

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ**

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



**ZTI v bytovém domě se zaměřením na zpětné
využití dešťových vod**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vypracoval:

David Licek

Vedoucí práce:

Ing. Ilona Koubková, Ph.D.

2021/2022

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Licek	Jméno: David	Osobní číslo: 484631
Zadávající katedra: K125-Katedra technických zařízení budov		
Studijní program: Stavební inženýrství		
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: ZTI v bytovém domě se zaměřením na zpětné využití dešťových vod	
Název bakalářské práce anglicky: Plumbing system in flat house and reuse of rain water	
Pokyny pro vypracování: 1.) Praktická část Zpracujte projektovou dokumentaci ZTI (kanalizace a vodovod) na úrovni rozšířené dokumentace pro stavební povolení. Zadané výkresy zpracujte v měřítku 1:50 - 1:100, půdorysy, řezy. Situace 1:400-1:500. Zpracujte výpočty a technickou zprávu	
2.) Rešerše Zpětné využití dešťových vod v bytových domech se zaměřením na zadaný objekt.	
Seznam doporučené literatury: Technická zařízení budov 1: Zdravotní technika, Vytápění. prof. Ing. Karel Kabele, CSc. a kol. Zdravotnětechnická zařízení budov. Jaroslav Valášek ČSN 75 6760. Vnitřní kanalizace. ČSN 75 4509. Vnitřní vodovody.	
Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Ilona Koubková, Ph.D.	
Datum zadání bakalářské práce: 18.2.2022	Termín odevzdání BP v IS KOS: 15.5.2022
<i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>	
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

<i>Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutně uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.</i>	
18.2.2022	
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem svoji bakalářskou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů.

V Praze dne 15.5.2022

.....

podpis

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat paní Ing. Iloně Koubkové, Ph.D. za vedení bakalářské práce, rady a konzultace.

Abstrakt:

Cílem mé bakalářské práce je návrh zdravotně technických instalací a zpětného využití dešťové vody bytovém domě. Práce se skládá z teoretické a praktické části. Teoretická část se zabývá hospodaření s vodou, možnostmi a způsoby využití dešťových vod. Dále se zaměřuje na návrh systému využití dešťové vody v bytovém domě. Praktická část obsahuje projektovou dokumentaci kanalizace a vodovodu na úrovni rozšířené dokumentace pro stavební povolení a příslušné výpočty pro návrh.

Klíčová slova:

Dešťová voda, nádrž, vodovod, kanalizace, spotřeba vody, srážky, vsakování

Abstract:

The goal of my bachelor thesis is design of plumbing system and rainwater reuse system in flat house. The thesis consist of practical and theoretical part. Theoretical part is focused on water manegement and ways of reusing rainwater. This part icludes design of rainwater reuse system. Practical part contains projekt documentation on the level of extended domcumentation for building permit. Than it contains calculation.

Key words:

Rinwater, cistern, water line, sewerage system, water consumption, precipitatin, soaking

Obsah

Úvod	3
1 Teoretická část rešerše	4
1.1 Hydrosféra.....	4
1.2 Dešťové srážky	4
1.3 Spotřeba pitné vody.....	5
1.4 Hospodaření se srážkovými vodami.....	6
1.4.1 Přínosy hospodaření se srážkovou vodou.....	6
1.5 Možnosti a způsoby využití srážkových vod v objektu.....	7
1.5.1 Finanční náklady a úspory	8
1.6 Znečištění srážkových vod.....	9
1.7 Čištění srážkových vod pro zpětné využití	11
1.7.1 Čištění pomocí filtrace	11
1.7.2 Čištění pomocí sedimentace	12
1.8 Nádrže na dešťovou vodu	12
1.8.1 Velikost nádrží.....	12
1.8.2 Umístění akumulčních nádrží.....	13
1.8.3 Materiál nádrží	13
1.9 Čerpací zařízení dešťové vody pro zpětné využití.....	15
1.10 Doplnování vody do systému	16
2 Praktická část rešerše.....	18
2.1 Identifikační údaje stavby	18
2.2 Popis stavby	18
2.3 Potřeba vody na splachování WC.....	18
2.4 Dešťová kanalizace.....	19
2.4.1 Výpočet odtoku srážkových vod ze střechy	19
2.4.2 Návrh střešních vpustí.....	19
2.4.3 Návrh vnitřního dešťového odpadního potrubí.....	19
2.4.4 Návrh vnitřního dešťového svodného potrubí.....	20
2.5 Nádrž na dešťovou vodu	20
2.5.1 Návrh objemu retenční nádrže dle ČSN 75 6760	20
2.5.2 Návrh nádrže na dešťovou vodu dle výpočtu objemu nádrže na dešťovou vodu na portálu TZB-info	21
2.5.3 Návrh retenční nádrže.....	23
2.6 Řídící jednotka.....	23

2.7	Rozvod dešťové vody	24
2.8	System využití dešťové vody	25
2.9	Závěr.....	26
3	Seznam obrázků	27
4	Seznam tabulek.....	27
5	Seznam použitých zdrojů	28
6	Seznam příloh.....	30

Úvod

Voda je jeden z nejdůležitějších zdrojů na Zemi. Jedná se o látku, bez které by tu neexistoval život. Nenahraditelná je nejen pro přírodu, ale také pro průmysl. To patří mezi důvody, proč se právě vodě v této práci věnuji.

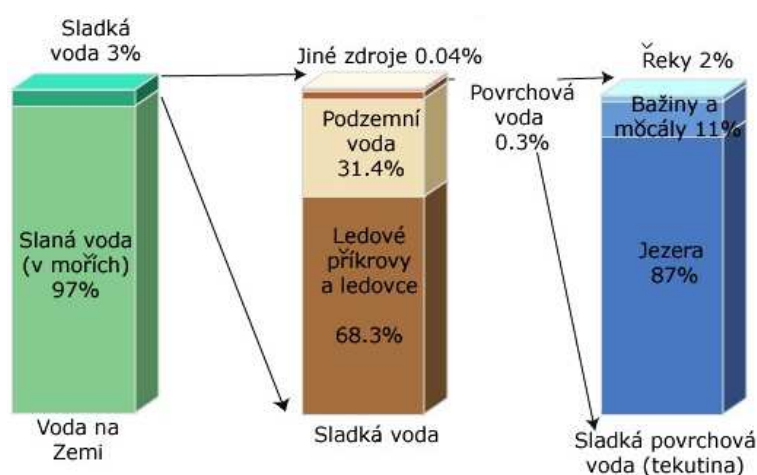
V dnešní době můžeme pozorovat změny klimatu a s tím související problémy. Teplota na planetě roste, země vysychá a pitná voda se stává pro mnoho lidí stále obtížněji dosažitelná. Přitom populace roste a s ní roste i spotřeba. Nedostatek tohoto zdroje tak představuje jeden z nejzásadnějších celosvětových problémů, který musíme řešit. Existuje velký prostor pro to, jak zlepšit naše hospodaření s vodou. Měli bychom snížit její spotřebu a navrátit ji do přírody.

1 Teoretická část rešerše

1.1 Hydrosféra

V úvodní kapitole jsou uvedeny základní informace o hydrosféře neboli vodním obalu Země, jelikož celá práce je spojena s vodou. Proto začíná tam, odkud tuto látku získáváme.

Vodní obal Země obsahuje vodu na celé planetě ve všech skupenstvích. Jedná se o vodu povrchovou, podpovrchovou, vodu obsaženou v atmosféře a živých organismech. Naprostá většina jejího obsahu, přibližně 97 %, se nachází v oceánech a mořích. Na sladkou vodu připadají pouze 3 % hydrosféry a přibližně 2 % z tohoto obsahu tvoří ledovce. Zbýlé jedno procento představuje povrchová a podpovrchová sladká voda. Ta se na zemský povrch dostává ve formě dešťových či sněhových srážek. Rozdělení zásob vody na zemi je zobrazeno na obrázku 1. [1] [2]



Obrázek 1- Rozdělení zásob vody na Zemi [3]

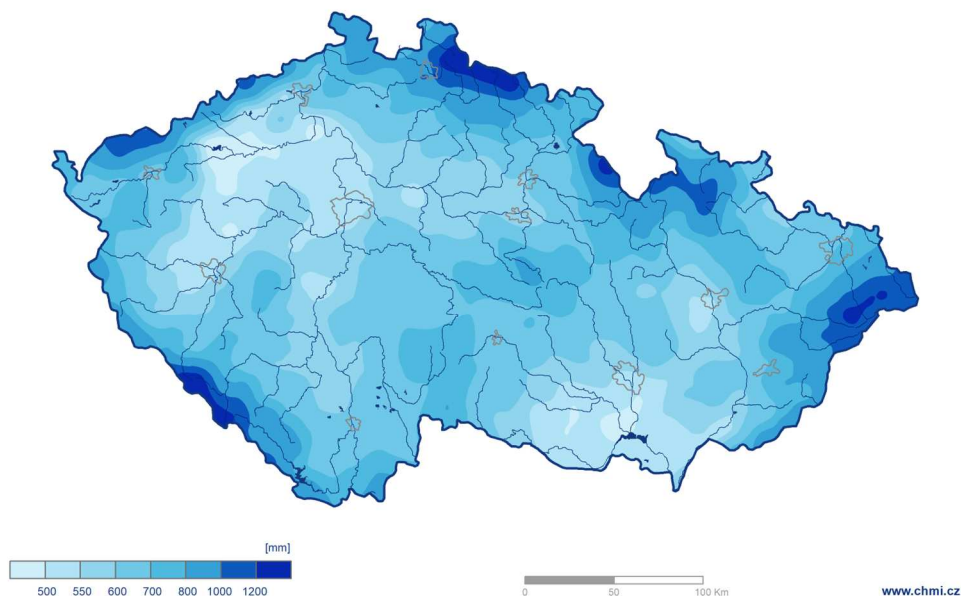
Z výše uvedených informací je patrné, že sladká voda tvoří pouhý zlomek celkového obsahu. Vody pitné je však ještě méně a na mnohých místech je jí nedostatek.

1.2 Dešťové srážky

V České republice činí průměrné roční územní srážky 684 mm za období 1991-2020 (obrázek 2). To znamená, že na jeden metr čtvereční průměrně spadne 684 l za rok. Při porovnání s normály 1981-2010 a 1691-1990 nedošlo k žádné výrazné změně ročního úhrnu. Rozdíl je patrný při pohledu na jednotlivé měsíce. Obecně jde říci, že na jaře prší méně a v létě naopak více než dříve.

Nejdeštivějšími místy jsou obecně horské oblasti, nejvíce Jizerské hory s průměrným ročním úhrnem až 1705 mm. Naopak nejméně srážek spadne na Žatecku a Lounsku ležící ve

srážkovém stínu Krušných hor. Hodnota srážek se pohybuje lehce nad 400 mm/rok. Rozdíly hodnot mezi těmito oblastmi jsou tak více než trojnásobné. [4] [5]



Obrázek 2- Průměrný roční úhrn srážek za období 1991-2020 [4]

1.3 Spotřeba pitné vody

Denní spotřeba pitné vody se v České republice pohybuje kolem 100-120 litrů na osobu. V jednotlivých krajích se hodnota mírně liší. Podle dostupných měření Pražských vodovodů a kanalizací se od devadesátých let minulého století postupně snižovala spotřeba vody. V posledních deseti letech ale spotřeba zůstává kolem hodnoty 110 litrů na osobu. V tabulce 1 je uveden odhad téže společnosti o průměrné denní spotřebě pitné vody na osobu při různých činnostech v domácnosti a průměrné denní náklady. [6]

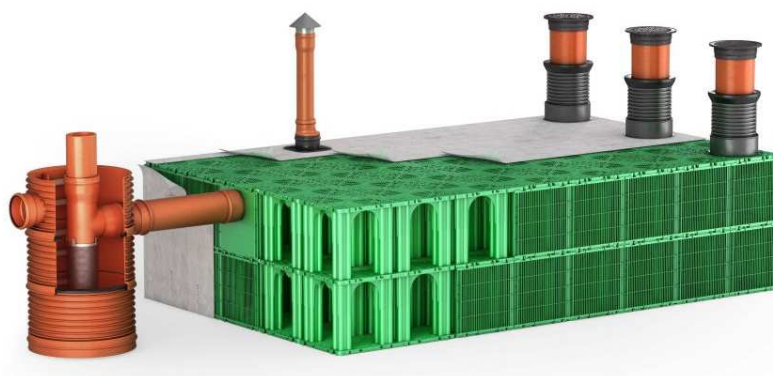
	Průměrné denní hodnoty (v litrech)	Průměrné denní hodnoty (v Kč)
WC	26	2,81
Os. hygiena, sprchování	41	4,43
Praní, úklid	18	1,95
Příprava jídla, mytí nádobí	10	1,08
Mytí rukou	6	0,65
zalévání	5	0,54
pití	2	0,22
ostatní	5	0,54
CELKEM	113 litrů	12,22

Tabulka 1- Průměrná spotřeba vody [6]

1.4 Hospodaření se srážkovými vodami

Hospodaření se srážkovými vodami můžeme nazvat filozofií, která podporuje zachování nebo napodobení původních odtokových podmínek před urbanizací území. Dříve se dešťová a odpadní voda ve městech nejčastěji odváděla společně. Vlivem rozrůstání sídel docházelo k přetížení stokových sítí, což mělo negativní následky na životní prostředí.

V současné době je na pozemcích novostaveb povinné hospodaření se srážkovou vodou. V legislativě jsou popsány tři způsoby nakládání s dešťovou vodou. Prvním způsobem je vsakování, které ale závisí na hydrogeologických podmínkách v daném území. Na takovém místě musí být dostatečně propustné podloží. Pokud jsou vsakovací podmínky horší, tak lze vsakování kombinovat s retencí a regulovaným odtokem. Při takových podmínkách, kde vsakování není možné, je voda zadržována a následně regulovaným odtokem odváděna pryč. Dešťová voda zadržována v nádržích se přednostně směřuje do povrchových vod nebo dešťové kanalizace. Odvod vody do jednotné kanalizace je nejméně vhodným způsobem. Cílem je tedy snížení rychlosti a množství vody, která odtéká do kanalizace nebo povrchových vod. Dešťovou vodu lze také zpětně využívat. [6] [7] [8]



Obrázek 3 - Vsakovací systém STROMBOX I [14]

1.4.1 Přínosy hospodaření se srážkovou vodou

Správné hospodaření v domě či na úrovni celého města má za následek hned několik přínosů. Ty lze rozdělit na ekologické, ekonomické a zdravotní. Mezi ekologické přínosy se řadí samotné zadržování a vsakování srážkových vod. Snižuje objem odtékající vody a snižuje riziko přehlcení kanalizace. Vsakováním se obnovují podzemní vody, kterých je v současné době nedostatek. Voda, která v krajině zůstane a pouze se neodvede kanalizací, vytváří lepší podmínky pro zeleň v obydlených oblastech. Ta zlepšuje kvalitu vzduchu a zároveň snižuje

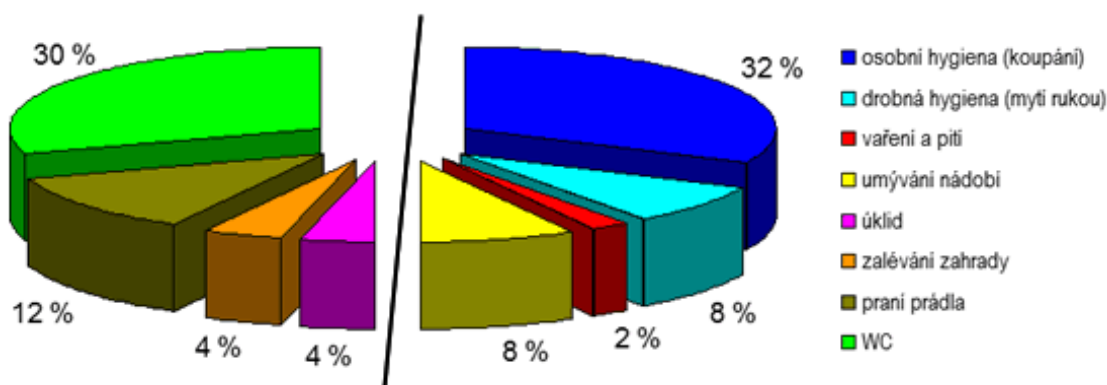
teplotu v letních měsících. Využitím vody srážkové namísto vody pitné se spotřeba pitné vody snižuje a nejsou nadměrně čerpány její zdroje.

Ekonomické přínosy mohou spočívat v možnosti navrhování menších profilů kanalizací a menším zatížením čistíren odpadních vod. Ekologické a ekonomické dopady spolu souvisí. Města s větším množstvím zeleně a lepším prostředím jsou vyhledávaná. To se projevuje na vyšší ceně nemovitostí a větším zájmu o nákup nebo pronájem. Používáním dešťové vody lze snížit stále rostoucí spotřebu pitné vody a snížit tak náklady na budování sítí o větší kapacitě.

Zdravotní přínosy souvisí přímo s lepším prostředím pro život ve městech, které zlepšuje zezeň. Ta, která má díky správnému hospodaření s dešťovou vodou lepší podmínky. [7] [8] [9]

1.5 Možnosti a způsoby využití srážkových vod v objektu

V dnešní době se na našem území díky rostoucímu uvědomění, podpořeným dotacemi a oporou v legislativě, začíná dešťová voda systematictěji využívat. Lidé ji používají odjakživa, ale teprve nyní se i díky klimatickým změnám o tomto zdroji více přemýšlí. Toto odvětví se rychle vyvíjí. Od prostého zachytávání vody v sudech a následném zalévání zahrad nebo mytí aut jsme se dostali k mnohem sofistikovanějším řešením. Umístění barelu pod okap ale samozřejmě zůstává nejjednodušší a nejlevnější metodou. I podobná snadno dostupná věc je lepší, než vodu nechat odtéct do kanalizace.



Obrázek 4- Graf spotřeby vody v domácnostech podle činností [12]

V České republice probíhá dotace z programu Státního fondu životního prostředí Dešťovka. Na jejím základě můžeme dosáhnout až na 50 % výše nákladů na pořízení systému využívajících dešťové vody v domácnosti a zahradách. Stále častěji se tak řeší vyspělejší systémy, které umožňují zavedení vody z nádrží dovnitř domu. Tam se používá pro splachování WC, praní prádla, závlivku nebo čištění domovních prostor. Zažádání o tuto dotaci má určitě smysl, dokazuje to nejen zájem o ni, ale především nesporné ekologické a ekonomické přínosy hospodaření se

srážkovou vodou. Na obrázku 4 vidíme graf průměrné spotřeby vody podle jednotlivých činností v domácnostech. Celá levá část grafu představuje množství spotřebované pitné vody, která může být nahrazena vodou dešťovou. Dostáváme se tedy až na 50 % celkového objemu spotřebované vody, který je nahraditelný srážkovou vodou. V tomto ohledu tak máme levný a dostupný zdroj především užitkové vody. Při průměrné spotřebě 100 litrů na den na osobu a čtyřčlenné domácnosti tak ušetříme 200 litrů pitné vody za den. [10] [11]

Dnešní technologie jsou natolik vyspělé, že dešťová voda může být upravena na vodu pitnou. Za ideálních podmínek se tak dokážeme zbavit závislosti na veřejném vodovodu. Tato technologie spočívá v odstranění mechanických nečistot, pachů, bakterií, virů, plísní a jiných nežádoucích látek. Systém obsahuje nerezové filtry, filtry s pískem nebo také s aktivním uhlím a UV lampy. Typ úpravy vždy záleží na konkrétní situaci. Na tyto záležitosti se zaměřují specializované firmy, které dokáží navrhnou konkrétní úpravu pro dané podmínky každého objektu. [10] [13]

Shrnutí možností využívání dešťové vody představuje následující výčet: [9]

- Čištění chodníků, parkovacích ploch a místních komunikací,
- Mytí automobilů a jiných dopravních prostředků,
- Plnění bazénů a vodních nádrží,
- Zavlažování zahrad a veřejných zelených ploch,
- Splachování WC, praní prádla, zálivka, čištění domovních prostor,
- Vsakování.

1.5.1 Finanční náklady a úspory

Vzhledem k poměrně nízké ceně pitné vody a její dostupnosti není ekonomičnost využití dešťové vody příliš přesvědčivá. Nehledě na tento fakt, ale existuje povinnost se srážkovými vodami hospodařit. Pokud tedy vodu musíme zadržovat, tak by bylo škoda ji nepoužít jako náhradu pitné. V době, kdy na mnohých místech sledujeme nedostatek zdrojů vody, bychom si mohli uvědomit, že peníze nemusí být vždy na prvním místě. Ohleduplnost k přírodě by měla být samozřejmostí a v konečném důsledku se její dobrý stav snadno přemění ve finanční úspory. Opatření kvůli klimatickým změnám totiž nebudou levné.

Podle společnosti ASIO, která se zabývá problematikou srážkových vod, je pro rodinný dům ekonomicky výhodná nádrž mezi 3 a 4 m³. Objem zpravidla navrhuje na potřebu provozní vody na 14 až 21 dnů. Kompletní systém využití dešťové vody v rodinném domě včetně dopouštění pitné vody a práce může dosáhnou 100 000 Kč. Při možnosti dotace by se pak cena

snížila. V tabulce 2 je uvedena modelová situace s kalkulací provozních nákladů a návratnosti při využití zařízení pro hospodaření s dešťovými vodami. Pro bytový dům se počítá s dešťovou vodou pouze na splachování. [10] [11]

	½ spotřeby rodinného domu	Splachování toalet v bytovém domě
Účel	praní, splachování – 4 osoby	splachování – 50 osob
Cena	100 000 Kč	300 000 Kč
Plocha střechy	min. 120 m ²	min. 400 m ²
Realizace	14 dní	30 dní
Provozní náklady	150 Kč / rok	2000 Kč / rok
Návratnost	13 let	11 let
Životnost	30 let	30 let

Tabulka 2- Modelové situace s kalkulací provozních nákladů a návratnosti při využití zařízení pro hospodaření s dešťovými vodami [10]

1.6 Znečištění srážkových vod

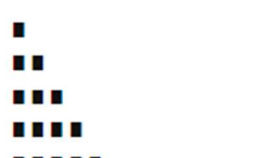
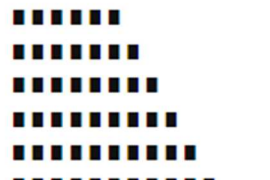

Znečištění dešťové vody pochází z více zdrojů. Jedním z nich je atmosféra, kterou srážky nutně prochází. Nejvíce znečištěný vzduch se nachází v městských a průmyslových oblastech. Během deště dochází k pohlcování látkového znečištění, které přispívá k čištění atmosféry. Látky obsažené ve vzduchu se snadno přenáší na dlouhé vzdálenosti, to znamená, že i v místech bez lokálního znečištění nemusí mít vzduch dobrou kvalitu. Velkou část nežádoucích látek představují kyseliny a kyselinotvorné látky. Nejčastěji jde o sloučeniny síry a dusíku pocházející ze spalování fosilních paliv. Dále se setkáváme s těžkými kovy, jako emisemi z průmyslu a spaloven, uhlovodíky ze spalovacích motorů a více druhů rostlinných živin. V tabulce 3 vidíme chemické složení srážek v České republice. [7] [15]

	Ca	Mg	Na	K	NH ₄ ⁺	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	Fe	Mn	Pb	Zn	F
mg/l	0,37	0,06	0,25	0,19	0,9	1,7	0,31	2,4	0,017	0,007	0,002	0,007	0,012

Tabulka 3- Chemické složení srážek v ČR [15]

Kromě chemického znečištění atmosféry se v dešťové vodě objevují hrubší nečistoty. Ty se mezi srážkami usazují na odvodňovaných plochách. Často je déšť jediným způsobem jejich čištění. Podle typu povrchu, jako jsou střechy nebo veřejné komunikace, dochází k ukládání

různých druhů nečistot. Mezi ně patří organické látky jako pyl, klacíky, listí, ptačí trus, prach a choroboplodné zárodky. Částičky krytin střech, cihel, betonu a kovů ze stavebních konstrukcí mohou být z povrchů odplavovány. Voda odtékající z veřejných komunikací obsahuje nečistoty pocházející z dopravních prostředků a z údržby silnic. Setkáváme se s těžkými kovy, zbytky pneumatik, oleji a solemi. Obrázek 4 uvádí přibližný stupeň znečištění vody s ohledem na povrch. Existuje tedy velké množství nežádoucích látek, které se z ploch dostávají spolu se srážkovou vodou. Při zpětném využívání dešťové vody tak musíme počítat s nutností filtrace především hrubších nečistot. Vodu ale nejčastěji využíváme pro splachování WC, zalévání nebo úklid, kde nejsou kladeny vysoké nároky na kvalitu vody. Způsoby čištění vody jsou popsány v následující kapitole. [15] [16]

Typ plochy	Míra znečištění srážkových vod
<ul style="list-style-type: none"> • Vegetační střechy • Střechy z inertních materiálů • Střechy s plochou neošetřených kovových částí do 50 m² • Komunikace pro chodce a cyklisty • Málo frekventovaná parkoviště osobních aut • Málo frekventované pozemní komunikace^a (příjezdy k domům) 	 nízká
<ul style="list-style-type: none"> • Střechy s plochou neošetřených kovových částí 50 m² až 500 m² • Středně frekventované pozemní komunikace^b • Vysoce frekventovaná parkoviště (osobní auta a autobusy) 	 střední
<ul style="list-style-type: none"> • Střechy s plochou neošetřených kovových částí nad 500 m² • Vysoce frekventované pozemní komunikace^c • Plochy u skladišť, manipulační plochy • Komunikace zemědělských areálů • Parkoviště nákladních aut^d 	 vysoká
^{a, b, c} viz tabulku A.1 ^d parkoviště, která nejsou součástí veřejných komunikací	

Obrázek 5 – Znečištění dešťové vody [16]

1.7 Čištění srážkových vod pro zpětné využití

Jak bylo již zmíněno, nejčastěji postačí filtrace mechanických nečistot, které by nádrže zanášely a mohly poškodit systém rozvádějící vodu. Pro čištění vody se v podstatě uplatňují dva procesy. Jedná se o filtraci a sedimentaci.

1.7.1 Čištění pomocí filtrace

Filtry lze rozdělit na externí, které se nachází mezi odvodňovanou plochou a nádrží a na interní umístěné v jímce. První zařízení pro zachycení hrubých nečistot se zpravidla nachází před vtokem do dešťových svodů nebo ležatého potrubí. Zde se voda zbaví například listů a větví. Jedná se o síta na okapových žlabech a lapače v hrdlech svodů. Další možností jsou okapové a podokapové filtry, existují i samočisticí typy. Vhodný způsob pro čištění představují košíčkové filtry v externím nebo interním provedení (obrázek 6, 7). Narozdíl od samočisticích filtrů se v nich neztrácí voda, která by odváděla nečistoty. Sofistikovanější možností jsou samočisticí filtrační jednotky, také externí nebo interní, napojené na kanalizaci. Fungují na principu válce či desky tvořené sítím, přes které protéká znečištěná voda. Zbytková voda pak odnáší zachycené nečistoty do kanalizace. [7] [15]



Obrázek 6 - Externí košíčkový filtr [17]



Obrázek 7 - Interní košíčkový filtr [15]

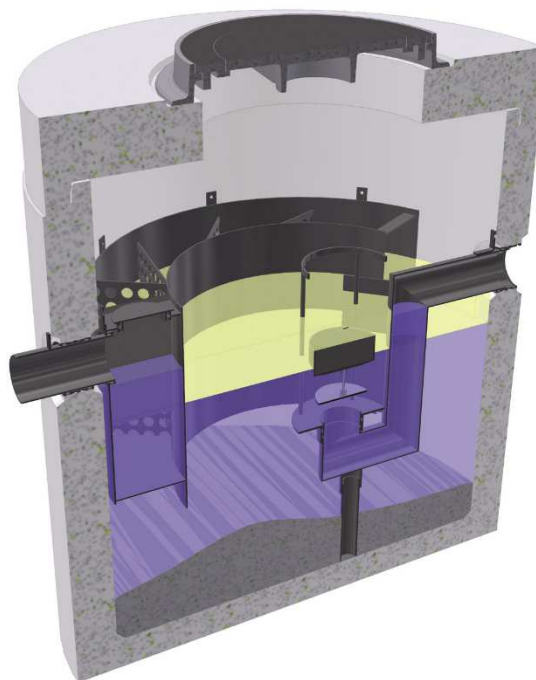
V samotné nádrži se na sací potrubí umísťuje sací filtr, který zachytí i jemné částice. Na výtlačné vedení se pak za čerpadlo montuje jemný filtr se zpětným proplachem. Tyto opatření ochraňují čerpadlo a výtlačkové armatury před poškozením a ucpáním. [7] [15]



Obrázek 8 - Jemný filtr se zpětným proplachem [15]

1.7.2 Čištění pomocí sedimentace

Tato metoda je založená na gravitační separaci látek. K zadržování usaditelných nečistot slouží kalové jímky či usazovací nádrže umístěné před nádrží na dešťovou vodu. Nejčastěji jde o kaly, hlínu, písek a posypové látky. Na podobném principu fungují i odlučovače lehkých kapalin, kterými jsou uhlovodíky nerozpustné ve vodě (obrázek 8). Patří mezi ně pohonné hmoty, ředidla a maziva. Odlučovače navrhujeme pro dešťové vody odtékající z dopravních komunikací, parkovišť a průmyslových ploch. [7]



Obrázek 9 - Odlučovač lehkých kapalin [18]

1.8 Nádrže na dešťovou vodu

Zásobníky dešťové vody dělíme dle umístění a druhu použitého materiálu. Každá taková nádrž má obsahovat přítokové potrubí přivádějící vodu přes filtr. Přívod se opatřuje uklidňujícím prvkem, který usměrňuje proud vody směrem od dna. Pokud se z nádrže bude voda čerpat, pak se do zásobníku umístí ponorné čerpadlo nebo sací hadice. Důležitou součástí je přepad pro odvod přebytečné dešťové vody. Dále je dělíme podle účelu. Můžou sloužit pouze jako retence pro zpomalení odtoku vody nebo jako akumulární nádrž pro zpětné využití dešťové vody. [12]

1.8.1 Velikost nádrží

Velikost nádrže se odvíjí od velikosti odvodňované plochy a účelu jejího použití. V případě zpětného využívání záleží i na předpokládané spotřebě vody. Záleží také na vydatnosti srážek v určité lokalitě. Další odstavec se věnuje zásobníkům pro akumulaci.

V praxi se ukázaly tři týdny jako doba, během níž téměř s jistotou přijde déšť. Proto se ve výpočtu objemu uvažuje spotřeba dešťové vody na tři týdny. Dalším vstupním faktorem je množství vody, které můžeme bezpečně odvádět do kanalizace nebo vsaku. Při silných příválových deštích může dojít k přeplnění nádrže, proto se zásobníky osazují bezpečnostním přepadem. Hrubou představu o objemu si lze představit podle následujícího vzorce. Doporučený

objem dešťové vody pro využívání jednou osobu je 1 m³ na zmíněné tři týdny. Při zalévání zahrady připadá na každých 100 m² asi 1 m³ vody za stejné časové období. Podle těchto doporučení si tak můžeme udělat rychlou představu o velikosti nádrže, kterou budeme potřebovat. [15] [19]

1.8.2 Umístění akumulčních nádrží

Nádrže se rozdělují na povrchové a podpovrchové, případně umístěné uvnitř objektu. V ideálním případě by měla nádrž být v chladném místě, kde není vystavena slunečnímu záření. Vyšší teploty přispívají k růstu mikroorganismů a dochází k rychlému znehodnocení vody.

Nádrže umístěné na povrchu jsou levnější a snadno se instalují. Velkou nevýhodou je přímé působení povětrnostních podmínek. Teplo a sluneční záření rychle zhoršují kvalitu vody, a proto by se neměla skladovat příliš dlouho. V zimních měsících pak voda zamrzá, takže není možné čerpání, a navíc snadno dojde k poškození nádrže. [12] [20]

Podzemní zásobníky většinou vyžadují použití stavební techniky pro výkopové práce a umístění nádrže. Také je nutné dodržet odstup od základů objektu. Umístění pod zemí ale přináší nesporné výhody. Voda se zde pomaleji kazí a nedochází k zamrznutí. Takový zásobník pak nezabírá místo a přístupný může být pomocí vstupní šachty. [12] [20]

Umístění ve sklepech se nedoporučuje z důvodů vyšší teploty a potřebného velkého prostoru. Hrozí také nebezpečí úniku vody. Pokud zde chceme vodu skladovat, neměla by teplota přesáhnout 18 °C. [15]

1.8.3 Materiál nádrží

Materiály vybíráme podle velikosti, účelu a umístění nádrže. Obecně se používají plastové, betonové, sklolaminátové a ocelové.

Plastové zásobníky patří mezi nejčastější. Výhodou je jejich vysoká odolnost proti korozi, malá hmotnost, velká pevnost a široké možnosti přizpůsobení různým podmínkám a požadavkům. Snadno se montují a udržují. Běžně se vyrábí z polyetylenu, polypropylenu nebo zesíleného plastu skelnými vlákny. Dále se rozdělují na monolitické (obrázek 10), které jsou zhotoveny z jednoho kusu materiálu a svařované. Ty se skládají ze svařovaných kusů plastu a jsou poměrně náchylné k popraskání ve spojovaných místech. [12] [21]



Obrázek 10 - Monolitická plastová nádrž [22]

Betonové nádrže jsou díky svému materiálu těžké, a to se promítá i do vyšší ceny. S tím souvisí i dražší doprava a montáž. Dosahují větší odolnosti proti vnějšímu tlaku a jsou tak vhodné pro umístění pod pojezdové plochy. Existují zásobníky skládané z jednotlivých skruží, které ale během let často začnou propouštět vodu. Monolitické betonové jímky jsou v tomto ohledu mnohem spolehlivější (obrázek 11). Betonové zásobníky jsou schopné přirozeně neutralizovat kyselou vodu. [12] [21]



Obrázek 11 - Monolitická betonová nádrž [23]

Sklolaminátové nádrže jsou relativně odolné, vzhledem ke svojí nízké hmotnosti. Dále patří mezi jejich výhody pružnost materiálu. Ostatní vlastnosti už ale tak dobré nejsou. Často disponují poměrně úzkým vstupem pro potřeby údržby a sklolaminátový materiál postupem času lehce praská. Oprava je pak poměrně nákladná a náročná. Oproti plastovým a betonovým zásobníkům nejsou tak odolné. Proto tyto nádrže nejsou příliš často využívány. Na obrázku 12 je zobrazena rozměrná sklolaminátová nádrž pro retenci vody v místě budoucí silniční křižovatky. [12] [21]



Obrázek 12 - Sklolaminátová retenční nádrž [24]

1.9 Čerpací zařízení dešťové vody pro zpětné využití

Vodu lze z nádrží čerpat v podstatě dvěma metodami. Jde o výtlač nebo o sání.

Vodu můžeme vytlačovat z nádrže pomocí ponorného čerpadla, umístěného asi dvacet centimetrů nad dnem zásobníku. Pokud se jedná o variantu s plavoucím sáním, tak leží přímo na dně nádrže (Obrázek 13). Používají se často u systémů zavlažování zahrady. [9] [12]



Obrázek 13- Ponorné čerpadlo s plavoucím sáním [25]

Pro sání vody je určeno nasávací čerpadlo, které se nachází nejlépe do deseti metrů od zásobníku. Na něj se připojuje sacím vedením opatřeným sacím košem a zpětnou klapkou. Sání pak může být díky ohebné hadici a plováku plovoucí (Obrázek 14, 15) nebo ve formě potrubí, odebírající vodu u dna. Plovákový spínač zajišťuje vypnutí čerpadla, pokud je nedostatek vody. Zařízení umístěné mimo nádrže bývá méně náchylné k poruchám, a především má lepší přístupnost než ponorné varianty. Nasávací čerpadla se často nachází ve speciálních řídicích jednotkách, o kterých pojednává následující kapitola. [9] [12]



Obrázek 14 - Plovoucí sací koš [26]



Obrázek 15 - Sací čerpadlo [27]

1.10 Doplnění vody do systému

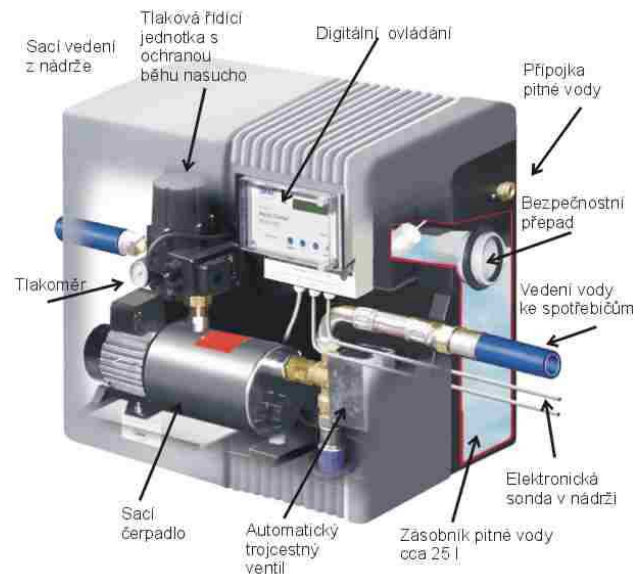
V případě, že dešťovou vodu ze zásobníku rozvádíme dovnitř domu a používáme ji na splachování, praní a jiné činnosti, musíme při jejím nedostatku nahradit pitnou vodou. Pro tento účel slouží řídicí jednotky. Při návrhu systémů doplňující pitnou vodu z řadu musíme splnit normu ČSN EN 1717. Tento předpis stanovuje, že užitková voda se nesmí nikdy dostat do systému pitné vody. [12] [28]

Nejjednodušší způsob představuje dopouštění pitné vody z řadu přímo do zásobníku dešťové vody. Zařízení funguje na principu elektromagnetického ventilu na přívodním potrubí, kterým se při nedostatku vody v nádrži doplní pitná voda. Ventil je připojen k plovákovému spínači, který hlídá hladinu v zásobníku. Celá tato sestava se jednoduše zapojí do zásuvky a funguje automaticky. Příklad zařízení lze vidět na obrázku 16. [12] [29]



Obrázek 16 - Sestava pro dopouštění nádrží [29]

Druhý způsob doplňuje vodu podobně, ale efektivněji. Zjišťuje tím menší spotřebu pitné vody. Jako příklad je uvedena provozní a monitorovací jednotka AS-RAINMASTER FAVORIT, která je použita v projektu. Jedná se o automatické zařízení, které mimo jiné obsahuje čerpadlo, přívod dešťové a pitné vody a zásobní nádržku. V automatickém režimu přivádí membránové čerpadlo dešťovou vodu z akumulární nádrže k výtokům. Při nedostatku vody se přepne elektrický třícestný kulový ventil na režim zásobování pitnou vodou. Hladinu vody v nádrži hlídá plovákový spínač. Voda z řadu je brána ze zásobní nádržky, umístěné přímo v automatické jednotce. Po naplnění akumulární nádrže na určitou úroveň dojde k přepnutí ventilu na standardní režim doplňování dešťovou vodou. K zabezpečení oddělení užitkové a pitné vody slouží zásobní nádržka v jednotce. Využita je jako zásobní a vyrovnávací nádrž pro zásobování pitnou vodou. Díky tomu je zamezeno styku pitné a užitkové vody. Příklad řídicí jednotky je uveden na obrázku 17. [12] [28]



Obrázek 17 - Řídicí jednotka [31]

2 Praktická část rešerše

V praktické části rešerše se zaměřuji na návrh zpětného využití dešťových vod ve zvoleném objektu. Součástí této části je výpočet velikosti nádrže na dešťovou vodu, množství srážkových vod, dimenzování dešťové kanalizace a rozvodů dešťové vody v objektu. Odvodňovanou plochou pro účel akumulace je plochá střecha bytového domu. Dešťová voda zachycena v nádrži bude primárně využívána pro splachování WC. Právě na splachování se totiž spotřebuje v domácnostech nejvíce pitné vody. Dále bude možné vodu využít na zalévání zahrady pomocí vodních zásuvek pro napojení zahradní hadice.

2.1 Identifikační údaje stavby

Účel stavby: Stavba pro bydlení

Název stavby: Bytový dům v Praze Libuši

Místo stavby: Na Močále 994/15, Praha-Libuš

Pozemek: č. 391/18

Výměra pozemku: 585 m²

2.2 Popis stavby

Řešeným objektem je novostavba bytového domu s podzemními garážemi a třemi nadzemními podlažími. Nachází se na rovinatém terénu. Pozemek je využit jako zahrada pro byty v přízemí. Půdorysné rozměry budovy jsou 15,4 x 14,45 m², nejvyšší bod se nachází ve výšce 10,25 m nad úrovní terénu. Střecha je navržena jako plochá s atikou. V domě je celkem šest bytových jednotek, na každém patře dvě. V podzemním podlaží je technická místnost.

2.3 Potřeba vody na splachování WC

Při stanovení potřeby předpokládám celkový počet obyvatel 18. Dále vycházím z předpokladu, že dešťová voda bude primárně využívána pro splachování WC. Průměrná denní spotřeba vody na osobu na splachování WC je dle odhadů PVK maximálně 26 litrů v kategorii domácnosti. Při zohlednění správného používání dvoutlačítkového splachovače a na základě vlastního odhadu uvažuji denní spotřebu 20 litrů na osobu na splachování WC. Níže jsou uvedeny výpočty celkové denní a roční spotřeby vody na splachování pro celý bytový dům. [6]

Celková denní potřeba vody na splachování

$$Q_{s,d} = n \cdot q = 18 \cdot 20 = 360 \text{ l}$$

q potřeba vody na splachování wc = 20 l/os · den

n počet osob = 18

Celková roční potřeba vody na splachování

$$Q_{s,r} = n \cdot q \cdot 365 = 18 \cdot 20 \cdot 365 = 131400 \text{ l}$$

2.4 Dešťová kanalizace

2.4.1 Výpočet odtoku srážkových vod ze střechy

$$Q_r = i \cdot A \cdot C \text{ [l/s]}$$

Q_r odtok srážkových vod [l/s]

i intenzita deště = 0,03 l/(s · m²)

A půdorysný průmět střechy = 222,54 m²

C součinitel odtoku srážkových vod = 1

$$Q_r = 0,03 \cdot 222,54 \cdot 1 = 6,67 \text{ l/s}$$

2.4.2 Návrh střešních vpustí

Vpust	i [l/s.m ²]	A [m ²]	C [-]	Q _r [l/s]
V1	0,03	104,74	1	3,14
V2	0,03	117,8	1	3,53

Tabulka 4 - Průtok střešními vpustími

=> Návrh střešních vpustí V1 a V2: DN 100, svislá střešní vpust TOPWET TWE 110 S

2.4.3 Návrh vnitřního dešťového odpadního potrubí

Potrubí	i [l/s.m ²]	A [m ²]	C [-]	Q _r [l/s]
D1	0,03	104,74	1	3,14
D2	0,03	117,8	1	3,53

Tabulka 5 - Průtok dešťovým odpadním potrubím

=> Návrh dešťového odpadního potrubí D1 a D2: DN 100, potrubí Pipelife MASTER 3 PLUS 110x3,0 mm, izolace tl. 30 mm

2.4.4 Návrh vnitřního dešťového svodného potrubí

Sklon potrubí 2 %. Hydraulická kapacita svodného potrubí odpovídá průtoku při stupni plnění 70 %. Návrh dimenze dle ČSN 75 670 (tab. 12). Potrubí je opatřeno izolací tloušťky 30 mm. [32]

Svodné potrubí SV1 navazující na odpadní D1 je dimenzováno na průtok $Q_r = 3,14$ l/s.

Hydraulická kapacita dešťového odpadního potrubí pro DN 100 je $Q_{max} = 5,9$ l/s > 3,14 l/s.

=> Návrh potrubí: DN 100, potrubí Pipelife HT PP 110x2,7 mm

Svodné potrubí SV2 navazující na odpadní D2 je dimenzováno na průtok 3,53 l/s

Hydraulická kapacita dešťového odpadního potrubí pro DN 100 je $Q_{max} = 5,9$ l/s > 3,53 l/s.

=> Návrh potrubí: DN 100, potrubí Pipelife HT PP 110x2,7 mm

Svodné potrubí po spojení obou předchozích je dimenzováno na průtok:

$$Q_r = SV1 + SV2 = 2,69 + 3,53 = 6,22 \text{ l/s}$$

Hydraulická kapacita dešťového odpadního potrubí pro DN 125 je $Q_{max} = 9,6$ l/s > 6,67 l/s.

=> Návrh potrubí: DN 125, potrubí Pipelife HT PP 125x3,1 mm

2.5 Nádrž na dešťovou vodu

Pro výpočet objemu zásobníku jsou využity dva rozdílné přístupy, na základě kterých je proveden návrh konkrétní nádrže na dešťovou vodu. Prvním způsobem je výpočet objemu retenční nádrže dle ČSN 75 6760, který počítá s dobou trvání srážek a příslušnými návrhovými úhrny srážek. Druhý způsob spočívá ve využití výpočtu objemu nádrže na dešťovou vodu na portálu TZB-info. Tento výpočet zohledňuje spotřebu vody a množství využitelné srážkové vody. Na základě těchto přístupů k výpočtu objemu nádrže navrhnu odpovídající akumulární nádrž na dešťovou vodu. Zásobník bude opatřen přepadem, který odvádí vodu do vsaku (Pro návrh vsakovacího objektu je potřeba provést hydrogeologický průzkum, výpočet vsakovacího objektu není součástí BP). Při obou výpočtech uvažuji hodnotu regulovaného odtoku 0,5 l/s. [32] [33]

2.5.1 Návrh objemu retenční nádrže dle ČSN 75 6760

Návrhové úhrny srážek pro výpočet uvažuji podle tabulek A.1 a A.2 ČSN 75 9010 pro místo Praha-Hostivař, které je nejbližší místu stavby. [32] [36]

Výpočet objemu retenční nádrže je proveden podle vztahu:

$$V_r = \frac{w \cdot h d}{1000} \cdot (A_{red} + A_r) - \frac{Q d}{1000} \cdot t_c \cdot 60 \text{ [m}^3\text{]}$$

V_r retenční objem [m³]

- h_d návrhový úhrn srážek podle tabulek A.1 a A.2 ČSN 75 9010 [mm]
 w součinitel stoletých srážek podle tabulky 14 ČSN 75 6760 = 1
 A_{red} redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy = 222,54 m²
 A_r plocha hladiny retenční nádrže = 0 m²
 Q_d regulovaný odtok do vsakovacího objektu = 0,5 l/s
 t_c doba trvání srážek podle tabulek A.1 a A.2 ČSN 75 9010 [min]
 (periodicita $p = 0,2 \cdot \text{rok}^{-1}$)

Doba trvání srážek t_c	Návrhové úhrny srážek h_d	Retenční objem V_r
[min]	[mm]	[m ³]
5	11,3	2,36
10	16,5	3,37
15	19,5	3,89
20	21,1	4,10
30	23,2	4,26
40	24,7	4,30
60	26,9	4,19
120	30,6	3,21
240	36,6	0,94
360	42,5	-1,34
480	43,2	-4,79
600	43,8	-8,25
720	44,5	-11,70
1080	46,4	-22,07
1440	4,9	-42,11
2880	58,9	-73,29
4320	62,5	-115,69

Tabulka 6 - Výpočet retenčního objemu

Výpočet objemu retenční nádrže je uveden v tabulce. Za návrhový objem se považuje největší hodnota V_r v tabulce. Vypočtený objem pro návrh retenční nádrže $V_r = 4,3 \text{ m}^3$. [32]

2.5.2 Návrh nádrže na dešťovou vodu dle výpočtu na portálu TZB-info

Tento výpočet uvádí výsledky pro množství zachycené srážkové vody, objem akumulací nádrže dle spotřeby vody a objem nádrže dle využitelného množství srážkové vody. Na základě výsledků je pak určen potřebný objem nádrže, který je menší z hodnot obou vypočtených objemů. Výpočet zohledňuje potřebnou zásobu vody na období, kdy neprší, pomocí koeficientu z . Za tuto dobu se považují 3 týdny. [33]

Výpočet množství zachycené srážkové vody

$$Q = \frac{j \cdot P \cdot f_s \cdot f_f}{1000} \text{ [m}^3\text{/rok]}$$

Q množství zachycené srážkové vody [m³/rok]

j množství srážek = 583 mm/rok

P využitelná plocha střechy = 222,54 m²

f_s koeficient odtoku střechy (plochá střecha, hydroizolační fólie z polymeru) = 0,7

f_f koeficient účinnosti filtru mechanických nečistot = 0,9

$$Q = \frac{583 \cdot 222,54 \cdot 0,7 \cdot 0,9}{1000} = 81,74 \text{ m}^3\text{/rok}$$

Výpočet objemu nádrže dle spotřeby

$$V_v = \frac{n \cdot S_d \cdot R \cdot z}{1000} \text{ [m}^3\text{]}$$

V_v objem nádrže dle spotřeby [m³]

n počet obyvatel = 18

S_d spotřeba vody na obyvatele = 20 l

(uvažuji hodnotu denní spotřeby vody na splachování)

R koeficient využití srážkové vody = 1

(všechna srážková voda bude primárně využita na splachování)

z koeficient optimální velikosti = 20 (období bez srážek jsou maximálně 3 týdny)

$$V_v = \frac{18 \cdot 20 \cdot 1 \cdot 20}{1000} = 7,2 \text{ m}^3$$

Výpočet objemu nádrže dle množství srážkové vody

$$V_p = z \cdot \frac{Q}{365} \text{ [m}^3\text{]}$$

V_p objem nádrže dle množství využitelné srážkové vody [m³]

Q množství odvedené srážkové vody [m³/rok]

z koeficient optimální velikosti = 20

$$V_p = 20 \cdot \frac{81,74}{365} = 4,5 \text{ m}^3$$

Pro návrh objemu nádrže na dešťovou vodu V_N se vybere menší z hodnot V_v (objem nádrže dle spotřeby) a V_p (objem nádrže dle množství využitelné srážkové vody).

$$V_N = \min (V_v; V_p) = \min (7,2; 4,5) = 4,5 \text{ m}^3$$

Podle tohoto přístupu je navržený objem nádrže $4,5 \text{ m}^3$. Tato hodnota odpovídá množství využitelné srážkové vody.

2.5.3 Návrh retenční nádrže

Výsledkem metody návrhu dle ČSN 75 6760 je objem nádrže $4,3 \text{ m}^3$. Tuto hodnotu uvažuji jako minimální objem, aby bylo možné pojmout množství srážkových vod ze střechy objektu za dodržení uvedeného regulovaného odtoku do vsaku. Tento přístup však nezohledňuje zpětné využívání dešťové vody.

Výsledkem druhé metody je objem $4,5 \text{ m}^3$. Tato metoda přihlíží k zpětnému využívání dešťové vody, a proto беру tento výsledek za vhodnější pro návrh. Hodnota $4,5 \text{ m}^3$ je větší než minimální objem vypočítaný v předešlé metodě a tuto hodnotu tak použiji pro návrh konkrétního zásobníku. Voda potřebná na splachování je dle předchozího výpočtu $7,2 \text{ m}^3$ na období, kdy nebude pršet. Dešťová voda zachycená v nádrži tedy nebude stačit a bude muset být po vyčerpání nádrže nahrazena vodou pitnou. Přibližná hodnota doplněné pitné vody pro splachování na uvažované 2-3 týdny suchého období je celkem $2,7 \text{ m}^3$ na objekt.

K výše navrženému objemu přidávám rezervu $1,5 \text{ m}^3$. Navrhuji podzemní nádrž na dešťovou vodu Ozeanis 6000 od výrobce Gera Tec GmbH s objemem 6 m^3 . Nádrž je nabízena v sadě s kompletním příslušenstvím na webu Dešťovka.eu. Pro tuto sadu je možné využít Dotační program Dešťovka. [26] [34]

2.6 Řídící jednotka

Provoz celého systému zajišťuje řídící jednotka. Navrhuji jednotku AS-RAINMASTER FAVORIT 20. Umístěna bude v podzemních garážích. Na nádrž se napojuje sacím potrubím. Čerpadlo pro výtlač dešťové vody se nachází v jednotce. Maximální výtlač je 15 m a maximální průtok má 80 l/s . Při nedostatku vody se přepne elektrický třístavý kulový ventil na režim zásobování pitnou vodou. Hladinu vody v nádrži hlídá plovákový spínač. Voda z řady je brána ze zásobní nádržky, umístěné přímo v automatické jednotce. Doplněná pitná voda je měřena společným vodoměrem před jednotkou. [28]

2.7 Rozvod dešťové vody

Rozvody dešťové vody jsou navrženy dle normy ČSN 75 5455. Použito je potrubí od společnosti Pipelife. Vnitřní rozvody jsou z potrubí PP-R. Rozvody umístěné v zemi, které vedou k nádrži a k vodním zásuvkám jsou z potrubí PE 100RC RC1. Maximální rychlost proudění uvažují dle výrobce 2 m/s. Pracovní izometrie viz příloha 5. Připojovací potrubí WC má rozměr 20x2,8 mm. Výpočet dimenzí je uveden v následujících tabulkách. [35]

Výpočet stoupacího potrubí dešťové vody

Potrubí Pipelife PP-R S3,2 (PN16)												
Výpočtový průtok Q_v												
větev	NP	Úsek	Q_{Ai}	0,15	0,2	0,3	0,4	1	Q_D	w_{skut}	DN	Dxt
			Q_{Ai}^2	0,0225	0,04	0,09	0,16	1				
				počet	počet	počet	počet	počet	l/s	m/s	mm	mm
V2	3	2,1-2,2		1					0,15	0,92	15	20x2,8
V2	2	2,2-2,3		2					0,21	1,30	15	20x2,8
V2	1	2,3-2,4		3					0,26	1,60	15	20x2,8
V3	3	3,1-3,2		1					0,15	0,92	15	20x2,8
V3	2	3,2-3,3		2					0,21	1,30	15	20x2,8
V3	1	3,3-3,4		3					0,26	1,60	15	20x2,8

Tabulka 7 - Výpočet stoupacího potrubí dešťové vody

Výpočet ležatého potrubí dešťové vody v 1 PP

Potrubí Pipelife PP-R S3,2 (PN16)-uvnitř budovy/PP100RC-v zemi											
Výpočtový průtok Q_v											
Úsek	Q_{Ai}	0,15	0,2	0,3	0,4	1	Q_D	w_{skut}	DN	Dxt	
	Q_{Ai}^2	0,0225	0,04	0,09	0,16	1					
		počet	počet	počet	počet	počet	l/s	m/s	mm	mm	
3,4-2,4		3					0,26	1,60	15	20x2,8	
2,4-1		6					0,37	1,44	20	25x3,5	
1-2					2		0,57	1,34	25	32x4,4/32x3,0	
1-3		6			2		0,67	1,60	25	32x4,4/32x3,0	

Tabulka 8 - Výpočet ležatého potrubí dešťové vody v 1 NP

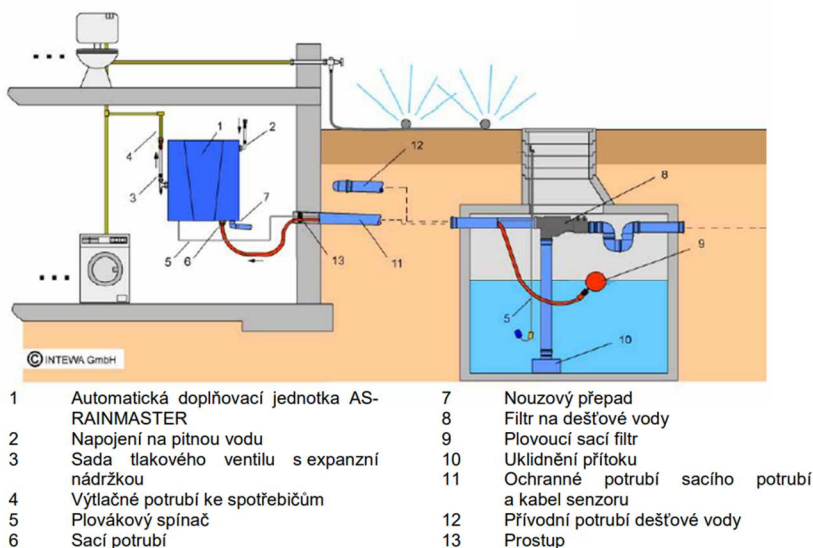
2.8 Systém využití dešťové vody

Systém využití srážkových vod je koncipován tak, že dešťová voda je odváděna do podzemní akumulací nádrže dešťovým potrubím přes podzemní garáže. Přepad z nádrže je odveden do vsaku. Samotná nádrž obsahuje hladinoměr a filtrační sestavu. Odtud je voda čerpána pomocí čerpadla v řídicí jednotce do nádržek WC a k vodním zásuvkám. Jde o plně automatickou provozní a monitorovací jednotku s čerpadlem, ovládáním a



Obrázek 18 - Sestava pro zpětné využití dešťové vody [26]

s integrovaným automatickým doplňováním pitné vody. Hladinoměr snímá množství vody v nádrži a při jeho nedostatku řídicí jednotka přepne na zásobování pitnou vodou z řadu. Na obrázku 18 vidíme navrženou sestavu pro používání dešťové vody a schéma systému na obrázku 19. [28]



Obrázek 19 - Systém využití řídicí jednotky [28]

Výkresy rozvodů dešťové vody jsou součástí projektové dokumentace v praktické části. Další informace jsou uvedeny v příloze technické listy výrobců.

2.9 Závěr

V praktické části se ukázalo, že množství zachycené dešťové vody nebude stačit na spotřebu pro splachování WC. Stále se ale jedná o značnou úsporu pitné vody. Pro pokrytí celé spotřeby by tak byla nutná větší odvodňovaná plocha.

Vhodný systém hospodaření s dešťovou vodou v obytných budovách bych shrnul asi takto. Voda ze střechy a ostatních vhodných ploch se odvádí do akumulární nádrže. Odtud je čerpána a použita místo vody pitné, například pro splachování WC, praní, úklid a zalévání. Přebytečná voda pak odtéká do vsakovací nádrže. Pro efektivní nakládání s dešťovou vodou je nutné tuto skutečnost řešit už v rámci projektu stavby.

Závěrem bych uvedl, že správné hospodaření s dešťovou vodou by mělo být samozřejmostí. V porovnání s ostatními oblastmi se nám nabízí poměrně velké množství vody, které nám doslova spadne z nebe. Byla by tak škoda ji nadále nechat téct do kanalizace. Využívání dešťové vody se ale stále více rozvíjí a mělo by tak tomu být i v budoucnu.

3 Seznam obrázků

Obrázek 1- Rozdělení zásob vody na Zemi [3]	4
Obrázek 2- Průměrný roční úhrn srážek za období 1991-2020 [4]	5
Obrázek 3 - Vsakovací systém STROMBOX I [14]	6
Obrázek 4- Graf spotřeby vody v domácnostech podle činností [12].....	7
Obrázek 5 – Znečištění dešťové vody [16]	10
Obrázek 6 - Externí košíkový filtr [17]	11
Obrázek 7 - Interní košíčkový filtr [15]	11
Obrázek 8 - Jemný filtr se zpětným proplachem [15]	11
Obrázek 9 - Odlučovač lehkých kapalin [18]	12
Obrázek 10 - Monolitická plastová nádrž [22]	14
Obrázek 11 - Monolitická betonová nádrž [23]	14
Obrázek 12 - Sklolaminátová retenční nádrž [24]	15
Obrázek 13- Ponorné čerpadlo s plavoucím sáním [25]	15
Obrázek 14 - Plovoucí sací koš [26]	16
Obrázek 15 - Sací čerpadlo [27]	16
Obrázek 16 - Sestava pro dopouštění nádrží [29]	16
Obrázek 17 - Řídící jednotka [31]	17
Obrázek 18 - Sestava pro zpětné využití dešťové vody [26]	25
Obrázek 19 - Systém využití řídicí jednotky [28]	25

4 Seznam tabulek

Tabulka 1- Průměrná spotřeba vody [6]	5
Tabulka 2- Modelové situace s kalkulací provozních nákladů a návratnosti při využití zařízení pro hospodaření s dešťovými vodami [10]	9
Tabulka 3- Chemické složení srážek v ČR [15].....	9
Tabulka 4 - Průtok střešními vpustmi	19
Tabulka 5 - Průtok dešťovým odpadním potrubím	19
Tabulka 6 - Výpočet retenčního objemu	21
Tabulka 7 - Výpočet stoupacího potrubí dešťové vody	24
Tabulka 8 - Výpočet ležatého potrubí dešťové vody v 1 NP	24

5 Seznam použitých zdrojů

- [1] Voda v přírodě. smvak [online]. [vid. 10.4.2022]. Dostupné z: <https://smvak.cz/voda-v-prirode>
- [2] JELÍNEK, Jan. Hydrosféra. In: geologie.vsb [online]. nedatováno. [vid. 10.4.2022]. Dostupné z: <http://geologie.vsb.cz/jelinek/tc-hydrosfera.htm>
- [3] Voda na Zemi. is.muni [online]. [vid. 10.4.2022]. Dostupné z: https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pdf/ps14/fyz_geogr/web/pages/07-voda.html
- [4] Územní srážky. chmi [online]. [vid. 10.4.2022]. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky>
- [5] V Česku prší stále stejně. Je ale tepleji a mění se rozložení a síla deště. ct24.ceskatelevize [online]. [vid. 20.4.2022]. Dostupné z: <https://ct24.ceskatelevize.cz/domaci/2180350-v-cesku-prsi-stale-stejne-je-ale-tepleji-a-meni-se-rozlozeni-a-sila-deste>
- [6] Spotřeba vody. pvk [online]. [vid. 12.4.2022]. Dostupné z: <https://www.pvk.cz/vse-o-vode/pitna-voda/spotreba-vody/>
- [7] Srážkové vody a urbanizace krajiny. Profesis [online]. [vid. 12.4.2022]. Dostupné z: <https://profesis.ckait.cz/dokumenty-ckait/tp-1-20/tp-1-20-1/>
- [8] SAMEK, Ondřej. Hospodaření s dešťovou vodou podle zákona – jak se dotýká stavebníků v praxi? In: tzb-info [online]. [vid. 12.4.2022]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/10517-hospodareni-s-destovou-vodou-podle-zakona-jak-se-dotyka-stavebniku-v-praxi>
- [9] ŠÁLEK, Jan a kol. Voda v domě a na chatě. Praha: Grada Publishing a.s., 2012. ISBN 978-80-247-3994-6
- [10] VYUŽITÍ SRÁŽKOVÝCH VOD – SOUČASNÝ STAV A TRENDY. asio [online]. [vid. 20.4.2022]. <https://www.asio.cz/cz/998.vyuziti-srazkovych-vod-soucasny-stav-a-trendy>
- [11] Využití srážkových vod. vsb [online]. [vid. 20.4.2022]. Dostupné z: <http://zasobovanivodou.vsb.cz/index.php/osnova-prednasek/6-vyuziti-srazkovych-vod>
- [12] DVOŘÁKOVÁ, Denisa. Využívání dešťové vody (II) - možnosti použití dešťové vody a části zařízení. In: tzb-info [online]. [vid. 20.4.2022]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3962-vyuzivani-destove-vody-ii-moznosti-pouziti-destove-vody-a-casti-zarizeni>
- [13] Úprava dešťové vody. vodaservis [online]. [vid. 20.4.2022]. Dostupné z: <https://www.vodaservis.cz/uprava-destove-vody-cc>
- [14] Vsakování a retence. pipelife [online]. [vid. 22.4.2022]. Dostupné z: https://www.pipelife.cz/Budovy/Destova_voda_a_odvodneni/Vsakovani_a_jimani_destovych_vod/Vsakovani_a_retence.html

- [15] DVOŘÁKOVÁ, Denisa. Využívání dešťové vody (I) - kvalita a čištění. In: tzb-info [online]. [vid. 22.4.2022]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3902-vyuzivani-destove-vody-i-kvalita-a-cisteni>
- [16] Znečištění srážkových vod. tzb-info [online]. [vid. 22.4.2022]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/141-znecisteni-srazkovych-vod>
- [17] Filtrace dešťové vody. belis [online]. [vid. 22.4.2022]. Dostupné z: <https://www.belis.cz/10-detail-vyuziti-destove-vody-filtrace-destove-vody>
- [18] Odlučovače ropných látek. dubar [online]. [vid. 22.4.2022]. Dostupné z: <https://www.dubar.cz/nas-sortiment/odlucovace-ropnych-latek-a-tuku/odlucovace-ropnych-latek>
- [19] Jak vybrat velikost retenční nádrže na vodu? zakra [online]. [vid. 22.4.2022]. Dostupné z: <https://zakra.cz/blog/jak-vybrat-velikost-retencni-nadrze-na-vodu/>
- [20] Retenční nádrže na vodu: Je lepší nadzemní, nebo podzemní? zakra [online]. [vid. 22.4.2022]. Dostupné z: <https://zakra.cz/blog/retencni-nadrz-na-vodu-je-lepsi-nadzemni-nebo-podzemni-nadrz/>
- [21] Jaký materiál retenční nádrže vybrat? zakra [online]. [vid. 22.4.2022]. Dostupné z: <https://zakra.cz/blog/jaky-material-retencni-nadrze-vybrat/>
- [22] Podzemní nádrže na dešťovou vodu. dešťovka.eu [online]. [vid. 28.4.2022]. Dostupné z: <https://eshop.destovka.eu/podzemni-nadrz-na-destovou-vodu-atlantis-5-3-m3/>
- [23] Pravoúhlé nádrže nízké a vysoké. prefa [online]. [vid. 28.4.2022]. Dostupné z: <https://www.prefa.cz/nadrze-a-prostorove-prefabrikaty/nadrze-2/pravouhle-nadrze/pravouhle-nadrze-nizke-a-vysoke/>
- [24] Retenční nádrž. siluet-plast [online]. [vid. 28.4.2022]. Dostupné z: <https://www.siluett-plast.cz/cz/reference/20.retencni-nadrz-95-m3/>
- [25] Sady-zalévání. dešťovka.eu [online]. [vid. 28.5.2022]. Dostupné z: https://eshop.destovka.eu/sada-profi-nadrz-na-vodu-eco-5000/?gclid=Cj0KCQjw1N2TBhCOARIsAGVHQc4lfBASOdBEj3Xkfin-XCog2qJsSws8O1MAAtNPak6kvgYZhfWWjgfkAAnuCEALw_wcB
- [26] Sady-zalévání a WC. dešťovka.eu [online]. [vid. 28.4.2022]. Dostupné z: <https://eshop.destovka.eu/sezstava-nadrz-ozeanis-6000-s-jednotkou-rainmaster-eco-10/>
- [27] Zahradní čerpadlo. gardena [online]. [vid. 28.4.2022]. Dostupné z: <https://www.gardena.com/cz/produkty/zavlahy/čerpadla/zahradni-čerpadlo-3000-4/970443101/>
- [28] Materiály AS-RAINMASTER. asio [online]. [vid. 28.4.2022]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/materialy-as-rainmaster>
- [29] Čerpadla a vodárny. dešťovka.eu [online]. [vid. 28.4.2022]. Dostupné z: <https://eshop.destovka.eu/sezstava-pro-dopousteni-nadrzi/>
- [30] Čerpadla a vodárny. dešťovka.eu [online]. [vid. 28.4.2022]. Dostupné z: <https://eshop.destovka.eu/sezstava-pro-dopousteni-nadrzi/>

- [31] Čerpání dešťové vody. belis [online]. [vid. 20.4.2022]. Dostupné z:
<https://www.belis.cz/10-detail-vyuziti-destove-vody-filtrace-destove-vody>
- [32] ČSN 75 670. Vnitřní kanalizace
- [33] Výpočet objemu nádrže na dešťovou vodu. tzb-info [online]. [vid. 10.4.2022].
Dostupné z: <https://www.belis.cz/59-detail-cerpaci-technika-vodarny-a-cerpadla-cerpaci-jednotky-destove-vody>
- [34] dotacedestovka [online]. [vid. 10.4.2022] Dostupné z:
<https://www.dotacedestovka.cz/>
- [35] ČSN 75 5455. Výpočet vnitřních vodovodů
- [36] ČSN 75 9010. Vsakovací zařízení srážkových vod

6 Seznam příloh

Příloha 5: Pracovní izometrie – dešťová voda