

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA BIOTECHNICKÝCH ÚPRAV KRAJINY



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Návrh využití dešťové vody pro provoz rodinného domku se zahradou

Vedoucí práce: Dr. Ing. et Ing. Miroslav Kravka

Autor: Bc. Bergmann Adam

Rok: 2020

Zadání diplomové práce



Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Autor práce: Bc. Adam Bergmann
Studijní program: Krajinné inženýrství
Obor: Regionální environmentální správa
Vedoucí práce: Dr. Ing. et Ing. Miroslav Kravka
Garantující pracoviště: Katedra biotechnických úprav krajiny
Jazyk práce: Čeština

Název práce: **Návrh využití dešťové vody pro provoz rodinného domku se zahradou.**

Název anglicky: **Use of rain water for a house and garden - study.**

Cíle práce: Vypracovat rešerši problematiky využití dešťové vody zachycené na pozemcích rodinných domků (hydrologické, technologické stavební a legislativní aspekty). Zpracovat zjednodušený návrh řešení pro dva rodinné domy včetně rozpočtu a posouzení návratnosti.

Metodika: Na příkladu dvou rodinných domků navrhnete konkrétní řešení i ve variantách. Zjistíte možnosti využití dotačních titulů. Diskutujte návratnost investice. Šířeji zpracovanou rešerši pramenů použijte k argumentaci pro maximální využívání dešťových vod v tomto typu bydlení.

Doporučený rozsah práce: 40 stran + přílohy

Klíčová slova: srážky, dešťová voda, úspora, spotřeba, zahrada

Doporučené zdroje informací:

1. BORSTELL, U. -- VĚTVIČKA, V. -- HELBERG, T. *Voda v zahradě*. Praha: Svojtka & Co., 1999. ISBN 80-7237-097-9.
2. DAI, H T. *Vláhové režimy půd při lokalizovaných závlahách : doktorská dizertační práce*. Praha: ČZU-LF, 1998.
3. LEGÁT, V. -- TLAPÁK, V. -- ŠÁLEK, J. -- TLAPÁK, V. *Voda v zemědělské krajině*. Praha: Ministerstvo životního prostředí České republiky, 1992. ISBN 80-209-0232-5.
4. SIEGEL, S M. -- ŠKAPOVÁ, H. *Budiž voda : izraelská inspirace pro svět ohrožený nedostatkem vody*. Praha: Aligier s.r.o., 2016. ISBN 978-80-906420-0-3.
5. ŠÁLEK, J. *Voda v domě a na chatě : využití srážkových a odpadních vod*. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-3994-6.

Předběžný termín obhajoby: 2019/20 LS - FŽP

Elektronicky schváleno: 25. 3. 2020
prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.
Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno: 26. 3. 2020
prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.
Děkan

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou/závěrečnou práci na téma:

.....vypracoval/a samostatně a citoval/a jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil/a a které jsem rovněž uvedl/a na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů. Jsem si vědom/a, že na moji diplomovou/závěrečnou 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/a, že odevzdáním diplomové/závěrečné 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..... dne

.....

Podpis autora práce

Poděkování

Děkuji vedoucímu mé diplomové práce Dr. Ing. et Ing Miroslavu Kravkovi, za jeho ochotu, vstřícnost a vedení při zpracování mé bakalářské práce.

Abstrakt

Tato diplomová práce popisuje problematiku nedostatku vody, jejího zachycení na pozemku u rodinných domů a následná využití na zahradách a domácnostech.

Diplomová práce je rozdělena na dvě části. První část je literární rešerše, která se věnuje celkové problematice nedostatku vody, jejích možných úspor, legislativě a v neposlední řadě její spotřebě. Dále vysvětluje, proč je stále více důležité věnovat této problematice náležitou pozornost.

V praktické části diplomové práce jsou zkoumány dva konkrétní domy, na kterých byla aplikována tři různá řešení systémů pro zachycení dešťové vody. První dům má dvě řešení, kde jedno je skutečně realizováno na našem rodinném domě a bylo řešené svépomocí, druhé řešení má jinou podobu a dodala ho specializovaná firma s podporou dotace. U obou řešení se využívá voda jen na zahradě. Druhý dům je dimenzovaný pro využití dešťové vody v domě, na praní prádla a splachování WC. Ve variantách jsou zohledněny různé technologie, počty osob, velikosti střech, pozemků a složitosti systémů. Každá varianta má vypočítané náklady, včetně maximální možné dotace.

Závěr diplomové práce shrnuje danou problematiku a vysvětluje její výhody, nejenom finanční úspory, ale také zmiňuje důležitost zachycování vodních srážek v rodinné zástavbě, s ohledem na životní prostředí.

Klíčová slova: srážky, dešťová voda, úspora, spotřeba, zahrada

Abstract (EN)

This diploma thesis describes water scarcity issues, water retention on land of family houses and its use in gardens and households. The thesis is divided into two parts. The first part is a literary research which focuses on general water scarcity issues, possible savings of water, legislation, as well as on its consumption. It also explains why it is more and more important to pay special attention to such issues.

The practical part of the thesis presents an analysis of two family houses, where three different rain water retention solutions were applied. For the first house, two solutions are available - one of them is home made and in fact, it has been applied on our house. The second solution is different and it is delivered by a company specialised in the field with use of subsidy. For both solutions, water is only used in the garden. The second house is dimensioned for use of rainwater inside - for doing laundry and for flushing toilets. There are different variants depending on technology used, number of inhabitants, size of the roof and overall difficulty of the system. Each option comes with a calculation of cost, including the maximum possible subsidy.

The final part concludes the issues and it explains the benefits, which are not seen only from the financial point of view. It also mentions the importance of retention of rainfall in family estate with respect to the environment

Keywords: Rainfall, rain water, savings, consumption, garden

Obsah

1	Úvod	1
2	Cíl práce	2
3	Literární rešerše	3
3.1	<i>Vodní bilance</i>	3
3.1.1	Voda v ČR	4
3.1.2	Srážky v ČR	7
3.1.3	Teplota v ČR	9
3.2	<i>Legislativní rámec</i>	11
3.3	<i>Statistické údaje</i>	13
3.3.1	Spotřeba vody v domácnosti	13
3.3.2	Praní	14
3.3.3	Splachování WC	15
3.3.4	Údržba	15
3.3.5	Spotřeba vody na zahradě	15
3.3.6	Cena vody	16
3.4	<i>Znečištění</i>	17
3.5	<i>Přehled dostupných technických řešení</i>	19
3.5.1	Přehled technických zařízení	21
3.5.2	Čištění dešťové vody	21
3.5.3	Akumulační nádrže	25
3.5.4	Plovoucí sací soupravy	27
3.5.5	Přepadové sifony	27
3.5.6	Doprava srážkové vody	28
3.5.7	Řídící doplňovací jednotky	29
3.6	<i>Dotace</i>	30
3.6.1	Legislativní omezení využití dotací	31
4	Metodika	33
4.1	<i>Postupy použité pro výpočty</i>	33
4.1.1	Návrh akumulační nádrže pro dešťovou vodu	33
4.1.2	Vhodnost střechy a koeficient odtoku (f_s)	34
4.1.3	Množství dešťových srážek v místě ($J = \text{mm}$)	35
4.1.4	Půdorysný průmět odvodňované plochy m^2 (P)	35

4.1.5	Koeficient účinnosti odtoku filtru mechanických nečistot f_f	35
4.1.6	Množství zachycené srážkové vody Q	36
4.1.7	Objem nádrže dle spotřeby V_v	36
4.1.8	Objem nádrže dle množství využitelné srážkové vody V_p	37
4.1.9	Minimálně potřebný objem V_N	37
4.2	<i>Popis lokalit</i>	38
4.2.1	Dům 1a	39
4.2.2	Dům 1b	41
4.2.3	Dům 2	42
4.2.4	Spotřeba vody na zahradách	44
5	Výsledky	45
5.1	<i>Dům 1a</i>	45
5.1.1	Výpočet akumulační nádrže	45
5.1.2	Porovnání objemů	45
5.1.3	Náklady	46
5.1.4	Dotace	47
5.2	<i>Dům 1b</i>	47
5.2.1	Výpočet akumulační nádrže	47
5.2.2	Porovnání objemů	48
5.2.3	Náklady	48
5.2.4	Dotace	49
5.3	<i>Dům 2</i>	49
5.3.1	Spotřeba vody v domě	49
5.3.2	Výpočet akumulační nádrže	50
5.3.3	Porovnání objemů	50
5.3.4	Náklady	51
5.3.5	Dotace	51
5.4	<i>Spotřeba vody na zahradě</i>	52
6	Diskuze	53
7	Závěr	54
8	Zdroje	56

1 Úvod

Diplomová práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. Teoretická část je řešena za pomoci rešerše, na základě studia odborných článků a literatury. Seznamuje nás s aktuálním problémem zadržování dešťové vody na území České republiky a vymezuje zájmové území. Jsou zde potřebné informace, jako je množství vodních srážek ve vybrané lokalitě, teplota vzduchu, cena a spotřeba vody z vodovodních zdrojů. Tato data jsou potřebná k následným výpočtům v praktické části práce. Dále je zde řešena legislativa, včetně výše dotací a podmínek pro jejich získání. Nakonec je zde vysvětleno technologické řešení systémů pro zachycování dešťové vody, včetně popisu jednotlivých součástí.

V praktické části byly vybrány dva rodinné domy, na kterých jsou provedena tři různá řešení systémů pro zachycení dešťové vody. Muselo se stanovit, pro kolik osob a kde všude, bude dešťová voda využívána. Poté bylo možno zvolit správné technologické řešení celého systému. Vycházelo se ze srážek v dané lokalitě, velikosti střechy domu a koeficientu odtoku dané střešní krytiny. Tato data posloužila k určení maximálního množství zadržené vody a na jejich základě byla vypočtena ideální velikost akumulární nádrže, včetně ostatních komponentů. Následně se sestavil rozpočet, důležitý pro výši udělené dotace a vypočetla se celková návratnost investice.

2 Cíl práce

Práce se zabývá vodou, jejím současným i budoucím nedostatkem a technologiemi, které tento negativní vliv mohou minimalizovat nebo zamezit. Systémy na zadržení vody budou sledovány na dvou vybraných domech. Bude se zde posuzovat efektivita celého systému při zadržování vody na pozemku domu a také ekonomická výhodnost celého řešení. Práce se také zaměří na dotace, které člověk může získat, když chce pozitivně hospodařit s vodou na svém pozemku.

3 Literární rešerše

3.1 Vodní bilance

Žijeme na začátku 21. století a ze všech stran slyšíme nejen to, jak jsme dokonalí, ale stále častěji také informace o klimatické změně, povodních, skleníkových plynech a suchu. Přitom stojíme o normální život v klidné zemi a fungujícím světě, v prostředí, které nám přirozeně poskytne potravu, ochranu a komfort.

Na území České republiky proběhlo za posledních dvacet let devět významných povodní a dvě sucha, což je víc než za celé 20. století dohromady (Daňhelka a kol. 2012). Znamenalo to desetitisíce vyplavených domácností, domů, provozů, poničenou infrastrukturu obcí, částečně zničenou úrodu a také související ekologické škody. Celkový účet za toto období činil víc než 200 miliard korun hmotných ztrát a bohužel znamenal i 139 obětí na životech (Brázdil a kol. 2005). Povodně jsou stále častějším jevem nejen v České republice, ale i na mnoha dalších místech planety. Z médií se dozvídáme také o hurikánech, ničivých lesních požárech, mizejících ledovcích, mohutných bouřích. Jinde je zase krajina zužována dlouhotrvajícím suchem. K nárůstu extrémů počasí výrazně přispívá probíhající změna klimatu a ta se týká všech obyvatel planety.

Klima česky podnebí je ovlivněno řadou faktorů, mezi něž patří i činnost člověka. Zjednodušeně se dá definovat jako dlouhodobý průměrný stav počasí v konkrétním místě planety. Klima na naší zemi není stabilní, vždycky se měnilo a vždycky se měnit bude. Změna, ke které přispívá člověk je vypouštění oxidu uhličitého jako skleníkového plynu, který způsobuje oteplování. Často opomíjeným faktorem je negativní působení člověka na klima využíváním a přetvářením krajiny, například kácením deštných pralesů, povrchovou těžbou nerostů nebo masivním zvětšováním měst a průmyslových oblastí. Nejenom působením skleníkových plynů, ale i přes změny využití krajiny člověk mění to, jakým způsobem spolu reaguje atmosféra a zemský povrch (Department of state administration of water, 2008).

Nárůst průměrné teploty o 1 °C za 100 let vypadá jako zanedbatelná změna, které si ani nevšimneme. Má ale dalekosáhlé důsledky. Změna klimatu neboli klimatická změna je něco, co pociťujeme v posledních dvou dekadách velmi intenzivně na celé planetě Zemi. Nejmarkantnější je to v subpolárních a polárních oblastech, kde tají ledovce. Tání ledovců je jenom jedním z existujících a jasně viditelných problémů. Zásadní dopady oteplování však můžeme pozorovat na prokazatelných změnách v koloběhu vody na celé planetě. Hlavní markant hydrologie je, že se objevují suchá

období, která jsou častější a neustále se prohlubují a prodlužují (The intergovernmental panel on climate change (IPCC), 2019).

Výrazná část světa se bude potýkat s větším či menším problémem nedostatku vody. V Evropě jsme všichni zvyklí, že kvalitní pitná voda teče z kohoutku kdykoliv a kdekoliv. Ve zbytku světa žije téměř 800 milionů lidí, pro které je obstarávání vody každodenním problémem. Jde téměř o desetinu světové populace a podle expertů OSN se s nedostatkem vody bude v roce 2025 potýkat každý čtvrtý člověk na zemi. Vyšší počet lidí znamená větší nároky na vodu. Odhaduje se, že během příštích 10 let naroste potřeba vody přibližně o 50 % v rozvojovém světě a téměř o 20 % v rozvinuté části světa, do které patří celá střední Evropa. Počet obyvatel planety vzrostl od dob průmyslové revoluce desetinásobně. Je nás už 7,5 miliardy a každý den o 220 tisíc víc (United nation, 2019). Znamená to například téměř celou jednu Českou republiku každých 6 týdnů.

Nejde jen o vodu, kterou pijeme, nebo ve které se myjeme. Více jak 70 % vody spotřebujeme v zemědělství na výrobu potravin. Nejnáročnější je v tomto ohledu chov hospodářských zvířat na produkci masa. Vodní stopa jednoho kilogramu hovězího znamená spotřebu 15 500 litrů vody (Hoekstra, 2008).

3.1.1 Voda v ČR

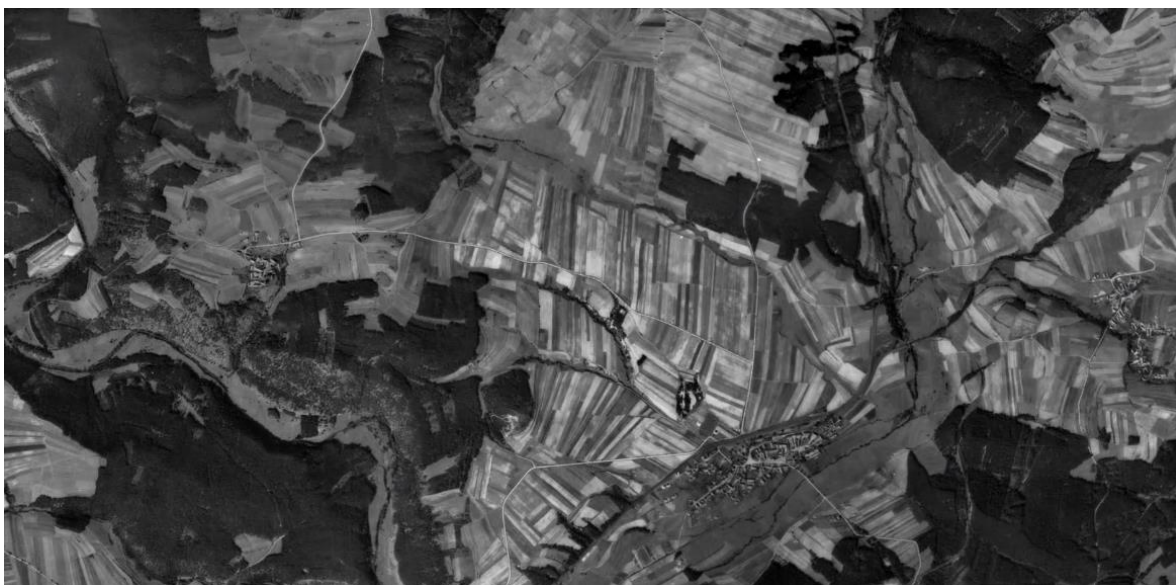
Už dnes zaznamenáváme na našem území jednoznačný nárůst průměrné teploty. Roční srážkový úhrn, tedy množství vody, které u nás naprší, zůstává prakticky stejný. Výrazně se ale mění to, kdy a jak prší. V zimě je méně sněhu a více deště, v létě prší řídkěji a srážky jsou vydatnější, což přispívá ke vzniku povodní nebo k častějším a delším obdobím sucha. Odborníci odhadují, že spolu s narůstající průměrnou teplotou bude tento trend pokračovat i v budoucnosti.

Dá se říci, že kolem roku 2050 budou na území České republiky subtropy. Častější budou přívaly, tedy srážky, kdy napadne příliš vody, která bude mít tendenci povrchově odtéct bez užitku, případně způsobovat škody. Naopak bude přibývat tropických dnů (Ministerstvo životního prostředí, 2015). Je nejvyšší čas se připravit, že naše krajina bude stále více zkoušena extrémními jevy počasí. To není věc jen hydrologů a vodohospodářů, ale i krajinářů, krajinných inženýrů, pedologů, zemědělců a v neposlední řadě i obyčejných lidí. Zemědělci by měli hrát zásadní roli v adaptačních opatřeních, jak se na tyto extrémní jevy počasí v budoucnu připravit.

Česká republika samozřejmě nemá moře a má svojí pozici velmi specifickou, kdy se nacházíme, jak se říká na střeše Evropy. Střechou Evropy se nazýváme z toho důvodu, že veškeré vodní bohatství, které tady v České republice máme, je dáno atmosférickými srážkami, které dopadnou na naše území. Následně tato veškerá voda z našeho území odtéká. Množství vody, které je v České republice k dispozici na jednoho obyvatele, je při porovnání se zbytkem Evropy jedno z nejnižších (Michalčáková, 2018). Nemůžeme vodu vnímat jen jako tu, kterou vidíme ve vodních tocích či nádržích. Voda má jasný koloběh, kdy dopadá na volnou krajinu. Měla by se vsakovat do půdy a doplňovat podzemní vody a následně sytit prameny, potoky a dotovat řeky. Odtok vody je výrazně ovlivněn stavem krajiny, pokud není schopna vodu zadržet, nastává při malém množství deště a sněhu sucho podstatně dříve. Naopak při výraznějších srážkách rychleji nastupují povodně.

Česká a moravská krajina se po druhé světové válce velmi proměnila. Zhoršili jsme její schopnost zadržovat vodu a přirozeně s ní hospodařit. Krajina není pestrá nejsou v ní remízky, meze, omezeně jsou v krajině prvky, kde by se mohla voda zadržet. Voda velmi rychle odtéká z krajiny. Jak lesy, ale i především zemědělská půda včetně té orné jsou zblokovány do velkých celků a vytratila se nám za posledních 50-70 let z krajiny pestrost z hlediska prostorové rozmanitosti. Chybí krajinné prvky, které z krajiny od 50. let 20. století postupně vymizely a které dokázaly pozdržet vodu v krajině (Beranová & Kubačák, 2010).

V padesátých letech 20. století po komunistickém puči nastala v tehdejším Československu násilná kolektivizace zemědělství, díky které se zásadním způsobem proměnila česká a moravská krajina. Došlo k zjednodušení struktury území. Zmizely meze, mokřady, remízky, místo malých políček vznikaly obrovské lány.



Obrázek 1: Historický snímek obce Nalžovice 1953 (Cenia, 2020)

Na příkladu snímků obce Nalžovice, můžeme vidět proměnu pestrosti krajiny mezi lety 1953 a 2019. Snímky zachycují stejné území, na historicky starším snímku je krajina více členitá s krajinými prvky, které zadržují vodu.



Obrázek 2: Obec Nalžovice rok 2019 (Cenia, 2020)

Nejzávažnější důsledkem kolektivizace bylo narušení vztahu člověka ke krajině. Ztratili jsme kontakt s půdou, která nás živí.

Intenzivní průmyslové využívání krajiny v České republice pokračuje i po listopadu 1989. Motivací všech zemědělců je maximální výnos, což vede k využívání neudržitelných zemědělských postupů, znamenajících sice velké zisky, ale zároveň přinášejících řadu negativních důsledků pro životní prostředí. Pouze 20 %

zemědělské půdy je obděláváno vlastníky. Zbytek si půdu pronajímá. Za posledních 25 let naše půdy stále degradují. Degradace se projevuje nejenom ve snížení přirozené úrodnosti půd, ale i ve schopnosti jímat vodu a poté ji uvolňovat. Půda neslouží jenom k pěstování rostlin, je také největším rezervoárem vody v krajině. Její porézní struktura funguje jako houba, která je schopná zachytit, nasát a postupně uvolnit neuvěřitelné množství vody.

Zemědělské půdy v České republice by mohly pojmout přibližně 8.5 miliardy kubických metrů vody, ale kvůli jejich nedobrému stavu jsou schopné udržet jen 5 miliard (Bouma, 2016). 3.5 miliardy kubických metrů vody je takové množství jaké je v Lipně, Orlíku, Slapech a všech našich dalších přehradách dohromady. Jde o obrovské množství vody, které by bylo možné rozumně využít.

Zásadní dopady na vodní režim v krajině měly také meliorace, tedy cílené odvodňování podmáčených ploch. Dalším významným zásahem byla radikální změna říční sítě, při které došlo k narovnání a úpravě koryt většiny našich potoků a řek. Ve 20. století došlo ke zkrácení našich vodních toků řádově o tisíce kilometrů, z důvodů splavňování řek pro potřeby nákladní dopravy (Beranová & Kubačák, 2010).

Nedošlo ale jen k napřímení toků a obetonování jejich břehů, ale také k oddělení řek od jejich niv. Říční niva je důležité území podél toku, do něhož se voda při zvýšených průtocích přirozeně rozlévá, kde se pak zadržuje a hromadí.

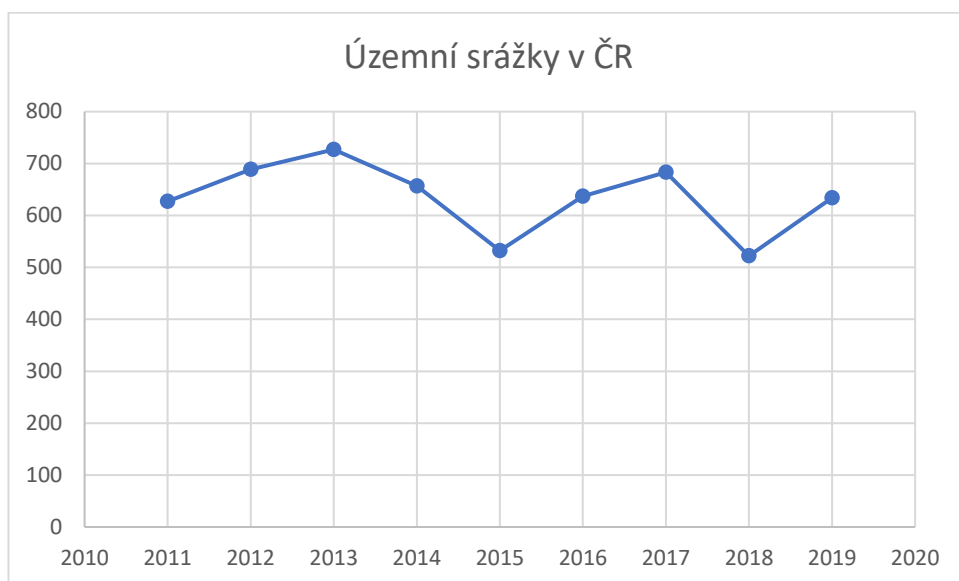
Nejlépe je vodu zachytit přímo na místě, kde dopadne na zem. Zadržení vody v krajině pomáhá nejen při povodních, ale také oddaluje nástup sucha v době nedostatku srážek. Oba dva extrémy jak sucho, tak povodně, mají stejné příčiny i stejné řešení.

Konkrétní opatření je nezbytné navrhovat vždy pro konkrétní místo. Může jít o celou řadu krajinných prvků, jakou jsou například malé přehradky, tůně, závlahové nádrže, o výsadbu zeleně a další prvky.

3.1.2 Srážky v ČR

Dlouhodobý srážkový normál je v České republice 686 mm na m². Od roku 2011 byl tento normál překročen jen v jediném případě, a to v roce 2013. V roce 2012 a 2017 došlo k jeho naplnění, ale nebyl překročen. Ve všech zbylých letech byla Česká republika ve srážkovém deficitu, nejhorší byl rok 2018 (Český hydrometeorologický ústav, 2019). Srážkový deficit se projevuje v úbytku zdrojů povrchových a

podzemních vod (průtoky ve vodních tocích, hladiny jezer a nádrží, stav hladiny ve vrtech a vydatnosti pramenů).



Graf 1: Vývoj územních srážek 2011-2019

Problémem je nepravidelnost srážek v jednotlivých měsících. Například ve zmiňovaném roce 2013, kde byl naposledy překročen dlouhodobý srážkový normál, byly rozdíly mezi jednotlivými měsíci znatelné. Rozdíly v srážkách mezi měsíci jsou čím dál častější.

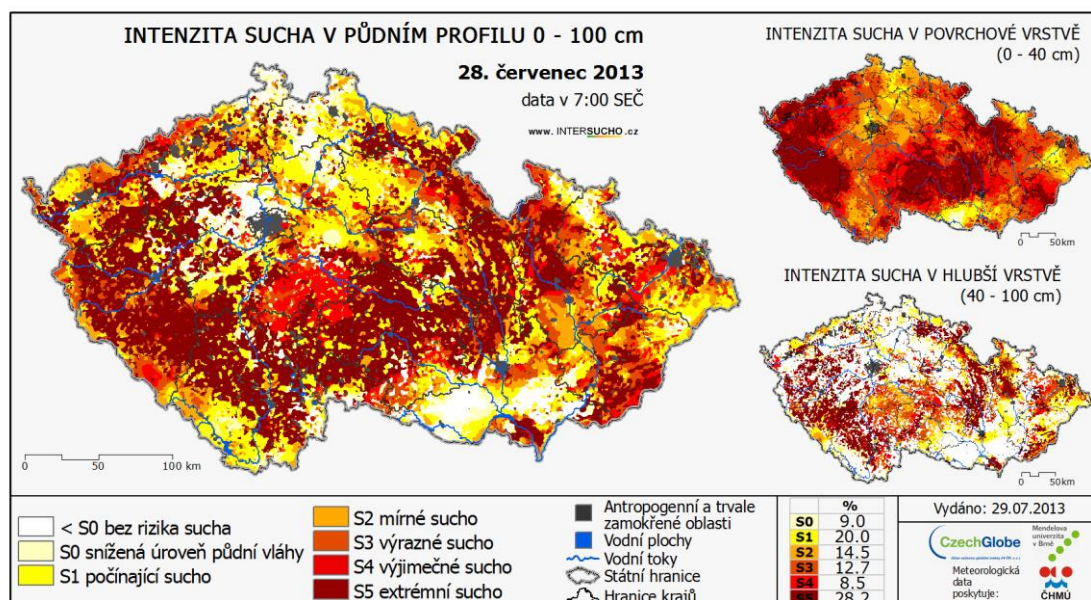
V tabulce jsou měsíční srážkové rozdíly pro rok 2013.

Tabulka 1: Srážkové rozdíly pro rok 2013

Kraj		Měsíc												Rok
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
Česká republika	úhrn srážek [mm]	61	51	36	26	113	146	34	85	74	44	36	19	727
	dlouhodobý sráž. normál [mm]	44	38	48	42	69	79	88	80	58	43	49	50	686
	úhrn srážek v % normálu	139	134	75	62	164	185	39	106	128	102	73	38	106

Červen roku 2013 byl velmi bohatý na srážky. Dlouhodobý srážkový normál byl 185 % a napadlo 146 mm srážek. Většina těchto srážek se nezadržela v krajině a rychle odtekla pryč. Další měsíc přišlo obrovské sucho, které zasáhlo celou Českou

republiku. V červenci napadlo jen 34 mm srážek, což bylo 39 % dlouhodobého srážkového normálu. Rozdíl mezi těmito měsíci je 107 mm srážek neboli 107 l / m². Na tyto extrémní případy srážek se musíme připravit, protože takovéto výkyvy jsou čím dál častější. To znamená navrhovat systémy, které nás připraví na extrémní počasí, které mohou přijít.



Obrázek 3: Intenzita sucha v roce 2013 (Intersucho, 2019)

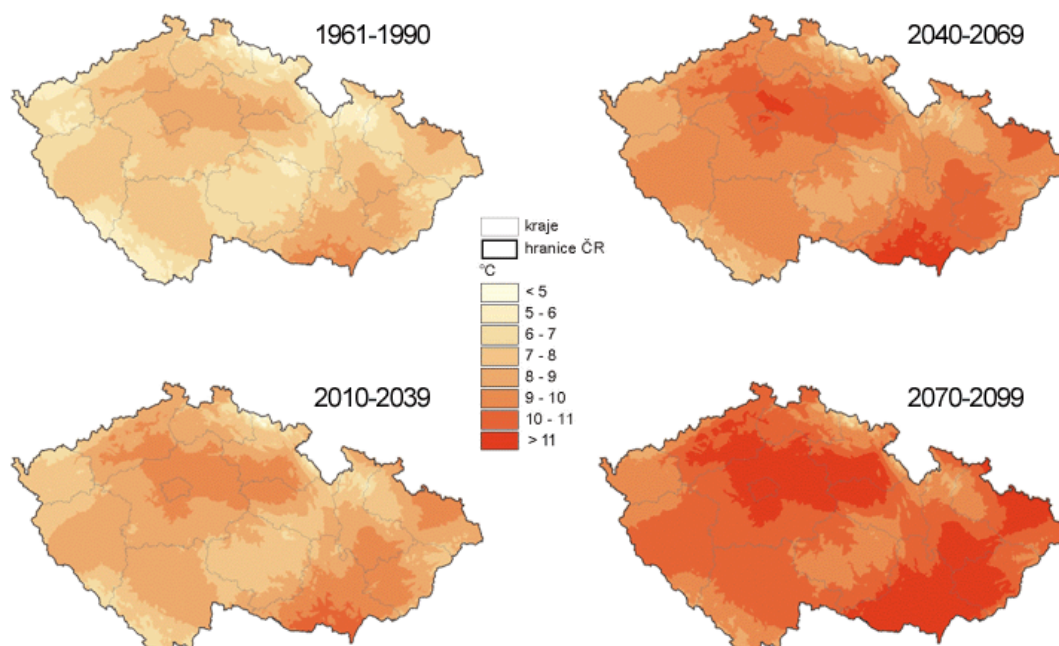
Na obrázku 3 vidíme sucho, které zasáhlo Českou republiku v roce 2013. Takový stav byl ve srážkově nadprůměrném roce. Kdybychom v červnu 2013 vodu zachytili a pozvolna jí uvolňovali do krajiny, tak bychom takovému suchu mohli předejít.

Zima 2020 byla extrémně chudá na srážky, a to bude mít za následek úbytek vody v krajině. Se sněhem se nesetkáme ani ve vyšších polohách, není žádný tající sníh, který by pozvolna doplnil spodní vody. Tato voda, která se vždy na jaře uvolňuje do přírody, bude chybět v letních měsících. Díky teplé zimě s nedostatkem srážek, bude sucho v létě ještě více devastující. K 5. lednu 2020 je podle hydrometeorologického ústavu ohroženo suchem 11,3 % území České republiky.

3.1.3 Teplota v ČR

Teplota vzduchu je velmi důležitý faktor, který ovlivňuje množství vody v krajině a půdě. Při vyšších teplotách se voda rychleji vypařuje. Průměrná roční teplota je od roku 1961 7,8 °C (vždy v rozmezí 6,3 až 9,6 °C). Nejchladnější roky byly zaznamenány v roce 1962, 1980, 1996 (6,3 °C). Naopak nejteplejší roky

zaznamenáváme po roce 2010, nejteplejší byl rok 2018 (9,6 °C) dále roky 2015 a 2014 (9,4 °C), 2007 a 2000 (9,1 °C). Dochází ke zvyšování teplot a tento trend bude pokračovat (Matějka, 2019).



Obrázek 4: Vývoj sucha na území ČR (Český hydrometeorologický ústav, 2011)

Podle vědců z Mezivládního panelu pro změnu klimatu (IPCC) se budou teploty zvyšovat. V některých měsících by mělo dojít k průměrnému oteplení až o 4 °C. Jestli dojde k takovému zvýšení teploty za stejných srážek, jako jsou v posledních letech, tak bude čím dál více docházet k suchým obdobím. To bude mít za následek škody na životním prostředí a samozřejmě dojde i k velkým ekonomickým ztrátám. Jedno z řešení, jak tomuto předejít, je maximální zadržování srážek a zamezení jejich odtoku pryč (The intergovernmental panel on climate change (IPCC), 2019).

Tabulka 2: Zvyšování průměrných teplot (Český hydrometeorologický ústav, 2011)

Období	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	rok
1961-1990	-3	-1	2,3	7	12	15	17	16	13	7,9	2,6	-1	7,3
2010-2039	-1	-0	3,6	7,6	14	16	18	18	14	9,6	3,2	-0	8,5
2040-2069	-1	1	4,9	10	14	16	20	20	15	9,9	4,2	0,5	9,6
2070-2099	0,4	1,6	6,5	11	15	18	21	22	17	11	4,5	1,2	11

Podle studie vědců z Katedry fyziky atmosféry Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy budou v ČR přibývat tropické dny s teplotami přes 30 °C, které

se občas spojí do vícedenních vln veder. Studie byla vypracována pro léta 2015-2060. Vědci dospěli k názoru, že počet tropických dnů každoročně ze začátku vzroste o šest, následně až o 12 dní a později ještě více. Celkově vzroste počet takzvaně letních dnů, s teplotami nad 25 °C. Počet mrazivých a ledových dnů bude naopak nižší, meziročně až o čtrnáct dní (Belda a kol. 2015).

3.2 Legislativní rámec

Přehled legislativy v platném znění, související s problematikou hospodaření s dešťovými vodami na území České republiky.

Zákon 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)

Tento zákon upravuje vodné a stočné, dále ukládá, kdo je povinen platit za odvádění srážkových vod.

Zákon č. 254/2001 Sb. Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)

Účelem tohoto zákona je chránit povrchové a podzemní vody, stanovit podmínky pro hospodárné využívání vodních zdrojů a pro zachování i zlepšení jakosti povrchových a podzemních vod, vytvořit podmínky pro snižování nepříznivých účinků povodní a sucha a zajistit bezpečnost vodních děl v souladu s právem Evropských společenství. Dále definuje základní termíny, jako jsou podzemní vody, povrchová voda, vodní zdroje apod.,

TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami.

Tato norma řeší nakládání se srážkovými vodami zejména na pozemku stavby (decentrální způsob odvodnění), ale jsou uvedena i centrální opatření, která jsou řazena za opatření decentrální (řetězení do série) tak, aby byl vytvořen funkční systém přírodě blízkého odvodnění. V této normě jsou uvedena také opatření pro snížení (případně prevenci vzniku) srážkového odtoku.

Norma také obsahuje návod ke správné volbě příjemce srážkových vod a ke správnému technickému řešení. Norma zahrnuje problematiku znečištění srážkových vod, kdy je nezbytné důsledně oddělovat nakládání s mírně

znečištěnými a silně znečištěnými srážkovými vodami. Také dává do souvislosti typické druhy znečištění s typem plochy, která je odvodňována, a s typem zařízení či opatření, které je vhodné pro odstranění specifického druhu znečištění. Dále norma popisuje decentrální objekty používané k hospodaření se srážkovými vodami, stanovuje výpočetní postupy pro jejich dimenzování a předkládá základní informace k jejich údržbě a provozu.

ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod

Norma se zabývá vsakováním srážkových povrchových vod, jako jedním ze způsobů hospodaření se srážkovými vodami a stanovuje hlavní zásady pro navrhování, výstavbu a následný provoz povrchových a podzemních vsakovacích zařízení.

ČSN 75 5409 Vnitřní vodovody

Tato norma platí pro projektování (navrhování), montáž, zkoušení, provoz a údržbu vnitřních vodovodů připojených na vodovodní přípojku z vodovodu pro veřejnou potřebu nebo na vlastní zdroj vody nebo na více zdrojů vody. Norma navazuje na ČSN EN 806-1 až -5 a ČSN EN 1717 a obsahuje požadavky, které nejsou v těchto evropských normách zpracovány dostatečně podrobně nebo vůbec.

ČSN EN 1717 Ochrana vnitřního vodovodu

Tato norma pojednává o prostředcích, které se používají na ochranu proti znečištění pitné vody ve vnitřních vodovodech a o všeobecných požadavcích na zařízení na ochranu proti znečištění zpětným průtokem.

Ustanovení o hygienické ochraně, uvedená v této normě, platí pro všechny normy pro zařízení napojená na vnitřní rozvod vody určené k lidské spotřebě.

Tato norma stanoví minimální požadavky na normy výrobků pro ochranná zařízení.

Normy výrobků se používají ke stanovení technických požadavků na výrobek. Pokud norma výrobku neexistuje, použije se pro stanovení technických podmínek pro vývoj nových výrobků tato norma jako referenční.

ČSN 75 6261 Dešťové nádrže

Definuje podmínky pro provádění a provozování, navrhování dešťových nádrží v městech a obcích, dle druhu stokové soustavy.

EN 16941-1

Nová evropská norma pro využití srážkových vod. Tato norma bude implementována i v České republice. Norma bude řešit:

1. Projektování zařízení pro využití srážkových vod
2. Čištění srážkových vod
3. Akumulace srážkových vod
4. Doplnění pitnou nebo užitkovou vodou
5. Požadavky na čerpací techniku
6. Dimenzování
7. Kontrola a údržba

3.3 Statistické údaje

3.3.1 Spotřeba vody v domácnosti

Průměrná denní spotřeba vody v roce 2018 v Praze byla 107 litrů na osobu. V Praze je tento průměr z ČR největší. Naopak ve Zlínském kraji, kde je spotřeba nejnižší, činí 74 l denně na osobu (Český statistický úřad, 2018).

Nejkvalitnější neboli nejčistší vodu, potřebuje člověk na pití a na vaření. Samozřejmě všichni chceme pít zdravotně nezávadnou vodu, která splňuje hygienické normy. Z celkové denní spotřeby pitné vody 107 l využijeme k pití a vaření pouhých cca 10.2 % respektive 11 l vody (Pražské vodovody a kanalizace, 2019).

Tabulka 3: Spotřeba vody (Pražské vodovody a kanalizace, 2019)

	Průměrné denní hodnoty (v litrech)	Průměrné denní hodnoty (v Kč)
WC	25	2,25
Os. Hygiena, sprchování	40	3,6
Praní, úklid	16	1,44
Příprava jídla, mytí nádobí	9	0,81
Mytí rukou	6	0,54
Zalévání	5	0,45
Pití	2	0,18
Ostatní	4	0,36
Celkem	107	9,63

Téměř polovinu denní spotřeby vody využijeme na osobní hygienu (40 l), 25 litrů na splachování WC, zbytek vody proteče vodovodním řádem při práci v kuchyni, koupelně a na zahradě. Na vlastní nezávadné pití zůstávají pouhé dva litry. Spotřeba vody každoročně stoupá o 0,4 l na osobu a den (Pražské vodovody a kanalizace, 2019).

3.3.2 Praní

Měkkou dešťovou vodu lze s výhodou využít na praní prádla, zejména tam, kde podzemní nebo i vodovodní voda je tvrdá nebo obsahuje železo, mangan, a jiné příměsi. Praní je úspornější, netvoří se vodní kámen, je nižší amortizace pračky a menší spotřeba chemických přípravků (pracích prášků a změkčovačů vody).

Tvrlost vody je způsobena ve vodě rozpuštěnými sloučeninami vápníku a hořčíku. V případě pracích prostředků se rozlišují čtyři pásma tvrdosti, dešťová voda spadá do pásma 1 (Dvořáková, 2007b).

Tabulka 4: Tvrlost vody (Dvořáková, 2007b)

Tvrlost vody		
Pásma tvrdosti		obsah solí mmol/l
1	měkká	0 - 1,3
2	středně tvrdá	1,3 - 2,5
3	tvrdá	2,5 - 3,8
4	velmi tvrdá	nad 3,8

3.3.3 Splachování WC

Zde je dešťová voda také velmi vhodná. Jelikož se jedná o vodu měkkou, tak ani zde nedochází k usazování vodního kamene v potrubí, odpadech a samotném WC. Splachováním toalety spotřebujeme denně cca 25 l pitné vody. Vzhledem k tomu, že zde nepotřebujeme vodu vysoké kvality, je používání pitné vody při splachování zbytečným plýtváním, kterému můžeme lehce předejít vodou dešťovou.

I na toaletě můžeme vhodnými technickými prvky šetřit vodou. Na trhu jsou různé druhy úsporných splachovačů, viz tabulka úspor. Splachovací systém je úsporný jen v případě, že je zajištěna jeho správná funkčnost, je těsný a nepropouští samovolně vodu do mísy.

Tabulka 5: Spotřeba vody u spotřebičů (Dvořáková, 2007b)

	Spotřebič	Spotřeba při použití (l)
Toaleta	- se splachovačem	6-9
	- úsporné tlačítko	2-3
	- tlakový splachovač	6
Pračka	- normální program	cca 120
	- úsporný program	cca 80

Pro všechny splachovače na území ČR platí od května 2016 norma ČSN EN 14055+A1 91 4640 nádržkové splachovače pro záchodové mísy a pisoáry. Všechny nové splachovací systémy by měly této normě odpovídat.

3.3.4 Údržba

Srážkovou vodu můžeme použít i při různých úklidových a provozních činnostech. Prostě všude tam, kde není zapotřebí hygienicky nezávadná pitná voda, například při čištění a úklidu domácnosti a zahrady, mytí auta atd. V těchto případech je spotřeba vody vysoká a je tedy namístě použít vodu dešťovou. Je to ekologické i ekonomické řešení.

3.3.5 Spotřeba vody na zahradě

U rodinných domů nesmíme opomenout zahradu. Na její zavlažování domácnost spotřebuje mnoho vody. Ti, kteří nemají studnu, musí zavlažovat zahradu

z vodovodu. A to se jeví jako velký problém, zejména v obcích, které provozují místní vodovod, nebo disponují vlastním zdrojem vody ze studny nebo vrtu. V takových případech hrozí v obdobích sucha vyčerpání místních vodních zdrojů, zvláště když občané napouštějí soukromé bazény, zalévají zahrady, myjí auta apod. Proto vedení obcí přistupuje k vyhlášení omezení až úplnému zákazu výše uvedených aktivit, protože pitná voda je příliš cenná, abychom jí plýtvali (Žák, 2016).

Musíme se snažit schraňovat a využívat vodu dešťovou, která je měkká, neobsahuje soli ani chlór. Po jejím použití je zřejmá kladná reakce rostlin, především bujnější růst (Dvořáková, 2007b).

Průměrná zahrada u rodinného domu spotřebuje cca 100 litrů vody denně. Nejvíce vody potřebuje trávník. V našich klimatických podmínkách srážky pokryjí třetinu až polovinu množství vody pro jeho ideální růst. Na jeden metr čtvereční trávniku optimálně počítáme s 25 až 40 litry vody týdně. Pokud jsou na zahradě stromy, musí se rovněž zalévat. U stromů je těžké určit, kolik vody potřebují. Záleží především na aktuálním počasí, ale i na jiných faktorech, např. na stáří, velikosti a množství plodů u ovocných stromů. Zemina by se měla dokonale zavlažit do hloubky cca 1 m. Stromy by se tak měly zalévat cca 30 l na 1 m², zhruba dvakrát do měsíce (Štěpán, 2018).

Rozdíl mezi zeleninovou a okrasnou zahradou je ve spotřebě vody, zejména v období bez srážek. Evapotranspirace (výpar vody z povrchu půdy spolu s výparem z rostlin) v našich podmínkách se pohybuje v rozmezí 5-6 mm za den, v závislosti na srážkách a teplotě. Rovněž záleží na rychlosti odtoků srážkové vody průsakem a kapilárním vztlínáním z podzemní vody. Ze všech těchto skutečností vyplývá nutnost zalévání zeleniny denně, nejlépe ráno, chceme-li dosáhnout maximálního výnosu plodin i v suchem roce, kdy nestačí takzvaná doplňková závlaha. Zalévat okrasnou zahradu stačí jednou za dva až tři dny větší závlahovou dávkou 10-15 l / m² (Žák, 2016)

3.3.6 Cena vody

Cena vody se se uvádí za 1 m³, což představuje 1000 litrů. Celková cena se skládá z vodného a stočného. Vodné je platba za odebranou vodu přímo z vodovodní sítě. Stočné je poplatek za odvedení odpadní vody do kanalizace a její následné

vyčištění. Cena stočného je zhruba polovina celkové ceny za vodu (Nadační fond pravda o vodě, 2019). V České republice stojí v průměru jeden m³ pitné vody 90 Kč. Cena v ČR není jednotná, liší se region od regionu, v některých případech je to značný rozdíl. Nejvíce za vodu zaplatí lidé ve Frýdlantě a v Novém městě pod Smrkem, tam stojí m³ vody 115 Kč. Naopak nejlevněji vodu odebírají lidé v Krnově, tam zaplatí za m³ 51,87 Kč. V Praze stojí m³ 89,66 Kč.

Tabulka 6: Vývoj cena vody v Praze 1990-2019 (Pražské vodovody a kanalizace, 2019)

Vývoj ceny vody v Praze Kč / m ³			
Rok	Vodné	Stočné	Celkem
1990	0,60	0,20	0,80
1991	1,50	1,50	3,00
1995	9,20	7,10	16,30
2000	18,64	13,99	32,63
2005	22,79	19,96	42,75
2010	30,63	25,88	56,51
2015	44,71	32,94	77,65
2019	48,96	40,70	89,66

V tabulce, že cena vody každoročně stoupá. Od roku 1990 stoupla cena vody skoro o 90 Kč za m³. V roce 1990 v Praze byla cena za jeden m³ vody 0,80 Kč, v roce 2019 se zvýšila na 89,66 Kč (Lazarevič, 2019).

Z ekonomického hlediska, má určitě smysl zadržovat vodu na pozemku, je to dobrá investice do budoucnosti, jak z environmentálního hlediska, tak z hlediska ekonomického. Pitné sladké vody je na světě čím dál méně a cena proto poroste

3.4 Znečištění

Dešťová voda není vodou destilovanou, jak by se mohlo zdát. V atmosféře se nacházejí různé chemické látky, které s odpařenými dešťovými mraky reagují. Dešťová voda na Zemi není neutrální, vykazuje hodnotu asi pH 5,6, protože se mimo jiné váže ve vzduchu s oxidem uhličitým (TZB, 2019)

Původy znečištění jsou trojího typu:

1. Rozpuštěné a nerozpuštěné látky v atmosférických srážkách. Hlavně ve velkých městech a průmyslových zónách. Antropogenní látky obsažené

v atmosféře (kyselina sírová, dusičná, chlorovodíková) se dostávají do kontaktu s vodou a dochází tak k znečištění (ČSN EN 1717, 2002).

Tabulka 7: Chemické složení srážek v ČR (Český hydrometeorologický ústav, 2004)

	Ca	Mg	Na	K	NH ₄ ⁺	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	Fe	Mn	Pb	Zn	F
mg/l	0,37	0,1	0,3	0,2	0,9	1,7	0,31	2,4	0,02	0,01	0	0,01	0,01

2. Nahromaděné znečištění na povrchu území během bezdeštného období. Na střechách domů se v bezdeštném období usazuje spousta polutantů včetně rozpuštěných oxidů (CO₂ a SO₂). Dále se na střechách usazují organické látky (pyl, drobné větvičky, listí, ptačí trus, prach, choroboplodné zárodky). Jediným způsobem, jak dochází k očištění těchto ploch, jsou srážky (ČSN EN 1717, 2002).
3. Znečištění, které vzniká při kontaktu dešťové vody s materiály na povrchu území. Záleží na materiálech, po kterých voda stéká. Z některých druhů střešních krytin (např. eternit nebo lepenka) se mohou do vody uvolňovat nežádoucí látky, proto je jistější dát přednost jiným materiálům. Dešťový odtok ze střech, které obsahují materiály s pesticidy, nebo nátěry s obsahem pesticidů musí být zaústěn do kanalizace, s odtokem na čistírnu odpadních vod (ČSN EN 1717, 2002).

Díky výše uvedeným skutečnostem je dešťová voda klasifikována jako voda odpadní, protože je znečištěná. Síla znečištění je různá, zejména podle povrchů, ze kterých dešťová voda stéká. V případě více znečištěné vody je nutné zvážit opatření pro snížení znečištění, případně uvážit, zda je vůbec voda pro vsakování vhodná, aby nedošlo k ohrožení podzemních nebo povrchových vod (TNV 75 9011, 2013)

Klasifikace znečištění nerozpuštěnými látkami, těžkými kovy a uhlovodíky v závislosti na typu plochy:

- malé, nízké znečištění
- střední znečištění
- vysoké znečištění

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

Obrázek 5: Typy ploch a znečištění (TNV 75 9011, 2013)

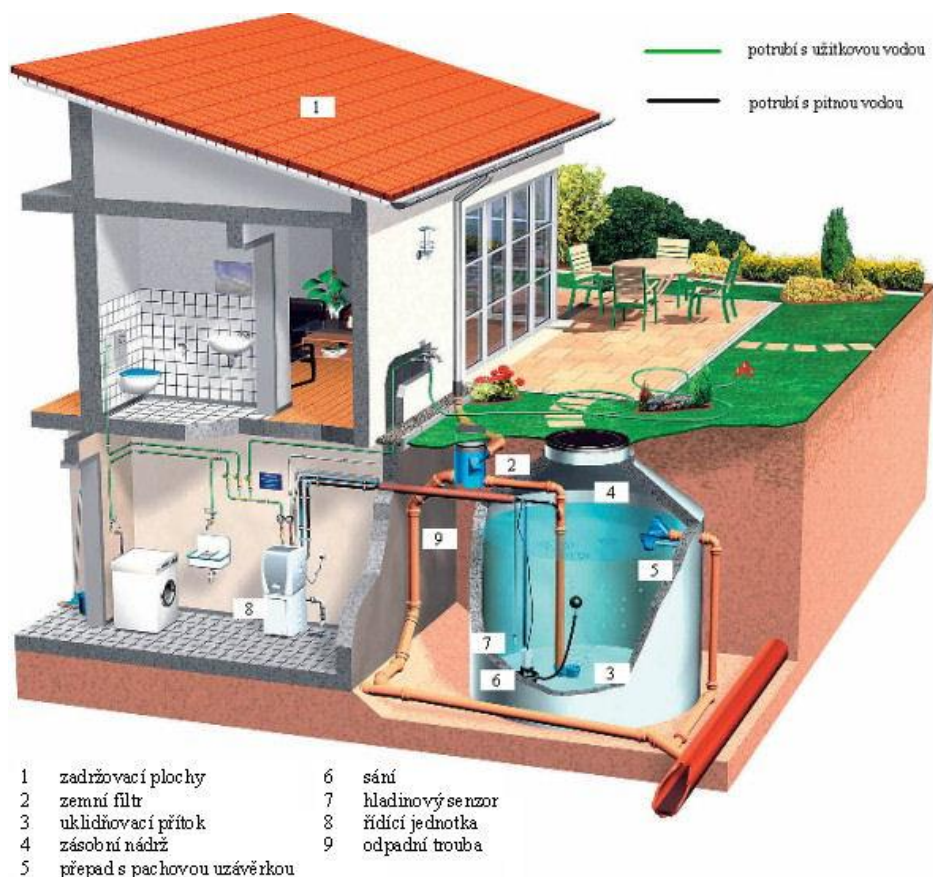
Ze střešního materiálu se do dešťové vody mohou uvolňovat látky, které jsou v něm obsažené. Vegetační střechy znečišťují vodu nejméně, ale nedoporučují se. Jsou sice ekologické, ale neekonomické a kvůli tomu se s vegetačními střechami moc nesetkáváme. Z nejpoužívanějších materiálů jsou nejlepší střechy vyrobené z pálených tašek a dřeva. Tyto materiály jsou přírodní a neuvolňují žádné škodlivé látky.

U plechových střeš se doporučuje zjistit, jakým materiálem byl její povrch ošetřen. Rovněž je důležité odstranit mechanické nečistoty, mech a podobně, ve kterých se zachycují jedovaté látky a mikroorganismy. Znečištěné ovzduší a povrch střešní krytiny má velký vliv na kvalitu vody, stékající ze střechy. Velmi nebezpečné jsou kovy jako olovo, arsen, měď, zinek, kadmium, rtuť, hliník, chrom a nikl, které jsou obsaženy buď přímo ve střešní krytině, nebo v jejím ochranném nátěru. Jsou zdravotně závadné i ve stopovém množství. Voda, obsahující tyto jedovaté složky, není vhodná ani na zalévání zahrad, natož na praní prádla. Nevhodný pro využití vody ze střechy je např. eternit, což je cementová směs, obsahující nebezpečný azbest a jiné škodliviny (Koucký, 2014).

3.5 Přehled dostupných technických řešení

Dešťová voda, která dopadne na střechu stéká do okapů a sběrným potrubím se dostává do zemního filtru. Nečistoty se zbytkovou vodou se

odvádějí potrubím do kanalizace, nebo k zasakování. Čistá voda, která protekla přes síto filtru se přivádí potrubím do nátokového hrdla nádrže, ukončeného uklidňujícím prvkem, který zabraňuje víření spodního sedimentu v nádrži. Voda ze sifonového přepadu při přeplnění nádrže odtéká přes zpětnou klapku potrubím do kanalizace, nebo do vhodného zasakovacího objektu. Odběr vody z nádrže sacím potrubím je zajištěn sací soupravou, která odebírá pouze čistou vodu pod horní hladinou v nádrži. Čerpací zařízení-vodárna je součástí automatické doplňovací jednotky s řídicí jednotkou, která v případě nedostatku dešťové vody v nádrži přepne pomocí hladinového spínače odebírání vody z vodovodního řádu při splnění normy ČSN EN 1717 (v systému není přímé propojení mezi rozvodem užitkové dešťové vody a rozvodem pitné vody). Z automatické doplňovací jednotky je voda potrubím výtlačku dopravována k využití (ČSN EN 1717, 2002).



Obrázek 6: Příklad technického zařízení pro užívání dešťové vody (Dvořáková, 2007b)

3.5.1 Přehled technických zařízení

Systém využití dešťových vod se skládá z těchto zařízení:

- Filtry (integrované v nádrži nebo zemní)
- Akumulační nádrže
- Plovoucí sací soupravy
- Přepadové sifony
- Čerpací zařízení
- Řídící doplňovací jednotky
- Hladinové senzory
- Tvarovky na uklidnění přítoku
- Přívodní, odběrné a odpadní potrubí

Při výběru technických zařízení musíme vědět, k jakým účelům chceme dešťovou vodu využívat. V případě, že chceme dešťovou vodou pouze zalévat, bude systém jednodušší, než v případě plnohodnotného využití dešťové vody v domácnosti, kde musí být voda lépe filtrovaná (Dvořáková, 2007b).

3.5.2 Čištění dešťové vody

V případě, že chceme dešťovou vodu užívat především k mytí aut a na zalévání zahrad, tak nepotřebujeme žádnou speciální filtraci vody. V těchto případech je dostačující, zabránit vniknutí velkých nečistot do akumulace. Jedná se především o listí apod. V případě, že chceme dešťovou vodu využít například na praní, je potřeba podstatně kvalitnější filtrace. Při čištění dešťové vody se uplatňují dva procesy:

- filtrace
- sedimentace

Sedimentace probíhá buď v samotné akumulace, nebo v nádrži usazovací, předem určené akumulace.

Filtry dělíme na externí a interní. Interní filtry instalujeme přímo do nádrže, která má jeden přítok, odtok vyčištěné vody do nádrže a možnost napojení přepadového sifonu pro odtok přebytečné vody. Externí filtry se umísťují mezi okapové svody a jímku, do které po přefiltrování stéká čistá voda, nečistoty jsou směřovány se zbytkovou vodou do kanalizace. Používáme-li dešťovou vodu na praní, nebo splachování WC, kde voda prochází jemnými tryskami, je možné použít jemný filtr, který je umístěn do tlakového potrubí za čerpadlem (Azizul & Peng, 2017).

Okapové filtrační jednotky

a) Filtrační podokapový hrnec

Filtruje vodu z jednoho okapového svodu. Je zapuštěn do země a ukládá se na vrstvu štěrku nebo betonu. Tělo filtru je vyrobeno ze silnostěnného polypropylenu. K filtraci je zde sítko, na kterém leží 5 cm vrstva filtračního materiálu (kameniva). Zde se zachytávají nečistoty. Mezi filtračním sítkem a kamenivem leží filtrační vložka, vyrobená z netkané textilie. Takto upravená voda je vhodná k zavlažování, vsakování nebo doplňování do rybníčků. Filtry nejsou samočisticí, musí se pravidelně udržovat a zbavovat nečistot (Dvořáková, 2007a).

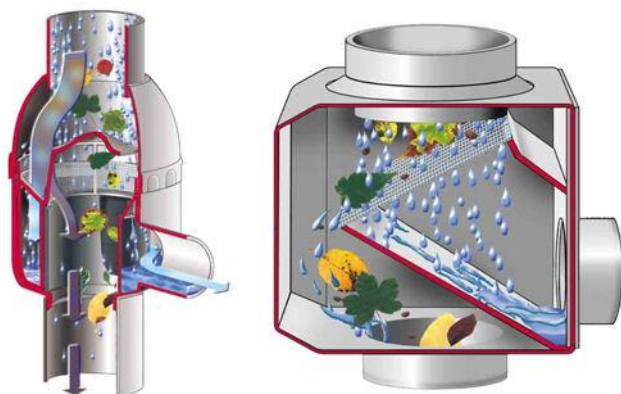


Obrázek 7: Filtrační podokapový hrnec (Dvořáková, 2007a)

b) Okapový filtr

Nasazuje se na okapový svod. Tyto typy filtrů jsou určeny k odfiltrování hrubších nečistot, jako jsou drobné větvičky, plody ovoce, listí, mech apod. Jemnější částice jako jsou prach, písek apod. se sice zčásti mohou na filtru zachytit, ale z

části propadnou a budou sedimentovat na dně nádrže. Filtry jsou samočistící a není tedy potřeba jejich kontrola a údržba. Nečistoty jsou odplavovány zbytkovou vodou do kanalizace (Azizul & Peng, 2017).



Obrázek 8: Okapový filtr (Dvořáková, 2007a)

Šachtové filtrační jednotky

Universální šachtové filtrační jednotky jsou vhodné pro všechna využití dešťové vody. Je zde zajištěna 100 % výtěžnost přefiltrované vody, neboť na rozdíl od samočistících filtrů proteče veškerá voda filtrem do nádrže. Filtry je možné použít jak samostatně, tak jako součást filtrační šachty. Samostatně zavěšený filtr představuje technicky nejjednodušší a cenově nejpříznivější filtrační jednotku. Nevýhodou je nutnost údržby a snížení využitelného objemu nádrží.

Jednou z možností využití šachtového filtru je umístění sítka do tělesa filtru. Filtrační jednotka je tvořena plastovým sítkem s poutkem pro snadnou manipulaci. Tato varianta má tři připravené otvory, dva nad úrovní síta a jeden u dna. Otvory nad sítem jsou prakticky ve stejné úrovni a lze je použít jako nátok a přepad do kanalizace nebo jako dva nátoky od dvou okapových svodů (v tomto případě musí mít jímka vlastní přepadový otvor) (Dvořáková, 2007a).



Obrázek 9: Šachtový filtr (Dvořákova, 2007a)

Další možností využití šachtového filtru je umístění sítka do akumulční nádrže (interní provedení). Přepadový sifon z akumulční nádrže by měl být umístěn cca 5 cm pod filtračním košíčkem, aby v případě plné nádrže mohla voda volně odtékat.



Obrázek 10: Šachtový filtr 2 (Dvořákova, 2007a)

Samočisticí filtrační jednotky

Je-li přepad jímků napojen na veřejnou kanalizaci, je možné použít tzv. samočisticí filtrační vložky. Jsou zde umístěny desky nebo válce z filtračního materiálu, kterými protéká znečištěná voda. V tomto případě je výtěžnost přefiltrované vody 90-95 %, záleží na volbě filtrační vložky.

Samočisticí filtr v interním provedení je tvořen plastovým tělem se dvěma nátoky, odtokem do jímky a odtokem do kanalizace. Filtrační jednotku tvoří třívrstvá vložka s oky 0,35 mm. Na mírně zaoblenou hranu natéká znečištěná voda, čistá voda proteče přes filtrační plochu do nádrže a nečistoty jsou se zbytkovou vodou odplaveny do kanalizace (Dvořáková, 2007a).



Obrázek 11: Samočisticí filtr (Dvořáková, 2007a)

3.5.3 Akumulační nádrže

Je hlavní část celého systému. Je to místo, kde se zadržená voda skladuje

Velikost nádrže by se měla vybírat s přihlédnutím na velikost pozemku, velikost střechy a srážkovým poměrům v daném místě. Díky těmto údajům si spočítáme předpokládaný objem dešťové vody. Nádrž by neměla být příliš malá ani velká, aby nebyla na “suchu”.

Typ nádrže závisí na geologických podmínkách a také na účelu využívání dešťové vody. Důležité je stanovit, k čemu budeme vodu využívat, jestli s ní budeme pouze zalévat a nebo dojde k využití v domácnosti. Od toho můžeme odhadnout přibližnou spotřebu a vhodně zvolit velikost nádrže. Měli bychom vědět, kolik osob v domácnosti žije a jak velkou máme zahradu. Pro využívání dešťové vody v domě musí být vnitřní rozvod užitkové vody oddělen od okruhu vody pitné. V případě, že dojde voda v dešťové nádrži, je přes čerpadlo zajištěna dodávka pitné vody do okruhu s užitkovou vodou tak, aby byla zajištěna nepřetržitá dodávka vody (ASIO, 2018).

Druhy nádrží:

Nádrže se vyrábí z různých materiálů a v různé kvalitě.

- Svařované plastové nádrže – jsou nečastější, díky jejich variabilitě a možnostem uzpůsobení a požadavkům. Ukládají se na betonovou desku nebo do pískového lože, je třeba je obetonovat, aby se nezničily tlakem zeminy, případně vlivem spodní vody (Počítáme s vodou, 2018).
- Nesvařované plastové nádrže – bez nutnosti obetonování. Podstavec se zabetonuje do desky a následně zasype zeminou. U tohoto řešení je omezena hloubka uložení do země, po povrchu nesmí jezdit automobily (Bloch, 2011).
- Samonosné monolitické nádrže z polypropylenu nebo sklolaminátu – jsou odolné a pevné, v některých případech se dají uložit velmi hluboko. Proti plastovým nádržím mají menší statickou únosnost a v případě obetonování jsou časově náročnější na instalaci. U sklolaminátu se vyskytují problémy s praskáním, které řeší následné opravy. Mají užší vstup do nádrže (Bloch, 2011).
- Samonosné nádrže speciálního tvaru pro mělké uložení jsou vhodné tam, kde je vysoká hladina spodní vody nebo skalnaté podloží (Počítáme s vodou, 2018).
- Betonové nádrže – jsou dražší. Mají větší statickou únosnost a mohou se bez problémů instalovat do pojezdových ploch. Jsou také odolné vůči spodní vodě. Přirozeně neutralizují kyselé dešťové vody, tento problém se u plastových nádrží řeší přidáním přirozeného vápence do nádrže. Nevýhodou bývá netěsnost spojů (Počítáme s vodou, 2018).

V rámci umístění nádrže máme dvě možnosti. Můžeme volit mezi nadzemním a podzemním umístěním. Obě varianty mají své klady i zápory.

- Podzemní umístění – toto umístění je vhodnější, jelikož okolní teplota nemá takový vliv na nádrž a vodu. Nedochozí k zahřívání vody v letních měsících a naopak k zamrznání v zimním období. V podzemí není voda vystavena přímému slunečnímu záření, nedochází tak k rozmnožování bakterií a

mikroorganismů. Voda se tak může skladovat déle. Zabudování nádrže pod zem je ideální variantou pro udržení kvality vody. Lze rovněž uvažovat i o umístění nádrže ve sklepě, ve kterém by teplota nikdy neměla přesáhnout 18 °C. V opačném případě hrozí nebezpečí vzniku a rozvoje mikroorganismů. Pro vodu v nádržích platí obecná zásada, pokud možno co nejméně světla a co nejnižší možná teplota. Podzemní umístění je z estetického a prostorového hlediska lepší. V případě podzemního řešení je důležitá úroveň podzemní vody, vysoká hladina spodní vody je nebezpečná, protože může narušit stabilitu nádrže natolik, že může dojít až k jejímu zborcení. U plastových nádrží se řeší problém se spodní vodou obetonováním nádrže nebo právě volbou nádrže dvouplášťové. Proto je nutné, před volbou typu nádrže, znát výšku hladiny spodní vody (ASIO, 2019).

- Nadzemní umístění – je jednodušší, levnější na instalaci. Nevýhodou je omezené využití nádrže v zimních měsících, kdy musí být nádrž vypuštěná (Zálešák, 2018).

3.5.4 Plovoucí sací soupravy

U studny či vodárny je voda čerpána sacím košem, umístěným na dně studny nebo nádrže. Na dně se sedimentují drobné nečistoty a usazeniny, které jsou nasávány a voda tak není čistá. V případě použití plovoucí sací soupravy se nám toto nestane. Sací koš je umístěn na plovoucí sací hadici a je zavěšen na plováku, díky tomu “plave“ v hloubce cca 15 cm pod hladinou a nasává vodu, tam, kde už nejsou žádné nečistoty.

3.5.5 Přepadové sifony

Při přeplnění zásobníku odtéká plovoucí vrstva nečistot (prach, pyl apod.) přepadovým zápachovým uzávěrem. Průměr přepadového zápachového uzávěru musí být větší než přívod vody do zásobníku (Dvořáková, 2007b).

Přepad je chráněný proti zpětnému vzduť vody z kanalizace jeho umístěním nad rovinou zpětného vzduť. Není-li to konstrukčně možné, umístí se do potrubí ze

zásobníku pojistné zařízení proti vzdučné vodě nebo se instaluje ponorné čerpadlo do zásobníku, spouštěné plovákovým spínačem, které přečerpá přebytečnou vodu nad hladinu vzdučí v kanále. Přepad, tvořený sifonovým prvkom, může být doplněn mřížkou proti drobným hlodavcům (Dvořáková, 2007b).

3.5.6 Doprava srážkové vody

Systém dopravy srážkové vody do objektu může být zajištěn několika způsoby.

- Ponorné čerpadlo

Nejjednodušší způsob čerpání vody. Je zde plovákový spínač, který při nedostatku vody vypne čerpadlo, aby nedošlo k jeho poškození. Čerpadlo je umístěné cca 10-15 cm nad dnem nádrže, díky tomu odebírá vodu bez nečistot. Zde se manuálně vypíná a zapíná chod dle potřeby. V případě, kdy potřebujeme vodu, čerpadlo zapneme, voda teče, ale na konci ho musíme zase manuálně vypnout. Takový typ čerpadla je vhodný na zavlažování zahrady.

- Sací čerpadla

Tato čerpadla jsou většinou umístěna do 10 metrů od nádrže. K čerpadlu je nutné napojit sací vedení, opatřené sacím košem a zpětnou klapkou. I zde může být sací koš umístěn cca 10 cm pod hladinou, aby se odebírala relativně čistá voda.

- Ponorná vodárna

Další možností je použití ponorné vodárny. Je zde integrovaná elektronická řídicí jednotka, která při požadavku na dodávku vody čerpadlo spustí a po ukončení odběru jej vypne. Vstupní informace obstarává elektronický tlakový snímač. Tento systém je vhodný pro aplikace v objektu, jelikož nemusíme sepnout čerpadlo pokaždé, když potřebujeme provozní vodu (splachování, praní pádla, atd) (Divertron, 2010).

- Nástěnná domácí vodárna s integrovaným systémem dopouštění

Je umístěna mimo nádrž. Kromě čerpání vody zajišťuje i systém dopouštění, v případě nedostatku je mezi vodárnou a nádrží plovák na detekci minimální hladiny. Pokud se tak stane, dojde k přepnutí zdroje a využívá se voda pitná.

Při dopouštění je dobré mít na rozvodu pro dopouštění nainstalovaný vodoměr pro představu o tom, kolik vody bylo vlastně využito (Vacek, 2019).

3.6 Dotace

V České republice můžeme čerpat dotace na podporu udržitelného hospodaření s vodou v domácnostech. Dotační program se nazývá Dešťovka. Jedná se o program Ministerstva životního prostředí a Státního fondu životního prostředí ČR vyhlášený v rámci Národního programu Životní prostředí. Podpora se vztahuje na obytné stávající domy i všechny novostavby na celém území ČR (Státní fond životního prostředí, 2017).

Cílem programu je motivovat vlastníky a stavebníky rodinných a bytových domů v celé ČR k udržitelnému a efektivnímu hospodaření s vodou a snížit tak množství odebírané pitné vody z povrchových a podzemních zdrojů (Státní fond životního prostředí ČR, 2017).

Dotace může pokrýt finanční nároky do 50 % výdajů na pořízení. Její výše je podmíněná velikostí odvodňované plochy. Návrh se pohybuje v rozmezí 4-8 let, u složitějších systémů, například využití šedivých vod, až v řádech desítek let (Bílek, 2017).

Dotace se dělí do tří typů:

1. Dešťová voda na zalévání zahrady

je základní podporovaná varianta v případě využívání dešťové vody k zalévání zahrady u již stojícího domu. Dotace přispívá k zakoupení akumulční nádrže až do 55 000 korun. Tvoří ji fixní část 20 000 korun, ke které se připočítává 3 500 korun za každý m³ nádrže, maximálně však 50 % z celkových způsobilých výdajů. Příspěvek lze získat i v případě využití dosud nepoužívané, upravené jímky k zachytávání dešťové vody. Do nákladů je pak možno zařadit i náklady na vyčištění, vyspravení a další úpravy jímky (Nová zelená úsporám, 2019).

2. Dešťová voda na zalévání zahrady a splachování toalet

Dešťovou vodu můžeme využít nejen k zalévání zahrady, ale i k splachování WC v domácnosti. Takový systém vyžaduje určité stavební úpravy, ale při stavbě nového domu s ním můžete předem počítat. V takovém případě je státní podpora až do výše 65 000 korun. Fixní část je 30 000 korun, ke které se přičítá 3 500 korun za každý kubický metr nádrže, maximálně však 50 % z celkových výdajů (Evropská unie, 2017).

3. Přečištěná odpadní voda (lze i v kombinaci s dešťovou vodou)

Je poslední třetí možnost dotace Dešťovka. Tento systém recykluje odpadní, tzv. šedou vodu. Použitá voda z umyvadel, van a sprch se po přečištění využije znovu ke spláchnutí toalety. V tomto případě se dá ušetřit zhruba polovina denní spotřeba pitné vody. Ještě výhodnější je, pokud systém zkombinujete s využitím dešťové vody. Maximální dotace se v tomto případě může vyšplhat až na 105 000 korun. Dotace až 60 000 Kč (v kombinaci s využitím srážkové vody) nebo 45 000 Kč (bez kombinace s využitím srážkové vody) + 3 500 Kč/m³ nádrže + 10 000 Kč na projektovou přípravu, maximálně však 50 % z celkových způsobilých výdajů (Národní program Životní prostředí, 2017).

3.6.1 Legislativní omezení využití dotací

V případě podporovaných systémů pro hospodaření se srážkovou vodou musí systém zajišťovat odvodnění 100 % půdorysného průmětu střechy obytného domu. Tento požadavek může být v odůvodněných případech, kdy jej není technicky možné zajistit, snížen na minimální hodnotu 50 % půdorysného průmětu dané obytného domu. Systém může zajišťovat také odvodnění dalších vhodných ploch, s výjimkou komunikací a parkovacích ploch pro motorová vozidla, např. terasy, střechy altánů, garáží, stodol. (Státní fond životního prostředí ČR, 2017).

V případě, že je vypočtený minimální objem pro akumulaci srážkové vody menší než 2 m³, musí být pro získání podpory vždy instalována akumuláční nádrž, s minimálním dostupným objemem srážkové vody 2 m³ (Státní fond životního prostředí ČR, 2017).

Akumulační nádrže musí být umístěny a zabezpečeny tak, aby byla celoročně zajištěna dobrá kvalita zadržené vody, bez rizika zamrznutí. Akumulovaná voda musí být chráněna před účinky denního světla a prudkých výkyvů teplot. Teplota

této vody nesmí za běžných provozních podmínek překročit 16 °C. Doporučuje se instalovat akumulční nádrže pod úroveň terénu nebo v určených technických prostorách staveb (Státní fond životního prostředí ČR, 2017).

V případě systémů s využitím srážkové vody nebo přečištěné odpadní vody jako užitkové, musí být dodrženy požadavky dle ČSN EN 1717 a ČSN 75 5409. Vnitřní rozvod vody připojený na vodovod pro veřejnou potřebu, nesmí být přímo napojen na potrubí, které přivádí vodu z jiného zdroje. Oddělené vnitřní vodovody různých druhů vod (např. vody pitné a vody srážkové/přečištěné odpadní), se nesmí vzájemně přímo propojovat (Státní fond životního prostředí ČR, 2017).

Nutno doložit odborný posudek od specializované firmy. Tento posudek stojí od čtyř do deseti tisíc a lze si ho nechat proplatit formou dotace.

Plochy využívané motorovými vozidly nelze odvodnit (např: parkoviště, příjezdová cesta)

Můžeme odvodňovat i cizí plochy. Například garáž, či stodolu u souseda. V takovém případě musíme doložit souhlas majitele cizí plochy. Souhlas musí být minimálně na pět let.

Pokud bude žadatel využívat dešťovou vodu i pro splachování a vypouštět ji do kanalizace, je třeba doložit souhlas provozovatele kanalizace o tomto záměru. Vypouštění dešťové vody do kanalizace může být zpoplatněno v rámci stočného. Je dobré vědět, že žadatel je zákazníkem provozovatele kanalizace, a proto by se měl snažit sjednat férové podmínky. Například podružné měření vody, účtované jako stočné, případně tarifní platbu tzv. německého modelu, který počítá s tím, že 20 % pitné vody je v objektu využito na splachování (Bílek, 2017).

Na práci svépomocí nedostane žadatel žádnou dotaci, jelikož tyto náklady nelze doložit daňovým dokladem.

Dotace je vyplácena zpětně, celý projekt musí žadatel zafinancovat předem.

Dodavatele systému si žadatel vybírá sám, nejsou definováni.

Projekt musí být realizován do jednoho roku od akceptace žádosti ze strany SFŽP. Tato lhůta se dá na žádost prodloužit

4 Metodika

Metodika vychází z výpočtů, které jsou uvedeny ve výzvě č. 12/2017 v rámci Národního programu Životního prostředí „Dešťovka“. K tomu, abychom mohli navrhnout funkční řešení celého systému, musíme určit minimální dostupný objem pro akumulaci dešťové vody, srážky v dané lokalitě a vhodnost střechy pro sběr vody. Dále zde počítáme s velikostí střechy a koeficientem účinnosti odtoku filtru mechanických nečistot, který udává výrobce na každém filtru. Díky těmto informacím, můžeme určit koeficient odtoku a stanovit minimální objem nádrže, potřebný pro celý systém.

4.1 Postupy použité pro výpočty

4.1.1 Návrh akumulační nádrže pro dešťovou vodu

Při návrhu systému je vhodné postupovat následujícím způsobem:

- navrhnout dispozici systému
- posoudit vhodnost povrchu střechy pro zachycování srážkových vod
- stanovit objem akumulační nádrže
- vybrat prvky systému od některého z výrobců a zvolit jejich uspořádání
- zvolit způsob odvádění srážkové vody mimo systém
- vybrat případná doplňková zařízení

Minimální dostupný objem pro akumulaci srážkové vody se určí dle níže uvedeného vztahu. Výsledná hodnota se zaokrouhuje na jedno desetinné místo, směrem nahoru. Vzorec je převzatý ze státního fondu životního prostředí. (Státní fond životního prostředí ČR, 2017)

$$V_{min} = MIN\left(\frac{n_p \cdot 140 \cdot 0,5 \cdot 20 + A_G \cdot 10 \cdot j \cdot A_R \cdot f_s \cdot f_f \cdot 20}{1000}; \frac{1000 \cdot 365}{1000}\right) [m^3]$$

V_{min} vypočtený minimální objem akumulční nádrže [m³]

n_p počet obyvatel obytného domu [-]

A_G plocha zavlažované zahrady [m²]

j množství dešťových srážek v místě [mm/rok]

A_R půdorysný průmět odvodňované plochy [m²]

f_s koeficient odtoku odvodňované plochy [-]

f_f koeficient účinnosti filtrace [-]

4.1.2 Vhodnost střechy a koeficient odtoku (fs)

Především je nutné posoudit, zda je stávající nebo budoucí střecha objektu vhodná pro zachycování srážkových vod.

Vlastnosti různých typů střech jsou uvedeny v následující tabulce:

Tabulka 8: Koeficient odtoku střech (Reinberk, 2016)

tvar střechy	střešní krytina	koeficient odtoku střechy	vlastnosti z hlediska znečištění
plochá	asfalt s násypem křemíku	0,6	velmi vhodná
	plast	0,7	velmi vhodná
	pozinkovaný plech	0,7	vhodná
	ozelenění	0,2	méně vhodná
šikmá	pálené tašky	0,75	velmi vhodná
	betonové tašky	0,75	velmi vhodná
	břidlice	0,75	velmi vhodná
	šindel	0,6	velmi vhodná
	pozinkovaný plech	0,8	vhodná
	plast	0,8	velmi vhodná
	ozelenění	0,25	méně vhodná
	osinkocement	-	nevhodná

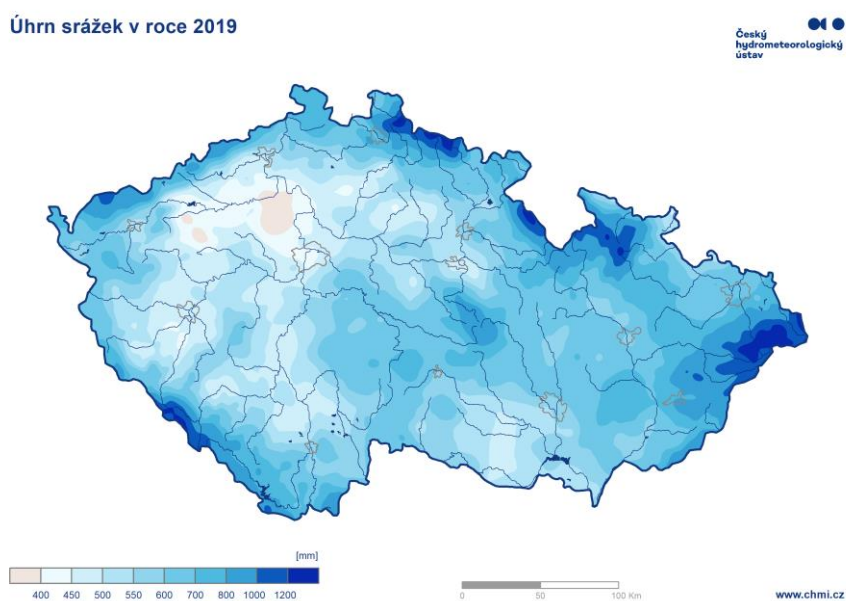
Z tabulky vyplývá:

- Střechu se střešní krytinou, označenou jako nevhodná, není možné použít.
- Použití ozeleněné střechy se nedoporučuje, není ekonomická.
- Při použití jiné krytiny se, pro zjištění vhodnosti a koeficientu odtoku, obraťte na výrobce střešní krytiny.

4.1.3 Množství dešťových srážek v místě (J = mm)

Množství srážek najdeme na internetových stránkách Českého hydrometeorologického ústavu, kde nalezneme i historická data srážek až do roku 1961.

Další možností je odvození srážek ze srážkové mapy, viz obrázek.



Obrázek 14: Normály ročních srážkových úhrnů (Český hydrometeorologický ústav, 2019)

4.1.4 Půdorysný průmět odvodňované plochy m² (P)

Využitelná plocha střechy P je půdorysný průmět rozměrů střechy.

$$P = a \times b$$

P = využitelná plocha střechy (m²)

a = délka půdorysů včetně přesahů (m)

b = šířka půdorysů včetně přesahů (m)

4.1.5 Koeficient účinnosti odtoku filtru mechanických nečistot f_r

Tento údaj udává výrobce u každého filtru.

4.1.6 Množství zachycené srážkové vody Q

Množství zachycené srážkové vody Q (m³) závisí na množství srážek v dané oblasti, velikosti plochy střechy, koeficientu odtoku střechy a na koeficientu účinnosti filtru mechanických nečistot (Reinberk, 2016).

$$Q = \frac{j \cdot P \cdot f_s \cdot f_f}{1000}$$

Q - množství zachycené srážkové vody (m³/rok)

j - množství srážek (mm/rok)

P - využitelná plocha střechy (m²)

f_s - koeficient odtoku střechy

f_f - koeficient účinnosti filtru mechanických nečistot

4.1.7 Objem nádrže dle spotřeby V_v

Objem nádrže V_v (m³) závisí na počtu obyvatel v domácnosti, spotřebě vody na jednoho obyvatele a koeficientu využití srážkové vody. Výpočet zohledňuje potřebnou zásobu vody na období přestávky mezi dešti formou koeficientu z (Reinberk, 2016).

$$V_v = \frac{n \cdot S_d \cdot R \cdot z + A_g \cdot 10}{1000}$$

V_v - objem nádrže dle spotřeby vody (m³)

n - počet obyvatel v domácnosti

A_g - velikost zahrady

S_d - celková spotřeba veškeré vody na jednoho obyvatele a den – obvykle 140 l

R - koeficient využití srážkové vody – obvykle 0,5 (tj. využití srážkové vody na náhradu 50% celkové spotřeby)

z - koeficient optimální velikosti – obvykle 20

4.1.8 Objem nádrže dle množství využitelné srážkové vody V_p

Objem nádrže V_p (m^3) závisí na množství zachycené srážkové vody. Výpočet zohledňuje potřebnou zásobu vody na období přestávky mezi dešti formou koeficientu z (Reinberk, 2016).

$$V_p = z \cdot \frac{Q}{365}$$

V_p - objem nádrže dle množství využitelné srážkové vody (m^3)

Q - množství zachycené srážkové vody (m^3/rok)

z - koeficient optimální velikosti – obvykle 20

4.1.9 Minimálně potřebný objem V_N

Pro návrh velikosti akumulární nádrže jako minimálně potřebný objem V_N vyberte menší z vypočtených objemů:

$$V_n = \min (V_v ; V_p)$$

V_N - potřebný objem nádrže (m^3)

V_v - objem nádrže dle spotřeby (m^3)

V_p - objem nádrže dle množství využitelné srážkové vody (m^3)

Je nutné posoudit, zda je v souladu plánovaná spotřeba a množství využitelné srážkové vody.

Soulad je v případě, že se hodnoty V_v a V_p neliší o více než 20 %.

Zaokrouhlete výpočet V_v , V_p a V_N na dvě desetinná místa a porovnejte jejich vzájemný vztah dle následující tabulky. Absolutní hodnota rozdílu objemů nádrží vypočtených oběma metodami se podělí hodnotou V_N (Reinberk, 2016).

Takto vypočítaný poměr má tři varianty (ve vztahu k 20 % rozdílu):

výsledek porovnání objemů	závěr	možné opatření
$V_v = V_p \quad \frac{\text{abs}(V_v - V_p)}{V_N} \leq 0.2$	optimální situace	
$V_v < V_p \quad \frac{\text{abs}(V_v - V_p)}{V_N} > 0.2$	spotřeba srážkové vody je menší, než možnosti střechy	posoudit, zda není možné do systému zapojit pouze část střechy
$V_v > V_p \quad \frac{\text{abs}(V_v - V_p)}{V_N} > 0.2$	spotřeba srážkové vody je větší, než možnosti střechy	zvětšit plochu střechy (pokud je to možné) nebo počítat s častějším dopouštěním vody do systému (jiné než srážkové)

Obrázek 15: Porovnání objemů (Reinberk, 2016)

4.2 Popis lokalit

Systémy pro zachycení a využití dešťové vody pro dům a zahradu sledujeme na dvou domech, ve kterých jsou aplikována tři různá řešení. Dům 1 je řešen dvěma způsoby 1a a 1b. Jedná se tedy o stejný dům.

- U domu 1a je celý systém zhotoven svépomocí, bez podpory dotace.
- U domu 1b jsou využity služby specializované firmy, s podporou dotace.
- Dům 2 využívá dešťovou vodu i uvnitř v domě.

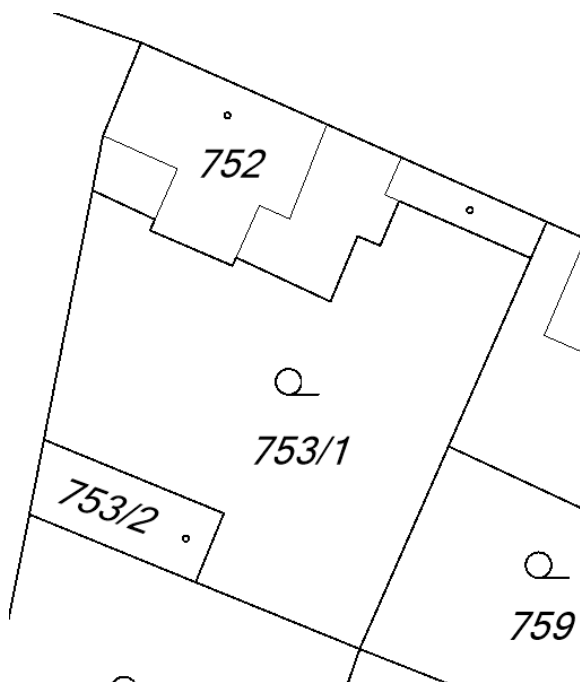
Tabulka 9: Popis lokalit

	Dům 1a	Dům 1b	Dům 2
Velikost střechy (m ²)	105	105	210
Počet lidí	1	1	4
Velikost nádrže (m ³)	1,35	2,65	4,50
Velikost zahrady (m ²)	435	435	240
Využití v domě	Ne	Ne	Ano
Celoroční provoz	Ne	Ano	Ano
Koeficient odtoku ze střechy	0,75	0,75	0,80
Koeficient účinnosti filtru	1	1	0,90

4.2.1 Dům 1a

Dům 1a se nachází na severu Prahy, v Praze 8 ve čtvrti Čimice. Pozemek je v katastrálním území rozdělen na tři parcely. Celková velikost pozemku je 661 m² a skládá se z těchto částí:

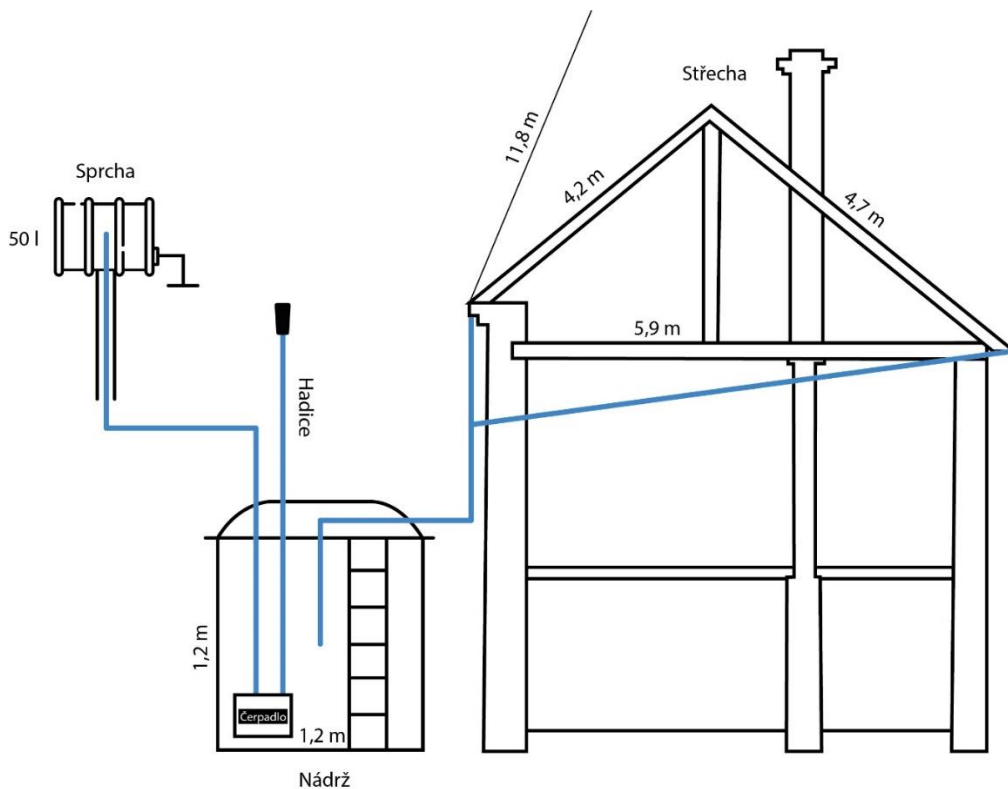
1. Parcelní číslo 752. Druh pozemku: zastavěná plocha a nádvoří 178 m².
2. Parcelní číslo 753/1. Druh pozemku: zahrada 435 m².
3. Parcelní číslo 753/2. Druh pozemku: zastavěná plocha a nádvoří 48 m².



Obrázek 16: Parcela domu 1 (Katastr nemovitostí, 2019)

V tomto domě žije jedna osoba a celý systém je dimenzován jako systém pro provozní vodu. Srážkovou vodou se především zalévá zahrada, uklízí, myje automobil a také je napojen na venkovní sprchu. Celý tento systém byl skutečně realizován a skládá se z těchto systémů:

1. Okapový filtr na hrubé předčištění
2. Akumulační nádrž
3. Čerpadlo



Obrázek 17: Systém pro zachycování vody u domu 1a

Střecha je vyrobena z pálených tašek a je vhodná pro sběr dešťové vody.

Koeficient odtoku ze střechy: 0,75

Jelikož voda je využívána jako voda provozní, nepotřebuje být tak dokonale vyčištěna. V tomto případě slouží k čištění vody jednoduchý okapový filtr, který zachycuje hrubší nečistoty, jako jsou klacíky, plody ovoce, listí, mech apod.

Koeficient účinnosti filtru: 1

Menší částice, například písek nebo prach, sedimentují na dně nádrže. Zhruba 10 cm nad dnem nádrže je umístěné čerpadlo, které v případě potřeby čerpá vodu do hadice nebo do venkovní sprchy.

Pro tuto lokalitu budeme vycházet z územních srážek pro Prahu. Za celý rok 2019 napadlo v Praze 519 mm vody.

Srážky: 519 mm vody = 519 l vody / m²

Pro další výpočet je potřeba znát plochu střechy, která bude vodu zachycovat.

Rozměry střechy:

$$A = 4,2 \text{ m}$$

$$A_2 = 4,7 \text{ m}$$

$$B = 11,8 \text{ m}$$

$$P = (A \times B) + (A_2 \times B) = (4,2 \times 11,8) + (4,7 \times 11,8) = 105,02 \text{ m}^2 \doteq 105 \text{ m}^2$$

Plocha střechy u tohoto domu je 105 m², za rok napadne na jeden metr čtvereční 519 litrů vody.

$$\text{Celková voda, která za rok dopadne na střechu domu} = 105 * 519 = 54\,495 \text{ l}$$

$$\text{Cena této vody} = 54,49 \times 89,66 \text{ Kč} = 4885,5 \text{ Kč}$$

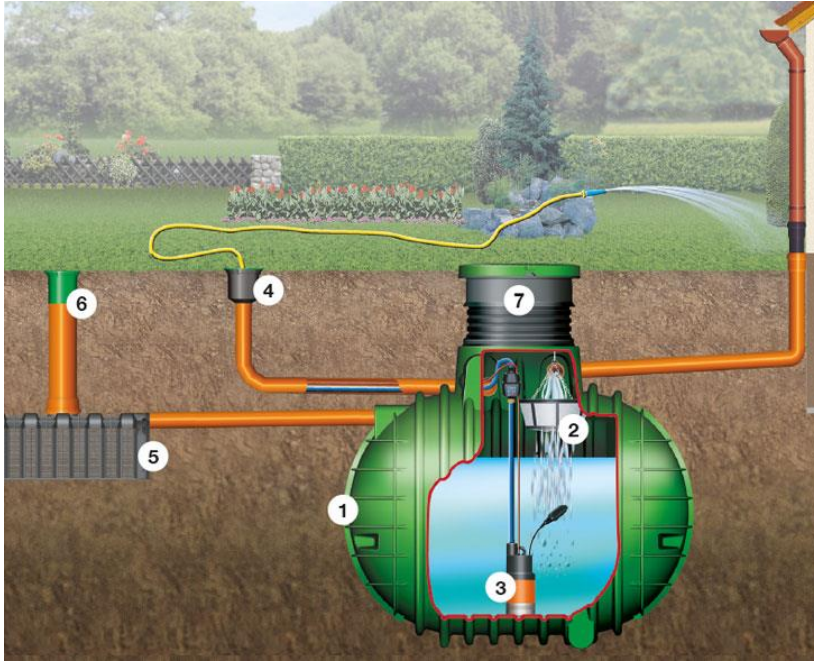
Kdybychom měli tuto vodu koupit z vodovodního řadu, zaplatíme za ní 4885,5 Kč. Této úspory docílíme v případě, že zachytíme veškerou dešťovou vodu. Samozřejmě tato voda nenaprší najednou. Srážky jsou každý měsíc jiné, podle toho musíme jednat a zvolit vhodnou velikost akumulární nádrže.

4.2.2 Dům 1b

System na zadržování vody je u tohoto domu dodán externí firmou, nikoli svépomocí jako je to u domu 1a.

Řešení externí firmou vypadá takto:

1. Nádrž na dešťovou vodu Cristall nebo Columbus s PE poklopem
2. Filtrační koš do nádrže
3. Ponorné čerpadlo DROWN
4. Šachta rozvodu vody
5. Vsakovací tunel Garantia
6. Kontrolní závěr DN 200
7. Šachtová kopule

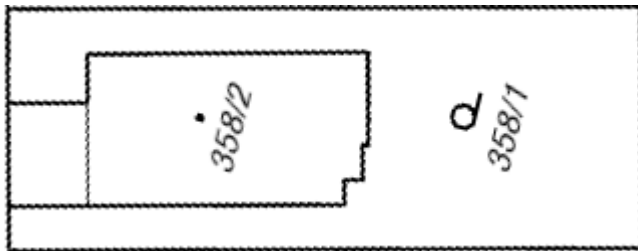


Obrázek 18: Systém pro zachycování vody u domu 1b (Nicoll Česká republika, s.r.o., 2019)

4.2.3 Dům 2

Dům 2 se nachází na jihu Prahy. Přesněji na Praze 4 ve čtvrti Kamýk. Celková velikost pozemku je 440 m² a skládá se z těchto částí:

1. Parcelní číslo 358/2. Druh pozemku: zastavěná plocha a nádvoří 200 m².
2. Parcelní číslo 358/1. Druh pozemku: zahrada 240 m².

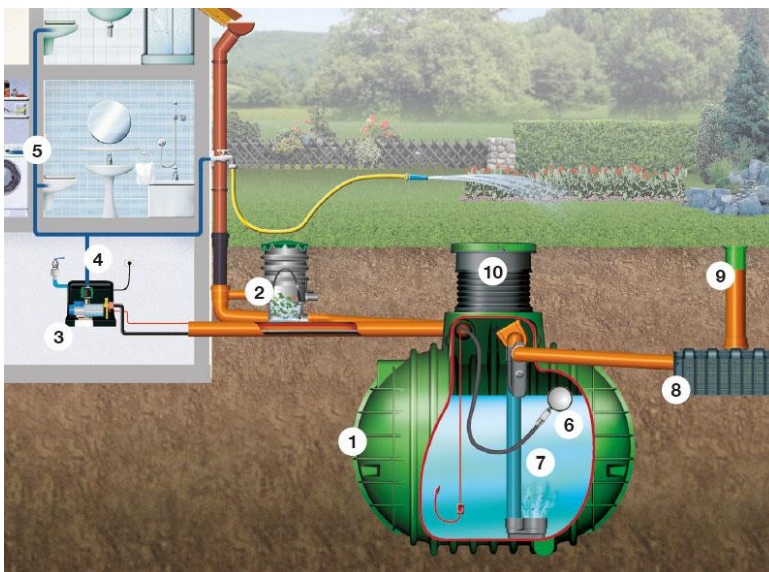


Obrázek 19: Parcela domu 2 (Katastr nemovitostí, 2019)

V tomto domě žije čtyřčlenná rodina. Celý systém je navržen na akumulaci srážkové vody, pro splachování WC, praní prádla a na zálivku zahrady. Celek se skládá z těchto systémů:

1. Nádrž na dešťovou vodu Columbus s PE poklopem
2. Filtrační šachta DN 400
3. Čerpadlo Essential (domácí vodárna)
4. Tlaková nádoba 15 l

5. Filtr 10“
6. Plovoucí sání (hadice 3 m)
7. Klidný nátok – sada
8. Vsakovací tunel Garantia
9. Kontrolní závěr DN 200
10. Šachtová kopule



Obrázek 20: Systém pro zachycování vody u domu 2 (Nicoll Česká republika, s.r.o., 2019)

Střecha je vyrobená z plastu a je vhodná pro sběr dešťové vody.

Koeficient odtoku: 0.8

Voda je používána jako provozní, je vedena do domu na splachování WC a na praní prádla. K filtraci vody je určena, filtrační šachta DN 400.

Koeficient účinnosti filtru: 0.9

K čerpání vody je v domě umístěna domácí vodárna, která zprostředkovává dodávku vody na splachování WC, do pračky a do venkovní hadice. Akumulační nádrž je vyrobená z plastu a je umístěna pod zemí.

Pro tuto lokalitu budeme vycházet z územních srážek pro Prahu. Za celý rok 2019 napadlo v Praze 519 mm vody.

Srážky: 519 mm vody = 519 l vody / m²

Plocha střechy:

$$A = 7 \text{ m}$$

$$B = 15 \text{ m}$$

$$P = (A \times B) + (A \times B) = (7 \times 15) + (7 \times 15) = 210 \text{ m}^2$$

Za rok napadne na jeden metr čtvereční 519 litrů vody.

Celková voda, která za rok dopadne na střechu domu = $210 \times 519 = 108\,990 \text{ l}$

Tato voda má hodnotu 9 763 Kč.

4.2.4 Spotřeba vody na zahradách

Zde jsou uvedeny požadavky na závlivku zahrad u těchto domů. Toto množství je plánovaná potřeba vody v cca 5 měsících v roce od května do září.

Tabulka 10: Spotřeba vody na zahradě

	Trávník	Okrasná a užitková zahrada
Spotřeba vody v litrech m ² / týden	25-40	30-45

Zahradu dělíme na trávník, okrasnou a užitkovou část. Okrasnou zahradou jsou míněny květiny, keře apod, užitkovou pak záhonky se zeleninou, ovocné stromy a další. Z následující tabulky vyplývá informace o spotřebě vody, kterou, pokud nenapadne formou srážek, musíme doplnit z vodovodního zdroje či studny.

Tabulka 11: Spotřeba vody na zahradách

	Celková plocha zahrady (m ²)	z toho trávník (m ²)	z toho užitková zahrada (m ²)	měsíční spotřeba vody (l)
Dům 1a	435	235	200	47 500
Dům 1b	435	235	200	47 500
Dům 2	240	130	110	26 200

5 Výsledky

5.1 Dům 1a

5.1.1 Výpočet akumulční nádrže

Nádrž je zde nadzemní a není v provozu celoročně. Po odečtení srážek za prosinec, leden a únor, napadne na střechu 430 mm srážek.

$$Q = \frac{j \cdot P \cdot f_s \cdot f_f}{1000} = \frac{430 \cdot 105 \cdot 0,75 \cdot 1}{1000} = 33,86 \text{ m}^3$$

Maximální množství zachycené srážkové vody za rok = 33 860 litrů vody

Maximální úspora v ideálních podmínkách za rok: $33,86 \times 89,66 = 3035 \text{ Kč}$

$$V_v = \frac{n \cdot S_d \cdot R \cdot z + A_g \cdot 10}{1000} = \frac{1 \cdot 140 \cdot 0,5 \cdot 20 + 435 \cdot 10}{1000} = 5,75 \text{ m}^3$$

Objem nádrže dle spotřeby = $5,75 \text{ m}^3$

$$V_p = z \cdot \frac{Q}{365} = 20 \cdot \frac{33,86}{365} = 1,85 \text{ m}^3$$

Objem nádrže dle množství využitelné srážkové vody = $1,85 \text{ m}^3$

Požadovanou velikost nádrže se nepodařilo zajistit, proto jsme použili menší dostupnou nádrž, která má výšku i šířku 120 cm.

$$V = \pi r^2 \cdot v \quad V = 3,14 \times 0,60^2 \times 1,20 \quad V = 1,35648 \text{ m}^3 = 1356 \text{ l}$$

Objem reálně umístěné nádrže je $1,35 \text{ m}^3$.

5.1.2 Porovnání objemů

$$V_n = \min(V_v; V_p) = (5,75 \text{ m}^3; 1,35 \text{ m}^3) = 1,35$$

Objemy nejsou v souladu, liší se o více jak 20 %. Objem V_v je výrazně větší než V_p .

$$V_v > V_p \frac{\text{abs}(V_v - V_p)}{V_n} > 0,20 = \frac{(5,75 - 1,35)}{1,35} = 3,25 > 0,20$$

Závěr:

Spotřeba srážkové vody je vyšší než možnosti střechy.

Opatření:

Zvětšit plochu střechy (pokud je to možné), nebo počítat s častějším dopouštěním vody do systému (jiné než srážkové).

Tabulka 12: Územní srážky v roce 2019 (Český hydrometeorologický ústav, 2019)

Kraj		Měsíc												Rok
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
Praha	S (mm)	43	28	37	25	72	47	52	72	47	36	40	18	519

Z této tabulky vyplývá nerovnoměrnost měsíčních srážek. Jednotlivá čísla jsou vztažena na celý měsíc, najednou nenaprší celý uvedený měsíční objem. Nejvíce srážek 72 mm spadlo v květnu a srpnu a nejméně 18 mm v prosinci. Na naši střechu tedy dopadlo nejvíce 7560 litrů vody a nejméně 1890 litrů vody za měsíc.

Jedna plná nádrž uspoří 121.5 Kč. Každý měsíc jsou srážky jiné. V letních měsících naplníme nádrž cca 5,5 krát, naproti tomu v zimě ji nepoužíváme vůbec, není potřeba zalévat zahradu či používat venkovní sprchu. Dále musíme akumulární nádrž zazimovat, mohla by vlivem mrazu a zmrzlé vody prasknout. Před zazimováním je nutné nádrž vyčistit, především dno, na němž sedimentují usazeniny.

5.1.3 Náklady

Jelikož jsme nádrž získali zdarma a je uložena nad zemí, jsou náklady minimální. Vše bylo řešené svépomocí. Nejdražší položkou bylo čerpadlo. Cena celého řešení byla do 11 198 Kč, návratnost celého systému do 4 let.

Tabulka 13: Náklady systému u domu 1a

Název	Cena v Kč, bez DPH
Nádrž 1356 l	0
Okapový filtr	1 980
Čerpadlo DROWN 1200 pro plovoucí sání	9 218
Zemní práce	0
Celkem	11 198

5.1.4 Dotace

V tomto reálném řešení jsme nesplnili podmínky dotace, především požadavek celoročního provozu systému, v němž voda nesmí zamrznout. Menší objem nainstalované nádrže nám rovněž neumožní na dotaci dosáhnout.

5.2 Dům 1b

5.2.1 Výpočet akumulční nádrže

Akumulční nádrž je zde umístěna v podzemní a je v provozu celoročně. Musíme zde tedy počítat s 12. měsíčním provozem. Ostatní parametry zůstávají stejné jako u domu 1a.

$$Q = \frac{j \cdot P \cdot f_s \cdot f_f}{1000} = \frac{519 \cdot 105 \cdot 0.75 \cdot 1}{1000} = 40.87 \text{ m}^3$$

Maximální množství zachycené srážkové vody za rok = 40 870 litrů vody

Maximální úspora v ideálních podmínkách za rok: 40,87 x 89,66 = 3 664 Kč

$$V_v = \frac{n \cdot S_d \cdot R \cdot z + A_g \cdot 10}{1000} = \frac{1 \cdot 140 \cdot 0.5 \cdot 20 + 435 \cdot 10}{1000} = 5,75 \text{ m}^3$$

Objem nádrže dle spotřeby = 1,40 m³

$$V_p = z \cdot \frac{Q}{365} = 20 \cdot \frac{40,87}{365} = 2,23 \text{ m}^3$$

Objem nádrže dle množství využitelné srážkové vody = 2,23 m³

5.2.2 Porovnání objemů

$$V_n = \min (V_v ; V_p) = (5,75 \text{ m}^3 ; 2,23 \text{ m}^3) = 2,23$$

Objemy nejsou v souladu, liší se o více jak 20 %. Objem V_v je větší než V_p .

$$V_v > V_p \frac{\text{abs}(V_v - V_p)}{V_n} > 0,20 = \frac{(5,75 - 2,23)}{2,23} = 1,57 > 0,20$$

Závěr:

Spotřeba srážkové vody je vyšší než možnosti střechy.

Opatření:

Zvětšit plochu střechy (pokud je to možné), nebo počítat s častějším dopouštěním vody do systému (jiné než srážkové).

5.2.3 Náklady

Navrhované řešení společností Nicoll Česká republika s.r.o. stojí včetně 21 % DPH 49 704 Kč. Společnost Nicoll nemá nádrž velikosti 2,23 m³, byla tedy zvolena nádrž větší.

Tabulka 14: Náklady systému u domu 1b

Název	Obj. č.	Cena v, Kč bez DPH
Nádrž Cristall 2650 I + PE poklop + šachtová kopule s otvory	x200031	19 700
Filtrační koš pod nátok	202044	1 980
Čerpadlo DROWN 1200 pro plovoucí sání	202569	9 218
Plovoucí sání vč. zpětné klapky	333018	1 080
Šachta rozvodu vody	202060	1 320
Vsakovací tunel Garantia	230010	1 430
Kontrolní závěr DN 200	231005	1 350
Zemní práce		5 000
Celkem		41 078

5.2.4 Dotace

V tomto případě máme nárok na dotaci. Dotace je složena ze dvou částí, fixní a variabilní složky.

Fixní dotace = 20 000 Kč

Variabilní dotace = 9 275Kč (2,65 x 3500 Kč)

Celkem můžeme na realizaci dostat až 29 275 Kč.

Dotace pokrývá až 50 % z celkových způsobilých výdajů. Naše výdaje jsou 49 704 Kč, což znamená, že máme nárok na dotaci 24 852 Kč.

Náklady po odečtení dotace

49 704 Kč – 24 852 Kč = 24 852 Kč

S využitím dotace by nás celý systém stál 24 852 Kč.

Návratnost investice

$40.87 \text{ m}^3 \times 89,66 = 3664 \text{ Kč / rok}$

$24 852 \text{ Kč} / 3664 \text{ Kč} = 6,7 \text{ let}$

Návratnost celé investice je do 7 let.

5.3 Dům 2

5.3.1 Spotřeba vody v domě

Musíme počítat i se spotřebou vody v domě na praní a splachování WC. V této domácnosti se pere prádlo třikrát týdně.

$4 \times 16 \times 3 \times 4 = 768 \text{ l / měsíc}$ je spotřeba při praní.

$4 \times 25 \times 30 = 3000 \text{ l / měsíc}$ je spotřeba na WC.

Měsíční spotřeba dešťové vody v domě je 3 768 l měsíčně.

5.3.2 Výpočet akumulční nádrže

$$Q = \frac{j \cdot P \cdot f_s \cdot f_f}{1000} = \frac{519 \cdot 210 \cdot 0,8 \cdot 0,9}{1000} = 78,47 \text{ m}^3$$

Maximální množství zachycené srážkové vody za rok = 78 470 litrů vody

Maximální úspora v ideálních podmínkách za rok: $78,47 \times 89,66 = 7\,035$ Kč

$$V_v = \frac{n \cdot S_d \cdot R \cdot z + A_g \cdot 10}{1000} = \frac{4 \cdot 140 \cdot 0,5 \cdot 20 + 240 \cdot 10}{1000} = 8,00 \text{ m}^3$$

Objem nádrže dle spotřeby = $8,00 \text{ m}^3$

$$V_p = z \cdot \frac{Q}{365} = 20 \cdot \frac{78,4}{365} = 4,29 \text{ m}^3$$

Objem nádrže dle množství využitelné srážkové vody = $4,29 \text{ m}^3$

5.3.3 Porovnání objemů

$$V_n = \min(V_v; V_p) = (8,00 \text{ m}^3; 4,29 \text{ m}^3) = 4,29 \text{ m}^3$$

Objemy nejsou v souladu, liší se o více jak 20 %. Objem V_v je větší než V_p .

$$V_v > V_p \frac{\text{abs}(V_v - V_p)}{V_n} > 0,20 = \frac{8,00 - 4,29}{4,29} = 0,86 > 0,20$$

Závěr:

Spotřeba srážkové vody je větší, než možnosti střechy

Opatření:

Zvětšit plochu střechy (pokud je to možné) nebo počítat s častějším dopouštěním vody do systému (jiné než srážkové).

5.3.4 Náklady

Navrhované řešení společností Nicoll Česká republika s.r.o. stojí včetně 21 % DPH 78 880 Kč. Tato společnost nemá nádrž ve velikosti 4,3 m³ byla tedy zvolena nádrž větší.

Tabulka 15: Náklady systému u domu 2

Název	Obj. č.	Cena v Kč, bez DPH
Columbus, šachtová kopule, PE poklop (4500 l)	370005 a 371010	26 400
Filtrační šachta DN400	340020	7 700
Čerpadlo Essential (domácí vodárna)	202040	18 100
Plovoucí sání vč. zpětné klapky	333018	1 080
Klidný nátok	330140	1 490
Tlaková nádoba bezúdržbová 18L	131613	1 820
Jemný filtr výtlač	131615	550
Vložka filtru 60 mikronů, vymývatelná	131616	270
Vsakovací tunel Garantia	230010	1 430
Kontrolní závěr DN 200	231005	1 350
Zemní práce		5 000
Celkem		65 190

5.3.5 Dotace

V tomto případě máme nárok na dotaci. Dotace je složena ze dvou částí, fixní a variabilní složky.

Fixní dotace = 30 000 Kč

Variabilní dotace = 15 750 Kč (4,4 x 3500 Kč)

Celkem můžeme na realizaci dostat až 45 750 Kč.

Dotace pokrývá až 50 % z celkových způsobilých výdajů. Naše výdaje jsou 78 880 Kč, což znamená, že máme nárok na dotaci 39 439 Kč.

Náklady po odečtení dotace

78 880 Kč – 39 440 Kč = 39 440 Kč

S využitím dotace by nás celý systém stál 39 440 Kč.

Návratnost investice

$78,47 \text{ m}^3 \times 89,66 = 7035 \text{ Kč / rok}$

$39\,440 \text{ Kč} / 7035 \text{ Kč} = 5,6 \text{ let}$

Návratnost celé investice je do 6 let.

5.4 Spotřeba vody na zahradě

V suchých měsících nedopadá na zahradu dostatečné množství srážek. Zahrada potřebuje i jiný doplňkový zdroj vody a tím je voda z akumulární nádrže. Bohužel, ale i to není dostačující. V roce 2019 byl každý měsíc v záporné vodní bilanci. Pro dům jedna je měsíční potřeba vody v ideálním případě 47 500 l, pro dům dva 26 200 l. Protože ani v jednom měsíci nebyly srážky dostačující, vyplatí se zachycovat vodu na pozemku. Celkově vody chybí tolik, že by nádrže musely mít objem v řádech desítek m³, což je nereálné. Nezbyvá nic jiného, než chybějící vodu doplňovat zaléváním ze studny či vodovodního zdroje.

Tabulka 16: Vodní deficit na zahradách

Měsíc	Srážky	Srážky na pozemek (l)		Potřeba vody na zahradě (l)		Deficit vody (l)	
		Dům 1	Dům 2	Dům 1	Dům 2	Dům 1	Dům 2
5	72	31 320	17 280	47 500	26 200	-16 180	-8 920
6	47	20 445	11 280	47 500	26 200	-27 055	-14 920
7	52	22 620	12 480	47 500	26 200	-24 880	-13 720
8	72	31 320	17 280	47 500	26 200	-16 180	-8 920
9	46	20 010	11 040	47 500	26 200	-27 490	-15 160

Největší deficit je v měsíci září, ve kterém je u domu jedna potřeba dodat na zahradu 27 490 l vody a 15 160 l vody u domu dvě. Cena této vody je 2464 Kč / 1359 Kč.

Za celé sledované období je u domu jedna nutno dodat na zahradu 111 785 l vody v hodnotě 9952 Kč. U domu dvě to je 61 400 l vody v hodnotě 5 505 Kč.

6 Diskuze

V této práci jsou zvoleny domy, které mají poměrně velké zahrady, a díky tomu navržené systémy, nepokryjí potřebu vody na zahradě. Kladná měsíční vodní bilance byla pouze dvakrát, a to u domu s největší nádrží a nejmenší zahradou. Ve všech ostatních sledovaných měsících byl vodní deficit. I přes tento fakt, se vyplatí zachytávat vodu na pozemku, protože to zmírní spotřebu vody, kterou musíme dodat na závlivku zahrady, z vodovodu či studny. Voda se zde zachytí a neodtéká rychle pryč, což je velmi pozitivní faktor, na který se nesmí zapomínat.

Tabulka 17: Vodní bilance pro rok 2019

Měsíc	Srážky (mm)	Srážky na zahradu (l)		Potřeba vody na zahradě a v domě (l)		Vodní deficit (l)		Vodní deficit s nádrží (l)	
		Dům 1	Dům 2	Dům 1	Dům 2	Dům 1	Dům 2	Dům 1	Dům 2
5	72	31 320	17 280	47 500	29 968	-16 180	-12 688	-8 620	2 432
6	47	20 445	11 280	47 500	29 968	-27 055	-18 688	-22 120	-8 818
7	52	22 620	12 480	47 500	29 968	-24 880	-17 488	-19 420	-6 568
8	72	31 320	17 280	47 500	29 968	-16 180	-12 688	-8 620	2 432
9	46	20 010	11 040	47 500	29 968	-27 490	-18 928	-22 660	-9 268

Tabulka 18: Celkový přehled systémů na zadržení vody

	Dům 1a	Dům 1b	Dům 2
Srážky střecha (l)	54 495	54 495	108 990
Maximální roční zachycená voda (l)	33 862	40 870	78 470
Cena zachycené vody (Kč)	3 035	3 664	7 035
Dotace (Kč)	0	24 852	39 439
Náklady na realizaci (Kč)	11 198	49 704	78 880
Celkové náklady (Kč)	11 198	24 852	39 439
Návratnost	do 4 let	6,7 let	5,6 let

Nyní můžeme na systémy pro zachycování vody žádat o dotaci, pod názvem Dešťovka. Dotace má pozitivní přínos, jelikož díky ní tyto systémy zavádí na zahrady více lidí. Avšak v podmínkách dotace jsou legislativní omezení, které nejsou úplně smysluplné a díky nim, jsme u našeho domu na dotaci nedosáhli. Jedná se především o povinnost nádrž provozovat celoročně. V případě, že chceme používat dešťovou vodu pouze na zalévání zahrady, tak zde nedává smysl systém provozovat celoročně. Zalévá někdo přes zimu zahradu? Kvůli této povinnosti nemůžeme volit nadzemní nádrž, umístěnou na pozemku, protože ta nezajistí celoroční provoz a díky tomu se celý systém prodraží. Vyňatí této povinnosti z legislativních podmínek by byl správný krok, více lidí by na dotaci dosáhlo a

systémy by byly celkově levnější. Více lidí by mohlo použít staré nadzemní nádrže, které nejsou vhodné pro zakopání a poslouží svému účelu.

Minimální velikost nádrže 2 m³ je další, ne úplně vhodně zvolené legislativní omezení pro získání dotace. U našeho rodinného domu máme nádrž 1.36 m³, nádrž má šířku a výšku 1,20 m. Nádrž je velká a zabírá relativně hodně prostoru. Každý nechce mít na zahradě takto velkou nádrž. Určitě by dávalo smysl zmírnit minimální podmínky na velikost nádrže z 2 m³ na 1 m³. Více lidí by potom mohlo zažádat o dotaci, bylo by více nádrží a více zachycené vody.

Dle statistického úřadu je v ČR 1 554 794 obydlených rodinných domů. Kdyby měl každý rodinný dům v ČR systém pro zachycení dešťové vody, s parametry, které jsou v této práci u domu s nejmenší nádrží, zadržely by tyto domy ročně 52 648 434 428 l vody. Je to ohromné množství vody, které by zůstalo na místě dopadu, což by vyřešilo spoustu dalších problémů, jako jsou sucha a záplavy.

Musíme se uvědomit, že pitná voda není nevyčerpatelným zdrojem, a tak by se k ní mělo i přistupovat. Člověk se snaží nákladně a pracně pitnou vodu přivést do domu, vyčistit ji, načež ve výsledku tuto vodu využíváme na splachování WC nebo zalévání zahrady. Průměrná denní spotřeba pitné vody na splachování WC je 25 l, k pití denně spotřebujeme pitné vody pouze 2 l. Využíváme pitnou vodu na místech, kde je to naprosto zbytečné a v případě zalévání zahrady i nevhodné. Pro rostliny je vhodnější voda dešťová, která není chemicky upravená.

7 Závěr

U všech třech provedených řešení je spotřeba srážkové vody větší než možnosti střech. Možným řešením je zvětšení plochy střechy (pokud je to možné), nebo počítat s častějším dopouštěním vody do systému (jiné než srážkové).

Vodní deficit je značný a je také způsobený nepravidelností a nedostatečností srážek. V případě zapojení systémů na zadržování vody tento deficit zmenšíme nebo dokonce eliminujeme. U domu 2 je v květnu a v srpnu nadbytek vody a nesetkáme se zde tedy s vodním deficitem. Ve všech ostatních měsících musíme u všech řešení počítat s nedostatkem vody. Největší propad srážek je v červnu a v září.

Dům 1a má nejnižší celkové náklady na realizaci. Tyto náklady jsou malé především proto, že se nemusela pořizovat akumulární nádrž, což je největší položka

v nákladech. Systém je provozován 9 měsíců v roce a zachytí se zde maximálně 33 862 l vody v hodnotě 3 030 Kč. Tato čísla jsou v poměru k ostatním řešením menší. Nebyly zde splněny podmínky dotace, ale i tak byly celkové náklady na realizaci menší než u ostatních domů. Z výsledků vidíme, že je zde velmi krátká návratnost, takže z ekonomického hlediska se toto řešení vyplatí.

Dům 1b vychází ze stejných parametrů jako dům 1a. Jedná se o stejný dům, ale o jiný systém, který byl v tomto případě dodán specializovanou firmou. Od toho se odvíjí i cena celého systému. Náklady na realizaci jsou 49 704 Kč, což je skoro pětkrát více než u domu 1a. Po odečtení dotace se dostaneme na částku 24 852 Kč. To už je přijatelná cena s návratností 6,7 let. Systém je v provozu celoročně, zachytí se zde 40 870 l vody v hodnotě 3 664 Kč

Dům 2 má největší plochu střechy a také největší nádrž. To se promítlo do nákladů na realizaci. Toto řešení stojí 78 880 Kč a je nejdražší. Jsou zde největší náklady, ale i nejvyšší dotace 39 439 Kč. Celkové náklady po odečtení dotace jsou 39 439 Kč a návratnost je zde 5,6 let. Tento systém slouží i ke splachování WC a k praní prádla, takže je zde návratnost rychlejší než u domu 1b. Systém je v provozu celoročně, zachytí se zde 78 470 l vody v hodnotě 7 035 Kč.

8 Zdroje

ASIO, ©2019: Jak vybrat nádrž na dešťovou vodu? (online) [cit. 2020.22.03], dostupné z <<https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/18332-jak-vybrat-nadrz-na-destovou-vodu-rady-a-tipy-pro-vas>>

Azizul S., Peng H., 2017: Harvesting Rainwater from Buildings, 265 s.

Belda M., Pišoft P., Žák M , 2015: Výstupy regionálních klimatických modelů na území ČR pro období 2015 až 2060 (online) [cit. 2020.22.03], dostupné z <http://glopolis.org/wp-content/uploads/soubory/klima_modely_CR-2015-2060.pdf>

Beranová M., Kubačák K , 2001: Dějiny zemědělství v Čechách, na Moravě a ve Slezsku, 432 s.

Bílek, M., 2017: Na co si dát pozor, když chcete využít dotaci z Dešťovky (online) [cit. 2020.22.03], dostupné z <<https://ekolist.cz/cz/zelena-domacnost/rady-a-navody/na-co-si-dat-pozor-kdyz-chcete-vyuzit-dotaci-z-destovky>>

Bloch, M., 2017: Selecting a rainwater tank – materials (online) [cit. 2020.22.03], dostupné z < <https://www.greenlivingtips.com/articles/rainwater-tank-materials.html>>

Bouma, D., 2016: Lepší vododržnosti půdy lze ještě dosáhnout (online) [cit. 2020.22.03], dostupné z < <https://www.uroda.cz/lepsi-vododrznosti-pudy-lze-jeste-dosahnout/>>

Brázdil R., Dobrovolný P., Elleder L., Kakos V., Kotyza O., Květoň V., Macková J., Müller M., Štekl J., Tolasz R., Valášek H., 2005: Historické a současné povodně v České republice, 370 s.

Český hydrometeorologický ústav, ©2019: Územní srážky (online) [cit. 2012.04.20], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky>>

Český statistický úřad, ©2018: Denně spotřebujeme necelých 89 litrů vody (online) [cit. 2012.04.20], dostupné z <<https://www.czso.cz/csu/czso/denne-spotrebujeme-necelych-89-litru-vody>>

Daňhelka J., Elleder L a kol, 2012: Vybrané kapitoly z historie povodní a hydrologické služby na území ČR, 182 s.

Department of state administration of water Management and river basin ministry of agriculture, ©2008: Water information system of the Czech Republic (online) [cit. 2012.04.20], dostupné z <https://voda.gov.cz/portal/en/aplikace/ISVS_VODA_ENG.pdf>

Divertron, ©2010: Návod k obsluze a montáži (online) [cit. 2020.01.20], dostupné z <<https://www.sigmashop.cz/domaci-vodarny/ponorna-automaticka-vodarna-dab-divertron-1200m>>

Dvořáková, D., 2007a: Využívání dešťové vody (I) - kvalita a čištění Možnosti využívání dešťové vody a k tomu potřebná technická zařízení (online) [cit. 2020.22.03], dostupné z <<https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3902-vyuzivani-destove-vody-i-kvalita-a-cistení>>

Dvořáková, D., 2007b: Využívání dešťové vody (II) - možnosti použití dešťové vody a části zařízení (online) [cit. 2020.22.03], dostupné z <<https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3962-vyuzivani-destove-vody-ii-moznosti-pouziti-destove-vody-a-casti-zarizeni>>

Evropská unie, ©2017: Dešťovka II (online) [cit. 2020.01.20], dostupné z <http://www.zabrodi.cz/evt_file.php?file=483>

Hoekstra, Y., 2008: The water footprint of food (online) [cit. 2020.22.03], dostupné z <<https://waterfootprint.org/media/downloads/Hoekstra-2008-WaterfootprintFood.pdf>>

Koucký, V., 2014: Co se může do vody uvolňovat ze střešních krytin? Které jsou bezpečné a které rizikové? (online) [cit. 2020.22.03], dostupné z <<http://wiki.ekoporadna.cz/>>

Lazarevič, A., 2019: Kolik zaplatíte za kubík vody v roce 2019? Přehled cen za vodné a stočné v 225 městech ČR (online) [cit. 2020.22.03], dostupné z <<https://www.elektrina.cz/kubik-vody-kolik-stoji-vodne-stocne-2019>>

Matějka, K., 2019: Vývoj teplot a srážek v ČR od roku 1961 (online) [cit. 2020.22.03], dostupné z <<https://www.infodatasys.cz/climate/KlimaCR1961.htm>>

Michalčáková, A., 2018: Voda v EU konzervativní perspektiva (online) [cit. 2020.22.03], dostupné z <<https://newdirection.online/2018-publications-pdf/ND-Voda-web.pdf>>

Ministerstvo životního prostředí, ©2015: Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR (online) [cit. 2020.22.03], dostupné z <https://www.mzp.cz/cz/zmena_klimatu_adaptacni_strategie>

Nadační fond pravda o vodě, ©2019: Vodné a stočné (online) [cit. 2012.04.20], dostupné z <<https://pravdaovode.cz/co-je-to-vodne-a-stocne/>>

Národní program Životní prostředí, ©2017: Dešťovka II (online) [cit. 2020.01.20], dostupné z <<https://www.narodniprogramzp.cz/nabidka-dotaci/detail-vyzvy/?id=50#dokumentykestazeni>>

Nová zelená úsporám, ©2019: Dotace Dešťovka: Víte, kolik dostanete? (online) [cit. 2020.01.20], dostupné z <<https://www.novazelenausporam.cz/dotace-destovka-vite-kolik-dostanete/>>

Počítáme s vodou, ©2018: Jaké jsou typy podzemních nádrží? (online) [cit. 2020.22.03], dostupné z <<https://www.pocitamesvodou.cz/otazky-a-odpovedi/jake-jsou-typy-podzemnich-nadrzi/>>

Pražské vodovody a kanalizace, ©2019: Spotřeba vody (online) [cit.2020.22.03], dostupné z <<https://www.pvk.cz/vse-o-vode/pitna-voda/spotreba-vody/>>

Rahman S., Khan R., Shatirah A., Din N., Biswas K., Shirazi S, 2014: Sustainability of rainwater harvesting system in terms of water quality (online) [cit. 2020.22.03], dostupné z <<https://www.hindawi.com/journals/tswj/2014/721357/>>

Reinberk, Z., 2016: Posouzení možnosti využití srážkové vody (online) [cit. 2020.22.03], dostupné z <<https://voda.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/105-posouzeni-moznosti-vyuziti-srazkove-vody>>

Státní fond životního prostředí ČR, ©2017: Výzva č. 6/2017 (online) [cit. 2020.01.20], dostupné z <<https://www.narodniprogramzp.cz/dokumenty/detail/?id=463>>

Štěpán, R., 2018: Zalévání ovocných stromů realita, která nás už dostihla (online) [cit. 2020.22.03], dostupné z <<https://www.nasezahrada.com/zalevani-ovocnych-stromu-realita-ktera-nas-uz-dostihla/>>

The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), ©2019: IPCC report (online) [cit. 2020.01.20], dostupné z <<https://www.ipcc.ch/2019/>>

TZB, ©2019: Dešťová voda (online) [cit. 2020.22.03], dostupné z <<https://voda.tzb-info.cz/destova-voda>>

United Nation, ©2019: Growing at a slower pace, world population is expected to reach 9.7 billion in 2050 (online) [cit. 2020.22.03], dostupné z <<https://www.un.org/development/desa/en/news/population/world-population-prospects-2019.html>>

Vacek, J., 2019: Srážkové vody a jejich využití pro RD i veřejné stavby (online) [cit. 2020.22.03], dostupné z <<https://www.asio.cz/cz/912.webinar-srazkove-vody-a-jejich-vyuziti-pro-rd-i-verejne-stavby>>

Zálešák, A., 2018: Zdravotně technické instalace a plynovod v objektu pro bydlení. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Brno. 103 s. (bakalářská práce) (online) [cit. 2020.22.03], dostupné z <https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=180541>

Žák, V., 2016: Domácí vodní hospodaření: Kolik vody „spolkne“ zahrada (online) [cit. 2020.22.03], dostupné z <<http://www.vodazakladzivota.cz/clanky/40-domaci-vodni-hospodareni-kolik-vody-spolkne-zahrada>>

Zákony a normy

ČSN 75 9010: Vsakovací zařízení srážkových vod. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2012. 44 s.

ČSN 75 5409: Vnitřní vodovody. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2013. 44 s.

ČSN EN 1717: Ochrana proti znečištění pitné vody ve vnitřních vodovodech a všeobecné požadavky na zařízení na ochranu proti znečištění zpětným průtokem. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2002. 52 s.

ČSN 75 6261: Dešťové nádrže. Český normalizační institut, Praha, 2004. 24 s.

ČSN EN 16941-1: Zařízení pro využití nepitné vody na místě-Část 1: Zařízení pro využití srážkových vod. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2018. 36 s.

TNV 75 9011: Hospodaření se srážkovými vodami. Ministerstvo zemědělství, Praha, 2013. 65 s.

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů, v platném znění

Zákon 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), v platném znění

Seznam obrázků

Obrázek 1: Historický snímek obce Nalžovice 1953 (Cenia, 2020 (online) [cit. 2020.03.02], dostupné z <<https://kontaminace.cenia.cz/>>

Obrázek 2: Obec Nalžovice rok 2019 (Cenia, 2020 (online) [cit. 2020.03.02], dostupné z <<https://kontaminace.cenia.cz/>>

Obrázek 3: Intenzita sucha v roce 2013 2019 (Intersucho, 2019 (online) [cit. 2020.03.02], dostupné z <<https://www.droughtmonitor.cz/cz/?from=2020-03-01&to=2020-03-29¤t=2020-03-22>>

Obrázek 4: Vývoj sucha na území ČR (Český hydrometeorologický ústav, 2011 (online) [cit. 2020.03.02], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/tt4.gif>>

Obrázek 5: Typy ploch a znečištění (TNV 75 9011, 2013 (online) [cit. 2020.03.02], dostupné z <http://eagri.cz/public/web/file/209372/TNV_75_9011__brezen_2013.pdf>

Obrázek 6: Příklad technického zařízení pro užívání dešťové vody (Dvořáková, 2007b (online) [cit. 2020.03.02], dostupné z <<https://voda.tzb-info.cz/docu/clanky/0039/003962o7.jpg>>

Obrázek 7: Filtrační podokapový hrnec (Dvořáková, 2007a (online) [cit. 2020.03.02], dostupné z <<https://voda.tzb-info.cz/docu/clanky/0039/003902o1.jpg>>

Obrázek 8: Okapový filtr (Dvořáková, 2007a (online) [cit. 2020.03.02], dostupné z <<https://voda.tzb-info.cz/docu/clanky/0039/003902o2.jpg>>

Obrázek 9: Šachtový filtr (Dvořáková, 2007a (online) [cit. 2020.03.02], dostupné z <<https://voda.tzb-info.cz/docu/clanky/0039/003902o3.jpg>>

Obrázek 10: Šachtový filtr 2 (Dvořáková, 2007a (online) [cit. 2020.03.02], dostupné z <<https://voda.tzb-info.cz/docu/clanky/0039/003902o4.jpg>>

Obrázek 11: Samočistící filtr (Dvořáková, 2007a (online) [cit. 2020.03.02], dostupné z <<https://voda.tzb-info.cz/docu/clanky/0039/003902o5.jpg>>

Obrázek 12: Schéma systému při doplňování pitné vody přímo do zásobní nádrže (Dvořáková, 2007b (online) [cit. 2020.03.02], dostupné z <<https://voda.tzb-info.cz/docu/clanky/0039/003962o24.gif>>

Obrázek 13: Doplnění pitné vody volným výtokem (Dvořáková, 2007b (online) [cit. 2020.03.02], dostupné z <<https://voda.tzb-info.cz/docu/clanky/0039/003962o25.gif>>

Obrázek 14: Normály ročních srážkových úhrnů (Český hydrometeorologický ústav, 2019 (online) [cit. 2020.22.03], dostupné z <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/images/SRA_2019.gif>

Obrázek 15: Porovnání objemů (Reinberk, 2016 (online) [cit. 2020.22.03], dostupné z <https://voda.tzb-info.cz/docu/tabulky/0001/000105_help.html#Vv>

Obrázek 16: Parcela domu 1 (Katastr nemovitostí, 2019 (online) [cit. 2020.22.03], dostupné z <https://nahlizenidokn.cuzk.cz/VratNahled.ashx?encrypted=ttfgSvYWeY3_-EkQYIQfYrsCAgsMjBYRNaPVUY9MwhPbGTpq5ECAKtrb-SZz51fgKQyXMP8JKIDHk7s_-dswRGviAQLGQ-S_kLNnNNo68XgBXykIn528Ym_kRPUkfekuFpklPyInCY_UcysH8FZzA==>>

Obrázek 17: Systém pro zachycování vody u domu 1a (vlastní zpracování)

Obrázek 18: Systém pro zachycování vody u domu 1b (Nicoll Česká republika, s.r.o., 2019 (online) [cit. 2020.22.03], dostupné z <<https://www.nicoll.cz/images/nadrze-na-destovou-vodu/sestavaprozahraduobr.jpg>>

Obrázek 19: Parcela domu 2 (Katastr nemovitostí, 2019 (online) [cit. 2020.22.03], dostupné z <https://nahlizenidokn.cuzk.cz/VratNahled.ashx?encrypted=vyt71otZsIVgGEb1c5pQh3P5GKgP5wGCMXLxmkCAjF-ljAlK3l_jBvz4gSryXZ-78wXXfLA0BW6jitSjGFGfbMe1894SsTaoS-BiMGuaDFsAzqchF0C_mleNIH1yirAnXcS35aeEINcL4J8nmXLD8g==>>

Obrázek 20: Systém pro zachycování vody u domu 2 (Nicoll Česká republika, s.r.o., 2019 (online) [cit. 2020.22.03], dostupné z <<https://www.nicoll.cz/images/nadrze-na-destovou-vodu/sestavaprodmobr.jpg>>

Seznam tabulek

Tabulka 1: Srážkové rozdíly pro rok 2013 (vlastní zpracování)

Tabulka 2: Zvyšování průměrných teplot (Český hydrometeorologický ústav, 2011 (online) [cit. 2020.03.02], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/zmena-klimatu/projekt-vav-2007-2011#>>

Tabulka 3: Spotřeba vody (Pražské vodovody a kanalizace, 2019 (online) [cit. 2020.03.02], dostupné z <<https://www.pvk.cz/vse-o-vode/pitna-voda/spotreba-vody/>>

Tabulka 4: Tvrdost vody (Dvořáková, 2007b (online) [cit. 2020.03.02], dostupné z <<https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3962-vyuzivani-destove-vody-ii-moznosti-pouziti-destove-vody-a-casti-zarizeni>>

Tabulka 5: Spotřeba vody u spotřebičů (Dvořáková, 2007b (online) [cit. 2020.03.02], dostupné z <<https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3962-vyuzivani-destove-vody-ii-moznosti-pouziti-destove-vody-a-casti-zarizeni>>

Tabulka 6: Vývoj cena vody v Praze 1990-2019 (Pražské vodovody a kanalizace, 2019 (online) [cit. 2020.03.02], dostupné z <<https://www.pvk.cz/vse-o-vode/cena-vodneho-a-stocneho/vyvoj-vodneho-a-stocneho-v-praze/>>

Tabulka 7: Chemické složení srážek v ČR (Český hydrometeorologický ústav, 2004 (online) [cit. 2020.03.02], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/aktualni-situace/aktualni-stav-pocasi/ceska-republika/stanice/profesionalni-stanice/prehled-stanic/kosetice>>

Tabulka 8: Koeficient odtoku střech (Reinberk, 2016 (online) [cit. 2020.22.03], dostupné z <https://voda.tzb-info.cz/docu/tabulky/0001/000105_help.html#Vv>

Tabulka 9: Popis lokalit (vlastní zpracování)

Tabulka 10: Spotřeba vody na zahradě (vlastní zpracování)

Tabulka 11: Spotřeba vody na zahradách (vlastní zpracování)

Tabulka 12: Územní srážky v roce 2019 (Český hydrometeorologický ústav, 2019 (online) [cit. 2020.03.02], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky#>>

Tabulka 13: Náklady systému u domu 1a (vlastní zpracování)

Tabulka 14: Náklady systému u domu 1b (vlastní zpracování)

Tabulka 15: Náklady systému u domu 2 (vlastní zpracování)

Tabulka 16: Vodní deficit na zahradách (vlastní zpracování)

Tabulka 17: Vodní bilance pro rok 2019 (vlastní zpracování)

Tabulka 18: Celkový přehled systémů na zadržení vody (vlastní zpracování)

Seznam grafů

Graf 1: Vývoj územních srážek 2011-2019 (vlastní zpracování)

