

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ

V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



**NÁVRH ZDRAVOTNÍ TECHNIKY
V MATEŘSKÉ ŠKOLCE**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vypracoval:

Jan Nguyen

Vedoucí práce:

Ing. Ilona Koubková, Ph.D.

Rok:

2022/2023

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Nguyen	Jméno: Jan	Osobní číslo: 495034
Zadávací katedra: Katedra technických zařízení budov		
Studijní program: Stavební inženýrství		
Studijní obor/specializace: Konstrukce pozemních staveb		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Návrh zdravotní techniky v mateřské školce	
Název bakalářské práce anglicky: Water supply and sewerage instalation in kindergarten	
Pokyny pro vypracování: 1) Zpracujte projektovou dokumentaci ZTI (kanalizace a vodovod) v mateřské škole na úrovni rozšířené dokumentace pro stavební povolení. Zpracujte zadáné výkresy v měřítku 1:50 - 1:100, situaci 1:400-1:500, zadáné výpočty DN a technickou zprávu. 2) Rešerše na téma zpětné využití dešťových vod se zaměřením na daný objekt	
Seznam doporučené literatury: Energetické a ekologické systémy budov 1 - Zdravotní technika a vytápění: prof. Ing. Karel Kabele, CSc. a kol. Zdravotně technické instalace: Jakub Vrána, Zdeněk Žabička Zdravotnětechnická zařízení budov: Jaroslav Valášek a kol.	
Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Ilona Kouřková, PhD.	
Datum zadání bakalářské práce: 20.02.2023	Termín odevzdání BP v IS KOS: 22.5.2023
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného sk. roku	
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 nutné 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>	
23.2.2023	
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

Čestné prohlášení

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

V Praze dne

Podpis

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucí bakalářské práce paní Ing. Iloně Koubkové, PhD. za cenné rady, konzultace a dohled. Také bych rád poděkoval mé rodině a přátelům za jejich podporu.

Abstrakt

Cílem bakalářské práce je návrh zdravotní techniky v objektu mateřské školky. Práce se skládá z teoretické části a praktické části. První polovina teoretické části se zabývá možnostmi a způsoby využití dešťové vody. V druhé polovině teoretické části se aplikují teoretické poznatky a je navržen způsob využití dešťových vod v zadaném objektu. Praktická část obsahuje projektovou dokumentaci vodovodu a kanalizace na úrovni rozšířené dokumentace pro stavební povolení.

Klíčová slova

Dešťová voda, pitná voda, filtrace, vsakování, akumulční nádrž, zpětné využití, srážky

Abstract

The aim of the bachelor thesis is the design of sanitary plumbing in a kindergarten building. The thesis consists of a theoretical part and a practical part. The first half of the theoretical part deals with the possibilities and methods of rainwater utilization. In the second half of the theoretical part, the theoretical knowledge is applied and a method of rainwater use in the specified object is proposed. The practical part contains the project documentation of the water supply and sewerage system at the level of the extended documentation for the building permit.

Key words

Rainwater, drinking water, filtration, seepage, storage tank, reuse, rainfall

Obsah:

1	Teoretická část rešerše	1
1.1	Úvod.....	1
1.2	Hydrosféra.....	2
1.3	Spotřeba pitné vody.....	3
1.4	Dešťové srážky.....	4
1.5	Hospodaření s dešťovou vodou.....	4
1.6	Možnosti využití srážkových vod	5
1.7	Druhy srážkových vod	7
1.8	Znečištění srážkových vod.....	8
1.9	Čištění srážkových vod	9
1.9.1	Čištění filtrací	9
1.9.2	Čištění sedimentací.....	12
1.10	Likvidace srážkových vod.....	13
1.10.1	Vsakování	13
1.10.2	Retence.....	15
1.11	Akumulace srážkových vod	16
1.11.1	Velikost akumulčních nádrží	16
1.11.2	Umístění akumulčních nádrží	16
1.11.3	Materiál akumulčních nádrží	17
1.12	Čerpadla.....	18
1.12.1	Ponorná čerpadla.....	18
1.12.2	Sací čerpadla	19
1.13	Doplnění vody do systému	20

2	Praktická část rešerše	21
2.1	Využití dešťové vody v mateřské školce Měšice	21
2.2	Identifikační údaje stavby	21
2.3	Popis objektu.....	21
2.4	Roční odtok dešťových srážek	21
2.5	Průměrný měsíční odtok dešťových srážek	22
2.6	Bilance potřeby vody na zalévání	22
2.7	Porovnání potřeb s odtokem dešťové vody.....	23
2.8	Dešťová kanalizace	24
2.8.1	Výpočtový odtok srážkových vod ze střechy	24
2.8.2	Odpadní potrubí	24
2.8.3	Svodné potrubí.....	24
2.9	Metody návrhu akumulčních nádrží.....	25
2.9.1	Návrh dle ČSN 75 6760.....	25
2.9.2	Návrh dle kalkulačky z webu rainshop.cz	26
2.9.3	Návrh akumulčních nádrží	28
3	Závěr	28
4	Seznam obrázků.....	29
5	Seznam tabulek	29
6	Seznam grafů	29
7	Seznam použitých zdrojů.....	30

1 Teoretická část rešerše

1.1 Úvod

Voda je jeden z nejdůležitějších zdrojů na Zemi. Společně se vzduchem tvoří základní předpoklad k životu na naší planetě. Obklopuje nás ve všech možných formách, jaké si lze představit. V domácnostech je používána na vaření a sprchování. Využití najde i při výrobě oblečení či elektroniky. Elektřina, která je vytvořena z vodní energie, se používá na osvětlení našich měst nebo napájení našich elektronických zařízení. Nezbytná je také při produkci potravin v zemědělství, kde se spotřebuje většina zásob vody. Voda spojuje naši společnost a překonává hranice zemí i kontinentů, provází nás od začátku naší existence.

Vlivem změny klimatu se začíná více řešit problém s nedostatkem vody a jejím využitím. Dopady má na všechny regiony světa, hladina moří stoupá a ledovce na pólech tají. Klimatické změny mění charakter počasí a vody na celém světě. Způsobují nedostatek vody a sucha v některých oblastech a zároveň záplavy v jiných. Při současné situaci se předpokládá, že s pokračujícím vlivem změn klimatu se budou podmínky dále zhoršovat.

Voda, která pokrývá 70% naší planety se může zdát, jako neomezený zdroj, ale to je zcela nesprávný předpoklad. Sladká voda, kterou pijeme, je velmi vzácná. Pouhé 3% z celkových zásob vody je voda pitná, a většina z těchto zásob pitné vody jsou ukryty v zamrzlých ledovcích, nebo nám jsou nedostupné. V důsledku toho nemá přístup k pitné vodě zhruba 2 miliardy obyvatel na Zemi podle studie WHO z roku 2021. Lze konstatovat, že problém je globální a je potřeba ho řešit, ačkoliv v České republice se tento problém zatím tolik neprojevuje.

Je zásadní, aby naše společnost začala aktivněji řešit tento problém. V posledních letech se však již ukazuje, že lidé si těchto problémů více všimají. Snaží se je řešit různými způsoby, jako například využitím dešťové vody. Historie ukazuje, že jsme schopni překonat i ty nejtěžší problémy, kterým čelíme. Věřím, že dokážeme najít řešení i pro tuto výzvu.

Cílem mé práce je zpracování možností hospodaření s dešťovou vodou a jejím zpětným využitím, především z důsledku úspory pitné vody. Praktická část se věnuje konkrétnímu návrhu v objektu mateřské školky.

1.2 Hydrosféra

Vodní obal Země neboli hydrosféra zahrnuje veškerou vodu ve všech místech a skupenstvích na naší planetě. Podle skupenství se dá voda rozdělit na pevnou, kapalnou a plynnou. Podle výskytu se rozděluje na povrchovou, podpovrchovou, v zemské atmosféře a na vodu obsaženou v živých organismech. Voda na zemi je z 97% slaná voda pocházející z oceánů. Z celkové zásoby sladké vody je přibližně 69% tvořena ledovci a 30% je podzemní voda. Povrchová sladká voda tvoří necelé 1% a většina z této vody je uložena v jezerech. Na obrázku č. 1 je podrobněji zobrazeno rozdělení zásob vody. [1] [2]



Obrázek 1 - Rozložení vody na Zemi [3]

Z uvedených informací je zřejmé, že sladká voda tvoří malý zlomek všech zásob a je velmi vzácná. Voda vyskytující se v oceánech obsahuje tolik soli, že není možné jí využívat. Jedním z možných řešení, která se nám nabízejí je odsolování oceánské vody. Tento proces už se v některých oblastech aplikuje, velkým průkopníkem této metody je Izrael, země nacházející se v suché pouštní oblasti Blízkého východu. Tato metoda je

však energeticky mimořádně náročná, tudíž stále není ekonomicky výhodná pro masovou adopci. [4]

1.3 Spotřeba pitné vody

Průměrná denní spotřeba vody v ČR se pohybuje kolem 90 litrů za osobou na den. Až polovinu této vody spotřebujeme na osobní hygienu, a pouze desetinu využíváme na vaření a pití. [5]

Způsob využití	Průměrná denní spotřeba na osobu v litrech
Osobní hygiena včetně mytí rukou	36
Splachování	23
Praní a úklid	13
Vaření, mytí nádobí	8
Pití	4
Zalévání a ostatní	5

Obrázek 2 – Průměrná denní spotřeba vody v ČR [5]

Z dat ministerstva zemědělství lze vyčíst, že v roce 1989 byla denní spotřeba obyvatele ČR 171 l/os/den. Oproti tomu v roce 2019 byla spotřeba 90,6 l/os/den, což je pokles skoro o polovinu. Průměrná denní spotřeba se také liší podle regionů. V Praze je největší průměrná denní spotřeba, což je dáno skutečností, že je zde největší životní úroveň, s kterou se zvyšuje i spotřeba vody. [6]

Ve srovnání se státy Evropy se řadíme do skupiny států s nejnižšími hodnotami denní spotřeby, vedle států jako je Slovensko, Estonsko či Malta. Naopak nejvyšší spotřebu na osobu má Švýcarsko, kde se v průměru spotřebuje kolem 300 l/os/den. Evropský průměr se pohybuje kolem 150-200 l/os/den. [6]

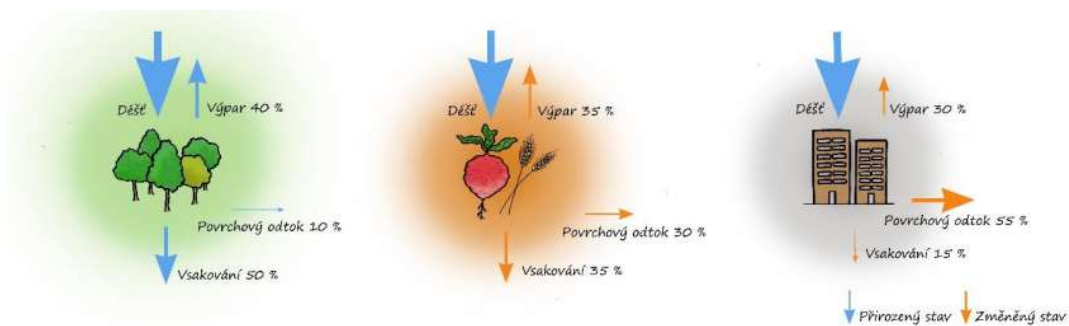
1.4 Dešťové srážky

Roční úhrn dešťových srážek v České republice se pohybuje kolem 600-700 mm. Přesněji, dle dat Českého hydrometeorologického ústavu z roku 1961-2020, je průměrný roční úhrn srážek roven hodnotě 673 mm. [7]

Charakter srážek se v průběhu roku mění, to je dáno naším podnebím, ale v posledních letech se tyto změny projevují víc než dříve. S rostoucí teplotou se u nás více potýkáme se suchem, a naopak v některých oblastech jsou stále častější přívalové deště. Tyto změny se ale nedějí pouze u nás, je to důsledek globálního oteplování. Stejně problémy lze pozorovat i u našich evropských sousedů a ve světě. [8]

1.5 Hospodaření s dešťovou vodou

S narůstající urbanizací a neustálým rozšiřováním zastavěných oblastí se začal klást větší důraz na hospodaření s dešťovou vodou. Pro urbanizovaná území jsou typické vysoké podíly nepropustných ploch. Důsledkem je změna jednotlivých složek lokálního koloběhu vody, viz obrázek 3. Přirozené vsakování srážkové vody do půdního prostředí je tak značně omezené. To vede k negativním jevům jako je snížení hladiny podzemní vody nebo zhoršené mikroklima v těchto oblastech. Dochází ke snížení výparů, což se projevuje zvýšenou teplotou a vznikem tepelných ostrovů. [9]

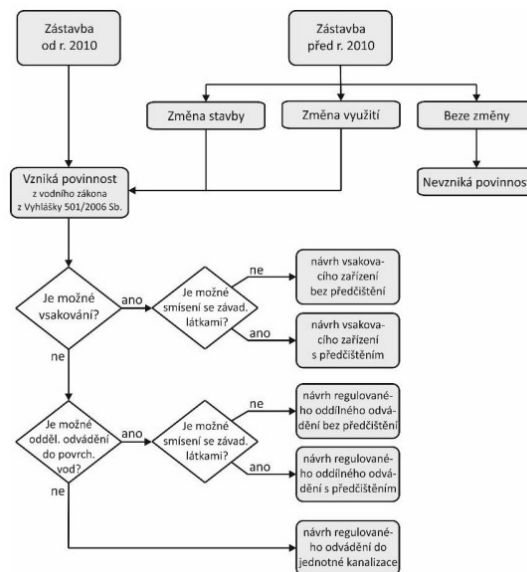


Obrázek 3 – Srovnání složek koloběhu vody v zalesněném, zemědělském a urbanizovaném prostředí [9]

Správné zacházení s dešťovou vodou má pozitivní dopad na městské prostředí a zlepšuje tím kvalitu života občanů různými způsoby. Motivace k hospodaření s dešťovou vodou jsou hlavně ekonomické, ekologické a bezpečnostní. Dešťová voda se dá efektivně

využit v domácnostech, čímž se můžou ušetřit náklady za odebranou pitnou vodu. Vsakováním se doplňují zásoby podzemní vody, kterých stále ubývá. Při deštích dochází k rychlému odtoku vody zpevněnými plochami do vodních toků, nebo do kanalizace, avšak ta často nedokáže zvládnout takový objem. V důsledku toho dochází při přivalových deštích k povodním. [10]

Vzhledem k výše zmíněným důvodům se nakonec problematika likvidace dešťových vod dostala do české legislativy. Dle Stavebního zákona (resp. Vyhláška 501/2006 Sb.) jsou stanoveny tři způsoby nakládání s dešťovou vodou. Pokud jsou splněny geologické podmínky, tedy dostatečně propustné podloží, je doporučeno nechat srážkovou vodu vsakovat. Při horších vsakovacích podmínkách je možné kombinovat vsakování s retencí a regulovaným odpouštěním. Pokud není možné vodu vsáknout, může se přejít pouze k retenci a regulaci odtoku. Dešťová voda by měla být odváděna z retenčních nádrží prioritně do povrchových vod a dešťové kanalizace. Jako poslední možnost je odvádění regulovaného odtoku do jednotné kanalizace. [10] [11]



Obrázek 4 – Metodické nástroje pro hospodaření s dešťovou vodou [9]

1.6 Možnosti využití srážkových vod

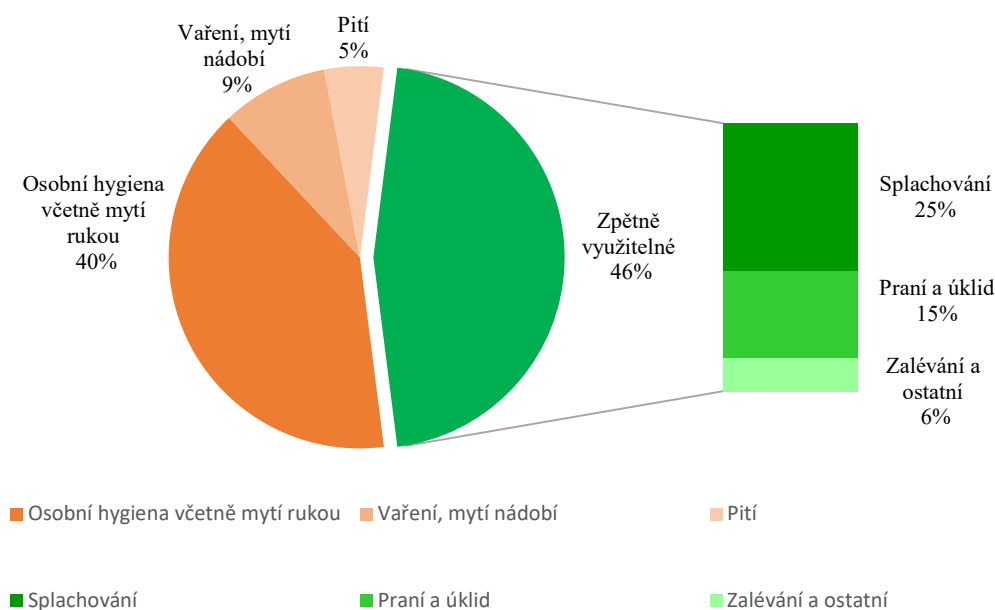
V současné době je pitná voda v České republice velmi levná, ale tato situace se však může rychle změnit. Na našem území se začíná pozitivně projevovat trend

zvýšeného zájmu o zpětné využití dešťových vod. To je způsobeno zejména českou legislativou, dále díky dotačním programům.

Dešťová voda se v současnosti dá využívat na mnoho účelů uvnitř i vně objektu. Hlavním využitím v objektu je splachování WC, které spotřebuje hodně vody. Z důvodu menších požadavků na kvalitu vody můžeme použít vodu srážkovou. Další možností je praní, kde se pozitivně projevují vlastnosti srážkové vody, jako je její měkkost, díky které se lépe rozpouští prací prostředky. [12]

Využití mimo objekt je hlavně v zavlažování. Srážkové vody mají nižší koncentraci soli, díky čemuž nedochází k zasolování půdy. Další možností je použití této vody na mytí automobilů. [12]

Obrázek 5 vychází z předpokladů kapitoly 1.3 Spotřeba pitné vody. Jsou převzaty jednotlivé hodnoty a procentuální zastoupení daných činností. Z diagramu je patrné, že až 46% z celkové spotřeby lze pokrýt pomocí dešťových vod. Při průměrné spotřebě 90 litrů na osobu za den, lze ušetřit až 40 litrů pitné vody na osobu za den. Z výše zmíněného je patrné, že zpětné využití vody nemá pouze ekologické důsledky, ale též ekonomické. [5] [12]



Graf 1 - Pitná voda nahraditelná dešťovou vodou

Jak již bylo řečeno, existují různé dotační programy na zpětné využití dešťových vod. V minulosti byl vyhlášen program Dešťovka, který už je ukončen. Je nahrazen novým programem Nová zelená úsporám. Dotace je zaměřena na efektivní zachytávání a využití dešťové vody. Program nabízí až 55 000 Kč dotaci při využití na zálivku zahrady u stávajících rodinných domů. Dále až 65 000 Kč při využití dešťové vody jako užitkové (pro splachování) i na zálivku. Částka dotace závisí na konkrétním opatření a velikosti nádrže. [13]

1.7 Druhy srážkových vod

Při návrhu vsakovacích zařízení je důležité brát v úvahu míru znečištění, včetně dopadu sezónních vlivů, jako je např. spad listů. Dle ČSN 75 9010 se srážkové vody, které se odvádějí do vsakovacích zařízení, dělí podle koncentrace znečišťujících látek na dvě kategorie.

a) „Srážkové povrchové vody přípustné

Jedná se o povrchový odtok z následujících ploch:

- zatravněných ploch, luk a kulturní krajiny s možným odtokem srážkových vod do odvodňovacích systémů
- střech o redukované ploše $A_{red} < 200\text{m}^2$
- teras v obytných částech a jim podobných ploch
- komunikací pro pěší a cyklisty
- vjezdů do individuálních garáží a příjezdů k rodinným domům a stavbám pro individuální rekreaci

b) „Srážkové povrchové vody podmíněčně přípustné

Jedná se o povrchový odtok z následujících ploch:

- střech o redukované odvodňované ploše $A_{red} \geq 200\text{m}^2$
- pozemních komunikací pro motorová vozidla
- parkovišť motorových vozidel do 3,5t a autobusů
- letištních ploch pro startování a přistávání letadel
- komunikací průmyslových a zemědělských areálů“

U přípustných srážkových povrchových vod je povoleno provádět vsakování bez dalších opatření. Při návrhu vsakování pro podmíněčně přípustné srážkové povrchové

vody je nezbytné použít vhodný způsob předčištění, který je přizpůsoben druhu znečištění a typu vsakovacího zařízení. V rámci výrazně znečištěných ploch norma nedoporučuje vsakování srážkových povrchových vod. Výjimečně, se souhlasem vodoprávního úřadu, je možné povolit vsakování při účinném předčištění. Standardně jsou však srážkové vody z těchto ploch po předčištění odváděny do kanalizační sítě. Za výrazně znečištěné plochy se považují např. plochy opraven vozidel, autobazarů nebo plochy pro hospodaření s odpady. [14]


1.8 Znečištění srážkových vod

Pro stanovení míry znečištění v dešťovém odtoku je podstatná délka bezdeštného období, intenzita srážek a objem dešťového odtoku. Znečištění zachycené srážkové vody může pocházet ze tří základních zdrojů.

Prvním z nich je znečištění v atmosférických srážkách. Charakteristické je pro urbanizované oblasti, průmyslové aglomerace a kolem dálnic. Látky obsažené v atmosféře mohou být přenášeny na velké vzdálenosti, což se projevuje ve složení dešťové vody, která je ovlivněná jak vlivy ze vzdálených oblastí, tak i lokálním znečištěním. Velkou část znečištění představují kyseliny a kyselinotvorné látky jako je kyselina sírová nebo dusičná. Tyto látky pocházejí zejména z antropogenních zdrojů, přičemž spalování fosilních paliv je hlavním zdrojem těchto kyselin. Dále jsou to těžké kovy ve formě emisí z průmyslu a spaloven. Kromě toho jsou v dešti obsaženy organické látky jako je uhlovodík, který pochází z výfukových plynů motorových vozidel.

Dalším zdrojem znečištění můžou být nečistoty z organických látek, které se na střeše usazují. Jde např. o pyl, listí, ptačí trus nebo prach. Během deště jsou tyto látky odváděny společně se srážkovou vodou.

Při interakci dešťové vody s různými povrchy, po kterých stéká, dochází ke znečištění srážkové vody. To je posledním zdrojem znečištění. Částice krytin střech, cihel nebo jiných materiálů se vlivem opotřebení uvolňují do dešťového odtoku. Příkladem jsou v minulosti hojně využívané eternitové střechy, které uvolňovaly škodlivé látky do srážkové vody. Tyto střechy už jsou však legislativou zakázané. Volí se vhodnější materiály, které nejsou člověku nebezpečné. [15] [16]

Typ plochy	Míra znečištění srážkového odtoku	Klasifikace znečištění srážkového odtoku
<ul style="list-style-type: none"> • vegetační střechy (bez hnojení a postřiků); střechy z inertních materiálů; • střechy s plochou neošetřených kovových částí do 50 m²; • komunikace pro pěší a cyklisty; • málo frekventovaná parkoviště os. aut; • málo frekventované dopravní komunikace (příjezdy k domům)^a. 		nizké
<ul style="list-style-type: none"> • střechy s plochou neošetřených kovových částí 50-500 m²; • středně frekventované dopravní 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 dopravní komunikace^c; • plochy u skladů, manipulační plochy*); • komunikace zemědělských areálů*); • parkoviště nákladních aut (nejsou součástí veřejných komunikací). 		VYSOKÉ

Obrázek 5 – Klasifikace znečištění srážkového odtoku podle typu plochy [13]

Při užívání dešťové vody je důležité zajistit, aby složení této vody neohrožovalo zdraví uživatele, kvalitu pitné vody, komfort při užívání vody a nepředstavovalo riziko pro kontaminaci životního prostředí, zejména půdy a podzemní vody. [16]

1.9 Čištění srážkových vod

Ačkoliv se může na první pohled jevit dešťová voda jako čistá, tak obsahuje mnoho nečistot, jak již bylo shrnuto v předchozí kapitole. V závislosti na plánované využití se volí způsob čištění. Pro využití na zalévání nebo mytí auta není potřeba speciální filtrace a stačí pouze, aby se do akumulární nádrže nedostávalo listů nebo jiné větší nečistoty. Pokud by chtěl uživatel využívat dešťovou vodu na praní, je potřeba využít kvalitnější filtrace. V zásadě rozlišujeme dva procesy čištění, jde o filtraci a sedimentaci. Sedimentace standardně probíhá v akumulární nádrži. Pro filtraci se využívají 2 druhy filtrů v závislosti na jejich umístění - interní a externí filtry. [16]

1.9.1 Čištění filtrací

Filtrace v místě sběrné plochy

Hrubé nečistoty jsou zachyceny v místě sběrné plochy, tedy na střeších. U plochých střech jsou k tomuto účelu využívány střešní vpusti. Součástí těchto zařízení je

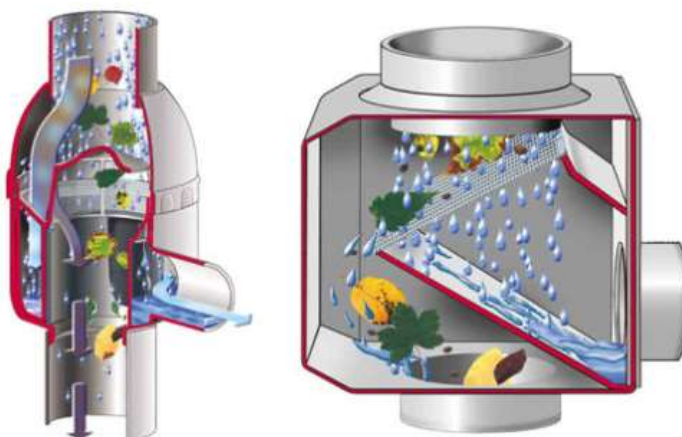
ochranný koš, který zachycuje větší nečistoty jako je např. spadané listí. U šikmých střech se často využívá okapní síťka, která chrání okap před ucpáním a dalším poškozením. [17]



Obrázek 6 – Okapní síťka [17]

Okapové filtry

Okapové filtry se instalují na okapové svody v místě odbočky. Podobně jako u střešních vpustí je jejich funkcí zachycení hrubších nečistot. I když jemné částice, jako je prach a písek, se částečně zachytí na filtru, část z nich projde a usadí se na dně nádrže. Nečistoty se odplaví zbytkovou vodou do kanalizace, viz. obrázek 7. [16]



Obrázek 7 – Okapové filtry [16]

Lapač splavenin

Geiger neboli lapač splavenin je připojen v patě odpadního dešťového potrubí. Vně konstrukce je košík, který zachytává nečistoty. Součástí je i zápachový uzávěr, který brání šíření zápachu z kanalizace. [18]



Obrázek 8 – Lapač střešních splavenin [18]

Filtrační podokapový hrnec

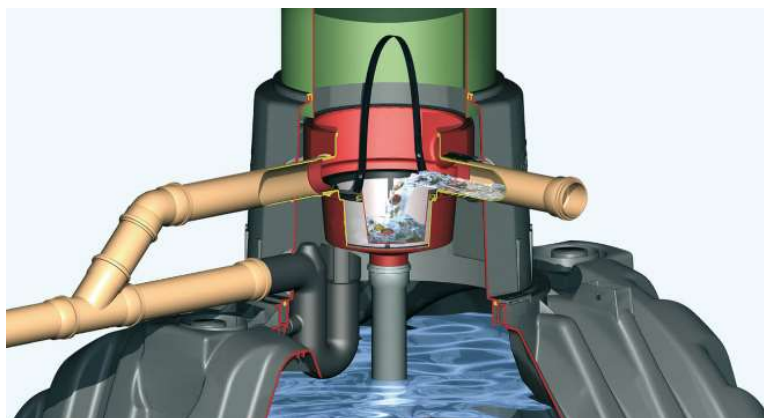
Další možností filtrace pod svodem je filtrační podokapový hrnec, který je určen pro vodu na zavlažování či na vsakování. Konstrukce je zapuštěná na vrstvě štěrku nebo betonu. Obsahuje sítko, na kterém je umístěna vrstva kačírku. Dešťová voda tak stéká po kačírku, kde zůstávají nečistoty a poté vede přes sítko do svodného potrubí. [16]



Obrázek 9 – Filtrační podokapový hrnec [19]

Košíčkové filtry

Výhoda těchto filtrů je jejich 100% výtěžnost přefiltrované srážkové vody. Rozlišujeme 2 druhy podle místa osazení. Košíčky externí, které mají bezpečností přepad a jejich součástí může být i vlastní filtrační šachta. Druhou možností jsou košíčky interní, které jsou součástí akumulární nádrže. Nedílnou složkou tohoto košíčku je přepadový sifon, který odvádí vodu ven z košíčku v případě plné nádrže. [16]

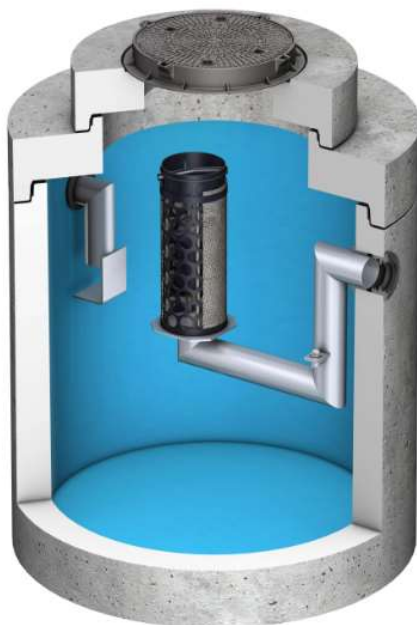


Obrázek 10 – Košíčkový filtr interní [20]

Existují také samočistící filtry, které mají přepad rovnou na veřejnou kanalizaci. Výtěžnost těchto filtrů je kolem 90 % podle typu filtrační vložky. Samočistící filtry se jako u košíčkových filtrů dělají ve variantě externí a interní. [16]

1.9.2 Čištění sedimentací

Tato metoda funguje na principu gravitační separace (koalescence) látek, kde dochází k sedimentaci pevných částic a vyplavání lehkých látek. Součástí těchto zařízení jsou i odlučovače lehkých kapalin. Odlučovače se využívají v případě, kdy je potřeba odvést vodu znečištěnou lehkými kapalinami, jako jsou pohonné hmoty, ředidla, maziva atd. Typické jsou pro parkoviště, čerpací stanice nebo autoservisy. Separace probíhá v několika krocích. Nejprve se oddělí lehké kapaliny, které stoupají k hladině. Sedimenty jako je např. písek naopak klesají na dno. Následně dochází dočištění jemně rozptýlených kapek na koalescenčním filtru. Tímto je zabráněno kontaminaci povrchových a spodních vod, což má velký dopad na ochranu životního prostředí. [15] [21]



Obrázek 11 – Odlučovač lehkých kapalin [21]

1.10 Likvidace srážkových vod

Dle Stavebního zákona (resp. Vyhláška 501/2006 Sb.) jsou majitelé staveb povinni likvidovat dešťovou vodu na pozemku stavby, jak již bylo řečeno v kapitole 1.5 Hospodaření s dešťovou vodou. [15]

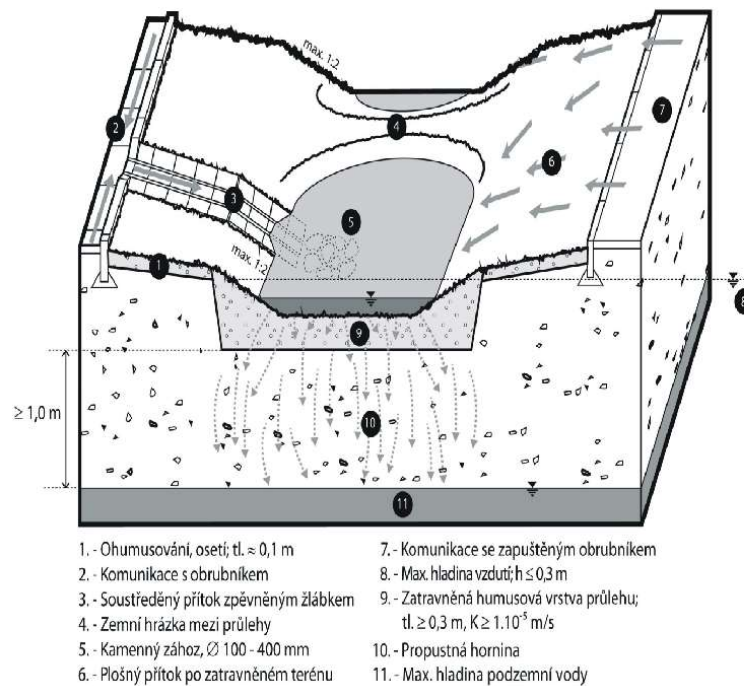
1.10.1 Vsakování

Preferovaným řešením likvidace dešťové vody dle ČSN 75 9010 je vsakování. To však není možné na každém pozemku. Nejprve se zhotoví geologický průzkum, kde se posuzuje, zda je možné toto řešení aplikovat v dané lokalitě. V průzkumu se posuzuje např. sklon terénu, propustnost podloží nebo úroveň hladiny podzemní vody a také řada dalších faktorů. Podle způsobu vsaku rozlišujeme povrchové a podzemní vsakování. [14]

Povrchové vsakování

Jedním z nejvíce využívaných způsobů povrchového vsakování je plošné vsakování. Srážkový odtok se odvádí na plochu, kde probíhá vsak. Plocha je tvořena

zatravněnou humusovou vrstvou, která filtruje dešťové srážky. V lokalitách s nedostatečnou plochou se využívá vsakovací průleh. Průleh je mělký zatravněný objekt, kde probíhá krátkodobá retence vody, dokud se nevsákne. Vsakovací průleh se také využívá v místech, kde je méně propustná plocha. [15]



Obrázek 12 – Průleh [21]

Podzemní vsakování

Tradiční metodou, která se využívá zejména u menších staveb je drenáž. Drenážní trubky jsou uloženy v zemi v nezámrazné hloubce. Retenční prostor je vytvořen ze štěrkového podloží, kde se využívá jeho pórovitých vlastností. Srážkový odtok se do tohoto prostoru dostane pomocí drenážních trubek, které jsou v mírném spádu. Výhody tohoto řešení jsou levné náklady, nízká náročnost výstavby a malá plošná náročnost. Součástí drenážního systému jsou revizní šachty, pomocí kterých lze čistit drenážní trubky. [23]

Vsakovací bloky jsou účinným řešením v malých prostorech nebo při nižší propustnosti podloží. Představují alternativu řešení oproti tradičním drenážním systémům. Bloky jsou vyrobené z plastu a jejich montáž je technologicky velmi

jednoduchá. Z důvodu ochrany jsou obalené geotextilií, a poté se usazují na štěrkovém podkladu. Výhodou je, že nejsou viditelné na povrchu. Vhodné jsou i pod zpevněné plochy jako jsou parkoviště či chodníky. Dešťová voda se do bloků dostane z podzemního potrubí. Velmi důležité je zadržení nečistot před vtokem, jelikož se díky tomu výrazně zvyšuje životnost a efektivita. Pokud je prvek součástí systému zpětného využití dešťové vody, doporučuje se instalace bezpečnostního přepadu, který v případech velkých dešťů svede srážkový odtok do dešťové kanalizace. [23]



Obrázek 13 – Vsakovací blok [24]

Další volbou je využití vsakovacích šachet. Šachty vodu zachytávají a následně jí pomalu vsakují do podloží. Vsakování může probíhat dvěma způsoby, a to buď vertikálně přes perforovanou stěnu skruže, nebo horizontálně přes propustné dno, které je tvořené z písčitého substrátu. [23]

1.10.2 Retence

Pokud nejsou splněny podmínky pro vsakování, volí se retenční systém pro regulovaný odtok dešťových srážek. Retenční nádrže mohou být podzemní, nebo povrchové, podobně jako tomu je u vsakování. Upřednostňují se povrchové objekty, které plní i estetickou funkci, ale jsou náročnější na plochu. Bezpečnostní přepad je nedílnou součástí těchto objektů, jelikož je tak chrání před velkými vodami. Dalším důležitým prvkem je zařízení pro regulaci odtoku. K omezení odtoku se využívá např. filtrační lože.

Dešťová nádrž s biotopem může být příkladem retenčního objektu. Udržuje se zde stálé naplnění. Biotop má funkci biologického čištění vody a současně je to estetický prvek. Tyto nádrže lze využívat i k letnímu koupání. Zvýšenou účinnost těchto objektů lze dosáhnout pomocí cirkulace vody přes biotop. [15] [25]



Obrázek 14 – Zahradní jezírko s biotopem [26]

1.11 Akumulace srážkových vod

Akumulační nádrže se využívají pro zpětné využití dešťové vody. Obsahují přítok, z kterého přiteče odfiltrovaná voda, nebo je filtr umístěn přímo v nádrži viz obrázek 10. Dále se zde nachází bezpečnostní přepad, stejně jako u retenčních nádrží, který má ochrannou funkci. [12]

1.11.1 Velikost akumulčních nádrží

Velikost nádrží se stanovuje podle velikosti střešní plochy nebo předpokládanou spotřebou dešťové vody. Na základě toho se zvolí menší z těchto dvou hodnot. [12]

1.11.2 Umístění akumulčních nádrží

Nádrže se dělí podle umístění na nadzemní a podzemní. Nadzemní nádrže jsou v blízkosti střešních okapů. Bývají náchylnější na vliv změn teplot a také na sluneční

záření. Vlivem tohoto záření se zde hromadí bakterie a voda je tím znehodnocena. Doporučují se tedy nádrže podzemní. Jejich nevýhoda je cena, jelikož jsou dražší než nádrže nadzemní. [12] [27]

1.11.3 Materiál akumulčních nádrží

Dalším možným dělení je podle jejich materiálu, který výrazně ovlivňuje jejich vlastnosti. Důležité při výběru nádrže je hlavně možná přítomnost spodní vody na pozemku a typ podloží. Používají se hlavně nádrže plastové, betonové a ocelové.

Nejčastějším řešením jsou nádrže plastové. Vyrábějí se z polypropylenu nebo polyethylenu. Při jejich umístění v zemi se využívá plast zesílený skelnými vlákny. Hlavní výhody těchto nádrží jsou odolnost proti korozi, menší hmotnost a jednoduchá údržba. Jsou velice variabilní, vyhotovují se v mnoha variantách jako např. monolitické, svařované nebo samonosné. [12] [28]



Obrázek 15 – Podzemní plastová nádrž [29]

Betonové nádrže jsou dražší díky dopravě a instalaci, která se dělá pomocí jeřábu. Často se využívají pod příjezdovými cestami z důvodu jejich vysoké statické účinnosti. Hlavní výhodou oproti plastovým nádržím je jejich vysoká odolnost proti spodní vodě. Z pohledu realizace rozlišujeme nádrže skružové a monolitické. Po delší době používání se u skružových nádrží často objevuje problém s nedostatečným těsněním v místě kontaktu. Naopak tento problém se u monolitických nádrží nevyskytuje. [12] [28]



Obrázek 16 – Prefabrikovaná betonová nádrž [30]

1.12 Čerpadla

Čerpadla jsou důležitou součástí sestav pro zpětné využití dešťové vody. Při výběru čerpadla se nejprve zvolí vhodný typ, dle požadovaného účelu. Rozlišujeme čerpadla ponorná a sací. Poté se určuje optimální výkon čerpadla, který zajistí zásobování vody do požadované výšky a vzdálenosti s dostatečným tlakem a dobrým průtokem vody. [12] [31]

1.12.1 Ponorná čerpadla

Jde o nejjednodušší způsob čerpání vody. Z bezpečnostních důvodů je opatřeno plovákovým spínačem, který vypne zařízení při nedostatku vody. Čerpadlo je umístěné cca 10 cm nad dnem nádrže. Na dno nádrže lze čerpadlo posadit pouze v případě, je-li vybaveno sacím košem na hadici s plovákem. Tyto čerpadla se využívají u systémů pro zavlažování zahrady. [12] [31]



Obrázek 17 – Ponorné čerpadlo s plovákovým spínačem [32]

1.12.2 Sací čerpadla

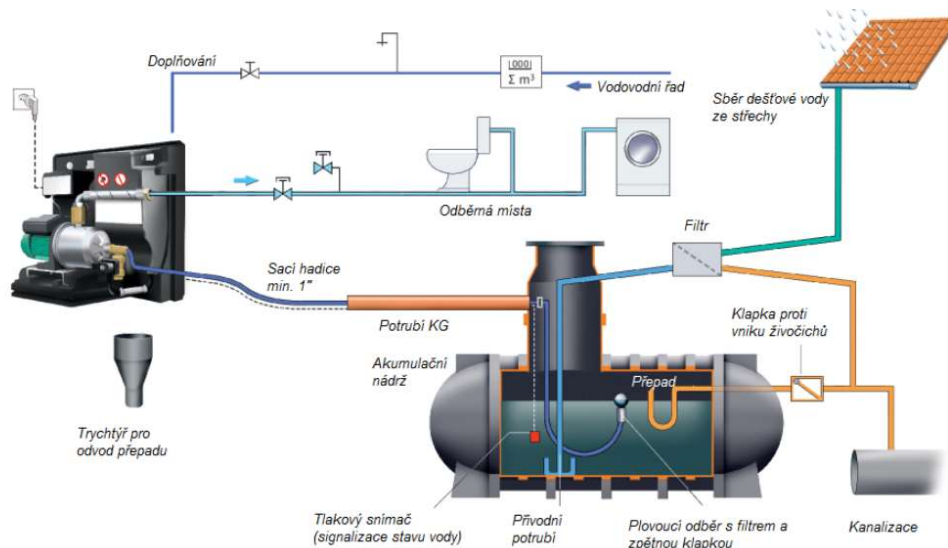
Na rozdíl od ponorných čerpadel jsou sací čerpadla umístěna mimo nádrž v suchém místě, ideálně do 10m od nádrže. Součástí čerpadla je sací vedení, které je opatřené zpětnou klapkou a sacím košem. Lze opatřit čerpadlo klasickým sacím košem, který je přibližně 10 cm nad dnem nádrže, nebo lze využít sacího koše s plovákem, který odebírá vodu cca 10 cm pod hladinou. Sací čerpadla jsou výkonnější a dovedou vyvést vodu do větších výšek a vzdáleností. Využití najdou v objektech, kde se využívá dešťová voda na splachování, či praní prádla. [12] [31]



Obrázek 18 – Sací čerpadlo [33]

1.13 Doplnění vody do systému

V případě zpětného využití dešťové vody uvnitř budovy pro účely splachování a praní je potřeba při nedostatku dešťové vody doplňovat vodou pitnou. Doplnění pitné vody může být přímo do akumulační nádrže, nebo do výtlačného potrubí tak, aby byla pitná a dešťová voda oddělena. Doplnění vody je zajištěno pomocí řídicích doplňovacích jednotek. Řídící jednotka detekuje množství vody v nádrži pomocí tlakového snímače a při nedostatku vody automaticky přepne na odběr z vodovodního řadu. Po dešti, kdy je nádrž doplněna, se opět automaticky přepne na dodávku vody z akumulační nádrže. [12] [34]



Obrázek 19 – Automatická řídicí jednotka WILLO [34]

2 Praktická část rešerše

2.1 Využití dešťové vody v mateřské školce Měšice

V praktické části rešerše se věnuji návrhu zpětného využití dešťové vody pro zvolený objekt. Mateřská školka má sedlovou střechu. Jelikož objekt disponuje velkou zahradou o velikosti 1700 m² a objekt je využíván pouze 5 dní v týdnu po dobu cca 8h denně, bude dešťová voda využívána pouze na zalévání zahrady.

2.2 Identifikační údaje stavby

Účel stavby: Mateřská škola

Název stavby: Mateřská školka Měšice

Místo stavby: Nosticova, Měšice 250 64

Pozemek: 23, 348 a 648.

2.3 Popis objektu

Řešeným objektem je stavba Mateřské školky v Měšicích. Stavba je na rovinném pozemku. Objekt je rozdělen na dvě nadzemní podlaží se společným vstupem z hlavního vchodu umístěném v 1. nadzemním podlaží na západní straně. Přístup do 2. nadzemního podlaží je umožněn pomocí schodiště a výtahu. Jednotlivá patra jsou rozdělena na dvě části, tedy jsou zde celkem 4 oddělení. Každé oddělení je zcela samostatně provozovatelné a plně vybavené. Obsahuje velkou hernu se spacím koutem, šatnu, umývárnu se záchody a nezbytné personální zázemí. V souladu s předpisy jsou zde i další prostory jako např. technická místnost, ředitelna apod.

2.4 Roční odtok dešťových srážek

Roční úhrn srážek je měřen v lokalitě Brandýs nad Labem, což je nejbližší stanice od posuzovaného objektu. Pro výpočet průměrných ročních srážek jsem zvolil posledních 10 let. Data jsou získána z Českého hydrometeorologického ústavu. [35]

Rok	Roční úhrn srážek [mm]
2013	745,8
2014	467
2015	488,5
2016	623,1
2017	624,3
2018	389,2
2019	481,8
2020	689,1
2021	680,1
2022	555,5
Roční ø za posledních 10 let	574,4

Tabulka 1 – Roční úhrn srážek v letech 2013-2022 [35]

$$Q_{pr} = u_{ro\check{c}} * A * C \text{ [m}^3\text{/rok]}$$

$$u_{ro\check{c}} = \text{průměrný roční úhrn srážek} = 574,4 \text{ mm/rok} = 0,574 \text{ m/rok}$$

$$A = \text{účinná plocha střechy (půdorysný průmět)} = 477,6 \text{ m}^2$$

$$C = \text{součinitel odtoku pro střechy s nepropustnou horní vrstvou} = 1$$

$$Q_{pr} = 0,574 * 477,6 * 1 = 274,1 \text{ m}^3\text{/rok}$$

2.5 Průměrný měsíční odtok dešťových srážek

$$Q_{m,pr} = \frac{Q_{pr}}{12} \text{ [m}^3\text{/měsíc]}$$

$$Q_{m,pr} = \frac{274,1}{12} = 22,84 \text{ m}^3\text{/měsíc}$$

2.6 Bilance potřeby vody na zalévání

Ve výpočtech budu dále uvažovat zahradu o výměře 1300m², jelikož na části zahrady budou pískoviště a jiné objekty, které se nebudou zalívat. Týdenní potřebu vody na závlahu uvažuji 25 l/m²/týden. Předpokládám, že se zahrada bude zalévat přibližně 5 měsíců v roce, tedy ~ 20 týdnů. [36]

Roční potřeba vody na zalévání zahrady

$$Q_z = A_z * t * q_z \text{ [m}^3\text{/rok]}$$

$$A_z = \text{část zahrady, která bude zalévána} = 1300 \text{ m}^2$$

$$t = \text{doba závlahy během týdnů sucha} = 20 \text{ týdnů}$$

$$q_z = \text{týdenní závlahová dávka} = 25 \text{ l/m}^2\text{/týden}$$

$$Q_z = A_z * t * q_z = 1300 * 20 * 25 = 650000 \text{ l} = 650 \text{ m}^3$$

2.7 Porovnání potřeb s odtokem dešťové vody

$$Q_{pr} = \text{roční odtok dešťových srážek} = 274,1 \text{ m}^3$$

$$Q_z = \text{roční potřeba vody na zalévání zahrady} = 650 \text{ m}^3$$

Porovnání potřeb

$$Q_z = 650 \text{ m}^3 > Q_{pr} = 274,1 \text{ m}^3$$

Potřebné množství vody z vodovodního řádu na dopuštění za rok

$$Q_{pot} = Q_z - Q_{pr} = 650 - 274,1 = 375,9 \text{ m}^3\text{/rok}$$

Roční potřeba vody na zalévání zahrady je vyšší než roční odtok dešťových srážek. Během roku bude nutné z vodovodního řádu dopustit 375,9 m³ za rok. Tento výpočet však není úplně přesný a je pouze orientační. Uvažuje se v něm, že všechny odtokové srážky se využijí na závlahu, což však ve skutečnosti nebude, jelikož se může stát, že se akumulární nádrže přeplní a část vody oteče přepadem do kanalizace. Další nepřesností je to, že se porovnává bilance potřeb na zalévání, která se spotřebuje v 5 měsících s celkovou bilancí srážek za celý rok. Nicméně závěrem lze jednoznačně určit, že pouze srážky nepokryjí celou potřebu zalévání pro tento objekt.

2.8 Dešťová kanalizace

Dešťovou kanalizací jsou odváděny dešťové vody ze sedlové střechy pomocí 4 svodných potrubí do 2 akumulčních nádrží. Následně jsou dešťové vody přepadem odváděny do splaškové kanalizace.

Odpadní potrubí jsou provedené z pozinkovaného plechu FeZn. Ležaté svodné potrubí uložené v zemi je provedeno z Pipelife PVC KG.

2.8.1 Výpočtový odtok srážkových vod ze střechy

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

$$I = \text{intenzita deště} = 0,03 \frac{1}{\text{s} \cdot \text{m}^2}$$

$$A = \text{půdorysný průmět střechy} = 477,6 \text{ m}^2$$

$$C = \text{součinitel odtoku srážkových vod} = 1$$

$$Q_r = 0,03 * 477,6 * 1 = 14,33 \text{ l/s}$$

2.8.2 Odpadní potrubí

$$\text{pro 4 svody: } \frac{Q_r}{4} = \frac{14,33}{4} = 3,58 \text{ l/s}$$

Navrhuji 4 svody jmenovité světlosti DN125 ($Q_{RWP,max} = 6 \geq 3,58 \text{ l/s}$)

2.8.3 Svodné potrubí

Svodné potrubí je vedeno min. 500 mm od základů.

1) Úsek D1+D2

$$D1 + D2 = 3,58 + 3,58 = 7,16 \text{ l/s}$$

Navrhuji potrubí DN150 ve sklonu 1 % ($Q_{ww,max} = 12,8 \geq 7,16 \text{ l/s}$)

2) Úsek D3+D4

$$D3 + D4 = 3,58 + 3,58 = 7,16 \text{ l/s}$$

Navrhují potrubí DN150 ve sklonu 1 % ($Q_{ww,max} = 12,8 \geq 7,16 \text{ l/s}$)

2.9 Metody návrhu akumulčních nádrží

Místo vsakovacího odtoku uvažují bezpečnostní přepad do jednotné kanalizace.

2.9.1 Návrh dle ČSN 75 6760

$$V_r = \frac{w * h_d}{1000} * (A_{red} + A_r) - \frac{Q_o}{1000} * t_c * 60 \text{ [m}^3\text{]}$$

A_r = plocha hladiny retenční nádrže (jen u povrchových) = 0 (podpovrchová)

w = součinitel stoletých srážek = 1

h_d = návrhový úhrn srážek podle tabulek A.1 a A.2 ČSN 75 9010 [mm]

A_{red} = redukovaný půdorysný průmět odvodňované pochy (uvažují polovinu celkové plochy, jelikož navrhují dvě nádrže) = 238,8 m²

A_r = plocha hladiny retenční nádrže (jen u povrchových) = 0 (podpovrchová)

Q_o = regulovaný odtok z retenční dešťové nádrže do kanalizace = 0,5 l/s

t_c = doba trvání srážek podle tabulek A.1 a A.2 ČSN 75 9010 [min]

Výpočet akumulčního objemu nádrží RN1 a RN2

Doba trvání srážek t_c	Návrhový úhrn srážek h_d	Retenční objem V_r
[min]	[mm]	[m ³]
5	11,3	2,55
10	16,5	3,64
15	19,5	4,21
20	21,1	4,44
30	23,2	4,64
40	24,7	4,70
60	26,9	4,62
120	30,6	3,71
240	36,6	1,54
360	42,5	-0,65
480	43,2	-4,08
600	43,8	-7,54
720	44,5	-10,97
1080	46,4	-21,32
1440	46,9	-32,00
2880	58,9	-72,33
4320	62,5	-114,68

Tabulka 2 – Výpočet akumulčního objemu [37]

Největší vypočtený objem pro návrh nádrže $V_r = 4,7 \text{ m}^3$

2.9.2 Návrh dle kalkulačky z webu rainshop.cz

V této kalkulačce se uvažuje i způsob využití dešťové vody, oproti návrhu z kapitoly 2.9.1 Návrh dle ČSN 75 6760.

Do kalkulačky jsem zadal uvažovaný počet osob v domácnosti 0, což je zadáváno při využití pouze pro zalévání zahrady. Srážkový úhrn je zadán 600, ačkoliv z kapitoly 2.4 Roční odtok dešťových srážek je patrné, že přesnější hodnota by byla 574,4 mm/rok. Je důležité zmínit, že vypočtený je celkový objem pro celou zahradu a budou navrženy 2 nádrže, které dohromady pojmu tento objem.

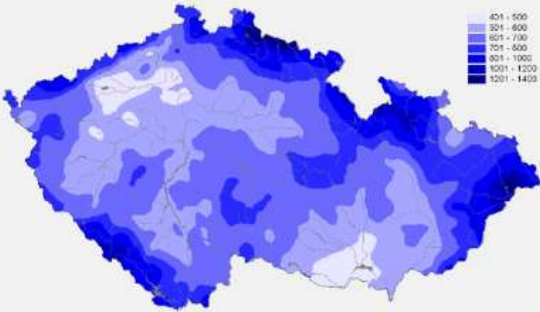
Optimální objem nádrže dle dostupného množství vody vyjadřuje doporučený objem na základě množství odváděné vody ze střechy. Optimální objem nádrže dle potřebného množství vyjadřuje doporučenou velikost na základě spotřeby vody pro

zálivku. Kalkulátor následně vybere menší z těchto dvou hodnot z důvodu optimalizace a efektivity. Tím se zajišťuje, že nádrž bude odpovídat skutečné spotřebě a nebudou vznikat zbytečné náklady na výstavbu příliš velké nádrže, nebo zbytečné plýtvání zdroji v případě příliš malé nádrže. Jde o zjednodušenou interpretaci, která nezohledňuje např. dlouhá sucha nebo přívalové srážky. [38]

Výběr velikosti nádrže na dešťovou vodu

Vybíráte nádrž na dešťovou vodu a nevíte jak velkou zvolit? Zkuste si to spočítat v naší kalkulačce!

Mapa srážkových úhrnů v ČR



Srážkový úhrn ve vaší oblasti ?
600 mm/rok

400 500 600 700 800 900 1 000 1 100 1 200 1 300 1 400

Celková velikost odvodňovaných ploch * ?
478 m²

Velikost plochy zahrady určené k zalévání * ?
1 300 m²

Uvažovaný počet osob v domácnosti ?
0

0 1 2 3 4 5 6 7 8

Optimální objem nádrže dle dostupného množství vody ?
16 501 L

Optimální objem nádrže dle potřebného množství vody ?
11 219 L

Doporučený objem nádrže ?
11 219 L

Obrázek 20 – Kalkulačka velikosti nádrže z webu rainshop.cz [38]

2.9.3 Návrh akumulčních nádrží

Výsledkem metody návrhu dle ČSN 75 6760 jsou 2 nádrže o objemu 4,7 m³. Tato hodnota je uvažována jako min. objem, aby bylo možné pojmout srážkové vody ze střechy. Tento přístup však nezohledňuje zpětné využití dešťových vod.

Druhá metoda zohledňuje využití zálivky pro zahradu. Z kalkulačky vychází hodnota 11,2 m³. Pro návrh 2 nádrží tedy vychází objem 5,6 m³ na každou nádrž.

Obě metody vycházejí podobně. Jelikož je druhá metoda přesnější a uvažuje i zpětné využití dešťových vod, využiji ji pro návrh. Navrhuji 2 podzemní akumulční nádrže o objemu 6 m³ od výrobce Česká nádrž. Součástí nádrží bude i sada pro využití dešťové vody, která obsahuje tlakové čerpadlo a košíkový filtr pro umístění v nádrži. [39] [40]

3 Závěr

V teoretické části jsem se věnoval zpětnému využití dešťové vody. Přestože tento problém v České republice ještě není tak vážný, vše se může rychle změnit. S klimatickou změnou a zvyšováním teplot přichází obtíže se kterými se musíme vypořádat. Jak již bylo zmíněno v úvodu, věřím, že i s tímto problémem se nakonec úspěšně vypořádáme. Zpětné využití dešťové vody je důležité opatření, které může přispět ke snížení tlaku na omezené zdroje pitné vody. Kromě zpětného využití dešťových vod vidím velkou budoucnost ve zpětném využití odpadních vod, dále v odsolování slané vody. Tímto procesem lze odstranit přebytečnou sůl a minerály z mořské vody, čímž vzniká sladká voda vhodná pro lidskou spotřebu. Tím by se mohly vyřešit dva problémy naráz, a to zvyšující se hladinu oceánů a nedostatek pitné vody.

V praktické části jsem navrhl velikosti akumulčních nádrží a dimenzi dešťových rozvodů. Dále jsem spočítal, že úhrn srážek nebude dostatečný na pokrytí zalévání zahrady, ale i tak dojde ke značné úspoře pitné vody.

4 Seznam obrázků

Obrázek 1 - Rozložení vody na Zemi [3]	2
Obrázek 2 – Průměrná denní spotřeba vody v ČR [5].....	3
Obrázek 3 – Srovnání složek koloběhu vody v zalesněném, zemědělském a urbanizovaném prostředí [9].....	4
Obrázek 4 – Metodické nástroje pro hospodaření s dešťovou vodou [9].....	5
Obrázek 5 – Klasifikace znečištění srážkového odtoku podle typu plochy [13].....	9
Obrázek 6 – Okapní síťka [17]	10
Obrázek 7 – Okapové filtry [16].....	10
Obrázek 8 – Lapač střešních splavenin [18].....	11
Obrázek 9 – Filtrační podokapový hrnec [19].....	11
Obrázek 10 – Košíčkový filtr interní [20]	12
Obrázek 11 – Odlučovač lehkých kapalin [21]	13
Obrázek 12 – Průleh [21].....	14
Obrázek 13 – Vsakovací blok [24]	15
Obrázek 14 – Zahradní jezírko s biotopem [26]	16
Obrázek 15 – Podzemní plastová nádrž [29].....	17
Obrázek 16 – Prefabrikovaná betonová nádrž [30]	18
Obrázek 17 – Ponorné čerpadlo s plovákovým spínačem [32]	19
Obrázek 18 – Sací čerpadlo [33].....	19
Obrázek 19 – Automatická řídicí jednotka WILLO [34]	20
Obrázek 20 – Kalkulačka velikosti nádrže z webu rainshop.cz [38].....	27

5 Seznam tabulek

Tabulka 1 – Roční úhrn srážek v letech 2013-2022 [35].....	22
Tabulka 2 – Výpočet akumulčního objemu [37]	26

6 Seznam grafů

Graf 1 - Pitná voda nahraditelná dešťovou vodou	6
---	---

7 Seznam použitých zdrojů

- [1] Teoretická část Hydrosféra [online]. Geologie [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <http://geologie.vsb.cz/jelinek/tc-hydrosfera.htm>
- [2] Voda - základ života [online]. Envic [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <http://www.envic.cz/voda-zaklad-zivota.htm>
- [3] Odsolování vody: Destilace, vymrazování, komprese a další [online]. Nazeleno, 2010 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://www.nazeleno.cz/technologie-1/odsolovani-vody-destilace-vymrazovani-komprese-a-dalsi.aspx>
- [4] Izrael: Světová velmoc v hospodaření s vodou a vodohospodářských technologiích [online]. Stát Izrael Ministerstvo zahraničních věcí [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: https://embassies.gov.il/Praha/NewsAndEvents/Documents/Israel-GlobalLeaderinWaterTech_HR_TB_210x210_cmyk_cz_FINAL_nahled.pdf
- [5] Jaká je spotřeba vody? [online]. Rehau, 2021 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://vodabezstrachu.cz/jaka-je-spotreba-vody/>
- [6] Informace o stavu v zásobování pitnou vodou a o jakosti dodávané vody [online]. Ministerstvo zemědělství České republiky, 2019 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://www.mzcr.cz/wp-content/uploads/2020/07/Informace-o-stavu-v-zasobovani-pitnou-vodou-a-o-jakosti-dodavane-vody-2019.pdf>
- [7] Vývoj teplot a srážek v ČR od roku 1961 [online]. Infodatasys [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: https://www.infodatasys.cz/climate/KlimaCR1961_2020.htm
- [8] V Česku prší stále stejně. Je ale tepleji a mění se rozložení a síla deště [online]. Česká televize, 2017 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://ct24.ceskatelevize.cz/domaci/2180350-v-cesku-prsi-stale-stejne-je-ale-tepleji-a-meni-se-rozlozeni-a-sila-deste>
- [9] Studie hospodaření se srážkovými vodami v urbanizovaných územích [online]. The Czech Water Association, 2019 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/koncepcni_dokumenty/\\$FILE/OOV-studie_HDV-20191220.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/koncepcni_dokumenty/$FILE/OOV-studie_HDV-20191220.pdf)
- [10] Hospodaření s dešťovou vodou podle zákona – jak se dotýká stavebníků v praxi? [online]. Tzbinfo, 2013 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://voda.tzb->

info.cz/destova-voda/10517-hospodareni-s-destovou-vodou-podle-zakona-jak-se-dotyka-stavebniku-v-praxi

[11] Zásady hospodaření s dešťovou vodou a legislativa [online]. Počítáme s vodou, 2021 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: https://www.pocitamesvodou.cz/wp-content/uploads/2021/10/Zasady-HDV_Praha_2021_Stransky.pdf

[12] Využívání dešťové vody (II) - možnosti použití dešťové vody a části zařízení [online]. Tzbinfo, 2007 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3962-vyuzivani-destove-vody-ii-moznosti-pouziti-destove-vody-a-casti-zarizeni>

[13] Dotace pro rodinné domy [online]. Nová zelená úsporám [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://novazelenausporam.cz/rodinne-domy/>

[14] ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.

[15] Srážkové vody a urbanizace krajiny [online]. Čkait, 2011 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://profesis.ckait.cz/dokumenty-ckait/tp-1-20/tp-1-20-1/#5>

[16] Využívání dešťové vody (I) - kvalita a čištění [online]. Tzbinfo, 2007 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3902-vyuzivani-destove-vody-i-kvalita-a-cisteni>

[17] Síťka do okapu - lapač listí [online]. Deminas [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://www.deminas.cz/sitka-do-okapu-lapac-listi/>

[18] Lapač střešních splavenin "GAJGR" D 160 mm plastový černý 925 (DN150) [online]. Poklopakanal [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <http://www.poklopakanal.cz/lapac-stresnich-splavenin-gajgr-d-160-mm-plastovy-cerny-925-dn150>

[19] Podokapový filtrační hrnec [online]. Nnisort [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://793101034.s1.eshop-rychle.cz/Podokapovy-filtracni-hrnec-d146.htm>

[20] Interní košíkový filtr XL [online]. Unisort [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: https://793101034.s1.eshop-rychle.cz/Interni-kosikovy-filtr-XL-d136_1045164819.htm#detail-anchor-description

- [21] ACO Oleopator-C odlučovač lehkých kapalin z betonu [online]. Aco [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://www.aco.cz/produkty/odlucovace-ropnych-latek/odlucovace-z-betonu>
- [22] Hospodaření se srážkovými vodami (HDV) - TNV 75 9011 [online]. Asio, 2012 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/news/hospodareni-se-srazkovymi-vodami-hdv-tnv-75-9011.84>
- [23] VSAKOVÁNÍ SRÁŽKOVÝCH VOD [online]. Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2019 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: https://www.mmr.cz/getattachment/e16069fa-3bf8-4a1d-82af-28a17df865c5/Methodika-vsakovani_srpe
- [24] Vsakovací blok AS-RIGOFILL [online]. Asio [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/p/99.vsakovaci-blok-as-rigofill>
- [25] Retence dešťových vod I. [online]. Tzbinfo, 2009 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/6053-retence-destovych-vod-i>
- [26] Koupací a okrasná jezírka [online]. ok zahrady [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://www.okzahrady.cz/realizace-zahrad/koupaci-a-okrasna-jezirka/>
- [27] Retenční nádrž na vodu: Je lepší nadzemní, nebo podzemní nádrž? [online]. Zakra, 2020 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://zakra.cz/blog/retencni-nadrz-na-vodu-je-lepsi-nadzemni-nebo-podzemni-nadrz/>
- [28] Jaký materiál retenční nádrže vybrat? [online]. Zakra, 2020 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://zakra.cz/blog/jaky-material-retencni-nadrze-vybrat/> [29] Cena a návratnost retenční nádrže na dešťovku [online]. Zakra, 2021 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://zakra.cz/blog/cena-a-navratnost-retencni-nadrze-na-destovou-vodu/>
- [30] Betonová jímka DKH 10 m3 - 10000 l [online]. Dešťovka [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://eshop.destovka.eu/betonova-jimka-dkh-10-m3-10000-l/>
- [31] Jak si správně vybrat čerpadlo na dešťovou vodu? [online]. Vodarium, 2020 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://vodarium.cz/jak-vybrat-cerpadlo-na-destovou-vodu/>
- [32] Blue Line PMC1004P.1 vícestupňové ponorné čerpadlo [online]. Dešťovka [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://eshop.destovka.eu/blue-line-pmc1004p-1-vicestupnove-ponorne-cerpadlo/>

- [33] Čerpadlo KÄRCHER BP 3 Garden zahradní [online]. Karcher [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://www.karcher-satter.cz/e-shop/cerpadlo-karcher-bp-3-garden-zahradni>
- [34] Využívání dešťové vody – trend moderní doby [online]. Tzbinfo, 2017 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/15903-vyuzivani-destove-vody-trend-moderni-doby>
- [35] Úhrn srážek [online]. Český hydrometeorologický ústav [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mesicni-data/mesicni-data-dle-z.-123-1998-Sb#>
- [36] Domácí vodní hospodaření: Kolik vody spolkne zahrada? [online]. Enviweb, 2017 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://www.enviweb.cz/107152>
- [37] ČSN 75 6760 Vnitřní kanalizace. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.
- [38] Výběr velikosti nádrže na dešťovou vodu [online]. Rainshop [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://www.rainshop.cz/kalkulacka-velikosti-nadrze>
- [39] 6m3 samonosná kruhová nádrž na vodu [online]. Česká nádrž [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://www.ceskanadrz.cz/6m3-samososna-kruhova-nadrz-na-vodu/>
- [40] ZAHRADA STANDARD - Sada pro využití dešťové vody [online]. Česká nádrž [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://www.ceskanadrz.cz/zahrada-standard-sada-pro-vyuziti-destove-vody/>