

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ A
ENVIRONMENTÁLNÍHO MODELOVÁNÍ



Dešťová voda pro dům a zahradu DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. MARCELA SYNÁČKOVÁ, CSc.
Diplomant: JITKA STRÍTESKÁ

2015

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Jitka Stříteská

Regionální environmentální správa

Název práce

Dešťová voda pro dům a zahradu

Název anglicky

Rainwater for Home and Garden

Cíle práce

- Hlavním cílem této práce je přinést ucelený pohled na možnosti dešťové vody jako zdroje, který lze používat současně s vodou pitnou v domácnostech, firmách i zahradách.
- Praktickou část bude tvořit návrh systému zadržování a užívání dešťové vody pro konkrétní budovu.
- Výstupem tedy bude porovnání pro uživatele, které by mohlo posloužit při rozhodování o zavedení systému využívání dešťové vody.

Metodika

- 1) Úvod
- 2) Cíle práce
- 3) Literární rešerše
- 4) Metodika
- 5) Charakteristika vybraného území
- 6) Návrh řešení hospodaření s vodou
- 7) Výsledky
- 8) Diskuze
- 9) Závěr

Doporučený rozsah práce

60 stran textu a přílohy

Klíčová slova

dešťová voda, využití dešťové vody, úspora dešťové vody, zásobníky na dešťovou vodu, vsak

Doporučené zdroje informací

- 1.) HLAVÍNEK P., PRAX P., Hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území. 2007, Ardec Praha, 1. vyd., 164 s., ISBN 80-86020-55-X.
- 2.) BŮSE, K. H., Dešťová voda pro dům a zahradu, 1999, Ostrava. 84 s.: ISBN 80-86167-08-9
- 3.) NĚMEC, J., Voda v České republice. 2006. Praha: pro ministerstvo zemědělství vydal Consult, 253 s. ISBN 80-903-4821-1.
- 4.) ŽABIČKA, Z., Stavíme vodovod a kanalizace. 2002, ERA Brno, 1. vyd. 118 s., ISBN 80-865-1752-7.
- 5.) Jak hospodařit s dešťovou vodou na soukromém pozemku: praktický rádce pro obnovu propustnosti povrchů a zasakování, Pro Středisko ekologické výchovy, Lesy hl. m. Prahy vydal Ústav pro ekopolitiku ve spolupráci s Asociací pro vodu ČR a Fakultou stavební ČVUT, 2009, Praha, 43 s., ISBN 978-80-87099-06-3.
- 6.) Nakládání s vodami v urbanizovaných povodích: [ekonomické, ekologické, technické a právní aspekty hospodaření s dešťovými vodami] : sborník příspěvků konference : Konopiště, 17.-18.9.2008, Česká republika. Praha: Vodohospodářská aliance, c2008, 158 s. ISBN 978-80-254-2828-3.
- 6.) TNV 75 9011 – Hospodaření se srážkovými vodami
- 7.) ČSN 75 678 – Využití šedých a dešťových vod v budovách a na přilehlých pozemcích
- 8.) ČSN 75 6261- Dešťové nádrže

Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

Vedoucí práce

Ing. Marcela Synáčková, CSc.

Elektronicky schváleno dne 11. 3. 2015

prof. Ing. Pavel Pech, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 17. 3. 2015

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan

V Praze dne 18. 03. 2015

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením Ing. Marcely Synáčkové, CSc. Další informace mi poskytli zástupci firem zabývající se hospodařením s dešťovými vodami. Prohlašuji, že jsem uvedla všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpala.

V Praze dne: 25. 3. 2015

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla poděkovat především své vedoucí diplomové práce Ing. Marcele Synáčkové, CSc. za cenné rady, věcné odborné připomínky a poskytnuté podklady pro zpracování mé diplomové práce. Dále chci poděkovat zástupcům firem zabývajících se hospodařením s dešťovými vodami za poskytnuté materiály a informace.

V Praze dne: 25. 3. 2015

Rainwater for Home and Garden

ABSTRACT

Cílem diplomové práce je přiblížit možnosti hospodaření s dešťovou vodou, a to zejména v oblasti využití v budovách a zahradách. Práce by měla přinést pohled na současné možnosti, které nám dešťová voda nabízí. Také by měla popsat způsob jejího zachycování, využití a nároky, které musí dešťová voda splňovat pro účel použití v domácnostech i zahradách. Dále by tato práce měla přiblížit ekonomickou stránku problematiky dešťové vody, přínosy pro uživatele i životní prostředí, kde je tento přístup důležitou součástí šetrného nakládání s pitnou vodou. Na konkrétním příkladu je zhodnoceno, co může znamenat pro uživatele úspora pitné vody. Práce tak může být zdrojem informací pro uživatele, kteří se budou rozhodovat o využití dešťové vody ve svých domovech, případně firmách a jiných budovách.

Klíčová slova: dešťová voda, využití dešťové vody, úspora dešťové vody, zásobníky na dešťovou vodu, vsak

ABSTRACT

The aim of the thesis is to introduce the possibility of rainwater management, especially in the use of buildings and gardens. The work should bring sight to the current options that rainwater offers. It should also describe the way in which the capture, utilization and requirements must meet with the use of rainwater in homes and gardens. Furthermore, this work should bring more insight into the economic side of the issue of rainwater benefits for users and the environment, where this approach is an important part of the environmentally friendly management of drinking water. On the specific example it is evaluated what drinking water can mean for users. The work can be a source of information for users, who will decide whether the rainwater in their homes, businesses and other buildings should be used.

Keywords: rainwater, rainwaterutilisation, potablewatersaving, retention tank, infiltration

1	ÚVOD	9
2	CÍLE PRÁCE	12
3	LITERÁRNÍ REŠERŠE	13
3.1	PŘEDSTAVENÍ PROBLEMATIKY	13
3.2	LEGISLATIVNÍ RÁMEC.....	17
3.3	DEŠŤOVÁ VODA.....	19
3.3.1	Kvalita dešťové vody.....	21
3.3.2	Systém využití dešťové vody.....	24
3.3.3	Způsob zachycení, skladování, čerpání a rozvodu DV.....	26
3.3.4	Vsakování dešťové vody	30
4	METODIKA	33
4.1	ZPŮSOB SBĚRU DAT	33
4.2	METODIKA TEORETICKÉ ČÁSTI	33
4.3	METODIKA PRAKTICKÉ ČÁSTI.....	33
5	CHARAKTERISTIKA STUDIJNÍHO ÚZEMÍ	34
5.1	CHARAKTERISTIKA VYBRANÉ BUDOVY	34
5.2	ÚDAJE O POZEMKU A BUDOVĚ	34
6	SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	36
6.1	SOUČASNÁ SITUACE DOTČENÉ BUDOVY	36
6.2	POTŘEBA VODY PRO BUDOVU – SPLACHOVÁNÍ A ZALÉVÁNÍ.....	36
6.3	DIMENZOVÁNÍ NÁDRŽE	38
6.4	NÁVRH SYSTÉMU ZADRŽOVÁNÍ A ROZVODU DV	39
6.4.1	Odvodnění areálu pomocí vsakovacích bloků a vsakovací nádrže dle hydrogeologického průzkumu	39
6.4.2	Odvodnění areálu pomocí vsakovacích bloků.....	44
7	VÝSLEDKY	46
8	DISKUSE	52
9	ZÁVĚR	55
10	PŘEHLED LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ	57
11	PŘÍLOHY	63

Seznam použitých zkratk:

ČOV – čistírna odpadních vod

HDV – hospodaření s dešťovými vodami

DV – dešťová voda

DPH – daň z přidané hodnoty

VZ – vsakovací zařízení

ČHMÚ – Český hydrometeorologický ústav

DS2 – dešťový svod 1

DS3 – dešťový svod 2

V1 – první varianta

V2 – druhá variant

1 ÚVOD

Voda je jednou ze základních podmínek života na zemi, a tudíž nezbytnou součástí našeho života. Jedná se o cenný zdroj, který je třeba chránit a uvážlivě s ním hospodařit, tak abychom ho zachovali pro budoucí generace. Ochranu vody definuje Evropská vodní charta, která byla vyhlášena ve Štrasburku v roce 1968. Zahrnuje několik bodů definujících přístupy k vodě. Klade důraz především na ochranu a hospodaření s vodními zdroji včetně zachování zdrojů vody pro budoucnost, nezapomíná však ani na význam vody pro živočichy a rostliny. Jsou to především lidé jako největší uživatelé a hospodáři, kteří by měli tyto přístupy následovat. Jedním ze zdrojů vody jsou dešťové srážky a právě přístup k této vodě se v posledních letech výrazně mění. Dešťová voda představuje možnost, jak účelně šetřit zásoby pitné vody, životní prostředí i finanční prostředky samotných uživatelů. Pitná voda se stává v některých částech naší planety pro uživatele nedostupnou. V současné době patříme k zemím, které se s akutním nedostatkem vody nemusejí potýkat. Přesto bychom měli reagovat a měnit své chování tak, abychom se do této situace nedostali. I u nás totiž dochází ke snížení dostupnosti vody v určitých částech území v důsledku destrukce krajiny. Jedná se zejména o pokles vydatnosti vodních zdrojů, sníženou retenční schopnost krajiny a nedostatek podzemní vody. Ideálním přístupem by tedy mohlo být naučit se lépe využívat vodu z dešťových srážek.

Uplatnění dešťové vody v domácnostech není úplně novým přístupem ani v České republice. Vzhledem k dlouholeté tradici chataření známe užívání dešťové vody od našich rodičů a prarodičů. Většina těchto rekreačních budov neměla přívod pitné vody a právě zde můžeme nalézt příklad uvážlivého hospodaření s pitnou vodou. Dešťová voda se zachytávala do sudů či nádržek, které byly postaveny poblíž okapů nebo zapuštěny do země. Uživatelé pak tuto vodu používali na zalévání zahrad, praní a úklid rekreačního objektu. Dnes se nabízí mnohem propracovanější systémy, které umožňují používat dešťovou vodu v běžném provozu domácností, škol, firem a dalších budov. Nejlepším uplatněním pro dešťovou vodu tak bude splachování toalet, zalévání zahrad, úklidové práce a praní. Obecně lze konstatovat, že dešťová voda má vlastnosti, které mohou při jejím používání přinést i další výhody. Bude zcela jistě více prospívat rostlinám, bude také znamenat úsporu pracího prášku při praní prádla a pro sanitární zařízení bude šetrnější vzhledem k podstatně menší tvorbě vodního kamene.

Samozřejmě bude třeba dešťovou vodu sledovat z hlediska její kvality tak, aby vyhovovala pro účely splachování, praní a zalévání. Její kvalita může být zhoršena zejména znečištěním vzduchu. Případná nutná úprava by mohla zmenšit ekonomický efekt, který přináší uživateli, ale rozhodně nezmenší efekt přinesený životnímu prostředí.

Otázka používání dešťové vody v domácnostech je silně spjata s vnímáním této problematiky veřejností. Pravděpodobněji budou uživatelé reagovat kladněji v případě přímé finanční úspory. Pro současné generace by však mělo být mnohem samozřejmější myslet také na životní prostředí a na své děti a jejich přístup k pitné vodě. Je zřejmé, že chování veřejnosti je možné měnit v souladu se zájmy životního prostředí. Příkladem by mohlo být třídění odpadků, které se v současnosti stává samozřejmostí pro velkou část veřejnosti. Ale vzpomeňme si na situaci před několika lety, kdy třídění bylo spíše výjimkou. Bylo těžké najít v blízkosti domu kontejner na tříděný odpad, a tak bylo snazší produkovat smíšený odpad. Dnes je tento stav překonaný a třídění odpadů se stalo běžnou součástí našeho života.



Obrázek 1 - Déšť

Zdroj: lifeinunchartedwater.wordpress.com506

Macek [eds] (2008) uvádí, že v České republice se do povědomí laické i odborné veřejnosti dostává pojem hospodaření s dešťovými vodami – HDV – jedná se o českou alternativu specifických přístupů z Velké Británie, Kanady, USA a Nového Zélandu. Pro tento přístup je zcela nezbytné zajistit komunikaci specialistů z oborů vodohospodářského inženýrství, urbanismu, krajinného a stavebního inženýrství. Informovanost veřejnosti bude důležitým aspektem pro rozvoj přístupu k hospodaření s dešťovými vodami. Obecné povědomí pak může přinést zvýšení zájmu a tuto zajímavou problematiku a přímo tak působit na rozhodování investorů, ať už jsou to lidé budující vlastní bydlení či firmy. Dnes většina uživatelů vnímá vodu jako samozřejmost a dle toho i s tímto cenným zdroje nakládá. Je zde tedy několik závažných důvodů proč se hospodaření s dešťovými vodami zabývat. Základní přehled o systémech HDV a návrh systému pro konkrétní budovu přispějí k zřehlednění situace.

2 CÍLE PRÁCE

Hlavním cílem této práce je přinést ucelený pohled na možnosti dešťové vody jako zdroje, který lze používat současně s vodou pitnou v domácnostech, firmách i zahradách. Popsat možnosti a podmínky využití dešťové vody a přínos jejího užívání pro jednotlivce a životní prostředí. V teoretické části se jedná zejména o popsání primárních možností využití dešťové vody pro domy a zahrady. Dílčím cílem je v teoretické rovině shromáždit a utřídit informace z dostupných zdrojů, především z odborné literatury, z konzultací s firmami, které se touto problematikou zabývají. Práce by mohla pomoci uživatelům či investorům při rozhodování o hospodaření s dešťovou vodou v domácnostech i ostatních budovách.

Praktickou část bude tvořit návrh systému zadržování a užívání dešťové vody pro konkrétní budovu. Tato část bude zahrnovat základní charakteristiku vybrané budovy. Výpočty množství zachycené vody budou provedeny dle platných norem a dat poskytnutých Českým hydrometeorologickým ústavem. Výsledek praktické části ukáže, jak velká úspora pitné vody by mohla vzniknout, pokud bude využívána současně s dešťovou vodou. Výstupem tedy bude porovnání pro uživatele, které by mohlo posloužit při rozhodování o zavedení systému využívání dešťové vody.

3 LITERÁRNÍ REŠERŠE

3.1 Představení problematiky

Stránský et al. (2008) uvádí jako důvod, proč se dešťovou vodou zabývat, rozsáhlou urbanizací. Tento proces zažívají všechny vyspělé země s cílem změnit účinky dešťového odtoku. Další změnou je pak terminologie používaná v této problematice. S dešťovou vodou se hospodaří, nikoli nakládá či likviduje a nahlíží se na ni jako na významný zdroj, který představuje možnost, jak účelně šetřit zásoby pitné vody, životní prostředí i finanční prostředky samotných uživatelů.

Voda je jednou z podmínek pro život na zemi a hospodaření s ní je velmi aktuálním tématem zejména v dnešní době. Je nezbytnou součástí našeho života, bez dostatku pitné a užitkové vody si dnes život nedokážeme představit. *„Díky snížení zdrojů povrchové vody v průběhu posledních deseti let a pokračujícímu růstu populace, je třeba učinit více k zabezpečení dodávek vody a zajistit dosažení dlouhodobě udržitelného hospodaření s vodními zdroji. Současné trendy ukazují, že světová populace roste o asi 80 milionů lidí ročně, což znamená zvýšení sladkovodní poptávky o 60 miliard metrů krychlových za rok“* (Muthukumarán et al., 2011).

Využití dešťové vody pro domácnosti, firmy, školy a další spotřebitele může být dobrým způsobem, jak snížit spotřebu pitné vody. Je to také způsob, jak můžeme prospět životnímu prostředí. Dle Souzy (2012) je praxe ve využití dešťové vody velmi stará. První systémy byly postaveny již během římské éry. Další zmínky se týkají Babylonu, Konstantinopole a Benátek. V České republice začíná být využití dešťové vody stále více aktuální, i když to není úplná novinka. Mnozí z řad majitelů chalup a chat mají již dlouhá léta svedené střešní okapy do sudů, které jsou zabudovány v zemi. Zachycenou vodu využívají zejména na zalévání zahrad. Tento systém známe mnozí z vlastních zkušeností i ze zkušeností našich rodičů i prarodičů jak je tomu i v mém případě. Problematiku využití dešťové vody řeší na mnoha místech na celém světě. Dle Thamera et al., (2006) jsou hlavními výhodami dešťové vody možnosti jejího uplatnění v úspoře pitné vody, a tím zachování vodních zdrojů, šetrný přístup k životnímu prostředí a ochrana prostředí před záplavami. Příkladem jsou země, jako je Německo nebo další Evropské země, na jiných kontinentech jsou to například Japonsko, Austrálie, Švédsko. Německo se dle Nolda (2007) nepovažuje za zemi chudou na vodu,

přesto je používání dešťové vody v domácnostech rozšířené již od roku 1980. Nakládání s dešťovou vodou je zde součástí každého územního plánu a to nejen z důvodu ekonomických úspor, ale také pro výrazný přínos životnímu prostředí.

Řešením konkrétních systémů pro budovy nebo domácnosti se zabývá v České republice i ve světě mnoho firem. Nabízejí kompletní projekty včetně stavby nebo jen součástí, z nichž lze postavit systém pro využití dešťové vody. Herrmann (2000), konstatuje, že na trhu komerčních výrobců, kteří se problematikou dešťové vody zabývají, je více než 100 firem. Nabízejí systémy využívající dešťové vody a instalují je přímo v budovách. Jedná se zejména o systémy pro WC, praní a zalévání zahrad. Systémy, které by měly zásobovat domácnosti nebo budovy dešťovou vodou, musí být mnohem propracovanější, než pouhé zachytávání dešťové vody v sudech s využitím pro zalévání zahrad. Systém je složen ze zásobníku, který může být nadzemní i podzemní, a dále pak z filtračního zařízení, které zabrání větším částicám dostat se do rozvodu. Voda je přivedena pomocí čerpadla a v poslední řadě je nutné mít v koupelnách a na toaletách sanitární zařízení, které je na využití vody určeno. Fewkes (1999), tvrdí že při návrhu systému pro užití dešťové vody je rozhodující kapacita zásobníku a velké úspory přináší užití dešťové vody pro splachování WC. Přívod dešťové vody je tedy možné uplatnit tam, kde není vyžadováno použití pitné vody. Dle Shivanita et al. (2013) jsou to tedy zejména toalety, prádelny, kohoutky umístěné ve venkovních prostorách domu. „*Při využívání upravených srážkových vod v domech, musí být dodržen požadavek, že nesmí dojít ke smíšení srážkové a užitkové vody s rozvodem pitné vody*“ (Šálek et al, 2012). Důležitým aspektem této problematiky je vnímání použití dešťové vody veřejností, protože je to právě ona, kdo se bude muset rozhodnout, zda do systému zachytávání a rozvodu dešťové vody investovat. V současné době se zdá být velmi důležité rozšířit povědomí české veřejnosti o této problematice a zejména o možnostech, které tato voda nabízí. Veřejnost potřebuje dostat informace, dle kterých by se bylo možné rozhodovat z pozice laika, uživatele a investora v jedné osobě. Ekonomická stránka může být velmi důležitým atributem při rozhodování viz tabulka č.1.

Činnost	Spotřeba v litrech (přibližně)	Cena v Kč (přibližně)
Spláchnutí toalety	3-12	0,20-0,81
Koupele ve vaně	100-150	6,8-10,2
Sprchování	30-80	2-5,4
Mytí nádobí v myčce	10-30	0,68-2
Mytí nádobí ve dřezu	15-40	1-2,72
Mytí nádobí pod tekoucí vodou	20-70	1,36-4,75
Praní v pračce	40-90	2,72-6,11
Mytí rukou	3	0,20
Pití	1,5-3	0,1-0,20
Vaření	5-7	0,34-0,48
Mytí auta	200	13,58

Tabulka č. 1 - Spotřeba vody v domácnosti

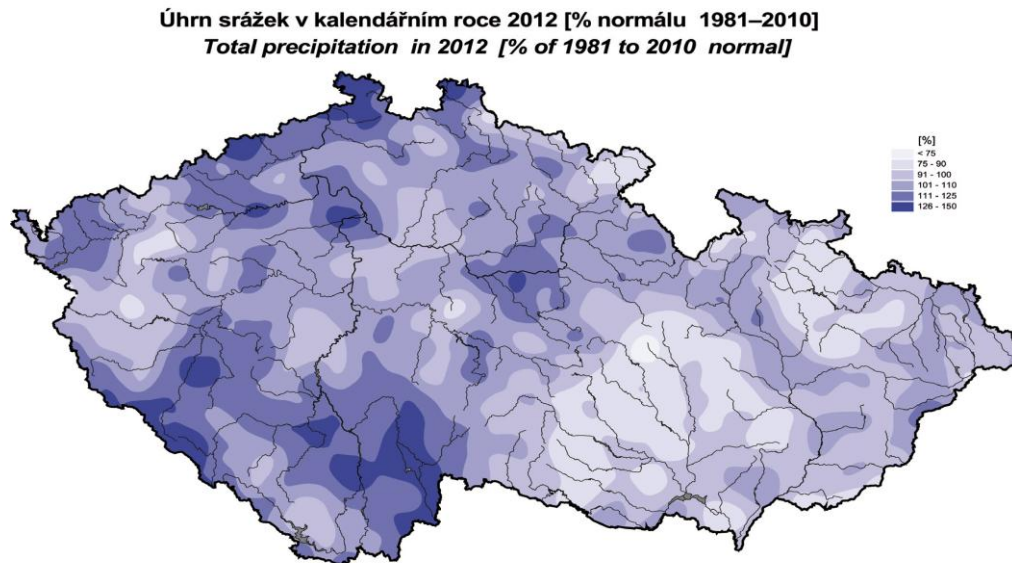
Zdroj: CenyEnergie.cz, 2010

Je však třeba zvážit i ostatní aspekty, které mohou zachytávání, rozvod a vypouštění užitkové vody ovlivnit. Jedná se zejména o srážkové úhrny v dané oblasti, plochu a materiál střechy, prostory na umístění tanku a možnost rozvodu do koupelen a toalet v budově. Na trhu již dnes existuje mnoho variant tanků, filtrací, rozvodů dešťové vody a vybavení koupelen. Za zmínku stojí pračky, které jsou na použití dešťové vody přímo určeny. Tyto pračky mají dvě oddělené přípojky na vodu. Při předpírce, hlavním praní a prvním mácháním využívají právě dešťovou vodu. Na poslední máchání pak použijí vodu pitnou. Stejně tak je tomu i u toalet, které mohou dešťovou vodu využít. Splachování WC navíc spotřebuje společně se sprchováním nejvíce vody v domácnosti a vzhledem k tomu, že nevyžaduje vodu vysoké kvality, je používání pitné vody zbytečným plýtváním. Nolde (2007) uvádí, že dešťová voda je měkčí než voda pitná, a proto se v sociálním zařízení usazuje mnohem méně vodního kamene.

Jak již bylo zmíněno, ukazuje se, že důležitou součástí přístupu k hospodaření s dešťovou vodou je vnímání této problematiky veřejností. Ve světě bylo provedeno mnoho výzkumů, které se zabývaly tímto aspektem. Studie proběhly v různých zemích po celém světě. Ve své studii Randolph (2008) popisuje získání dat pomocí

telefonických rozhovorů a diskuzních skupin v dané oblasti, kde všechny domy byly vybaveny sprchovým koutem, prádelnou, umyvadlem a vanou. Většina průzkumů byla prováděna dotazníkovým šetřením. Někde byl zvolen písemný způsob, jinde přímé dotazování „tváří v tvář“. Jistě by takový průzkum mohl být přínosný i v České republice a to zejména, v oblastech s vyšším srážkovým průměrem viz. obrázek č. 1.

Roční srážkový úhrn, ČR, 2012 (mm)



Obrázek 2 - Roční srážkový úhrn, ČR, 2012 (mm)
Zdroj: ČHMÚ

V Austrálii, kde byl proveden jeden z těchto průzkumů, jeho autoři Mainali et al. (2013) uvádí, že respondenti byli dotázáni na konkrétní používání dešťové vody ve svých domovech a výsledkem byly následující údaje: splachování toalet 94%, zalévání zahrady 91%, mytí aut 86%, praní prádla 70%, napuštění bazénů 85%. Lze tedy říci, že procento používání dešťové vody je zde vysoké. Vstřícný přístup veřejnosti k užívání dešťové vody je velmi důležitý pro zavádění únosného hospodaření s pitnou vodou. Náзор a přístup veřejnosti je ovlivněn zejména ekonomickou stránkou problému. Otázkou zůstává motivování veřejnosti. Mankad et al. (2013), ve své studii popisuje významnou roli motivačních faktorů. Ze studie vyplývá, že veřejnost musí mít základní znalosti o systémech využití dešťové vody. Musí věřit, že tyto systémy jsou ochrannou jejich majetku a životního stylu před negativními dopady, které plýtvání s pitnou vodou přináší. V tom případě pak budou uživatelé k této problematice přistupovat aktivněji.

Dešťová voda je tedy dnes velmi aktuálním tématem, kterému se věnují odborníci na celém světě a i v České republice se stává diskutovanou problematikou nejen mezi odborníky, ale i mezi laickou veřejností. Němec [eds] (2006) uvádí, že nárůst počtu obyvatel a modernizace bydlení vede k zvyšování požadavků na množství vodních zdrojů. Narůstající obavy z nedostatku zdrojů pitné vody, tak vedou ke snaze o mezinárodní přístup k této problematice. Jsou organizovány konference, stanovovány politiky na mezinárodní či národní úrovni. Dle mého názoru si tedy tato problematika zaslouží naši pozornost. Myslím, že v našich podmínkách není veřejnost příliš seznámena s možnostmi, které dešťová voda nabízí, a proto je třeba tuto situaci změnit.

3.2 Legislativní rámec

Zákon 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích) - §20 upravuje vodné a stočné; odstavec 6, který upravuje kdo je povinen platit za odvádění srážkových vod. *„Povinnost platit za odvádění srážkových vod do kanalizace pro veřejnou potřebu se nevztahuje na plochy dálnic, silnic, místních komunikací a účelových komunikací veřejně přístupných, plochy drah celostátních a regionálních včetně pevných zařízení potřebných pro přímé zajištění bezpečnosti a plynulosti drážní dopravy s výjimkou staveb, pozemků nebo jejich částí využívaných pro služby, které nesouvisí s činností provozovatele dráhy nebo drážního dopravce, zoologické zahrady a plochy nemovitostí určených k trvalému bydlení a na domácnosti“.*

Zákon 254/2001 Sb. Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) – vymezuje základní pojmy, jako je povrchová voda, podzemní vody, vodní zdroj apod., základní povinnosti a nakládání s povrchovými vodami, vodní díla a jejich ochrana.

Zákon 183/2006 Sb. Zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) – tento zákon se dotýká srážkových vod zejména v oblasti umístění staveb, jako jsou nádrže na vodu a vodovodní a kanalizační přípojky.

Plán hlavních povodí ČR – dokument, který upravuje plánování v oblasti vod. Dešťových vod se dotýká v oblasti:

- *opatření pro vsakování, akumulaci a využití dešťových vod na jednotlivých nemovitostech.*
- *uplatňovat v generelech odvodnění urbanizovaných území koncepci nakládání s dešťovými vodami, umožňující jejich zadržování, vsakování i přímé využívání.*

Vyhláška č. 428/2001 Sb. kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích) – § 31 řeší způsob výpočtu množství srážkových vod odváděných do kanalizace bez měření.

„(1) Množství srážkových vod, odváděných do kanalizace bez měření, se vypočte podle vzorce, uvedeného v příloze č. 16 na základě dlouhodobého úhrnu srážek v oblasti, ze které jsou srážkové vody odváděny do kanalizace, zjištěného u příslušné regionální pobočky Českého hydrometeorologického ústavu a podle druhu a velikosti ploch nemovitostí a příslušných odtokových součinitelů, uvedených v příloze č. 16.

(2) Pro účely výpočtu stočného se množství odvedených srážkových vod vypočítává samostatně pro každý pozemek a stavbu, ze které jsou tyto vody odvedeny přímo přípojkou, nebo přes volný výtok do dešťové (uliční) vpusti a následně do kanalizace“.

ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod – norma stanovuje podmínky geologických průzkumů, podmínky pro vsakování srážkových vod. Přináší přehled povrchových a podzemních vsakovacích zařízení a postupy výpočtů objemů vsakovacích zařízení.

TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami – technická norma zabývající se nakládáním se srážkovými vodami, návody na správné technické řešení systému odvodnění. Zejména pro necentrální řešení srážkového odtoku na pozemcích staveb.

ČSN 75 6780 Využití šedých a dešťových vod v budovách a na přilehlých pozemcích – norma, která se zabývá postupy využití šedých a srážkových vod

v budovách a přilehlých pozemcích. Zabývá se jakostí provozní vody, způsobem čištění šedých a dešťových vod (zatím nenabyla platnosti).

ČSN 75 6261 Dešťové nádrže – norma stanoví podmínky pro navrhování, provádění a provozování dešťových nádrží v městech a obcích dle druhu stokové soustavy. Nahrazuje normu z roku 1997.

3.3 Dešťová voda

Dešťová voda je důležitou součástí koloběhu vody na Zemi. V České republice používáme dva termíny pro tento druh vody: srážková a dešťová voda. V současné době se stává významnou složkou vodního hospodářství z důvodu nedostatku a ochrany pitné vody. Tento přístup není zcela novým, ale své místo si nachází velmi pozvolna. Hospodaření s dešťovou vodou významně ovlivňuje poloha, protože srážky se vyskytují v každém místě naší planety ve zcela jiné intenzitě. „*Pro vyhodnocování množství srážkových vod jsou k dispozici v Českém hydrometeorologickém ústavu údaje, které se získají vyhodnocením ombrometrických a ombrografických srážkoměrech pozorování z nejbližších srážkoměrných stanic*“ (Šálek et al, 2008). Rozvoj výstavby však znamená velký zásah do vodního režimu. Dle Hlavínka (2007) roste povrchový odtok s rostoucí mírou zpevňování ploch, čímž se mění přirozený hydrologický cyklus. Ze zpevněné plochy tak dešťová voda odtéká do kanalizace a dále pak do recipientu místo toho, aby se vsakovala, jak je tomu v antropogenně nezměněné krajině. Činnost člověka tak významně ovlivňuje vodní poměry a je třeba tuto negativa eliminovat, co nejvíce to bude možné. To by měl být také důvod, proč by měl člověk změnit svůj přístup k životnímu prostředí a chovat se v souladu s myšlenkou udržitelného rozvoje. Výhod hospodaření je však více. Ve sborníku konference je v příspěvku uvedl Novák et al (2008), jako významné přínosy HDV. Jsou to:

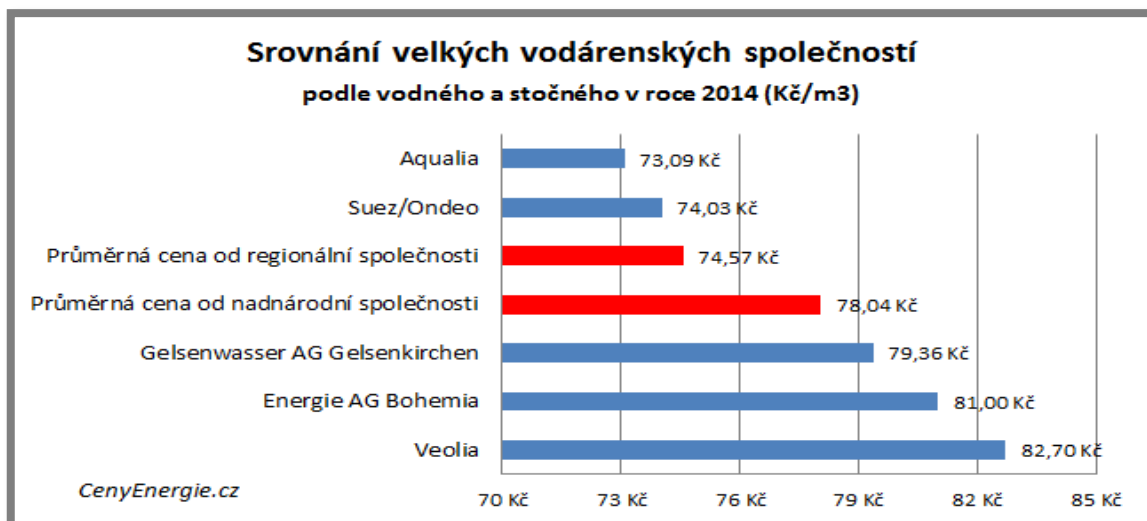
- obnova podzemních vod,
- snížení maximálních špiček odtoku,
- snížení znečištění odtoku,
- minimalizace počtu a objemu přepadlých vod na odlehčovacích komorách,
- snížení hydraulického zatížení ČOV,

- protipovodňová prevence,
- snížení potřeby pitné vody využitím srážkových vod až o 50%,
- zlepšení vybavenosti území a zkvalitnění životního prostředí,
- úspora investičních nákladů v systému odvodnění (dle zahraničních zkušeností).

Bose (1999) hovoří o sedmi důvodech hospodaření s DV. Jeho důvody by mohli být veřejnosti bližší, i když nejsou tak významné pro životní prostředí. Jsou to:

- zásoby pitné vody jsou omezené,
- využívání dešťové vody šetří peníze,
- využívání dešťové vody je energeticky méně náročné,
- méně pracích prostředků při využití dešťové vody,
- snížení potřeby retenčních nádrží a ochrany před záplavami,
- rostliny mají rády dešťovou vodu,
- využitím dešťové vody vzniká méně vody odpadní.

Pro uživatele bude ovšem zásadní výhodou ekonomická úspora plynoucí z nahrazení pitné vody dešťovou. V současné době je cena pitné vody nebo spíše vodného a stočného velice diskutovaným tématem. Spotřebitelé se v dřívější době snažili snižovat spotřebu vody, ovšem tento přístup bohužel nepřinesl kýžené výsledky v podobě menší částky na vyúčtování. Důvodem je fakt, že cena vody se neodvíjí od její spotřeby, ale zejména od infrastruktury (údržba potrubí, výstavba čistíren odpadních vod apod.), kterou si tento produkt vyžaduje. Dle portálu CenyEnergie.cz, (2014) roste cena pitné vody dlouhodobě v celé Evropě. Za posledních 10 let u nás klesla spotřeba pitné vody o 9%, ale účty vzrostly o 44%. Průměrná cena pitné vody je nyní (únor 2014) 77,66 Kč/m³. Cena vody se liší v jednotlivých částech ČR dle nabídky na trhu, kterou ovlivňují zejména velké společnosti.



Obrázek 3 - Srovnání cen energií
Zdroj: CenyEnergie.cz

Pravidla pro stanovení ceny vody musí dodržovat všichni provozovatelé a měnit ji mohou pouze v souladu s Cenovým výměrem Ministerstva financí. Regulace vodného a stočného je tedy prováděna prostřednictvím státu. Informace o ceně vody mohou uživatelé nalézt na portálu Pražských vodovodů a kanalizací, které vysvětlují výpočet ceny vody jako součet vodného a stočného, k němuž se připočítají přiměřené náklady a přiměřený zisk spolu s DPH.

3.3.1 Kvalita dešťové vody

Pokud se tedy zabýváme myšlenkou, jak nejlépe hospodařit s dešťovou vodou, jedním z důležitých faktorů je její kvalita. Musíme vzít v potaz její složení a vhodnost na použití takové vody v domácnostech, firmách, veřejných budovách. Je zřejmé, že tato problematika vyžaduje několik úhlů pohledu.

Složení dešťové vody – voda je chemická sloučenina vodíku a kyslíku. Dešťová voda by teoreticky mohla být vodou destilovanou, protože vzniká odpařováním. Jenže přichází do kontaktu s mnoha různými látkami. Mohou to být mikroorganismy a různé množství rozpuštěných látek (hořčík, mangan, železo, vápník) a také chemické látky. Do styku s nimi se voda dostává už v atmosféře a poté po dopadu na zem. Složení srážkové vody bychom mohli pomyslně rozdělit na to, čím ji ovlivňuje podstata zemského povrchu a na to, čím ji ovlivní (co vyprodukuje) člověk. Dle Hlavínka (2007)

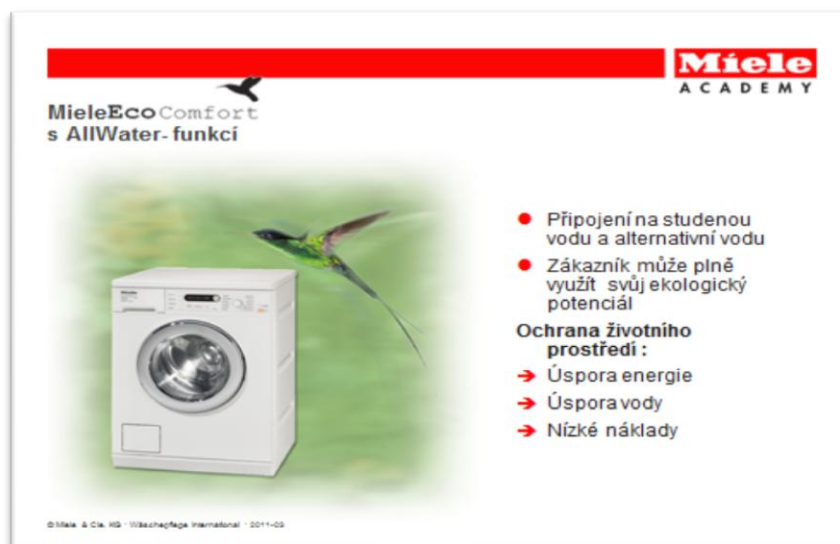
je tak tato voda ovlivněna znečištěním vzduchu a to především ve velkých městech a průmyslových oblastech. Jsou to především kyseliny a kyselinotvorné látky, sloučeniny chloru, těžké kovy a další. K dalšímu znečištění pak dochází při styku s povrchy střech a komunikací. Zde záleží na materiálu, ze kterého byla střecha vyrobena. U komunikace pak záleží nejen na materiálu, ale i na frekvenci a způsobu jejího využití. Z tohoto důvodu je přesně definováno na jaké činnosti může být dešťová voda používána. Je tak posuzována odlišně od pitné vody, která je přesně definována v zákoně 258/2000 Sb. O ochraně veřejného zdraví. Rozdělení vody dle použití je následovné.



Obrázek 4 – Rozdělení vody dle použití
Zdroj: WeeW Company

Až v 50% je možné nahradit pitnou vodu vodou dešťovou. Za významné považuje Žabička (2002) přítomnost solí ve vodě, která se označuje jako „tvrdost vody“. Tento termín se však dle Pittera (1999) používá nesprávně a upouští se od něj, v mezinárodních normách se již nevyskytuje. Důvodem je chybné přisouzení chemických a biologických vlastností hořčíku a vápníku. Jedná se spíše o koncentraci jednoho z nich. Doporučuje se hodnotit vliv vápníku a hořčíku samostatně. Obecně však platí, že „tvrdá voda“ přináší uživatelům problémy s vodním kamenem a následnému poškození zařízení jako jsou potrubí, armatury apod. Výhodou dešťové vody bude tedy fakt, že tato voda obsahuje sloučeniny vápníku a hořčíku jen nepatrně, jak uvádí Bose (1999), a tudíž nezpůsobuje zanášení zařízení. S tím také souvisí dávkování pracích prostředků, které zatěžují životní prostředí fosfáty, tenzidy a bělidly. Při praní v dešťové vodě je vzhledem k jejímu složení možné prací prostředky používat mnohem

úsporněji. Dešťová voda s nízkou koncentrací vápníku a hořčíku mnohem lépe rozpouští prací prášky. Na trhu je možné zakoupit pračku, která je vyrobena přímo pro použití alternativního zdroje vody. Zástupce firmy Miele uvedl, že pračky označené jako All Water, jsou vybavené připojením na teplou, studniční nebo dešťovou vodu. S připojením na teplou vodu šetří náklady za energii - pokud je voda v domácnosti ohřívána pomocí solární techniky, může být ušetřeno dokonce až 47%. V případě dešťové vody je možno ušetřit dokonce 70% vody. Kromě toho klesá spotřeba pracích prostředků a prostředků ke změkčení vody. Tak je chráněno nejen životní prostředí, ale také peněženka uživatelů. V praxi to znamená, že taková pračka má oproti běžně používané jedné, dvě přítokové hadice. První je určená pro připojení na pitnou vodu - ta je nutná vždy z hygienických důvodů (vždy ji používáme pro poslední máchání eventuálně pro předpírku). Druhou hadici máme možnost napojit na vodu alternativní (teplá, dešťová, studniční voda). Zvolený zdroj "druhé" vody se nastaví na elektronice pračky. Následně pak přístroj kombinuje v průběhu pracího programu použití pitné a alternativní vody tak, jak je to možné pro maximální úspory při zachování hygienických standardů.



Miele
ACADEMY

MieleEcoComfort
s AllWater-funkcí

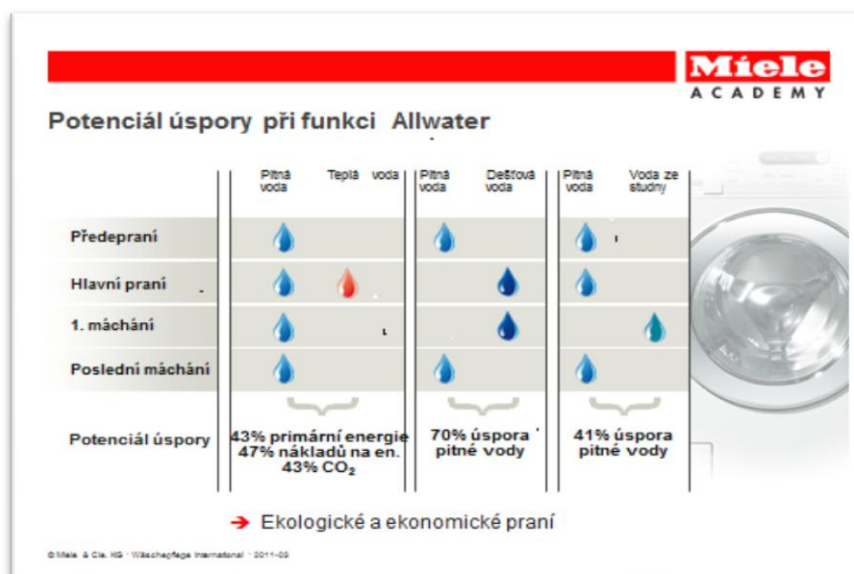
● Připojení na studenou vodu a alternativní vodu
 ● Zákazník může plně využít svůj ekologický potenciál

Ochrana životního prostředí:

- Úspora energie
- Úspora vody
- Nízké náklady

© Miele & Co. KG - Wetzlar/Leipzig International - 2011-05

Obrázek 5 - Pračka Miele
Zdroj: Miele spol. s r.o.



Obrázek 6 - Potencionální úspory
Zdroj: Miele spol. s r.o.

Zdraví a DV – téma hospodaření s dešťovou vodou přineslo v nedávné minulosti mnoho diskuzí ohledně zdravotního ohrožení plynoucího z používání dešťové vody v domácnostech. Dle Boseho (1999) se ukázalo, že tyto kritiky byly přehnané. Závěry rozborů, které byly provedeny na univerzitách, v městských a zemských úřadech pro životní prostředí, vyvrátily obavy z užívání dešťové vody. Výsledky ukázaly, že hodnoty dešťové vody ležely na hranicích nařízení pro jakost pitné vody. Je však třeba brát ohled na to, kde může být tato voda používána a zejména na to, aby byla vyloučena kontaminace pitné vody. V oblastech, kde můžeme použít dešťovou vodu a dodržíme technické předpisy, uživatelé nebudou čelit žádné nebezpečí. Je třeba vzít v úvahu, z jakých povrchů dešťovou vodu zadržujeme a jakou úpravu dešťové vody budeme potřebovat. Můžeme využít možnosti nechat vodu přezkoušet, jak to doporučuje Hanousek (2005), udělat řádnou bakteriologickou a chemickou zkoušku v laboratoři hygienické stanice. Je také možné provést orientační zkoušku pomocí „mikrobi-testu“. Tyto možnosti zaručí uživatelé jistotu, že používání dešťové vody pro domácnost či zahradu bude zcela bezpečným přístupem.

3.3.2 Systém využití dešťové vody

V této části bude obecně popsán celý systém využití dešťové vody a poté jeho jednotlivé části samostatně. Celý systém musí být vždy přizpůsoben konkrétnímu místu a účelu využití dešťové vody. Obecně však můžeme konstatovat, že pro fungování je

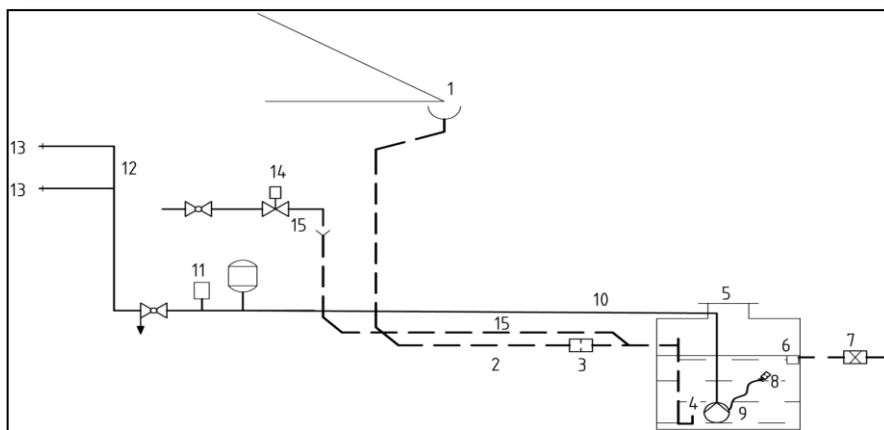
třeba několika nezbytných prvků, bez kterých by se systém neobešel. Těm hlavním se budu věnovat v následujících kapitolách. Dle Šálka et al (2012) můžeme rozdělit zařízení HDV na 3 základní části:

- zařízení na jímání, dopravu, úpravu a akumulaci srážkových vod,
- zařízení na využití odtoku srážkových vod,
- zařízení na vsakování a neškodné odvádění srážkových vod.

Je však třeba uvést, že systém vyžaduje mnoho dalších komponentů, jako jsou armatury, ventily, spínače a další. První částí systému je zachycení dešťové vody ze střechy. Vodu je třeba pomocí okapových svodů přivést do akumulární nádrže. Již během tohoto procesu je třeba vodu zbavit větších částic, jako jsou listy, větvičky ze stromů apod. Voda se upravuje dle účelu použití, tedy téměř bez úpravy je využitelná pro zavlažování zahrady, ale pro vodu, kterou použijeme na splachování či praní je nutná kvalitnější úprava. Voda je tedy skladována v nádrži, ve které je velmi důležité dodržet zásady skladování, aby nebyla zhoršena její kvalita. Pomocí čerpadla a vodárny je voda dopravena vodovodním potrubím k zařízením, kde bude dále použita. Příklad takového systému uvedla Synáčková ve své prezentaci.

Zařízení pro využití dešťové vody s doplňováním pitné vody přímo do nádrže na dešťovou (provozní) vodu

1 - střešní žlab; **2** - potrubí dešťové kanalizace; **3** – filtr; **4** - uklidněný přítok; **5** - akumulární nádrž na dešťovou (provozní) vodu; **6** - přepad se zápachovou uzávěrkou (pokud je napojen přímo na kanalizaci); **7** - zpětná armatura; **8** - sací koš s plovákem a zpětnou armaturou; **9** – čerpadlo; **10** - výtlačné potrubí dešťové (provozní) vody; **11** - tlakový spínač a tlaková nádoba; **12** - rozvod provozní vody; **13** - výtokové armatury provozní vody; **14** - přívod pitné vody s elektromagnetickým ventilem; **15** - doplňování pitné vody s přerušením volným výtokem.



Obrázek 7- Schéma systému hospodaření s DV

Zdroj: Synáčková, Nezávislost na veřejném zásobování vodou a odvádění odpadních vod

Je třeba dodržet technické normy a dbát na správné postupy stavby či instalace. „*Pro všechny stavební části jsou k dispozici četná technická provedení od stavby vlastními silami až po provozuschopné komplexní řešení*“ (Bose, 1999). Dnes mají uživatelé či investoři možnost využít služeb mnoha firem, které nabízejí kompletní sestavy celého systému, poradenství, instalaci či různé související kalkulace. Pokud se jedná o méně náročný systém, tak uživatelé mohou využít různé kalkulátory a návody, na to, jak vše realizovat svépomocí. Najdou je na webových stránkách společností zabývajících se hospodařením s dešťovou vodou. V případě větších projektů se však rozhodně doporučuje využít služeb odborníků. Systém se vždy dá instalovat i do starších staveb, ale v případě nových budov je jednoznačně ekonomicky výhodnější. Dle Žabičky et al (2011) by však takovýto systém měl zlepšit celkovou situaci odvodnění dané budovy (střechy) a jejího pozemku. Voda by neměla téci po povrchu na sousední pozemky či komunikace.

3.3.3 Způsob zachycení, skladování, čerpání a rozvodu DV

Uživatelé mohou při řešení hospodaření s vodou v objektu volit přístup, který jim nabídne kombinaci užití pitné vody s vodou dešťovou, a také řešení v případě přebytku dešťové vody, kdy přebytečná DV bude vsakována. Tím mohou snižovat své provozní náklady a výrazně pomoci životnímu prostředí. V první fázi je třeba zjistit, s jakým množstvím srážek mohou počítat. Poté stanovit potřebu dešťové vody pro splachování, praní, úklid či zalévání zahrady. Oba tyto výpočty se provedou dle příslušných norem. Na základě výsledků výpočtu se navrhne ideální systém akumulace a rozvodu dešťové vody do objektu a případně se doplní systémem zasakování přebytečné DV. První součástí systému je způsob zachycení dešťové vody. Ideálně tedy ze střechy, která je vyrobena z materiálů, které neuvolňují žádné znečišťující látky. Hlavínek (2007) rozdělil tyto materiály dle potenciálu znečištění do čtyř kategorií:

- 1) žádný potenciál znečištění – ozelenělá střecha, sklo, pálená taška,
- 2) malý potenciál znečištění – betonová tvárnice, umělé materiály,
- 3) střední potenciál znečištění – asfalt, vláknitý beton,
- 4) vysoký potenciál znečištění – azbestocement, měď, zinek, olovo.

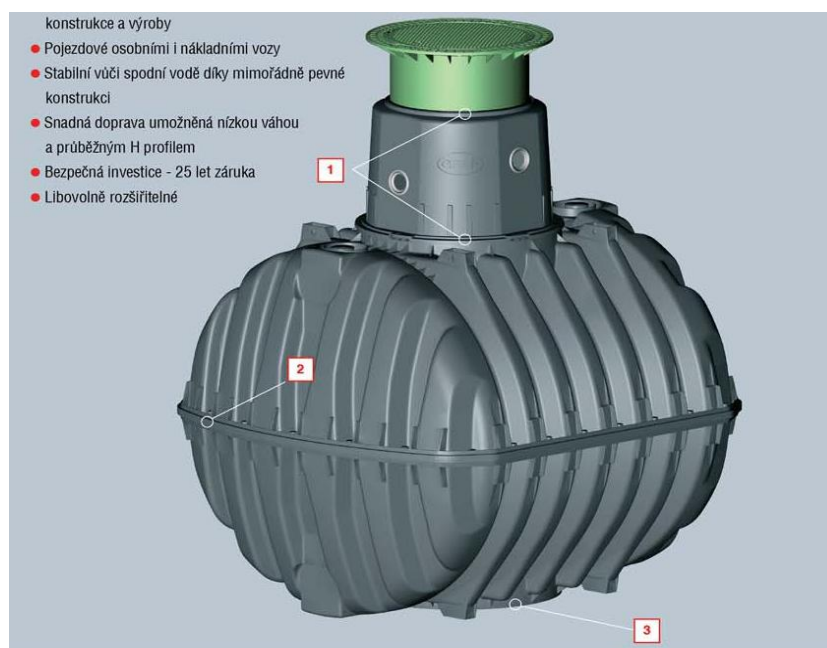
Materiály uvedené v první kategorii budou tak nevhodnějšími pro systém hospodaření s DV. Speciální pozornost si zaslouhují ozelenělé střechy, které mohou přinést i estetický užitek. Tyto střechy mají dle Čermákové et al. (2009) bohatou historii sahající až do doby krále Šalamouna (929-917 př.n.l.) a v současné době jsou zejména stavěny na administrativních a obchodních budovách, zábavních centrech a hotelech. K dalšímu kontaktu s dešťovou vodou dochází během jejího odtoku do zachycovací nádrže. Tedy v okapech a svodech. Zde je tedy nutné použít materiály, ze kterých se neuvolňují znečišťující látky jako je zinek či měď. Hlavínek (2007) uvádí, že toto řeší předpisy pro povinné předčištění dešťového odtoku ze střech, které investora či stavebníka donutí použít vhodný materiál na svod dešťové vody. Akumulace dešťové vody se řeší pomocí nádrží, které jsou dimenzovány podle výše uvedených výpočtů. Uživatelům se nabízí několik možností. Nádrže mohou být betonové, sklokeramické, ocelové či plastové. „Plastové nádrže jsou vyráběny z polyetylenu, polypropylenu nebo pro umístění do země z dalších odolných a hygienicky nezávadných plastů. Výhodou těchto nádrží je malá hmotnost, odolnost proti erozi a jednoduchá doprava, montáž a údržba. Plastové nádrže mohou být samonosné nebo určené k obetonování.“ (Šindelářová, 2010). Šálek (2008) také uvádí, že nádrže z hlediska umístění mohou být podzemní, nadzemní, uzavřené, kryté a otevřené. Plastové nádrže budou v současnosti tím nejmodernějším způsobem akumulace DV. Firma Graf přináší na trh plastové nádrže, u kterých deklaruje dlouhodobou vysokou kvalitu vody a snadné čištění nádrží vyráběných z polyetylenu a polypropylenu a to díky metodě výroby vstřikováním. Tyto nádrže také disponují výrazně menší hmotností, což je výhodou při realizaci. Oproti tomu však monolitické betonové jímky jsou finančně dostupnější. Zde jsou příklady velikosti a cen plastových a betonových nádrží. Byly vybrány náhodně dle ceníků různých firem.

Plastové	
3700 litrů	20 335 Kč
4500 litrů	26 290 Kč
6500 litrů	36 180 Kč

Tabulka 2- Ceny plastových nádrží
Zdroj: ceníky výrobních firem

Betonové	
3800 litrů	19 000 Kč
5900 litrů	30 900 Kč
8000 litrů	32 000 Kč

Tabulka 3 – Ceny betonových nádrží
Zdroj: ceníky výrobních firem



Obrázek 8 - Podzemní nádrž z Polypropylenu
Zdroj: GRAF, 2013

Skladování DV je důležitou složkou systému, ve které je nutné zajistit, aby si zachycená voda udržela svou kvalitu. Portál TZB (2007) uvádí, že z tohoto důvodu nedoporučuje vodu skladovat v nádržích příliš dlouho a dodržet podmínky jako je umístění nádrže na chladném místě, nevystavovat ji přímému slunečnímu záření, nevystavovat kolísání teplot.

Úprava DV je nutná v případě, že vodu budeme používat pro splachování, praní a úklid budovy. Hlavínek (2007) hovoří o nutnosti úpravy dešťové vody v případě používání této vody na splachování a praní. Při zalévání zahrady stačí zabezpečit vodu proti větším nečistotám, jako je listí nebo splaveniny ze střechy. Pokud však budeme vodu používat na splachování a praní, je nutné v systému použít sedimentaci a filtraci. Sedimentace probíhá v akumulární nádrži, anebo v případě, že máme předsazenou usazovací nádrž, tak sedimentace probíhá zde. Usazovací nádrž se používá jako přečištění DV. Pro filtraci se používají dva typy filtrů: interní a externí. Externí filtry se umísťují mezi okapový svod a jímku. Interní filtry jsou umístěny uvnitř nádrže. Mají také možnost napojení přepadového sifonu pro odtok přebytečné vody. Dále se doporučuje umístit jemný filtr do tlakového potrubí za čerpadlem, abychom systém chránili před zanesením jemné trysky.

Čerpání DV je nezbytnou součástí systému využití dešťové vody pomocí níž zachycenou a upravenou DV přivedeme rozvodem do zařízení, ve kterých chceme vodu používat. Bose (1999) hovoří o čerpadlu jako o srdci zařízení pro dešťovou vodu, které se stará o zajištění, aby byla voda k dispozici v dostatečném tlaku. Pro čerpání DV se hodí zejména ponorná a sací čerpadla. Platí, že ponorné čerpadlo dodává větší množství vody o nižším tlaku a sací čerpadlo přepravuje menší množství vody s větším tlakem. Ponorné čerpadlo se umístí přímo do zásobníku, musí být tedy odpovídajícím způsobem utěsněno. Sací čerpadlo je umístěno mimo zásobník někdy i v jiné budově. Vzdálenost čerpadla je omezena pouze jeho sacím výkonem. Výškový rozdíl čerpadla a nejnižší úrovní vody by neměl přesahovat 7 metrů.



Obrázek 9 - Ponorné čerpadlo
Zdroj: GRAF, 2013



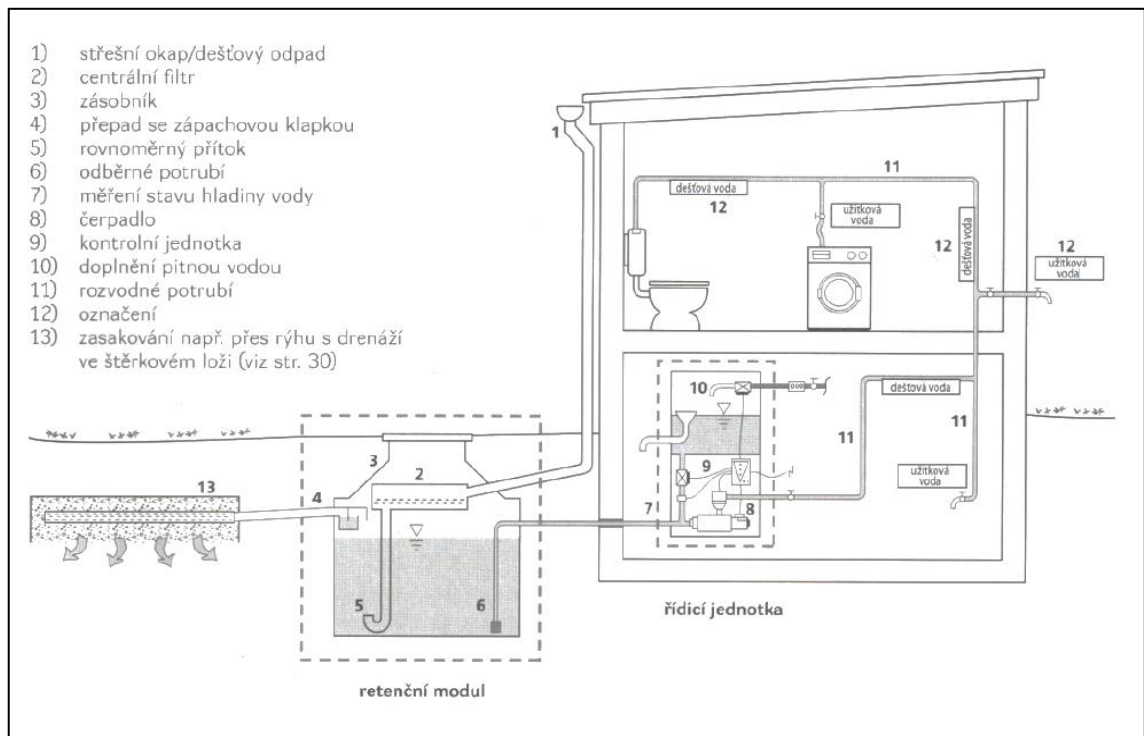
Obrázek 10 - Sací čerpadlo

„Čerpadlo je součástí řídicí jednotky umístěné nejčastěji ve sklepních prostorách budov. Jednotka je mozem celého systému využití dešťové vody. Celý systém je řízen a spravován mikroprocesorem, který zajišťuje stálou provozní bezpečnost. Jednotka eviduje údaje o stavu vody v nádrži. Systém lze osadit hlásičem tlaku zpětného toku vody, který automaticky přepíná na odběr pitné vody“ (Koncept Ekotech, 2004).

Rozvod DV je poslední částí systému, jejímž úkolem je zabezpečit přívod vody do zařízení, ve kterých dešťovou vodu budeme používat. Na trhu je možné si vybrat z několika variant materiálů potrubí, přičemž každý materiál má své výhody i nevýhody. Parametry, dle kterých vybíráme, mohou být například: životnost, cena, náročnost instalace. Dle Hanouska (2005) jsou to trubky ocelové, měděné, pozinkované, nerezové a plastové. Trubky z nerezového materiálu jsou nejkvalitnější, s nejdelší životností, ale jsou nejdražší a náročné na instalaci díky nutnosti sváření. Ocelové a

pozinkované potrubí je velmi oblíbeno u zahrádkářů a chatařů pro možnost instalace svépomocí. V poslední době je však nahrazují trubky plastové vyráběné z polyetylenu a polypropylenu. Jsou velmi pružné, dají se lehce řezat, jsou napojitelné na kovové potrubí pomocí plastové přechodky. Jsou levnější než potrubí z nerezového materiálu a životnost je srovnatelná s nerezovými trubkami.

Schéma systému pro rodinný dům:



Obrázek 11 – Systém hospodaření s dešťovou vodou

Zdroj: Sborník-Němec[eds] (2009), Jak hospodařit s dešťovou vodou na soukromém pozemku, 2009

3.3.4 Vsakování dešťové vody

Pro komplexní řešení je však třeba uvažovat o pozemku jako o celku, kde hospodaříme s dešťovou vodou zachycenou ze střechy, ale i s DV, která spadne na povrch pozemku. Tuto dešťovou vodu je třeba účelně vsakovat, což je z mnoha hledisek výhodnější. Nejenže tento způsob upřednostňuje legislativa, ale tento způsob hospodaření s DV je šetrnější k životnímu prostředí. Tradičním přístupem likvidace dešťové vody je vypouštění do kanalizace, což se jeví jako nejsnadnější přístup.

Vypouštění do kanalizace je však limitováno kapacitou kanalizační sítě. Je to důsledek výstavby zpevněných ploch a tím zvýšení objemu vody, kterou je potřeba odvést kanalizací. Pro řadu pozemků dnes platí, že zpevněné plochy převažují a mnohdy zcela zbytečně. Dle Němce [eds] (2009) by mnohé z těchto ploch mohly být přeměněny na propustné, aniž by to ovlivnilo jejich funkci či využití. Přeměna ploch se může stát součástí systému hospodaření s DV a zároveň prospět životnímu prostředí. V současné době je preferován přístup vsakování dešťové vody v místě dopadu. Jedná se o vodu zachycenou ze střech, odváděnou do retenčních či akumulčních nádrží. Tam je připravena buď k následnému použití například pro zalévání či splachování a přebytečná voda je vsakována. Návrh vsakovacího systému se provádí na základě hydrogeologického průzkumu a řídí se normou ČSN 75 9010, která se zabývá návrhem, výstavbou a provozem vsakovacích zařízení srážkových vod. Stanoví se koeficient vsaku, tedy údaj o rychlosti vsakování a hloubka hladiny podzemní vody pod terénem. Vhodné podmínky pro vsakování jsou takové, aby součinitel vsaku $k_v \geq 10^{-6}$ m/s a hladina podzemní vody byla min. 1m pod vsakovacím objektem. Dle velikosti odvodňované plochy a rychlosti vsakování se navrhne vsakovací objekt. Norma ČSN 75 9010 (únor 2012) dělí vsakovací zařízení na povrchová a podzemní. Povrchové vsakování je nevíce podobné přirozenému vsakování. Podzemní vsakovací zařízení jsou uměle vytvořené prostory pod terénem a jsou kombinována s retencí srážkové vody. Součástí podzemních vsakovacích zařízení by měly být kontrolní a čistící prvky. Je možno volit mezi vsakovacími bloky a tunely, které jsou snadno sestavitelné. Je třeba vybrat vhodné umístění bloků či tunelů na pozemku, zejména s ohledem k možnosti podmáčení základů budov. Bloky či tunely se umísťují do vykopané jámy, do které se nasype 10 cm štěrkopísku, položí se geotextilie a na ni se umístí vsakovací moduly. Dále se připojí přívodní potrubí a objekt se zabalí do geotextilie, která slouží jako ochrana modulu. Následně se objekt obsype štěrkem a zasype zeminou.

Instalace vsakovacích bloků:



Obrázek 12 – Stavba logistického areálu Šmídl ve Vysokém Mýtě
Zdroj: <http://www.glynwed.cz/cs/vodni-hospodarstvi/reference/novostavba-logistickeho-arealu-smidl-ve-vysokem-myte.html>

4 METODIKA

4.1 Způsob sběru dat

Sběr dat pro teoretickou část diplomové práce se skládal z nastudování odborné literatury, zákonů, sborníků a odborných časopisů.

V praktické části byl proveden terénní průzkum vybraného území. Dále byly shromážděny materiály potřebné k výpočtům, které poskytla společnost vlastníci vybranou budovu. Jednalo se zejména o projektovou dokumentaci, údaje o počtech zaměstnanců a počtech sanitárních zařízení. Dále byla vyhledána data o srážkových údajích na stránkách Českého hydrometeorologického ústavu.

4.2 Metodika teoretické části

Základním pilířem teoretické části diplomové práce bylo shromáždění poznatků o dešťové vodě, jejím využití a hospodaření. V teoretické rovině bylo třeba nastudovat dostupnou odbornou literaturu, knižní publikace a periodika pro odbornou veřejnost. Dalším zdrojem byly také zákony a vyhlášky. A v neposlední řadě i internetové zdroje. Cílem bylo utřídit informace tak, aby mohly sloužit jako informační podklad pro praktickou část.

4.3 Metodika praktické části

Praktická část diplomové práce zahrnuje tři části. V první části bylo nutné nastudovat poskytnuté materiály, pomocí nichž bylo možné charakterizovat vybranou budovu. Jako zdroj informací byla použita projektová dokumentace a terénní šetření. Dále byly zpracovány výpočty potřeby vody, dimenzování nádrže a množství zachycené vody v nádrži. Tyto výpočty byly založené na vybraných datech spolu s použitím platných norem. Posledním úkolem praktické části bylo navržení systému pro využití dešťové vody dle výsledků výpočtů a terénního šetření.

5 CHARAKTERISTIKA STUDIJNÍHO ÚZEMÍ

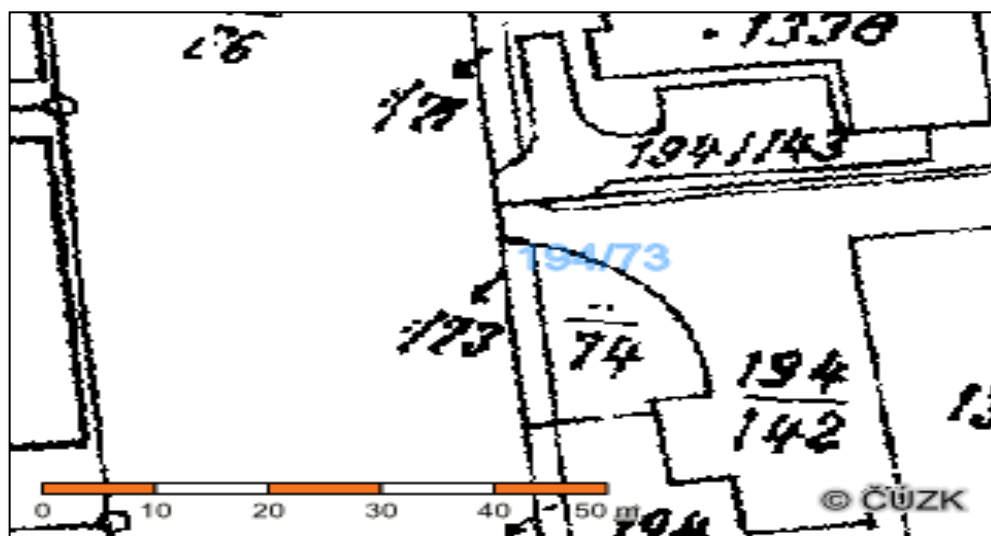
5.1 Charakteristika vybrané budovy

Řešená budova se nachází ve východní části obce Jesenice v prostoru, který navazuje na komerční zónu v lokalitě K Bělnici. Jedná se o katastrální území Jesenice u Prahy. Budova se nachází na pozemku o výměře 2908 m². Zastavěná plocha zahrnuje administrativní a provozní budovu o výměře 1745 m² (tj. 59,99 % z celkové plochy). Ostatní plocha má výměru 1163 m² (tj. 40,01 % z celkové výměry). Společnost se zabývá velkoobchodním prodejem autoservisní techniky a prováděním servisu pro dané zařízení. Budova je jednopodlažní a je umístěná ve východní části pozemku. Objekt je rozdělen na skladovací část a administrativní část se školící místností. Venkovní prostor je složen z příjezdové a parkovací plochy a zatravněné plochy. V budoucnu je zde plánována výsadba listnatých stromů.

5.2 Údaje o pozemku a budově



Obrázek 13 - Budova společnosti Siems & Klein
Zdroj: autor



Obrázek 14 - Katastrální mapa
Zdroj: Katastrální úřad

Parcelní číslo:	194/73	Parcelní číslo:	194/74
Obec:	Jesenice (539325)	Obec:	Jesenice (539325)
Katastrální území:	Jesenice u Prahy (658618)	Katastrální území:	Jesenice u Prahy (658618)
Číslo LV:	2203	Číslo LV:	2203
Výměra (m ²):	68	Výměra (m ²):	224
Typ parcely:	Parcela katastru nemovitostí	Typ parcely:	Parcela katastru nemovitostí
Mapový list:	GUST2880,V.S.IV-17-15	Mapový list:	GUST2880,V.S.IV-17-15
Určení výměry:	Ze souřadnic v S-JTSK	Určení výměry:	Ze souřadnic v S-JTSK
Druh pozemku:	Orná půda	Druh pozemku:	Orná půda
Parcelní číslo:	194/75	Parcelní číslo:	194/76
Obec:	Jesenice (539325)	Obec:	Jesenice (539325)
Katastrální území:	Jesenice u Prahy (658618)	Katastrální území:	Jesenice u Prahy (658618)
Číslo LV:	2203	Číslo LV:	2203
Výměra (m ²):	78	Výměra (m ²):	794
Typ parcely:	Parcela katastru nemovitostí	Typ parcely:	Parcela katastru nemovitostí
Mapový list:	GUST2880,V.S.IV-17-15	Mapový list:	GUST2880,V.S.IV-17-15
Určení výměry:	Ze souřadnic v S-JTSK	Určení výměry:	Ze souřadnic v S-JTSK
Druh pozemku:	Orná půda	Druh pozemku:	Orná půda

Tabulka 4 – Parcely
Zdroj: Katastrální úřad

6 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

6.1 Současná situace dotčené budovy

Budova společnosti leží v nejnižší části pozemku. Budova i pozemek nemají odvodnění odpovídající zásadám hospodaření s dešťovými vodami. Vzhledem k tomu by bylo třeba navrhnout vhodnější řešení hospodaření s dešťovou vodou, tak aby se dešťová voda dala využít pro provozní potřebu a přebytečná voda byla účelně vsakována. Toto řešení přinese prospěch životnímu prostředí a do budoucna ekonomickou úsporu. V současné době má společnost 16 zaměstnanců, kteří jsou rozděleni na administrativní pracovníky a pracovníky zajišťující prodej a servis zařízení. Zachycenou dešťovou vodu by bylo možno použít na splachování toalet, úklid administrativní budovy, úklid manipulačního prostoru a zalévání zeleně v areálu firmy.

6.2 Potřeba vody pro budovu – splachování a zalévání

První úkolem praktické části je vypočítat potřebu vody na splachování pro vybranou budovu. Zde byl použit postup z návrhu ČSN 75 6780 - Využití šedých a dešťových vod v budovách a na přilehlých pozemcích (není zatím schválena). Jako vstupní data bylo použito údajů od vlastníka společnosti.

Počet osob – 16

Počet toalet ženy – 3

Počet toalet muži – 2

Počet pisoárů – 1

Plocha k úklidu – 296 m²

Plocha k zalévání – 400 m²

$$Q_{24} = q_{wc} \cdot n + q_{pis} \cdot n + q_{pr} \cdot n + q_{úkl} \cdot n + q_{zal} \cdot A_{zal}$$

1) q_{wc}

$$Q_o = \frac{qv+2qm}{3} = \frac{6+2 \cdot 3}{3} = 4 \text{ l/spláchnutí}$$

WC muži » $q_o \cdot p = 4 \cdot 1 = 4 \text{ l (os/den)}$ 8 mužů » $4 \cdot 8 = \underline{32 \text{ l/den}}$

WC ženy » $q_o \cdot p = 4 \cdot 4 = 16 \text{ l (os/den)}$ 8 žen » $16 \cdot 8 = \underline{128 \text{ l/den}}$

$Q_{wc} \cdot n = \underline{160 \text{ l/den}}$

2) q_{pis}

$Q_o \cdot p = 1 \cdot 3 = 3 \text{ l (os/den)}$

8 mužů ($n = 8$) » $Q_{pis} = 3 \cdot 8 = \underline{24 \text{ l/den}}$

3) $q_{úkl}$

jedno vytření ploch = $0,3 \text{ l/m}^3$

úklid 3 krát týdně = $\frac{3}{7}$

plocha, která se vytírá (nikoli koberce) = 296 m^2

$q_{úkl} = \frac{3}{7} \cdot 0,3 = \underline{0,129 \text{ l/(m}^2 \cdot \text{den)}}$

$q_{úkl} = 296 \cdot 0,129 = \underline{38 \text{ l/den}}$

4) q_{zal}

jedno zalití = 1 l/m^2

plocha na zalévání = 400 m^2

$q_{zal} = \text{m}^2 \cdot \text{den} = 400 \cdot 1 = \underline{400 \text{ l/den}}$

Denní potřeba:

Se zaléváním: $Q_{24} = 160 + 24 + 38 + 400 = \underline{622 \text{ l/den}}$

Bez zalévání $Q_{24} = 160 + 24 + 38 = \underline{222 \text{ l/den}}$

6.3 Dimenzování nádrže

Nádrž na dešťovou/provozní vodu se dimenzuje s ohledem na potřebu provozní vody v budově. Stanovení správné velikosti nádrže je velmi důležité z hlediska jejího maximálního využití, tak z provozních důvodů. Musí se započítat všechny činnosti, na které bude provozní voda potřeba. V našem případě se tedy jedná o vodu na splachování toalet, úklid budovy a zalévání. Zalévání však budeme brát v úvahu v měsících, ve kterých je zalévání nutné. Jedná se o období květen - září. Z časového hlediska se uvažuje nejčastěji v měsíci či 14 dnech. Toto je podstatné pro finanční a prostorovou náročnost nádrže. Plocha střechy je 835,5 m², pro šedé vody bude využita plocha 194 m². Srážkové úhrny byly vzaty z webových stránek ČHMÚ za období 2002 až 2012. Srážkové úhrny, výpočty zachycené vody za měsíc a bilance vody za 2 roky jsou v příloze A.

Souhrnná tabulka potřeby vody a velikosti nádrže:

Potřeba vody bez zalévání	6,3	m³/měs
Potřeba vody na zalévání	12	m³/měs
Potřeba vody celkem	18,3	m³/měs
Nádrž bude na překlenutí	21	dní sucha
Velikost nádrže	12,81	m³
Velikost nádrže (po zaokrouhlení)	12	m³

Tabulka 5 - Potřeba vody
Zdroj: autor

Z bilance vyplynulo, že vody pro splachování i zalévání bude dostatek. Dle bilance je předpoklad, že v letních měsících (červenec, srpen), kdy jsou srážky vyšší, než potřeba vody pro splachování, bude retenční nádrž plná a všechna srážková voda bude odtékat do zařízení pro vsakování.

6.4 Návrh systému zadržování a rozvodu DV

Navržený systém by měl zajistit odvodnění celého areálu, tedy nejen střechy, ale i pozemku, který náleží k budově. Tento systém by měl být komplexním řešením hospodaření s dešťovou vodou. Vzhledem k tomu, že se jedná o systém, který má být začleněn do již stávající budovy a pozemku, bylo hledáno řešení, které by přineslo účelné hospodaření s DV a zároveň bylo z hlediska ekonomické i stavební náročnosti co nejšetrnější. Výsledkem výpočtů množství zachycené vody ze střechy a potřeby vody pro splachování toalet byl přebytek DV. Plocha střechy byla tedy pomyslně rozdělena na segmenty podle polohy dešťových svodů a pouze ze dvou těchto segmentů bylo uvažováno pro potřebu vody pro splachování – plocha střechy 194 m². Segmenty byly pro přehlednost označeny zkratkou a číslem. Celkem byla střecha rozdělena na 8 segmentů (DS1 – DS8). Výkres je v příloze B. Zbytek dešťové vody ze střechy a dále pak dešťová voda z pozemku by tak měla být vsakována. Základem systému bude záchytná nádrž s bezpečnostním přelivem, do které bude voda svedena ze střechy pomocí stávajících dešťových svodů. Z nádrže bude DV po potřebném předčištění dopravena pomocí čerpadla a samostatného rozvodu k sanitárnímu zařízení a do dílny pro úklidové potřeby. Dále pak bude vyveden přístup pro zalévání travnatých ploch pozemku.

Na základě výpočtů dimenzování nádrže a terénního šetření byly navrženy dvě varianty pro vsakování dešťových vod. První varianta uvažuje, že střecha a pozemek budou odvodněny pomocí vsakovacích bloků a vsakovací nádrže. Druhá varianta počítá pouze se vsakovacími bloky. V obou variantách bylo postupováno dle norem a s ohledem na charakter pozemku a jeho možnosti.

6.4.1 Odvodnění areálu pomocí vsakovacích bloků a vsakovací nádrže dle hydrogeologického průzkumu

Tato varianta vychází z představy, že dešťovou vodu budeme vsakovat pomocí vsakovacích bloků a vsakovací nádrže. Pomocí těchto vsakovacích zařízení bude odvodněn pozemek a případný přebytek dešťové vody z akumulární nádrže.

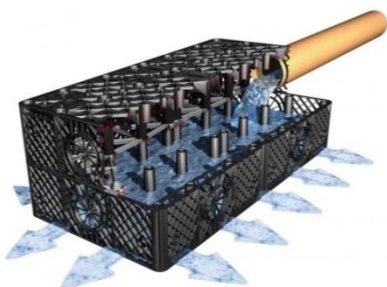
Nejprve byla vypočtena odstupová vzdálenost pro umístění vsakovacích bloků dle vzorečků:

$$X = X_1 + X_2$$

$$X_1 = \frac{h + 0,5}{15 \cdot k_v^{0,25}} + 2$$

Výsledek stanovil, že minimální vzdálenost je 4,59 m. Celý výpočet v příloze C. Vzdálenost vsakovacích bloků od budovy je navržena 5 m. Dále bylo pokračováno dimenzováním vsakovacího zařízení – bloků. Byly použity údaje z hydrogeologického průzkumu, hladina podzemní vody nebyla do hloubky 6 m zjištěna. Koeficient vsaku byl stanoven: $k_v = 5 \cdot 10^{-6}$ m/s. Každý vsakovací blok má svůj retenční objem a celkové množství bloků musí pak odpovídat maximálnímu retenčnímu objemu. Je zde také určitý čas, který je potřeba k zasáknutí této vody. Pro potřeby areálu byly vybrány vsakovací bloky Garantia, které nabízejí extrémní zatížitelnost, vysoký vsakovací výkon, variabilitu skládání bloků a kombinaci s blokem, který je určen případné inspekci a čištění.

Vsakovací blok Garantia:



Obrázek 15 – Vsakovací blok
Zdroj: [www. Glywned.cz](http://www.Glywned.cz)

Délka	0,6 m
Šířka	1,2 m
Výška	0,42
Hmotnost	cca 15 kg
Celkový objem	300 l
Retenční objem	287 l
Připojení	6 x DN 100 6 x DN 125 12 x DN 150 DN 200, DN 250, DN 300, DN 400 přes vstupní adaptér

Tabulka 6 - Parametry vsakovacího bloku
Zdroj: [www. Glywned.cz](http://www.Glywned.cz)

Dimenzování vsakovacích bloků pak bylo vypočteno dle vzorce:

$$V_{vz} = \frac{h_d}{1000} \cdot (A_{red} + A_{vz}) - \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot A_{vsak} \cdot t_c \cdot 60$$

Minimální objem, který musí být zachycen, podzemním vsakovacím zařízením, je dle výpočtu 30,77 m³.

hd	dle tab.		Srážkový úhrn dané periodicity a doby trvání (mm)
k _v	1,*10 ⁻⁰⁵	m/s	
A _{red}	835,52	m ²	Redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy (m ²)
A _{vsak}	43,848	m ²	plocha propustného dna vsakovacího zařízení (m ²)
A _{vz}	0	m ²	plocha hladiny vsakovacího zařízení (pouze u povrchových, m ²)
f	2		součinitel bezpečnosti vsaku (≥2)
t _c	dle tab.		doba trvání srážky dané periodicity (min)

Tabulka 7 – Hodnoty vzorce

Zdroj: Autor

Praha- Hostivař			
t	p=0,2	p=0,1	V _{vz}
5	11,3	13,1	9,38
10	16,5	19,5	13,65
15	19,5	23,2	16,10
20	21,1	25,3	17,37
30	23,2	28,1	18,99
40	24,7	30,2	20,11
60	26,9	33,1	21,69
120	30,6	37,9	23,99
240	36,6	45,7	27,42
360	42,5	52	30,77
480	43,2	52,8	29,78
600	43,8	53,7	28,70
720	44,5	54,6	27,71
1080	46,4	57,2	24,56
1440	46,9	58,1	20,24
2880	58,9	73,5	11,33
4320	62,5	78,9	-4,61

Tabulka 8 – Výpočet minimálního objemu zachycené vody

Zdroj: Autor

Dále byla vypočtena doba prázdnění vsakovacího zařízení a následně hloubka pro uložení vsakovacích bloků viz. příloha C. Dalším krokem této varianty bylo odvodnění pozemku. Byl použit postup a vzorce pro výpočty dle normy ČSN 75 9010. Návrh odvodnění respektuje charakter pozemku a požadavky na jeho využívání. Jednalo se zejména o potřebu parkování služebních automobilů a také pohyb automobilů, které do

firmy přivázejí či odvázejí zboží. Bylo vzato do úvahy možné znečištění povrchu komunikace těmito vozidly. Byl proveden výpočet plochy, která bude odvodňována.

Dle vzorce: $A_{red,x} = A_{plocha,x} \cdot \varphi_x$

Výsledkem bylo, že je třeba odvodnit 789,81 m². Pomocí kalkulátoru společnosti ACO byla vypočtena velikost odvodňovacího žlabu a vhodný typ. Pro tento účel systém vybral odvodňovací žlab MultiDrain V150S:



Obrázek 16 - odvodňovací žlab MultiDrain V150 S
Zdroj: <http://aco.as4u.cz>

Vzhledem k možnému znečištění povrchu komunikace byl navržen odlučovač ropných látek GSOL-5/20 odlučovač lehkých kapalin – plastový odlučovač, který má polypropylenovou nádrž se sedimentační komorou, koalescenční vložkou a sorpčním filtrem. Určen pro osazení do země s obetonováním. Celý výpočet v příloze C. Nyní mohlo být přistoupeno k vlastnímu návrhu vsakovacího zařízení – vsakovací nádrže. Postup byl opět započat výpočtem odstupové vzdálenosti, který je shodný s výpočtem odstupové vzdálenosti pro odvodnění střechy. Následoval odhad vsakovací plochy VZ a poté dimenzování retenční nádrže dle přílohy D z normy ČSN 75 9010. Dimenzování vsakovacích bloků pak bylo vypočteno dle vzorce:

$$V_{vz} = \frac{h_d}{1000} \cdot (A_{red} + A_{vz}) - \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot A_{vsak} \cdot t_c \cdot 60$$

hd	dle tab.		srážkový úhrn dané periodicity a doby trvání (mm)
k _v	1*10 ⁻⁰⁵	m/s	
A _{red}	798,81	m ²	redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy (m ²)
A _{vsak}			
k	64	m ²	plocha propustného dna vsakovacího zařízení (m ²)
A _{vz}	64	m ²	plocha hladiny vsakovacího zařízení (pouze u povrchových, m ²)
f	2		součinitel bezpečnosti vsaku (≥2)
t _c	dle tab.		doba trvání srážky dané periodicity (min)

Tabulka 9 – Hodnoty vzorce dimenzování retenční nádrže
Zdroj: Autor

Praha- Hostivař			
t	p=0,2	p=0,1	V _{VZ}
5	11,3	13,1	9,65
10	16,5	19,5	14,04
15	19,5	23,2	16,54
20	21,1	25,3	17,82
30	23,2	28,1	19,44
40	24,7	30,2	20,54
60	26,9	33,1	22,06
120	30,6	37,9	24,10
240	36,6	45,7	26,97
360	42,5	52	29,76
480	43,2	52,8	28,06
600	43,8	53,7	26,27
720	44,5	54,6	24,57
1080	46,4	57,2	19,30
1440	46,9	58,1	12,82
2880	58,9	73,5	-4,48
4320	62,5	78,9	-29,02

Tabulka 10 – Výpočet objemu vsakovací nádrže
Zdroj: Autor

Z výsledku pak dopočtena hloubka vody při maximálním objemu.

$$V_{VZ} = 29,76 \text{ m}^3 \text{ největší vypočtený retenční objem} \quad \text{max. hodnota z tabulky}$$

$$y_{VZ} = 0,46 \text{ m} \text{ hloubky vody ve VZ při max. objemu} \quad y_{VZ} = V_{VZ}/A_{vsak}$$

Dále byla spočtena doba prázdnění retenční nádrže:

$$T_{pr} = \frac{f \cdot V_{VZ}}{k_v \cdot A_{vsak}}$$

T_{pr} = 92 992 s
25,83 hod → Vyhovuje – doba nesmí překročit 72 hodin

Tabulka 11 – Doba prázdnění vsakovací nádrže
Zdroj: Autor

6.4.2 Odvodnění areálu pomocí vsakovacích bloků

V druhé variantě bylo navrženo odvodnění pozemku pouze pomocí vsakovacích bloků. Jedná se tedy o návrh jednoho odvodňovacího zařízení pro celý pozemek. Dešťová voda se segmentů střechy DS2 a DS3 bude svedena stávajícími dešťovými svody do akumulární nádrže, stejně jako u prvního návrhu. Přebytečná voda bude použita na zalévání travnatých prostor areálu a zbytek vsakován pomocí vsakovacích bloků. Vsakovací bloky budou umístěny na stejném místě jako u první varianty. Rozdíl bude v jejich dimenzování a tedy ve výsledném počtu vsakovacích bloků. Všechny výpočty i postupy byly provedeny na základě normy ČSN 75 9010. Nejprve byla vypočtena celková plocha, kterou bude nutné odvodnit.

$$A_{\text{red},x} = A_{\text{plocha},x} \cdot \phi_x$$

povrch (x)	$A_{\text{plocha},x}$	ϕ_x	$A_{\text{red},x}$
komunikace	945	0,8	756
zatravněné tvárnice	142,7	0,3	42,81
střecha	835,52	1	835,52
celkem			1634,33

Tabulka 12 – Výpočet odvodňované plochy

Zdroj: Autor

Dimenzování vsakovacích bloků bylo provedeno dle vzorce:

$$V_{\text{vz}} = \frac{h_d}{1000} \cdot (A_{\text{red}} + A_{\text{vz}}) - \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot A_{\text{vsak}} \cdot t_c \cdot 60$$

hd	dle tab.		srážkový úhrn dané periodicity a doby trvání (mm)
k_v	$1 \cdot 10^{-05}$	m/s	
A_{red}	1634,327	m^2	redukovaný půdor. průmět odvodňované plochy (m^2)
A_{vsak}	84,24	m^2	plocha propustného dna vsakovacího zařízení (m^2)
A_{vz}	0	m^2	plocha hladiny vsakovacího zařízení (pouze u povrchových, m^2)
f	2		součinitel bezpečnosti vsaku (≥ 2)
t_c	dle tab.		doba trvání srážky dané periodicity (min)

Tabulka 13 – Hodnoty vzorce

Zdroj: Autor

Praha-Hostivař			
t	p = 0,2	p = 0,1	V _{vz}
5	11,3	13,1	18,34
10	16,5	19,5	26,71
15	19,5	23,2	31,49
20	21,1	25,3	33,98
30	23,2	28,1	37,16
40	24,7	30,2	39,36
60	26,9	33,1	42,45
120	30,6	37,9	46,98
240	36,6	45,7	53,75
360	42,5	52	60,36
480	43,2	52,8	58,47
600	43,8	53,7	56,42
720	44,5	54,6	54,53
1080	46,4	57,2	48,54
1440	46,9	58,1	40,26
2880	58,9	73,5	23,48
4320	62,5	78,9	-7,03

Tabulka 14 – Výpočet dimenzování vsakovacích bloků
Zdroj: Autor

Výsledkem dimenzování byl objem 60,36 m³. Dle dalších výpočtů bylo zjištěno, že bude potřeba 220 vsakovacích bloků, jejichž vsakovací objem bude 63,14 m³. Celý výpočet je v příloze D. Následoval výpočet doby prázdnění. Dle normy ČSN 75 9010 by doba prázdnění neměla překročit 72 hodin a to výsledek splňuje.

$$T_{pr} = \frac{f \cdot V_{vz}}{k_v \cdot A_{vsak}}$$

T_{pr} = 143 307 s = 39,81 hod

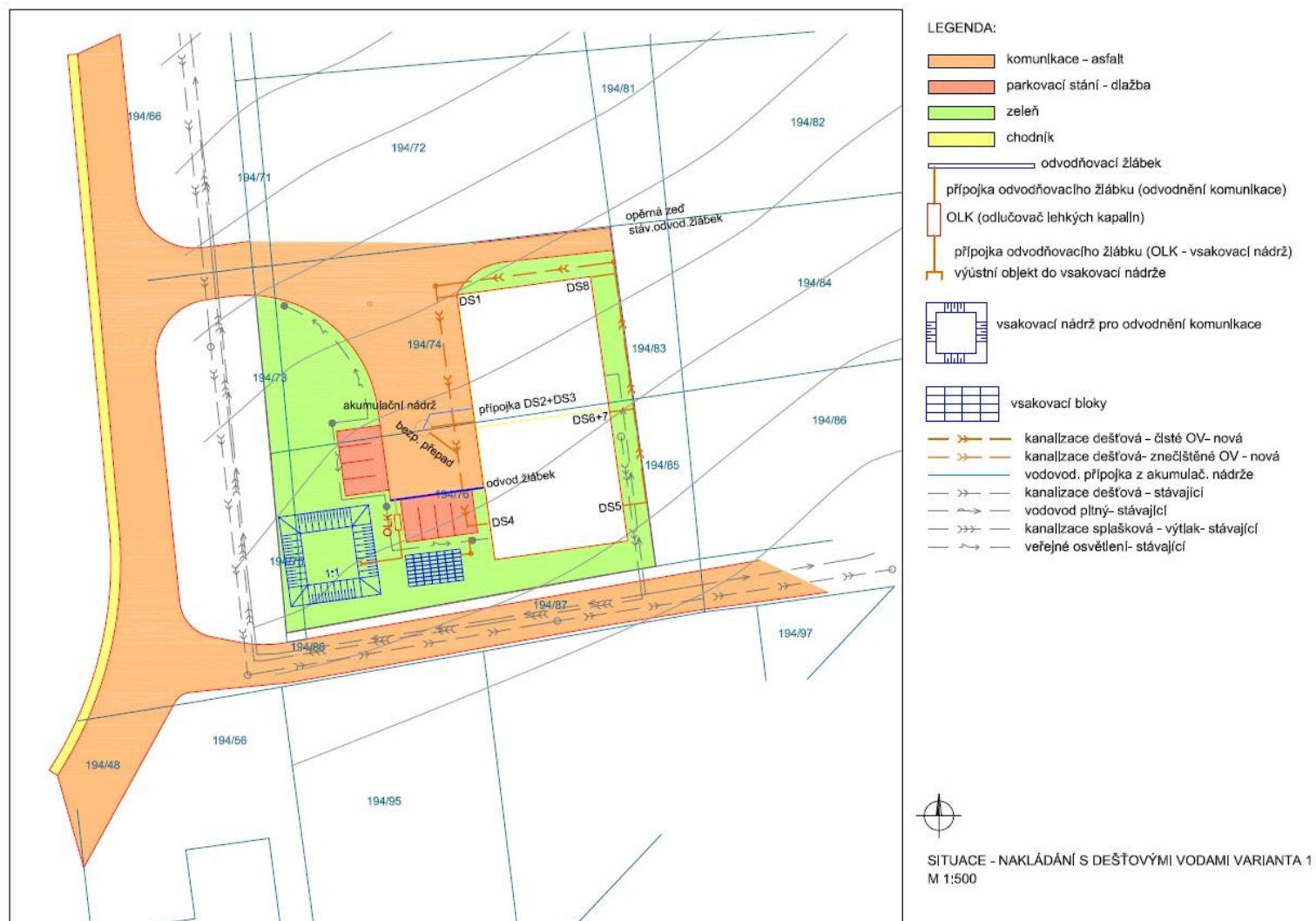
Tabulka 15 – Doba prázdnění vsakovacích bloků
Zdroj: Autor

7 VÝSLEDKY

Cílem praktické části této práce bylo navrhnout řešení hospodaření s dešťovou vodou pro vybranou budovu. V předchozích kapitolách byly provedeny výpočty, na základě kterých byly navrženy dvě varianty řešení hospodaření s dešťovou vodou pro vybraný areál. Varianty se liší ve způsobu odvodnění areálu, shodně v obou variantách je použití dešťové vody pro splachování, úklid a zalévání areálu. Návrhy byly výsledkem výpočtů a terénního šetření. Návrhy respektují polohu areálu a velikost, která je podstatná pro navržení vsakovacího zařízení a akumulční nádrže. Tyto komponenty musí respektovat prostředí, tak aby bylo možné využívat areál k podnikatelské činnosti provozované vlastníkem. Plochy areálu se skládají ze zatravněné plochy, parkovacích míst pro osobní automobily (zatravněné tvárnice) a plochy s nepropustným povrchem. I zde by byl prostor pro úpravy, tedy výměnu nepropustných povrchů za propustné, zejména tam, kde to provoz nevyžaduje.

Varianta 1 – dešťová voda zachycená ze střechy budovy je svedena do akumulční nádrže. Akumulční nádrž je umístěna v blízkosti okapových svodů, vyznačených v situaci jako DS2 a DS3, zachycená voda je použita na splachování toalet, úklidové práce a v jarních a letních měsících na zalévání travnatých ploch areálu. Byla vypočtena potřeba vody pro splachování, úklid i zalévání. Množství zachycené dešťové vody bylo vypočteno v bilanci a na základě tohoto výpočtu bylo zjištěno, že potřeba na splachování a úklid bude pokryta pouze ze dvou segmentů střechy a voda ze zbylých segmentů střechy bude odvedena do vsakovacího zařízení. Zařízení pro vsak bylo sestaveno ze dvou základních komponentů a to vsakovacích bloků pro odvodnění střechy a retenční nádrže pro odvodnění zpevněných ploch. Tato vsakovací zařízení byla navržena na základě dalších výpočtů a pokryjí tak potřebu odvodnění areálu (je dostatečně kapacitní pro odvodnění areálu). Systém bylo nutné doplnit o odlučovač ropných látek, který je nezbytný pro předčištění dešťové vody před vsakem. Potřeba odlučovače ropných látek vychází z provozu areálu.

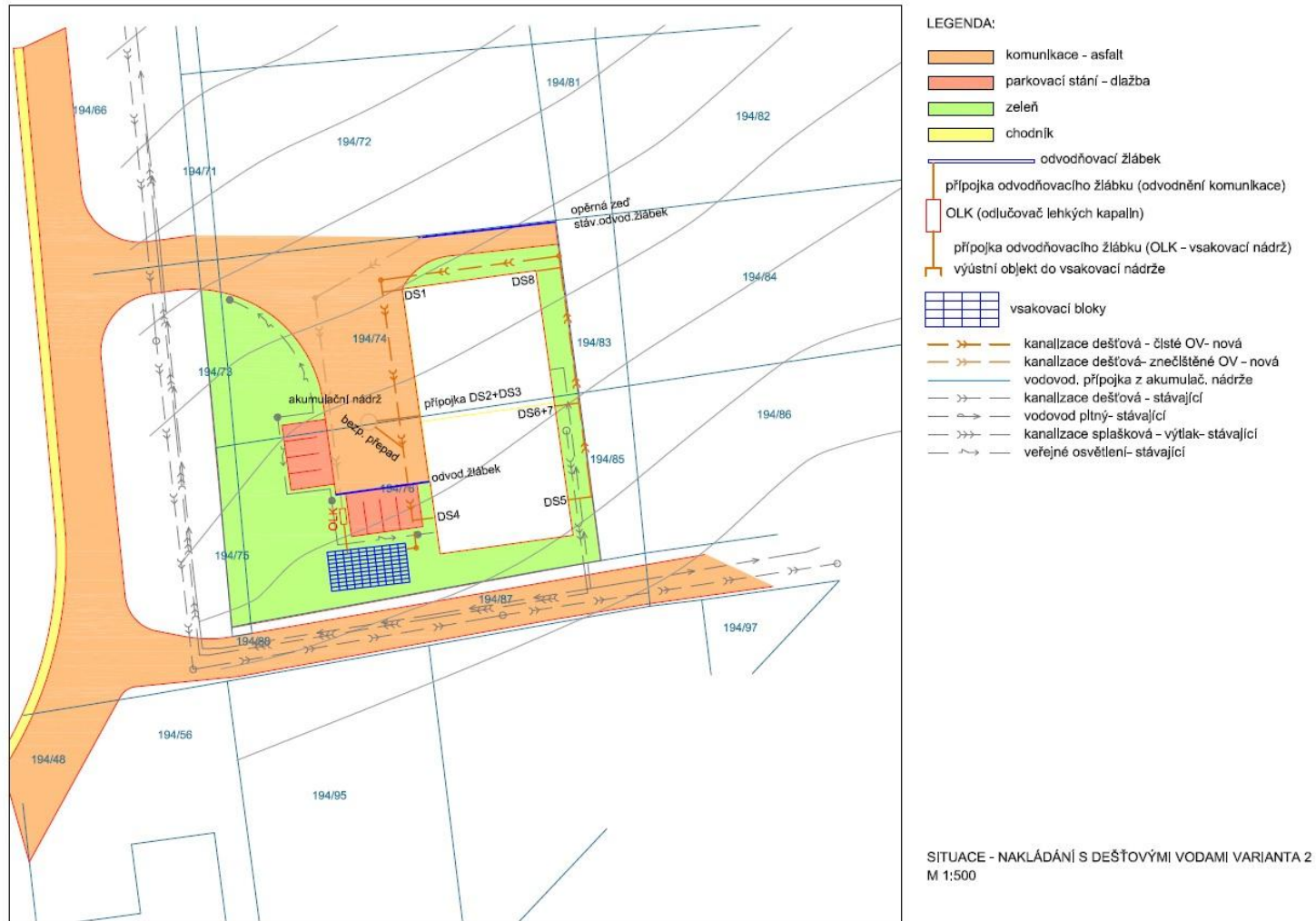
Varianta 1 – akumulční nádrž + vsakovací bloky + vsakovací nádrž



Obrázek 17 - Situace, varianta 1
Zdroj: Autor

Varianta 2 – dešťová voda zachycená ze střechy bude shodně s předchozí variantou svedena do akumulární nádrže a její část pokryje potřebu pro splachování, úklid a zalévání areálu. Tato část návrhu je totožná s první variantou, výchozí výpočty jsou tedy totožné. Pro přebytečnou zachycenou dešťovou vodu a odvodnění povrchů areálu budou použity pouze vsakovací bloky. Dimenzování vsakovacího zařízení bylo provedeno na základě výše uvedených výpočtů. Jedná se tedy o návrh, který nebude tak prostorově náročný jako v první variantě. Návrh tedy počítá s větším množstvím vsakovacích bloků, aby byla pokryta potřeba odvodnění celého areálu. Součástí tohoto návrhu však musí být stejně jako v první variantě odlučovač ropných látek a to z důvodu parkování osobních a zásobovacích automobilů. Dále z důvodu manipulace se servisním zařízením.

Varianta 2 – akumulční nádrž + vsakovací bloky



Obrázek 18 Situace, varianta 2
Zdroj: Autor

Srovnání obou variant a výběr výhodnější varianty je možné provést z několika hledisek. Obě varianty splňují požadavek na šetrný přístup k životnímu prostředí a plně využívají potenciálu dešťové vody, což je velmi přínosné k životnímu prostředí. Jedná se zejména o šetření zdrojů pitné vody a odlehčení pro dešťovou kanalizaci v lokalitě. Jsou zde tedy nejen přínosy pro životní prostředí, ale i z hlediska šetření nákladů spojených s odváděním odpadních vod do veřejné kanalizace, které jsou nemalé. Z pohledu vlastníka a investora můžeme srovnání posuzovat ze dvou pohledů a to náklady na realizaci systému a výhody, které systém přinese. Ekonomickou výhodou bude úspora za vodné a stočné. Na vodném lze očekávat úsporu zhruba pět tisíc korun ročně. Další položkou je stočné a zde je úspora mnohem vyšší. Jedná se o částku 31 070 Kč za rok. Systém by tedy přinesl celkovou roční úsporu 36 239 Kč. Celý výpočet v příloze E. Úsporu je třeba posoudit z hlediska návratnosti nákladů, které bylo třeba vynaložit na jeho vybudování. Do přínosů můžeme zahrnout i zlepšení situace v období srážek. Tedy předcházení krizovým situacím v období přívalových srážek. Ekonomická náročnost realizace bude spočívat zejména v cenách jednotlivých komponentů a cenách zemních prací. Při vyčíslení komponentů systému lze konstatovat, že výhodnější bude první varianta. Komponenty byly vyčísleny na 440 988 Kč. U druhé varianty byla částka vyšší, a to 667 056 Kč. Je to zejména z důvodů většího počtu vsakovací bloků. Do nákladů je třeba započítat zemní práce, které budou podstatnou částí nákladů. Zemní práce byly u první varianty vyčísleny na 406 000 Kč. U druhé varianty byly zemní práce vyčísleny na 378 000 Kč. Po sečtení obou složek je tedy cena první varianty 847 000 Kč a u druhé varianty je to 1 045 000 Kč. Zde můžeme konstatovat, že při použití pouze vsakovacích bloků (varianta druhá) budou nižší náklady na výkopové práce, protože nebude potřeba budovat vsakovací nádrž (varianta první). Z celkového hlediska je však finančně méně náročná první varianta. Jednotlivé položky kalkulace jsou uvedeny v příloze F. Z hlediska finanční náročnosti je první varianta výhodnější. V úvahu bychom měli vzít také prostorovou náročnost obou variant a v tom případě by byla výhodnější varianta druhá. Zejména z důvodů využití areálu vyplývajícího ze zaměření firmy, kdy je potřeba prostor účelně využít. Pozdější náklady spojené s údržbou komponentů systému by byly nižší v případě použití varianty se vsakovací nádrží, kde je snadná obnova filtrační vrstvy i snadné odstraňování splavenin. Vsakovací nádrž má čistící schopnost vrchní vrstvy půdního horizontu. Oproti tomu

použití vsakovací bloků nabízí maximální mechanickou i chemickou odolnost, vysokou pevnost, vysokou akumulární schopnost a možnost pozemek využívat k provozním účelům bez omezení.

Po zvážení všech shromážděných informací bych společnosti doporučila zvolit první variantu. V této variantě jsou menší náklady na vybudování systému. Je prostorově náročnější, ale pokud společnost nebude potřebovat rozšiřovat užité plochy, tak bude výhodnější.

8 DISKUSE

Jak už bylo zmíněno v předchozí části práce, vývoj situace na trhu a vnímání této problematiky v České republice by mohlo být zajímavým pohledem na tuto problematiku. Bylo by jistě přínosné provést průzkum mezi investory i veřejností. Pokusila jsem se provést drobný průzkum a kontaktovala některé firmy nabízející systémy hospodaření s DV. Bohužel většina společností nereagovala. Nelze tedy vyvozovat žádné závěry. Ráda bych alespoň zmínila nezajímavější části odpovědí, protože mohou být přínosným názorem k této problematice. První z nich byly odpovědi ředitele Nadace partnerství, která se zabývá podporou péče o životní prostředí. A dále odpovědi jednatele společnosti ASIO, zabývající se problematikou hospodaření s dešťovými vodami. Bylo položeno celkem sedm otázek, které by mohly přinést pohled z praktického hlediska. Otázky se týkaly zejména poptávky po systémech hospodaření s dešťovou vodou, vnímání veřejností, výhod a nevýhod systému, situace v ČR z pohledu investorů. Důležitým bodem této problematiky je zájem veřejnosti o systémy hospodaření s dešťovou vodou. Zástupci společností se shodli na tom, že zájem sice roste, ale velmi pozvolna. Hlavními zájemci jsou spíše firmy než domácnosti.

Pro domácnosti je stěžejní ekonomická stránka a v důsledku příliš nízké ceny pitné vody je u nás zájem o systémy nízký. U areálů firem jsou hlavním faktorem investiční náklady, zejména u starších budov jsou investice výrazně vyšší. Motivací pro firmy jsou náklady za vodu spotřebovanou v jejich areálech. Zajímavá zmínka padla na téma zrušení výjimky za placení odvádění srážkové vody. Zrušení této výjimky by mohlo přinést výraznou změnu v zájmu o systémy hospodaření s dešťovou vodou. Na našem trhu, dle názoru jednatele firmy ASIO, nabídka mnohonásobně převyšuje poptávku.

Na otázku, zda stát podporuje a motivuje občany k zodpovědnému hospodaření s dešťovou vodou, panovala shoda, že motivace občanů není dostatečně řešena, jako je tomu například v Německu. Větší pozornost by si také zasloužilo vzdělávání vodoprávních úředníků a stavebních úřadů, kteří by pak byli schopni lépe spolupracovat s investory. Dle názoru ředitele nadace se totéž se týká i projektantů a architektů. Lze tedy konstatovat, že vnímání veřejností a s tím související zájem o tento způsob hospodaření s dešťovou vodou jsou podstatnými faktory této problematiky. Kombinace

ekonomických zvýhodnění či pobídek a masivnější osvěty by mohlo přinést pozitivní změnu v chování uživatelů. Důležitou součástí problematiky dešťové vody je vnímání používání dešťové vody v domácnostech. Zde existují jisté obavy z možných rizik, která může použití dešťové vody na splachování a praní přinést. Někteří z řad odborníků kritizují použití dešťové vody na splachování. Zejména z důvodů možného kontaktu dešťové vody s lidskou pokožkou. Dle mého názoru je tento přístup přehnaný. Kontakt dešťové vody s pokožkou při splachování či úklidu toalety je minimální ne-li nulový. Při úklidu by měly být použity ochranné pomůcky, jako jsou rukavice. A při použití toalety je kontakt s pokožkou vyloučený. Možná bychom mohli připustit, že problém může být s dětmi ovšem to je spíše otázka zajištění ze strany rodičů.

Pro společnost je však užitek plynoucí z používání dešťové vody v domácnostech nepopíratelný. Vždyť pitná voda musí být jímána, upravována, distribuována a to vše je velmi ekonomicky nákladné. Pitná voda je zdrojem, který si zaslouží velkou pozornost a hospodaření s ní by mělo plně respektovat požadavky trvale udržitelného rozvoje. Samozřejmě každý z nás by měl cítit jakousi morální zodpovědnost za to, že zdroje pitné vody pro budoucí generace budou zachovány. Dnešní společnost však spíše přihlíží k ekonomickému hledisku a tudíž se zdá odvádění dešťových vod do recipientů nebo do dešťové kanalizace výhodnější a to jak z hlediska finančního, tak z hlediska pohodlnosti. Musíme však myslet na dopady tohoto myšlení, které přinášejí značné problémy s množstvím dešťové vody, která je odváděna do recipientů. Způsobují zvýšení hladiny a průtoků, čímž dojde k přetížení koryta a následnému vylití toku. Dalším aspektem je pak vliv na stav vody v krajině. Naším cílem by mělo být vrátit vodu krajině. Tím prospíváme životnímu prostředí. Zejména pokud vezmeme v úvahu, že dešťová voda je zcela nepostradatelná pro malý vodní cyklus, kdy se jedná o uzavřený koloběh. Voda vypařená z území spadne na to samé území v podobě srážek. Když je však odvedena do kanalizace nemá se co vypařit a celkové srážky v daném místě se snižují a je narušen vodní režim krajiny. Dešťová voda, která je odvedena do řek či potoků pak danou krajinu opouští a je odvedena do moří, kde se stává součástí velkého vodního cyklu.

Velký podíl na špatném hospodaření s dešťovou vodou má míra zpevněných povrchů, které nám zabraňují ve vsaku dešťové vody. Zpevněné povrchy by tedy měly být použity pouze tam, kde je to nezbytně nutné. Zejména z důvodů následných povodní

při větších srážkách. Dnes se touto problematikou zabývá mnoho společností i nadací. Příkladem může být Nadace Partnerství, která ve spolupráci s firmou Nestlé nabídla poskytnutí příspěvků na projekty vedoucí k zadržování vody v krajině, účelnému hospodaření s vodou i snížení rizika povodní. O nadační příspěvky se mohly ucházet obce, občanská sdružení, školy nebo spolky, jejichž cílem je zapojit veřejnost do zmírňování problémů spojených s vodou v České republice. Jednalo se o projekty zaměřené na změnu nepropustných ploch na zelené, obnovu mokřadů, přírodní čištění vody, využití dešťové vody a také na výsadbu v krajině, které podpoří zadržování vody a protierozní funkce. Důležité bylo, aby se do plánování, dílčích prací i následné péče o výsledek projektu zapojila široká veřejnost, a tak se zároveň prakticky vzdělávala.

Dalším významným aktérem v hospodaření s dešťovou vodou je odvětví stavebnictví, které by řešení odvodnění pozemků a zavedení systémů hospodaření s dešťovou vodou měla řešit jako nezbytnou součást stavby, hospodaření s dešťovou vodou by tedy mělo být součástí projektu už od počátku. Zejména z ekonomických důvodů. Zavádění systémů hospodaření s DV v již existujících areálech či stavbách je ekonomicky mnohem náročnější. Legislativa v současné době stavebníky nemotivuje tak, aby problematika dešťové vody měla své pevné místo v projektových a staveních přístupech a byla nezbytnou součástí realizaci stavby.

Je mnoho otázek, které hospodaření s dešťovou vodou přináší, je však zřejmé, že bude nutné se touto problematikou zabývat. Důvodem je zejména skutečnost, že v případě opomíjení řešení přístupu k dešťové vodě nás pravděpodobně čekají následky, které ponесou další generace.

9 ZÁVĚR

V úvodu práce byly stanoveny cíle, které byly postupně plněny. Teoretická část přinesla aktuální pohled na hospodaření s dešťovými vodami. Byl popsán systém hospodaření s dešťovými vodami. Získané informace byly utříděny, tak, aby mohly být použity pro případné zájemce o systémy z řad veřejnosti. V praktické části byl navržen systém hospodaření s dešťovou vodou vhodný pro vybranou budovu. Tento systém byl navržen tak, aby bylo možné dešťovou vodu použít pro splachování toalet, úklid firmy a zalévání zahrady. Hospodaření s dešťovou vodou také zahrnuje odvodnění celého areálu, tedy povrchů parcely a nakládání s přebytečnou zachycenou dešťovou vodou. Zde byly navrženy dvě varianty, které umožňují efektivní vsakování dešťové vody. Všechna řešení byla navrhována na základě provedených výpočtů. Postup odvodnění byl proveden na základě výše uvedených norem. Důležitou částí byl závěrečný výpočet, který se týkal možných úspor, které by vznikly po realizaci navrženého systému hospodaření s DV. V závěru praktické části byla doporučena výhodnější varianta a zdůvodněn výběr této varianty. Navržený systém je tedy komplexním řešením konkrétního areálu s ohledem na potřebný provoz a zejména šetrný přístup k životnímu prostředí.

Pozitivní výsledek je však nutné vidět spíše v přínosu životnímu prostředí. Toto se stává dnes čím dál více důležitým a to nejen vzhledem k prognózám ohledně nedostatku pitné vody v budoucnosti, ale také pro nutnost chránit životní prostředí. Vsakováním dešťové vody vracíme vodu zpět do přírody, tedy do koloběhu vody, pomocí něhož dochází ke zvýšení podzemní hladiny vody. Ekonomická stránka hospodaření s dešťovými vodami je v současné době důležitým parametrem a to zejména pro uživatele, kteří do realizace investují. Stavební náklady jsou opravdu vysoké. Proto nemůžeme čekat, že veřejnost, ať už soukromé osoby, majitelé firem či stát (v roli investora) bude za těchto okolností pořízení tohoto systému nakloněna. Je třeba změnit legislativu a přístup státu. Stát by měl sehrát roli motivátora a poskytnout veřejnosti pobídky. Mohlo by se jednat o daňové úlevy nebo dotace. Vždyť tento způsob pobídek veřejnosti již známe a jeví se jako úspěšný krok. Jednalo se například o projekt: Zelená úsporám nebo Nová zelená úsporám.

Dešťové vody by se v budoucnu mohly stát nepostradatelnou složkou každodenního života nás všech. Systémy hospodaření s dešťovou vodou tak budou efektivně doplňovat systémy hospodaření s pitnou vodou. V zemích s akutním nedostatkem pitné vody si dešťová voda našla své pevné místo již v minulosti. V našich podmínkách je to spíše otázka budoucnosti. V současné době se vede mnoho diskuzí o hrozbě nedostatku vody. V některých místech naší planety je to realita. V našich podmínkách není situace s pitnou vodou tak závažná, proto k tomuto problému zatím přistupujeme velmi pozvolna. Důležitou roli zde hrají spíše ekonomické faktory, které velmi ovlivňují přístup jednotlivých uživatelů. Systémy hospodaření s dešťovou vodou jsou náročné zejména na investiční náklady a návratnost investice je otázkou více let. Hrubé odhady hovoří o pěti až deseti letech. Situaci by mohl ovlivnit trh samotný. Tak jak tomu je u ostatních produktů i zde vstupují do hlavní role technologie a s rostoucí nabídkou se mohou ceny těchto produktů časem dostat na únosnější výši.

Přírodní zdroje bychom měli využívat co nejšetrněji. Myslet na naše děti a děti jejich dětí. Dešťové vody se v tomto kontextu jeví jako zdroj vody, který si zaslouží velkou pozornost. Její uplatnění je široké a nabízí nám výhody, které bychom neměli opomíjet.

10 PŘEHLED LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ

Literatura

- 1) BÖSE, K. H., 1999: *Dešťová voda pro dům a zahradu*. Nakladatelství Hel. Ostrava. ISBN: 80-86167-08-9.
- 2) ČERMÁKOVÁ, B. et MUŽÍKOVÁ, R., 2009: *Ozeleněné střechy*. Grada Publishing. Praha. ISBN: 978-80-247-1802-6.
- 3) FEWKES, A., 1999: *The use of rainwater for WC flushing: the field testing of a collection system*. Building and Environment., Vol. 34, Issue 6, pp. 765-772.
- 4) HANOUSEK, M., 2005: *Voda pro chataře a zahrádkaře*. Grada Publishing. Praha. ISBN: 80-247-0400-5.
- 5) HERRMANN, T. et SCHMIDA U., 2000: *Rainwater utilisation in Germany: efficiency, dimensioning, hydraulic and environmental aspects*. Urban Water. Vol. 1, Issue 4, pp. 307-316.
- 6) HLAVÍNEK, P., PRAX P., SKLENÁROVÁ T., DVOŘÁKOVÁ D., POLÁŠKOVÁ K., KUBÍK J., HLUŠTÍK P. et BERÁNEK J., 2007: *Hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území*. Ardec. Brno. ISBN: 80-86020-55-X.
- 7) MAINALI, B., NGA PHAM , T. T., NGO, H. H., GUO W., MIECHEL, C., O'HALLORAN, K., MUTHUKARUPPAN, M. et LISTOWSKI, A. 2013: *Vision and perception of community on the use of recycled water for household laundry: A case study in Australia*. Science of the Total Environment. Vol. 463-464, pp. 657-666.
- 8) MANKAD, A., GREENHILL M., TUCKER D. et TAPSUWAN S., 2013: *Motivational indicators of protective behaviour in response to urban water shortage threat*. Journal of Hydrology. Vol. 491, pp. 100-107.
- 9) MUTHUKUMARAN, S., BASKARAN, K. et SEXTON, N., 2011: *Quantification of potable water savings by residential water conservation and*

- reuse – A case study*. Resources, Conservation & Recycling. Vol. 55. Issue 11, pp. 945-952.
- 10) NĚMEC, J., HLADNÝ, J. [eds], 2006: *Voda v České republice*. Consult. Praha. ISBN: 80-903-4821-1.
 - 11) NOLDE, E., 2007: *Possibilities of rainwater utilisation in densely populated areas including precipitation runoffs from traffic surfaces*. Desalination. Vol. 215, Issue 1-3, pp. 1-11.
 - 12) PITTER, P., 1999: *Hydrochemie*. Praha. Vydavatelství VŠCHT. Praha. ISBN: 80-7080-340-1.
 - 13) RANDOLPH, B. et TROY P., 2008: *Attitudes to conservation and water consumption*. Environmental Science & Policy. Vol. 11 Issue 5, pp. 441-455.
 - 14) SHIVANITA, U., CHONG M. N. et SHARMA, A. K. 2013: *Evaluation of plumbed rainwater tanks in households for sustainable water resource management: a real-time monitoring study*. Journal of Cleaner Production. Vol. 42, pp. 204-214.
 - 15) SOUZA, E. L. et GHISI, E. *Potable Water Savings by Using Rainwater for Non-Potable Uses in Houses*. Water.2012, Issue4, pp. 607-628.
 - 16) STRÁNSKÝ, D., KABELKOVÁ I., VÍTEK J. et SUCHÁNEK M., 2008: *Koncepce hospodaření s dešťovou vodou v ČR: Současný stav*. Semináře Hospodaření s dešťovou vodou, Brno.
 - 17) SYNÁČKOVÁ, M., 2012: *Nezávislost na veřejném zásobování vodou a odvádění odpadních vod*. ČVUT v Praze – Fakulta stavební, Katedra zdravotního a ekologického inženýrství. Praha.
 - 18) ŠÁLEK, J., KŘÍŠKA, M., PÍREK, O., PLOTĚNÝ, K., ROZKOŠNÝ, M. et ŽÁKOVÁ, Z., 2012: *Voda v domě a na chatě*. Grada Publishing. Praha. ISBN: 978-80-247-3994-6.

- 19) ŠÁLEK, J., ŽÁKOVÁ, Z. et HRNČÍŘ, P. 2008: *Přírodní čištění a využívání vody v rodinných domech a rekreačních objektech*. Vydavatelství Era. Brno. ISBN: 978-80-7366-125-0
- 20) ŠINDELÁŘOVÁ, R., 2010: *Diplomová práce – Hospodaření se srážkovými vodami*. Vedoucí práce: Ing Jana Soukupová, ČZU-FŽP
- 21) THAMER, A. M., NOOR, M. J. M. et GHAZALI, A. H. 2006: *Study on Potential Uses of Rainwater Harvesting in Urban Areas*. University Putra Malaysia, Faculty of Engineering.
- 22) ŽABIČKA, Z. 2002: *Stavíme vodovod a kanalizace*. REA Group. Šlapanice. ISBN: 80-86517-52-7.
- 23) ŽABIČKA, Z. et VRÁNA, K., 2011: *Hospodaření se srážkovou vodou v nemovitostech*. Informační centrum ČKAIT. Praha. ISBN: 978-80-87438-14-5

Příspěvky do sborníků

- 24) MACEK, L., ŠVEC, L. [eds], 2008: *Nakládání s vodami v urbanizovaných povodích: ekonomické, ekologické, technické a právní aspekty hospodaření s dešťovými vodami*. Sborník příspěvků konference: Konopiště, Aquion. ISBN 978-80-254-2828-3.
- 25) NĚMEC, J., HLADNÝ, J. [eds], 2009: *Jak hospodařit s dešťovou vodou na soukromém pozemku: praktický rádce pro obnovu propustnosti povrchů a zasakování*. Praha: Pro Středisko ekologické výchovy, Lesy hl.m. Prahy vydal Ústav pro ekopolitiku ve spolupráci s Asociací pro vodu ČR a Fakultou stavební ČVUT, Praha. 43 s. ISBN 978-80-87099-06-3.

Zákony a normy

- 26) ČSN 75 678 - Využití šedých a dešťových vod v budovách a na přilehlých pozemcích
- 27) ČSN 75 6261- Dešťové nádrže
- 28) ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod

- 29) TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami
- 30) Zákon 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)
- 31) Zákon 254/2001 Sb. Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)
- 32) Zákon 183/2006 Sb. Zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)
- 33) Zákon 258/2000 Sb. Zákon o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů
- 34) Vyhláška č. 428/2001 Sb. kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)
- 35) Plán hlavních povodí

Internetové zdroje

- 36) DVOŘÁKOVÁ, D., 2007: *Využívání dešťové vody (I) – kvalita a čištění*, on-line: <http://www.tzb-info.cz/3902-vyuzivani-destove-vody-i-kvalita-a-cisteni>
- 37) Koncept Ekotech. 2004: *Systémy na hospodaření s dešťovou vodou (i pro privátní sektor)*, on-line: <http://www.tzb-info.cz/1818-systemy-na-hospodareni-s-destovou-vodou-i-pro-privatni-sektor>
- 38) WOLF, P., *Cena vody 2014: Regionální společnosti jsou levnější průměrně o 5%*. 2014, on-line: <http://www.cenyenergie.cz/cena-vody-2014/>
- 39) Pražské vodovody a kanalizace, 2014: *Jak se tvoří cena vody*, on-line: <http://www.pvk.cz/jak-se-tvori-cena-vody.html>
- 40) ČHMÚ, 2012: *Roční úhrn srážek na území České republiky v roce 2012.*, Hydrologická ročenka ČR, on-line: <http://voda.chmi.cz/hr12/pdf/kap1.pdf>

Seznam obrázků

1. Déšť. Zdroj: lifeinunchartedwater.wordpress.com506
2. Roční úhrn srážek. Zdroj: Český hydrometeorologický ústav
3. Srovnání cen energií. Zdroj: CenyEnergie.cz
4. Rozdělení vody dle použití - Zdroj: tzb. info.cz
5. Pračka Miele, Zdroj: Miele spol. s r.o.
6. Potencionální úspory, Zdroj: Miele spol. s r.o.
7. Schéma systému hospodaření s DV, Zdroj: Synáčková, Nezávislost na veřejném zásobování vodou a odvádění odpadních vod
8. Podzemní nádrž z Polypropylenu, Zdroj: GRAF, 2013
9. Ponorné čerpadlo, Zdroj: GRAF, 2013
10. Sací čerpadlo, Zdroj: GRAF, 2013
11. Systém hospodaření s dešťovou vodou, Zdroj: Sborník-Jak hospodařit s dešťovou vodou na soukromém pozemku, 2009
12. Stavba logistického areálu Šmídl ve Vysokém Mýtě, Zdroj: <http://www.glynwed.cz/cs/vodni-hospodarstvi/reference/novostavba-logistickeho-arealu-smidl-ve-vysokem-myte.html>
13. Budova společnosti Siems & Klein
14. Katastrální mapa, Zdroj: Katastrální úřad
15. Vsakovací blok, Zdroj: www. Glywned.cz
16. Odvodňovací žlab, Zdroj: <http://aco.as4u.cz>
17. Situace, varianta 1
18. Situace, varianta 2

Seznam tabulek

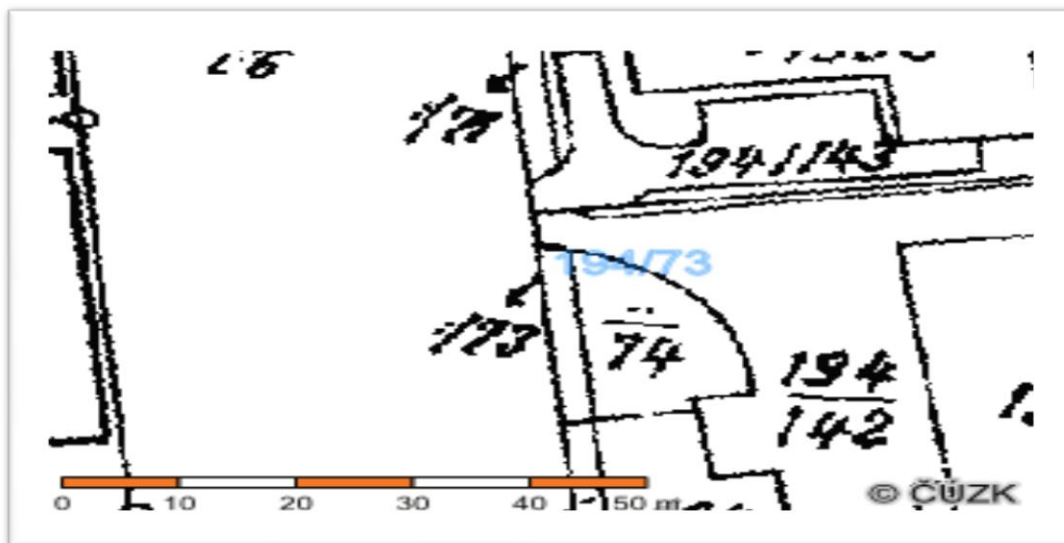
1. Spotřeba vody v domácnosti, Zdroj: CenyEnergie.cz 2010
2. Ceny plastových nádrží, Zdroj: ceníky výrobních firem
3. Ceny betonových nádrží, Zdroj: ceníky výrobních firem
4. Přehled parcel, Zdroj: Katastrální úřad
5. Souhrnná tabulka potřeby vody, Zdroj: autor
6. Parametry vsakovacího bloku, Zdroj: www. Glywned.cz
7. Hodnoty vzorce, Zdroj: autor
8. Výpočet minimálního objemu zachycené vody, Zdroj: autor
9. Hodnoty vzorce dimenzování retenční nádrže, Zdroj: autor
10. Výpočet objemu vsakovací nádrže
11. Doba prázdnění vsakovací nádrže, Zdroj: autor
12. Výpočet odvodňované plochy, Zdroj: autor
13. Hodnoty vzorce, Zdroj: autor
14. Výpočet dimenzování vsakovacích bloků, Zdroj: autor
15. Doba prázdnění vsakovacích bloků, Zdroj: autor

11 PŘÍLOHY

Seznam příloh:

1. A – Katastrální mapa vybrané budovy, údaje o pozemku
2. B – Srážkové úhrny 2002-2012, Výpočet zachycené vody za měsíc, Bilance vody za dva roky, Výpočet plochy střechy, Výkres střechy
3. C - Odvodnění varianta 1 - vsakovací nádrž, vsakovací bloky
4. D – Odvodnění varianta 2 - vsakovací bloky
5. E – Kalkulace – výpočet vodné, stočné
6. F - Kalkulace komponentů a zemních prací

Příloha A – Katastrální mapa vybrané budovy, údaje o pozemku



Parcelní číslo:	194/73
Obec:	Jesenice (539325)
Katastrální území:	Jesenice u Prahy (658618)
Číslo LV:	2203
Výměra (m ²):	68
Typ parcely:	Parcela katastru nemovitostí
Mapový list:	GUST2880,V.S.IV-17-15
Určení výměry:	Ze souřadnic v S-JTSK
Druh pozemku:	Orná půda

Parcelní číslo:	194/74
Obec:	Jesenice (539325)
Katastrální území:	Jesenice u Prahy (658618)
Číslo LV:	2203
Výměra (m ²):	224
Typ parcely:	Parcela katastru nemovitostí
Mapový list:	GUST2880,V.S.IV-17-15
Určení výměry:	Ze souřadnic v S-JTSK
Druh pozemku:	Orná půda

Parcelní číslo:	194/75
Obec:	Jesenice (539325)
Katastrální území:	Jesenice u Prahy (658618)
Číslo LV:	2203
Výměra (m ²):	78
Typ parcely:	Parcela katastru nemovitostí
Mapový list:	GUST2880,V.S.IV-17-15
Určení výměry:	Ze souřadnic v S-JTSK
Druh pozemku:	Orná půda

Parcelní číslo:	194/76
Obec:	Jesenice (539325)
Katastrální území:	Jesenice u Prahy (658618)
Číslo LV:	2203
Výměra (m ²):	794
Typ parcely:	Parcela katastru nemovitostí
Mapový list:	GUST2880,V.S.IV-17-15
Určení výměry:	Ze souřadnic v S-JTSK
Druh pozemku:	Orná půda

Příloha B – Srážkové úhrny 2002-2012, Výpočet zachycené vody za měsíc, Bilance vody za dva roky, Výpočet plochy střechy, Výkres střechy

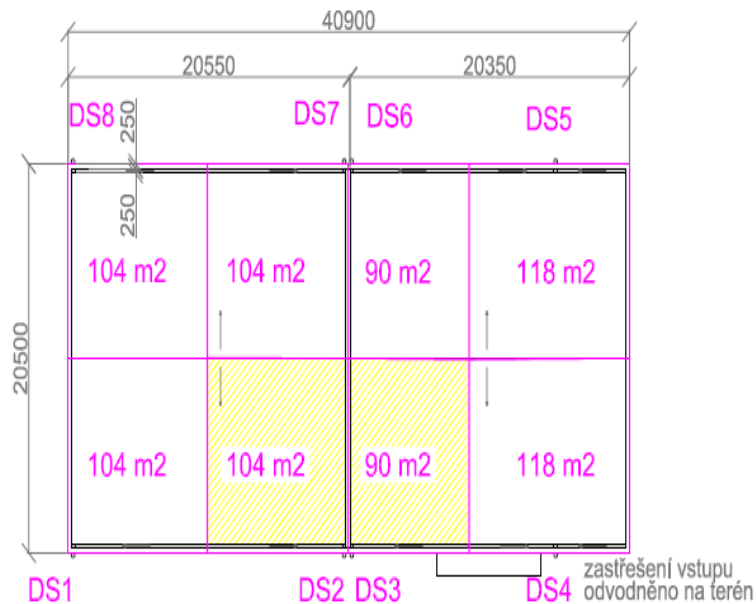
Rok	Měsíc (mm)												celkem
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
2002	20	60	73	22	44	110	109	305	74	111	70	53	1057
2003	61	13	18	18	78	67	67	33	21	82	18	45	521
2004	74	52	59	49	67	132	70	50	62	44	58	12	729
2005	59	68	26	53	74	66	152	119	81	11	28	42	779
2006	50	36	80	81	101	138	62	132	11	18	35	18	763
2007	66	32	53	5	88	59	83	77	138	41	70	36	748
2008	26	23	62	55	56	67	85	70	50	27	50	28	598
2009	14	63	71	30	101	166	117	89	29	64	31	51	828
2010	54	24	31	53	107	95	128	131	56	15	46	51	792
2011	39	12	35	34	81	72	145	61	61	59	1	42	641
2012	77	26	12	54	55	103	133	120	52	44	29	60	765
Cel.	540	409	520	454	852	1075	1151	1187	635	516	436	438	8221
Ø	45	34,0 8	43,3 3	37,8 3	71	89,5 8	95,9 2	98,9 2	52,9 2	43	36,3 3	36,5 0	
Převod	0,04 9	0,03 7	0,04 7	0,04 1	0,07 7	0,09 8	0,10 5	0,10 8	0,05 8	0,04 7	0,04 0	0,04 0	

Výpočet ploch - odvodnění střechy		
svod	S	m ²
DS1	104	m ²
DS2	104	m ²
DS3	90	m ²
DS4	118	m ²
DS5	118	m ²
DS6	90	m ²
DS7	104	m ²
DS8	104	m ²
celkem	832	m ²
nádrž pro využívání DS2+DS3		
Odvodněná plocha		194 m²
Objem nádrže		12 m³

Žlutě je vyznačena plocha střechy využívaná pro akumulaci.

PŮDORYS - STŘECHA

M 1:200



Výpočet: srážkový úhrn/plocha střechy - převzato z bilance

Měsíc	Plocha střechy (m ²)	Srážkový úhrn/měsíc (m)	Zachycená voda/měsíc (m ³)
Leden	194	0,049	9,52
Únor	194	0,037	7,21
Březen	194	0,047	9,17
Duben	194	0,041	8,01
Květen	194	0,077	15,03
Červen	194	0,098	18,96
Červenec	194	0,105	20,30
Srpen	194	0,108	20,93
Září	194	0,058	11,20
Říjen	194	0,047	9,10
Listopad	194	0,040	7,69
Prosinec	194	0,040	7,72

Bilance vody za 2 roky				
Měsíc	Srážkový úhrn/měsíc (m ³)	Potřeba vody (m ³)	Objem vody v nádrži (m ³)	Bezpečnostní přebytek
Leden	9,52	6,3	3,22	0,00
Únor	7,21	6,3	4,14	0,00
Březen	9,17	6,3	7,01	0,00
Duben	8,01	6,3	8,71	0,00
Květen	15,03	18,3	5,44	0,00
Červen	18,96	18,3	6,10	0,00
Červenec	20,30	18,3	8,10	0,00
Srpen	20,93	18,3	10,73	0,00
Září	11,20	18,3	3,63	0,00
Říjen	9,10	6,3	6,43	0,00
Listopad	7,69	6,3	7,82	0,00
Prosinec	7,72	6,3	9,25	0,00
Leden	9,52	6,3	12,00	0,47
Únor	7,21	6,3	12,00	0,91
Březen	9,17	6,3	12,00	2,87
Duben	8,01	6,3	12,00	1,71
Květen	15,03	18,3	8,73	0,00
Červen	18,96	18,3	9,39	0,00
Červenec	20,30	18,3	11,38	0,00
Srpen	20,93	18,3	12,00	2,02
Září	11,20	18,3	4,90	0,00
Říjen	9,10	6,3	7,70	0,00
Listopad	7,69	6,3	9,09	0,00
Prosinec	7,72	6,3	10,51	0,00

**Příloha C - Odvodnění střechy – vsakovací nádrž + vsakovací bloky
(Varianta1)**

Potřeba vody:

Potřeba vody bez zalévání	6,3	m ³ /měs
Potřeba vody na zalévání	12	m ³ /měs
Potřeba vody celkem	18,3	m ³ /měs
Nádrž bude na překlenutí	21 dní sucha	
Velikost nádrže	12,81	m ³
Velikost nádrže (po zaokrouhlení)	12	m ³

6,3 = 0,21*30	30 dnů, 222 litrů=0,21m ³
12 = 0,4*30	30 dnů, 400 litrů=0,4m ³
12+6,3 = 18,3	

Odvodnění – komunikace, z tabulky 1 ČSN 75 9010, str.14

povrch (x)	A _{plocha,x}	φ _x	A _{red,x} (m ²)
komunikace	945	0,8	756
Zatavněné tvárnice	142,7	0,3	42,81
celkem			798,81

Návrh odvodňovacího žlábků - výpočet velikosti odvodňovacího žlábků, výpočet: http://aco.as4u.cz/	
l _{ož} =	14,56 m
š =	64,90 m

Návrh odlučovače lehkých kapalin

I =	160 l.s ⁻¹ .ha ⁻¹	intenzita deště dle MS hl. m. Prahy pro dešťovou kanalizaci		
Q=	12,096 l.s ⁻¹	typy odlučovačů:	GSOL-5/20 odlučovač lehkých kapalin	2,4 x 0,9 x 1,27

Vlastní návrh vsakovacího zařízení (VZ)

$$X_1 = \frac{h+0,5}{15 \cdot k_v^{0,25}} + 2$$

$$X = X_1 + X_2$$

Odstupová vzdálenost - jak daleko umístit VZ od budovy, viz Příloha C v ČSN 75 9010			
h	rozdíl výšek mezi max. hladinou vody ve vsakovacím zařízení a úrovni podzemního podlaží		
h =	0 m (objekt nemá podzemní podlaží)		
max. hladina ve VZ pod úrovní podlahy nejnižšího podlaží → h=0 - z normy ČSN 75 9010			
X₂ =	2	m	(rozšíření dna výkopu, neznámé → 2m) - z normy ČSN 75 9010
X =	4,59	m	(odstupová vzdálenost vsakovacího zařízení od budovy)

Odhad vsakovací plochy VZ - viz Příloha D v ČSN 75 9010

$$A_{vsak} = 0,1 \cdot A_{red}$$

A_{vsak} =	79,88 m ²
---------------------------	----------------------

Dimenzování vsakovacích zařízení – vsakovací bloky

$$V_{vz} = \frac{h_d}{1000} \cdot (A_{red} + A_{vz}) - \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot A_{vsak} \cdot t_c \cdot 60$$

h_d	dle tab.		srážkový úhrn dané periodicity a doby trvání (mm)
k_v	1*10 ⁻⁰⁵	m/s	
A_{red}	832	m ²	redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy (m ²)
A_{vsak}	43,848	m ²	plocha propustného dna vsakovacího zařízení (m ²)
A_{vz}	0	m ²	plocha hladiny vsakovacího zařízení (pouze u povrchových, m ²)
f	2		součinitel bezpečnosti vsaku (≥2)
t_c	dle tab.		doba trvání srážky dané periodicity (min)

Praha- Hostivař			
t	p = 0,2	p = 0,1	V _{vz}
5	11,3	13,1	9,34
10	16,5	19,5	13,60
15	19,5	23,2	16,03
20	21,1	25,3	17,29
30	23,2	28,1	18,91
40	24,7	30,2	20,02
60	26,9	33,1	21,59
120	30,6	37,9	23,88
240	36,6	45,7	27,29
360	42,5	52	30,62
480	43,2	52,8	29,63
600	43,8	53,7	28,55
720	44,5	54,6	27,55
1080	46,4	57,2	24,40
1440	46,9	58,1	20,08
2880	58,9	73,5	11,12
4320	62,5	78,9	-4,83

V_{vz} = 30,62 m³

Vsakovací blok Garantia

Délka	0,6 m
Šířka	1,2 m
Výška	0,42
Hmotnost	cca 15 kg
Celkový objem	300 l
Retenční objem	287 l

n1 =	7 ks	počet bloků v řadě (na délku)
n2 =	8 ks	počet bloků v řadě (na šířku)
L =	8,4 m	délka drenážního potrubí
Š =	4,8 m	šířka vsakovací rýhy
H =	0,84 m	výška vsakovací rýhy
		2 řady

$$A_{\text{vsak}} = L \cdot b' = L \cdot \left(\frac{h_{\text{vz}}}{2} + b \right)$$

A _{vsak} =	43,848 m ²	vsakovací plocha
V _{vsak} =	33,87 m ³	objem vsakovacího zařízení
počet VB =	112 ks	počet vsakovacích bloků
W =	32144 l = 32,144 m³	objem vsakovacího zařízení

Doba prázdnění vsakovacího zařízení T_{pr}

$$T_{pr} = \frac{f \cdot V_{vz}}{k_v \cdot A_{vsak}}$$

139 684 s

38,80 hod

Hloubka bloků		
délka potrubí l	106 m	délka kanalizační přípojky od nejvzdálenějšího dešťového svodu DN 200
min. krytí	0,8 m	potrubí kanalizační přípojky v nezámrazné hloubce
I =	1,5 %	minimální sklon potrubí kanalizační přípojky
I =	0,015	minimální sklon potrubí kanalizační přípojky
H =	2,59 m	hloubka přípojky - přítok do VZ (vsakovacích bloků), dáno výrobcem

Dimenzování vsakovacích zařízení – vsakovací nádrž - viz Příloha D v ČSN 75 9010

$$V_{vz} = \frac{h_d}{1000} \cdot (A_{red} + A_{vz}) - \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot A_{vsak} \cdot t_c \cdot 60$$

h _d	dle tab.		srážkový úhrn dané periodicity a doby trvání (mm)
k _v	1*10 ⁻⁰⁵	m/s	
A _{red}	798,81	m ²	redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy (m ²)
A _{vsak}	64	m ²	plocha propustného dna vsakovacího zařízení (m ²)
A _{vz}	64	m ²	plocha hladiny vsakovacího zařízení (pouze u povrchových, m ²)
f	2		součinitel bezpečnosti vsaku (≥2)
t _c	dle tab.		doba trvání srážky dané periodicity (min)

Praha- Hostivař			
t	p=0,2	p=0,1	V _{vz}
5	11,3	13,1	9,65
10	16,5	19,5	14,04
15	19,5	23,2	16,54
20	21,1	25,3	17,82
30	23,2	28,1	19,44
40	24,7	30,2	20,54
60	26,9	33,1	22,06
120	30,6	37,9	24,10
240	36,6	45,7	26,97
360	42,5	52	29,76
480	43,2	52,8	28,06
600	43,8	53,7	26,27
720	44,5	54,6	24,57
1080	46,4	57,2	19,30
1440	46,9	58,1	12,82
2880	58,9	73,5	-4,48
4320	62,5	78,9	-29,02

$V_{vz} = 29,76 \text{ m}^3$ největší vypočtený retenční objem

$y_{vz} = 0,46 \text{ m}$ hloubky vody ve VZ při max. objemu $y_{vz} = V_{vz}/A_{vsak}$

Doba prázdnění vsakovacího zařízení T_{pr} - vyhovuje dle normy nesmí překročit 72 hodin

$$T_{pr} = \frac{f \cdot V_{vz}}{k_v \cdot A_{vsak}}$$

T_{pr} =	92 992 s
	25,83 hod

Příloha D – vsakovací bloky - Varianta 2

Stejný postup jako pro střechu, jen se uvažuje větší odvodňovaná plocha (přičítá se komunikace).

povrch (x)	$A_{\text{plocha},x}$	ϕ_x	$A_{\text{red},x}$
komunikace	945	0,8	756 m ²
zatravněné tvárnice	142,7	0,3	42,81
střecha	835,52	1	835,52
celkem			1634,33 m ²

Dimenzování vsakovacích bloků:

$$V_{vz} = \frac{h_d}{1000} \cdot (A_{red} + A_{vz}) - \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot A_{vsak} \cdot t_c \cdot 60$$

h_d	dle tab.		srážkový úhrn dané periodicity a doby trvání (mm)
k_v	$1 \cdot 10^{-05}$	m/s	
A_{red}	1634,327	m ²	redukováný půdorysný průmět odvodňované plochy (m ²)
A_{vsak}	84,24	m ²	plocha propustného dna vsakovacího zařízení (m ²)
A_{vz}	0	m ²	plocha hladiny vsakovacího zařízení (pouze u povrchových, m ²)
f	2		součinitel bezpečnosti vsaku (≥ 2)
t_c	dle tab.		doba trvání srážky dané periodicity (min)

Praha-Hostivař			
t	p = 0,2	p = 0,1	V_{vz}
5	11,3	13,1	18,34
10	16,5	19,5	26,71
15	19,5	23,2	31,49
20	21,1	25,3	33,98
30	23,2	28,1	37,16
40	24,7	30,2	39,36
60	26,9	33,1	42,45
120	30,6	37,9	46,98
240	36,6	45,7	53,75
360	42,5	52	60,36
480	43,2	52,8	58,47
600	43,8	53,7	56,42
720	44,5	54,6	54,53
1080	46,4	57,2	48,54
1440	46,9	58,1	40,26
2880	58,9	73,5	23,48
4320	62,5	78,9	-7,03

$$V_{vz} = 60,36 \text{ m}^3$$

Vsakovací bloky: parametry, dimenzování

$b_{VB} =$	0,6 m	
$l_{VB} =$	1,2 m	
$h_{VB} =$	0,42 m	
$n1 =$	10 ks	počet bloků v řadě (na délku)
$n2 =$	11 ks	počet bloků v řadě (na šířku)
$l =$	12 m	délka drenážního potrubí
$\check{s} =$	6,6 m	šířka vsakovací rýhy
$h =$	0,84 m	výška vsakovací rýhy

$$A_{vsak} = L \cdot b' = L \cdot \left(\frac{h_{vz}}{2} + b \right)$$

$A_{vsak} =$	84,24 m ²	vsakovací plocha
$V_{vsak} =$	66,53 m ³	objem vsakovacího zařízení
počet VB =	220 ks	počet vsakovacích bloků
$W =$	63140 l	objem vsakovacího zařízení
Převod	63,14 m³	

Doba prázdnění vsakovacího zařízení = T_{pr}

$$T_{pr} = \frac{f \cdot V_{vz}}{k_v \cdot A_{vsak}}$$

$T_{pr} = 143\,307\text{ s} = 39,81\text{ hodin}$ - Dle normy vyhovuje

Příloha E – vodné, stočné

Náklady vodné a stočné

- 1) **Potřeba vody celková** – vyhláška 120/2011 Sb. - Změna vyhlášky k provedení zákona o vodovodech a kanalizacích

Potřeba vody		
1- směnný provoz		
n=	16	celkový počet zaměstnanců
n ₁ =	8	pracovníci v administrativě a prodeji
n ₂ =	8	servisní pracovníci

q ₁ =	14	m ³ /zaměstnanec /rok	kancelářská budova bez stravování, WC, umyvadlo, teplá tekoucí voda
q ₂ =	30	m ³ /zaměstnanec /rok	provozovna bez stravování, WC, umyvadlo, teplá tekoucí voda s možností osprchování (nečistý provoz)

$Q_1 = n_1 * q_1$	8*14=112
$Q_2 = n_2 * q_2$	8*30=240
$Q_{rok} = Q_1 + Q_2$	112+240=352

Q ₁ =	112	m ³ /rok	
Q ₂ =	240	m ³ /rok	
Q _{rok} =	352	m ³ /rok	
Q _{měs} =	29,33	m ³ /měs	převod jednotek
Q _{den} =	0,964	m ³ /den	převod jednotek

Využití dešťové vody – úklid + WC:	6,3	m ³ /měs.	převzato z výpočtu
	75,6	m ³ /rok	převod jednotek 6,3*12 = 75,6
Potřeba vody pro zalévání:	12	m ³ /měs.	převzato z výpočtu
	60	m ³ /rok	převod jednotek 12*5 = 60

2) Vodné stávající a nový stav

Výpočet vodného - stávající stav

Q _{celkem, rok} =	412	m ³ /rok	60+352=412
Vodné	38,12	Kč/m ³ bez DPH	cena PVK a.s.
Náklady na vodné	15 705,44	Kč/rok	412*38,12=15705,44

Výpočet vodného - nový stav

$Q_{\text{celkem, rok}} =$	276,4	m^3/rok	odečteno využití dešťové vody pro úklid a WC a zalévání	$352-75,6=276,4$
Vodné	38,12	Kč/ m^3 bez DPH (cena PVK a.s.)		
náklady na vodné	10 536,37	Kč/rok	$276,4*38,12=10536,37$	

Porovnání nákladů na vodné

Vodné stávající stav	15 705,44	Kč/rok
Vodné nový stav	10 536,37	Kč/rok
Úspora	5 169,07	Kč/rok

3) Stočné stávající a nový stav

Výpočet stočného - stávající stav

A= do splaškové kanalizace

$Q_{\text{splašky, rok}} =$	412	m^3/rok
stočné	27,83	Kč/ m^3 bez DPH (cena PVK a.s.)
náklady na stočné		
(A)	11 465,96	Kč/m^3
	$412*27,83=11465,96$	

B = do dešťové kanalizace

Výpočet dle postupu uvedeného na stránkách PVK (a v zák. o vodovodech a kanalizacích).

Dlouhodobý srážkový normál v Praze $590 \text{ mm/rok} = 0,59 \text{ m/rok}$

Druh plochy		A (m^2)	ψ	A _{red} (m^2)
A	zastavěné a těžce propustné zpevněné plochy	1919	0,9	1727,1
B	lehce propustné zpevněné plochy	0	0,4	1727,1
C	plochy kryté vegetací	1270	0,05	63,5
	Celkem			1790,6

A= komunikace, střecha, parkování (stávající stav - není vyměřeno za zatravnovací tvárnice)

C = trávník

Roční množství odváděných srážkových vod:

$Q_{\text{deště, rok}} =$	1 056,45	m^3/rok	
Stočné	27,83	$\text{Kč}/\text{m}^3$ bez DPH	cena PVK a.s.
Náklady na stočné (B)	29 401,11	Kč/rok	

$$1056,45 * 27,83 = 29401,11$$

Náklady na stočné celkem:	40 867,07 Kč/rok
Výpočet	$29401,11 + 11465,96 = 40867,07$

Výpočet stočného - nový stav (pouze stočné do splaškové kanalizace (A))

$Q_{\text{splašky, rok}} =$	352	m^3/rok
Stočné	27,83	$\text{Kč}/\text{m}^3$ bez DPH
Náklady na stočné	9 796,16	Kč/m³

$$352 * 27,83 = 9796,16$$

Porovnání nákladů na stočné

Stočné stávající stav	40 867,07	Kč/rok
Stočné nový stav	9 796,16	Kč/rok
úspora	31 070,91	Kč/rok

Porovnání nákladů celkem

Stávající stav	56 572,51	Kč/rok
Nový stav	20 332,53	Kč/rok
úspora celkem	36 239,99	Kč/rok

Příloha F – Kalkulace komponentů a zemních prací

Varianta 1 – kalkulace komponentů systému

č. položky	název položky	množství	jednotka	jednotková cena	celková cena
1.	OLK G SOL 5/20	1,00	ks	7 200,00	7 200,00
2.	vsakovací blok (klasický)	60,00	ks	1 790,00	107 400,00
3.	vsakovací blok (inspekční)	52,00	ks	2 140,00	111 280,00
4.	akumulační nádrž	1,00	ks	58 300,00	58 300,00
5.	čerpadlo	1,00	ks	16 710,00	16 710,00
6.	filtrační šachta	1,00	ks	13 000,00	13 000,00
7.	lapač splavenin	8,00	ks	270,00	2 160,00
8.	odvodňovací žlab	14,50	m		4 090,00
9.	potrubí PVC SN 8 DN 200	120,00	m	374,00	44 880,00
10.	potrubí PVC SN 4 DN 125	31,00	m	128,00	3 968,00
11.	Zatrávňovací tvárnice	600,00	ks	120,00	72 000,00
12.	celkem za použité materiály				440 988

Tabulka XX - Kalkulace V1

Zdroj: Ceník Sekoprojekt; Glynwed, Betoniky; Pipelife

Varianta 2 – kalkulace komponentů systému

č. položky	název položky	množství	jednotka	jednotková cena	celková cena
1.	OLK G SOL 5/20	1,00	ks	7 200,00	7 200,00
2.	vsakovací blok (klasický)	130,00	ks	1 790,00	232 700,00
3.	vsakovací blok (inspekční)	90,00	ks	2 140,00	192 600,00
4.	akumulační nádrž	1,00	ks	58 300,00	58 300,00
5.	čerpadlo	1,00	ks	16 710,00	16 710,00
6.	filtrační šachta	1,00	ks	13 000,00	13 000,00
7.	lapač splavenin	8,00	ks	270,00	2 160,00
8.	odvodňovací žlab	35,50	m		4 090,00
9.	potrubí PVC SN 8 DN 200	172,00	m	374,00	64 328,00
10.	potrubí PVC SN 4 DN 125	31,00	m	128,00	3 968,00
11.	Zatrávňovací tvárnice	600,00	ks	120,00	72 000,00
12.	Celkem za použité materiály				667 056

Tabulka XX - Kalkulace V2

Zdroj: Ceník Sekoprojekt; Glynwed, Betoniky; Pipelife

Zemní práce Varianta 1	množství	jednotka	jednotková cena	celková cena
Sejmutí ornice s přemístěním na vzdálenost do 250 m	87,30	m ³	48,50	4 234,05
Hloubení jam nezapažených v hornině tř. 3 objemu do 1000 m ³	334,00	m ³	126,00	42 084,00
Hloubení jam zapažených v hornině tř. 3 objemu do 1000 m ³	319,38	m ³	336,00	107 310,00
Hloubení rýh š do 2000 mm v hornině tř. 3 objemu do 1000 m ³	362,40	m ³	193,00	69 943,20
Zásyp jam, šachet rýh nebo kolem objektů sypaninou bez zhutnění	529,12	m ³	27,70	14 656,61
Založení parkového trávníku výsevem ve svahu do 1:2	291,00	m ²	19,60	5 703,60
Dlažba z lomového kamene na sucho bez výplně spár plocha nad 20 m ² tl 250 mm	6,00	m ²	557,00	3 342,00
Podklad z kameniva hrubého drceného vel. 63-125 mm tl 300 mm	196,24	m ²	242,00	47 490,08
uložení zeminy na skládku	981,82	t	96,00	94 254,73
Odstranění konstrukce zpevněné plochy (parkovací stání)	142,70	m ²	119,00	16 981,30
celkem za zemní práce				405 999,57

Tabulka XX - Kalkulace zemních prací V1

Zdroj: Cenová soustava URS

Zemní práce Varianta 2	množství	jednotka	jednotková cena	celková cena
Sejmutí ornice s přemístěním na vzdálenost do 250 m	53,40	m ³	48,50	2 589,90
Hloubení jam zapažených v hornině tř. 3 objemu do 1000 m ³	450,63	m ³	336,00	151 410,00
Hloubení rýh š do 2000 mm v hornině tř. 3 objemu do 1000 m ³	487,20	m ³	193,00	94 029,60
Zásyp jam, šachet rýh nebo kolem objektů sypaninou bez zhutnění	712,84	m ³	27,70	19 745,65
Založení parkového trávníku výsevem ve svahu do 1:2	160,00	m ²	19,60	3 136,00
Podklad z kameniva hrubého drceného vel. 63-125 mm tl 300 mm	281,60	m ²	242,00	68 147,20
uložení zeminy na skládku	224,99	t	96,00	21 598,62
Odstranění konstrukce zpevněné plochy (parkovací stání)	142,70	m ²	119,00	16 981,30
celkem za zemní práce				377 638,27

Tabulka XX - Kalkulace zemních prací V2

Zdroj: Cenová soustava URS