



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ OBCÍ

INSTITUTE OF MUNICIPAL WATER MANAGEMENT

NAKLÁDÁNÍ SE SRÁŽKOVÝMI VODAMI V AREÁLU ZŠ A MŠ BRNO - PASTVINY

PRECIPITATION WATER MANAGEMENT IN THE AREA OF THE BRNO - PASTVINY PRIMARY
SCHOOL

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jan Školař

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAN RUČKA, Ph.D.

BRNO 2018



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

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

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Jan Školař
Název	Nakládání se srážkovými vodami v areálu ZŠ a MŠ Brno - Pastviny
Vedoucí práce	Ing. Jan Ručka, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2017
Datum odevzdání	25. 5. 2018

V Brně dne 30. 11. 2017

doc. Ing. Ladislav Tuhovčák, CSc.
Vedoucí ústavu

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

PODKLADY A LITERATURA

- [1] Stránský, D. a kol.: Srážkové vody a urbanizace krajiny, ČKAIT, Praha, 2012, ISBN 978-80-87438-28-2
- [2] TNV 75 9011: Hospodaření se srážkovými vodami, Sweco Hydroprojekt, a.s., Praha, 3/2013
- [3] Žabička, Z., Vrána, K.: Hospodaření se srážkovou vodou v nemovitostech, ČKAIT, Praha, 2011, ISBN 978-80-87438-14-5

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

V rámci bakalářské práce bude zpracována studie nakládání se srážkovými vodami v areálu MŠ a MŠ Pastviny, Brno. V úvodní části práce bude provedena stručná rekapitulace vstupních informací, omezujících podmínek a legislativních předpisů pro návrh, výstavbu a provozování zařízení pro nakládání se srážkovými vodami. Následně budou vypracovány základní hydrotechnické výpočty, výkresová dokumentace jednotlivých objektů a textová zpráva.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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

Ing. Jan Ručka, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zaměřuje na hospodaření se srážkovými vodami v decentralizovaném území. V teoretické části je vypracována literární rešerše v oblasti možností hospodaření se srážkovými vodami a příslušné legislativní úpravy v ČR. Jsou zde popsány typy technických řešení k hospodaření se srážkovými vodami. V praktické části je vypracována případová studie v areálu ZŠ a MŠ Brno – Pastviny na nakládání se srážkovými vodami, návrh podzemních dešťových nádrží s předřazenou filtrací a návrh automatického zavlažovacího systému.

KLÍČOVÁ SLOVA

Decentralizované nakládání se srážkovými vodami, vsakovací zařízení, dešťová nádrž, závlaha

ABSTRAKT

The bachelor thesis focuses on the management of rain water in decentralized territory. In the theoretical part, a literature search is made on the possibilities of rain water management and the relevant legislation in The Czech Republic. There are described types of technical solutions for the management of rainwater. In the practical part there is a case study in the area of the Elementary school and Kindergarten Brno - Pastviny for rain water treatment, proposal of underground rainwater tanks with pre-filtration and an automatic irrigation system

KEYWORDS

Use of decentralized rainfall, tapping device, rainwater tank, irrigation

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Jan Školař *Nakládání se srážkovými vodami v areálu ZŠ a MŠ Brno-Pastviny*. Brno, 2018. 61 s., 17 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí. Vedoucí práce Ing. Jan Ručka, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 23. 5. 2018

Jan Školař
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Mé poděkování patří především vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Janu Ručkovi, Ph.D., za možnost konzultace a rad, které napomohli vypracovat tuto bakalářskou práci. Nadále bych chtěl poděkovat Ing. Sucháčkovi za pomoc při zaměřování areálu, Ing. Novákové a Ing. Boháčovi za poskytnuté rady v oblasti závlah. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat rodině a přátelům za podporu k vypracování této bakalářské práce.

OBSAH

1	ÚVOD	10
1.1	Termíny a definice	10
1.2	Stávající stav problematiky v dané oblasti	13
1.3	Cíl práce	15
2	DECENTRALIZOVANÉ NAKLÁDÁNÍ SE SRÁŽKOVÝMI VODAMI	16
2.1	Základní principy	16
2.2	Nevýhody centralizovaného nakládání se srážkovými vodami	16
2.3	Jakost srážkové vody	18
2.4	Přínosy	19
2.4.1	Ekologické přínosy	19
2.4.2	Ekonomické přínosy	19
2.4.3	Zdravotní přínosy	20
2.4.4	Sociální přínosy	20
2.5	Rozdělení systémů pro hospodaření s srážkovými vodami	21
2.5.1	Povrchové vsakovací zařízení	21
2.5.2	Podzemní vsakovací zařízení	23
2.5.3	Kombinovaná vsakovací zařízení	26
2.5.4	Retence srážkových vod	26
2.6	Legislativní úprava v české republice	27
2.6.1	Vodní zákon 254/2001 Sb., §5 odst. (3)	27
2.6.2	Vyhláška č. 501/2006	27
2.6.3	Technické normy	27
3	PŘÍPADOVÁ STUDIE – ZÁKLADNÍ ŠKOLA A MATEŘSKÁ ŠKOLA BRNO PASTVINY	30
3.1	Popis lokality	30
3.1.1	Geografické poměry	30
3.1.2	Geologické poměry a Hydrogeologické poměry	31
3.1.3	Hydrologické poměry	31
3.1.4	Klimatické poměry	32
3.1.5	Popis areálu ZŠ a MŠ Pastviny	32
3.2	Zpráva inženýrskogeologického a hydrogeologického průzkumu	34
3.2.1	Úvod	34
3.2.2	Terénní práce	35
3.2.3	Geologické a hydrogeologické poměry	36
3.2.4	Laboratorní rozbor zemin	37
3.2.5	Nálevová vsakovací zkouška	38
3.2.6	Základové poměry a technický závěr	38
3.2.7	Vsakovací poměry	38

4	VÝPOČET POTŘEBY DEŠŤOVÉ VODY.....	40
4.1	Audit ploch zeleně.....	40
4.2	Audit střech.....	41
4.3	Potřeba vody pro zálivku.....	42
4.4	Stanovení prioritních ploch.....	44
4.5	Stanovení velikosti nádrže.....	45
4.6	Optimalizace nádrží.....	46
5	TECHNICKÉ ŘEŠENÍ SYSTÉMU.....	47
5.1	Sběr dešťové vody.....	47
5.2	Omezující podmínky.....	47
5.3	Dešťové nádrže.....	47
5.4	Filtrační šachta.....	48
5.5	Závlaha.....	49
5.5.1	Závlahování pomocí lidského faktoru.....	49
5.5.2	Závlahování pomocí automatického závlahovacího systému.....	49
5.6	Nacení systému.....	51
5.7	Provoz objektů.....	51
6	ZÁVĚR.....	53
7	POUŽITÁ LITERATURA.....	54
	SEZNAM TABULEK.....	56
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	57
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ.....	58
	SEZNAM PŘÍLOH.....	60
	SUMMARY.....	61

1 ÚVOD

Tato práce vznikla z podmětu městské části Brno – Komín, protože si je vědoma malé využitelnosti srážkové vody v decentralizovaném území. Jejich rozhodnutí o využívání dešťových vod v místě jejich vzniku na pozemcích městské části, je rozumný krok vzhledem k situaci, která v dnešní době nastává. Srážky jsou pod dlouhodobým normálem a sucho převládá nad deštnými dny. Proto je důležité, aby se srážkové vody využívaly v největším možném měřítku a vraceli se zpět do přirozeného koloběhu vody. Základní a mateřská škola Pastviny je pro využívání srážkových vod vhodná zejména proto, že má velikou sběrnou plochu střech a míra znečištění je nízká, proto nevyžaduje větší míru filtrace, než je filtrace mechanická. Sběr je tedy snadný a lze dešťovou vodu využít pro různé typy nakládání s dešťovými vodami. Využívání dešťové vody je bezpochyby důležitým tématem dnešní doby i doby nadcházející. A díky veřejným projektům a informovanosti lidí, můžeme přispět k lepšímu vnímání tohoto tématu a k zvýšení zájmu lidí, jak využít dešťovou vodu. [6, 8]

1.1 TERMÍNY A DEFINICE

Následující kapitola vyjadřuje určité definice, které jsou spjaté s nakládáním srážkových vod.

1) *Atmosférická depozice*

Přenos látek z atmosféry k zemskému povrchu, který je vyjádřen jako hmotnost sledované látky na jednotku plochy za určitou časovou jednotku. [4]

2) *Bagatelní hranice znečištění*

Hranice znečištění, která je z hlediska životního prostředí přijatelná. [4]

3) *Centrální způsob odvodnění*

Způsob odvodnění, který se zabývá nakládáním se srážkovými vodami společně pro více staveb. [4]

4) *Decentrální způsob odvodnění*

Způsob odvodnění, který se zabývá nakládáním se srážkovými vodami v místě jejich vzniku (tj. zpravidla přímo na pozemku stavby, z níž jsou srážkové vody odváděny, či v těsném sousedství pozemní komunikace, z níž jsou srážkové vody odváděny) a vrací srážkové vody do přirozeného koloběhu vody. [4]

5) *Hospodaření s dešťovými vodami*

Způsob nakládání se srážkovými vodami (převážně dešťovými), který klade důraz na zachování přirozené bilance vody v území po jeho urbanizaci; základním přístupem HDV je decentrální způsob odvodnění. [4]

6) *Hydraulická vodivost K*

Vlastnost nasycené půdy vést vodu, charakterizována součinitelem K v Darcyho rovnici, závislým na hustotě a viskozitě vody a na půdních poměrech; rovná se makroskopické rychlosti při jednotkovém spádu I . [4]

7) *Hydraulické zatížení vsakovacích zařízení*

Množství přitékající srážkové vody vztažené na vsakovací plochu vsakovacího zařízení, orientačně vyjádřené poměrem mezi redukovanou odvodňovanou plochou a vsakovací plochou vsakovacího zařízení. [4]

8) *Hydrobiologický stres*

Škodlivé vlivy na vodní flóru a faunu způsobené vysokými průtočnými rychlostmi a unášecími silami (též označován jako hydraulický stres). [4]

9) *Koeficient vsaku*

Koeficient charakterizující rychlost vsakování vody do horninového prostředí ve vsakovacím zařízení za atmosférického tlaku při hydraulickém sklonu $I = 1$. [4]

POZNÁMKA: Koeficient vsaku se stanoví způsobem, popsáním v ČSN 75 9010, a nelze ho nahradit koeficientem hydraulické vodivosti ani součinitelem infiltrace. [4]

10) *Předčištění srážkových vod*

Opatření pro ochranu objektu a/nebo příjemce srážkových vod s důrazem na zadržení hrubých nečistot (splavenin) a nerozpuštěných látek, snížení koncentrace těžkých kovů, zadržení ropných látek, rozklad organických látek spotřebovávajících kyslík, snížení koncentrace živin a snížení koncentrace patogenních organismů; může probíhat v přírodě blízkých nebo v technických zařízeních. [4]

11) *Příjemce srážkových vod*

Typ prostředí, do kterého jsou srážkové vody odváděny. [4]

POZNÁMKA: Může jím být ovzduší, půdní a horninové prostředí, povrchová voda (prostřednictvím svodnic nebo dešťové kanalizace), nebo jednotná kanalizace. [4]

12) *Přípustný odtok*

Nejvyšší dovolený průtok srážkových vod odváděných do vodního toku, svodnice, dešťové kanalizace, nebo jednotné kanalizace. [4]

POZNÁMKA: Nevztahuje se na vody z bezpečnostních přelivů. [4]

13) Redukovaná odvodňovaná plocha

Odvodňovaná plocha povodí násobená součinitelem odtoku. [4]

14) Regulovaný odtok

Průtok protékající přes regulační zařízení, nepřekračující přípustný odtok. [4]

15) Saturovaná zóna; pásmo nasycení

Prostor v horninovém prostředí, ve kterém jsou póry nebo pukliny zcela zaplněny podzemní vodou; tlaková výška je větší než 0 a vlhkost je rovna celkové pórovitosti. [4]

16) Specifický odtok

Přípustný odtok srážkových vod vztahený na jednotku plochy pozemku (zpravidla 1 ha). [4]

17) Srážkový odtok; dešťový odtok

Proces, při kterém je srážková (dešťová) voda transportována gravitačně po povrchu terénu. [4]

18) Svodnice

Povrchové vedení (zpravidla travnaté příkopy nebo zpevněné kanálky) sloužící k odvádění srážkových vod do příslušného příjemce. [4]

19) Zatravněná humusová vrstva

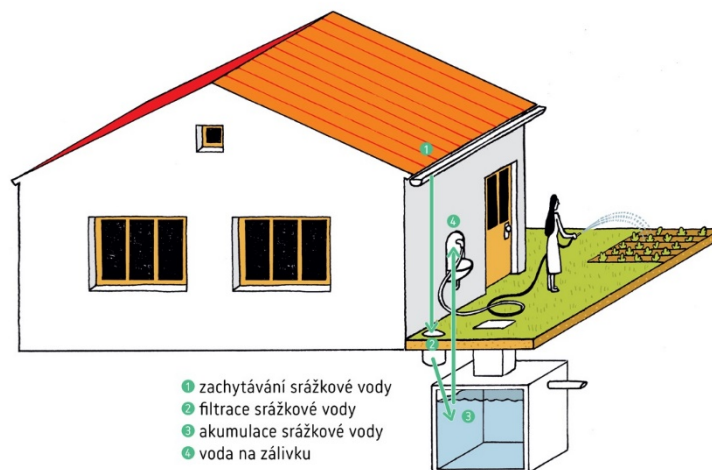
Půdní prostředí se zvýšeným obsahem humusu, s udržovaným travním pokryvem a se specifickými vlastnostmi. [4]

1.2 STÁVAJÍCÍ STAV PROBLEMATIKY V DANÉ OBLASTI

Naší Zemi stále více zasahuje hydrologický extrém sucha. Následky, které mohou vzniknout tímto suchem, mohou být závažné pro současnou i budoucí generaci. Sucho na rozdíl od povodní, nastává pomalu a trvá většinou několik let. V období sucha je potřeba zvýšit pozornost na hospodaření s vodou jako takovou. Měli bychom si uvědomit, že voda je základ života a je potřeba s ní šetřit a jen tak s ní neplýtvat. [6]

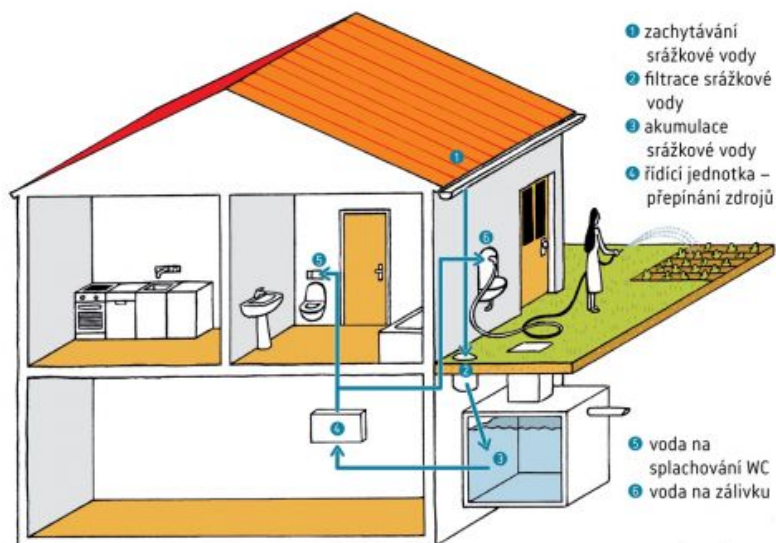
Jako východisko pro hospodaření s vodou, mohou být různé dotační tituly, jako je například dotační program „Dešťovka“, který se vztahuje, jak už z názvu napovídá, na hospodaření s dešťovou vodou. Kritéria, kteří zájemci dosáhnou na dotaci, jsou uvedena na webu www.dotacedestovka.cz. Možností využití této dotace je více a je vztažena do tří kategorií:

1. kategorie – Zalévání: Peníze v této kategorii lze žádat na zahradní nádrže určené na zachytávání dešťové vody s dostatečným objemem (min. 2 m³) k zalévání.



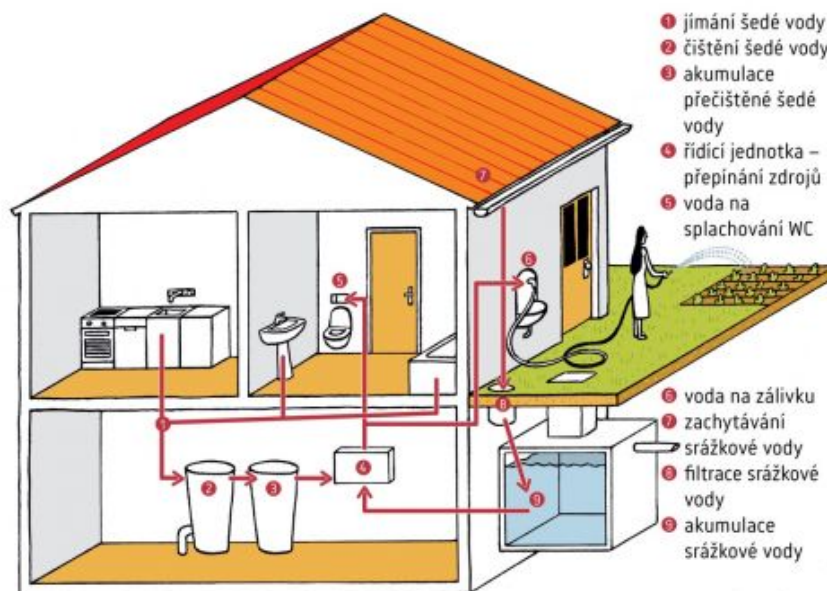
Obrázek 1 - Schéma využití srážkové vody pro zálivku [19]

2. kategorie – Zalévání a splachování: Zahradní nádrž musí mít kromě rozvodů určených k zalévání zahrady také propojení ke splachování toalety v domě.



Obrázek 2 – Schéma využití srážkové vody pro závlivku a k splachování [19]

3. kategorie – Přečištění odpadní vody pro splachování WC: Nejsofistikovanější systém, kdy bude využita i přečištěná odpadní voda (z umyvadla, sprchy, vany, pračky či myčky) ke splachování i zalévání.



Obrázek 3 - Schéma využití odpadní vody po přečištění [19]

Pro mnohé může tato dotace být motivací k ekologickému zacházení a k hospodárnému využití dešťové vody. [19]

Hospodaření s dešťovou vodou může být různé a obecně existují tři základní způsoby hospodaření. Je to vsakování srážkových vod do podloží, retence srážkové vody s regulovaným odtokem do povrchových vod či kanalizace a užívání dešťové vody na jednotlivých nemovitostech. [8]

1.3 CÍL PRÁCE

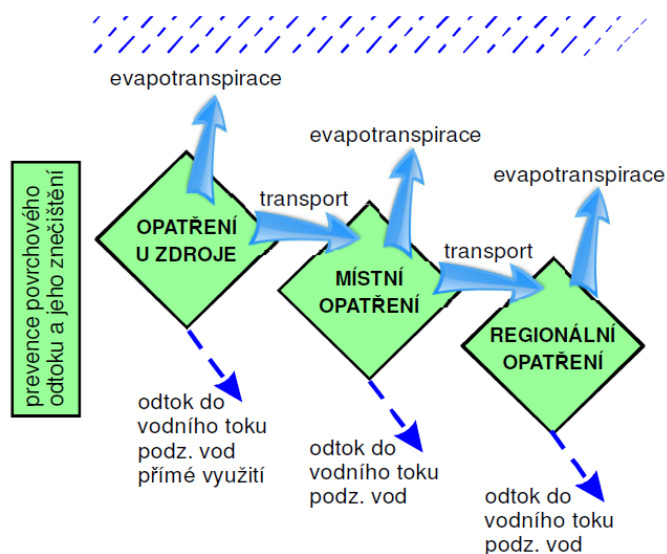
V této bakalářské práci bude vyhotovena studie nakládání se srážkovými vodami v areálu MŠ a MŠ Pastviny, Brno. Nejdříve v této práci bude vyhotovena stručná rekapitulace vstupních informací, legislativních předpisů a omezujících podmínek pro návrh, výstavbu a provozování zařízení pro nakládání se srážkovými vodami. Nadále budou zpracovány základní hydrotechnické výpočty, výkresová dokumentace jednotlivých objektů a textová zpráva.

2 DECENTRALIZOVANÉ NAKLÁDÁNÍ SE SRÁŽKOVÝMI VODAMI

2.1 ZÁKLADNÍ PRINCIPY

Základním principem hospodaření se srážkovou vodou je v co nejvyšší míře napodobení přirozeného odtoku. Základem je decentralizovaný způsob odvodnění, který se má zabývat srážkovým odtokem v místě v jeho vzniku a vracet jej do přirozeného koloběhu vody. Do tohoto smýšleného principu patří zařízení, která podporují výpar, vsakování a pomalý odtok do lokálního koloběhu vody. Můžeme zde i počítat s zařízení, která alespoň určitým způsobem přispívají k zachování přirozeného koloběhu vody a k ochraně vodních toků. Taková zařízení mohou být například akumulace či užívání dešťové vody nebo retence a regulovaný odtok do stokové sítě. [11]

Díky široké nabídce technologií pro hospodaření se srážkovou vodou se řešení každé lokality řeší individuálně, aby systém byl co nejlépe přizpůsoben lokálním specifickým podmínkám a požadavkům. Systém se skládá z jednoho či více zařízení, avšak často bývá kombinací vícero technických opatření, které zajišťují lepšího požadovaného efektu. Pro efektivní zlepšování hospodaření s dešťovým odtokem v urbanizovaném prostředí je výhodné dodržování čtyř sousledně jdoucích úrovních, které jsou zobrazeny na obrázku č 4. [11]

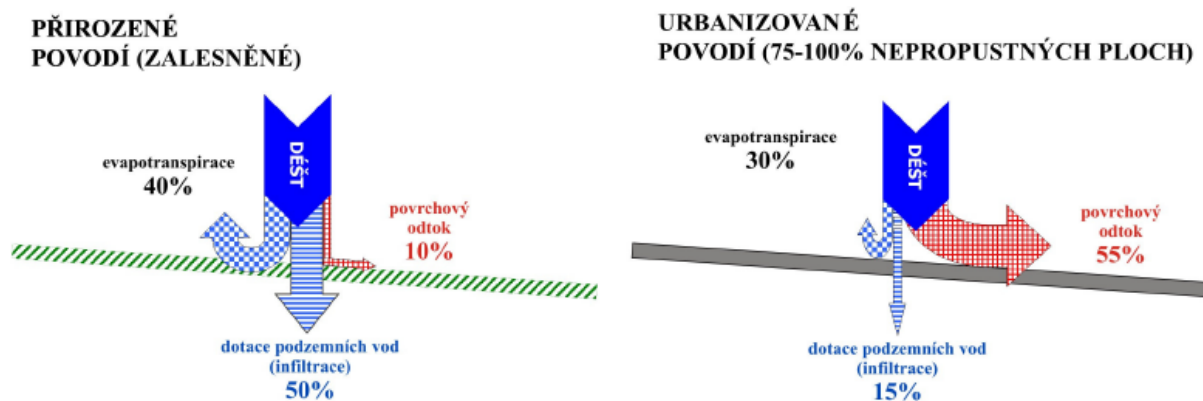


Obrázek 4 - Návaznost způsobu odvodnění [11]

2.2 NEVÝHODY CENTRALIZOVANÉHO NAKLÁDÁNÍ SE SRÁŽKOVÝMI VODAMI

Urbanizovaná území, jsou svým vysokým podílem nepropustných ploch (např. střechy budov, komunikace pro vozidla nebo pro pěší) velice rozdílná oproti přírodě. V centrech městských bytových seskupeních dosahuje podíl nepropustných ploch až 70 %. Voda

v lokálních místech nemůže přirozeně infiltrovat do podzemních vod a dochází ke snižování hladiny podzemní vody (obr. 5). Také úroveň evapotranspirace je oproti přirozeným podmínkám v městských aglomeracích snížena [6, 7]. Zbytečně velká část srážkových vod, která padá na zpevněné povrchy je odváděna do uličních vpustí, které navyšují dimenze stokové sítě a odvádějí dešťovou vodu z urbanizovaného území. [8]



Obrázek 5 – Schématické znázornění evapotranspirace, infiltrace a povrchového odtoku v přirozeném a urbanizovaném povodí [11]

Při nedodržení hydrologického systému přírodě blízkému, může nastat častější výskyt lokálních povodní z důsledku zvětšeného povrchového odtoku a jeho rychlosti. O této problematice musí uvažovat zejména větší urbanizovaná území ležící na malém vodním toku, protože náhlé zvýšení průtoků, může nepříznivě působit na okolí toku. Můžou nastat škody na hmotném majetku, ne-li hůř na lidském životě. Mimo jiné i morfologické změny toku působí nepříznivě na schopnost transformovat povodňovou vlnu. Při větších četnostech povodní z důsledku urbanizace může dojít i k narušování fauny a flóry v toku. Hydraulický stres může způsobit erozi dna či břehů vodního toku a odplavuje žijící organismy žijící ve vodním prostředí a také může dojít ke vnosu znečišťujících látek. Po těchto nepříznivých jevech se tok stává neestetický i funkčně neekologický. [8]

Dalším důsledkem může být nedostatečná kapacita stokové sítě. To má za následek přechod do tlakového režimu proudění, kde hrozí vystoupení odpadní vody do sklepních prostor či výtok na terén přes uliční vpust' nebo revizní šachty. Obvyklé je i zahlcení uličních vpustí s rozlivem do okolí. Vzhledem k tomu, že k daným jevům dochází při přívalových deštích nebo letních bouřkách, je doba dešťového odtoku velmi rychlá (desítky minut). Tudíž informovanost o hrozícím nebezpečí je omezená. Jelikož jsou velké plošné možnosti kam srážky spadnou, není zpravidla zasaženo celé urbanizované povodí, nýbrž pouze jeho část. [8]

Je také nutno brát na vědomí, častější periodicitu výskytu dešťů a jejich zvyšující se intenzitu. Hrozí totiž větší náchylnost odvodňovaného systému nebo přímo k jeho selhání (přetížení). V budoucnu tedy z hlediska hydraulické spolehlivosti nemusí stávající či v této době navržený systém vyhovovat a dojde k častějším výskytům tlakového proudění s opakujícími se výtoky odpadní vody. Tento fakt je při plánování odvodňovacích systémů důležitý, neboť odvodňovací systémy navrhujeme s životností v desítkách let. [9]

Důsledku nezásobování podzemní vody infiltrací v urbanizovaném území, dochází ke snižování hladiny podzemní vody, a to má za následek nedostatečné dotování vodních toků v suchých měsících, které by měli v tuto dobu čerpat vodu právě z vody podzemní. [8]

Narušení přirozeného hydrologického režimu ohrožuje energetickou stránku životního prostředí velkých měst. Při nedostatečném zásobování zeleně vodou, sluneční energie nemůže největší podíl energie předat pro transpiraci jako u dobře zásobované vegetace (3-4 l/m² za den). Proto městská vegetace neplní následně úlohu nejprogresivnějšího a nejlevnějšího klimatického zařízení s celkovým příznivým dopadem na žití v urbanizovaném prostředí. [8]

Látky, znečišťující následné odvodnění, které se dostává do povrchových vod, mohou být v například charakteru nerozpuštěných látek, organických látek, živin a toxické sloučeniny včetně ropných látek a těžkých kovů. Tyto polutanty jsou usazovány na nepropustných plochách v bezdeštném období a při srážkových událostech jsou odplavovány do odvodňovacího systému. Úroveň znečištění se liší různými faktory, které mohou výrazně ovlivnit zastoupení uvedených látek. Při intenzivních dešťových událostech s vyšší periodicitou opakování dochází ke splachu znečištěných látek v počátečních stádiích deště. Tento jev se nazývá první splach a svoji roli hraje především v menších povodích s velkým podílem nepropustných ploch. Znečištění v povrchovém odtoku vzniká ve vodním toku riziko akutní a chronické toxicity pro případné organismy. Díky potravnímu řetězci se až v extrémním případě může dostat i ke člověku. [8]

2.3 JAKOST SRÁŽKOVÉ VODY

Jakost vsakované vody se člení podle normy ČSN 75 9010 následujícíce:

- Srážkové povrchové vody přípustné – (např. ze střech do 200 m², ze zatravněných ploch, z teras nebo komunikací pro pěší apod.) jsou dovoleny vsakovat přes nenasycenou oblast bez předchozího znečištění
- Srážkové vody podmíněně přípustné – (např. střechy nad 200 m², z komunikací, z parkovišť pro vozidla do 3,5 t, z letištních ploch apod.) je nutné navrhnout příslušné předčištění

Vsakováním dešťové vody, nesmí dojít k překročení přípustných hodnot, aby se neznečistila podzemní voda, což by měla zajišťovat výše zmíněná ustanovení dle normy ČSN 75 9010. [3]

Je nutné také přihlížet na ovlivnění kvality podzemní vody, kterou popisuje norma ČSN 75 9010 a to tak, že základová spára vsakovacího zařízení by měla být alespoň 1,0 m nad maximální hladinou podzemní vody. Smyslem tohoto opatření je zachovat určitou přírodní horninovou vrstvu, která by měla zachytit možné polutanty obsažené ve vsakované vodě. Bohužel v praxi bývá tato jedno metrová záležitost značně komplikovaná. Nejčastější typy horninového prostředí vhodné pro vsakování bývají písčité až štěrkové usazeniny údolních niv, kde se však podzemní voda vyskytuje mělko pod terénem, respektive propustné písčité vrstvy nacházející se pod málo či nepropustnými hlinitojílovitými vrstvami bývají

zvodněle. V této normě na tuto záležitost odpovídají usnesením, že ve výjimečných (bohužel v normě nedefinovaných) případech lze tuto vzdálenost (1 m) na základě geologického průzkumu snížit. [3, 10]

Dle odvětvové normy TNV 75 9011 *Hospodaření se srážkovými vodami* vydané v roce 2013, zabývající se způsobem nakládání se srážkovými vodami odtékajícími z povrchů v urbanizovaném území, se vody podmíněčně přípustné mohou vsakovat v podzemních vsakovacích zařízeních po předčištění. Podle očekávané míry znečištění jsou použity například mechanické předčištění, zadržení či odloučení lehkých kapalin, či retenční půdní filtry, popř. filtrace přes adsorpční materiál pro zachycení těžkých kovů. Srážkové vody ze střech i z klempířských výrobků s neošetřenými kovovými částmi (Cu, Zn, Pb) o ploše větší než 500 m², které jsou zaústěny do povrchových recipientů, se doporučuje předčistit v zařízení s adsorpcí těžkých kovů. [4]

2.4 PŘÍNOSY

Přírodě blízké hospodaření s dešťovou vodou vede k několika ekologickým a ekonomickým přínosům. Stavby spojené s hospodařením dešťové vody sebou také nesou nižší či vyšší vegetaci, kterou v městském prostředí nazýváme zelenou infrastrukturou. Vodohospodářské spojení s vegetací působí synergicky, nepřímo tak přináší řadu pozitiv i ve zdravotní a sociální oblasti. [8]

2.4.1 Ekologické přínosy

Zadržováním a vsakováním srážkových vod se snižuje objem i maxima povrchového odtoku, čímž se snižuje hydraulické a látkové zatížení toků. Také se snižuje objem a maxima odváděného stokovou sítí, a tak působí jako prevence zatopení povrchu intravilánu anebo zatopení sklepů. Obnovuje se zásoba podzemní vody a zásobování recipientů v době sucha. Využití nachází i v domácnostech například jako užitková voda pro závlahu, splachování WC, praní či úklid, kde se snižuje potřeba pitné vody. Přínosem je také to, že zelená infrastruktura při fotosyntéze pohlcuje CO₂ a váže uhlík do organických sloučenin a tím přispívá ke koloběhu látek v přírodě a ke zpomalení globálních změn klimatu. [8]

2.4.2 Ekonomické přínosy

Snížené množství srážkových vod umožňuje navrhovat menší profily stok a objemy dešťových nádrží a zatěžuje tak i méně ČOV, čímž zvyšuje účinnost čištění odpadních vod. Stín vytvářený vysokou zelení má vliv také na životnost povrchů komunikací, a to zejména u živých materiálů. Dřeviny také snižují rychlost větru a snižují tak tepelné ztráty budov v zimním období. Při využívání dešťové vody pro užitkové využití se snižují náklady pro chod domácností. [8]

2.4.3 Zdravotní přínosy

Zelené rostliny svou evapotranspirací významně zvyšují vlhkost vzduchu. Listy stromů, keřů i trávníků přijímají plynné polutanty (např. CO, NO₂, SO₂, O₃) a zachycují jemné prachové částice, které jsou obsaženy v ovzduší. Tím snižují možnost vzniku smogu. V zelených rostlinách probíhá fotosyntéza, přičemž je do ovzduší uvolňován kyslík a zároveň je při tomto procesu spotřebována energie a tím ochlazována okolní atmosféra. Pokles teploty umožňuje vytvářet stín ze vzrostlé zeleně, který napomáhá k zabránění pronikání zdraví škodlivého UV záření. Vlivem rozdílných energetických absorbovaných schopností různých ploch (vegetace, budovy, komunikace) dochází k rozdílným teplotám, které vedou k proudění vzduchu a napomáhá k ochlazování. Nutno také říci, že zelené plochy mají pozitivní vliv na psychologický vývoj dítěte. Pravidelný i dočasný pobyt na zelených plochách potlačuje symptomy poruchy pozornosti spojených s hyperaktivitou a zároveň podporuje poznávací, sociální a emociální schopnosti dítěte. Také vhodné prostranství pro sportovní aktivity zmírňuje některé lidské choroby, včetně depresí a obezity. [8]

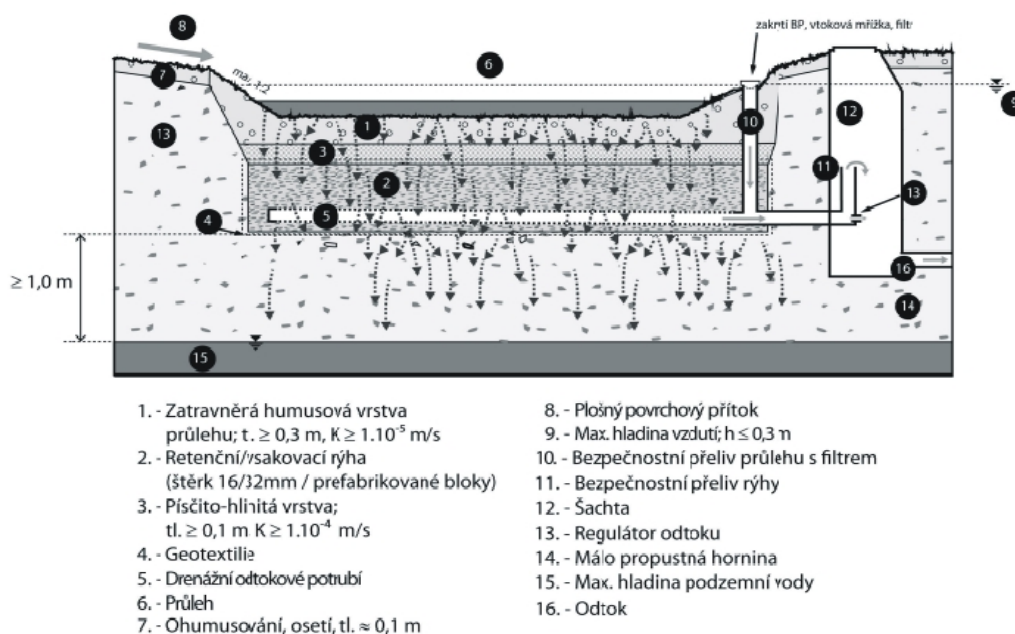
2.4.4 Sociální přínosy

Vegetace a zelené upravené plochy mají vliv na psychosociální chování jedince. Podporují rekreační aktivity obyvatel, jejich osobní kontakt a komunikaci, čímž podporují funkci občanské společnosti. Vysoká i nízká zeleň podporuje snížení kriminality a násilí v městském prostředí. [8]

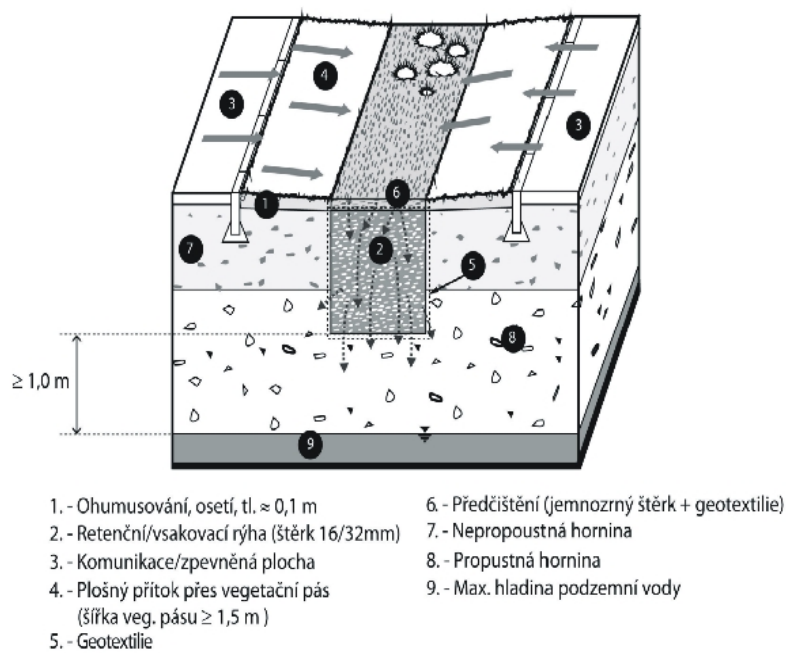
2.5 ROZDĚLENÍ SYSTÉMŮ PRO HOSPODAŘENÍ S SRÁŽKOVÝMI VODAMI

2.5.1 Povrchové vsakovací zařízení

Povrchová vsakovací zařízení jsou zejména vhodná pro přípustné a podmínečně přípustné srážkové povrchové vody. Toto vsakování je nejbližší k přirozenému vsakování srážkových povrchových vod a na travnatých plochách tento proces probíhá přes vegetační pokryv půdy. Přítok vsakované vody však nesmí být takový, aby nezpůsobil erozi povrchu vegetačního pokryvu. Znečištění se částečně zachytí nebo eventuálně odseparuje ve vrchní vrstvě půdního horizontu. Výhoda u tohoto typu je, že obnova filtrační vrstvy je snadná a odstraňování splavenin je jednoduché. Další možností je plošné povrchové vsakování, kde retenční objem vsakovacího zařízení je rozložen na velké ploše a disponuje velmi malou hloubkou povrchového vsakování. [10]



Obrázek 6 - Schéma retenční vsakovací rýhy s regulátorem odtoku [4]



Obrázek 7 – Schéma vsakovací rýhy [4]



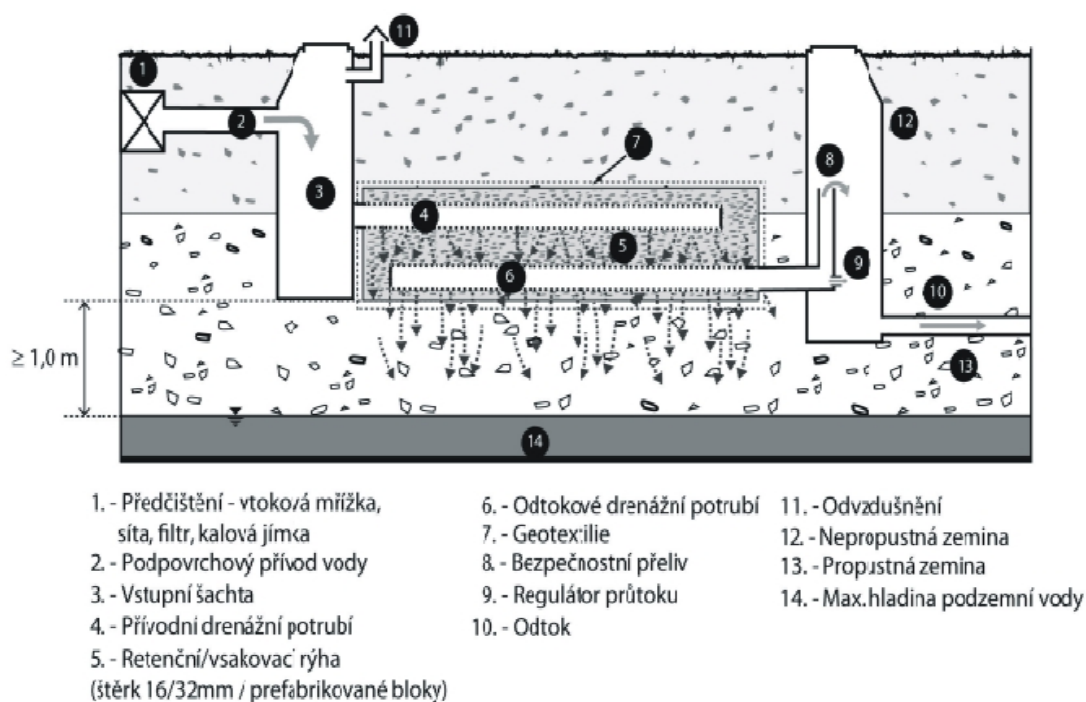
Obrázek 8 - Povrchová vsakovací nádrž [21]



Obrázek 9 - Zasakovací průleh [22]

2.5.2 Podzemní vsakovací zařízení

Toto vsakování je vhodné pro vsakování přípustných a podmíněně přípustných srážkových povrchových vod, nicméně podmíněně přípustné vody musí být nejdříve předčištěny před samotným vsakováním. Podzemní vsakovací zařízení jsou uměle vytvořené konstrukce, které jsou vždy s kombinací retence srážkové vody a jsou umístěny pod úrovní terénu nad vsakovací plochou. Tyto zařízení obsahují kontrolní a čistící prvky a v podzemním vsakovacím zařízení musí být zajištěné odvětrávání. Podzemní prostory mohou být vyplněné štěrkem nebo bloky které jsou vyrobeny obvykle z plastu. Další systém podzemního vsakování může být tunelový nebo vsakovací šachty. [10]



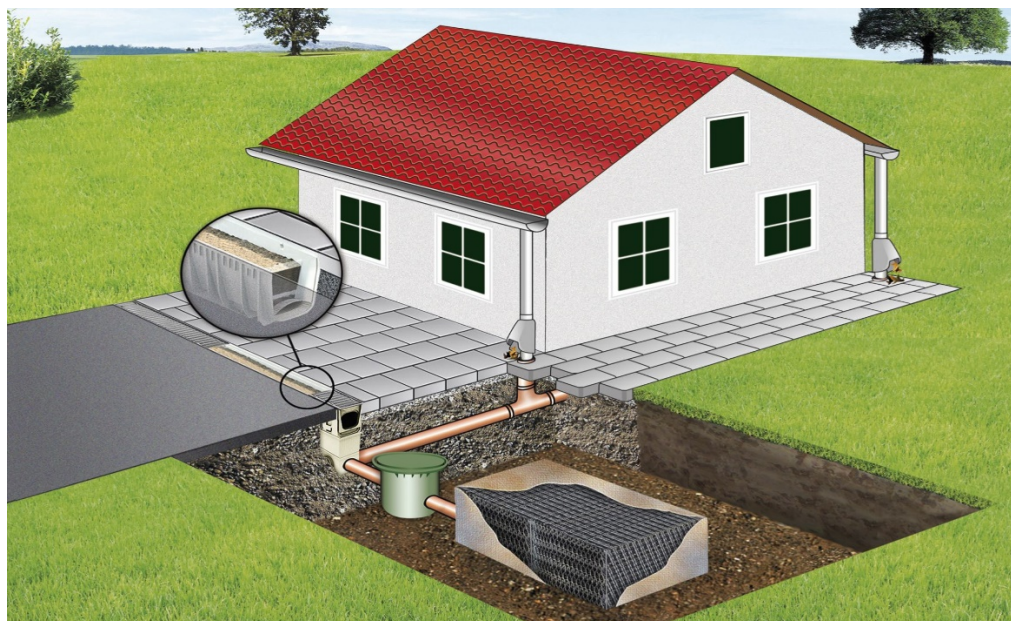
Obrázek 10 - Schéma podzemního vsakovacího zařízení [4]



Obrázek 11 - Vsakovací tunelový systém AS-KRECHT [23]



Obrázek 12 - Vsakovací systém AS-KRECHT [24]



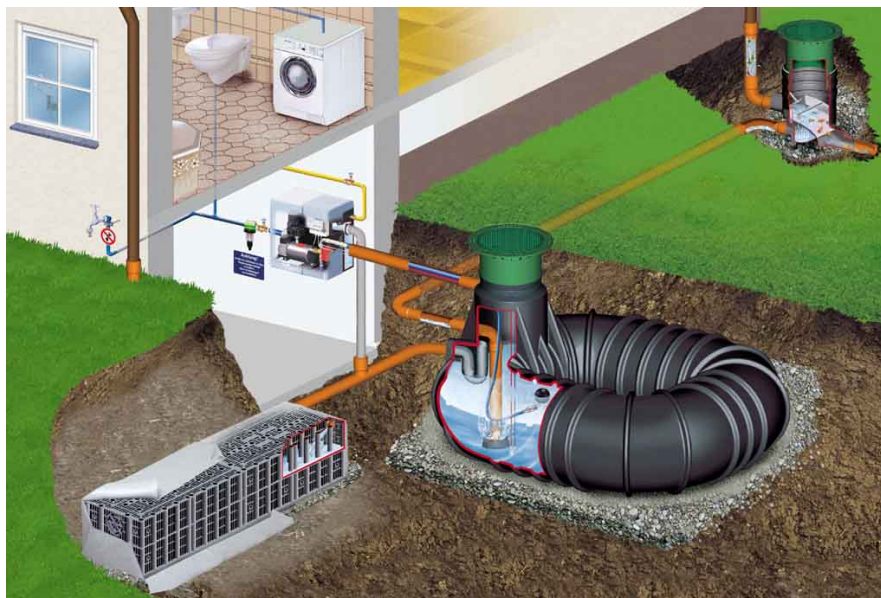
Obrázek 13 - Vsakovací boxy, systém MEA CARAT [21]



Obrázek 14 - Vsakovací boxy [21]

2.5.3 Kombinovaná vsakovací zařízení

Kombinovaná vsakovací zařízení jsou také pro vsakování přípustných a podmíněně přípustných srážkových povrchových vod. Plní několik účelů při hospodaření s vodou. Jednou z možností lze například kombinovat retenci srážkové povrchové vody se vsakováním a využitím jako estetické či užité funkce. Systém se vybírá podle místních podmínek. [10]



Obrázek 15 - Hospodárná kombinace vsakování a retence vody [25]

2.5.4 Retence srážkových vod

Retence srážkových vod umožňuje zachycení srážkové vody v objemu takovém, aby vyhověl požadavkům pořizovatele nebo umožnil regulaci odtoku srážkové vody. Rozlišujeme retenční nádrže povrchové, podzemní nebo nádrže uvnitř budov. [12]



Obrázek 16 - Podzemní nádrže [26]

2.6 LEGISLATIVNÍ ÚPRAVA V ČESKÉ REPUBLICE

2.6.1 Vodní zákon 254/2001 Sb., §5 odst. (3)

Při provádění staveb nebo jejich změn nebo změn jejich užívání jsou stavebníci povinni podle charakteru a účelu užívání těchto staveb je zabezpečit zásobováním vodou a odváděním, čištěním, popřípadě jiným zneškodňováním odpadních vod z nich v souladu s tímto zákonem a zajistit vsakování nebo zadržování a odvádění povrchových vod vzniklých dopadem atmosférických srážek na tyto stavby v souladu se stavebním zákonem. Stavební úřad nesmí bez splnění těchto podmínek vydat stavební povolení nebo rozhodnutí o dodatečném povolení stavby nebo rozhodnutí o povolení změn stavby před jejím dokončením, popřípadě kolaudační souhlas ani rozhodnutí o změně užívání stavby. [13]

2.6.2 Vyhláška č. 501/2006

Vyhláška č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území v § 20 říká, že pokud se neplánuje jiné využití srážkových vod ze zastavěných či zpevněných ploch, musí se brát v potaz jejich vsakování. Následující paragraf pak uvádí, že vsakování dešťových vod na pozemcích staveb pro bydlení je splněno, jestliže poměr výměry části pozemku schopného k vsakování k celkové výměře pozemku činí 0,4, resp. 0,3. Tyto dva paragrafy jsou hlavní legislativní oporou decentralizovaného hospodaření se srážkovými vodami, avšak nestanovují přesnější postup pro decentralizované nakládání se srážkovými vodami, proto na to navazují normy, technické normy, generely, generel plány a jiné. [14]

2.6.3 Technické normy

Nedostatečně podrobná ustanovení ve vyhlášce se snažily zaplnit dvě technické normy zaměřené na hospodaření se srážkovými vodami. ČSN 75 9010 *Vsakovací zařízení srážkových vod* (2012) a odvětvová norma TNV 75 9011 *Hospodaření se srážkovými vodami* (2012). [3]

Obecně není česká technická norma závazná. ČSN nejsou v ČR považovány za právní předpisy a není usneseno jejich povinnost dodržovat je. Existují ale případy, kde povinnost dodržovat požadavky uvedené v českých technických normách vyplývá z jiného právního aktu (např. právní předpis, smlouva, pokyn nadřízeného nebo rozhodnutí správního orgánu). Normová hodnota je definována jako daný technický požadavek, zejména limitní hodnota, se považuje za splnění požadavků daného ustanoví vyhlášky, je-li dodržena. [3]

Obě technické normy jsou vedeny spíše jako učebnice předkládající obecné návody, které radí, jak by se mělo postupovat při hospodaření se srážkovými vodami. V ČR můžeme nalézt vícero takových případů, proto nejsou tyto normy výjimkou. Data uvedená v ČSN 75 9010 *Vsakovací zařízení srážkových vod* (kromě přílohy F, která udává minimální počet vrtů, sond a zkoušek při geologickém průzkumu pro vsakování), mají jen informativní charakter. Dodržování normových hodnot musí být ošetřeno nějakým právním aktem, jelikož tyto normy nejsou přímo provázané na prováděcí vyhlášku ve

stavebním zákonu. Právním aktem může být například při realizaci vsakování stavební povolení, nebo v lepším případě územní rozhodnutí. [3]

ČSN 75 9010

Díky této normě můžeme použít znalosti při základním postupu vyhodnocování možnosti realizace vsakování. Mezi nejdůležitější výstupy patří určení koeficientu vsaku k_v na základě vsakovací zkoušky, stanovení přirozené výšky hladiny podzemní vody, posouzení možnosti ovlivnění či narušení okolních stavebních objektů a v neposlední řadě celkové posouzení vhodnosti vsakování z hlediska ochrany stávajících i plánovaných jímacích zdrojů a obecné ochrany podzemních vod. K realizaci geologického průzkumu pro vsakování je nutná příslušná právnická nebo fyzická osoba, která má příslušné certifikace k provádění inženýrskogeologického a hydrogeologického průzkumu. [3, 10]

I když je norma funkčním nástrojem už po dobu několika let, při činnostech s hospodařením se srážkovými vodami, bylo zjištěno několik nedostatků, které se v normě měli upravit, aby vzniklo lepší a cílenější rozhodování i v souladu s aktuálními evropskými normami. [3]

Změna proběhla výhradně v kapitole 4. Proběhlo zde nejen pár oprav v terminologii a v obrazových přílohách, ale také:

- Nové členění etap geologického průzkumu pro vsakování v závislosti na stupni projektové přípravy
- Zařazení součinitele spolehlivosti do výpočtu koeficientu vsaku
- Zařazení nového postupu pro realizaci vsakovacích terénních zkoušek dle ČSN EN ISO 22282-5 (72 1015) *Geotechnický průzkum a zkoušení – Hydrotechnické zkoušky – Část 5: Vsakovací zkoušky*

Nejdůležitější změnu lze považovat první výše uvedenou. Jejím cílem bylo zajistit, aby se reprezentativní hodnocení pozemku z hlediska decentralizovaného hospodaření provádělo už v začátcích projektové přípravy, tj. při vydání územního rozhodnutí, nikoliv až po vydání. ČSN 75 9010 ZMĚNA Z1 *Vsakovací zařízení srážkových vod* vstoupila v platnost v srpnu 2017. [3, 10]

TNV 75 9011

Tato norma řeší nakládání se srážkovými vodami zejména na pozemku stavby (decentralizovaný způsob odvodnění), ale jsou zde uvedena i centrální opatření, která jsou postavena za decentrální opatření, aby byl vykonán dobře pracující systém přírodě blízkého odvodnění. Jsou zde také opatření pro minimalizaci či případnou prevenci vzniku srážkového odtoku. Obsahuje návod ke správné volbě, kde odebírat srážkové vody a ke

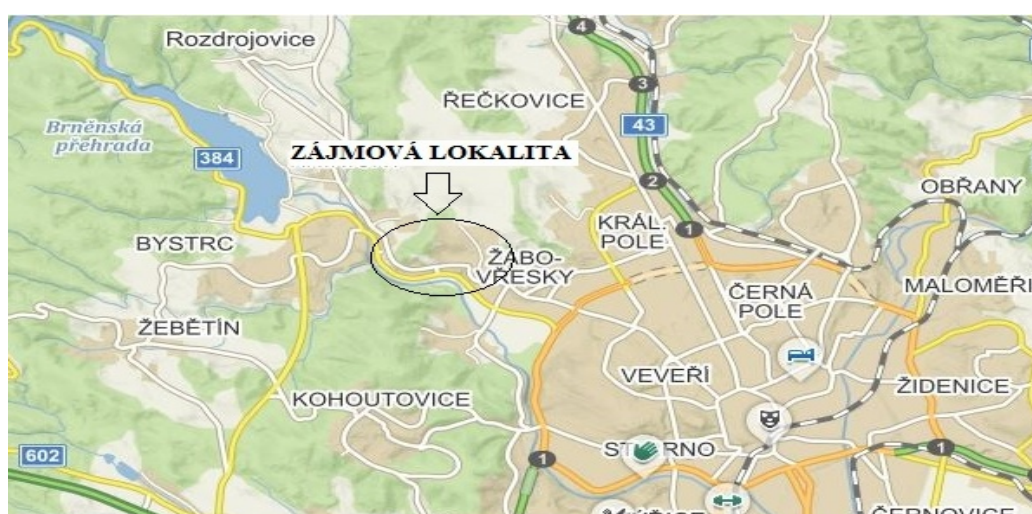
správnému technickému i konstrukčnímu řešení. Zahrnuje problematiku znečištění srážkových vod, kdy je nutné oddělit nakládání s mírně znečištěnými a silně znečištěnými srážkovými vodami. Dává také do souvislosti typické druhy znečištění s různým typem odvodňovacích ploch s určitým typem zařízení či opatření, které by bylo vhodné pro separaci určitého druhu znečištění. Dále norma uvádí decentrální objekty využívané k hospodaření s dešťovou vodou, stanovuje výpočetní postupy pro dimenzování a informuje o údržbě a provozu těchto objektů. [4]

3 PŘÍPADOVÁ STUDIE – ZÁKLADNÍ ŠKOLA A MATEŘSKÁ ŠKOLA BRNO PASTVINY

3.1 POPIS LOKALITY

3.1.1 Geografické poměry

Ulice Pastviny se nachází v městské části Brno-Komín. Lokalita je znázorněna na obrázku 17 a 18. Městská část Brno-Komín se rozkládá na rozloze 760,03 ha a leží na severozápadě statutárního města Brna po obou stranách řeky Svatky. Městská část sousedí s městskými částmi: Jundrov, Žabovřesky, Medlánky, Kníničky, Bystrc, Královo pole a Jinačovice. [1]



Obrázek 17 - Mapa zájmové lokality



Obrázek 18 - Mapa zájmové lokality

3.1.2 Geologické poměry a Hydrogeologické poměry

Geologické poměry jsou obtížné zejména z toho, že půdy se skládají z navážky a nepropustných jíílů. Z hlediska hydrologických poměrů je v lokalitě vysoká hladina podzemní vody, která se vyskytuje už v 1,5 – 2 m pod úrovní terénu. Podrobněji jsou tyto vlastnosti popsány v kapitole 3.2 Zpráva IG a HG průzkumu.

3.1.3 Hydrologické poměry

Městskou částí Brno-Komín protéká řeka Svratka. Koryto je udržované a nevykazuje známky zanášení a březní eroze (viz obr. 19). Lokalitou také protéká zatrubněný Komínský potok (viz obr. 20), který je zaústěn do řeky Svratky. Srážkové vody z areálu základní a mateřské školy jsou svedeny do protékajícího zatrubněného Komínského potoka.



Obrázek 19 - Řeka Svratka [27]



Obrázek 20 - Zatrubněný Komínský potok [27]

3.1.4 Klimatické poměry

Základní škola Pastviny, v městské části Brno-Komín, leží v průměrné nadmořské výšce 220 m n.m., v oblasti s minimální venkovní výpočtovou teplotou $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ a s intenzivními větry. Místní část Brna spadá do teplé klimatické oblasti T2. Průměrná roční teplota činí $+9,4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Největší naměřená teplota byla naměřena v roce 1957 a činila $+36\text{ }^{\circ}\text{C}$, nejnižší teplota v roce 1920 a činila $-26,4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Průměrný roční úhrn srážek je 505 mm. [3, 5]

Tabulka 1 - Charakteristika klimatické oblasti T2 [3]

Klimatická oblast	T2	MJ
Počet letních dnů	50-60	dnů
Počet dnů s prům. teplotou 10°C a více	160-170	dnů
Počet mrazivých dnů	100-110	dnů
Počet ledových dnů	30-40	dnů
Průměrná teplota v lednu	-2 - -3	$^{\circ}\text{C}$
Průměrná teplota v červenci	18-19	$^{\circ}\text{C}$
Průměrná teplota v dubnu	8-9	$^{\circ}\text{C}$
Průměrná teplota v říjnu	7-9	$^{\circ}\text{C}$
Počet dnů se srážkami 1 mm a více	90-100	dnů
Srážkový úhrn ve vegetačním období	350-400	mm
Srážkový úhrn v zimním období	200-300	mm
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	40-50	dnů
Počet dnů zamračených	120-140	dnů
Počet dnů jasných	40-50	dnů

3.1.5 Popis areálu ZŠ a MŠ Pastviny

V dané lokalitě je dlouhodobý problém s nakládáním dešťové vody. Jedním aspektem, který nám znemožňuje decentralizované vsakování je hydrogeologická vlastnost půd v daném území. Proto podmínky pro zasakování srážkových vod v městské části Komín jsou složité a dle norem značně náročné na objem a kvůli vysoké hladině podzemní vody značně rozsáhlé na plochu, protože se objekty zasakování nemohou v tomto případě příliš zahlubovat. Jelikož norma uvádí, že mezi dnem objektu a hladinou podzemní vody musí být vždy alespoň metrová vrstva zeminy, která je schopná odseparovat a odfiltrat případné polutanty ze srážkové vody, aby nedošlo ke kontaminaci či k znečištění podzemní vody, zajímáme se zde o mělké a plošně rozsáhlé objekty, které jsou v dané lokalitě nepřijatelné a drahé. Jeden z hlavních důvodů je složení půd, které jsou velmi málo propustné a také již zmíněná velmi vysoká hladina podzemní vody, která se zde pohybuje v rozmezí 1,0 až 2,0 metrů pod terénem. Ze zastoupených půd, které vyjádřili průzkumné sondy či vrty, nalezneme například hlinitou navážku, která se vyskytuje přibližně do 1,2 m pod terénem, nadále jílovitou půdu, která má zastoupení v rozsahu od 1,2 do 2,0 m pod terénem a hlouběji zde nalézáme až do 8 metrů jíly. [18]

Příjemnější nakládání s dešťovými vodami v této lokalitě je řešení retence srážkové vody a její pozdější využití. Tyto objekty nejsou příliš náročné na plochu a jelikož je retenční část schovaná pod terénem, neovlivňují okolí a nenarušují vzhled stávající zástavby, ba naopak dané stavby dodávají lokalitě přirozenost a podporují životní prostředí. Svým způsobem mají řadu přínosů z oblasti ekonomické, ekologické, sociální a v neposlední řadě také zdravotní. [8] Jelikož zastavěná plocha areálu ZŠ a MŠ Pastviny je cca 0,54 ha, je využití dešťové vody vhodnou alternativou pro případné zavlažování zeleně či hřišť v areálu školy. V současné době probíhá zavlažování hřišť ze studny, která je umístěná u budovy G, kde je čerpadlem voda čerpána, během sezóny, do expanzní nádrže umístěná nad studnou, ze které je přívod vody veden ke hřišti na zavlažování.



Obrázek 21 - Pozice studny [27]

Zavlažování okolních zelených ploch kolem školy probíhá jen velmi zřídka a současná potřeba zavlažované vody nelze definovat. Není zde tajemstvím, že okolní zelené plochy v letních měsících při období sucha trpí nedostatkem vláhy. A vrhají tak stinnou stránku na celkový dojem areálu školy. Při nedostatku zavlažované vody také dochází k úbytku fotosyntézy, který má za následek úbytek vzniklého kyslíku a uvadání daných rostlin.

V současné době je dešťová voda ze střech o celkové rozloze 0,54 ha svedena do svodných potrubí, které přímo ústí do dešťové kanalizace, která je zaústěna pravděpodobně do zatrubněného Komínského potoka, který vede pod dopravním hřištěm před areálem školy a je zaústěný do řeky Svratky. Stav některých šachet dešťové kanalizační sítě je v dezolátním stavu a jejich funkčnost je dosti neodhadnutelná. Tento fakt ale není předmětem bakalářské práce. Stav střech je v udržovaném stavu a znečištění dešťových vod lze považovat za mírné až střední znečištění. Od toho zjištění se nadále odvíjí i zvolený způsob předčištění před samotnou retencí vody.



Obrázek 22 – Trasa Komínského potoka

3.2 ZPRÁVA INŽENÝRSKOGEOLOGICKÉHO A HYDROGEOLOGICKÉHO PRŮZKUMU

Tato zpráva kombinuje informace z více zdrojů inženýrskogeologického a hydrogeologického průzkumu (dále jen IG a HG Průzkumu), které byly provedeny v blízkosti námi sledované lokality.

3.2.1 Úvod

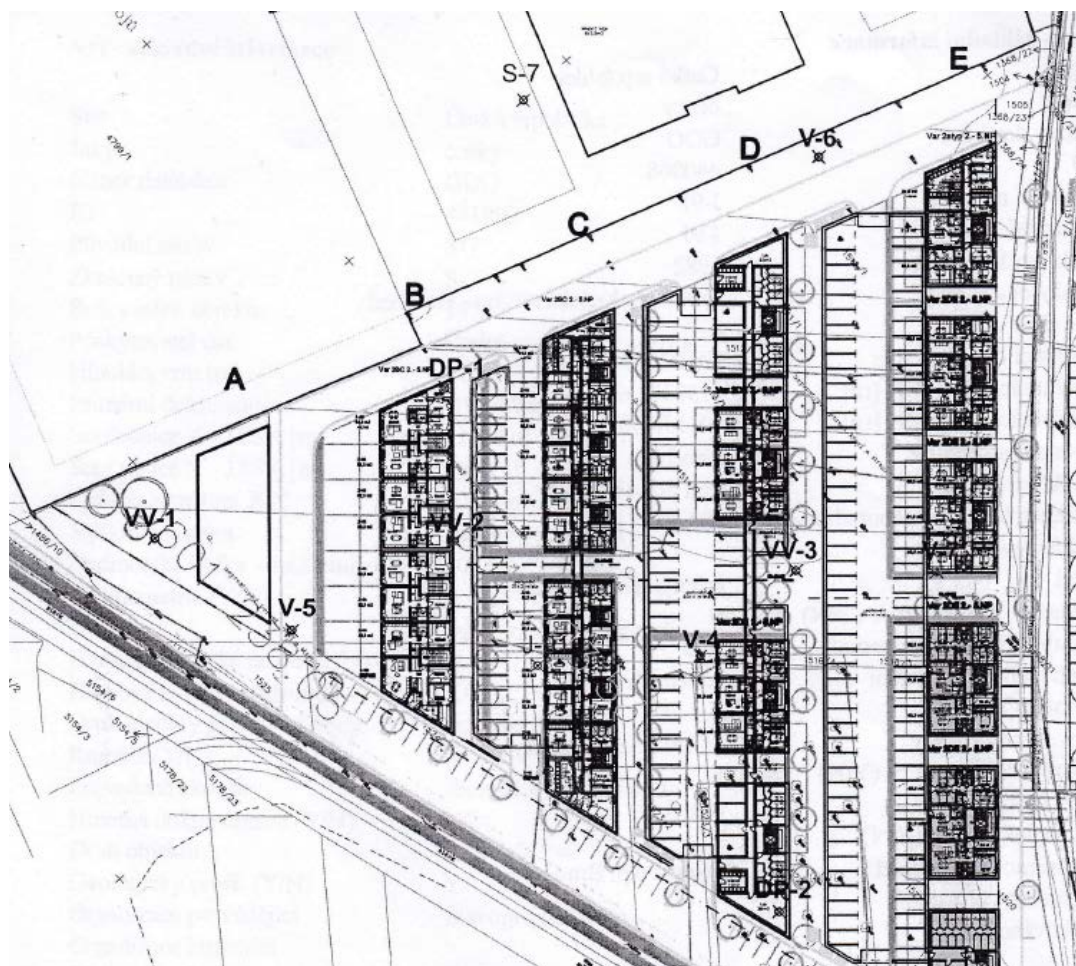
V roce 2013 se uskutečnil IG a HG průzkum v lokalitě Brno – Komín – Podveská, jelikož námi navržená studie o nakládání se srážkovými vodami v areálu ZŠ a MŠ Brno Pastviny je od této lokality vzdálena vzdušnou čarou 0,9 km, je usuzováno, že geologický průzkum bude podobný i v námi šetřené lokalitě. Byl proveden i sondážní vrt před školní budovou „G“ ve které je umístěn plavecký bazén. Tento vrt byl následně používán jako školní studna pro zálivku na horním hřišti. [18]

Na posouzeném pozemku u ulice Podveská a v jeho blízkém okolí bylo již dříve provedena průzkumná práce. Pro účely porovnání byly použity sondy J-91 a S-7. Sonda J-91 byla provedena roku 1982 a vrt S-7 v roce 1976. [18]

Účelem průzkumu bylo stanovení geologických a základových poměrů v místě plánované výstavby. Výsledkem jsou geotechnické vlastnosti základových půd vyjádřené smykovými a přetvárnými charakteristikami, na základě, kterých bude možné posoudit vhodné, bezpečné a hospodárné založení objektů. Součástí tohoto průzkumu bylo rovněž ověření hydrogeologických poměrů, především v souvislosti se svrchním horizontem podzemní vody, který může podstatně ovlivnit geotechnické vlastnosti základových půd a mohl by tak mít značný vliv na způsob založení. [18]

3.2.2 Teréní práce

V dané lokalitě bylo provedeno devět průzkumných sond, dvou sond metodou těžké dynamické penetrace a sedmi vrtaných sond, z nichž tři byly zároveň zapaženy a využity pro vsakovací zkoušku. Vrty byly označeny VV-1 až VV-3 a V-4 až V-7. Vrty jsou zobrazeny na obrázku 23. [18]



Obrázek 23 - Mapa průzkumných vrtů [18]

Bylo použito strojní pojízdné hydraulické soupravy typu UVS 15 na podvozku lehkého terénního automobilu Scam. Vrtáno bylo jádrovým způsobem nářadím o profilu 137 mm, s dovrtem spirálovým vrtným nástrojem profilu 137 a 150 mm. Sondy s označením VV-1 a VV-3 byly vrtány do hloubky 2,0 m pod stávajícím terénem. Ostatní sondy byly vrtány podle průběhu geologických poměrů. Celková metráž vrtných prací činila 50 bm. [18]

Pro doplnění údajů získaných z vrtů byly dále provedeny dvě sondy metodou těžké dynamické penetrace. Sondy s označením DP-1 a DP-2 byly provedeny soupravou typu ZDP 50 x 500 do hloubky 8,0 m. Do zemního prostředí byl tloukán normovaný kuželek beranem o hmotnosti 50 kg pádem z výšky 500 mm. Průběžně byl měřen počet úderů nutných na zaberanění soutyčí o 200 mm a moment na pootočení. [18]

Z každé hlubší vrtané sondy byl odebrán poloporušený vzorek rostlé základové půdy. Z těchto vzorků se v laboratoři mechaniky zemin uskutečnily základní klasifikační rozborů. [18]

Podzemní voda byla při provádění vrtných prací zaznamenána ve všech sondách a to velmi mělko pod stávajícím terénem, v hloubce 1,0 až 1,5 m. Podzemní voda bude mít vliv nejen na geotechnické parametry základových půd, ale i na samotné základové konstrukce. [18]

Ze sondy VV-1 byl po ustálení hladiny odebrán vzorek, který byl v příslušné laboratoři prozkoumán na stanovení jeho agresivní účinek na stavební materiál. [18]

Po ukončení sondážních prací a odběru vzorků byly vsakovací sondy zapaženy perforovanou PVC pažnicí profilu 125 mm, zbylé sondy byly zasypány vytěženým materiálem, aby nepřišel nikdo k úrazu na volně přístupné ploše. [18]

Provedené sondy byly polohopisně zaměřeny pomocí GPS Garmin a následně vykresleny do situace v obrázku č. 2. Ze situace byly odečteny souřadnice sond v JTSK, ty byly převedeny do globálních souřadnic a jsou uvedeny společně s výškami terénu v následující tabulce. V tabulce jsou uvedeny rovněž souřadnice archivních sond, které jsou vykresleny ve stejné situaci. [18]

3.2.3 Geologické a hydrogeologické poměry

Lokalita daného průzkumu je umístěna v severozápadní části města Brna, v městské části Žabovřesky. Lokalita je vzdálená od místa námi šetřeného 0,9 km vzdušnou čarou a výškový rozdíl činí cca 12,0 m. [18]

Terén je v daném místě průzkumu rovinný, až dále od posuzované plochy se zvedá severním směrem. Z hlediska geomorfologického členění ČR spadá daná oblast do okrsku Žabovřeská kotlina, podcelku Lipovská pahorkatina, které jsou součástí celku Bobravská vrchovina a oblasti Brněnská vrchovina. [18]

Geologické podloží předkvaterního stáří je na posuzované ploše tvořeno metabazaly z období neoproterozika. Skalní podloží se nachází mělčeji pod terénem na vyvýšených místech v okolí, na posuzované ploše se vyskytuje výrazně hlouběji pod terénem a je překryto mocnou vrstvou jílových sedimentů neogenního stáří. Jedná se o vápnité jíly, tzv. tégly, které spadají dle klasifikace ČSN 73 1001 do třídy F8-CH a dle ČČSN EN ISO 14688 do třídy CI. Konzistence sedimentů se pohybuje od tuhé po pevnou, resp. pevnou až velmi pevnou podle platné evropské normy. [18]

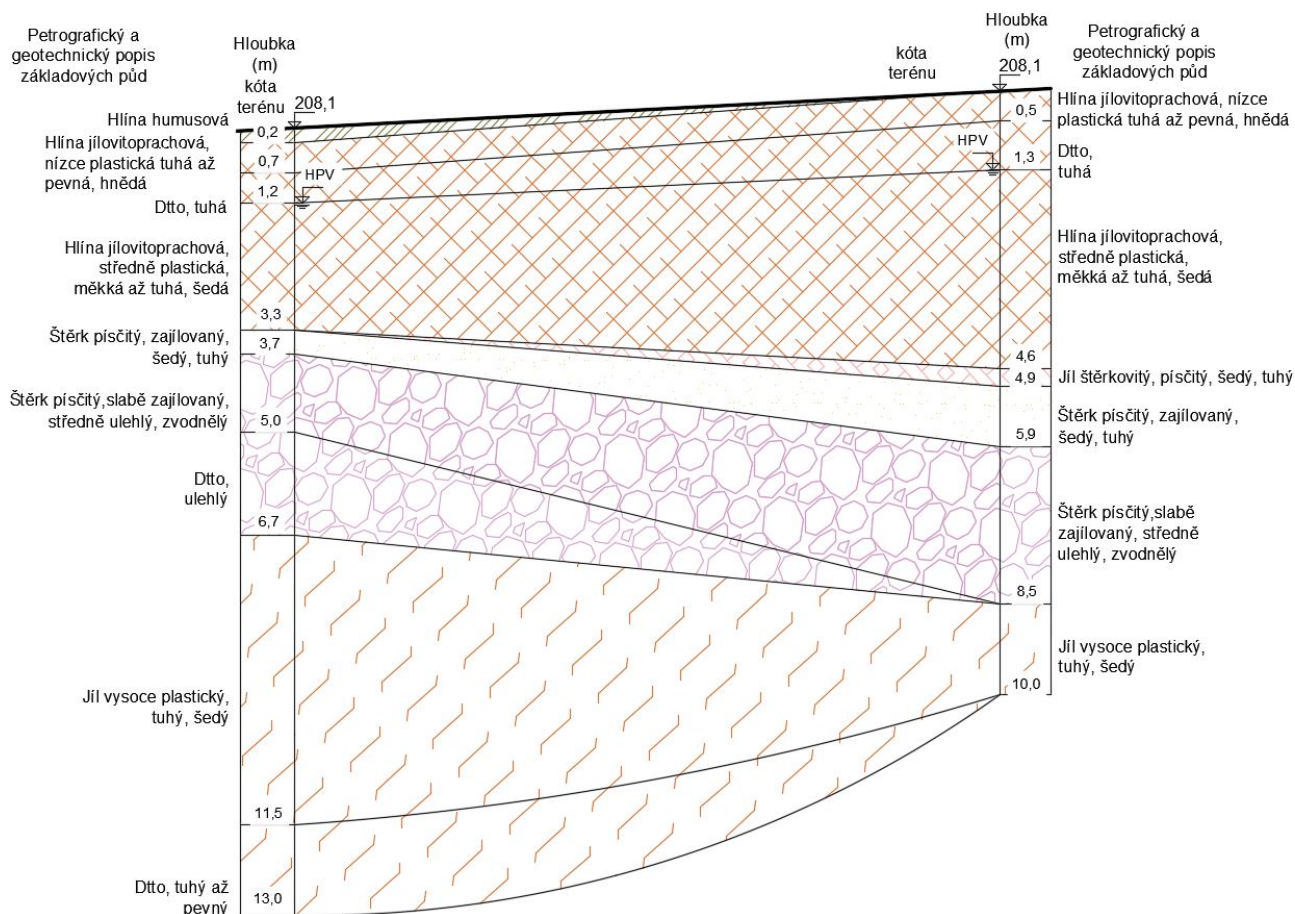
Neogenní jílové podloží je v místě průzkumu překryto poměrně mocnou vrstvou nivních sedimentů. Ve spodní poloze byly zachyceny nesoudržné šterkovitopísčité až šterkovitójílovité sedimenty. Z hlediska klasifikace se jedná o třídy G3-GF a G5-GC, resp. saGR a saClGr. Sedimenty jsou zpravidla zvodnělé a středně ulehlé až ulehlé. [18]

Kvartérní pokryvnou vrstvou vytváří jemnozrnné nivní sedimenty. Převážně se jedná o jílovitoprachové hlíny třídy F6-CL, Cl, resp. siCL. Konzistence těchto zemin je silně

ovlivněna hladinou podzemní vody a pohybuje se tedy od měkké po tuhou až pevnou (pevnou až velmi pevnou dle ČSN EN ISO 14688). [18]

Svrchní vrstva v některých místech byla odstraněna z důvodu terénních úprav, na menší části pozemku byla nalezena původní humusová hlína a např. v místě sondy V-6 by objevena navážka. [18]

Hladina podzemní vody byla zaznamenána ve všech sondách. Po dovtřetí sondy byla ustálená hladina v rozmezí 1,0 až 1,5 m pod terénem. Proto musíme brát v potaz, že podzemní voda bude mít pravděpodobně vliv na založení navrhovaných konstrukcí. [18]



Obrázek 24 - Názorný geologický profil sondou V-4 a V-5 [18]

3.2.4 Laboratorní rozbor zemin

Byly odebrány čtyři poloporušené vzorky, které byly předány do laboratoře mechaniky zemin. Na těchto vzorcích se uskutečnil základní klasifikační rozbor pro možnost přesnějšího zařídění podle kritérií normy, než poskytuje makroskopický popis. [18]

U vzorků s 15% podílem jemnozrné frakce z celkové hmotnosti, byl použit pouze granulometrický rozbor. Na zbylých vzorcích, kde byl zanedbatelný podíl jemnozrných frakcí, se uskutečnil základní granulometrický rozbor kombinací síťovací a hustoměrné metody. Pro vyhodnocení zjištění mhustoměrné zkoušky bylo nutné zjištění měrné hmotnosti pevných částic vzorků. [18]

Na vzorcích s vyšším podílem jemnozrné frakce se také uskutečnilo stanovení přirozené vlhkosti a vlhkosti na mezi plasticity a tekutosti. Tyto hodnoty společně se stanovenou penetrační laboratorní pevností jsou podkladem pro výpočet indexu plasticity a konzistence. [18]

3.2.5 Nálevová vsakovací zkouška

Ve vystrojených vrtech VV-1 až VV-3 se uskutečnila krátkodobá nálevová vsakovací zkouška. Do sond byla nalita voda a v závislosti na čase se měřil pokles její hladiny. Z naměřených hodnot byl vyčíslen koeficient vsaku, který u vrtu VV-1 byl $k_v = 2,10^{-6}$ (m/s), u vrtu VV-2 se $k_v = 5,10^{-6}$ (m/s) a u vrtu VV-3 $k_v = 8,10^{-6}$ (m/s). [18]

Provedenou zkouškou bylo zjištěno docela příznivého koeficientu vsaku, avšak je třeba upozornit, že platí pouze po úroveň hladiny podzemní vody a ta se nachází poměrně vysoko. [18]

3.2.6 Základové poměry a technický závěr

Z článku 20 ČSN 73 1001, písmene b) jde v dané lokalitě o základové poměry poměrně složité. Důvodem je vysoká hladina podzemní vody, která má vliv na způsob založení. Výkopy budou pravděpodobně prováděny pod hladinou podzemní vody. [18]

Ze zprávy IG a HG průzkumu vyplývá, že námi spravovaná lokalita by měla být podmíněně použitelná pro projektovou činnost. Především je zapotřebí upozornit na vysokou hladinu podzemní vody. Podzemní voda se zde nachází přibližně v úrovni 1,0 až 3,0 m pod terénem. Podzemní voda bude mít vliv na zakládání a z laboratorních rozborů voda vykazuje z hlediska chemického působení na beton podle normy ČSN EN 206-1 podle tabulky 2 slabě agresivní chemické prostředí, charakterizované stupněm XA1 a to z hlediska obsahu síranů. Proto postačí primární ochrana betonových konstrukcí, které přijdou do styku s podzemní vodou. [18]

Výkopy po hladinu podzemní vody budou prováděny v jílovitoprachovitých hlínách. Ačkoliv jsou tyto výkopy poměrně stabilní a udrží krátkodobě i kolmé stěny, musí se výkopy zajistit pažením nebo svahováním. Hlubší výkopy budou prováděny pod hladinou podzemní vody, proto je potřeba zajistit stěny hnaným pažením a po dobu výstavby odčerpávat podzemní vodu. [18]

Lokalita jako celek je stabilní a nehrozí nebezpečí pohybu zemního tělesa, který by mohl mít za následek poruchy stavby. [18]

3.2.7 Vsakovací poměry

Na základě normy ČSN 75 9010 je možné označit přírodní poměry v dané lokalitě jako složité. Zeminy, které budou využity pro vsakování, spadají do skupiny V.3 podle tabulky E.1 přílohy E normy a hladina podzemní vody se vyskytuje méně než 2 m pod terénem. [18]

Posuzovanou lokalitu označujeme jako nevhodnou pro zasakování dešťových vod. Vzhledem k výšce podzemní vody není vhodné hlubinné vsakování. Plošné vsakování vzhledem k malému prostoru zde také není přípustné. [18]

4 VÝPOČET POTŘEBY DEŠŤOVÉ VODY

Postup výpočtu:

- Audit ploch zeleně
- Audit střech
- Potřeba vody pro zálivku
- Stanovení prioritních ploch
- Výpočet velikosti nádrže
- Optimalizace nádrže

4.1 AUDIT PLOCH ZELENĚ

V první řadě byl proveden audit ploch zeleně v areálu školy, které by byly vhodné k zavlažování. S ohledem na složení půd a velkým plochám zeleně dochází v letních měsících k jejich nedostatečnému zalévání a udržení zeleně. Zachycená voda, která by byla uchovávána v podzemních nádržích, by sloužila jako voda pro zálivku v okolí školy. Teoreticky uvažované plochy k zalévání lze vidět na obr. 25.



Obrázek 25 - Audit ploch k zalévání

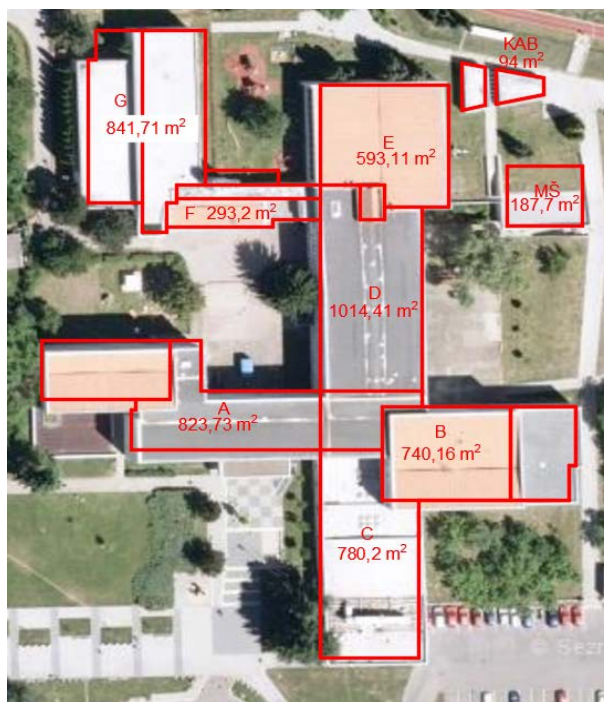
Tyto plochy korespondují s tabulkou 2, která vyjadřuje velikost ploch, které by se mohly zavlažovat.

Tabulka 2 - Plochy, které by se mohly zavlažovat

Plochy, které by se mohly zavlažovat			
Ozn.	Popis ploch	Plocha	MJ
1.1)	Zeleň v zahradce MŠ	427	m ²
1.2)	Zeleň vedle nádvoří	468	m ²
1.3)	Sad	594	m ²
2	Zeleň sousedící s antukou + antuka	1911	m ²
3	Zeleň podél tělocvičny	356	m ²
4	Zadní děcké hřiště	502	m ²
5	Hřiště v oválu	3179	m ²
6	Zelená plocha za oválem	2242	m ²
7	Zeleň podél oplocení	566	m ²
Σ		10245	m ²

4.2 AUDIT STŘECH

Aby bylo možné všechny tyto plochy zalévat, bylo nutné stanovit sběrné plochy, ze kterých by se dešťová voda svedla do nádrží. Ze zaměření střech, které bylo provedeno v rámci bakalářské práce lze vidět na obrázku 26, vyšla celková plocha střech 0,54 ha. V prvotní myšlence bylo také uvažováno využití záchytných průlehubů ze zpevněných ploch. Tuto variantu však nebylo třeba uvažovat díky množství vody, které střecha zachytí (více v kapitole 4.3 Potřeba vody pro zálivku).



Obrázek 26 - Audit střech

Tyto plochy jsou popsány v tabulce 3, kde jsou budovy, rozděleny do jednotlivých povodí. Takto vzniklé povodí vyjadřuje velikost sběrné plochy střech v jednotlivém povodí.

Tabulka 3 - Plochy střech v jednotlivém povodí

Plochy střech v jednotlivém povodí			
Povodí	Popis sběrné plochy	Plocha	MJ
1	Budovy G+F+A	1959	m ²
2	Budovy D+E+KAB+MŠ	1889	m ²
3	Budovy B+C	1520	m ²
Σ		5368	m ²

4.3 POTŘEBA VODY PRO ZÁLIVKU

V řešené práci byla závlahová dávka pro zeleň uvažována následovně dle tabulky 4.

Tabulka 4 - Potřeba závlahové dávky

Potřeba závlahové dávky		
Popis	Množ.	MJ
Potřeba vody na jednu dávku	10	mm
Počet dávek za týden	2	dávky
Potřeba vody za týden	20	mm
Potřeba vody za měsíc	80	mm

Potřeba vody za týden = potřeba vody na jednu dávku × počet dávek za týden

Potřeba vody za měsíc = potřeba vody za týden × 4 (počet týdnů v měsíci)

Následně byl vypočítán deficit srážek v jednotlivých vegetačních měsících, ze kterého lze vidět, že největší potřeba závlahové vody je v měsíci červen, kde deficit dosahuje hodnoty 48 mm. Tyto deficity v [mm] byly převedeny na objem vody na metr čtverečný.

$$1 \text{ mm} \rightarrow 1 \text{ l/m}^2$$

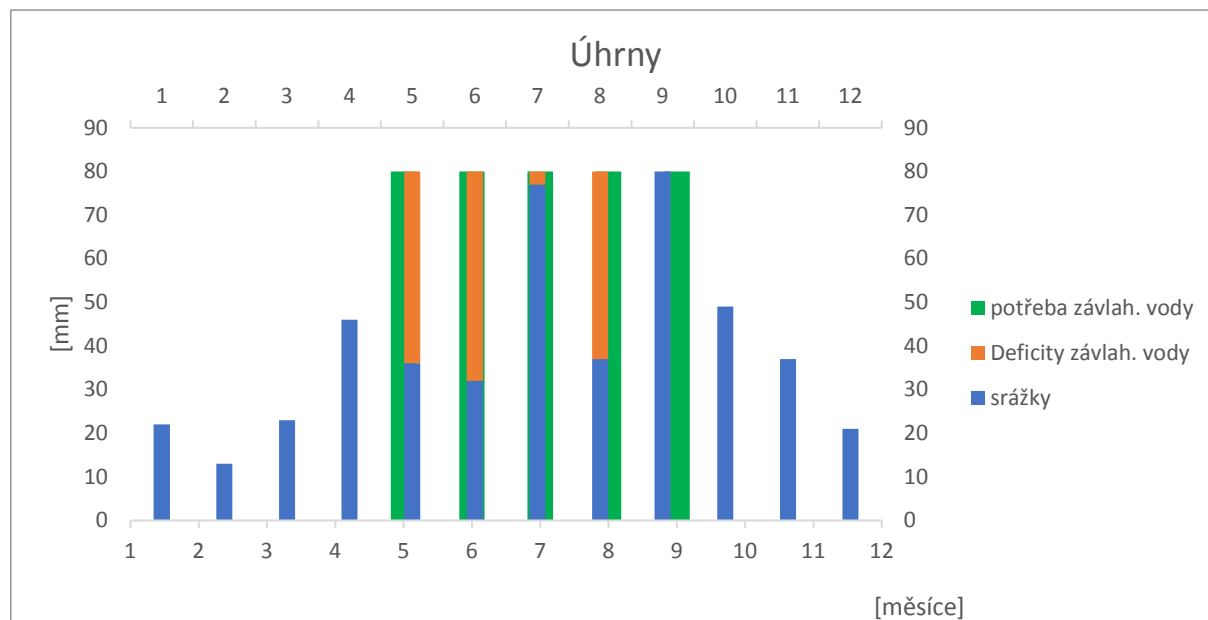
Díky celkové rozloze ploch lze deficit vynásobit touto rozlohou, kde přicházíme k potřebnému objemu vody „V_{wd}“ v [m³], která chybí v daném měsíci na celkové rozloze zeleně.

$$V_{wd} = \frac{\text{deficit} \left[\frac{\text{l}}{\text{m}^2} \right] \times \text{plocha zeleně} [\text{m}^2]}{1000} \quad (4.3.1)$$

Pro zjištění, jaký objem vody V_{ws} [m^3] zachytí plochy střech za daný měsíc, použijeme tento vzorec:

$$V_{ws} = \frac{\text{úhrn} \left[\frac{l}{m^2} \right] \times \text{plocha střech} [m^2]}{1000} \quad (4.3.2)$$

Výpočet potřeby závlahové vody lze vidět v příloze Hydrotechnické výpočty v tabulce Měsíční potřeba vody dle úhrnu srážek.



Obrázek 27 - Graf Úhrnů

Z hydrotechnických výpočtů tedy vyplývá, že pro pokrytí celkového deficitu srážek na celkovou plochu zavlažování je zapotřebí mít nádrž o velikosti $492 m^3$. Tato nádrž je z hlediska ekonomického i technického nerealizovatelná. Jen pro představu, pořizovací cena takové nádrže o kapacitě $492 m^3$ vychází přibližně na 3 398 652,- Kč.

4.4 STANOVENÍ PRIORITYNÍCH PLOCH

Po zjištění, jak velká nádrž by byla potřeba, pro zavlažování všech ploch, se vytipovalo několik prioritních ploch k zavlažování. Tyto plochy s označením 1.1) až 1.3) byly přiřazeny vždy k jednomu povodí, aby vždy část střechy zajišťovala dodávku dešťové vody do nádrže pro určitou plochu. Na obrázku 28 lze vidět prioritní plochy k zavlažování.



Obrázek 28 - Nově rozdělené plochy k prioritnímu zavlažování

Tabulka 5 - Popis povodí

Popis povodí			
Povodí	Popis sběrné plochy	Ozn.	Popis ploch zeleně
1	Budovy G+F+A	1.1)	Zeleň v zahrádce MŠ
2	Budovy D+E+KAB+MŠ	1.2)	Zeleň vedle nádvoří
3	Budovy B+C	1.3)	Sad

4.5 STANOVENÍ VELIKOSTI NÁDRŽE

Jelikož jsou různě rozsáhlé prioritní plochy k zavlažování, velikost nádrží se liší podle daných ploch v určitém povodí. Velikost nádrží se určil obdobně jak v předešlých krocích. Vypočítal se objemový deficit srážek za vegetační měsíc V_{wdi} [m³]. Největší deficit nastal v měsíci červen a ten také určil velikost nádrže.

Tabulka 6 - Stanovení velikosti nádrže

Popis	Měsíc									MJ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
S=úhrn srážek 2017	22	13	23	46	36	32	77	37	80	mm
Potřeba závl. vody	0	0	0	0	80	80	80	80	80	mm
Povodí 1. V_{ws1}	0	0	45	90	71	63	151	72	157	m ³
V_{wd1}	-	-	-	-	19	20	1	18	0	m ³
Povodí 2. V_{ws2}	0	0	43	87	68	60	145	70	151	m ³
V_{wd2}	-	-	-	-	21	22	1	20	0	m ³
Povodí 3. V_{ws3}	0	0	35	70	55	49	117	56	122	m ³
V_{wd3}	-	-	-	-	26	29	2	26	0	m ³

Tabulka 7 - Velikost nádrží v povodí

Velikost nádrže		
Povodí 1.	20	m ³
Povodí 2.	22	m ³
Povodí 3.	30	m ³

4.6 OPTIMALIZACE NÁDRŽÍ

Aby pořizovací cena nebyla vysoká a výkop pro dešťovou nádrž nebyl příliš velký, optimalizovaly se dešťové nádrže dle dané spolehlivosti a ceny nádrže. Uvedené ceny jsou bez DPH.

Tabulka 8 - Spolehlivost zabezpečení dávky

Spolehlivost	velikost nádrže 1.povodí	cena 1.nádrže	velikost nádrže 2.povodí	cena 2.nádrže	velikost nádrže 3.povodí	cena 3.nádrže	celková cena
% zabezpečení dávky	m ³	Kč	m ³	Kč	m ³	Kč	Kč
100	20	137 976 Kč	22	150 827 Kč	30	218 048 Kč	506 851 Kč
80	16	105 766 Kč	18	109 870 Kč	24	160 590 Kč	376 226 Kč
60	12	83 152 Kč	13	94 345 Kč	18	109 870 Kč	287 367 Kč
40	8	64 880 Kč	9	76 073 Kč	12	83 152 Kč	224 105 Kč
20	4	22 614 Kč	4	22 614 Kč	6	26 718 Kč	71 946 Kč
0	0	0 Kč	0	0 Kč	0	0 Kč	0 Kč

Tabulka 9 - Zvolené nádrže v povodí

Povodí	Spolehlivost	Objem nádrže	Cena
	% zabezpečení dávky	m ³	Kč
1.Povodí	100	20	137 976 Kč
2.Povodí	91	20	137 976 Kč
3.Povodí	80	24	160 590 Kč
Cena celkem			436 542 Kč

V povodí byly zvolené dešťové nádrže dle tabulky 9. Velikost nádrží je úměrná v závislosti na pořizovací ceně a na procentu zabezpečení závlahové dávky. Celková pořizovací cena nádrží bez vystrojení tedy činí 436 542,- Kč. K tomuto výsledku napomohlo rozdělení ploch na prioritní plochy k zavlažování a znalost toho, že plocha hřiště v oválu je zavlažována vodou ze studny umístěné před budovou „G“.

5 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ SYSTÉMU

5.1 SBĚR DEŠŤOVÉ VODY

Plochy střech, jež jsou rozdělené do 3 různých povodí, nám zachytávají srážkovou vodu. Tato voda je podle technické normy *TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami* jakostně přípustná a potřebuje jen mechanické předčištění od hrubých nečistot [4]. Voda proto ze střechy poteče přírodním potrubím do filtrační šachty, která obsahuje koš na hrubé nečistoty a splaveniny. Tento koš má velikost ok 0,35 mm [15]. Po průtoku filtrační šachtou se voda bude akumulovat v retenčních nádržích, jejichž objem byl vypočítán pomocí bilanční rovnice. Schématické umístění objektů je patrné vidět v příloze č. 3.

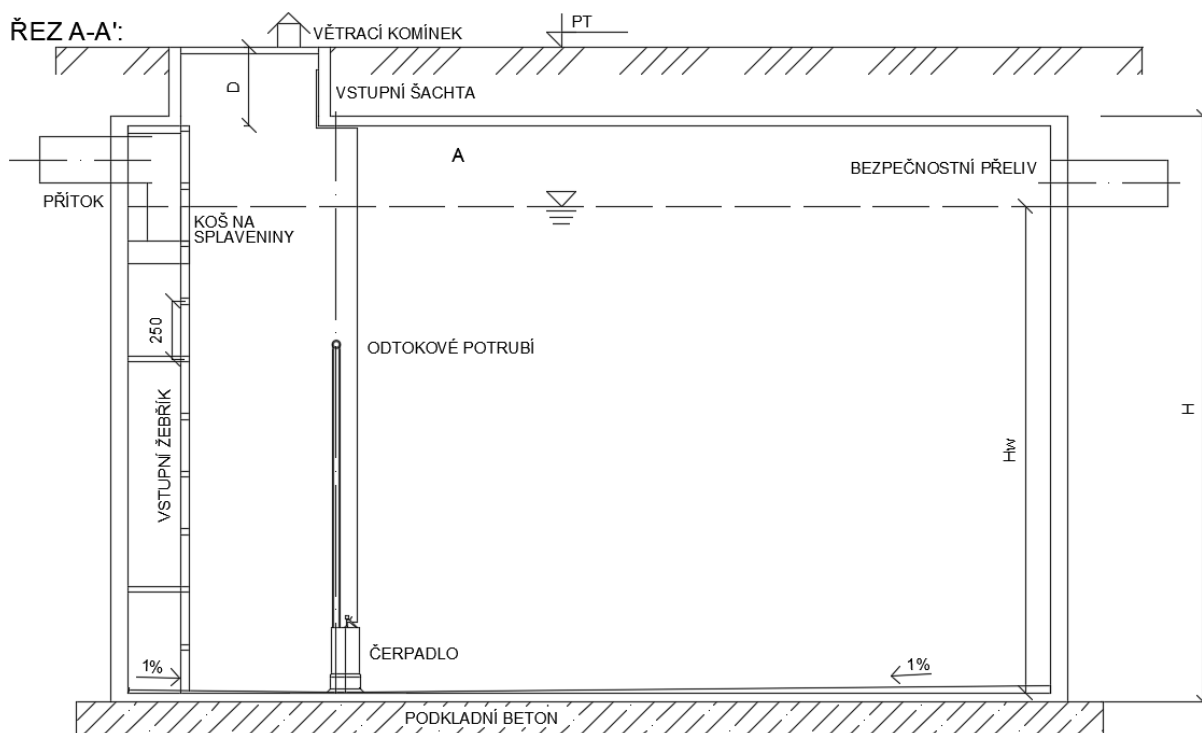
5.2 OMEZUJÍCÍ PODMÍNKY

Jedna z podmínek, ke kterým musí být přihlíženo, je umístění nádrží tak, aby byly na pozemku ve vlastnictví městské části Brno – Komín, aby byly provozu schopné a do okolního prostředí vizuálně pěkně zakomponované. Jelikož nádrže budou pod zemí a potřebují odvětrání, je umístění nádrží důležitým krokem v projektu, aby odvětrávání nepřekáželo na povrchu. Nádrže také vzhledem svému vystrojení potřebují elektro rozvaděč, který bude umístěn na fasádě domu.

Návrh daných nádrží musí respektovat technické normy a legislativy spojené s tímto návrhem. Jelikož legislativy mluví výhradně o vsakování srážkové vody, je nutné připomenout, že půdy, které jsou na pozemcích školy a vysoká hladina podzemní vody neumožňuje vsakování, proto se tato práce přiklání k akumulaci srážkové vody v podzemních nádržích. Technické normy zajišťují správné provedení návrhu dimenze nádrže jako i popis výstavby a provozování daných objektů. [4, 10, 13, 14]

5.3 DEŠŤOVÉ NÁDRŽE

Dešťových nádrží, které mohou být využité na výstavbu, je velká řada. Pro tuto aplikaci byla zvolena nádrž z certifikovaných polypropylenových desek, protože disponuje zárukou dlouhé životnosti nádrže. I když jsou tři různá povodí, do návrhu byly použity dvě velikosti nádrží. Například 20 m³ nádrž, je navrhována dvakrát. Tato nádrž bude položena na ležato tvarem připomínající cisternu. Výška a průměr nádrže činí 2,54 m, délka nádrže činí 4,15 m. Tyto rozměry jsou venkovní, vnitřní rozměry jsou menší, protože musíme započítat tloušťku stěn. Váha samotné nádrže je přibližně 350 kg. Víko jímky je pochozí. Jímka je osazena přítokovým potrubím dle výběru zákazníka. Nádrž musí obsahovat odvětrávací komínek, který je osazen v poklopu nádrže. Poklop je k jímce připevněn samořeznými šrouby. [16]



Obrázek 29 - Řez dešťové nádrže

5.4 FILTRAČNÍ ŠACHTA

Filtrační šachta slouží k předčištění vody od hrubých nečistot a je umístěna vždy před dešťovou nádrží. Filtrační šachta je zvolena do pochozího prostředí tudíž nevyžaduje poklop třídy B. Poklop filtrační šachty je vyroben z polyethylenu. Filtrační koš má velikost otvorů 0,35 mm. Průměr šachty je 600 mm a nastavitelná hloubka je 800-1200 mm. Jelikož máme větší plochy střech vyžaduje systém větší dimenzi připojení DN 200. [17]



Obrázek 30 - Filtrační šachta DN600 [17]

5.5 ZÁVLAHA

5.5.1 Závlažování pomocí lidského faktoru

Návrh takového systému zavlažování je do jisté míry jednoduchý, avšak musí se počítat se zapojením lidské síly pro obsluhu zavlažovače. Zavlažovač je potřeba ručně připojovat na odběrném místě, které je osazeno šachtou se zajistitelným poklopem proti vniknutí. V tomto odběrném místě je osazen uzávěr s rychlospojkou, na kterou se připojuje zahradní hadice, která tvoří rozvod vody po pozemku k zahradnímu zavlažovači. Lidská síla není dokonalá a nemusí vždy správně odhadnout závlahové množství, kterou zeleň na pozemku potřebuje. Může docházet k nedostatečnému zavlažování pozemku či naopak k vysoké míře zalévání na pozemku. Tento systém je sice levnější než automatický závlahový systém, ale nese, sebou rizika a povinnosti člověka, který tento systém bude dvakrát v týdnu obsluhovat. Systém by byl opatřen ponorným čerpadlem DEEP 1200 A od společnosti Irimon. Ponorné čerpadlo DEEP 1200 A je připojeno na síť 230 V, s výkonem 1,1 kW, s maximálním průtokem $Q_{\max} = 4,8 \text{ m}^3/\text{h}$ a s výtlačnou výškou $H_{\max} = 46 \text{ m}$. [20]

5.5.2 Zavlažování pomocí automatického zahlažovacího systému

Automatický závlahový systém byl navržen z výrobků od společnosti IRIMON. Tento návrhový systém je v dnešní době stále více oblíbenější. Mezi své přednosti přidává například:

- dosažení značných úspor vody díky rovnoměrné a cílené závlaze
- minimalizace odparů vody při zálivce v nočních nebo ranních hodinách
- šetrnější způsob zálivky trávy a rostlin a lepší využití vody
- automatická závislost intenzity závlahy na srážkách
- rychlá návratnost investičních nákladů
- značná úspora času ve srovnání s ručním zaléváním
- ochrana systému před odcizením (systém je trvale v zemi)
- nižší poškození trávníků
- snadná obsluha závlahy
- možnost členění do sekcí s různými požadavky na závlahu
- vyšší zhodnocení pozemku

Závlahový systém je tvořen souborem mnoha komponentů. Mezi základní prvky patří postřikovače různých typů a provedení, podzemní plastové trubní rozvody z polyetylenu, elektromagnetické ventily, elektrorozvody, ventilové šachty, ovládací jednotky, dešťové senzory, filtrační zařízení a celá řada dalších příslušenství. Pokud systém není napojený na vodovod, mezi své komponenty zahrnuje i čerpadlo nebo čerpací stanice. [20]

Výsuvné postřikovače s podzemním pouzdrem a teleskopickým nadzemním výsuvníkem zajišťují při dobře navrženém systému zcela přesvědčivou iluzi deště a vyrovnanou vydatnost zálivky po celé ploše. Při správném rozmístění postřikovačů, umožňujícím jejich vzájemné překrývání při postřiku, lze snížit dobu zavlažování plochy

často na několik desítek minut v jednom cyklu. V této bakalářské práci byly použity rotační výsečové postřikovače typu PGP-ADJ a PGP Ultra. Tyto postřikovače lze nastavit na úhel postřiku 40°- 360°. Postřikovače se vysouvají nad povrch 10 cm. Pracují do maximálního doporučeného tlaku 4,5 baru a díky široké škále trysek zajišťují poloměr dostřiku od 4,9 m do 15,8 m. [20]



Obrázek 31 - Rotační postřikovače a trysky [20]

Výsuvné postřikovače se připojují na připojovací potrubí. Toto potrubí lze použít do tlaku 0,5 – 0,6 MPa. Doporučená minimální délka odbočky k postřikovači činí 30–40 cm. Připojovací potrubí je na rozvodný řád napojen odbočkou či navrtávacím pasem. Rozvodné potrubí se vyrábí v průměrech 25, 32, 40, 50, 63 mm. Pro návrh rozvodného potrubí v této bakalářské práci byly použity potrubí průměru 32 a 40 mm. [20]

Rozvodné potrubí je napojené na elektromagnetické ventily, které rozdělují plochu do různých sekcí závlahy. Každá sekce má své rozvodné potrubí s elektromagnetickým ventilem. Elektromagnetický ventil je připojen na ovládací jednotku, která spouští a ukončuje závlahové cykly. Na ovládací jednotku je napojené i srážkové čidlo, které v případě deště zastaví závlahu a může ji posunout o určitý interval. V tomto návrhu byl použit elektromagnetický ventil ICV 6/4“, ovládací jednotka X- Core 2-4(i), a srážkové čidlo RFC. [20]



Obrázek 32 - Zleva: Elektromagnetický ventil, Ovládací jednotka, Srážkové čidlo [20]

Automatický systém závlahy zásobuje vodou ponorné čerpadlo Pulsar 40/80 M-A. Které je připojeno na elektrickou síť 230 V. Výkon čerpadla je 1,0 kW, průtočné množství je až $Q = 4,8 \text{ m}^3/\text{hod}$, a tlak je až $P = 0,56 \text{ MPa}$. [20]

5.6 NACENĚNÍ SYSTÉMU

V této bakalářské práci bylo počítáno s naceněním pořizovací ceny dešťových nádrží a prací okolo nich spojených, s pořizovací cenou filtračních šachet nacenění systému zavlažování a provozních nákladů. Byly provedeny dvě varianty nacenění. První se týkala zavlažování pomocí lidského faktoru, která byla v přepočtu o cca 55 000,- Kč levnější než varianta druhá, zavlažování pomocí automatického systému. I když druhá varianta je poněkud dražší, byla by zálivka jistě kvalitnější. Automatický systém zavlažování šetří vodu a je šetrnější pro zeleň. Celkové položky a jejich ceny lze vidět v příloze 1. Veškeré ceny, jež jsou uvedeny v příloze 1, jsou bez DPH.

V systému nacenění chybí položky pokládky dešťového potrubí, jejich výkop i zásyp a nacenění elektrických kabelů. Tyto položky lze stěží určit, protože není vyhotoven pasport dešťové kanalizace, kde není možné přesně osadit dešťové nádrže. U potrubí a elektrických kabelů jdoucích k nádrži nelze určit jejich délka. S tímhle problémem souvisejí i délky bezpečnostních přelivů, které nelze taktéž určit. Proto je toto nacenění v rámci studie jen orientační.

Tabulka 10 - Varianta 1. Zavlažování pomocí lidského faktoru

Položka	Cena celkem
Investiční náklady	726 103 Kč
Provozní náklady	8 281 Kč
Cena celkem	734 384 Kč

Tabulka 11 - Varianta 2. Zavlažování pomocí automatického systému

Položka	Cena celkem
Investiční náklady	781 790 Kč
Provozní náklady	8 281 Kč
Cena celkem	790 071 Kč

5.7 PROVOZ OBJEKTŮ

Pro každý vybudovaný objekt a zařízení musí být stanoven vlastník, který bude po dokončení díla odpovědný za jeho provozuschopnost. Je nutné dbát při výstavbě objektů k jejich zajištění přístupu ke všem částem zařízení ve kterých je nutné provádět údržbu. U vyčnívajících objektů např. větrací komínek, je vhodné opatřit toto zařízení proti poškození. Zhotovitel či projektant systému hospodaření s dešťovou vodou je povinen vypracovat a vlastníkovvi předat uživatelskou příručku systému hospodaření s dešťovou vodou. [4]

Údržba systému by měla probíhat v pravidelných intervalech, aby se předcházelo opotřebením nebo zjistily preventivní kontrolou nedostatky související s HDV. Údržba příležitostná by měla probíhat jednou za delší období, jako je například odstranění sedimentu z nádrže. Čas od času by měla proběhnout desinfekce nádrže, aby systém zavlažování nebyl zanášen drobnými nečistotami. Oprava systému je potřebná v situacích způsobených místními podmínkami či nečekanými událostmi, jejichž časový výskyt nelze přímo určit. [4]

Zazimování závlahových objektů musí proběhnout v dostatečném předstihu, aby se zabránilo nečekaným událostem spojených s tímto problémem. [20]

Tabulka 12 - Úkony údržby dešťových nádrží

Úkony údržby podzemních dešťových nádrží		
Typ údržby	Úkon údržby	Četnost údržby
Pravidelná údržba	Odstraňování odpadků z povrchů napojených na objekt (v případech kde mohou způsobit riziko selhání funkce)	1x měsíčně a po přívalemých deštích
	Kontrola propustnosti filtračního koše v nádrži	1x měsíčně a po přívalemých deštích
	Odstranění sedimentů z nátoků a výtoku	Každoročně
Příležitostná údržba	Odstranění sedimentů z nádrže	Každoročně
	Dezinfekce nádrže	Každoročně
Opravy	Opravy nátoků, výtoku, přelivu a filtračního koše v nádrži	Dle potřeby
Kontrola	Kontrola funkčnosti (zejména průchodnosti) nátoků, výtoku, přelivu a filtračního koše	1x měsíčně a po přívalemých deštích
	Kontrola fyzického poškození stavebních součástí	1x měsíčně a po přívalemých deštích

Tabulka 13 - Úkony údržby filtračních šachet

Úkony údržby filtračních šachet		
Typ údržby	Úkon údržby	Četnost údržby
Pravidelná údržba	Odstraňování odpadků	1x měsíčně a po přívalemých deštích
Opravy	Výměna filtr. Koše	Dle potřeby
	Odstranění sedimentů a nečistot	Dle potřeby
Kontrola	Kontrola příznaků špatné funkce zařízení	1x za 6 měsíců a po větších deštích
	Kontrola filtr. koše proti mechanickému poškození	1x za 6 měsíců a po větších deštích
	Kontrola stavu a trendu výskytu sedimentu	1x za 6 měsíců

6 ZÁVĚR

Tím že naši planetu zasahují stále častěji hydrologické extrémy sucha, můžou vzniknout nemilé problémy, které postihnou jak současnou populaci, tak generaci budoucí. V takovém období sucha by člověk měl brát zřetel na přírodu a s vodou šetřit. Naučit se vodu využívat a přestat s ní plýtvat. V dnešní době existuje spousta systému, jak vodu využívat a také ji vracet do koloběhu vody. V této aktivitě pomáhá vládní politika dotačními tituly, kterými lidem přispívá a vědomě je motivuje s vodou šetřit a naplno ji využívat. [6]

Tento progresivní přístup byl aplikována na základní a mateřské škole Brno – Pastviny. Tato instituce s rozlohou přes více než 2,0 ha a se zastavěnou plochou 0,54 ha v současné době dešťovou vodu nikterak nevyužívá. Veliký obsah střech přitom dokáže zachytit velké množství srážkové vody. Tato voda je v současné době svedena do dešťové kanalizace, která se pravděpodobně napojuje na zatrubněný Komínský potok. Škola disponuje vysokým podílem zelených ploch a v současné době zálivka probíhá jen na sportovišti uprostřed běžeckého oválu, a to tak že je voda odebírána z místní studny, která je umístěná před budovou „G“ a ve vegetačních měsících je dopravována na plochu ruční zálivkou. Intenzita zalévání se liší a není možné přesně určit kdy a kolik vody je spotřebováno.

Návrh na využívání dešťové vody byl proveden na základě komunikace s městskou částí Brno - Komín. Jelikož je plocha zeleně rozsáhlá, nádrže na dešťovou vodu pro pokrytí deficitu srážek by byly enormně veliké. Proto se určili prioritní plochy určené k zálivce a návrh hospodaření s dešťovými vodami se vztahoval k těmto plochám. Díky rozsáhlé zastavěnosti se mohly plochy střech rozdělit do povodí, které by pak zásobovaly určitou prioritní plochu určenou k zálivce. Z potřeby vody vyplynuly velikosti nádrží v daném povodí a na základě těchto údajů, byl navržen i závlahový detail. Úvaha, jestli méně nákladnou závlahu na investici, ale zato náročnou na obsluhu, je na investorovi. Návrh se přiklání na automatický závlahový systém, který bude plně automatický a nebude nutné jej náročně obsluhovat.

Vzhledem k náročnosti práce a k nedostatku podkladů byla nutná spolupráce s městskou částí Brno – Komín, kde paní starostka Mgr. Blatná, vždy vyšla vstříc a snažila se o úspěšné dokončení této práce. Ředitelka ZŠ a MŠ Brno – Pastviny paní Mgr. Líčeníkovou byla vstřícná a ochotná a přeměřovala mě na školníka pana Podborského, který mi byl nápomocen k předběžnému zmapování ploch zeleně, auditu střech i poskytnutí informací o stávajícím zdroji pro zálivku. Fakulta stavební, ústav vodního hospodářství obcí na VUT v Brně spolupracuje také na vyhotovení dvou studií k nakládání se srážkovými vodami na mateřských školkách Řezáčova a Absolonova v městské části Brno – Komín.

V dalších krocích by tato práce měla sloužit k získání projekčního titulu a k získání dotací na vyhotovení tohoto návrhu. Je důležité také zmínit, že je nutné udělat pasport dešťové kanalizace pro přesný návrh a výškové osazení nádrží.

7 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Městská část Brno-Komín: Informace o obci. *Městská část Brno-Komín* [online]. [cit. 2018-02-23]. Dostupné z: <https://www.brno-komin.cz/informace-o-obci>
- [2] QUITT, Evžen. *Klimatické oblasti Československa*. Praha: Academia, 1971, 73 s.
- [3] *Vodní hospodářství: Hospodaření a nakládání s vodou*. 2017, **67**(9).
- [4] STRÁNSKÝ, David, Ivana KABELKOVÁ, Vojtěch BAREŠ a Lenka FREMROVÁ. ČVUT PRAHA, SWECO HYDROPROJEKT A.S. *TNV 75 9011: Hospodaření se srážkovými vodami*. 2013.
- [5] *Integrovaný program ke zlepšení kvality ovzduší statutárního města Brna-Aktualizace 2009: Závěrečná zpráva* [online]. 2009, květen 2009 [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: https://www.brno.cz/dokumenty/generel_ovzdusi/vystupy/zaverecna-zprava-kvalita-ovzdusi-brno-2009.pdf
- [6] *Zpráva o stavu vodního hospodářství ČR v roce 2016*. Ministerstvo zemědělství, 2017
- [7] PAUL, Michael J. a Judy L. MEYER. *STREAMS IN THE URBAN LANDSCAPE*. Annual Reviews, 2001, 1-34.
- [8] STRÁNSKÝ, David. *Srážkové vody a urbanizace krajiny: TP 1.20.1: technická pomůcka k činnosti autorizovaných osob*. Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě vydává Informační centrum ČKAIT, 2012. Metodické a technické pomůcky k činnosti autorizovaných osob. ISBN 978-80-87438-28-2.
- [9] J. He, C. Valeo a F.J.-C. Bouchart. Enhancing urban infrastructure investment planning practices for a changing climate. *Water Science and Technology*. 2006, , 13-20. DOI: 10.2166/wst.2006.292.
- [10] *ČSN 75 9010: Vsakovací zařízení srážkových vod*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.
- [11] STRÁNSKÝ, David a Ivana KABELKOVÁ. Hospodaření se srážkovými vodami na stavebním pozemku a jeho důsledky pro územní plánování. *Publikace: Člověk, stavba a územní plánování V*. Praha: Fakulta stavební ČVUT, 2011, , 249-261
- [12] ŽABIČKA, Zdeněk a Karel VRÁNA. *Hospodaření se srážkovou vodou v nemovitostech: TP 1.20 : technická pomůcka k činnosti autorizovaných osob*. Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě vydalo Informační centrum ČKAIT, 2011. Metodické pomůcky k činnosti autorizovaných osob. ISBN 978-80-87438-14-5.
- [13] Zákon č. 254/2001 Sb.: Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon). *Zákony pro lidi* [online]. [cit. 2018-03-11]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-254>
- [14] Vyhláška č. 501/2006 Sb.: Vyhláška o obecných požadavcích na využívání území. *Zákony pro lidi* [online]. [cit. 2018-03-11]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-501>

- [15] Filtrační šachta. *Www.nicoll.cz* [online]. [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <http://www.nicoll.cz/produkty/destova-voda/vsakovani-a-retence/filtracni-sachty.html>
- [16] Retenční nádrž samonosná 20 m³ na užitkovou, dešťovou vodu. *Www.plasticbox.cz* [online]. [cit. 2018-05-11]. Dostupné z: <https://www.plasticbox.cz/retencni-nadrze-na-destovou-uzitkovou-vodu/retencni-nadrze-samososne/126-retencni-nadrz-samososna-20m3-na-uzitkovou-destovou-vodu>
- [17] FILTRACE U VELKÝCH OBJEKTŮ: PODZEMNÍ FILTRAČNÍ ŠACHTA DN 600 S TELESKOPEM. *Www.nicoll.cz* [online]. [cit. 2018-05-11]. Dostupné z: <http://www.nicoll.cz/produkty/destova-voda/vsakovani-a-retence/filtracni-sachty.html>
- [18] *Zpráva IG a HG průzkumu: Brno-Komín-Podvéská*. Brno, 2013.
- [19] *Dotace Dešťovka* [online]. Státní fond životního prostředí ČR, c2017 [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: <https://www.dotacedestovka.cz/>
- [20] *Hunter závlahové systémy* [online]. IRIMON, spol., c1998-2018 [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: <https://www.zavlahy.irimon.cz/>
- [21] *TZB-info* [online]. Topinfo, c2001-2018 [cit. 2018-05-23]. Dostupné z: www.voda.tzb-info.cz
- [22] *Obec Těšice: Vojnice* [online]. [cit. 2018-05-23]. Dostupné z: <http://www.obec-tesetice.cz>
- [23] *IMateriály* [online]. Business Media, c2007-2017 [cit. 2018-05-23]. Dostupné z: <http://www.imaterialy.dumabyt.cz>
- [24] *ASIO: AS-KRECHT* [online]. ASIO, spol. s r.o., c2011-2018 [cit. 2018-05-23]. Dostupné z: <http://www.asio.cz>
- [25] *Belis: Hospodaření s vodou* [online]. UNISORT, c2018 [cit. 2018-05-23]. Dostupné z: <http://www.belis.cz>
- [26] *Zahrada-cs: Zavlažování-zásobníky dešťové vody* [online]. [cit. 2018-05-23]. Dostupné z: www.zahrada-cs.com
- [27] Foto: Jan Školař

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 - Charakteristika klimatické oblasti T2 [3]	32
Tabulka 2 - Plochy, které by se mohly zavlažovat.....	41
Tabulka 3 - Plochy střech v jednotlivém povodí	42
Tabulka 4 - Potřeba závlahové dávky	42
Tabulka 5 - Popis povodí	44
Tabulka 6 - Stanovení velikosti nádrže	45
Tabulka 7 - Velikost nádrží v povodí.....	45
Tabulka 8 - Spolehlivost zabezpečení dávky	46
Tabulka 9 - Zvolené nádrže v povodí	46
Tabulka 10 - Varianta 1. Zavlažování pomocí lidského faktoru.....	51
Tabulka 11 - Varianta 2. Zavlažování pomocí automatického systému	51
Tabulka 12 - Úkony údržby dešťových nádrží.....	52
Tabulka 13 - Úkony údržby filtračních šachet.....	52

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Schéma využití srážkové vody pro zálivku [19]	13
Obrázek 2 – Schéma využití srážkové vody pro zálivku a k splachování [19].....	14
Obrázek 3 - Schéma využití odpadní vody po přečištění [19]	14
Obrázek 4 - Návaznost způsobu odvodnění [11]	16
Obrázek 5 – Schématické znázornění evapotranspirace, infiltrace a povrchového odtoku v přirozeném a urbanizovaném povodí [11]	17
Obrázek 6 - Schéma retenční vsakovací rýhy s regulátorem odtoku [4]	21
Obrázek 7 – Schéma vsakovací rýhy [4].....	22
Obrázek 8 - Povrchová vsakovací nádrž [21]	22
Obrázek 9 - Zasadovací průleh [22].....	23
Obrázek 10 - Schéma podzemního vsakovacího zařízení [4]	23
Obrázek 11 - Vsakovací tunelový systém AS-KRECHT [23].....	24
Obrázek 12 - Vsakovací systém AS-KRECHT [24].....	24
Obrázek 13 - Vsakovací boxy, systém MEA CARAT [21].....	25
Obrázek 14 - Vsakovací boxy [21]	25
Obrázek 15 - Hospodárná kombinace vsakování a retence vody [25].....	26
Obrázek 16 - Podzemní nádrže [26].....	26
Obrázek 17 - Mapa zájmové lokality	30
Obrázek 18 - Mapa zájmové lokality	30
Obrázek 19 - Řeka Svratka [27].....	31
Obrázek 20 - Zatrubněný Komínský potok [27]	31
Obrázek 21 - Pozice studny [27]	33
Obrázek 22 – Trasa Komínského potoka	34
Obrázek 23 - Mapa průzkumných vrtů [18].....	35
Obrázek 24 - Názorný geologický profil sondou V-4 a V-5 [18]	37
Obrázek 25 - Audit ploch k zalévání.....	40
Obrázek 26 - Audit střech	41
Obrázek 27 - Graf Úhrnů	43
Obrázek 28 - Nově rozdělené plochy k prioritnímu zavlažování	44
Obrázek 29 - Řez dešťové nádrže	48
Obrázek 30 - Filtrační šachta DN600 [17]	48
Obrázek 31 - Rotační postřikovače a trysky [20].....	50
Obrázek 32 - Zleva: Elektromagnetický ventil, Ovládací jednotka, Srážkové čidlo [20]	50

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

%	.....	procento
°C	.....	jednotka teploty – stupeň celsia
bm	.....	jednotka délky – běžný metr
DN	.....	jmenovitá světlost [mm]
DN/OD	.....	jmenovitý vnější průměr potrubí [mm]
Hod	.....	jednotka času – hodina
Kč	.....	jednotka měny – koruna
km	.....	jednotka délky – kilometr
km ²	.....	jednotka plochy – kilometr čtvereční
ha	.....	jednotka plochy – kilometr čtvereční
kV	.....	jednotka napětí – kilovolt
W	.....	jednotka práce-watt
kWh	.....	jednotka energie – kilowatthodina
l	.....	jednotka objemu – litr
l · s ⁻¹	.....	jednotka průtoku – litr za sekundu
mm	.....	jednotka délky – milimetr
m	.....	jednotka délky – metr
m · s ⁻¹	.....	jednotka rychlosti – metr za sekundu
m ³	.....	jednotka objemu – metr krychlový
m n. m.	.....	metr nad mořem
min	.....	jednotka času – minuta
bar	.....	jednotka tlaku – bar
MPa	.....	jednotka tlaku – megapascal
s	.....	jednotka času – sekunda
a.s.	.....	akciová společnost
s. r. o	.....	společnost s ručením omezeným
cca	.....	přibližně
ČSN	.....	označení pro českou technickou normu
ČSN EN	.....	označení pro převzatou evropskou normu
TNV	.....	označení pro českou odvětvovou normu
DPH	.....	daň z přidané hodnoty
ks	.....	počet kusů
T2	.....	klimatická oblast

- Q průtok [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]
A průřezová plocha [m^2]
v průřezová rychlost [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]
 V_{wd} objemový deficit vody na ploše zeleně v areálu [m^3]
 V_{ws} objem vody, který zachytí střechy [m^3]
 V_{wdi} objemový deficit vody na ploše zeleně v daném povodí [m^3]
 V_{wsi} objem vody který zachytí střechy v daném povodí [m^3]
ZŠ základní škola
MŠ mateřská škola
IG zkratka: inženýrskogeologická
HG zkratka: hydrogeologická
HDV zkratka: hospodaření se srážkovou vodou
N dlouhodobý srážkový normál 1981-2010 [mm]
S srážkový úhrn [mm]
R poloměr dostřiku [m]
° zavlažovací výseč postřikovače [°]
UV ultrafialové záření

SEZNAM PŘÍLOH

1. Hydrotechnické výpočty
2. Přehledná situace M 1:1000
3. Vystrojení dešťové nádrže M 1:20
4. Schématický řez a půdorys M 1:50
5. Závlahový detail 1.1) M 1:250
6. Závlahový detail 1.2) M 1:250
7. Závlahový detail 1.3) M 1:250

SUMMARY

In the situation when our planet is increasingly reaching the hydrologic extremes of drought, it is possible to create unpleasant problems that affect both the current population and the future generation. In such a drought, people should be more tolerant to nature and save water. Learn how to use water and stop wasting it. Nowadays, there are a plenty of systems to use water and return it to the water cycle. In this activity, government policy helps with grant funds that contribute people and consciously motivate them to save the water and use it completely.

This progressive approach was applied to The Elementary and Kindergarten School Brno - Pastviny. This institution, with an area of more than 2.0 hectares and a built-in area of 0.54 hectares, is not currently using some rainwater at all. Large roof areas can hold important amount of rainwater. This water is currently thrown into the rainwater sewer, which is probably connected to the flowing Kominsky stream. There are lots of green areas around this school, and at the moment the watering is practiced only on the sports ground in the middle of the running oval, so that the water is taken from the local well, which is located in front of the G building and is transported to the area by handy watering in the vegetation months. The watering intensity is different and it is not possible to determine accurately when and how much water is consumed.

The proposal for the rainwater using was made on the basis of communication with the Brno-Komin district. As the green area is very large, rainwater tanks to cover rainfall would be in the enormous size. Therefore there were identified priority areas for the irrigation, and proposal of rainwater treatment related to these areas. Thanks to the extensive built-in areas, the roof areas could be divided into basins, which would supply a certain priority area for the irrigation. Due to the water consumption was determined the size of the reservoirs in the river basin, and irrigation detail was also proposed based on these data. The consideration, if the less expensive irrigation of the investment, but demanding the service, is on the investor. The proposal is suited to an automatic irrigation system that will be fully automatic and will not need to be serviced intensively.

Due to the hard work and the lack of documentation, there was necessary to cooperate with the Brno-Komin district, where the Mayor Mgr. Blatna, was always very willing and tried to complete this work successfully. Headmaster of Elementary School and Kindergarten Brno - Pastviny Mrs. Mgr. Licenik was friendly and helpful and redirected me to schooltaker Mr Podborsky's, who helped me to pre-map the green areas, audit the roofs, and provide information about the existing watering resource. The Faculty of Civil Engineering, the Institute of Water Management of the Municipalities at VUT also cooperate in the preparation of two studies for the treatment of rain water at kindergartens Rezacova and Absolonova in the Brno - Komin district.

In the next steps, this work should serve to manage a project and obtain grants for realization of this proposal. It is also important to mention that it is necessary to make a passport for rainwater drains for the detailed location of the tanks.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ OBCÍ

INSTITUTE OF MUNICIPAL WATER MANAGEMENT

PŘÍLOHA 1

HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jan Školař

VEDOUcí PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAN RUČKA, Ph.D.

BRNO 2018

OBSAH

1. AUDIT PLOCH.....	3
2. AUDIT STŘECH.....	4
3. VÝPOČET POTŘEBY VODY.....	5
4. STANOVENÍ PRIORITYNÍCH PLOCH.....	6
5. OPTIMALIZACE NÁDRŽE.....	7
6. VÝPIS POSTŘIKOVAČŮ A DIMENZE POTRUBÍ.....	9
7. NACENĚNÍ CELÉHO SYSTÉMU.....	12

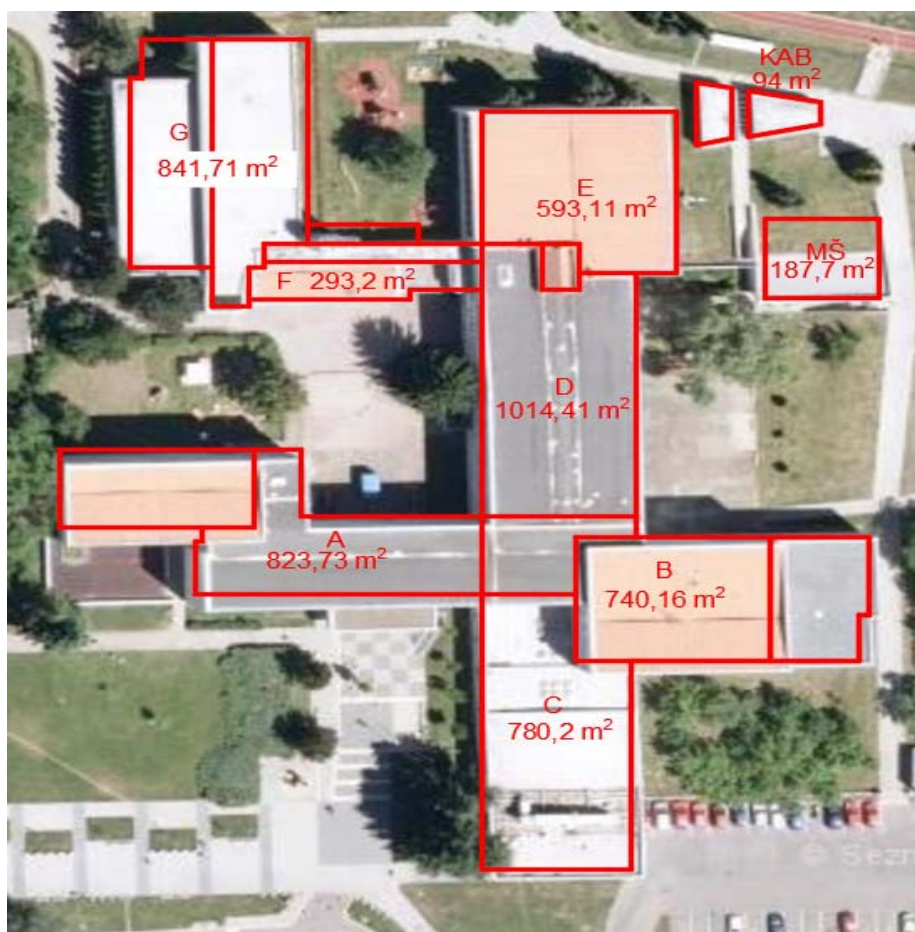
1) AUDIT PLOCH

Plochy, které by se mohly zavlažovat			
Ozn.	Popis ploch	Plocha	MJ
1.1)	Zeleň v zahradce MŠ	427	m ²
1.2)	Zeleň vedle nádvoří	468	m ²
1.3)	Sad	594	m ²
2	Zeleň sousedící s antukou + antuka	1911	m ²
3	Zeleň podél tělocvičny	356	m ²
4	Zadní děcké hřiště	502	m ²
5	Hřiště v oválu	3179	m ²
6	Zelená plocha za oválem	2242	m ²
7	Zeleň podél oplocení	566	m ²
	Σ	10245	m ²



2) AUDIT STŘECH

Popis sběrné plochy v povodí			
Povodí	Popis sběrné plochy	Plocha	MJ
1	Budovy G+F+A	1959	m ²
2	Budovy D+E+KAB+MŠ	1889	m ²
3	Budovy B+C	1520	m ²
	Σ	5368	m ²



3) VÝPOČET POTŘEBY ZÁVLAHOVÉ VODY PRO AREÁL ZŠ A MŠ BRNO-PASTVINY

Potřeba závlahové dávky		
Popis	Množ.	MJ
Potřeba vody na jednu dávku	10	mm
Počet dávek za týden	2	dávky
Potřeba vody za týden	20	mm
Potřeba vody za měsíc	80	mm

Vzorečky:

$$Deficit = S - Potřeba\ vody\ za\ měsíc \quad [mm]$$

$$V_{wd} = \frac{deficit \times \Sigma ploch\ zeleně}{1000} \quad [m^3]$$

$$V_{ws} = \frac{S(\text{úhrn}) \times \Sigma ploch\ střech}{1000} \quad [m^3]$$

3.1) HYDROLOGICKÁ DATA

ÚHRN SRÁŽEK na území Brna

S = úhrn srážek [mm] za rok 2017

N = dlouhodobý srážkový normál 1981-2010 [mm]

	Měsíc												Rok	MJ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
S = úhrn srážek za rok 2017	22	13	23	46	36	32	77	37	80	49	37	21	473	mm
N = dlouhodobý sráž. normál 1981-2010	28	27	35	35	63	72	73	64	52	34	39	36	559	mm

3.2) POTŘEBA ZÁVLAHOVÉ VODY PRO CELÝ AREÁL

	Měsíc												Rok	MJ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
S = úhrn srážek za rok 2017	22	13	23	46	36	32	77	37	80	49	37	21	473	mm
Potřeba závlah. Vody pro zeleň	0	0	0	0	80	80	80	80	80	0	0	0	400	mm

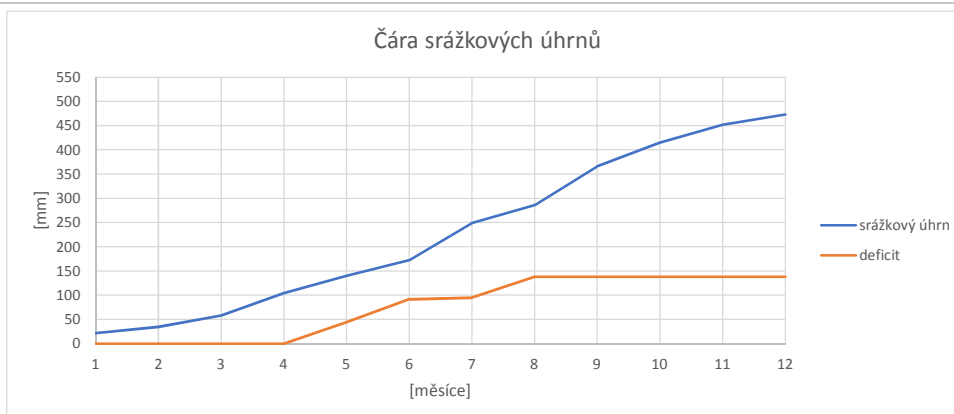
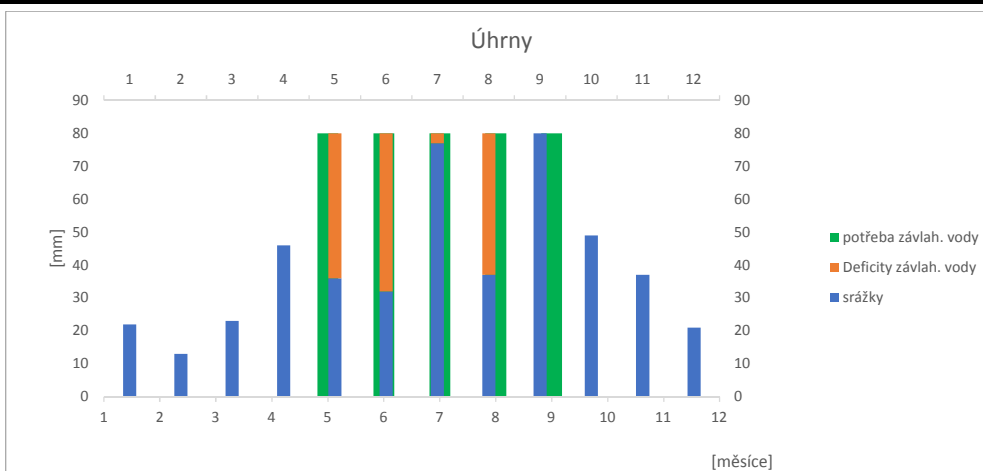
MĚSÍČNÍ DEFICIT POTŘEBY ZÁVLAHOVÉ VODY

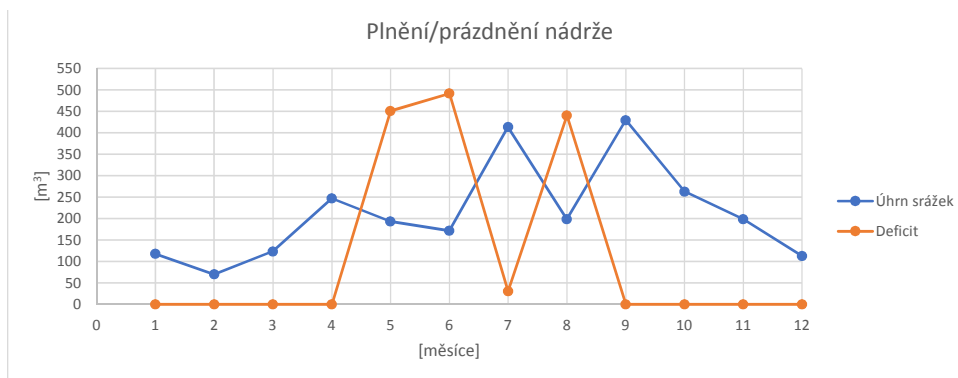
	Měsíc												Rok	MJ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Deficit	0	0	0	0	44	48	3	43	0	0	0	0	138	mm
V_{wd}	0	0	0	0	451	492	31	441	0	0	0	0	1413.8	m3

Z uvedené tabulky vyplývá, že největší potřeba závlahové vody je v měsíci červen, po převzení úhrnu na objem, potřeba závlahové vody činí 492 m³. Tento objem je i potřebný objem nádrže, pro dotování závlahy na celém areálu školy

MĚSÍČNÍ OBJEM SRÁŽEK NA PLOCHÁCH STŘECH

	Měsíc												Rok	MJ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
V_{ws}	0	0	123	247	193	172	413	199	429	0	0	0	1776.9	m3





4) STANOVENÍ PRIORITYCH PLOCH A ROZDĚLENÍ POVODÍ

Popis povodí			
Povodí	Popis sběrné plochy	Ozn.	Popis ploch zeleně
1	Budovy G+F+A	1.1)	Zeleň v zahrádce MŠ
2	Budovy D+E+KAB+MŠ	1.2)	Zeleň vedle nádvoří
3	Budovy B+C	1.3)	Sad

Plochy prioritních ploch		
Ozn.	Plocha	MJ
1.1)	427	m ²
1.2)	468	m ²
1.3)	594	m ²

Plochy střech v povodí		
Ozn. Povodí	Plocha	MJ
1. Plocha budov G+F+A	1958.6	m ²
2. Plocha budov D+E+KAB+MŠ	1889.2	m ²
3. Plocha budov B+C	1520.4	m ²



STANOVENÍ DEFICITU V POVODÍ A OBJEMU NÁDRŽÍ

ÚHRN SRÁŽEK

S = úhrn srážek [mm] za rok 2017

N = dlouhodobý srážkový normál 1981-2010 [mm]

$$Deficit = S - Potřeba\ vody\ za\ měsíc \quad [mm]$$

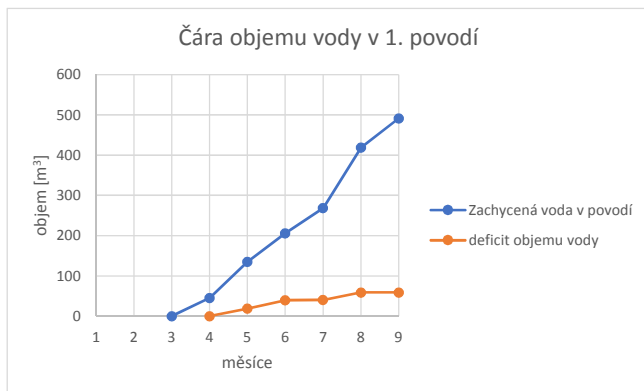
$$V_{wdi} = \frac{deficit \times plocha\ zeleně}{1000} \quad [m^3]$$

$$V_{wsi} = \frac{S(úhrn) \times plocha\ střech}{1000} \quad [m^3]$$

Popis	Měsíc									MJ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
S=úhrn srážek 2017	22	13	23	46	36	32	77	37	80	mm
Potřeba závl. vody	0	0	0	0	80	80	80	80	80	mm
Deficit	-	-	-	-	44	48	3	43	0	mm
Povodí 1. V _{ws}	0	0	45	90	71	63	151	72	157	m ³
V _{wd1}	-	-	-	-	19	20	1	18	0	m ³
Povodí 2. V _{ws}	0	0	43	87	68	60	145	70	151	m ³
V _{wd2}	-	-	-	-	21	22	1	20	0	m ³
Povodí 3. V _{ws}	0	0	35	70	55	49	117	56	122	m ³
V _{wd3}	-	-	-	-	26	29	2	26	0	m ³

Velikost nádrže	
Povodí 1.	20 m ³
Povodí 2.	22 m ³
Povodí 3.	29 m ³

V každém povodí nastal v červnu největší deficit potřeby vody pro závlahu, tento objem nám udal velikost nádrže.



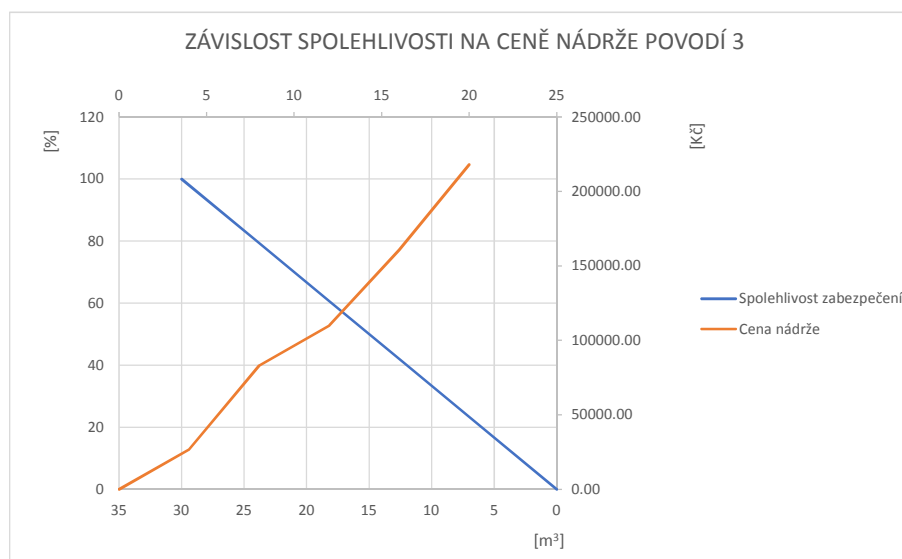
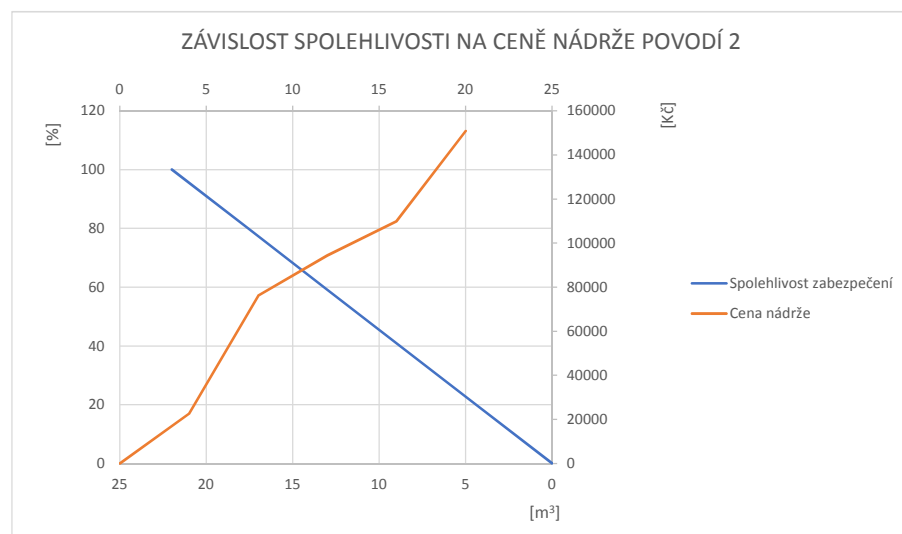
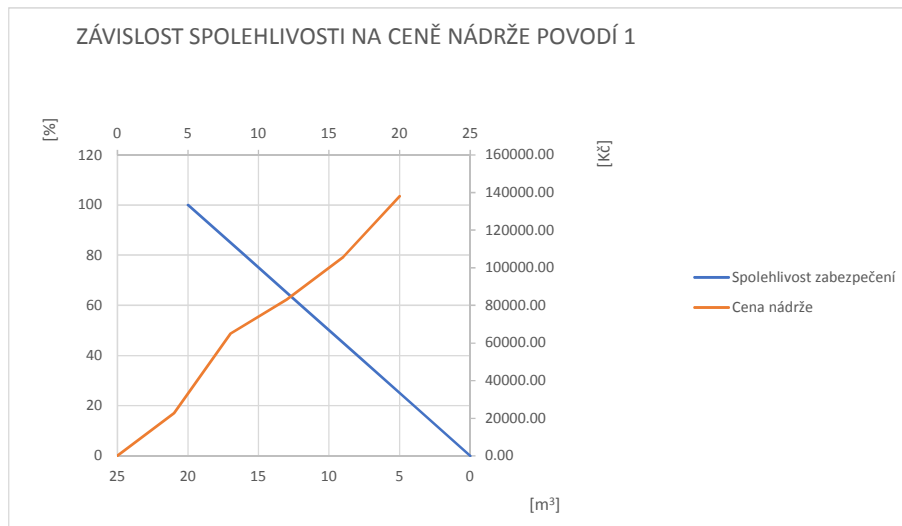
5) OPTIMALIZACE VELIKOSTI NÁDRŽE

Spolehlivost	velikost nádrže 1. povodí	cena 1. nádrže	velikost nádrže 2. povodí	cena 2. nádrže	velikost nádrže 3. povodí	cena 3. nádrže	celková cena
% zabezpečení d	m ³	Kč	m ³	Kč	m ³	Kč	Kč
100	20	137 976 Kč	22	150 827 Kč	30	218 048 Kč	506 851 Kč
80	16	105 766 Kč	18	109 870 Kč	24	160 590 Kč	376 226 Kč
60	12	83 152 Kč	13	94 345 Kč	18	109 870 Kč	287 367 Kč
40	8	64 880 Kč	9	76 073 Kč	12	83 152 Kč	224 105 Kč
20	4	22 614 Kč	4	22 614 Kč	6	26 718 Kč	71 946 Kč
0	0	0 Kč	0	0 Kč	0	0 Kč	0 Kč

ZVOLENÉ OBJEMY NÁDRŽE

Povodí	Spolehlivost	Objem nádrže	Cena
	% zabezpečení dáv.	m ³	Kč
1. Povodí	100%	20	137 976 Kč
2. Povodí	91%	20	137 976 Kč
3. Povodí	80%	24	160 590.00 Kč
		Cena celkem	436 542.00 Kč

Uvedené ceny jsou bez DPH



6) PRIORITY PLOCHY URČENÉ K ZAVLAŽOVÁNÍ VÝPIS POSTŘIKOVAČŮ DIMENZE POTRUBÍ

PLOCHA 1.1)

SEKCE 1

SEKCE 1	°	R [m]	Q [l/min]	tlak [bar]	srážky [mm/h]	Postřikovač/tryska
1	90	13.4	30.2	3	23	Rotační postřikovač PGP, modrá tryska 8.0
2	90	13.4	30.2	3	23	Rotační postřikovač PGP, modrá tryska 8.0

DIMENZE POTRUBÍ sekce 1

úsek	průtok	DN	A	v
-	[m ³ /s]	[mm]	[m ²]	[m/s]
1	0.0005	26	0.0005	0.95
2	0.0010	32.6	0.0008	1.21

Poznámka:

Rychlost v potrubí v rozmezí 0.8 - 1.2 (1.5) m/s
Dimenze potrubí po odečtení tloušťky stěn

SEKCE 2

SEKCE 2	°	R [m]	Q [l/min]	tlak [bar]	srážky [mm/h]	Postřikovač/tryska
3	90	13.4	30.2	3	23	Rotační postřikovač PGP, modrá tryska 8.0
4	90	13.4	30.2	3	23	Rotační postřikovač PGP, modrá tryska 8.0

DIMENZE POTRUBÍ sekce 2

úsek	průtok	DN	A	v
-	[m ³ /s]	[mm]	[m ²]	[m/s]
1	0.0005	26	0.0005	0.95
2	0.0010	32.6	0.0008	1.21

Poznámka:

Rychlost v potrubí v rozmezí 0.8 - 1.2 (1.5) m/s
Dimenze potrubí po odečtení tloušťky stěn

PLOCHA 1.2)

SEKCE 1

SEKCE 1	°	R [m]	Q [l/min]	tlak [bar]	srážky [mm/h]	Postřikovač/tryska
1	90	13.7	32.6	3.5	24	Rotační postřikovač PGP, modrá tryska 8.0
2	90	13.7	32.6	3.5	24	Rotační postřikovač PGP, modrá tryska 8.0

DIMENZE POTRUBÍ sekce 1

úsek	průtok	DN	A	v
-	[m ³ /s]	[mm]	[m ²]	[m/s]
1	0.0005	26	0.0005	1.02
2	0.0011	32.6	0.0008	1.30

Poznámka:

Rychlost v potrubí v rozmezí 0.8 - 1.2 (1.5) m/s

Dimenze potrubí po odečtení tloušťky stěn

SEKCE 2

SEKCE 2	°	R [m]	Q [l/min]	tlak [bar]	srážky [mm/h]	Postřikovač/tryska
3	90	13.7	32.6	3.5	24	Rotační postřikovač PGP, modrá tryska 8.0
4	90	13.7	32.6	3.5	24	Rotační postřikovač PGP, modrá tryska 8.0

DIMENZE POTRUBÍ sekce 2

úsek	průtok	DN	A	v
-	[m ³ /s]	[mm]	[m ²]	[m/s]
1	0.0005	26	0.0005	1.02
2	0.0011	32.6	0.0008	1.30

Poznámka:

Rychlost v potrubí v rozmezí 0.8 - 1.2 (1.5) m/s

Dimenze potrubí po odečtení tloušťky stěn

SEKCE 3

SEKCE 3	°	R [m]	Q [l/min]	tlak [bar]	srážky [mm/h]	Postřikovač/tryska
5	90	13.7	32.6	3.5	24	Rotační postřikovač PGP, modrá tryska 8.0
6	90	13.7	32.6	3.5	24	Rotační postřikovač PGP, modrá tryska 8.0

DIMENZE POTRUBÍ sekce 3

úsek	průtok	DN	A	v
-	[m ³ /s]	[mm]	[m ²]	[m/s]
1	0.0005	26	0.0005	1.02
2	0.0011	32.6	0.0008	1.30

Poznámka:

Rychlost v potrubí v rozmezí 0.8 - 1.2 (1.5) m/s

Dimenze potrubí po odečtení tloušťky stěn

PLOCHA 1.3)

SEKCE 1

SEKCE 1	°	R [m]	Q [l/min]	tlak [bar]	srážky [mm/h]	Postřikovač/tryska
1	90	9.8	5.9	3	9	Rotační postřikovač PGP, modrá tryska 1.5
2	180	9.4	9.8	3	15	Rotační postřikovač PGP Ultra, šedá tryska 2.5 LA
3	90	9.8	5.9	3	9	Rotační postřikovač PGP, modrá tryska 1.5
4	180	9.4	9.8	3	15	Rotační postřikovač PGP Ultra, šedá tryska 2.5 LA
5	360	9.8	9.8	3	14	Rotační postřikovač PGP, šedá tryska 6.0 LA
6	180	9.4	9.8	3	15	Rotační postřikovač PGP Ultra, šedá tryska 2.5 LA

DIMENZE POTRUBÍ sekce 1

úsek	průtok	DN	A	v
-	[m ³ /s]	[mm]	[m ²]	[m/s]
1	0.0001	20.4	0.0003	0.30
2	0.0003	20.4	0.0003	0.80
3	0.0004	20.4	0.0003	1.10
4	0.0002	20.4	0.0003	0.50
5	0.0003	20.4	0.0003	1.00
6	0.0009	32.6	0.0008	1.02

Poznámka:

Rychlost v potrubí v rozmezí 0.8 - 1.2 (1.5) m/s
Dimenze potrubí po odečtení tloušťky stěn

SEKCE 2

SEKCE 2	°	R [m]	Q [l/min]	tlak [bar]	srážky [mm/h]	Postřikovač/tryska
7	90	9.8	5.9	3	9	Rotační postřikovač PGP, modrá tryska 1.5
8	180	9.4	9.8	3	15	Rotační postřikovač PGP Ultra, šedá tryska 2.5 LA
9	90	9.8	5.9	3	9	Rotační postřikovač PGP, modrá tryska 1.5
10	180	9.4	9.8	3	15	Rotační postřikovač PGP Ultra, šedá tryska 2.5 LA
11	180	9.4	9.8	3	15	Rotační postřikovač PGP Ultra, šedá tryska 2.5 LA
12	360	9.8	9.8	3	14	Rotační postřikovač PGP, šedá tryska 6.0 LA

DIMENZE POTRUBÍ sekce 2

úsek	průtok	DN	A	v
-	[m ³ /s]	[mm]	[m ²]	[m/s]
1	0.0001	20.4	0.0003	0.30
2	0.0003	20.4	0.0003	0.80
3	0.0004	20.4	0.0003	1.10
4	0.0005	20.4	0.0003	1.60
5	0.0002	20.4	0.0003	0.50
6	0.0003	20.4	0.0003	1.00
7	0.0009	32.6	0.0008	1.02

Poznámka:

Rychlost v potrubí v rozmezí 0.8 - 1.2 (1.5) m/s
Dimenze potrubí po odečtení tloušťky stěn

7) NACENĚNÍ CELÉHO SYSTÉMU

7.1) NACENĚNÍ ZÁVLAHOVÉHO SYSTÉMU

PLOCHA 1.1)

1. Zavlažování pomocí lidského faktoru

Položka	MJ	Množ.	Cena/MJ	Cena celkem
Potrubí PE - LD/ES (PN 6) 25x 2.3	bm	20	13.75	275.00 Kč
Šachtice s kulovým ventilem	ks	1	416.33	416.33 Kč
Přechodka na rychlospojku	ks	1	34.76	34.76 Kč
Rychlospojka	ks	2	107.44	214.88 Kč
Hadice pro zahradní zavlažovač	bm	20	11.73	234.60 Kč
Gardena - zavlažovač	ks	1	402.90	402.90 Kč
Ponorné čerpadlo Deep 1200 A	ks	1	4576.00	4 576.00 Kč

Cena celkem 6 154.47 Kč bez DPH

2. Zavlažování pomocí automatického zavlažovacího systému

Položka	MJ	Množ.	Cena/MJ	Cena celkem
Rozvodné potrubí DN 32x 3	bm	32.3	20.9	675.07 Kč
Rozvodné potrubí DN 40x 3.7	bm	51	33.45	1 705.95 Kč
Šachtice pro 2 elektroventily	ks	1	449	449.00 Kč
Elektroventil ICV 6/4	ks	2	2070	4 140.00 Kč
Ovládací jednotka X CORE 2(I)	ks	1	1615	1 615.00 Kč
Rotační postřikovače PGP-ADJ	ks	4	319	1 276.00 Kč
Příslušenství k postřikovačům (trysky, zpětný ventil..)	ks	4	46	184.00 Kč
Napojení trysek (navrt. pas, kolena, příjpojné potrubí, atd...)	-	-	-	200.00 Kč
Dešťové čidlo RFC	ks	1	1479	1 479.00 Kč
Ponorné čerpadlo PULSAR 40/80 M-A	ks	1	10199	10 199.00 Kč

Cena celkem 21 923.02 Kč bez DPH

PLOCHA 1.2)

1. Zavlažování pomocí lidského faktoru

Položka	MJ	Množ.	Cena/MJ	Cena celkem
Potrubí PE - LD/ES (PN 6) 25x 2.3	bm	5	13.75	68.75 Kč
Šachtice s kulovým ventilem	ks	1	416.33	416.33 Kč
Přechodka na rychlospojku	ks	1	34.76	34.76 Kč
Rychlospojka	ks	2	107.44	214.88 Kč
Hadice pro zahradní zavlažovač	bm	20	11.73	234.60 Kč
Gardena - zavlažovač	ks	1	402.90	402.90 Kč
Ponorné čerpadlo Deep 1200 A	ks	1	4576.00	4 576.00 Kč

Cena celkem 5 948.22 Kč bez DPH

2. Zavlažování pomocí automatického zavlažovacího systému

Položka	MJ	Množ.	Cena/MJ	Cena celkem
Rozvodné potrubí DN 32x 3	bm	49	20.9	1 024.10 Kč
Rozvodné potrubí DN 40x 3.7	bm	28	33.45	936.60 Kč
Šachtice pro 3 elektroventily	ks	1	449	449.00 Kč
Elektroventil ICV 6/4	ks	3	2070	6 210.00 Kč
Ovládací jednotka X CORE 4(I)	ks	1	1845	1 845.00 Kč
Rotační postřikovače PGP-ADJ	ks	6	319	1 914.00 Kč
Příslušenství k postřikovačům (trysky, zpětný ventil..)	ks	6	46	276.00 Kč
Napojení trysek (navrt. pas, kolena, příjpojné potrubí, atd...)	-	-	-	300.00 Kč
Dešťové čidlo RFC	ks	1	1479	1 479.00 Kč
Ponorné čerpadlo PULSAR 40/80 M-A	ks	1	10199	10 199.00 Kč

Cena celkem 24 632.70 Kč bez DPH

PLOCHA 1.3)

1. Zavlažování pomocí lidského faktoru

Položka	MJ	Množ.	Cena/MJ	Cena celkem
Potrubí PE - LD/ES (PN 6) 25x 2.3	bm	5	13.75	68.75 Kč
Šachtice s kulovým ventilem	ks	1	416.33	416.33 Kč
Přechodka na rychlospojku	ks	1	34.76	34.76 Kč
Rychlospojka	ks	2	107.44	214.88 Kč
Hadice pro zahradní zavlažovač	bm	20	11.73	234.60 Kč
Gardena - zavlažovač	ks	1	402.90	402.90 Kč
Ponorné čerpadlo Deep 1200 A	ks	1	4576.00	4 576.00 Kč

Cena celkem 5 948.22 Kč bez DPH

2. Zavlažování pomocí automatického zavlažovacího systému

Položka	MJ	Množ.	Cena/MJ	Cena celkem
Rozvodné potrubí DN 32x 3	bm	49	20.9	1 024.10 Kč
Rozvodné potrubí DN 40x 3.7	bm	28	33.45	936.60 Kč
Šachtice pro 3 elektroventily	ks	1	449	449.00 Kč
Elektroventil ICV 6/4	ks	3	2070	6 210.00 Kč
Ovládací jednotka X CORE 4(l)	ks	1	1845	1 845.00 Kč
Rotační postřikovače PGP-ADJ	ks	6	319	1 914.00 Kč
Rotační postřikovače PGP Ultra	ks	6	315	1 890.00 Kč
Příslušenství k postřikovačům PGP (trysky, zpětný ventil..)	ks	6	46	276.00 Kč
Příslušenství k postřikovačům PGP Ultra(trysky, zpětný ventil..)	ks	6	60	360.00 Kč
Napojení trysek (navrt. pas, kolena, příjpojné potrubí, atd...)	-	-	-	600.00 Kč
Dešťové čidlo RFC	ks	1	1479	1 479.00 Kč
Ponorné čerpadlo PULSAR 40/80 M-A	ks	1	10199	10 199.00 Kč

Cena celkem 27 182.70 Kč bez DPH

CELKOVÉ INVESTIČNÍ NÁKLADY

Investiční cena systému zavlažování pomocí lidského faktoru	18 050.91 Kč	bez DPH
Investiční cena automatického zavlažovacího systému	73 738.42 Kč	bez DPH

7.2)NÁKLADY NA NÁDRŽE

Požizovací cena nádrže

Povodí	Spolehlivost % zabezpečení	Objem nádrže m ³	Cena Kč
1.Povodí	100%	20	137 976 Kč
2.Povodí	91%	20	137 976 Kč
3.Povodí	80%	24	160 590 Kč
Cena celkem			436 542 Kč

Cena práce 1. nádrže

Položka	MJ	Množství	Cena/MJ	Cena celkem	
Výkop jámy nepažené- Těžitelnost 3 -	m ³	156	172 Kč	26 832 Kč	
Zásyp jámy - zhutněný	m ³	134	80 Kč	10 653 Kč	
Úprava plochy	dláždění	m ²	36	1 460 Kč	52 560 Kč

Cena celkem 90 045 Kč bez DPH

Cena práce 2. nádrže

Položka	MJ	Množství	Cena/MJ	Cena celkem	
Výkop jámy nepažené- Těžitelnost 3 -	m ³	156	172 Kč	26 832 Kč	
Zásyp jámy - zhutněný	m ³	134	80 Kč	10 653 Kč	
Úprava plochy	vegetace	m ²	36	411 Kč	14 796 Kč

Cena celkem 52 281 Kč bez DPH

Cena práce 3. nádrže

Položka	MJ	Množství	Cena/MJ	Cena celkem	
Výkop jámy nepažené- Těžitelnost 3 -	m ³	178	172 Kč	30 616 Kč	
Zásyp jámy - zhutněný	m ³	152	80 Kč	12 084 Kč	
Úprava plochy	vegetace	m ²	44	411 Kč	18 084 Kč

Cena celkem 60 784 Kč bez DPH

Celková cena výstavby tří nádrží

Cena celkem

203 110 Kč

bez DPH

7.3) NÁKLADY NA FILTRAČNÍ ŠACHTY

Požizovací cena

Položka	MJ	Množství	Cena/MJ	Cena celkem
Filtrační šachta DN 600	ks	3	22 800 Kč	68 400 Kč

Investiční cena filtračních šachet

Cena celkem

68 400 Kč

bez DPH

7.4) CELKOVÉ INVESTIČNÍ NÁKLADY

Varianta 1 - zálivka pomocí lidského faktoru

Položka	Cena celkem
Závlahový systém	18 050.91 Kč
Pořizovací cena nádrží	436 542 Kč
Výstavba nádrží	203 110 Kč
Pořizovací cena filtračních šachet	68 400 Kč
cena celkem	726 102.91 Kč

Varianta 1 - zálivka pomocí automatického systému

Položka	Cena celkem
Závlahový systém	73 738.42 Kč
Pořizovací cena nádrží	436 542 Kč
Výstavba nádrží	203 110 Kč
Pořizovací cena filtračních šachet	68 400 Kč
cena celkem	781 790.42 Kč

7.5) PROVOZNÍ NÁKLADY

Úkony údržby podzemních dešťových nádrží		
Typ údržby	Úkon údržby	Četnost údržby
Pravidelná údržba	Odstraňování odpadků z povrchů napojených na objekt (v případech kde mohou způsobit riziko selhání funkce)	1x měsíčně a po přivalových deštích
	Kontrola propustnosti filtračního koše v nádrži	1x měsíčně a po přivalových deštích
	Odstranění sedimentů z nátok a výtoku	Každoročně
Příležitostná údržba	Odstranění sedimentů z nádrže	Každoročně
	Dezinfekce nádrže	Každoročně
Opravy	Opravy nátoků, výtoků, přelivu a filtračního koše v nádrži	Dle potřeby
Kontrola	Kontrola funkčnosti (zejména průchodnosti) nátoků, výtoku, přelivu a filtračního koše	1x měsíčně a po přivalových deštích
	Kontrola fyzického poškození stavebních součástí	1x měsíčně a po přivalových deštích
Úkony údržby filtračních šachet		
Typ údržby	Úkon údržby	Četnost údržby
Pravidelná údržba	Odstraňování odpadků	1x měsíčně a po přival. deštích
Opravy	Výměna filtr. Koše	Dle potřeby
	Odstranění sedimentů a nečistot	Dle potřeby
Kontrola	Kontrola příznaků špatné funkce zařízení	1x za 6 měsíců a po větších deštích
	Kontrola filtr. koše proti mechanickému poškození	1x za 6 měsíců a po větších deštích
	Kontrola stavu a trendu výskytu sedimentu	1x za 6 měsíců

Provozní náklady na údržby podzemních dešťových nádrží a filtračních šachet							
Typ údržby	Úkon údržby	Četnost	hod práce	Kč/hod (hrub.)	cena / rok		
Pravidelná údržba	Odstraňování odpadků z povrchů napojených na objekt	1 x měs.	3	140	3780		
	Kontrola propustnosti filtračního koše v nádrži	1 x měs.					
	Odstraňování odpadků z filtr. Šachty	1 x měs.					
	Odstranění sedimentu z nátoků a výtoku	Každoročně					
Příležitost-ná údržba	Odstranění sedimentu z nádrže	Každoročně	8		140	1120	
	Dezinfekce nádrže	Každoročně					
Kontrola	Kontrola funkčnosti nádrže	1 x měs.	1			140	1260
	Kontrola fyzického poškození	1 x měs.					
	Kontrola příznaků špatné funkce filtrační šachty	1 x 6 měs.	1.5	210			
	Kontrola filtr. koše proti mechanickému poškození	1 x 6 měs.					
	Kontrola stavu a trendu výskytu sedimentu	1 x 6 měs.					
Opravy	Dle potřeb užívání	-	-	-			-

+ 30% z celkové provozní ceny na obsluhu a údržbu zavlažovacích systémů

Celková cena provozních nákladů za rok

Cena celkem

8 281 Kč

bez DPH

7.6) CELKOVÉ NÁKLADY

1. Varianta - zálivka pomocí lidského faktoru

Položka	Cena celkem
Investiční náklady	726 103 Kč
Provozní náklady	8 281 Kč
Cena celkem	734 384 Kč

2. Varianta - zálivka pomocí automatického systému

Položka	Cena celkem
Investiční náklady	781 790 Kč
Provozní náklady	8 281 Kč
Cena celkem	790 071 Kč