtékat do jednotné kanalizace, přičemž ještě část vod bude z nádrže vsáknuto do hlubšího propustného podloží prostřednictvím vrtaných sond.

Smyslem aplikace MZI je naplnit podstatu adaptace na změnu klimatu. Podstatou tohoto odvodnění je splnění kritérií prevence proti záplavám z přívalových dešťů, předepsaných normou TNV 75 9011 (Hospodaření se srážkovými vodami) a Generalelem odvodnění města Brna a zlepšení stanovištních podmínek stávajících a nových stromů, čímž se zvýší účinnost ochrany území před následky sucha.

Systém odvodnění ÚH splňuje tyto požadavky:

- srážková voda bude co nejvíce využita jako přirozený zdroj závlivky vegetace v místě, kde dopadne;
- odtok srážkové vody z území, která nebude dána k užítku stromům a vegetaci, bude zpoždován a částečně zadržován v retenčních objektech, šterkových rýhách a posléze sveden do retenčních nádrží;
- srážková voda, kterou nevyužijí stromy a vegetace a neskončí v podloží, přiteče z převážné většiny řešeného povodí do podzemních retenčních nádrží, odkud bude regulovaně vypouštěna prostřednictvím stávající kanalizační přípojky do stávající uliční stoky, kanalizace pro veřejnou potřebu.

Funkce systému odvodnění ÚH

Srážková voda, která dopadá na nové zpevněné nepropustné povrchy hřbitovních cest (kamenná dlažba a asfalt) je povrchově sváděna do rýh se strukturálním substrátem situovaných po obou stranách komunikací, tzn. co nejbližší vzniku srážkového odtoku. Způsob nátoku vody do rýh se liší podle orientace cest. Komunikace ve směru sever-jih (tzv. Vídeňské), které jsou orientovány po vrstevnici a mají mírný sklon, jsou odvodněny plošným nátokem do retenční rýhy. Komunikace ve směru východ-západ (tzv. Jihlavské) orientované kolmo k vrstevnicím se značným spádováním, jsou odvodněny do rýh kombinací plošného nátoku a bodového zaústění prostřednictvím příčných povrchových žlábků v komunikacích, které jsou rozmístěny v rastru po cca 12 m.

Retenční rýhy plní z pohledu MZI a odvodnění několik funkcí:

- Zpomalení/redukce srážkového odtoku – povrch rýhy je tvořen šterkovým trávníkem, který má značně nižší koeficient odtoku než asfaltové či dlážděné plochy.
- Zadržení/retence srážkové vody – rýhy jsou vyplněny strukturálním substrátem, tj. směsí šterku vysoké frakce, kompostu a biouhlu, který má díky mezerovitosti schopnost vodu zadržovat.
- Předčištění srážkového odtoku – průchod vody skrz půdní vrstvu šterkového trávníku a strukturálního substrátu zajistí její dostatečné předčištění.
- Přirozená závlaha stromů – strukturální substrát je navržen tak, aby jeho složení umožňovalo stromům pohodlně a přirozeně zadržovanou vodu využít ke svým potřebám, čímž je zajištěna jejich lepší perspektiva v budoucnu.

Srážková voda, dopadající na nově rekonstruované šterkové chodníky v prostoru hrobových skupin, je vsakována povrchem chodníku do šterkové rýhy, která se nachází pod chodníky a drenážním potrubím dále odváděna do drenáží v rýhách podél cest.

Drenážní potrubí v rýhách slouží také k odvodnění pláň komunikací a zároveň musí být zajištěno, aby se voda nedostávala zpět do nosných vrstev komunikací, což by mělo negativní vliv na jejich únosnost a životnost. Drenážní systém zároveň zajišťuje, že se voda z retenčních rýh nebude dostávat do hrobů a ovlivňovat tak tlecí procesy.

Z horních částí řešeného území je srážková voda postupně sváděna prostřednictvím drenážních potrubí ve dně rýh do trubního areálového odvodňovacího systému z PP DN/OD 315, respektive DN/OD 500.

Trubní areálový odvodňovací systém je ve spodní části odvodňovaného území zaústěn do podzemních železobetonových retenčních nádrží RN1, RN2, RN3.

Retenční nádrž plní z pohledu odvodnění tyto funkce:

- Zpomalení srážkového odtoku – zadržaná srážková voda je regulovaně, přes škrtící zařízení, odváděna do veřejné kanalizace.
- Zadržetí/retence srážkové vody – retenční nádrže jsou železobetonové s velkou retenční kapacitou.
- Vsak srážkové vody do podloží – retenční nádrž RN1 je opatřena osmi vsakovacími vrty, které umožňují část vod vsáknout do štěrkového kolektoru.

Do retenčních nádrží jsou svedeny redukované i neredukované vody z horního povodí. Spodní část povodí, zejména prostory kolem objektů kotelní a kameníka a směrem severně od nich podél hřbitovní zdi (tzv. prostor ředitelství) a dále prostor skladu techniky směrem jižním podél hřbitovní zdi, nejsou předmětem řešení tohoto projektu. Tato část areálu je předmětem architektonické soutěže vypsané Kanceláří architekta města Brna (KAM). Soutěž je vypsaná na návrh staveb, které doplní stávající objekty u vstupu do areálu a zároveň umožní odstranit objekty nevyhovující. Vzhledem k tomu, že výsledky soutěže nebyly při zpracování projektu odvodnění známy, vycházíme při jeho návrhu ze stávající situace s tím, že návrh odvodnění umožní napojení nových budov na systém HDV.

Plocha nazývaná prostor ředitelství je odvodněna prostřednictvím dvou vyměňovaných kanalizačních přípojek DN 150 z kameniny do veřejné kanalizace v ulici Vídeňské DN 700/1050 z betonu, plocha skladu techniky je odvodněna dvěma vyměňovanými přípojkami DN 150 a DN 200 z kameniny do veřejné kanalizace DN 800 z betonu. Tyto přípojky jsou popsány v samostatném stavebním objektu tohoto projektu (SO 302). Před zaústěním vody do dvou, z celkových 4, přípojek je systém opatřen na severní i jižní straně vsakovacím vrtem. Do těchto vrtů je zaústěna část vod, které přitékají z horních povodí, a které jsou redukovány v rýhách se strukturálním substrátem, popřípadě v průlehu. Do těchto dvou přípojek je zaústěna voda pouze z bezpečnostních přelivů vsakovacích vrtů.

Regulovaný odtok a bezpečnostní přeliv z retenčních nádrží bude odváděn do stávající kanalizační přípojky, která je zaústěna do stávající jednotné kanalizace pro veřejnou potřebu v ulici Vídeňské. Celý systém je opatřen bezpečnostním přelivem pro případ srážkové události, která svou intenzitou překračuje návrhovou srážku a kapacitu systému.

4.1.1 Návrhové parametry

V řešeném území byl v květnu 2021 proveden doplňující inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum, který byl v červnu doplněn Doplňkem zprávy o inženýrskogeologickém a hydrogeologickém průzkumu. Průzkum provedl a zpracoval Ing. Jan Kříž.

Z průzkumu vyplývá, že na řešené lokalitě lze srážkové vody vsakovat do hlubších kvarterních vrstev (eolické a deluvioeolické hlíny sprašového typu, okraj fluvialní terasy). Koeficient vsaku byl stanoven pro hloubkový úsek 2,90 – 13,70 m na $k_v = 5,5 \cdot 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Ustálená hladina podzemní vody byla zastížena 11,90 m pod terénem.

Funkčnost navrženého systému odvodnění na Ústředním hřbitově Brno byla prověřena pomocí srážkoodtokového matematického modelu SWMM (Storm Water Management Model, U.S. EPA). Model umožňuje dynamickou simulaci tvorby a koncentrace povrchového odtoku a nestacionární proudění v trubicích úsecích.

Matematický model systému odvodnění byl sestaven pro povodí 7. Systém odvodnění povodí 7 se skládá z 51 šachet, 53 trubicích vedení a 52 dílčích povodí. Povodí 7 je povodí nad retenční nádrží a reprezentuje cca 90 % z celkového odvodňovaného území. Do SWMM bylo zadáno 42 podzemních štěrkových rýh s regulovaným odtokem a bezpečnostním přelivem a retenční nádrž se škrcením odtoku 75 l/s (hodnota škrcení vychází z celkové plochy povodí (7,5 ha x regulovaný odtok 10 l/s/ha + výkon vsakovacích vrtů) a bezpečnostním přelivem.

Model byl zatížen 10tiletou historickou srážkovou řadou (2009-2018) ze srážkoměru 05VS – Brno ul. Vsetínská (X = -599105, Y = -1162572), který je nejbližší k Ústřednímu hřbitovu.

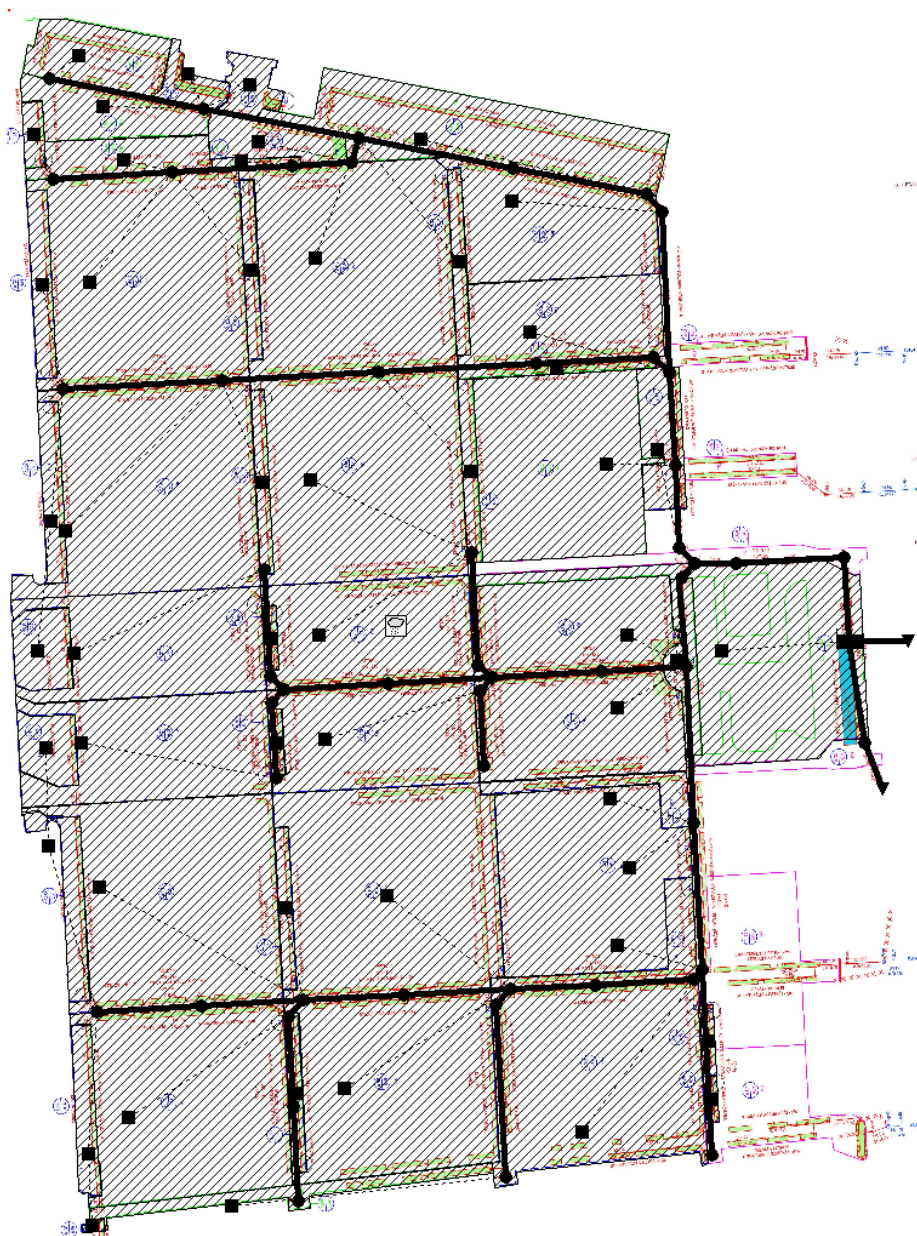
Hydrogeologické podmínky byly zadány dle provedených průzkumů.

B.9 – Celkové vodohospodářské řešení

PDPS pro provádění stavby

Návrh systému odvodnění pro povodí 2; 4; 9 a 10 byl proveden z hydrologických podkladů, které byly převzaty z ČSN 75 9010 „Vsakovací zařízení srážkových vod“ (Příloha A – srážkoměrná stanice 01 Brno). Specifický odtok z území je stanoven dle GomB na 10 l/s z neredukovaného hektaru. Minimální hodnota regulovaného odtoku z jednoho zařízení HDV je z provozních důvodů 0,5 l/s (viz TNV 75 9011 – 5.2.2.8). Výpočet retenčních objemů je zpracován na přetížení objektu max. 1 × za 10 let, tj. pro periodicitu $p = 0,1$ rok-1 ($n = 10$). Doba prázdnění objektu nepřesáhne 24 hodin. Bezpečnostní přelivy celého systému jsou zaústěny prostřednictvím přípojek do veřejné stoky v ulici Vídeňská. Situace systému odvodnění v modelu SWMM je na Obrázku 1.

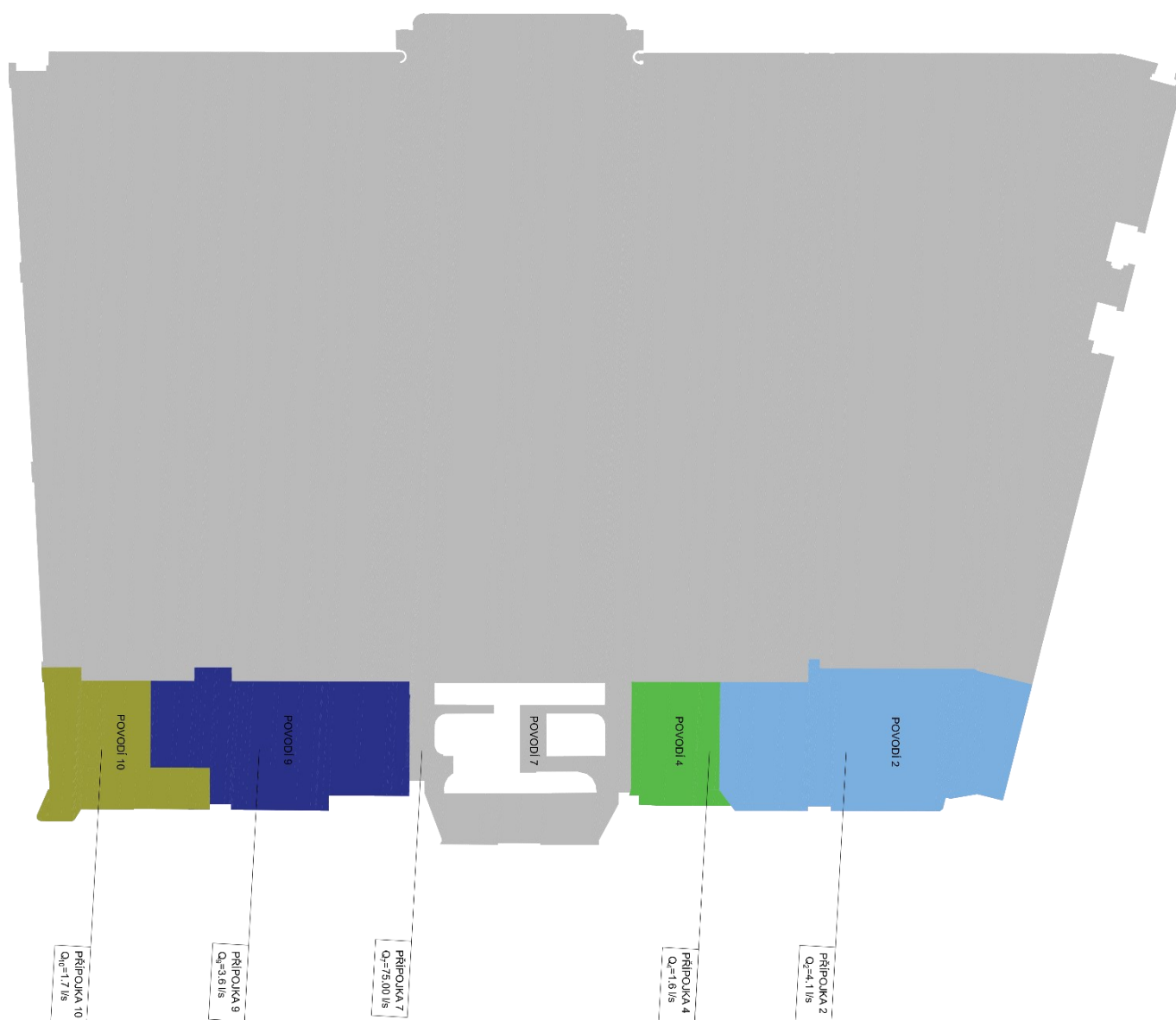
Geologické podmínky byly zadány dle místního průzkumu. Model byl zatížen 10tiletou historickou srážkovou řadou (2009-2018) ze srážkoměru 05VS – Brno ul. Vsetínská (X = -599105, Y = -1162572), který je nejbližší k Ústřednímu hřbitovu.



Obrázek 1: Obrázek 1: Situace systému odvodnění v modelu SWMM

4.1.2 Bilance dešťových vod

POVODÍ ODVODNĚNÁ DLE PRINCIPŮ HDV/MZI				
PODLE PŘÍPOJKY	CELKOVÁ PLOCHA [ha]	CELKOVÁ REDUKOVANÁ PLOCHA [ha]	VSAKOVACÍ SCHOPNOST ŠACHTY [l/s]	REDUKOVANÝ ODTOK DO VEŘEJNÉ KANALIZACE [l/s]
PŘÍPOJKA 2	0,43	0,14	Š1-VSAK 0,16	4,1
PŘÍPOJKA 4	0,16	0,07		1,6
PŘÍPOJKA 7	7,50	2,15		75,0
PŘÍPOJKA 9	0,36	0,21		3,6
PŘÍPOJKA 10	0,19	0,10	Š10-VSAK 0,16	1,7
CELKEM	8,63	2,66	0,32	86,0
CELKOVÝ ODTOK Z ÚZEMÍ				86,0



Obrázek 2: Situace povodí

5. VODOHOSPODÁŘSKÉ STAVEBNÍ OBJEKTY

5.1 SO 301 - TRUBNÍ AREÁLOVÝ ODVODŇOVACÍ SYSTÉM

5.1.1 Trubní areálový odvodňovací systém

Nově navržené odvodnění řešené části areálu Ústředního hřbitova (trubní areálový odvodňovací systém), tj. větev 1 – větev 13, bude napojeno na stávající dešťovou vnitřní (areálovou) kanalizaci, a to v šachtě 19SA. Větev 14 nového trubního areálového odvodňovacího systému bude napojena na měněnou přípojku DN 150 z kameniny v šachtě Škp2.

Trubní systém vede z šachty Š1-š, ve které bude umístěn vírový ventil, který pouští regulované množství dešťové vody z retenční nádrže RN1, respektive z nádrží RN2 a RN3. Trubní systém je situován v osách vybraných komunikací „Jihlavských“ s označením Jx a v osách komunikací „Vídeňských“, s označením Vx. Za retenční nádrží RN1 je systém veden v ose komunikace J4 kolem obřadní síně až ke křížení s komunikací V2. V tomto úseku je systém navržen z PP trub DN/OD 500, kruhové tuhosti SN 10 délky 47,3 m. V komunikaci V2 je veden trubní systém z PP trub DN/OD 500, kruhové tuhosti SN 10 celkové délky 243,15 m a z PP trub DN/OD 315, SN 10 v délce 59,4 m. Na potrubí v komunikaci V2 se postupně napojují úseky umístěné v komunikacích „Jihlavských“.

Jedná se o úsek:

- V2 – J1 z trub PP DN/OD 315, kruhové tuhosti SN 10 o celkové délce 200,8 m,
- V2 – J3 z trub PP DN/OD 315, kruhové tuhosti SN 10 o celkové délce 188,2 m (úsek mezi šachtou Š7 – Š18 je z trub PP DN/OD 500, kruhové tuhosti SN 10 délky 7,3 m),
- V2 – J5 z trub PP DN/OD 315, kruhové tuhosti SN 10 o celkové délce 128,1 m
- V2 – J7 z trub PP DN/OD 315, kruhové tuhosti SN 10 o celkové délce 194,0 m

Z úseku v komunikaci J1 paralelně vybíhá trubní systém do komunikace J2. Tento úsek je z trub PP DN/OD 315, kruhové tuhosti SN 10 o celkové délce 102,9 m.

V prostoru mezi obřadní síní a Čestným kruhem jsou paralelně k trubnímu vedení v komunikaci V2 vedeny dva úseky systému v komunikaci V3 a V4. Oba úseky jsou z trub PP DN/OD 315, kruhové tuhosti SN 10. Délka úseku V3 je 71,6 m, úsek V4 měří 69,5 m. Obdobně jsou k trubnímu vedení v komunikaci J7 napojeny dva úseky systému v komunikaci V3 a V4. Oba úseky jsou z trub PP DN/OD 315, kruhové tuhosti SN 10. Délka úseku V3 je 61,7 m, úsek V4 měří 65,6 m.

Samostatná větev 14 je situována podél severovýchodní části hřbitovní zdi. Je tvořena potrubím z PP DN/OD 315 o kruhové tuhosti SN 10 a délky 61,1 m. Větev 14 odvodňuje komunikaci podél zdi od vrátnice Jihlavské směrem k východu.

Do trubního systému budou napojeny přípojky od drenážního systému v rýhách odvodňujících komunikace řešeného území a hrobové sekce.

Celý trubní systém bude proveden otevřeným výkopem.

5.1.2 Rýha se strukturálním substrátem

Objekt retenční rýhy se stromy je příkladem prvku MZI, který kombinuje funkce vodohospodářské a environmentální. Využívá synergie vzrostlé vegetace a retenčního objektu, kde jedna složka vhodně doplňuje a podporuje funkci druhé složky. Rýha je horizontálně rozdělena na dvě části. Svrchní část rýhy je tvořena vrstvou se šterkovým trávníkem. Ten slouží pro zachycení srážkového odtoku z přilehlých komunikací a k zadržení hrubých splavenin. Zároveň umožňuje však srážkové vody do spodní části rýhy a je tak součástí půdního filtru, za který můžeme považovat celou retenční rýhu.

Retenční rýha bude mít na šířku 2,00 m a na délku bude navržena vždy pod celým zatravněným pásem. Hloubka rýhy bude jiná pod a kolem stávajících stromů a v prostoru mimo stromy. Hloubka rýhy kolem stromů bude omezena zejména s ohledem k maximální ochraně jejich kořenových systémů a volbou vhodné a šetrné technologie odstranění stávající zeminy (Air Spade) a jejího nahrazení strukturálním substrátem.

Tato činnost bude stěžejní a kritická pro zapojení stávajících stromů do retenční rýhy a bude důležité, aby byla prováděna za přítomnosti arboristy a vodohospodáře. Předpokládaná hloubka rýhy v prostoru stromů je cca 350 mm. Hloubka rýhy v prostoru mezi stromy je omezena hloubkou ukládání hrobů a zároveň úrovní pláně nových komunikací. Pro vytvoření dostatečného retenčního objemu předpokládáme se základovou spárou rýhy v úrovni 800–1000 mm pod terénem. Součástí rýhy je ohebné drenážní potrubí DN 100 z PE uložené v jejím dně. Potrubí bude sloužit pro odvod přebytečné vody z rýhy a z pláně komunikace. V ochranném pásmu stromu bude toto ohebné perforované potrubí nahrazeno ohebným neperforovaným potrubím stejné dimenze a materiálu.

Drenážní systém rýh bude napojen prostřednictvím šachet DN 500 na trubní areálový odvodňovací systém. Některé rýhy v tzv. Vídeňských komunikacích plní retenční funkci. Z toho důvodu jsou šachty osazené v retenčních rýhách vybaveny regulátorem odtoku s děrovanou clonou a bezpečnostním přelivem rýhy. Hrana bezpečnostního přelivu rýhy musí být umístěna v takové výšce, aby dešťová voda nemohla natékat do nosných vrstev komunikací a tím ji znehodnocovat.

Na drenážní systém rýh je napojen drenážní systém hrobových skupin.

5.1.3 Retenční nádrž

Srážková voda bude zadržena ve třech retenčních nádržích RN1, RN2 a RN3 umístěných v prostoru před obřadní síní a objektem toalet. Nádrže budou navzájem propojeny potrubím z PP DN/OD 315 do jednoho systému spojených nádob.

Retenční objem nádrže RN1 = 456,06 m³

Retenční objem nádrže RN2 = 73,60 m³

Retenční objem nádrže RN3 = 84,3 m³

Retenční nádrž RN2 a RN3

Nádrže jsou umístěny v zatravněné ploše v prostoru vymezeném nízkými zídkami při východní hraně obřadní síně. Pro stavbu nádrží bude použita prefabrikovaná skládaná nádrž. Nádrže budou složeny z dílců tvaru „U“ o rozměrech 2100x3300x1930 (d/š/v). Na začátku a na konci bude nádrž opatřena koncovými díly tvaru „L“ o rozměrech 950x3300x1930 (d/š/v). Celá nádrž pak bude zastropena zákrytovou deskou tloušťky 250 mm.

Retenční nádrže budou navzájem propojeny potrubím z polypropylenu DN/OD 315, SN 10.

V projektové dokumentaci je uvažováno s realizací prefabrikovaných nádrží před realizací stavební jámy pro monolitickou retenční nádrž.

Retenční nádrž RN1

Nádrž je umístěna paralelně s nádržemi RN2 a RN3 do zpevněné plochy před objektem toalet. Nádrž je navržena z monolitického železobetonu. Vnější rozměry nádrže jsou 56,0x6,0x2,7 m. V místě nátoky srážkových vod do nádrže je vymezený prostor pro akumulaci srážkové vody o objemu cca 15,6 m³.

Retenční nádrž RN1 je ve dně opatřena osmi vsakovacími vrti, prostřednictvím kterých se část retenčního objemu prázdní do podloží.

Hloubka vsakovacích studní se podle hydrogeologického průzkumu nachází 13,70 m pod úrovní stávajícího terénu na kótě 206,10 m n. m. Zde se nachází kvartérní vrstvy s hodnotou koeficientu vsaku $k_v = 5,5 \times 10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$. Vsakovací schopnost jedné studny Ø 820 mm činí $Q = 13,2 \text{ m}^3 / 24 \text{ hod}$.

Retenční nádrž RN1 je na čtyřech místech propojena s nádržemi RN2 a RN3 prostřednictvím potrubí z polypropylenu DN/OD 315 SN10 provedeného protlakem.

Retenční nádrže budou prováděny v jámách záporovým pažením, popřípadě jiným způsobem tak, aby byl minimalizován vliv na okolní objekty a podzemní vedení.

Z retenční nádrže RN1 bude proveden do škrťací šachty Š1-š odtok, prostřednictvím kterého se vypouští všechny tři propojené retenční nádrže. Hladina maximálního nadržení vody v nádržích je na společné niveletě 218,13 m n.m. Odtok ze systému do veřejné kanalizace je nastaven vírovým ventilem na hodnotu 75 l/s.

5.1.4 Šachta Š1-š

Jedná se o monolitickou šachtu o vnitřním rozměru 1,6 x 5,4 m, která bude osazena za (z hlediska průtoku) retenční nádrží RN1. Šachta Š1-š má dvě základní role:

- reguluje odtok tak, aby byla splněna podmínka pro max. odtok srážkové vody z areálu hřbitova (max. specifický odtok 10 l/s/ha)
- monitoruje množství odtékané srážkové vody v čase způsobem, který je legitimní pro placení poplatku za odvádění srážkové vody, tzn. jde o fakturační měřidlo.

V šachtě Š1-š jsou obě funkce rozděleny přepážkou na část s regulátorem průtoku a měrným žlabem.

Z RN voda přiteče do regulátoru průtoku. Regulaci bude zajišťovat vírový ventil z nerezavějící oceli s kalibrovaným max. průtokem 75,0 l/s. Jakmile bude přítok srážkové vody do retenční nádrže větší, než pouští regulátor průtoku, začne se nádrž plnit. Podle intenzity nebo doby trvání srážky se bude nádrž plnit nebo prázdnit. Když je RN naplněna a neustále přitéká větší množství vody, než pouští regulátor průtoku, začne voda přepadat přes horní přelivnou hranu přepážky. Přepážka je hradící stěna, která plní funkci bezpečnostního přelivu. Úroveň přelivné hrany této stěny má výšku maximálního nadržení srážkové vody v retenční nádrži. Potrubí na odtoku z šachty Š1-š do šachty 19SA má profil DN500 s kapacitou 321 l/s, tzn. že s velkou rezervou zvládne větší množství z bezpečnostního přepadu.

Monitoring v Š1-š bude zajištěn Parshallovým měrným žlabem a sondou s ultrazvukovým snímačem hladiny. Sonda je umístěna na nerezové konzole v ose žlabu, 10–30 cm nad úroveň horní hrany žlabu, respektive nad nejvyšší úroveň měřené hladiny vody. Pro následné vyhodnocování, tj. převod údaje hloubky vody v měrném profilu na průtok bude použit elektronický vyhodnocovač průtoku. Instalace Parshallova žlabu a jeho příslušenství musí být provedena podle pokynů výrobce, aby byly zajištěny podmínky pro následnou certifikaci zařízení a uznatelnost jeho výsledků k fakturaci.

Data ze sondy budou přenesena vysílačem do vyhodnocovací jednotky, která bude umístěna v přilehlé budově správy hřbitova. Vyhodnocovač bude údaje shromažďovat pro účetní účely. Sonda bude napájena baterií, vyhodnocovací jednotka bude napojena síťovou zásuvkou v budově.

Výkop pro šachtu bude zapažen spolu s jámou RN.

5.1.5 Vsakovací průleh VPR1, VPR2, VPR3

Objekt průlehu se skládá ze tří vzájemně propojených částí – nadzemní retence (terénní deprese), souvrství průlehu a podzemní retence. Funkce průlehu spočívá v tom, že zadržuje a předčísťuje srážkové vody, které jsou vsakovány a filtrovány skrz jednotlivé vrstvy průlehu. Pro případy překročení vsakovací kapacity průlehu nebo jeho zneprůtočnění (např. zamrzlý terén) je navržen bezpečnostní přeliv, který odvede srážkovou vodu přímo do drenážního potrubí v rýze průlehu.

5.1.5.1 Funkce průlehu

Funkce vsakovacího průlehu s retenční rýhou spočívá v tom, že dešťová voda bude do retenční rýhy zasakovat prostřednictvím zeminy průlehu, přes kterou se voda částečně vyčistí. Přítok do průlehu bude povrchový plošný přes horní hranu stěn průlehu, která musí být na stejné úrovni jako okolní terén, aby nic nebránilo nátoky vody do průlehu.

5.1.5.2 Zemina průlehu (souvrství průlehu)

Z vodohospodářského pohledu je vrstva ornice průlehu jedním z nejdůležitějších prvků systému. Zasakovací schopnost průlehu je zaručena dostatečně vysokou propustností vrstvy zeminy průlehu. Na druhou stranu ale nesmí být propustnost vody půdního substrátu příliš vysoká (tj. zrnitost ne příliš hrubá), aby se pomocí

průlehu docílilo dostatečného retenčního efektu a aby se připravil čistící účinek vrstvy zeminy. Musí být dodržen předepsaný koeficient hydraulické vodivosti $K_f = 1,0 \cdot 10^{-4}$ m/s.

5.1.5.3 Rýha průlehu (podzemní retence)

Retenční část rýhy plní funkci protipovodňové ochrany a je navržena podle odvětvové normy TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami tak, aby dočasně zadržela návrhovou srážku. Retenční rýha se musí nejpozději do 24 hodiny vyprázdnit, aby byla připravena na další srážkovou událost. Retenční část rýhy se prázdní nejprve do akumulární části rýhy a prostřednictvím regulovaného odtoku do areálového odvodňovacího systému.

5.1.6 Vsakovací vrt Š1-VSAK, Š55-Š/Š10-VSAK

Vsakovací vrt plní funkci podzemního vsakovacího zařízení pro dešťové vody přitékající z povodí označeném jako Povodí 2 a Povodí 10.

Vnější profil vrtu bude minimálně $\varnothing 800$ mm a bude vystrojen vhodnou perforovanou pažnicí profilu $\varnothing 600$ mm. Výpažnice bude obsypána požadovaným materiálem (štěrkový obsyp frakce 16/32 mm). Základová spára vrtu musí dosáhnout úrovně propustného kolektoru. Při realizaci vrtu musí být přítomen hydrogeolog, který potvrdí přítomnost propustné vrstvy.

Na vrtu bude osazena prefabrikovaná šachta $\varnothing 1000$ mm bez šachtového dna.

Vstupní komín šachty Š1-VSAK bude vyskládán z prefabrikovaných skruží (prstenců) o DN 1000 mm a výškách 1000 mm, přechodové skruže, vyrovnávacích prstenců a litinového poklopu D400 (šedá litina). Tloušťka stěny šachtových dílů bude 120 mm a šachtové díly budou opatřeny pryžovým (elastomerovým) těsněním dle DIN 4060. Šachetní díly musí být osazeny zabudovanými ocelovými stupadly s PE potahem, přechodová skruž (kónus) s PEHD kapsovým stupadlem. Do šachty bude zaústěn přítok z PP trub DN/OD 315, kruhové tuhosti SN 10 a přítok DN/OD 110 z polypropylenových trub o kruhové tuhosti SN 10. Šachta bude opatřena bezpečnostním přelivem z PP DN/OD 160, kruhové tuhosti SN 10. Bezpečnostní přeliv vsakovacího vrtu bude zaústěn do šachty TŠ1. Dno šachty bude usazeno na podkladní betonovou desku z betonu C12/15, která bude provedena na vyrovnaný štěrkopískový podsyp. Ve dně šachty bude rozprostřena geotextilie $150 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ a otvor vrtu bude překryt kompozitním roštem (2 x 360 x 660 x 25 mm) bránícím pádu do šachty.

Vstupní komín šachty Š55-Š/Š10-VSAK bude vyskládán z prefabrikovaných skruží (prstenců) o DN 1000 mm a výškách 1000 mm, přechodové skruže, vyrovnávacích prstenců a litinového poklopu D400 (šedá litina). Tloušťka stěny šachtových dílů bude 120 mm a šachtové díly budou opatřeny pryžovým (elastomerovým) těsněním dle DIN 4060. Šachetní díly musí být osazeny zabudovanými ocelovými stupadly s PE potahem, přechodová skruž (kónus) s PEHD kapsovým stupadlem. Do šachty bude zaústěn přítok z PP trub DN/OD 160, kruhové tuhosti SN 10, na kterém bude osazen regulátor odtoku s děrovanou clonou. Šachta bude opatřena bezpečnostním přelivem z PP DN/OD 160, kruhové tuhosti SN 10. Bezpečnostní přeliv vsakovacího vrtu bude zaústěn do šachty Škp10. Dno šachty bude usazeno na podkladní betonovou desku z betonu C12/15, která bude provedena na vyrovnaný štěrkopískový podsyp. Ve dně šachty bude rozprostřena geotextilie $150 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ a otvor vrtu bude překryt kompozitním roštem (2 x 360 x 660 x 25 mm) bránícím pádu do šachty.

Materiál šachet musí splňovat podmínky na vodotěsnost a odolnost proti agresivitě chemického prostředí – dle geologického průzkumu a podmínek vnějšího prostředí tak, aby nemusela být prováděna další vnější úprava. Betony v projektové dokumentaci jsou značeny dle ČSN EN 206+A2.

Vodotěsnost šachetních dílců a jejich spojů musí být zkoušena dle ČSN EN 1917. Dosedací plocha skruží musí být vyplněna těsnicím materiálem. Veškerá napojení potrubí, pracovní spáry atd. musí být provedeny jako vodotěsné.

5.1.7 Filtrační žlab FZ

Filtrační žlab plní funkci předčištění a zadržení srážkových vod v místě, kde nelze z prostorových důvodů navrhnout průleh. Filtrační žlab se skládá z plastových prvků o rozměru 500 x 400 x 370 mm, které jsou vyplněny substrátem, který je součástí systému a má čistící schopnosti. Dno plastových prvků je opatřeno

otvory, kterými pročištěná voda prosakuje do šterkové rýhy, která je situována přímo pod žlabem a je součástí tohoto objektu. Rýha je tvořena praným říčním šterkem frakce 16/32 mm a celoperforovaným drenážním potrubím DN 100 z HD-PE, kruhové tuhosti SN8. Drenážní potrubí rýhy je zaústěno do trubního areálového odvodňovacího systému. Žlab je osazen litinovým roštem pro třídu zatížení D400.

Filtrační žlaby jsou osazeny bezpečnostními přelivy. Počet a rozmístění bezpečnostních přelivů jsou patrné z příslušných výkresů filtračních žlabů.

Filtrační žlab FZ1 je situován v prostoru před veřejnými toaletami a odvodňuje zpevněnou plochu před obřadní síní. Délka žlabu je 52,4 m. Žlab je v pěti místech zaústěn prostřednictvím přípojek profilu DN/OD 110 z polypropylenu do retenční nádrže RN1. Žlab musí být rozdělen na dva dilatační celky.

Filtrační žlab FZ2 je situován za obřadní síní podél její západní fasády. Odvodňuje plochu přilehlé komunikace V2, která je spádována směrem k objektu. Délka žlabu je 53,42 m.

Filtrační žlaby FZ3, FZ4 a FZ5 jsou situovány v přístupovém chodníku k Čestnému kruhu, který se nachází v prodloužení komunikace J5. Žlaby zachytávají srážkovou vodu ze zpevněných ploch Čestného kruhu, které nebylo možné spádat do průlehů nebo šterkových rýh. Žlab FZ3 a FZ4 je délky 2,6 m, žlab FZ5 má délku 3,0 m.

5.2 SO 302 - KANALIZAČNÍ PŘÍPOJKY

Stavba kanalizačních přípojek bude provedena pod veřejným prostranstvím, resp. v areálu hřbitova. Kanalizační přípočky budou ukončeny revizními šachtami pro napojení trubního areálového odvodňovacího systému.

Areál Ústředního hřbitova města Brna je odkanalizován několika stávajícími kanalizačními přípojkami, které jsou napojeny do stávající jednotné kanalizace pro veřejnou potřebu v ulici Vídeňská. Dle kamerového průzkumu stok DN 800 resp. DN 700/1050 jsou z nich vedeny odbočky směrem k areálu hřbitova. Pro lepší orientaci jsou v projektové dokumentaci označeny KANALIZAČNÍ PŘÍPOJKA 1 až 10, i když všechny přípočky nejsou vedeny do areálu hřbitova.

Předmětem rekonstrukce a této projektové dokumentace jsou tyto kanalizační přípočky:

- KANALIZAČNÍ PŘÍPOJKA 2 - stávající dešťová přípojka je zaústěna do stávající kanalizace DN 700/1050, která se nachází na ulici Vídeňská a vede pod tramvajovým tělesem.
- KANALIZAČNÍ PŘÍPOJKA 4 - stávající přípojka je zaústěna do stávající kanalizace DN 700/1050, která se nachází na ulici Vídeňská a vede pod tramvajovým tělesem.
- KANALIZAČNÍ PŘÍPOJKA 9 - stávající přípojka je zaústěna do stávající kanalizace DN 800 resp. do stávající šachty Š276, která se nachází v areálu hřbitova. Tato stávající přípojka bude nahrazena novou, která bude napojena přímo do kanalizace DN 800.
- KANALIZAČNÍ PŘÍPOJKA 10 - stávající přípojka je zaústěna do stávající kanalizace DN 800, která se nachází v areálu hřbitova.

5.3 SO 361 - AREÁLOVÝ VODOVOD

5.3.1 Provizorní zásobování vodou po dobu stavby

Před zahájením prací na areálovém vodovodu musí být zajištěno zásobování nemovitostí v areálu hřbitova vodou, resp. musí být zachován provoz stávajícího vodovodu, který rozvádí vodu do dalších částí hřbitova (požadavek SHMB).

Proto bude po dobu výstavby areálového vodovodu zajištěno náhradní zásobování vodou, a to prostřednictvím provizorního vodovodu.

Zásobování nemovitostí a náпустných míst pitnou vodou ovlivní i krátkodobé odstávky stávajícího, provizorního nebo rekonstruovaného vodovodu např. při zhotovování propojů, přepojování VP atp. V tomto případě musí zhotovitel zajistit provizorní zásobování vodou mobilními cisternami.

Provizorní vodovod bude proveden od stávající vodoměrné šachty VŠ1 po stávající vodovod DN 80, který se nachází v křižovatce cest V1b a J1. Vodovod bude proveden z HDPE PE100, SDR 11 profilu De 90.

5.3.2 Areálový vodovod

Navrhované vodovodní řady jsou vedeny cestní sítí s ohledem na umístění ostatních inženýrských sítí a stávajícího stromořadí. Situování nových vodovodních řadů umožní výhledové pokračování obnovy stávajících vodovodů v další části hřbitova.

▪ VODOVOD A1

Vodovodní řad A1 začíná ve stávající vodoměrné šachtě VŠ1 a vede cestou J1 a V5 až po křižovatku s cestou J8, kde bude ukončen napojením na stávající vodovod. Na vodovod A1 jsou napojeny ostatní vodovodní řady, přípojky pro náпустní místa a přípojka pro vrátnici Jihlavská.

▪ VODOVOD A2

Vodovodní řad A2 začíná napojením na stávající vodovod v křižovatce cest V1 a J8. Vede cestou J8 až po křižovatku s cestou V5, kde bude propojen s novým řadem A2. Na vodovod A2 jsou napojeny vodovodní řady B1, B2, B4.1 a přípojky pro náпустní místa.

▪ VODOVOD B1

Vodovodní řad B1 začíná napojením na nový řad A1 v křižovatce cest V2 a J1. Vede cestou V2 až po křižovatku s cestou J8, kde bude propojen s novým řadem A2. Na vodovod B1 jsou napojeny vodovodní řady B3, B4, přípojky pro náпустní místa, přípojka ke stávající budově (kameník) a rozvojové ploše 4.

▪ VODOVOD B2

Vodovodní řad B2 začíná napojením na nový řad B1 v křižovatce cest V2 a J3. Vede cestou J3 a V4 až po křižovatku s cestou J8, kde bude propojen s novým řadem A2. Na vodovod B2 je napojen vodovodní řad B4 a přípojky pro náпустní místa.

▪ VODOVOD B3

Vodovodní řad B3 začíná a končí napojením na nový řad B1 v cestě V2. Vede okolo obřadní síně a jsou na něj napojeny přípojky ke stávajícím budovám (ředitelství B, veřejné WC, provozní budova).

▪ VODOVOD B4

Vodovodní řad B4 začíná napojením na nový řad B1 v křižovatce cest V2 a J5. Vede cestou J5 až po křižovatku s cestou V4, kde bude propojen s novým řadem B2. Na vodovod B4 je napojen vodovodní řad B4.1.

▪ VODOVOD B4.1

Vodovodní řad B4.1 začíná napojením na nový řad B4 v křižovatce cest V3 a J5. Vede cestou V3 až po křižovatku s cestou J8, kde bude propojen s novým řadem A2. Na vodovod B4.1 jsou napojeny přípojky pro náпустní místa.

Vodovodní řady budou zhotoveny z tvárné litiny s vnitřním povlakem.

5.3.3 Vodovodní přípojky

Vodovodní přípojky budou na vodovod napojeny pomocí navrtávacího pasu, a to až při výstavbě vlastní přípojky. V rámci výstavby vodovodního řadu nebudou odbočky vodovodních přípojek vysazovány.

VP1 OBŘADNÍ SÍŇ – Jedná se o výměnu stávající vodovodní přípojky De40, která bude napojena na nový vodovodní řad B1.

VP2 SPRÁVNÍ BUDOVY – Stávající vodovodní přípojka De40 bude vyměněna s tím, že část přípojky bude postavena v nové trase, a to z důvodu napojení na nový vodovodní řad B3.

VP3 VEŘEJNÉ WC – Stávající přípojka De40 je napojena na vodovod, který zřejmě vede pod budovou veřejných záchodků. Proto bude přípojka postavena nová a bude napojena na nový vodovodní řad B3.

VP4 PROVOZNÍ BUDOVY – Stávající přípojka De40 je napojena na vodovod, který zřejmě vede pod budovou veřejných záchodků až k provozní budově. Proto bude přípojka postavena nová a bude napojena na nový vodovodní řad B3.

VP5 KAMENÍK – Jedná se o výměnu stávající vodovodní přípojky De50, která bude napojena na nový vodovodní řad B1. Stávající objekty budou ve výhledu nahrazeny novou zástavbou. Vyměněná přípojka bude využita pro napojení vnitřního vodovodu výhledové zástavby. O jakou zástavbu půjde není v současné době známo, protože město Brno, resp. KAM připravuje architektonickou soutěž, která bude teprve definovat její využití.

VP6 VRÁTNICE 1, VP7 VRÁTNICE 2 - Jedná se o výměnu stávající vodovodní přípojky De32 pro objekty vrátnice ulice Jihlavská. Společná přípojka bude napojena na nový vodovodní řad A1.

VP8 AUTOPARK (ROZVOJOVÁ PLOCHA) – Nová vodovodní přípojka, která vede k ploše v současné době využívané jako autopark, která bude v budoucnu zastavěna, protože se jedná o rozvojovou plochu. O jakou zástavbu půjde není v současné době známo, protože město Brno, resp. KAM připravuje architektonickou soutěž, která bude teprve definovat její využití.

Vodovodní přípojka De50 bude napojena na vodovodní řad B1 v křižovatce cest V2 a J7. Povede cestou J7 a bude ukončena vodoměrnou šachtou VŠ2, která bude umístěna v autoparku. Z vodoměrné šachty bude napojena nadzemní odběrová souprava OS1, ze které bude možné odebírat vodu pro oplach techniky.

V případě budoucí zástavby bude stávající vodoměrná šachta využívána pro připojení nové zástavby. Nadzemní odběrovou soupravu bude možné zrušit, pokud nebude v rámci rozvojové plochy požadavek na její využití.

VP-KAŠNA K1, VP-KAŠNA K2 – Jedná se o výměnu stávajících vodovodních přípojek De40, která bude napojena na nový vodovodní řad B1.

PŘÍPOJKY NÁPUSTNÝCH MÍST – Jedná se o nové vodovodní přípojky k nadzemním nápustným místům, která slouží návštěvníkům hřbitova pro napouštění vody zejména pro zalévání. Podoba nápustných míst není zatím známa, protože jsou předmětem architektonického výběru ze strany KAM.

Všechny vodovodní přípojky budou provedeny z materiálu HDPE PE100 SDR11.

V Brně, únor 2022

Ing. arch. Michaela Vacková, Ph.D.

Miloslav Jílek