

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra vodního hospodářství a enviromentálního modelování



Hospodaření s dešťovými vodami

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Ing. Marcela Synáčková, CSc.

Bakalant: Jonáš Čapek

© 2023

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jonáš Čapek

Vodní hospodářství

Název práce

Hospodaření s dešťovými vodami v rodinném domě v Úvalech

Název anglicky

Rainwater management in a family house in Úvaly

Cíle práce

Cílem práce je obecná charakteristika druhů odpadních vod, poukázání na vodu dešťovou jako alternativu vody pitné. Navržení způsobu využití dešťových vod na konkrétním objektu rodinného domu v Úvalech, následná ekonomická rozvaha a posouzení.

Metodika

Zásady pro zpracování

1. Úvod
2. Cíle práce
3. Literární rešerše
4. Metodika
5. Popis řešené lokality
6. Návrh hospodaření s dešťovými vodami
7. Ekonomická rozvaha
8. Diskuze
9. Závěr
10. Použité zdroje
11. Přílohy

Doporučený rozsah práce

cca 40 stran textu

Klíčová slova

hospodaření s dešťovými vodami, ekonomická rozvaha

Doporučené zdroje informací

BÖSE K. H., 1999: Dešťová voda pro zahradu a dům. HEL, Ostrava: 85 s.
HLAVÍNEK P., PRAX P., SKLENÁROVÁ T., DVOŘÁKOVÁ D., POLÁŠKOVÁ K., KUBÍK J., HLUŠTÍK P. a BERÁNEK J.,
2007: Hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území. Ardec s.r.o., Brno: 164 s.
HOLT P., JAMES E., 2006: Waste water reuse in the Urban Environment: selection of technologies
.Armineh Mardirossian, Issues 1, 80 pages.
KABELKOVÁ I., DOLEŽALOVÁ A., 2009: Jak hospodařit s dešťovou vodou na soukromém pozemku:
praktický rádce pro obnovu propustnosti povrchů a zasakování. Ústav pro ekopolitiku o.p.s., Praha:
48 s.
Legislativní podklady a normy

Předběžný termín obhajoby

2022/23 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Marcela Synáčková, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 8. 1. 2023

prof. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 24. 1. 2023

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 25. 03. 2023

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: "**Hospodaření s dešťovými vodami**" vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů. Jsem si vědom, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla. Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby. Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne 31.3.2023

.....

Poděkování

Chtěl bych poděkovat paní Ing. Marcele Synáčkové, CSc. za pomoc, moudré rady, ochotu a odborné vedení při zpracování této bakalářské práce.

Abstrakt

Tato bakalářská práce je zaměřena na problematiku hospodaření s dešťovou vodou v urbanizovaném prostředí. Práce obsahuje teoretickou i praktickou část.

Pitné vody na Zemi je stále větší nedostatek. Stále častěji dochází k povodním, znečištění vodních toků se zhoršuje a zásoby podzemních vod se snižují. Hospodaření s dešťovou vodou je významným tématem nejen z těchto důvodů, ale i z dalších faktorů. Denní potřeba vody člověka stoupá a často se plýtvá pitnou vodou tam, kde by se dala nahradit. Nápad na hospodaření se srážkovou vodou ve městech nabízí řešení tohoto problému. Srážkovou vodu je třeba odvést z mnoha zpevněných ploch ve městech. Povrchový odtok je produkován ve značném množství, což má pro region mnoho škodlivých důsledků. Cílem nového přístupu je zadržet dešťové srážky na místě, postupně je infiltrovat a v případě potřeby je dále využívat, pokud to je možné.

Teoretická část se zabývá způsoby zadržování a vsakování srážek, historii, možnostmi jejího využití a platnými zákony. V praktické části je ekonomická rozvaha a strategie hospodaření s dešťovou vodou pro konkrétní rodinný dům.

Návrh byl udělán tak, aby se zabýval dvěma způsoby využití dešťové vody, a to shromažďováním dešťové vody a využitím vody na splachování záchodu.

Klíčová slova: dešťová voda, využití dešťové vody, akumulční nádrž, srážky, šedé vody

Abstract

This bachelor thesis focuses on the issue of rainwater management in urbanized environments. The thesis includes both theoretical and practical part.

Drinking water is becoming increasingly scarce on Earth. Floods are becoming more frequent, pollution in waterways is getting worse and groundwater supplies are dwindling. Rainwater management is an important issue not only for these reasons but also for other factors. People's daily water needs are increasing and drinking water is often wasted at the places where it could be replaced. The idea of an urban rainwater management offers a solution to this problem. Rainwater needs to be diverted from many paved areas in cities. Surface runoff is produced in significant quantities with many detrimental consequences for the region. The new approach aims to retain rainfall in place, gradually infiltrate them and, if necessary, use them further if possible.

The theoretical part deals with methods of retention and collection of precipitation, history, possibilities of its use and applicable laws. The practical part includes an economic analysis and a rainwater management strategy for a specific house.

The design has been made to address two uses of rainwater, namely rainwater harvesting and the use of water for toilet flushing.

Keywords: rainwater, rainwater harvesting, storage tank, precipitation, grey water

Obsah

1	Úvod	11
2	Cíl práce	12
3	Literární rešerše	13
3.1	Dešťová voda	13
3.1.1	Úprava povrchových srážkových vod	13
3.2	Hydrologický cyklus	14
3.3	Infiltrace	15
3.3.1	Vliv urbanizace na infiltraci	15
3.4	Retence	16
3.4.1	Snížení teploty v urbanizovaných oblastech	16
3.5	Nežádoucí vliv extrémních hydrologických jevů	17
3.5.1	Sucho	18
3.5.2	Povodně	19
3.5.2.1	Dlouhodobý vytrvalý déšť	20
3.5.2.2	Přivalové deště	20
3.6	Dělení odpadních vod	20
3.6.1	Dešťová voda	20
3.6.2	Šedá voda	21
3.6.3	Černá voda	21
3.7	Šedá voda	21
3.7.1	Čištění šedé vody	22
3.7.1.1	Mechanické čištění	22
3.7.1.2	Chemické úpravy	22
3.7.1.3	Fyzikální úpravy	23
3.7.1.4	Biologické úpravy	23
3.8	Spotřeba vody	23
3.9	Dešťová voda jako pitná	24
3.9.1	Demineralizovaná voda a její účinky na organismus	25
3.10	Hospodaření se srážkovými vodami	25
3.10.1	Možnosti vsakování srážkových vod	25
3.10.1.1	Plošné vsakování	25
3.10.1.2	Vsakování koryty a rigoly	26
3.10.1.3	Vsakování drenážními trubkami	26
3.10.1.4	Vsakovací studna	26

3.10.2	Využití srážkových a šedých vod.....	27
3.10.2.1	Praní	27
3.10.2.2	Splachování toalety	27
3.10.2.3	Údržba.....	28
3.10.2.4	Zavlažování.....	28
3.11	Předčištění	28
3.11.1	Filtrační šachta	29
3.11.2	Filtrační jímka	29
3.12	Akumulace dešťové vody	30
3.12.1	Modré střechy.....	30
3.12.2	Retenční nádrž na dešťovou vodu	31
3.12.2.1	Průmyslové využití	31
3.12.2.2	Rodinné domy	32
3.12.3	Retence na parkovištích	33
3.12.4	Plastové voštinové bloky	34
3.12.5	Zasakovací tunel.....	35
4	Metodika.....	36
4.1	Legislativa	36
4.1.1.1	Vodní zákon č. 254/2001 Sb.	37
4.1.1.2	ČSN 75 9010.....	37
4.1.1.3	TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami.....	37
4.1.1.4	Stavební zákon č.183/2006 Sb.....	38
4.1.1.5	Zákon o vodovodech a kanalizacích 274/2001 Sb.....	38
4.1.1.6	Prováděcí vyhláška č. 428/2001Sb k zákonu č. 274/2001Sb., o vodovodech a kanalizacích	38
4.1.1.7	Omezení u však dešťové vody	39
4.1.1.8	Neziskové skupiny	39
4.2	Výpis použitých vzorců.....	39
4.2.1	Stanovení dostupného objemu srážkových vod	39
4.2.2	Výpočet roční potřeby vody dle ČSN 75 6780	40
5	Popis řešené lokality.....	40
5.1	Kanalizace	41
5.2	Hydrogeologická charakteristika.....	41
5.3	Geomorfologická charakteristika	41
6	Návrh hospodaření s dešťovými vodami.....	42
6.1	Koeficient odtoku [e].....	42

6.2	Množství srážek [h].....	43
6.3	Využitelná plocha střechy [A].....	43
6.4	Koeficient odtoku filtru mechanických nečistot [η].....	44
6.5	Množství zachycené srážkové vody	44
6.6	Potřeba nepitné vody	45
7	Ekonomická rozvaha	47
7.1	Sestava pro dům Smart 3600 l Leotron	48
7.1.1	Podzemní nádrž.....	48
7.1.2	Ponorné automatické čerpadlo	49
7.1.3	Plovoucí sací souprava.....	50
7.1.4	Filtrační koš.....	50
7.1.5	Sestava pro dopouštění nádrží.....	51
7.1.6	Třístupňový domovní filtr	52
7.1.7	Bezúdržbová tlaková nádoba	52
7.1.8	Šachta rozvodu vody	53
7.2	Sestava pro zahradu Olympia 4000 l Standard.....	54
7.2.1	Podzemní akumulární nádrž	54
7.2.2	Ponorné automatické čerpadlo	55
7.2.3	Filtrační koš MD	55
7.2.4	Zahradní šachta pro připojení zahradní hadice	55
7.2.5	PE hadice 32 mm	55
7.2.6	Kulový kohout 3/4"	56
7.2.7	HDPE T-kus s vnitřním závitem 3/4"	56
7.2.8	HDPE koleno s vnějším závitem 3/4"	56
7.2.9	HDPE spojka s vnějším závitem 1"	57
7.2.10	HDPE koleno	57
7.3	Náklady na systém pro využívání dešťové vody na zájmovém území	57
7.4	Finanční pomoc v rámci dotačního programu „Nová zelená úsporám“	57
7.4.1	Návratnost	58
8	Diskuse	59
9	Závěr.....	60
10	Použité zdroje	63
11	Přílohy	71

1 Úvod

Problém sucha a nedostatku vody se v posledních letech stává aktuálním tématem. Změna klima a větší výskyt teplotních extrémů má za následek zhoršující se situaci v oblasti vodního hospodářství. Častěji se vyskytují povodně, zhoršuje se znečištění vodních toků a snižují se zásoby podzemních vod. Povrch urbanizovaných oblastí je s výstavbou nových budov a silnic stále utuženější. Protože voda nemůže infiltrovat, tak se zvyšuje povrchový odtok, což má škodlivý vliv na okolí. Ukázkovým příkladem takového škodlivého účinku a obzvláště rizikovým prvkem v zemědělství je vodní eroze. Hospodaření s dešťovou vodou má proto zásadní význam i pro zemědělské podniky. Přirozenou hladinu podzemní vody nelze doplnit, protože se voda nevsakuje. Voda je charakteristický prvek pro náš život na Zemi, a ačkoliv je vody na naší planetě mnoho, tak jenom zlomek vody na naší planetě je voda, kterou můžeme použít pro úpravu na vodu pitnou. Denní potřeba vody člověka stoupá a často se plýtvá pitnou vodou tam, kde by se dala nahradit. Z toho důvodu přichází v úvahu nahrazení vody pitné vodou užitkovou vodou například na praní, mytí nádobí, splachování a sprchování. V minulosti bylo trendem vodu převážně odvádět z krajiny a následně do kanalizace nebo do vodního toku. Tento přístup ze současného hlediska je zastaralý. Nápad na hospodaření se srážkovou vodou ve městech, a i mimo ně částečně nabízí řešení tohoto problému. Cílem nového přístupu je zadržet dešťové srážky na místě. Postupně je infiltrovat a v případě potřeby je dále využívat.

2 Cíl práce

Cílem této práce je podrobný základní a teoretický přehled o zmíněné problematice s využitím odborné literatury z domácích i zahraničních zdrojů. Tato bakalářská práce se zabývá hospodařením se srážkovou vodou, jejím významem, vysvětluje možnosti využití srážkové a šedé vody, seznamuje s pojmy infiltrace a retence. Velká pozornost je věnována negativním účinkům vody a přírodě blízkému hospodaření s dešťovými vodami, které může zvýšit schopnost infiltrovat a zadržovat vodu v krajině nebo v urbanizovaných územích, kde se z důvodu vysoké zástavby nemůže přirozeně infiltrovat. Práce řeší problematiku plýtvání vody, jejím řešením a akumulací vody vzhledem k řešení tohoto problému. Jako další poskytne tato práce legislativní pohled na hospodaření s dešťovými vodami u jednotlivých rodinných domů z legislativního hlediska a bude se zabírat tématy týkajícími se dimenzování akumulčních prostor pro využívání dešťové vody a možnostmi získání finanční podpory na jejich pořízení. Poskytne také pohled na hospodaření s dešťovou vodou u jednotlivých domů z legislativního hlediska. Konkrétní lokalitou, kde se rodinný dům nachází, se bude zabývat praktická část. Prvním krokem pro systém hospodaření s dešťovou vodou je návrh nádrže na dešťovou vodu pro zavlažování zahrady. Návrh bude obsahovat dvě části, a to ekonomickou studii nákladů a následné posouzení návratnosti investice. Význam tohoto tématu neustále roste. Z tohoto důvodu jsem si vybral toto téma.

3 Literární rešerše

3.1 Dešťová voda

Význam dešťové vody pro naše klima je nezanedbatelný. Dešťová voda je přírodní jev tvořený kapkami vody padajícími z oblaků na zemský povrch. V meteorologii se řadí mezi kapalné vertikální srážky. Kapky deště se tvoří na kondenzačním jádru za vlivu povrchového napětí. Kondenzační jádro může být například mikroskopická zrnka prachu nebo soli. Déšť je tvořen především kapkami o průměru větším než 0,5 mm. Složení dešťových kapek může být ovlivněno lokálním ovzduším ve kterém se nachází (kyselé deště z lidské činnosti). Během procesů v atmosféře se pak ve vodní kapce rozpouštějí plynné složky atmosféry, zejména oxid uhličitý následně získává mírně kyselý charakter s obvyklou hodnotou pH 5,6 až 6,0. Dešťová voda není zcela čistá. Dešťová voda obsahuje pohlcený kyslík, dusík, oxid uhličitý, amoniak, oxidy dusíku, oxidy síry, pyl, bakterie a další nečistoty, se kterými se dešťové kapky setkaly při vstupu do atmosféry (Hanousek 2005; Vodarium ©2020).

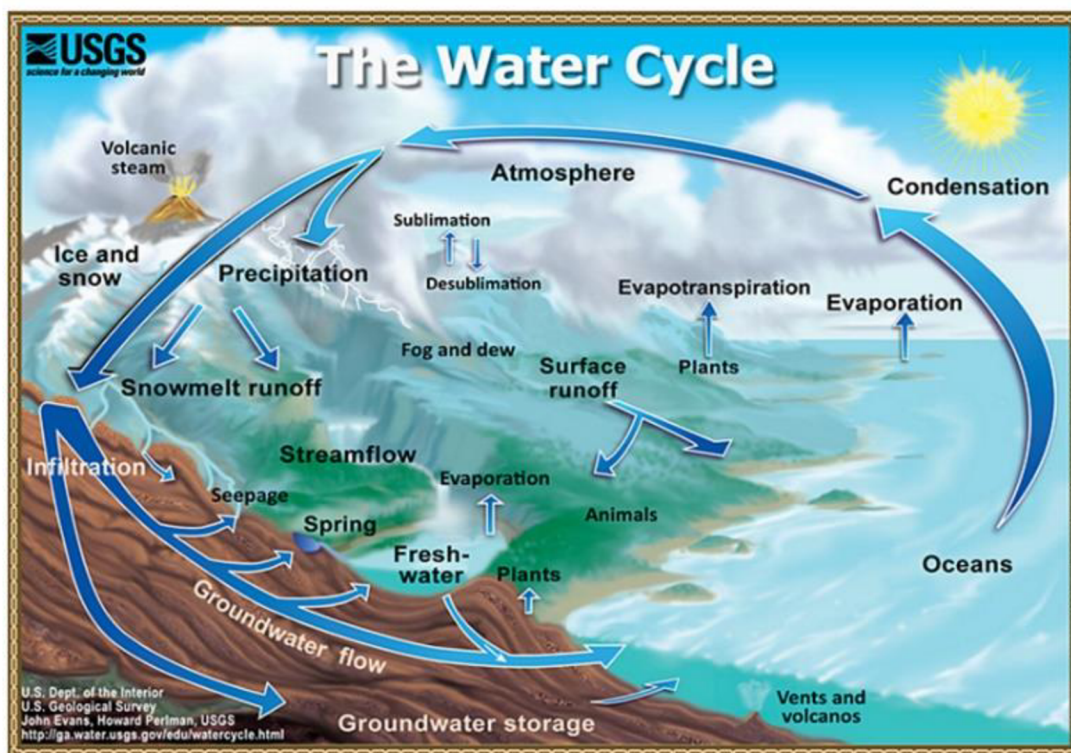
3.1.1 Úprava povrchových srážkových vod

Pokud se uvažuje o využívání dešťové vody ze sběrné oblasti nebo jiných zdrojů v okolí, tak se dává přednost využití povrchovým srážkám ze střech. Vzhledem k vysoké prašnosti a emisím různých rozpustných a nerozpustných znečišťujících látek ve vodě může být kontaminace povrchových vod ze srážek mnohem vyšší v průmyslových oblastech a v místech s hustou dopravou. K využití povrchové vody ze srážek často postačují jednoduché mechanické techniky úpravy, v případě potřeby doplněné dezinfekcí. Dešťová voda by nikdy neměla být používána ve stavbách občanské vybavenosti obytných komplexů, aniž by byla předem dezinfikována. Pokud se povrchová voda ze srážek používá v interiérech, doporučuje se vyhnout se prvnímu spláchnutí v oblastech s čistým vzduchem nebo v oblastech s občasým vyšším výskytem prachu nebo pylu. Místo toho by měla být část vody z počátku dešťové události vždy odvedena mimo skladovací zařízení a měla by se jí vyhnout. Mechanismus pro odklonění počátečního splachování může být mechanický nebo může obsahovat elektronické ovládání. Odkloněním počátečního splachu se snižuje hydraulická účinnost systému pro využití dešťové vody. Předčištění srážkových povrchových vod lze rozdělit do několika kroků podle toho, kde je mechanický filtr umístěn. Jeden z těchto postupů můžou být svodové, žlabové a podokapní filtry nebo

interní filtrační vložky ve filtračním tělese. V neposlední řadě to můžou být externí filtrační šachty (ČSN 75 6780).

3.2 Hydrologický cyklus

Pohyb a ukládání vody mezi hydrosférou, atmosférou, litosférou a biosférou je známý jako hydrologický cyklus. Jehož je dešťová voda součástí. Mraky, které dosáhnou přesycení vracejí v rámci hydrologického cyklu vodu do moří nebo na pevninu ve formě deště, sněhu či krupobití, avšak v tomto případě přichází v úvahu pouze dešť. Voda z dešťů se po navlhčení okolního povrchu a vegetace vsákne do země, protože je půda během infiltrace vlhká, tak se pomalu prosakuje různými vrstvami půdy, až se nakonec dostane do podzemních vod. K povrchovému odtoku dochází, pokud rychlost srážek překročí rychlost infiltrace. Povrchový odtok může být způsoben dešťovými srážkami táním sněhu, ledu nebo ledovce. Topografické, geologické a klimatické podmínky, významně ovlivňují vzájemné působení srážek a povrchového odtoku. Povrchový odtok je malý co do délky a hloubky, následně se malé toky spojují a vytvářejí větší toky, které opouštějí povodí. Poté voda putuje prostřednictvím uvolňování podzemní vody a pozemního toku do moře, kde se opět vypaří a dokončí koloběh (Karamouz a kol. 2012).



Obrázek 1: Hydrologický cyklus (Simulace.info, 2017)

3.3 Infiltrace

Dešťovou vodu nelze vždy použít k zavlažování půdy. Vhodnou alternativou jsou proto zasakovací nádrže pro zvýšení infiltrace dešťové vody v místě dopadu. Odtok vody z dešťových srážek roste spolu s počtem zastavěných ploch, které se na území vyskytují. Dešťové srážky se vsakují do přírodního prostředí a pomáhají přirozeně doplňovat podzemní vody. Dešťové srážky ze zpevněných ploch v urbanizovaných oblastech jsou vypouštěny do kanalizace, která následně ústí do recipientu. Malé vodní toky v urbanizovaných regionech nejsou podporovány, protože kanalizační síť odvádí vodu do větších recipientů a tato voda nemůže přirozeně doplňovat zásoby podzemních vod, protože je odváděna z půdy, na kterou dopadá. Řešením tohoto problému je urbanizované zachytávání dešťové vody. To však nelze aplikovat všude. Vsakování není přípustné v místech s nevhodným podložím, nadměrnou hladinou podzemní vody nebo ochrannými pásmy kolem vodních zdrojů. Problém může nastat také v případě kontaminace dešťové vody. Aby nedošlo k narušení stability a ke vzniku podmáčení podpovrchových vod, musí být při vsakování v blízkosti staveb na staveništi dodržena minimální odstupová vzdálenost. Standardem pro přípustnost vsakování je hydrogeologický průzkum, z kterého dostaneme potřebné informace (ČSN 75 9010 2016).

3.3.1 Vliv urbanizace na infiltraci

Koloběh vody v přírodě se skládá z několika procesů, a to ze srážek, infiltrace, odtoku a výparu. Při dopadu srážky na zemský povrch se většina vody za běžných podmínek infiltruje do půdy a vytvoří tím složku podzemní vody. Zhruba jenom 20 % srážek vytvoří povrchový odtok. Potíže vznikají změnou v krajině. Dochází k přeměně z venkovských a volných ploch na urbanizované plochy, díky kterým, dochází ke zvýšení odtoku a zrychlení jeho rychlosti. S postupnou likvidací vegetace a zhutňováním půdy nebo jejím překrýváním nepropustnými materiály (dlažba, beton, asfalt či střešní krytinou) dochází v urbanizovaných oblastech ke změně mechanismů vytvářejících odtok z podpovrchových cest na povrchové. Srážky dopadající na asfalt nebo střechy jsou hlavními příčinami odtoku dešťové vody z nepropustných ploch, které jsou vedlejším produktem nové i pokračující zástavby ve stávajících regionech. Zpevněný povrch ploch přebírá v hustě osídlených místech roli přirozené krajiny.

Pouze 20 % srážek, které na tyto plochy dopadnou, se infiltuje do půdy a více než 80 % srážek vytvoří povrchový odtok. To má za následek výše uvedené ekologické škody (Zeleňáková a kol. 2020,).

3.4 Retence

Odvodňování urbanizovaných území je především ovlivněno srážkovým odtokem. Odtok srážkových vod výrazně převažuje nad všemi ostatními druhy odpadních vod v kanalizaci při přívalových deštích, což má velký vliv na navrhování a dimenzování mnoha zařízení městského odvodňovacího systému. V odtoku srážkových vod z urbanizovaných oblastí je přítomno značné množství znečišťujících látek, které se projevují nejen v kanalizačním systému, čistírně odpadních vod nebo ve vodním recipientu. Pro omezení vypouštění srážkových vod z některých nemovitostí již existuje řada důvodů. Řešením tohoto problému obrovských odtokových oblastí může být využití retence, a to akumulováním objemu vody a řízeném vypouštění do recipientu. Retenční nádrže přebírají roli přirozených retenčních prvků v krajině (např. suché poldry a průlehy). Budování retenčních zón je odpovědí na problém odvodnění obrovských území, které je obvykle překážkou dalšího rozvoje regionu. Odtokové poměry v území jsou značně změněny rozsáhlou zástavbou, rozsáhlými střechami a zpevněnými plochami. Srážková voda může mít kvůli rychlému odtoku a divokým přívalovým deštům negativní následek jako například záplavy a škody (Mifková 2009a).

3.4.1 Snížení teploty v urbanizovaných oblastech

Hospodaření s dešťovou vodou přizpůsobené přirozené vodní bilanci může zvyšující se teplotě čelit. K moderním technologiím, které mohou pomoci zvýšit odpařování, patří příkopy se stromy, zelené střechy a umělé mokřady. Odpařovací chlazení má vliv na spoustu problému. Dešťovou vodu můžeme využívat přímo k chlazení budov (označované jako "adiabatické chlazení"). Dále mohou k chlazení budov přispívat i zelené stavební postupy, zejména pokud aktivně zavlažují své systémy dešťovou vodou (označované jako "modrozelené střechy"). Zjištění projektu také ukazují, jak mohou mít vhodné metody ozelenění a akumulace vody vliv na chlazení celých ulic a městských čtvrtí. V této souvislosti stojí za pozornost zejména opatření v uličním

prostoru (stromové příkopy, technologické mokřady), která doplňují ozelenění budov. Pro všechna tato opatření je nezbytné zřízení dostatečně velkých retenčních zón pro dešťovou vodu. V suchých obdobích je to jediný způsob, jak zajistit dostatek vody pro odpařování. Koncept "sponge city" je jiný název pro pojem shromažďování a uchovávání srážek za účelem oddálení a snížení odtoku díky retenčním schopnostem opatření. Retenční zóny nabízejí také další výhodu v podobě současného hydraulického odlehčení vodních ploch a kanalizačních systémů, což může snížit obavy v době intenzivních a dlouhotrvajících dešťů (Sieker a kol. 2019).

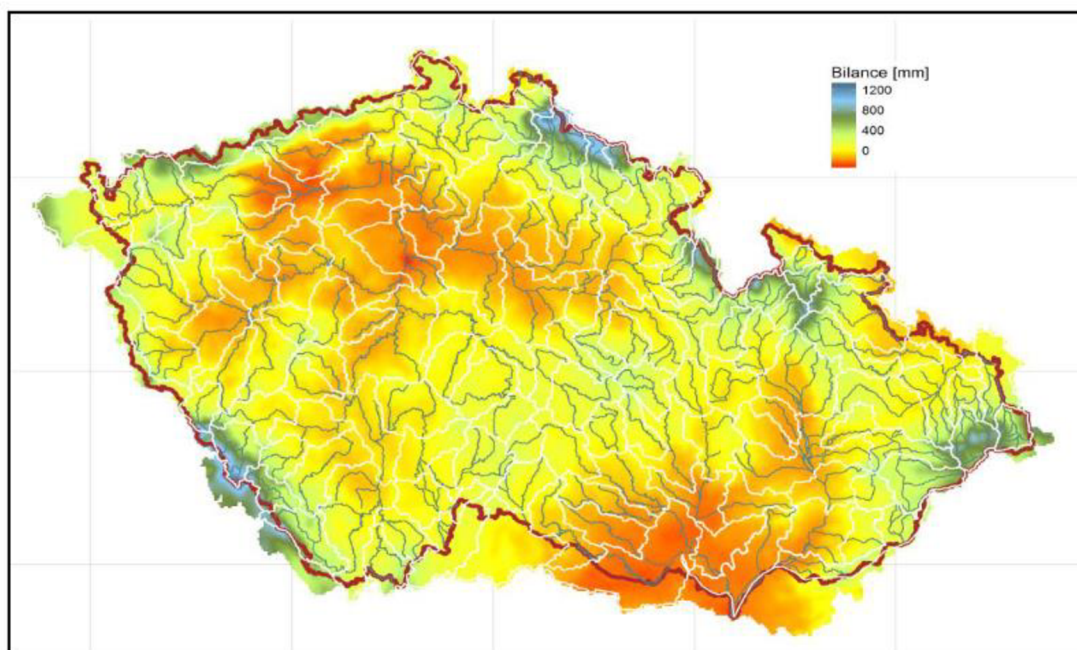
3.5 Nežádoucí vliv extrémních hydrologických jevů

Zatímco sucha se obáváme méně, povodně jsou zřejmým problémem. V posledních 20 letech jsme byli mnohokrát svědky ničivých povodní. Přímo zasáhly většinu obyvatel České republiky, což vedlo ke ztrátám na životech a značným škodám na majetku. V návaznosti na tyto události byly v oblastech ohrožených povodněmi rozsáhle budovány systémy protipovodňové ochrany, které dnes chrání obce a města před přívalovými vodami. Povodně se často vyskytují ve spojení s nepříznivými meteorologickými podmínkami. V období od listopadu do dubna, kdy půda není schopna absorbovat další vodu, dochází v posledních letech k nárůstu srážek. Naopak v létě srážek ubývá a období sucha se prodlužuje. Zatímco v reakci na povodně, jejichž dopady jsou nám všem zřejmé, budujeme protipovodňovou ochranu, možnost sucha nás pravděpodobně až do nedávné doby tolik neděsila. Na rozdíl od bleskových povodní představuje pro lidi a podniky stejně katastrofální hrozbu a může mít dlouhodobé následky. Obce bez napojení na vodovodní síť pociťují nedostatek pitné vody v důsledku úbytku podzemních vod a vody v řekách. Ohroženy mohou být i podniky, které odebírají vodu z podzemních zdrojů nebo řek. Je tedy nezbytné přizpůsobit se těmto zhoršujícím se podmínkám, chránit vodu a vytvořit alternativní zdroje, zejména pro pitnou vodu. Teprve velká sucha posledních let vzbudila zvědavost veřejnosti i státu. Meziresortní komise pro boj se suchem a ministerstvo životního prostředí začali připravovat plány na opatření proti suchu, jako je rozvoj malých vodních nádrží a dalších prvků k zadržování vody v krajině a také rozšiřování vodovodní sítě a zdrojů pitné vody. Pro ilustraci uveďme Izrael, kde zemědělci začali pěstovat plodiny méně náročné na vodu pomocí kapkové závlahy, která dodává vodu přímo k rostlinám (Babiš 2016).

3.5.1 Sucho

Negativní a výrazná odchylka od průměrných srážek v delším časovém období, která zasahuje rozsáhlé oblasti, se označuje jako meteorologické sucho. Souhra dalších klimatických faktorů, zejména vyšší teplota vzduchu, silnější sluneční záření, silnější vítr nebo nízká relativní vlhkost vzduchu, může meteorologické sucho zhoršit. K meteorologickému suchu může přispět mnoho přírodních jevů. Nedostatek srážek je často doprovázen vysokými teplotami, výrazným výparem v důsledku dlouhodobého výskytu tlakových výší a absence tlakových níží a s nimi spojených front. V období 1961-1985 a 1986-2010 se vzduch v regionu všude otepleval, bez ohledu na roční období. Naměřený nárůst se pohyboval kolem 1 °C na jaře a v létě, 0,6 °C na podzim a 0,2-0,5 °C v zimě v ročním průměru. Přestože se množství srážek v průměru za každý rok výrazně nezměnilo, došlo ke změnám v jejich rozložení během roku, přičemž na jaře a v létě došlo k poklesu a v zimě k nárůstu. Skutečný i potenciální výpar v povodí roste s teplotou vzduchu, i když skutečný výpar je vždy omezen množstvím dostupné vláh. Zatímco v zimě je v důsledku vyšších teplot vzduchu a rostoucích srážek k dispozici více vody, skutečný výpar se více zvyšuje na jaře a v průběhu ročního bilancování, zejména v jižních Čechách. Náchylnost ČR k meteorologickému suchu postupně roste v oblastech s pasivní vodní bilancí, kde rostoucí potenciální výpar převyšuje hodnotu ročních srážek. Při nedostatku vody v půdě pro evapotranspiraci jsou pravděpodobnější vlny veder, šíří se sucho a zvyšuje se riziko lesních požárů. Schopnost vegetace ochlazovat vzduch je v těchto obdobích menší. Schopnost atmosféry zadržovat a zadržovat vodní páru se zvyšuje s teplotou vzduchu, což může souviset s výskytem intenzivnějších srážek (AEGRI ©2021).

Rozdíl mezi průměrným ročním úhrnem srážek a potenciálním ročním výparem na obr. 2 ilustruje náchylnost regionu České republiky k meteorologickému suchu. Nejnáchylnější k suchu jsou lokality vyznačené oranžově a červeně, kde je potenciální roční výpar větší než možný roční úhrn srážek (AEGRI ©2021).



Obrázek 2: Mapa vodní bilance (VÚV ©2007)

3.5.2 Povodně

Největší a nejpravděpodobnější hrozbou přírodních katastrof, které se v České republice vyskytují, jsou povodně. Probíhají nepravidelně v čase i prostoru a mohou být nebezpečné v různé míře. Pokud objem vody protékající řekou vlivem různých faktorů překročí maximální průtok v korytě, hovoří se o povodni. Ta je většinou způsobena srážkami, ale je také důsledkem ucpáváním koryta, například ledovou zácpou nebo bariérou z naplavených překážek. Když se voda vylije z koryta a začne zaplavovat okolní místa, mění se v potenciálně nebezpečný živel. Voda vylévající se z kanálu však není problémem sama o sobě. K povodňovým škodám dochází pouze tehdy, když umělé stavby brání průtoku vody. K zaplavení dochází častěji po prudkých lijácích. Na tom, jaká část povodí vodního toku je současně zasažena srážkami, závisí velikost rozlivu a průběh povodně. Z horského potoka se při krátkém dešti v menším povodí může stát dravý potok, který zničí vše, co mu stojí v cestě. Hladinu vody většího vodního toku to však pravděpodobně neovlivní. Řeky jako Vltava nebo Labe se ze svých koryt vylijí až po delším období vytrvalého deště na velkém území. Během tání odtéká voda z kopců a pahorkatin systémem vodních toků. Zatížení vodních toků se zvyšuje při rychlejším tání sněhu. Vývoj a pohyb ledových mas v tocích může navíc značně ztížit průtok vody a způsobit povodně. Jak již bylo zjištěno, hlavní příčinou povodni jsou prudké deště a déletrvajícím vytrvalý dešť na rozsáhlém území (Čamrová 2007).

3.5.2.1 Dlouhodobý vytrvalý déšť

Přítomnost povětrnostních front je spojena s vytrvalými srážkami. K postupnému, ale stálému vzestupu dochází, když se v atmosféře střetávají ohřáté vzdušné proudy s chladnějšími. Poté dochází k rozsáhlým, slabším, ale dlouhotrvajícím srážkám. Teplá fronta je to, co odděluje teplé a studené vzduchové hmoty. Mírně obíhá kolem oblasti nízkého tlaku vzduchu, místo aby byla pevně usazena na jednom místě. Zejména v povodí velkých řek nasycuje stálý déšť půdu vodou, která je významnou složkou povodní. Povodně jsou pravděpodobnější, pokud úhrn srážek překročí 15 až 30 mm za 24 hodin. Větší množství deště se většinou nemůže do půdy vsáknout a hned odeče. Obrovská plocha pak uvolňuje do vodních toků více vody, než jsou schopny zadržet (Čamrová 2007).

3.5.2.2 Přívalové deště

Pokud teplý a extrémně vlhký vzduch rychle stoupá, mohou vzniknout mohutné mraky. Omezují se na velmi úzkou oblast jako výboje bouřek a přeháněk. Často pokrývají jen několik kilometrů čtverečních, přesto náhle nad určitou oblastí poměrně silně prší, zatímco v okolí prší jen málo nebo vůbec. To má za následek záplavy, zejména na menších vodních tocích. Přívalové srážky nicméně mohou být příčinou bleskových povodní (100 mm za hodinu). Když se sníží proudění studeného vzduchu, dochází také k větším přívalovým srážkám. "Studená fronta" vzniká, když se studený vzduch tlačí pod teplý vzduch, což způsobuje rychlé stoupaní teplého vzduchu (Čamrová 2007).

3.6 Dělení odpadních vod

Splaškové vody (známé také jako odpadní vody z domácností) jsou odpadní vody, které jsou vypouštěny z domácností a z blízkých komerčních, institucionálních a veřejných institucí. Odpadní vody jsou směsí vody, lidských exkrementů včetně moči, použité vody z koupelny, odpadu z vaření, odpadní vody z praní a dalších každodenních odpadů. Komunální odpadní vody zahrnují odpad z restaurací, prádelen, nemocnic, škol, věznic a úřadů a podniky (Sperling 2007).

3.6.1 Dešťová voda

Kapitola zpracovaná pod označením 3.1.

3.6.2 Šedá voda

Termín "šedá voda" označuje odpadní vody z domácností nebo kanceláří, které vznikají z toků bez výkalů, včetně všech toků jiných než těch, které obsahují odpad z toalet. Příkladem zdrojů šedé vody jsou dřezy, sprchy, vany, pračky a myčky nádobí. Pro více informací viz. kapitola 3.6 (Environment Agency ©2011).

3.6.3 Černá voda

Pod slovem černá voda rozumí odpadní voda z toalet, která pravděpodobně obsahuje mikroorganismy, jež se mohou šířit prostřednictvím výkalů. V černé vodě se mohou nacházet výkaly, moč, voda a toaletní papír ze splachovacích záchodů (Tilley a kol. 2014).

3.7 Šedá voda

Šedá voda je odpadní voda z vany, umyvadla, pračky či dřezu. Můžeme ji získávat z některých nebo všech těchto zdrojů a používat ji dále v domácnosti k činnostem, jako je splachování toalety nebo zalévání zahrady, které nevyžadují vodu v takové kvalitě jako pitnou vodu (Environment Agency ©2011).

Využíváním šedé vody mohou budovy snížit spotřebu pitné vody, což má pozitivní vliv na životní prostředí a snižuje náklady na spotřebu vody pro spotřebitele doma i na pracovišti. Opětovné využívání šedé vody má dvojitý dopad na spotřebu vody. Vzniká méně odpadů, což má další ekologické a ekonomické dopady. Šedá voda je cenným zdrojem pro úsporu vody a velmi účinným přístupem ke snížení nákladů na pitnou vodu díky relativně nízkému znečištění a snadnému čištění šedé vody (Kotíšek 2012).

Ke zlepšení kvality vody je často nutná její úprava, a to i když neobsahuje stopy moči ani fekáliemi. K tomuto postupu je zapotřebí vynaložit energii k odstranění nežádoucích látek (potravin, tuky, vlasy nebo stopy čisticích prostředků z domácnosti). Opětovné použití menšího množství vody znamená spotřebu menšího množství energie, což vede k efektivnějšímu a dlouhodobějšímu systému dodávky vody. Běžnou strategií řízení poptávky je instalace vodovodních kohoutků a armatur s účinnou spotřebou vody (např. toalety s dvojitým splachováním). Tyto metody

snižování spotřeby zdrojů jsou cenově dostupné a šetrné k životnímu prostředí. (Holt 2006).

3.7.1 Čištění šedé vody

Vyčištěná šedá voda musí být i po delší době akumulace bez zápachu, hygienicky nezávadná a v ideálním případě bezbarvá. Technologie úpravy šedé vody musí být speciálně vytvořena pro daný úkol, aby nedošlo k ohrožení zdraví obyvatelstva. U šedé vody z kuchyňských činností je často zapotřebí více úprav. Do čistírny určené k úpravě šedé vody může být dodávána pouze šedá voda. Vybavení a konstrukce čistírny musí záviset na druhu odpadní vody, která do ní bude přiváděna. Pokud je součástí šedých vod voda z mytí nádobí, která obsahuje emulgované i neemulgované tuky, musí být v návrhu zahrnuta nutnost jejich odstranění. Technika čištění šedých vod musí být vyvinuta v souladu s normami pro kvalitu čištěných šedých vod a případně s ohledem na jejich možné budoucí využití (ČSN 75 6780; Šálek 2012).

3.7.1.1 Mechanické čištění

Sedimentace a filtrace jsou dvě základní techniky čištění. Pro mechanické předčištění šedých vod se navrhuje hřebeny, sedimentační nádrž, sběrné a rotační filtry a v případě přítoku z kuchyně lapač tuků. Zařízení pro mechanické předčištění musí být plánováno na maximální hodinový přítok šedé vody Q_h v l/h, který je bez deště. V závislosti na následném stupni čištění se navrhuje velikost ok odlučovačů, lapáků a rotačních sít pohybuje od 0,2 mm do 3 mm. Například kvůli zachycování vlasů potřebuje většina výrobců pro předčištění při použití membrán hřebeny nebo síta o velikosti otvorů 0,2 mm až 0,5 mm. Nádrže pro sedimentaci mohou být čtvercové, obdélníkové nebo kulaté. Z konstrukce nádrže je třeba vyloučit možnost turbulentního proudění, které by mohlo poškodit proces sedimentace. Doporučuje se, aby střední doba zdržení pro maximální denní přítok Q_d bez deště byla delší než 10 minut (ČSN 75 6780).

3.7.1.2 Chemické úpravy

Systémy, které k čištění šedé vody používají chemické látky, zahrnují elektrokoagulační a koagulační postupy, které zahrnují přidávání chemických látek vyrobených ze železa, hliníku nebo jiných kovů do odpadní vody. Při fyzikálně-chemickém koagulačním postupu se do šedé odpadní vody dávkuje koagulant na bázi

železa nebo hliníku, který způsobuje koagulaci a flokulaci. Sražené látky se poté oddělí, často pomocí sedimentace nebo filtrace. Jednou z možností je kombinace koagulace s pískovým filtrem nebo granulovaným aktivním uhlím. Šedou vodu z prádelen lze úspěšně čistit pomocí koagulace (ČSN 75 6780).

3.7.1.3 Fyzikální úpravy

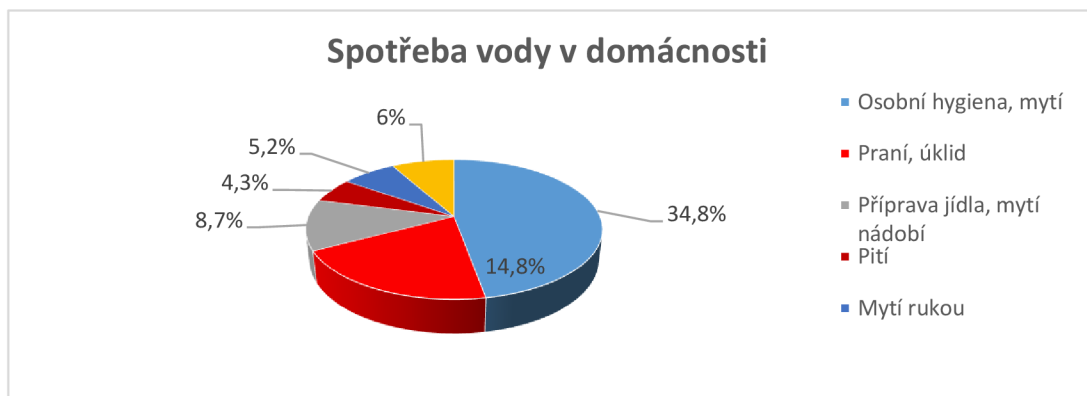
Mezi techniky fyzikální úpravy patří membránová filtrace a metody založené na adsorpci suspendovaných látek na filtračním loži pískového filtru. Jako filtrační materiál lze použít antracit, granulované aktivní uhlí nebo křemičitý písek (výběr a frakce závisí na složení čištěné šedé vody) (ČSN 75 6780).

3.7.1.4 Biologické úpravy

Příkladem systémů s biologickým čištěním jsou biofilmové reaktory, aktivační nádrže, membránové bioreaktory a biologické provzdušňované filtry. Aktivace je jednou z klíčových částí. Podstatou aktivace je provzdušňování kombinace odpadní vody a aktivovaného kalu v aktivační nádrži, kde je aktivovaný kal složen ze smíšené kultury organismů zapojených do procesu čištění. Použití aktivačních technik se doporučuje zejména u zařízení, která produkují velké množství šedých vod. Zařízení do značné míry úspěšně upravují vstupující znečištěnou vodu. Pro úpravu šedé vody se doporučuje vyšší stáří kalu a systém s nízkým zatížením, aby se prodloužily intervaly obnovy membrán (ČSN 75 6780).

3.8 Spotřeba vody

Průměrná spotřeba vody domácností v České republice v dlouhodobém horizontu klesá. To může být způsobeno mnoha důvody jako například zdražení vody v 90. letech, kdy začali Češi s vodou šetřit a cena vody postupně začala stoupat až do dnes. Denní spotřeba vody na osobu se za posledních 20 let snížila o více než třetinu. Kvůli zvýšení cen vody lidé využívají pračky nebo vodovodní baterie, které spotřebují méně vody. Spotřeba vody v podnikání a zemědělství klesá s tím, jak se vyvíjejí pokročilejší technologie, a stále více jednotlivců se obrací k vlastním studnám za účelem snížení nákladů na domácnost. Aktuální spotřeba vody za den na osobu se pohybuje okolo 89 litrů (Novinky.cz ©2013; SČVK ©2020).



Obrázek 3: Spotřeba vody v domácnosti (SČVK ©2020)

Tabulka 1: Spotřeba vody u jednotlivých aktivit v domácnosti (Kraus 2022)

Spotřeba vody u jednotlivých aktivit v domácnosti		
Aktivita	spotřeba v litrech (odhadovaná)	cena v Kč (odhadovaná)
Praní v pračce	40 - 80	32,56 - 65,12
Splachování	10 - 12	8,14 - 9,77
Koupelel ve vaně	100 - 150	81,4 - 122,1
Mytí nádobí v myčce	10 - 30	8,14 - 24,42
Mytí nádobí tekoucí vodou	30 - 80	24,42 - 65,12
Mytí rukou	3 - 4	2,44 - 3,26

Odhadovaná cena vodného pro rok 2023 v Úvalech u Prahy je 81,40 Kč za metr krychlový a cena stočného je 66,95 Kč na základě dat z minulých let (Technické služby města Úvaly, 2023).

3.9 Dešťová voda jako pitná

Pití dešťové vody se bohužel nedoporučuje. Velkou roli zde hraje nejen možná kontaminace látkami z ovzduší, ale také demineralizace. Kondenzací se z vody odstraní všechny minerální látky, případně zůstanou v původní vodě. Na své cestě zpět na zem však voda obvykle absorbuje pouze škodliviny a bakterie, takže se nesmí přijímat bez filtrace. Vzhledem k předešlým informacím je odpověď jasná, není pitná. Dešťovou vodu lze používat pouze pro zásobování zahrady vodou.

Dešťovou vodu je rovněž přípustné používat pro pračku a splachování toalety. Pokud tedy budete dešťovou vodu pít, činíte tak na vlastní nebezpečí (Vitalhelden ©2021).

3.9.1 Demineralizovaná voda a její účinky na organismus

Dešťová voda neobsahuje téměř žádné elektrolyty. Pokud se tato voda vypije, obsah elektrolytů se difuzí vyrovná s obsahem tělesných tekutin. Elektrolyty se pak vylučují močí, a tím se vyplavují z těla. Tímto způsobem může dešťová voda připravit tělo o životně důležité elektrolyty. Ve většině případů lze tento bod snadno kompenzovat vyváženou stravou. Přesto byste si měli být tohoto účinku dešťové vody vědomi (Vitalhelden ©2021).

3.10 Hospodaření se srážkovými vodami

3.10.1 Možnosti vsakování srážkových vod

Vsakování je jedním ze způsobů, jak využít dešťovou vodu. Jeho nejvhodnějším využitím je nechat zasakovat vodu přebytečnou, který vzniká při nadbytku dešťové vody v nádrži, namísto vodu používat pouze k infiltraci na pozemku rodinného domu. Infiltrace může být i finanční úlevou na rozdíl od běžného odvádění srážkové vody. Stavební náklady na pořízení infiltrace srážkové vody jsou zhruba poloviční ve srovnání s dešťovou kanalizací, a to včetně pořízení a údržba zeleně na vsakovacích plochách (Böse 1999).

3.10.1.1 Plošné vsakování

U této metody je potřeba, aby srážková voda, která dopadá na pozemek byla rovnoměrně rozdělena, aby tato metoda byla účinná, je potřeba minimálně 30% celkové plochy pozemku, na který srážky dopadají. Nejvhodnější půdu pro tyto účely je písčité a štěrkovité díky své propustnosti. Transport dešťové vody může být zajištěn vydlážděným žlabem nebo například trubkami z dešťového svodu. Toto opatření se nesmí budovat v bezprostřední blízkosti domu, jelikož se může zvýšit vlhkost půdy a následná vyšší úroveň spodní vody může způsobit nežádoucí potíže (Böse 1999).

3.10.1.2 Vsakování koryty a rigoly

Jedno z častých opatření jsou koryta a rigoly, které musí svou rozlohou zabírat aspoň 10 % plochy na kterou dopadá srážková voda. Voda je v „Živé zóně půdy“ čištěna přirozenou cestou a pokračuje dál do půdy. Aby bylo zajištěno rovnoměrné rozptýlení přitékající vody, měl by být žlab rovný, ideálně bez jakéhokoli sklonu. Aby se zabránilo zanášení bahnem, musí být půda velmi propustná. Hloubka koryta by se měla pohybovat v rozmezí 10 až 30 cm. Jeho kapacita by měla být zvolena na základě velikosti střechy a propustnosti půdy; v ideálním případě by měl být dostatečně velký, aby nedošlo k jeho přetečení ani v období velkých srážek. Pokud půda (písčitohlinitá) nemá dostatečnou absorpční kapacitu, může voda infiltrovat přes uměle usazený štěrk nebo drcený kámen s lepší absorpční schopností. Takovéto úpravy se nazývají rigoly. Aby nedošlo k rozpadu je rigol vystlán geotextílií. Systém rigolů funguje jako kombinace odvodnění, retence a sběru vody.

Velikost a konstrukce koryta a rigolu závisí do značné míry na propustnosti půdy. Pískovcové půdy rychle absorbují srážky, proto v těchto situacích není rigol potřeba. V půdách, které jsou obzvláště těžko infiltrovatelné, jako jsou například jílovité půdy, je obvykle nemožné vsakování vody omezit. V těchto situacích je třeba část vody přeměrovat (Böse 1999).

3.10.1.3 Vsakování drenážními trubkami

U této metody jsou drenážní trubky umístěny do země za účelem vsaku dešťové vody do půdy a jejího okolí. Vzhledem k malé kapacitě trubek, je tato metoda vhodná pouze v dobře propustných půdách. Potrubí je pokládáno od zásobníku s mírným spádem 5 %. Jednotlivé přepady mohou být vyvedeny do příkopů, kanálů nebo potoků, aby se voda, která nestačila vsáknout, bezpečně odvedla. Nejhodnější využití drenážního vsakování je pro přepady nádrží uložených v půdě (Böse K. H., 1999).

3.10.1.4 Vsakovací studna

Další metodou zefektivnění vsaku jsou vsakovací studny. Jsou rovněž vyrobeny z betonu nebo plastu. Umožňují zadržování vody v období intenzivních dešťů a postupné uvolňování zadržené vody do okolní půdy. Pro zvýšení účinnosti vsakovací

studny ji lze spojit s drenážními vsakovacími trubkami (Böse 1999; Kabelková a kol. 2009).

3.10.2 Využití srážkových a šedých vod

Denně se spotřebuje v průměru zhruba 89 litrů pitné vody na osobu, avšak namísto pitné vody můžeme využívat dešťovou vodu, protože přibližně 50 % tohoto množství nemusí splňovat normy pro kvalitu pitné vody. Různé činnosti v domácnosti vyžadují vodu různé kvality. V případě, kde s vodou jednotlivci přicházejí do těsného kontaktu, je třeba využívat pitnou vodu (vaření, pití). Za jiných okolností lze využít dešťovou (případně šedou vodu) vodu, která je často lepší z mnoha hledisek (Hlavínek a kol. 2007).

3.10.2.1 Praní

V oblastech, kde je jiná dostupná voda (podzemní nebo upravená) příliš tvrdá pro praní nebo má vyšší koncentraci železa, manganu, lze nasbíranou dešťovou vodu využít jako užitkovou vodu pro praní. Měkkost dešťové vody je při použití k praní výhodná, protože se v ní mnohem snadněji rozpouštějí prací prostředky, čímž se snižuje jejich potřeba. Nemá také tendenci se usazovat a vytvářet vodní kámen, čímž odpadá potřeba drahých změkčovačů. Spolu s nižší spotřebou vody se úspory projevují také v menší spotřebě pracích prostředků a menším opotřebení pračky. Na trhu jsou pračky se dvěma oddělenými přípojkami na vodu. Díky využití pitné vody pro poslední máchání a dešťové vody pro hlavní praní a počáteční máchání jsou pračky schopny regulovat proces praní. Studie hygienického ústavu v Brémách neodhalilo žádné rozdíly mezi praním prádla v dešťové a pitné vodě (Dvořáková 2007).

3.10.2.2 Splachování toalety

Vzhledem k tomu, že dešťová voda je šetrná a zabraňuje usazování vodního kamene, je prospěšná i pro toalety a vodovodní potrubí (přívodní trubky, odtoky). Také splachování toalety spotřebuje spolu se sprchováním nejvíce vody v domácnosti a využívání pitné vody k tomuto účelu je plýtváním, protože nevyžaduje vodu nejvyšší kvality (Dvořáková 2007; Novak a kol. 2014).

3.10.2.3 Údržba

Dešťovou vodu lze využívat k úklidu, mytí vozidel a dalším činnostem k údržbě domácnosti, které nepotřebují hygienicky nezávadnou pitnou vodu. V každém z těchto scénářů je zapotřebí značný objem vody a použití dešťové vody namísto pitné je výhodné z ekonomického i ekologického hlediska (Dvořáková 2007; Innovative water solutions ©2023).

3.10.2.4 Zavlažování

Díky tomu, že dešťová voda obsahuje málo solí, tak se půda nezasoluje. Další výhodou je absence chlóru. Dokonce i některé rostliny, jako například kanadské borůvky, si neumějí poradit s jiným typem vody než s dešťovou vodou. Pitná voda je příliš cenná na to, aby se používala k zavlažování zahrady a bylo by hloupé nevyužívat dešťovou (Dvořáková 2007; Šálek a kol. 2008).

3.11 Předčištění

Předčištění musí být plánované a umístěné před skladovací zařízení, může zahrnovat řadu technologií. Při volbě druhu a rozsahu předčištění je třeba zohlednit vlastnosti a rozměry sběrné oblasti. Cílem předběžné úpravy je udržet větší částice a organické látky mimo skladovací zařízení. Pro použití v budovách musí být největší částice, které se mohou dostat do akumulacího zařízení, 1 mm nebo menší. Pokud pevné částice uvíznou, musí se průběžně vypouštět nebo vybírat ručně (ČSN EN 16941-1).

Do odtoku vody ze střechy jsou zahrnuty nečistoty. V závislosti na zamýšleném použití a typu znečištění může být dokonce nutné ji před použitím separovat. Prach, listí, větve, někdy i ptačí trus a další nečistoty jsou srážkami splachovány ze střechy do dešťového svodu. Hrdlo svodu může být opatřeno sítím, které zachytí větší materiál. Hrubé částice zachytí také lapač listí. K čištění a zachycování hrubého materiálu postačí jednoduchý síťový filtr, pokud bude voda používána pouze k zalévání zahrad. Zahradní čerpadlo si poradí s drobnými částicemi nečistot, které nemají na zahradu žádný vliv (Böse 1999).

3.11.1 Filtrační šachta

Pro pohodlné filtrování a sběr dešťové vody slouží filtrační šachty a nátokové šachty, které umožňují bezproblémové použití nebo sběr. Na rozdíl od filtračních košů pod nátokem do nádrže na dešťovou vodu se kvalitní a robustní filtrační a nátokové šachty snadno instalují a snadno udržují (čištění filtračního koše). Dokáže zachytit větvičky, listy a další materiál, které jsou větší než 0,5 milimetru (Dešťové nádrže ©2023).

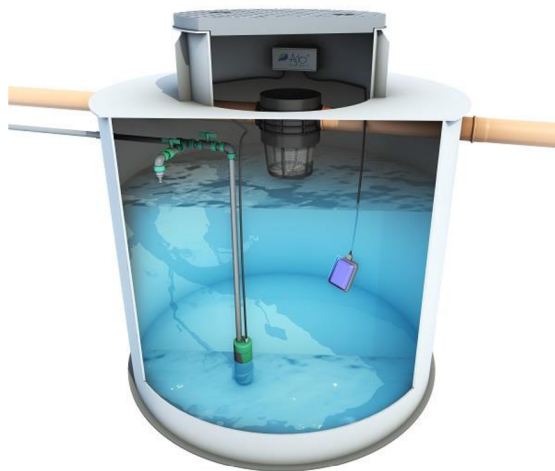


Obrázek 4: Filtrační šachta (Dešťové nádrže ©2023)

3.11.2 Filtrační jímka

Pod tímto pojmem se rozumí drenážní systém jam utěsněný vzhledem k okolní půdě. Odtékající dešťová voda je po půdní pasáži přiváděna do kontrolní šachty, ve které posuvné zařízení škrtní odtok, nebo ho úplně odstaví. Díky protékání oživenou matečnickou vrstvou (hornina magmatického, metamorfovaného či sedimentárního původu) půdy může být zároveň docíleno dobrého biologického čištění dešťové vody, která pak může být např. zaústěna do otevřeného recipientu nebo do podzemního vsakovacího zařízení. Filtrační jímka se může použít nezávisle na propustnosti půdy a eventuální kontaminaci, jak pro předčištěnou nebo silně znečištěnou vodu (silnice) (Mifková 2009b).

Výhodou je optimální kontrola vsakovacích opatření a dobrá se integruje do zelených ploch. Jako nevýhodu můžeme považovat nulové vsakování do půdy (Mífková 2009b).



Obrázek 5: Filtrační jímka (ASIO ©2023)

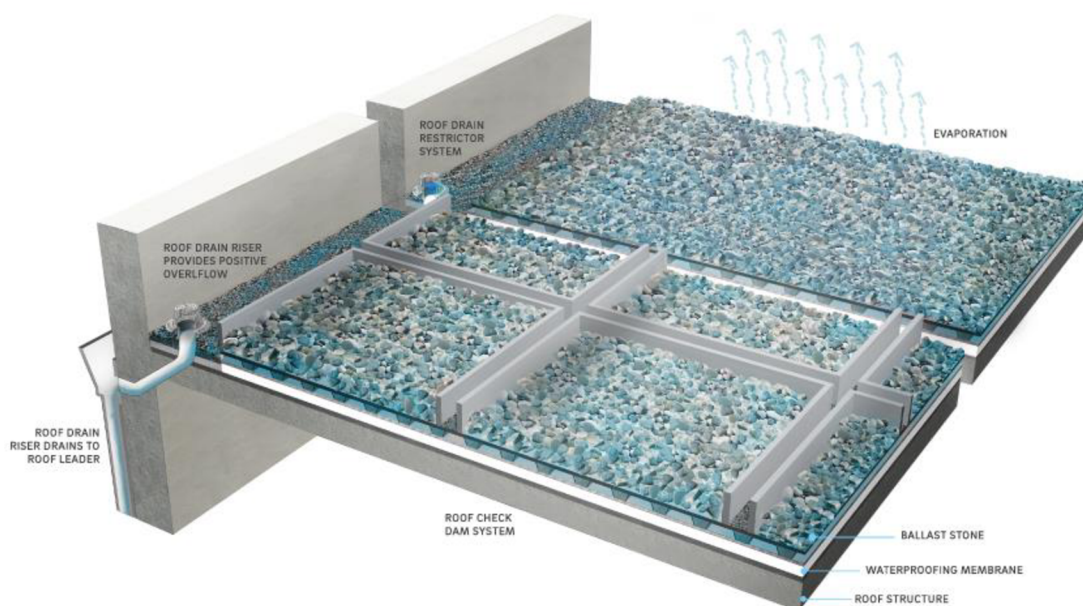
3.12 Akumulace dešťové vody

U skladování dešťové vody s požadavkem na využívání v domácnosti se musí brát zřetel na maximální teplotu 16 °C při uskladnění. Při vyšší teplotě hrozí nebezpečí rozvoje bakterií a znehodnocení vody. V důsledku toho je nejlepší zakopat nádrže na dešťovou vodu pod zem, kde bude mít půda ideální teplotu. Zásadní je také filtrace vody. Optimální počet filtrů jsou tři. Možnost instalace nádrže nad zemí je sice levnější, ale umožňuje pouze krátkodobé skladování vody nikoli dlouhodobé z již zmíněných důvodů. Výhodou podzemní nádrže na dešťovou vodu je schopnost zadržet vodu po delší dobu (Plachá 2018).

3.12.1 Modré střechy

Modrá střešní krytina je speciálně vyrobena pro dočasné zadržování dešťové vody a regulaci odtoku ze střech. Voda pak může být použita k zavlažování při úpravě krajiny nebo postupně odtékat do podzemních vod. Tím se zabrání přetékání kanalizace a obytná oblast je chráněna před vypouštěním kontaminované vody. Dešťovou vodu lze shromažďovat na střeše pomocí různých střešních zařízení. Z hlediska způsobu zadržování vody mohou být tyto střechy aktivní nebo pasivní. Na

pasivních střeších se často používají mělká jezírka nebo unikátní sudy. Modré střešní krytiny se z architektonických důvodů hodí zejména na dlouhé ploché střechy komerčních objektů (VW WACHAL ©2016).



Obrázek 6: Modrá střecha (VW WACHAL ©2016)

Tato metoda má své výhody i nevýhody. Mezi výhody bychom mohli zařadit dobrou retenční schopnost a potenciální nízké náklady na přestavbu u plochých střech (regulovaného odtoku a bezpečnostního přepadu). Mezi nevýhody patří jednoznačně větší zatížení střechy a vyšší nároky na těsnost (Mífková 2009b).

3.12.2 Retenční nádrž na dešťovou vodu

3.12.2.1 Průmyslové využití

Pokud jde o hospodaření s dešťovou vodou, stavební úřad často vyžaduje její zadržování. Pokud je místní podloží dostatečně propustné, lze použít různé technologické postupy. Vzhledem k větším rozměrům je efektivnější použít metody s větším objemem než malé retenční nádrže používané u rodinných domů. V minulosti se běžně používaly trativody nebo šterkové lože napájené drenážními trubkami. Dnes se v povrchových retenčních nádržích častěji využívají jímací prvky. Nejběžnější jsou průsakové tunely nebo bloky (viz kapitola Zasakovací tunely) (Aliaxis ©2023).

Retenční nádrže na srážky jsou určeny k tomu, aby byly po krátkou dobu zachycovány v nádržích na dešťovou vodu. Dešťová voda může být přečištěna a následně využita. Nevyužitá vyčištěná voda se pak opatrně vypouští do recipientu nebo se vsakuje do půdního profilu. V čistírně odpadních vod se silně znečištěná voda přečerpává do kanalizace. Nádrže na dešťovou vodu slouží k řádnému hospodaření a ochraně životního prostředí před škodlivými vlivy dešťové vody a povrchového odtoku. Nádrže jsou vyrobeny z železobetonu a mohou být buď velkých rozměru a být umístěny například pod parkovišti a vozovkami nebo mohou být menších objemů o 15 m³ až 30 m³ (Hlavínek a kol. 2007).

3.12.2.2 Rodinné domy

Domácí retenční nádrž je velká rezervoár na dešťovou vodu. Obvykle má objem několik metrů krychlových. Retenční nádrže si častěji budují majitelé větších zahrad, protože to dává větší smysl. Typické umístění retenční nádrže na dešťovou vodu je pod zemí. Vykope se vhodná jáma a na její dno se umístí betonový základ. Po umístění nádrže pomocí jeřábu nebo hydraulické "ruky" nákladního automobilu se současně naplní vodou a zasype zeminou. Pro čištění a případné čerpání vody je na povrchu stále přítomen kryt. Voda se často před vypouštěním ze střešních žlabů do retenční nádrže filtruje od nežádoucích nečistot. To však není nezbytné, pokud je střešní krytina domu v dobrém stavu. Voda se v podzemní nádrži příliš neznehodnocuje kvůli nízké teplotě a naprosté tmě. Retenční nádrže mohou být tvořeny laminátem nebo polyethylenem a dodávají se v různých provedeních, nejčastěji ve tvaru válce nebo krychle. Levnější nádrže musí být obetonovány. Kvalitní polyethylenové nádrže však obvykle stačí naplnit kapalinou. Velikost střechy domu má významný vliv na objem nádrže. Pro běžnou domácnost se často instalují retenční nádrže o objemu 4 až 5 m³. Vodu lze většinou využít na zahradě nebo ke splachování toalet (E-ON ©2023).

Hlavních výhody retenční nádrže jsou nízké pořizovací náklady a omezení odtoku jednoduchým způsobem. Mezi hlavní nevýhody bychom mohli dát potřebnou plochu a pravidelnou údržbu, která je bezpodmínečně nutná (Mífková 2009b).



Obrázek 7: Retenční nádrž na dešťovou vodu (Aliaxis ©2023)

3.12.3 Retence na parkovištích

Pro velká parkoviště se skvěle hodí použít zatravněovací dlažbu. Lze ji vkusně a moderně začlenit do vzhledu měst nejen na parkovacích místech, ale také před vchody domů, kancelářských budov nebo nákupních center. Tato metoda pomáhá přírodě zachovat přirozenou funkci zadržování a infiltraci dešťové vody v podloží a do něj. Zatravněovací a drenážní dlažba je systém, který se hodí téměř pro každý typ plochy díky širokému sortimentu (zahrady, krajinářství, inženýrské stavitelství jako například parkoviště, logistické a skladovací plochy). Jsou skvělým řešením také pro zpevnování manipulačních a odstavných ploch a příjezdových cest pro záchranné jednotky a hasiče (Ecoraster ©2023).

Mezi hlavní výhody patří možnost použití na vysoce zatěžovaných plochách (až 800 t/m²). Dále je optimální na zadržování dešťové vody. Pokládka je rychlá a snadná. Materiál disponuje obzvláště dlouhou životností, inovativním systémem spojování a robustní konstrukcí. Na druhou stranu má tato metoda Částečné omezení užívání

těchto ploch (Mifková 2009b).



Obrázek 8: Zatrávňovací a drenážní dlažba (Ecoraster ©2023)

3.12.4 Plastové voštinové bloky

Vsakovací bloky mají vynikající technologické vlastnosti. Nové vsakovací bloky jsou vyrobeny z polypropylenu a díky své konstrukci mají třikrát větší retenční objem než šterkové lože. Každý blok se skládá z těla, dna a dvou koncových dílů. Jejich spojením lze vytvořit průsaková zařízení různých tvarů a velikostí. Kontrola a čištění jsou díky vynikající konstrukci velmi jednoduché. Blok může být osazen až do hloubky 5 m a jeho životnost má být minimálně 50 let. Bloky lze využít jako zásobní nádrž, pro retenci s regulovaným odtokem nebo pro vyluhování (Aliaxis ©2023).



Obrázek 9: Plastový voštinový blok (Aliaxis ©2023)

3.12.5 Zasakovací tunel

Vsakovací tunely se často využívají k účinnému zachycení dešťové vody, zejména v místech, kde není nutné budovat velké vsakovací objekty, např. u rodinných domů, chat a chalup. Schopnost okamžité akumulace vody a flexibilita při jejich sestavování v libovolném počtu řad jsou hlavními výhodami vsakovacích tunelů. Jsou složeny z vysoce kvalitního polypropylenu a skvěle nahrazují dříve používané štěrkové rybníčky. Často se využívají jako bezpečnostní přepad podzemní akumulární nádrže. Nabízejí silnou statickou odolnost s možností zatížení automobilovou dopravou a značnou skladovací kapacitu. Akumulační tunel lze instalovat v jakémkoli typu terénu, protože umístění modulů lze upravit podle požadavků projektu, vlastností terénu a výšky spodní vody. Aby se zabránilo případnému přetížení bočních otvorů modulů, musí být na dno výkopu položena vrstva štěrku (štěrk 16/32 mm o minimální výšce 100 mm). Na vrchol modulů musí být před drcením navršeno minimálně 150 mm štěrku o stejné zrnitosti. Tento zásyp má akumulární kapacitu zhruba 30 % objemu vody (Dešťové nádrže ©2023).



Obrázek 10: Zasakovací tunel (Dešťové nádrže ©2023)

4 Metodika

Předmětem metodiky je návrh sběru dešťové vody a její následné využití u rodinného domu se zahradou. V současné době jsou dešťové srážky z horní části domu odváděny do jednotné veřejné kanalizace, aniž by byly zadržovány bez jakékoliv adaptace. Pitná voda z vodovodního systému je dodávána do celého rodinného domu. Proto je třeba jiné řešení šetřit vodou využitím dešťové vody například v létě, k zavlažování zahrad. Při navrhování systému na zachycování dešťové vody je zásadní zvolit správnou velikost nádrže. Vychází se přitom z velikosti odvodňované oblasti a ročních srážek v dané oblasti. Pro výpočet ročního úhrnu srážek byly použity údaje Českého hydrometeorologického ústavu.

Následující části tvoří metodický postup:

- Legislativa
- Popis řešené lokality;
- Návrh hospodaření s dešťovými vodami;
- Ekonomická rozvaha.

Posouzení vhodnosti pro oblast a vsakování bude využita tzv. Mapa potencionálního vsaku pro území České republiky, vzhledem k tomu že nebyl proveden geologický průzkum. Technická norma ČSN EN 16941-1 a tvorba autora Ing. Reinberka budou využity jako metodický nástroj pro návrh hospodaření se srážkovými vodami. Na základě normy ČSN 75 9010 je stanoven požadavek vsakovacího systému na úroveň základové spáry. Výběr určitého zboží pro hospodaření s dešťovou vodou nového systému, včetně ceny jeho pořízení, bude předmětem ekonomické studie. Konečná cena bude zahrnovat zohlednění dotační podpory Nová zelená úsporám a výpočet návratnosti investice.

4.1 Legislativa

Promyšlené hospodaření s vodou v domě umožňuje, aby jej mohl využívat každý a aby fungoval bez přerušení a efektivně. Domy musí být chráněny tak, aby hospodaření s dešťovou vodou mohlo probíhat v souladu s platnými zákony a aby v případě nadměrného deště nedošlo k jejich zaplavení. Podle místních podmínek to znamená dát přednost zachycování, zasakování nebo regulovanému vypouštění

dešťové vody do kanalizace. Dešťová voda a pitná voda musí být v případě potřeby rozváděny odděleně a současně (Šálek 2012).

4.1.1.1 Vodní zákon č. 254/2001 Sb.

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách, obsahuje zákony upravující užívání vod a hospodaření s nimi. Zákon vymezuje požadavky na produktivní využívání vodních zdrojů a chrání zejména povrchové a podzemní vody. Cílem tohoto zákona je zajistit přístup veřejnosti k čisté pitné vodě a chránit vodní biotopy a suchozemské ekosystémy, které jsou na nich přímo závislé. Legislativa se srážkovými vodami příliš podrobně nezabývá, místo toho je skryta v ustanovení, které zní: "vytvářet podmínky pro snižování nepříznivých účinků povodní a sucha". V zákoně není žádná zvláštní kapitola, která by se touto problematikou zabývala. Navíc nejednotný výklad zákona neposouvá znalosti o srážkových vodách ani o jejich možném využití (Zákon č. 254/2001Sb.)

4.1.1.2 ČSN 75 9010

Norma uvádí postupy pro provádění geologických rozborů pro vsakování povrchových vod ze srážek. Stanovuje omezení, kolik povrchové vody ze srážek se může infiltrovat. Norma nabízí základní přehled již provozovaných povrchových a podzemních retenčních zařízení. Norma se zabývá mírou bezpečnosti proti přeplnění akumulčních zařízení a přetečení srážek na povrch a uvádí metody a příklady pro stanovení retenčních objemů vsakovacích zařízení. Součástí normy pro Českou republiku jsou aktualizované tabulky návrhových srážek (ČSN 75 9010).

4.1.1.3 TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami

Norma se primárně zabývá hospodařením s dešťovými srážkami na konkrétním pozemku (decentralizované odvodnění), ale uvádí také centrální opatření, která jsou zařazena do kategorie decentralizovaných opatření (řetězení v řadě) s cílem vytvořit užitečný systém přirozeného odvodnění. opatření ke snížení (nebo zamezení) odtoku z deště (TNV 75 9011).

4.1.1.4 Stavební zákon č.183/2006 Sb.

Jedná se o zásadní ustanovení prováděcí vyhlášky ke stavebnímu zákonu. Podle vyhlášky č. 501/2006 Sb. o obecných podmínkách využívání území musí být stavební pozemek vymezen způsobem umožňujícím sběr nebo retenci dešťových vod před jejich vypouštěním do vodního toku nebo kanalizace (Zákon č. 183/2006 Sb.).

4.1.1.5 Zákon o vodovodech a kanalizacích 274/2001 Sb.

Jedná se o zákon, který se zabývá dešťovou vodou ve vztahu k jejich odvádění do kanalizace. § 2 odst. 2. Kanalizace je soubor fyzicky a funkčně samostatných staveb a zařízení, který zahrnuje kanalizační stoky pro kombinované nebo oddělené odvádění odpadních a srážkových vod, kanalizační objekty, čistírny odpadních vod a stavby pro čištění odpadních vod před jejich vypouštěním do kanalizace. Srážkové vody musí buď přímo odtékat do kanalizace, nebo se přes přípojku stávají odpadními vodami, kdy se splaškové a dešťové vody vypouštějí současně do jedné kanalizace. O oddílnou kanalizaci se jedná tehdy, když se odpadní a srážkové vody vypouštějí odděleně (Zákon č. 274/2001Sb.).

4.1.1.6 Prováděcí vyhláška č. 428/2001Sb k zákonu č. 274/2001Sb., o vodovodech a kanalizacích

Postup pro stanovení množství srážek vypouštěných do kanalizace bez měření je popsán v prováděcím předpisu. § 31 odst. 1. Množství srážkových vod odváděných do kanalizace bez měření se podle příslušné regionální pobočky Českého hydrometeorologického ústavu vypočte na základě výpočtu s využitím dlouhodobého srážkového normálu v oblasti, ze které jsou srážkové vody odváděny do kanalizace, a to podle druhu a velikosti ploch nemovitostí a příslušných odtokových součinitelů. (Zákon č. 274/2001Sb.).

4.1.1.7 Omezení u však dešťové vody

Geologické parametry v místě stavby jsou nejdůležitějšími informacemi pro projektování zařízení HDV. Geologický průzkum musí být proveden neprodleně, aby bylo možné připravit stavby. Ten může buď podpořit, nebo vyvrátit myšlenku, že vsakování dešťových vod je možné. ČSN 75 9010 V závislosti na místních podmínkách se u zařízení pro zadržování dešťových vod podrobně specifikuje přístup a rozsah geologického průzkumu. Patří sem rozbor propustnosti podloží, charakteristiky horninového podloží, hloubka hladiny podzemní vody a mocnost nenasyčené zóny, směr proudění podzemní vody, sklon terénu, vymezení ochranných pásem vodních zdrojů, ekologická zátěž území a využití území (pro posouzení možnosti zaplavení je velmi důležitá stávající nebo plánovaná zástavba území a jeho využití) (Stránský a kol. 2012).

4.1.1.8 Neziskové skupiny

Neziskové skupiny, které se zaměřují na hospodaření s dešťovou vodou, působí většinou v oblasti vzdělávání a osvěty. Za široký dopad lze považovat kampaň spojenou s dotačním titulem Dešťovka. Další z významnějších je program "Počítáme s vodou", který se zaměřuje především na obecní samosprávy. Mezi další organizace však patří například Nadace Partnerství, Nadace Proměny nebo Organizace pro vodu ČR (Ministerstvo životního prostředí ©2019).

4.2 Výpis použitých vzorců

4.2.1 Stanovení dostupného objemu srážkových vod

Dostupný objem srážkových vod, které mohou být zachyceny v časovém úseku (t) z různých ploch (index i), se stanoví podle dále uvedené rovnice:

$$Y_R = \sum A_i \cdot h_i \cdot e_i \cdot \eta_i$$

kde je

Y_R nátok srážkových vod v časovém úseku t , vyjádřený v litrech (l);

- A* půdorysný průmět sběrné (odvodňované) plochy, vyjádřený v metrech čtverečních (m²)
- h* úhrn srážek v časovém úseku *t*, vyjádřený v milimetrech (mm);
- e* součinitel výtěžnosti sběrné plochy;
- η* hydraulická účinnost.

4.2.2 Výpočet roční potřeby vody dle ČSN 75 6780

Celková roční potřeba nepitné vody v budovách se stanoví podle vztahu:

$$D_{t,a} = d_a \cdot D_G + D_{s,a} + D_{f,a,misc}$$

kde je

- d_a* počet dnů v roce, kdy se nepitná voda využívá (v obytných budovách 365 dnů, v ostatních budovách např. v pracovních dnech);
- D_G* denní potřeba nepitné vody související s osobami v litrech za den (l/den) stanovená podle ČSN EN 16941-2 (bez zalévání nebo kropení a úklidu);
- D_{s,a}* roční potřeba nepitné vody pro zalévání nebo kropení v litrech za rok (l/rok);
- D_{f,a,misc}* roční potřeba nepitné vody nesouvisející s osobami pro jiné účely, než je zalévání nebo kropení (např. pro úklid) v litrech za rok (l/rok).

5 Popis řešené lokality

V rámci projektu hospodaření s dešťovou vodou byl zvolen rodinný dům v Úvalech, nacházející se v obci Úvaly, ve Středočeském kraji v okrese Praha-Východ. Objekt sousedí s prodejnou Penny a nachází se na okraji obce Úvaly. Travnaté plochy, stromy a keře pokrývají více než 80 % plochy pozemku. Necelých 19 % plochy tvoří vlastní stavby a zpevněné plochy. Pozemek má celkovou rozlohu 1 123 m². Z toho využitelná plocha, pro kterou má být návrh proveden činí cca 300 m². Podrobnější popis lokality (viz příloha 1 - Situace - Nový stav). Grafické znázornění jak objektů, tak i celého pozemku bylo dodáno vedoucí bakalářské práce paní Ing. M.

Synáčkovou CSc. a vypracováno panem Ing. K Sommerem. Pozemek se nachází na adrese Škvorecká 107. Vlastníkem pozemku je František Souček. Pozemek se nachází na katastrální mapě obce Úvaly pod čísly 351, 352 a 353. Rozsáhlá zahrada

obklopuje rodinný dům a zabírá více než 80 % celkového pozemku. Zahrada je celá porostlá trávou, stromy a rostlinami. Celý pozemek je oplocený. Podle výše uvedených skutečností je pozemek vhodný pro koncepci hospodaření s dešťovými vodami, protože se na něm nachází značná plocha venkovní zahrady. Přesným návrhem hospodaření se budeme zabývat v následující části a po něm bude následovat posouzení finanční návratnosti (ČUZK ©2023; příloha 1 - Situace – Nový stav).

Konkrétně se jedná o pozemky:

351 - Úvaly u Prahy - zastavěná plocha a nádvoří

352 - Úvaly u Prahy - zastavěná plocha a nádvoří

353 - Úvaly u Prahy - zahrada

5.1 Kanalizace

Kanalizace je jednotná, tzn. sloučená splašková a dešťová kanalizace. Kanalizace se z areálu napojuje na uliční stoku AL-4. Kanalizace je navržena v gravitačním spádu (Technické služby města Úvaly ©2023).

5.2 Hydrogeologická charakteristika

Zájmová lokalita je ve správě Povodí Labe (státní podnik) a nachází se v hydrologickém povodí řeky Výmola s pořadovým číslem 10179571.

Pozemek se pozvolna svažuje k severu. Lokalita má aluviální půdu.

Písečná hlína tvoří 0 až 0,3 metry svrchní vrstvy, pak jsou 3 až 4 metry rozlámané křemence a pak převážná část křemence. Srážky ovlivňují hladinu podzemní vody (HPV), což má vliv, že tyto vody mohou pronikat do země.

Podle tvaru krajiny, která se mírně svažuje k severu k rybníku Kalák na Přišimavském potoce, kde se podzemní voda zdržuje, lze odhadnout její hloubku a kolísání režimu. Hladina podzemní vody se nachází přibližně 3-4 m pod povrchem terénu (Povodňový plán města Úvaly ©2023; Česká geologická služba ©2023).

5.3 Geomorfologická charakteristika

Obec Úvaly se podle geomorfologie nachází na severovýchodním okraji Pražské plošiny v Poberounské subprovincii, v Brdské oblasti. Rozkládá se mezi Úvalskou a

Uhřetěveskou plošinou. Historické jádro města se nachází v údolí, které vyhloubil potok Výmola, jinak je území převážně kopcovité (Úvaly, povodňový plán města, ©2023).

6 Návrh hospodaření s dešťovými vodami

6.1 Koeficient odtoku [e]

Je třeba posoudit vhodnost střechy budovy a garáže pro zachycování dešťové vody, ať už současné nebo budoucí. Nedoporučuje se používat zelenou střechu, protože to nebude nákladově efektivní. V případě označení střešní krytiny jako nevhodná ji není možno použít (Reinberk 2021).

V následující tabulce jsou uvedeny vlastnosti různých typů střech a součinitel odtoku vody ze střechy.

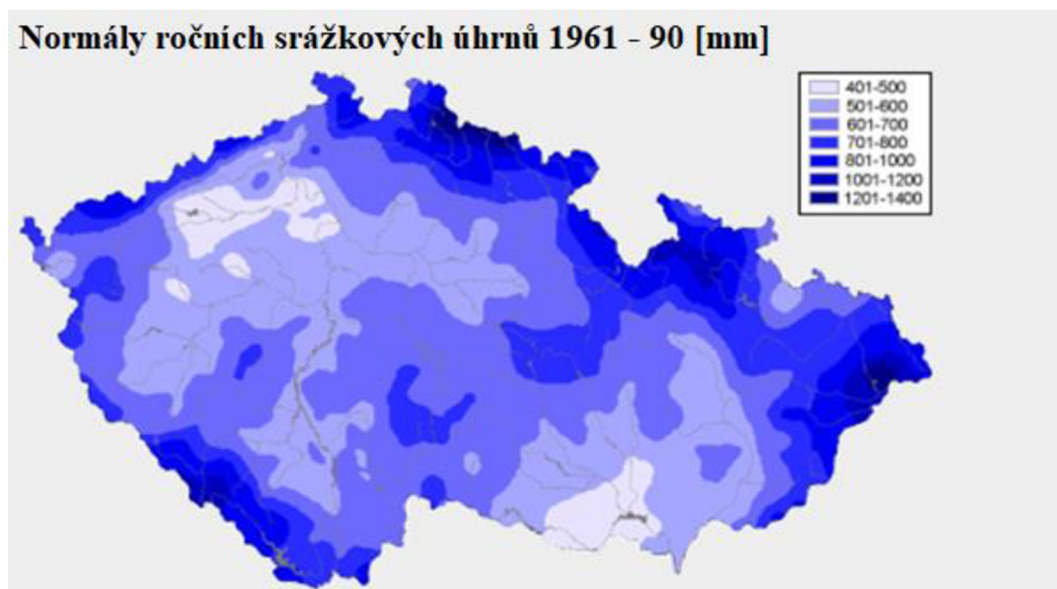
Tabulka 2: Součinitel výtěžnosti sběrné plochy (ČSN EN 16941-1)

Druh povrchu	Součinitel výtěžnosti sběrné plochy (e)
Šikmá střecha s hladkým povrchem (např. kov, sklo, břidlice, glazované tašky)	0,9
Šikmá střecha s drsným povrchem	0,8
Plochá střecha, bez štěrku (kačířku)	0,8
Plochá střecha, se štěrkem (kačířkem)	0,7
Zelená (vegetační) střecha, intenzivní (např. střešní zahrada)	0,3
Zelená (vegetační) střecha, extenzivní	0,5
Nepropustné plochy (např. asphalt)	0,8
Propustné plochy (např. dlažební kostky)	0,5
Součinitel výtěžnosti sběrné plochy pro jiné povrchy musí být upraven.	
POZNÁMKA Tyto součinitele se používají, pokud nejsou k dispozici jiné hodnoty.	

Přístřešek pro auta je postavena z kovu a má lehce šikmou plochou střechu, zatímco dům má sedlovou střechu pokrytou glazovanými taškami. Z tohoto důvodu má součinitel odtoku vody ze střechy hodnotu $e = 0,9$.

6.2 Množství srážek [h]

Množství srážek se vyhodnocuje pomocí srážkové mapy. Ke zjištění celkových úhrnů srážek lze využít tuto mapu, kterou lze získat na webových stránkách Českého hydrometeorologického ústavu (Reinberk 2021).



Obrázek 11: Normály ročních srážkových úhrnů 1961-90 [mm] (Reinberk 2021)

Podle výše uvedené mapy spadne v zájmové oblasti **600 až 800 mm srážek ročně**. Konkrétnější informace nicméně může poskytnout Český hydrometeorologický ústav, který také porovnává měsíční úhrny srážek pro území ČR a konkrétní kraje s normálem v letech 1961-1990.

Dlouhodobý srážkový normál ročního množství srážek pro Prahu a Středočeský kraj v letech 1991-2020 dle ČHMÚ činí **$h = 587$ mm/rok**

6.3

Využitelná plocha střechy [A]

Užitný prostor střechy A představuje rozměry půdorysného průmětu střechy (Reinberk Z., 2021).

Určení využitelné plochy střechy rodinného domu:

$a = 10,56$ m

$$b = 12,4 \text{ m}$$

$$A (1) = 12,4 \cdot 10,56 = 130,94 \text{ m}^2$$

Na základě doložené situace se dále bude pokračovat s hodnotou **131 m²**, která je uvedena v situaci (příloha 1).

Určení využitelné plochy střechy přístřešku pro garáž:

$$A (2) = 85 \text{ m}^2$$

Na základě doložené situace se dále bude pokračovat s hodnotou **85 m²**, která je uvedena v situaci (příloha 1).

Celková střešní plocha k využití:

$$A = 131 + 85 = 216 \text{ m}^2$$

6.4 Koeficient odtoku filtru mechanických nečistot [η]

Výrobci uvádějí koeficient účinnosti výstupu mechanického filtru nečistot pro každý filtr. (Reinberk 2021).

Pro vybranou filtrační šachtu Garantia je uveden $\eta = 0,9$.

6.5 Množství zachycené srážkové vody

Dostupný objem srážkových vod, které mohou být zachyceny v časovém úseku (t) z různých ploch (index i), se stanoví podle dále uvedené rovnice:

$$Y_R = \Sigma A_i \cdot h_i \cdot e_i \cdot \eta_i$$

kde je

Y_R nátok srážkových vod v časovém úseku t , vyjádřený v litrech (l);

A půdorysný průmět sběrné (odvodňované) plochy, vyjádřený v metrech čtverečních (m²);

h úhrn srážek v časovém úseku t , vyjádřený v milimetrech (mm);

e součinitel výtěžnosti sběrné plochy (pro šikmou střechu $e = 0,9$);

η hydraulická účinnost (doporučená $\eta = 0,9$).

Půdorysná plocha střechy – $A = 216 \text{ m}^2$

Dlouhodobý srážkový normál ročního množství srážek pro Prahu a Středočeský kraj v letech činí 1991-2020 dle ČHMÚ – $h = 587 \text{ mm/rok}$.

$$Y_R = 216 \cdot 0,587 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 102,7 \text{ m}^3/\text{rok}$$

Nátok srážkových využitelných vod činí **102,7** m^3/rok .

6.6 Potřeba nepitné vody

Výpočet roční potřeby vody dle ČSN 75 6780 a ČSN EN 16941-1

Při výpočtu potřeby vody na splachování toalet pro rodinný dům byl použit postup dle přílohy A (tabulka A.1 a A.4) (ČSN EN 16941-1).

$$D_{t,a} = d_a \cdot n \cdot \Sigma D_{p,d} + D_{s,a} + D_{f,a,misc}$$

kde je

d_a počet dnů v roce, kdy se nepitná voda využívá (v obytných budovách 365 dnů, v ostatních budovách např. v pracovních dnech);

n počet osob v budově;

$n \cdot \Sigma D_{p,d}$ součet denních potřeb nepitné vody související s osobami v litrech za den (l/den) stanovená dle přílohy A normy ČSN 75 6780;

$D_{s,a}$ roční potřeba nepitné vody pro zalévání nebo kropení v litrech za rok (l/rok);

$D_{f,a,misc}$ roční potřeba nepitné vody nesouvisející s osobami pro jiné účely, než je zalévání nebo kropení (např. pro úklid) v litrech za rok (l/rok).

Výpočet vody na splachování:

- dle přílohy A (normy ČSN EN 16941-1)

Počet obyvatel $n = 5$

Denní potřeba nepitné vody pro čtyři osoby: $5 \times 30 \text{ l/d}$;

$$\Sigma D_{p,d} = 5 \cdot 30 = 150 \text{ l/den}$$

Výpočet vody pro zalévání:

- kropení zeleně – 1 l/m^2

- plocha trávníku – 300 m^2

předpoklad zalévání duben - září (6 měsíců v roce) - 75 dávek

$$D_{s,a} = 1 \cdot 300 = 300 \text{ l} \cdot 75 \text{ dávek} = 22\,500 \text{ l/rok} = \mathbf{22,5 \text{ m}^3/\text{rok}}$$

Výpočet roční spotřeby užitkové vody:

celková roční potřeba užitkové vody pro splachování a zalévání

$$D_{t,a} = 0,15 \cdot 365 + 22,5 = 54,75 + 22,5 = \mathbf{77,25 \text{ m}^3/\text{rok}}$$

Posouzení využití srážkových vod pro splachování záchodů a zalévání zeleně

$$Y_R \geq D_{t,a}$$

$$Y_R = 102,7 \text{ m}^3/\text{rok} \geq D_{t,a} = 77,25 \text{ m}^3/\text{rok}$$

Nepitná voda potřebná pro splachování koupelen a zalévání zelených ploch by byla zajištěna ročním množstvím dostupné dešťové vody. Záleží tedy na volbě, zda se bude srážková voda využívat k splachování, nebo jen k zalévání zahrad.

Návrh objemu akumulární nádrže pro splachování záchodů

Dle ČSN EN 16941-1 se stanoví kapacity nádrže na povrchovou vodu pro nepitné srážky na 20 dní suchého období.

$$V = 20 \cdot 0,15 = \mathbf{3,0 \text{ m}^3}$$

Navržený objem nádrže je $\mathbf{3,0 \text{ m}^3}$.

Posouzení využití srážkových vod pro splachování záchodů

Dostupný objem srážkových vod ze střechy domu:

$$Y_R = 131 \cdot 0,587 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 62,28 \text{ m}^3/\text{rok}$$

Roční potřeba vody na splachování:

$$\Sigma D_{p,r} = 365 \cdot 0,15 = 54,75 \text{ m}^3/\text{rok}$$

$$Y_R = 62,28 \text{ m}^3/\text{rok} \geq D_{p,d} = 54,75 \text{ m}^3/\text{rok}$$

Návrh objemu akumulční nádrže pro zalévání zahrady

Dle ČSN EN 16941-1 se stanoví kapacity nádrže na povrchovou vodu pro nepitné srážky na 10 dní suchého období. V případě delšího období sucha bude voda doplňována do nádrže čerpáním z vlastní studny

$$V = 10 \cdot 0,3 = 3,0 \text{ m}^3$$

Navržený objem nádrže je **3,0 m³**.

Posouzení využití srážkových vod pro zalévání zahrady

Dostupný objem srážkových vod ze střechy garáže:

$$Y_R = 85 \cdot 0,587 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 40,41 \text{ m}^3 / \text{rok}$$

Roční potřeba vody na zalévání zahrady:

$$\Sigma D_{s,a} = 22,5 \text{ m}^3 / \text{rok}$$

$$Y_R = 40,41 \text{ m}^3 / \text{rok} \geq D_{s,a} = 22,5 \text{ m}^3 / \text{rok}$$

Na základě žádosti majitele pozemku bylo rozhodnuto o navržení dvou akumulčních nádrží, jedna bude napojena na plochu střechy rodinného domu (suché období 20 dnů) a bude využita v domě především na splachování toalety. Druhá akumulční nádrž bude napájena z plochy střechy garážového přístřešku (suché období 10 dnů) a bude využita především na zalévání zahrady. Druhá akumulční nádrž bude napojena na střechu z garážového přístřešku v případě nedostatku vody napájena ze studny na pozemku.

7 Ekonomická rozvaha

Jak bylo již zmíněno v předchozí kapitole. Na základě přání majitele pozemku se budou navrhovat dvě akumulční nádrže. Jedna pro akumulaci ze střechy rodinného domu a následné využití v domě na splachování. Druhá akumulční nádrž bude akumulovat vodu ze střechy garáže a bude využita pro závlahu zahrady a mytí vozidel.

7.1 Sestava pro dům Smart 3600 l Leotron

Na základě provedených výpočtů v předchozí kapitole a patřičného hledání vhodného řešení hospodaření s dešťovou vodou bylo jako vhodné řešení zvolena „Sestava pro dům Smart 3600 l Leotron“ pro využití v domě. Sestava je kompletně vybavena, co se týče potřebných komponentů. Sada obsahuje veškeré příslušenství potřebné pro hospodaření s dešťovou vodou v domácnosti, a dokonce i na zahradě. Aktuální cena sestavy je 42 403 Kč včetně DPH a se slevou 5 %.

Součástí sestavy pro dům Smart 3600 l Leotron jsou ty komponenty:

- Podzemní nádrž na dešťovou vodu
- Ponorné čerpadlo
- Plovoucí sací souprava
- Filtrační koš
- Sestava pro dopouštění nádrží
- Třístupňový domovní filtr
- Bezúdržbová tlaková nádoba
- Šachta rozvodu vody

7.1.1 Podzemní nádrž

Nádrž má objem 3600 l. Síla stěny akumulární nádrže je 7–20 mm. Krytí válce nádrže může být bez dalšího statického posouzení a zajištění max. 500 mm. V základu má nádrž nástavec odpovídající krytí 300 mm. Pokud potřebujete zakrýt nádrž povolených 500 mm, je třeba objednat prodlužovací nástavec Smart navíc a zkrátit jej na 200 mm. Dno přívodního potrubí v základně bez rozšíření nesmí být hlubší než 600 mm. Maximální hloubka dna přívodního potrubí při instalaci (s prodloužením 500 mm) je až 800 mm. Dodávka je včetně těsnění a vyvrtání dvou otvorů. K výrobě nádob se používá rotační vstřikování plastu do formy, což umožňuje bezešvou konstrukci. Je zakázáno umístit nádrže v blízkosti míst, kde se pohybují vozidla. Unesou pouze pochozí zatížení nebo sekačku na trávu. Jílovité podloží není pro kontejnery vhodné. Doporučuje se zasypání nádrží frakcí 4/8 nebo 8/16. Nádrž je monolitická a váží 190 kg. Jsou v ní přítomny dva otvory. Její

rozměry jsou 169 cm na délku, 210 cm na šířku a 238 cm na výšku (Dešťové nádrže ©2023).



Obrázek 12: Podzemní nádrž (Dešťové nádrže ©2023)

7.1.2 Ponorné automatické čerpadlo

Výkonný vícestupňový automat k čerpání čisté vody bez abrazivních částic ze studní a nádrží. Pro menší zavlažovací systémy, přečerpávání, nádrže na dešťovou vodu. V provedení s bočním sáním. Maximální ponor čerpadla 12 m. Výhodami toho čerpadla je zabudované inteligentní řídicí zařízení, dále automatický provoz a v neposlední řadě tělo čerpadla je vyrobeno z nerezové oceli. Hmotnost čerpadla činí 12 kg. (Dešťové nádrže ©2023).



Obrázek 14: Ponorné čerpadlo (Dešťové nádrže ©2023)

7.1.3 Plovoucí sací souprava

Jedná se o sadu sacího plováku pro čerpadlo EASY E-DEEP X-1200 s bočním sáním. Obsahuje 1" vnější závit a lisovanou kovovou koncovku pro montáž na sací hrdlo čerpadla zakončená plovákovou koulí a sacím sítkem. U automatických zavlažovacích systémů se doporučuje používat plovoucí sání. Výhodou je, že dešťová voda není většinou nasávána ze dna nádrže a je čistší. Balení má délku 1 m a hmotnost 1 kg (Dešťové nádrže ©2023).



Obrázek 15: Plovoucí sací souprava (Dešťové nádrže ©2023)

7.1.4 Filtrační koš

Filtrační koš je vhodný pro odvodnění střechy o ploše až 230 m² a byl vytvořen tak, aby se vešel do podzemní nádrže na dešťovou vodu. Jednou z předností tohoto filtračního koše je jeho možnost přizpůsobení jakékoli nádrži se vstupním potrubím o průměru DN 125. Výhodou je i to, že je tak jednoduchý na údržbu. Z hlediska dotačního programu na dešťovou vodu je účinnost filtrace 100 %. Hmotnost koš je 1 kg, velikost ok je 0,6 mm, průměr je 30 cm a na výšku měří 24 cm (Dešťové nádrže ©2023).



Obrázek 13: Filtrační koš (Dešťové nádrže ©2023)

7.1.5 Sestava pro dopouštění nádrží

Sestava je vhodná pro dopouštění podzemních nádrží na dešťovou vodu při nedostatku srážek a poklesu hladiny pod stanovenou úroveň. Obsahuje plovák se závažím, elektromagnetický ventil 1" a kabel 10 m. Sestavu lze jednoduše zapojit do zásuvky 230 V. Dá se použít k dopouštění retenčních nádrží na dešťovou vodou. V případě nedostatku srážek a poklesu hladiny pro nastavenou úroveň je přes elektromagnetický ventil doplněna voda z rozvodu pitné vody. Celá sestava se dá jednoduše zapojit do zásuvky. Hmotnost je 8 kg (Dešťové nádrže ©2023).



Obrázek 16: Sestava pro dopouštění nádrží (Dešťové nádrže ©2023)

7.1.6 Třístupňový domovní filtr

Nástrojem pro čištění vody v domácnosti je třístupňový domácí filtr se třemi nádobami a mechanickým čištěním. Mechanické nečistoty se filtrují v první nádobě, která má filtrační kapacitu 50 mikronů jako je například písek. Ve druhé nádobě je aktivní uhlí, které odstraňuje chutě a pachy chlóru. Třetí nádoba filtruje vodu, která jí prochází, až na úroveň 25 mikronů. Tuto nádobu lze snadno vyměnit za nádobu s filtrační kapacitou 10 mikronů. Četnost zpětného proplachování samočištěcího filtru závisí na časovém období a slouží k čištění filtračních kazet. Když je filtrační nádoba dostatečně ucpaná, aby výstupní tlak klesl o 1 bar, dojde k samočištění. Součástí balení je třístupňový filtr, síťová vložka RSH 50 mikronů, vložka s aktivním uhlím a opletená vložka 25 mikronů. Hmotnost filtru je 3 kg (Dešťové nádrže ©2023).



Obrázek 17: Třístupňový domovní filtr (Dešťové nádrže ©2023)

7.1.7 Bezúdržbová tlaková nádoba

Vertikální tlaková nádoba EDS 24 V PW-FT se podstavcem a membránou. Materiály použité při výrobě tlakových nádob EDS umožňují jejich použití v souvislosti se zásobováním pitnou vodou. Voda je protlačována mezi netoxickou polypropylenovou separační membránou a polypropylenovou vložkou. Tím je zaručena maximální hygienická nezávadnost pitné vody. Nabízí se tlakovzdušný ventil, který má dostatečnou těsnicí účinnost i při vysokých tlacích. Toto provedení nevyžaduje žádnou údržbu. Hmotnost nádoby je 5,5 kg (Dešťové nádrže ©2023).



Obrázek 18: Bezúdržbová tlaková nádoba (Dešťové nádrže ©2023)

7.1.8 Šachta rozvodu vody

Šachta rozvodu vody Gard Rain 15 - ND je oválného tvaru a slouží pro připojení zahradní hadice. Její víko je výklopné. V situacích, kdy je třeba zachovat dostatečný průtok a nelze použít vývody vody, je šachta obzvláště vhodná pro připojení hadice. Nejoblíbenější varianta pro letní dodávku vody na zahradu, kdy se běžný provozní tlak vodovodu pohybuje mezi 4-6 bary. Aby nedošlo k poškození, je důležité na zimu vypustit vodu. Šachta váží jeden kilogram (Dešťové nádrže ©2023).



Obrázek 19: Šachta rozvodu vody (Dešťové nádrže ©2023)

7.2 Sestava pro zahradu Olympia 4000 l Standard

Jako řešení hospodaření s dešťovou vodou na zahradě bylo na základě provedených výpočtů v předchozí kapitole a patřičného hledání vhodného řešení byla jako vhodné řešení zvolena „Sestava pro zahradu Olympia 4000 l Standard“. Sestava je kompletně vybavena, co se týče potřebných komponentů. Sada obsahuje veškeré příslušenství potřebné pro hospodaření s dešťovou vodou na zahradě. Aktuální cena sestavy je 30 932 Kč včetně DPH a se slevou 3 %.

Součástí sestavy pro zahradu Olympia 4000 l Standard jsou ty komponenty:

- Podzemní akumulční nádrž
- Ponorné automatické čerpadlo
- Filtrační koš MD
- Zahradní šachta pro připojení zahradní hadice
- PE hadice 32 mm
- Kulový kohout 3/4"
- HDPE T-kus s vnitřním závitem 3/4"
- HDPE koleno s vnějším závitem 3/4"
- HDPE spojka s vnějším závitem 1"
- HDPE koleno

7.2.1 Podzemní akumulční nádrž

Nádrž disponuje objemem 4000 l. Síla stěny akumulční nádrže je 7–20 mm. Krytí válce nádrže může být bez dalšího statického posouzení a zajištění max. 500 mm. V základu má nádrž nástavec odpovídající krytí 300 mm. Pokud potřebujete zakrýt nádrž povolených 500 mm, je třeba objednat nástavec navíc a zkrátit jej na 200 mm. Pro možnost vyššího krytí válce nádrže, než je 500 mm (použití více než 200 mm výšky druhého nástavce), kontaktujte našeho technického poradce pro konzultaci. Bez prodlužovacího nástavce může být dno nátokového potrubí max. 600 mm pod terémem. Při instalaci včetně prodlužovacího nástavce 500 mm je maximální hloubka dna nátokového potrubí až 1100 mm. Nádrže je třeba obsypávat štěrskem frakce 4/8 nebo 8/16. Nádrž je monolitická a váží 170 kg. Maximální možné zatížení je pochozí. Na délku nádrž měří 229 cm, na šířku 157 cm a na výšku 194 cm (Dešťové nádrže ©2023).



Obrázek 20: Podzemní akumulční nádrž (Dešťové nádrže ©2023)

7.2.2 Ponorné automatické čerpadlo

Zahradní ponorné automatické čerpadlo Pumpa blue line PMC1004PA je určeno k odčerpávání vody z nádrží pro zavlažování nebo přečerpávání zásobníků. Čerpadlo může dosáhnout maximální výtlačné výšky až 45 m. Čerpadlo váží 15 kg, na délku měří 15 kg, na šířku 15 cm a na výšku 54 cm (Dešťové nádrže ©2023).



Obrázek 21: Ponorné automatické čerpadlo (Dešťové nádrže ©2023)

7.2.3 Filtrační koš MD

Viz kapitola 7.1.4 filtrační koš

7.2.4 Zahradní šachta pro připojení zahradní hadice

Viz 7.1.8 šachta rozvodu vody

7.2.5 PE hadice 32 mm

Vnější průměr 32 mm, síla stěny 2 mm. Maximální provozní tlak je 8 barů. Délka hadice je 10 m (Dešťové nádrže ©2023).



Obrázek 22: PE hadice 32 mm (Dešťové nádrže ©2023)

7.2.6 Kulový kohout 3/4"

Jedná se o Kulový kohout s vnitřním/vnějšíм závitem s pákou (Dešťové nádrže ©2023).



Obrázek 23: Kulový kohout 3/4" (Dešťové nádrže ©2023)

7.2.7 HDPE T-kus s vnitřním závitem 3/4"



Obrázek 24: HDPE T-kus s vnitřním závitem 3/4" (Dešťové nádrže ©2023)

7.2.8 HDPE koleno s vnějším závitem 3/4"



Obrázek 25: HDPE koleno s vnějším závitem 3/4" (Dešťové nádrže ©2023)

7.2.9 HDPE spojka s vnějším závitem 1"



Obrázek 26: HDPE spojka s vnějším závitem 1" (Dešťové nádrže ©2023)

7.2.10 HDPE koleno



Obrázek 27: HDPE koleno (Dešťové nádrže ©2023)

7.3 Náklady na systém pro využívání dešťové vody na zájmovém území

Tabulka 4: Náklady na systém pro využívání dešťové vody (vlastní)

Předmět	Cena (včetně DPH)
Sestava pro dům Smart 3600 l Leotron	42 403
Sestava pro zahradu Olympia 4000 l Standard	30 932
Kačírkový obsyp 8/16 (2 t)	1 080
Zemní práce	9 500
Celková cena	83 915

7.4 Finanční pomoc v rámci dotačního programu „Nová zelená úsporám“

Finanční pomoc nabízí dotační program "Nová zelená úsporám". Pevná částka 20 000 Kč plus dalších 3 500 Kč za metr krychlový nádrže je maximální výše podpory pro systém sběru dešťové vody pro zavlažování zahrady. Na jednu žádost je stanovena maximální výše dotace 55 000 Kč (Státní fond životního prostředí ©2023).

- Podporované systémy hospodaření s dešťovou vodou musí zajistit odvodnění plochy, která odpovídá 100 % průmětu střechy domu. V odůvodněných situacích, kdy to není fyzicky možné, lze toto kritérium snížit na minimální plochu rovnající se 50 % půdorysného průmětu střechy domu. Kromě vozovek a parkovacích míst může systém nabízet odvodnění i pro další vhodné plochy (např. terasy, střechy altánů a garáží) (Státní fond životního prostředí ©2023).
- Akumulační nádrže musí být umístěny a zabezpečeny tak, aby byla zajištěna dobrá kvalita vody a nehrozilo poškození systému mrazem. Vliv slunečního záření a prudkých teplotních změn musí být vyloučen z dosahu skladované vody. Doporučuje se instalovat akumulaci nádrže pod nebo v určitých technických oblastech staveb (Státní fond životního prostředí ©2023).
- Nádrž na dešťovou vodu musí mít minimální objem 2 m³ (Státní fond životního prostředí ©2023).

Celková podpora díky dotaci:

$$20\,000 + (3\,500 \cdot 7,6) = \mathbf{46\,600\,Kč}$$

Vzhledem ke splnění všech výše uvedených podmínek pro čerpání dotace lze na realizaci akumulaci nádrže získat dotační podporu ve výši 46 600 Kč.

Celkové náklady po odečtení dotační podpory:

$$83\,915 - 46\,600 = \mathbf{37\,315\,Kč}$$

Celkové náklady na plánovaný systém hospodaření se srážkovými vodami budou při využití dotačního programu "Nová zelená úsporám" činit 37 315 Kč.

7.4.1 Návratnost

V současné době je rodinný dům zásobován pitnou vodou ze stávajícího vodovodního řadu případně ze studny. Voda se využívá k zavlažování zahrady a ke

všem dalším účelům, které vodu vyžadují. V případě nedostatku vody v akumulačních nádržích dojde k dočerpání ze studny. Systém na dešťovou vodu se téměř vždy vyplatí, protože cena vody neustále roste. Kromě ochrany životního prostředí také šetří peníze za spotřebovanou vodu z vodovodního řádu a umožňuje využívat vodu, která přirozeně dopadá na pozemek. Vše je samozřejmě závislé na počasí v příštích letech. Návratnost je obvykle do několika let po investici.

8 Diskuse

Proč je třeba hospodařit se srážkovou vodou? Témat je několik. V tomto scénáři je nejdůležitější finanční aspekt, dále pak například životní prostředí a finance. Pokud se chystáte stavět, stavební úřad se již nepochybně zajímal o vaše plány na hospodaření s dešťovými srážkami na vašem pozemku. U novostaveb je vyžadován systém na zachytávání dešťové vody, stávající domy mohou díky správnému řešení zvýšit svou hodnotu a zároveň ušetřit peníze za vodu. Jaký systém pro zadržování dešťové vody bych si tedy měl vybrat? Možností je spousta avšak musíme vycházet z plochy kterou máme k dispozici. Využít se dají zpevněné plochy (dům, cesty nebo třeba parkoviště). Snížením množství dešťové vody vypouštěné do veřejné kanalizace se sníží i množství odpadních vod vypouštěných do vodních toků v období přívalových dešťů. V neposlední řadě je důležité pamatovat na faktor bezpečnosti. V období silných dešťů voda snadno odtéká z asfaltového povrchu. V lepším případě jsou tyto vody vypouštěny do vodních toků, v horším případě jsou odváděny jednotnou kanalizací do centralizovaných čistíren odpadních vod, z nichž mnohé jsou poddimenzované. V důsledku tohoto rychlého odtoku z urbanizovaných oblastí následně vznikají povodně. Z tohoto důvodu je pro bezpečnost mimořádně důležitý decentralizovaný systém hospodaření se srážkovými vodami. Je zapotřebí komplexní přístup k hospodaření se srážkovými vodami, aby bylo zaručeno, že bezpečnost a ochrana životního prostředí jsou řešeny v první řadě. Decentralizované hospodaření se srážkovou vodou by mělo být vyžadováno nejen u velkých zpevněných ploch, ale také u jednotlivých domů. Konkrétní příklad vybudování nového systému hospodaření s dešťovou vodou pro rodinný dům se zahradou, na konkrétním místě v obci Úvaly, na který je zaměřena praktická část bakalářské práce. Začít šetřit dešťovou vodu a využívat ji uvnitř svého domu je správným krokem. Kromě úspory peněz se vyhnete plýtvání pitnou vodou, která se v současnosti používá ke splachování toalet. Zpočátku budete muset investovat do nádrže na vodu

a nového rozvodného systému, který musí být nezávislý na systému pitné vody, ale pokud splníte podmínky pro realizaci, můžete získat dotace, které pokryjí až 50 % počátečních nákladů. Cílem navrhovaného řešení je shromažďovat dešťové srážky ze zpevněných ploch a odvádět je do nádrže. Voda z akumulčních nádrží se bude opět používat pro užitkové účely, k zavlažování zahrady a k splachování (např. úklid domácnosti, mytí auta, fasády domu). Opětovné využití dešťové vody v domácnosti pro běžné činnosti, kde není potřeba pitná voda, je výhodné i z finančních důvodů. (např. splachování WC, praní prádla). K přístupu se zpočátku přistupovalo především z důvodu snížení nákladů na vodu kvůli rostoucím nákladům na vodu a následnému využívání naakumulovaných srážek. V případě, že se akumulční nádrž v praxi osvědčí a v příštích letech dojde ke zvýšení srážkové činnosti, tak se bude také pokračovat ve využívání dešťové vody přímo na pozemku. Nově navrhovaný systém hospodaření se srážkovými vodami, kde jsou akumulční nádrže vzdálené minimálně 2 metry od hranice s vedlejším pozemkem, podle úřadu nepotřebuje povolení ani souhlas.

9 Závěr

Cílem této práce je zpřehlednění stávající legislativy v oboru, shrnutí možností využití dešťové vody a šedé vody. Popsání způsobů čištění a úpravy dešťových vod, seznámení se s principy, postupy a zásadami návrhu užívání dešťových vod. Hlavním úkolem bakalářské práce byl především návrh hospodaření s dešťovou vodou v rodinném domě v Úvalech včetně ekonomické úvahy. Úkoly této práce, jakými jsou přehled stávající legislativy v oboru dešťových a šedých vod. Poukázání na možnost využití dešťové vody jako alternativy pitné vody. Objasnění jednotlivých možností hospodaření s dešťovou a šedou vodou. Rešeršní část, která popisuje téma hospodaření s šedými a dešťovými vodami, byla sestavena s pomocí odborné literatury v knižní a internetové podobě. Hlavním cílem v praktické části bakalářské práce je vypracování návrhu hospodaření s dešťovou vodou v rodinném domě v Úvalech a následnou ekonomickou rozvahu. Řešením je vybudování podzemní nádrže a následné využívání srážkové vody. Dešťovou vodou je odváděna ze střech obytného domu a přístřešku pro auto do dvou oddělených akumulčních nádrží samostatně. Z nádrže, kam je sváděna voda ze střechy rodinného domu se voda bude používat převážně v domě na splachování toalety. Z druhé nádrže, kam je sváděna voda ze střechy přístřešku na auta se bude voda převážně používat na závlahu

zahrady a na mytí vozidel majitele pozemku. Při analýze počátečních nákladů navrhovaného projektu využívajícího dešťovou vodu došlo k závěru, že návratnost investice by byla přibližně 4 roky, pokud by se dešťová voda využívala v blízkém okolí domu, což je plocha asi 300 m² (plocha, která by se měla zalévat).

Naakumulovaná dešťová voda vystačí na závlahu celého pozemku, stejně tak pro splachování toalety v domě. Byl vytvořen rozpočet finančních nákladů na pořízení systému, od kterého byly odečteny finanční prostředky z dotací. Současně byl proveden výpočet doby návratnosti investice. Majitel domu využije těchto zjištění k pořízení navrženého systému hospodaření s dešťovou vodou. Tato pobídka se nyní uskutečňuje především prostřednictvím finanční podpory v rámci programu „Nová zelená úsporám“. Za pozitivum lze považovat, že domácnosti, které se rozhodly pořídit si nádrž na dešťovou vodu měli příležitost dosáhnout na dotace i když využití na pozemku je jenom závlaha zahrady v našem případě i splachování WC. Jako nevýhodou lze považovat, že na podporu budou mít nárok pouze současní majitelé domů, budoucí kupci domů nikoliv. Zákon č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu, ve znění pozdějších předpisů, osvobozuje majitele rodinných domů od placení poplatku za vypouštění dešťových vod do kanalizace, což považuji za odstrašující případ. Tito majitelé nemovitostí nejsou vedeni k přechodu na ekologičtější způsob hospodaření s dešťovou vodou, protože nenesou odpovědnost za náklady na likvidaci dešťových vod. Urbanizovaná oblast je taková, kde množství zpevněných ploch neustále roste a vegetace, která se nachází mezi těmito plochami, není schopna zachytit všechny srážky. Zároveň se mění přirozený hydrologický cyklus vody, což může vést k lokálním záplavám nebo naopak k suchu. Veřejnost si stále více uvědomuje, že běžné způsoby hospodaření s dešťovou vodou, zejména vypouštění do jednotné kanalizace, jsou pro zajištění udržitelnosti rozšiřování měst a zlepšování životního prostředí zcela nedostatečné. Ideálním přístupem je proto povzbuzovat co nejvíce jednotlivců, aby si pořizovali stavby nebo zařízení, které hospodaří se srážkovými vodami na pozemku odváděné budovy (decentralizovaný způsob odvádění dešťových vod).

10 Použité zdroje

Odborné knihy a články:

- Hlavínek P., Prax P., Sklenářová T., Dvořáková D., Polášková K., Kubík J., Hlušík P. a Beránek J., 2007: Hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území. Ardec s.r.o., Brno: 164 s.
- Böse K. H., 1999: Dešťová voda pro zahradu a dům. HEL, Ostrava: 85 s.
- Holt P., James E., 2006: Wastewater reuse in the Urban Environment: selection of technologies. Armineh Mardirossian, Issues 1, 80 pages.
- Kabelková I., Doležalová A., 2009: Jak hospodařit s dešťovou vodou na soukromém pozemku: praktický rádce pro obnovu propustnosti povrchů a zasakování. Ústav pro ekopolitiku o.p.s., Praha: 48 s.
- Zeleňáková M., Hudáková G., Stec A., 2020: Rainwaterinfiltration in Urban Areas. SpringerNatureSwitzerland AG. Berlin. 141 s.
- Šálek J., 2012: Voda v domě a na chatě: využití srážkových a odpadních vod. Grada, Praha.
- Hanousek M., 2005: Voda pro chataře a zahrádkáře. Grada. Praha. 94 s
- Sperling M., 2007: Wastewater Characteristics, Treatment and Disposal. Water intelligence online. 297 s.
- Šálek J., Žáková Z., Hrnčíř P., 2008: Přírodní čištění a využívání vody v rodinných domech a rekreačních objektech. ERA group, Brno: 116 s
- Tilley E., Ulrich L., Lüthi C., Reymond P. Zurbrügg C., 2014: Compendium of Sanitation Systems and Technologies. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology, Duebendorf, Switzerland, p. 10

- Novak, C. A., Van Giesen, E. & Debusk, K. M., 2014. Designing rain water harvesting systems. Hoboken (New Jersey): 294 s., John Wiley&Sons, Inc.,
- Kotíšek F., 2012: Šedé vody z pohledu hygienika a legislativy. SOVAK, Ročník 21, číslo 2, Praha, 14-15s.
- ENVIRONMENT AGENCY, 2011: Grey water for domestic users: an information guide, Environment Agency, Bristol, 5-9 s.
- Sieker H., Steyer R., Büter B., Leßmann D., R. Vin Tils, Becker C., Hübner S., 2019: Untersuchung der Potentiale für die Nutzung von Regenwasser zur Verdunstungs kühlung in Städten, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 25 s.
- Karamouz M., Nafiz S., Falahi M., 2012: Hydrology and Hydroclimatology, Principles and Applications. Taylor & Francis Inc. United States. 740 s.
- Čamrová L., 2007: Ochrana před povodněmi v urbanizovaných územích, IREAS, Institut pro strukturální politiku, Praha
- Sýkorová M., Tománek P., Šušlíková L., Staňková N., Habalová M., Čtverák M., Macháč J., Hekrlé M., Kaplan I., Šimečková J., Bačovský M., 2021: Voda ve městě – Metodika pro hospodaření s dešťovou vodou ve vazbě na zelenou infrastrukturu. ČVUT. Praha. 204 s.
- Stránský D., Kabelková I., Bareš V., Vítek J., Suchánek M., Plotěný K., Pírek O., 2012: Srážkové vody a urbanizace krajiny. Česká komora autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě. Praha. 72 s

Internetové zdroje:

- Kraus M., 2022: Jaká je spotřeba vody v domácnosti a jak ji (online) [cit. 2023.3.3.], dostupné z <<https://zakra.cz/blog/jaka-je-spotreba-vody-v-domacnosti-a-jak-ji-snizit/>>
- E-ON, ©2023: Co je a k čemu slouží domácí retenční nádrž (online) [cit. 2023.3.4.], dostupné z <<https://www.eon.cz/radce/usporne-bydleni/destova-voda/co-je-a-k-cemu-slouzi-domaci-retencni-nadrz/>>
- Aliaxis, ©2023: Vsakování a retence (online) [cit. 2023.3.4.], dostupné z <<https://www.aliaxis.cz/cs/produkty/inzenyrske-site/vsakovani-a-retence>>
- Ecoraster, ©2023: Zatravnovací dlažba vhodná pro parkoviště (online) [2023.3.4.], dostupné z <<https://www.ecoraster.cz/parkoviste/>>
- Reinberk, Z., 2021: Výpočet objemu nádrže na dešťovou vodu (online) [cit. 2023.3.18.], dostupné z <[Výpočet objemu nádrže na dešťovou vodu - TZB-info](#)>
- AEGRI, ©2021: Koncepce na ochranu před následky sucha pro území České republiky (online) [cit. 2023.3.4.], dostupné z <[Koncepce ochrany pred nasledky sucha pro uzemi CR.pdf \(eagri.cz\)](#)>
- Mífková T., 2009a: Likvidace odpadních vod: Retence dešťových vod I. Vysoké učení technické v Brně, Brno (online) [cit. 2023.3.3.], dostupné z <[Retence dešťových vod I. - TZB-info](#)>
- Mífková T., 2009b: Likvidace odpadních vod: Retence dešťových vod II. Vysoké učení technické v Brně, Brno (online) [cit. 2023.3.4.], dostupné z <[Retence dešťových vod II - TZB-info](#)>

- Technické služby města Úvaly, ©2023: Vodovody a kanalizace (online) [cit. 2023.3.3.] dostupné z <<http://www.tsuvaly.cz/vodovody-a-kanalizace/>>
- Novinky.CZ, ©2013: ČSÚ: Spotřeba vody v ČR loni dále klesala, platby za ni vzrostly. ČTK, Praha, (online) [cit. 2023.3.3.], dostupné z <<https://www.novinky.cz/clanek/ekonomika-csu-spotreba-vody-v-cr-loni-dale-klesala-platby-za-ni-vzrostly-191345>>
- Dvořáková, D., 2007: Využívání dešťové vody (II) - možnosti použití dešťové vody a části zařízení. (online) [cit. 2023.3.3.], dostupné z <[Využívání dešťové vody \(II\) - možnosti použití dešťové vody a části zařízení - TZB-info](#)>
- Innovative water solutions, ©2023: Why is rain water harvesting important (online) [cit. 2023.3.14.], dostupné z <<https://www.watercache.com/education/rainwater-harvesting-101>>
- Vitalhelden, ©2021: Kann man Regenwasser trinken? (online) [cit. 2023.3.14.], dostupné z <<https://vitalhelden.de/wasser/ratgeber/gesundheit/kann-man-regenwasser-trinken//>>
- SČVK, ©2020: Spotřeba vody, (online) [cit. 2023.3.3], dostupné z <<https://www.scvk.cz/vse-o-vode/pitna-voda/spotreba-vody/>>
- Vodarium, ©2020: Čistota, kvalita a chemické složení dešťové vody, (online) [cit. 2022.10.20], dostupné z <<https://vodarium.cz/cistota-kvalita-a-chemicke-slozeni-destove-vody/>>
- Babiš M., 2016: Povodně versus sucho – bráníme se stejně? (online) [cit. 2023.3.4.], dostupné z <<http://www.agris.cz/clanek/193411>>

- VW WACHAL, ©2016: Modrá střecha střídá ekologickou zelenou, (online) [cit. 2023.3.4.], dostupné z <<https://www.wachal.cz/modra-strecha-strida-ekologickou-zelenou/>>
- Plachá M., 2018: Jak pečovat o dešťovou vodu, aby nezapáchala a zůstala čistá (online) [cit. 2023.3.4.], dostupné z <<https://hobby.instory.cz/2308-jak-pecovat-o-destovou-vodu-aby-nezapachala-a-zustala-cista.html>>
- Dešťové nádrže, ©2023: Filtrační šachty (online) [cit. 2023.3.4.], dostupné z <<https://www.destovenadrze.cz/eshop/filtrace-a-sber/filtracni-sachty>>
- Dešťové nádrže, ©2023: Vsakovací tunely (online) [cit. 2023.3.4.], dostupné z <<https://www.destovenadrze.cz/vsakovaci-tunely/>>
- Ministerstvo životního prostředí, ©2019: Studie hospodaření se srážkovými vodami v urbanizovaných územích (online) [cit. 2023.3.10], 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)>.
- ČUZK, ©2023: Nahlížení do katastru nemovitostí (online)[2023.3.18], dostupné z <<https://nahlizenidokn.cuzk.cz/VyberParcelu/Parcela/InformaceO>>
- Úvaly, povodňový plán města, ©2023: Charakteristika zájmového území (online) [2023.3.18.], dostupné z <https://www.edpp.cz/uva_charakteristika-zajmoveho-uzemi/>
- Povodňový plán města Úvaly, ©2023: Hydrologické údaje (online) [2023.3.18.], dostupné z <https://www.portalobce.cz/povodnovy-plan/uva_hydrologicke-udaje>
- Česká geologická služba, ©2023: Půdní mapa 1:50000(online) [2023.3.18.], dostupné z <<https://mapy.geology.cz/pudy/>>

- Státní fond životního prostředí, ©2023: Závazné pokyny pro žadatele a příjemce podpory programu Nová zelená úsporám v rámci Národního plánu obnovy – Rodinné domy (online) [cit. 2023.03.20], dostupné z <https://novazelenausporam.cz/dokument/2532>

Legislativní zdroje a normy:

ČSN 75 9010	Vsakovací zařízení srážkových vod, 2016.
ČSN 75 6780	Využití šedých a srážkových vod v budovách a na přilehlých pozemcích, 2021
ČSN EN 16941-1	Zařízení pro využití nepitné vody na místě – Část 1: Zařízení pro využití srážkových vod, 2018
Zákon č.183/2006 Sb.	Stavební zákon
Vyhláška č. 501/2006 Sb.	K zákonu č 183/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území, v platném znění
Zákon č. 254/2001 Sb.	O vodách, v platném znění.
Zákon č. 274/2001 Sb.	Vodovodech a kanalizacích
Vyhláška č. 428/2001Sb.	k zákonu č. 274/2001Sb., o vodovodech a kanalizacích
TNV 75 9011	Hospodaření se srážkovými vodami

Seznam obrázků:

Obrázek 1: Hydrologický cyklus (Simulace.info, ©2017: Water cycle/cs (online) [2023.3.20.], dostupné z

<https://www.simulace.info/index.php?title=Water_cycle%2Fcs&setlang=cs>)

Obrázek 2: Mapa vodní bilance (AEGRI, 2021)

Obrázek 3: Spotřeba vody v domácnosti (SČVK, 2020)

Obrázek 4: Filtrační šachta (Dešťové nádrže, 2023)

Obrázek 5: Filtrační jímka (ASIO, ©2023: Nádrže na dešťovou vodu AS – REWA (online) [2023.3.20.], dostupné z <<https://www.asio.cz/cz/p/85.nadrze-na-destovou-vodu-as-rewa>>)

Obrázek 6: Modrá střecha (VW WACHAL, 2016)

Obrázek 7: Retenční nádrž na dešťovou vodu (Aliaxis, 2023)

Obrázek 8: Zatravnovací a drenážní dlažba (Ecoraster, 2023)

Obrázek 9: Plastový voštinový blok (Aliaxis, 2023)

Obrázek 10: Zaskovací tunel (Dešťové nádrže, 2023)

Obrázek 11: Normály ročních srážkových úhrnů 1961-90 [mm] (Reinberk Z., 2021)

Obrázek 12: Podzemní nádrž (Dešťové nádrže, 2023)

Obrázek 13: Filtrační koš (Dešťové nádrže, 2023)

Obrázek 14: Ponorné automatické čerpadlo (Dešťové nádrže, 2023)

Obrázek 15: Plovoucí sací souprava (Dešťové nádrže, 2023)

Obrázek 16: Sestava pro dopouštění nádrží (Dešťové nádrže, 2023)

Obrázek 17: Třístupňový domovní filtr (Dešťové nádrže, 2023)

Obrázek 18: Bezúdržbová tlaková nádoba (Dešťové nádrže, 2023)

Obrázek 19: Šachta rozvodu vody (Dešťové nádrže, 2023)

Obrázek 20: Podzemní akumulční nádrž (Dešťové nádrže ©2023)

Obrázek 21: Ponorné automatické čerpadlo (Dešťové nádrže ©2023)

Obrázek 22: PE hadice 32 mm (Dešťové nádrže ©2023)

Obrázek 23: Kulový kohout 3/4" (Dešťové nádrže ©2023)

Obrázek 24: HDPE T-kus s vnitřním závitem 3/4" (Dešťové nádrže ©2023)

Obrázek 25: HDPE koleno s vnějším závitem 3/4" (Dešťové nádrže ©2023)

Obrázek 26: HDPE spojka s vnějším závitem 1" (Dešťové nádrže ©2023)

Obrázek 27: HDPE koleno (Dešťové nádrže ©2023)

Seznam tabulek:

Tabulka 1: Spotřeba vody u jednotlivých aktivit v domácnosti (Kraus M., 2022)

Tabulka 2: Součinitel výtěžnosti sběrné plochy (ČSN EN 16941-1)

Tabulka 3: Náklady na systém pro využívání dešťové vody (vlastní)

11 Přílohy

Příloha 1: Situace – Nový stav

Příloha 1: Situace – Nový stav (obříženo od majitele)

