

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta životního prostředí
Katedra vodního hospodářství a environmentálního
modelování



Efektivní hospodaření se srážkovou vodou
v rodinných domech

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Ing. Lucie Poláková

Bakalant: Anna Vojtěchová

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Anna Vojtěchová

Územní technická a správní služba v životním prostředí

Název práce

Efektivní hospodaření se srážkovou vodou v rodinných domech

Název anglicky

Effective rainwater management in family houses

Cíle práce

Cílem závěrečné práce je popsat možnosti efektivního hospodaření se srážkovými vodami v rodinných domech ve formě rešerše. Jedná se o popis aktuální problematiky spotřeby vody v rodinných domech a návrhu zapojení efektivního využívání dešťových vod v domácnostech s ohledem na změny klimatu. Práce analyzuje současné možnosti hospodaření se srážkovými vodami v rodinných domech se zaměřením na způsoby sběru, akumulace, úpravu a využívání těchto vod. Problematika je řešena i z legislativního hlediska a zmíňuje dotační programy s ohledem na možnosti využití.

Dílčím cílem práce je posoudit hospodaření se srážkovou vodou u konkrétního objektu v obci Bukovka-Habřinka v Pardubickém kraji.

Metodika

- úvod
- cíle práce
- literární rešerše studované problematiky
- přehled stávající legislativy
- zhodnocení zjištěných informací
- návrh hospodaření se srážkovými vodami v konkrétním objektu
- shrnutí
- diskuze
- závěr
- použitá literatura

Doporučený rozsah práce

35-40 stran

Klíčová slova

hospodaření se srážkovou vodou, sucho, vsakování srážkových vod, akumulace srážkových vod, urbanizované prostředí

Doporučené zdroje informací

- HLAVÍNEK, P. – PRAX, P. – KUBÍK, J. *Hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území*. Brno: ARDEC, 2007. ISBN 978-80-86020-55-6.
- NOVAK, C.A., GIESEN, G.E.V., DEBUSK, K.M., 2014: *Designing rainwater harvesting systems: integrating rainwater into building systems*. Hoboken: Wiley. 294 p.
- ŠÁLEK, J. *Voda v domě a na chatě : využití srážkových a odpadních vod*. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-3994-6.
- Životní prostředí [ÚZ 2021 č. 1422], 2021: ÚZ : úplné znění ; číslo: 1422, Sagit, Ostrava, 816 s., ISBN:978-80-7488-458-0

Předběžný termín obhajoby

2022/23 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Lucie Poláková

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 5. 12. 2022

prof. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 20. 12. 2022

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 27. 02. 2023

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: “ Efektivní hospodaření se srážkovou vodou v rodinných domech“ vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědoma, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědoma, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne 29. 3. 2023

.....

Anna Vojtěchová

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala paní Ing. Lucii Polákové za cenné rady, věcné připomínky a odborné vedení při psaní této bakalářské práce.

V Praze 29. 3. 2023

.....

Anna Vojtěchová

Efektivní hospodaření se srážkovou vodou v rodinných domech

Abstrakt

Práce hodnotí efektivitu hospodaření s nasbíranou dešťovou vodou na konkrétním příkladu rodinného domu v obci Bukovka-Habřinka. Nedostatek vody v krajině zapříčiněný globálním suchem a povinnost u nových budov legislativně správně zacházet se srážkovými vodami jsou důvodem instalace 15 m³ nádrže pro akumulaci srážkové vody ze střechy. V teoretické části se obecně popisuje problematika sucha, spotřeba vody, její druhy a podrobně se vysvětlují srážkové vody a nakládání s nimi. Ve fázi praktické je proveden průzkum možného dostupného objemu srážkové vody a následně posouzeno její využití a úspory, včetně cenové. Nejvýznamnějšími zdroji za celý rok 2022 byly vlastní hodnoty využití dále ve výpočtech, jako počet osob a proměnné jako spotřeba vody za jeden měsíc nebo nátok srážkové vody, se kterými se pracovalo nejvíce. Pro stanovený cíl plnohodnotně zacházet v rodinném domě i s nepitnou vodou prokázal výzkum kladné výsledky a na otázku, zda je zvolený objem nádrže výhodný, odpověděl pozitivně. Obecně je potvrzeno nutnost zmírnit odtok povrchových vod vzniklých dopadem atmosférických srážek v urbanizovaném prostředí z důvodu špatného koloběhu vody a nasbíraná data stvrzují jednu z možností.

Klíčová slova: hospodaření se srážkovou vodou, sucho, vsakování srážkových vod, akumulace srážkových vod, urbanizované prostředí

Efficient rainwater management in family houses

Abstract (EN)

The thesis evaluates the efficiency of management with collected rainwater on the concrete example of a family house in the village of Bukovka-Habřinka. The lack of water in the landscape caused by the global drought and the legislative obligation for new buildings to properly handle rainwater are the reasons for installing a 15 m³ tank for the accumulation of rainwater from the roof. In the theoretical part, the issue of drought, water consumption, its types are generally described, and rainwater and its management are explained in detail. In the practical phase, a survey of the possible available volume of rainwater was carried out, and then its use and savings, including price, were assessed. The most important sources for the entire year 2022 were the eigenvalues used further in the calculations, such as the number of people and variables such as water consumption in one month or rainwater inflow, which were worked with the most. The research showed positive results for the set goal of fully treating even non-potable water in the family home, and the question of whether the selected volume of the tank is advantageous was answered positively. In general, the need to reduce the outflow of surface water caused by the impact of atmospheric precipitation in an urbanized environment due to poor water circulation is confirmed, and the collected data confirm one of the possibilities.

Keywords: rainwater management, drought, rainwater infiltration, rainwater accumulation, urbanized environment

Obsah

1) ÚVOD.....	1
2) CÍLE PRÁCE	2
3) LITERÁLNÍ REŠERŠE STUDOVANÉ PROBLEMATIKY	3
3.1 Úvod do problematiky globálního extrémního sucha a nedostatku celkové vody	3
3.2 Spotřeba vody v ČR (nebo ve světě)	5
3.2.1 Spotřeba vody.....	5
3.2.2 Spotřeba na WC	6
3.2.3 Spotřeba na sprchování	7
3.2.4 Spotřeba v kuchyni	8
3.2.5 Spotřeba na zahradě.....	8
3.2.6 Cena vody v ČR	9
3.3 Druhy vod.....	9
3.3.1 Pitná voda.....	9
3.3.2 Užitková voda	10
3.3.3 Srážková voda	11
3.3.3.1 Složení srážkových vod	11
3.3.4 Odpadní voda	12
3.3.4.1 Produkováné množství odpadních vod	12
3.3.5 Balastní voda.....	12
3.4 Srážková voda	13
3.4.1 Vznik	13
3.4.2 Průměrné množství srážek v ČR	13
3.4.3 Využívání srážkové vody.....	14
3.4.3.1 Využívání srážkové vody v rodinných domech	14
3.4.3.2 Využívání srážkových vod v dalších objektech-průmysl	15
3.4.3.3 Využívání srážkových vod v zemědělství.....	15
3.4.4 Historie sběru a využívání srážkové vody	16
3.5 Sběr srážkové vody a její akumulace v rámci rodinných domů.....	16
3.5.1 Možnosti a druhy sběru	17

3.5.2 Druhy akumulace	18
4) DOTAČNÍ PROGRAMY	23
4.1 Dešťovka – dešťová a odpadní voda.....	23
4.2 Výzva č. 1/2021 k předkládání žádostí o poskytnutí podpory v rámci programu Nová zelená úsporám.....	24
4.2.1 Podmínky výzvy	25
4.2.2 Způsob podání žádosti	26
4.2.3 Administrace žádosti	26
5) PŘEHLED STÁVAJÍCÍ LEGISLATIVY	27
Zákony:	27
Vyhlášky z ÚZ č. 1488 - Stavební zákon, vyhlášky a další předpisy:	29
Normy:.....	30
6) METODIKA	32
6.1 Popis zkoumaného objektu	32
6.1.1 Potřebná data	32
6.2 Výpočet zachycené srážkové vody	34
6.2.1 Konkrétní hodnoty předmětného domu:	36
6.3 Výpočet potřeby nepitné vody	37
6.3.1 Výpočet potřeby nepitné vody pro WC na jeden měsíc	38
6.4 Výpočet k posouzení využití srážkových povrchových vod	38
7) VÝSLEDKY.....	39
7.1 Výpočet hospodaření se srážkovými vodami.....	39
7.2 Stanovení dostupného objemu srážkových vod [m³/měsíc]	42
7.3 Posouzení využití srážkové povrchové vody v rodinném domě – úspora..	43
7.4 Porovnání rodinného domu s a bez možnosti využití srážkové vody – cena	45
8) DISKUZE.....	46
9) ZÁVĚR.....	48

10) PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY A POUŽITÉ ZDROJE:	50
Zdroje:	50
Vzorce:	56
Obrázky:	57

1) ÚVOD

Novak C. A. et al. (2014) píší o sladké vodě jako o komoditě, na které jsou závislé všechny formy života. Pouhé její 1 procento je dostupné lidem a nelze ji nahradit, proto je třeba s vodními zdroji hospodařit opatrně. Jenomže s vyspělejší společností roste množství vody na hlavu, například i samotná výroba potravin spotřebuje nesmírně mnoho vody. Podle Vítka et al. (2015) kvůli nárůstu zpevněných ploch zapříčiněný urbanizací a měnícím se klimatu je nezvládnutelné současné odvádění srážkových vod stokovým systémem. Sběrem dešťové vody se zmenší její odtokový objem opouštějící prostředí a zároveň, jako nově poskytnutý zdroj vody, umožní snížit zátěž na odběr pitné vody, protože prvotní zásoba vody je z atmosférických srážek, poněvadž je to první forma vody (Novak C. A. et al., 2014).

Podstatou bakalářské práce je zhodnotit efektivitu navrhovaného řešení obsahujícího podrobné informace, od sběru napadané vody během srážkových událostí, o její správné akumulaci v nainstalované nádrži až po její legislativně ošetřené zacházení a končící s jejím hospodařením v rodinném domě s pětičlennou domácností po dobu jednoho celého roku 2022 v obci Bukovka-Habřinka, která leží ve východní části Čech poblíž města Pardubice. Pomocí nasbíraných dat a jejich následného výpočtu dokázat, zda je tento výzkum vhodný pro danou lokalizaci budovy a rodinu s počáteční investicí anebo se v tomto průzkumu prokáží záporné hodnoty, jež vyvrátí účinnost plánu aplikovat srážkové vody. Toto téma je důležité zpracovat z důvodů intenzivnějšího sucha způsobující nedostatek vody v krajině a tím pádem i problémy s jejím zadržením a infiltrací do přírody, tudíž zkomplikování celého koloběhu vody (Hauserové E., 2021). Literární rešerše zasvěcuje do problematiky. Kapitola dotační programy vysvětluje podmínky k jejich získání a všechny možné varianty příspěvku. Nechybí popsání správného zacházení s dešťovou vodou po stávající legislativní stránce. Dále strukturu doplňuje metodika s potřebnými údaji a vzorci, podle kterých dochází k výpočtům analyzující fungování naakumulované vody a jejího následného používání na splachování toalet v domě a na zalévání zahrady. Společně s výsledky, které ovlivňují celé složení stanovených cílů, dokončují práci diskuze a zhodnocující závěr.

2) CÍLE PRÁCE

Cílem bakalářské práce je interpretovat pomocí rešerše problematiku globálního sucha a nedostatku vody společně s informacemi o spotřebě vody v ČR doplněné o skutečné ceny vody. S primárním účelem vysvětlit možnosti nakládání a efektivního hospodaření se srážkovými vodami převážně v rodinných domech se zaměřením na současné způsoby sběru, akumulace, úpravy a využití vod a navrhnout řešení v domácnostech s ohledem na změny klimatu. Práce poznamenává potřebné legislativní předpisy a prostředky, které doplňují i údaje o dotačních programech a jejich pravidla. Dohromady vytváří podmínky pro splnění vhodného využívání dešťové vody. Klíčový záměr je znázornit na příkladu konkrétního objektu v obci Bukovka-Habřinka v Pardubickém kraji nasbíraná data a rozebrat je.

3) LITERÁLNÍ REŠERŠE STUDOVANÉ PROLEMATIKY

3.1 Úvod do problematiky globálního extrémního sucha a nedostatku celkové vody

Sucho se dá považovat jako dlouhodobá nerovnováha vody v krajině, například nedostatek srážek v zásobovací kapacitě přírodního systému způsobuje nedostatek dostupné vody, proto nelze upokojit poptávku po ní. Tento jev může být rozdělen hned na několik typů, meteorologický, půdní, hydrologický a zemědělský typ, jenž poté zapříčiňuje nouzi o vodní zdroje. Sucho nezpůsobuje pouze příroda, ale i vliv lidské činnosti (Łabędzki L., 2016).

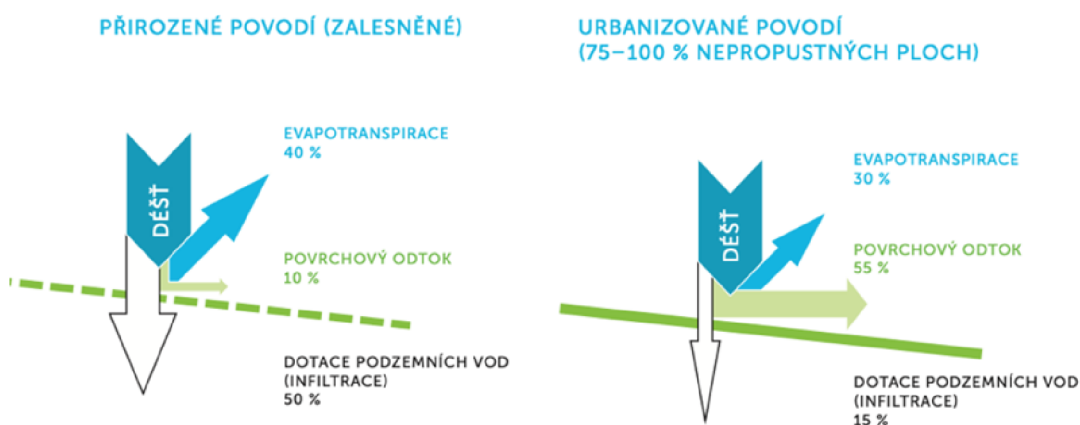
Vlivem globálního oteplování vyvolané skleníkovými plyny se očekává celosvětově zvyšující výskyt sucha, přírodní katastrofy způsobující obrovské sociální, ekonomické a ekologické škody. S vysokým populačním růstem se předpokládá v reakci na globální oteplení o 4 °C, že nárůst obyvatel ročně vystavené častějšímu a závažnějšímu meteorologickému suchu bude o 60 %, zejména v Asii a Africe (Elkouk A. et al, 2022).

Integrated Drought Management Programme (2002) uvědomuje o propojení sucha v krajině s nedostatkem vody, kdy tyto jevy neznají žádné uměle vytvořené státní hranice, takže působí globálně a mohou se vzájemně dosti negativně ovlivňovat. Přímé a nepřímé dopady často souvisí nejvážněji se zemědělstvím a hospodářským růstem, proto prohlubují chudobu a zhoršují zdraví a životní úroveň. Další autor Vatter J. et al. (2019) podrobněji seznamuje s problémem se suchem v zemědělství, v nejvíce postiženém odvětví. Po celém světě jsou významné zdroje potravin jako kukuřice, rýže a pšenice vystaveny riziku, například 123,7 milionů tun zmíněné pšenice z celosvětové produkce vzniká v místech s vysokým ohrožením sucha, i proto jsou v průměru 55 milionů lidí na Zemi každoročně postiženy jednou z nejničivějších přírodních katastrof.

Podle Pedro-Monzonís M. et al. (2015) je voda jedním z cenných elementů pro fungování života na planetě. Potřeba je porozumět vztahům mezi parametry, jako jsou srážky, teploty, průtoky, aby při hospodaření s vodou docházelo k navyšování zisku a

jejímu efektivnímu rozdělování. Teixeira C. A. et Ghisi E. (2019) mají ve své práci zajímavé poznatky ohledně zhoršování kvality a nedostatku vodních zdrojů. S porovnáním se současnou úrovní vody se očekává do roku 2050 celosvětové zvýšení spotřeby vody s nárůstem o 20 % až 30 %. Stabilní dodávku vody lze zaručit alternativními zdroji jako například dešťovou vodou, která je potenciálním zdrojem pro pitnou i nepitnou vodu, a způsoby podpory racionálního vyžívání vody. V suchých nebo odlehlých oblastech se stává běžnou praxí zachycovat a využívat zásoby dešťové vody.

Vítek et al. (2015) pojednávají o rozdílu odtoku srážkových vod v přirozeném a urbanizovaném povodí, jak je vidět v obrázku č. 1. Přirozené území s vegetačním krytem infiltruje až 50 % objemu dopadající dešťové vody naproti tomu povrchový odtok je pouze 10 % naopak jako protiklad je urbanizované prostředí, kde se bohužel voda nemůže bezprostředně vsakovat do podloží, protože mají vysoký podíl nepropustných povrchů (např. komunikace, chodníky, parkoviště, střechy budov), které mohou dosahovat 70 i více procent. V městských aglomeracích tvoří povrchový odtok až 55 % objemu dešťové srážky. Hydrologický režim se mění důsledkem zvýšeného objemu povrchového odtoku a jeho rychlosti. Projevuje se častějšími výskyty povodní.



Obrázek č. 1: Porovnání odtoku srážkových vod v přirozeném a urbanizovaném povodí (Vítek et al. 2015)

Ve dvacátém století byly snahy krajinu odvodňovat, ale též se zkoušely i radikálnější kroky, a to půdu vysušovat. Odvádět vodu, tak aby odtékala směrem do řek a dále do

moří. Dnes se situace obrátila, protože v souvislosti s klimatickými změnami vzrostlo povědomí o tom, že je třeba s vodou hospodařit v zemědělské krajině i v obcích mnohem lépe než dříve (Hauserová E., 2021).

3.2 Spotřeba vody v ČR (nebo ve světě)

3.2.1 Spotřeba vody

V běžné domácnosti se pitná voda spotřebovává na zásadní činnosti jako na pití a přípravu jídla, s tím související umývání nádobí a mytí rukou společně s osobní hygienou, ale poté se používá na aktivity, kde stačí nepitná, a to je splachování toalety, praní a úklid a zalévání zahrady a trávníku (Boylu A. A. et al. 2017).

1.1.4 Vodovody v roce 2021 WATER SUPPLY SYSTEMS IN 2021

Území, kraj	Voda vyrobená určená k realizaci *) (v tis. m ³)	Voda fakturovaná pitná (v tis. m ³) Total drinking water invoiced (thous. m ³)			Vodné celkem (tis. Kč)**)
		celkem	v tom pro		
			domácnosti	ostatní odběratele	
Territory, region	Production of drinking water for implementation *) (thous. m ³)	Total	Households	Other users	Water rate, total (thous. CZK)**)
Česká republika Czech Republic	579 106	478 747	342 606	136 141	20 988 265
Hl. město Praha	90 021	75 445	55 484	19 961	3 762 187
Středočeský	66 347	55 600	40 387	15 213	2 621 488
Jihočeský	32 213	26 437	17 473	8 964	1 069 974
Plzeňský	30 178	24 853	16 526	8 327	1 144 737
Karlovarský	16 422	13 174	9 435	3 739	574 296
Ústecký	48 464	36 776	27 678	9 098	1 793 623
Liberecký	24 992	18 649	13 875	4 774	896 235
Královéhradecký	30 048	23 455	16 284	7 171	913 889
Pardubický	27 099	22 370	15 079	7 291	880 431
Vysočina	25 223	21 793	15 299	6 494	910 109
Jihomoravský	62 759	55 235	39 602	15 633	2 298 909
Olomoucký	31 390	26 021	18 578	7 443	965 617
Zlínský	28 448	23 220	16 518	6 702	931 046
Moravskoslezský	65 502	55 719	40 388	15 331	2 225 724

*) Množství vyrobené vody ve vlastních vodohospodářských zařízeních po připočtení množství vody převzaté od jiného provozovatele vodovodu příp. od jiných organizací a odečtení množství vody předané jinému provozovateli.

*) The amount of water produced in own facilities of water supply and distribution, plus the amount of water taken from another water supply system operator or other organizations, minus the amount of water supplied to another water supply system operator.

**) Bez DPH

**) Excludes VAT

Tabulka č. 1: Vodovody v roce 2021 (Český statistický úřad, 2022)

Údaje v tabulce od Českého statistického úřadu znázorňují spotřebu vody v České republice v domácnostech za rok 2021. Data jsou udávána v tis.m³ a dá se vyčíst hned

několik zajímavých informací. Pro začátek, je zde uvedeno celkové množství vyrobené vody určené k realizaci, kde se připočítávají vody z vlastních vodohospodářských zařízení a vody převzaté od jiného provozovatele vodovodu. Dále je v tabulce znázorněna fakturovaná pitná voda, kterou využívají spotřebitelé. Domácností je dohromady 342 606 tis. m³ a ostatní odběratelé činí vcelku 136 141 tis. m³. Jako poslední je reprezentováno vodné.

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

Poznámka: Ceny spotřebované vody jsou kalkulovány z ceny vody platné v PVK od 1.1. 2022 (vodné a stočné 108,13 Kč).

Tabulka č. 2: Odhad a příklad průměrné spotřeby pitné vody v domácnosti v Praze (Pražské vodovody a kanalizace, 2022)

Pražské vodovody a kanalizace (2022) informují, že průměrná denní spotřeba vody na osobu v roce 2021 byla v Praze 113 litrů, nicméně v ostatních regionech ČR je spotřeba vody na osobu a den nižší. Roční průměrná spotřeba pitné vody na obyvatele činila v Praze 41,2 m³.

3.2.2 Spotřeba na WC

Podle tabulky č. 2 je příkladně znázorněna průměrná denní hodnota spotřeby vody na toaletách pohybující se kolem 26 litrů na jednu osobu, což dělá z celkového množství zhruba jednu čtvrtinu.

Podle Quitzaua (2007) v zemích, kde se užívají na likvidaci lidské moči a výkalů toalety se splachováním vodou, spotřebují zhruba 15 000 l pitné vody na osobu za rok. Pro velké množství používané vody vyvolává tento způsob nakládání s lidským odpadem obavy o životní prostředí, kterým by se dalo předejít metodami aplikující méně vody.

Od Freitas L. L. G. et al. (2019) je možné se dozvědět o zařízeních s duálním splachováním, které dává uživateli výběr mezi menším nebo větším množstvím vody na jedno spláchnutí, protože místo jednoho tlačítka se využívají dvě. Za klíčové se považuje určovat množství uspořené vody a vhodně změřit míru plýtvání. Též je významné pozorovat a analyzovat okolnosti, které by mohly ovlivnit kvantitu vody spotřebované při každém splachování.

3.2.3 Spotřeba na sprchování

Osobní hygiena jako sprchování a mytí rukou vyčerpává denně přibližně 41,5 % kapacity vody tedy 47 litrů. V tabulce č. 2 to je bod, který se řadí na první místo v seznamu s největší kvantitou litrů.

Z údajů uvedených Makki A. A et al. (2013) činila průměrná denní spotřeba vody v Evropské unii na osobu v domácnostech 160 dm³. S poměrně vysokými náklady v podobě poplatků za dodávku vody a odvádění odpadních vod je spojováno zásobování a ohřívání vody pro účely koupele nebo sprchování. Režie navíc jsou i účty za elektrickou energii v případě vyhřívání vody pomocí elektrického ohříváče, proto je dobré usilovat o snížení spotřeby vody a energie v domácích sprchových systémech, například instalací omezovačů průtoku, redukčních ventilů, regulátorů průtoku, perlátorů baterií nebo úsporných sprchových hlavice a omezením průtoku vody.

3.2.4 Spotřeba v kuchyni

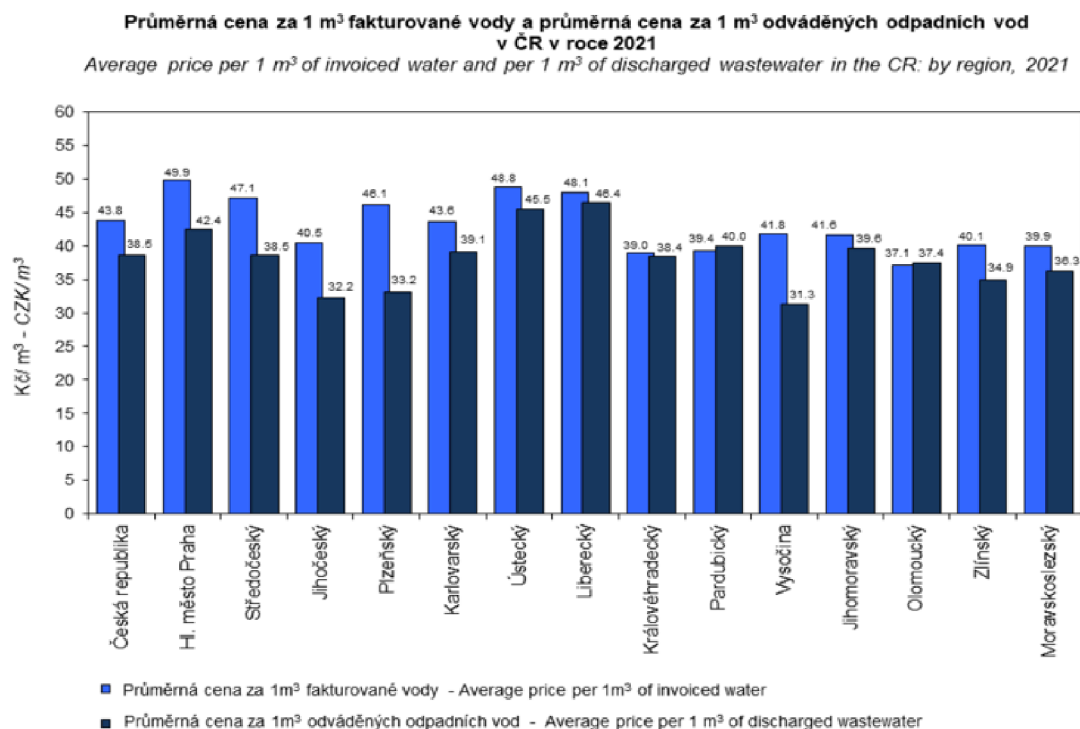
Pražské vodovody a kanalizace předkládají, že člověk v kuchyni z celkových průměrných 113 litrů pitné vody spotřebuje na přípravu jídla a mytí nádobí přibližně 10 litrů a na pití 2 litry vody. V tomto úseku domácnosti nelze nahradit pitnou vodu srážkovou.

3.2.5 Spotřeba na zahradě

Podle tabulky č. 2 od Pražských vodovodů a kanalizací je možné dešťovou vodu výhodně využívat na zalévání zahrad, čímž se dá ušetřit denně 5 litrů pitné vody na jednu osobu.

Waterfall P. H. (2006) popisuje výhody v oblasti zachycování srážkové vody pro zalévání zahrady ve formě snižování nahromaděné soli v půdě, která může být škodlivá pro rostliny, protože voda tlačí soli pryč z kořenové zóny směrem dolů, a to umožňuje větší odolnost vegetace vůči suchu.

3.2.6 Cena vody v ČR



Graf č. 1: Průměrná cena za 1 m³ fakturované vody a průměrná cena za 1 m³ odváděných odpadních vod v ČR v roce 2021 (podle krajů) (Český statistický úřad, 2022).

V grafu číslo 1: udává Český statistický úřad pro rok 2021 informace o průměrných cenách fakturované vody, tedy dodané spotřebitelům za 1 m³, kde se nejnižší částka v hodnotě 37,1 Kč/m³ pohybuje v Olomouckém kraji a nejvyšší suma dělající 49,9 Kč/m³ spadá do Hl. města Prahy. Pro Českou republiku je průměrná cena za 1 m³ fakturované vody 43,8 Kč/m³.

3.3 Druhy vod

3.3.1 Pitná voda

V Úplném znění č. 1478 Ochrana zdraví (2021) se pitnou vodou se rozumí veškerá voda v původním stavu nebo po úpravě, jež je určena k pití, vaření, přípravě jídel a nápojů. Rovněž voda, která je stanovena k péči o tělo, k čištění předmětů, které přicházejí do styku s potravinami nebo lidským tělem, a to bez ohledu na její

skupenství, původ, a způsob dodávání. Za pitnou vodu se nepovažuje přírodní léčivý zdroj a přírodní minerální voda.

Podle limitů mikrobiologických, biologických, fyzikálních, chemických a organoleptických ukazatelů má pitná voda stanovené hygienické požadavky na zdravotní nezávislost a její čistotu (ÚZ č. 1478 Ochrana zdraví, 2021).

Podle Šálka J. et al. (2012) je voda zdravotně nezávadná, když při nepřetržitém požívání nevyvolá onemocnění nebo poruchy zdraví výskytem mikroorganismů nebo látek mající vliv na stav fyzických osob a jejich potomstva. Pokud voda určená pro pití neodpovídá požadavkům, je třeba ji upravovat. Nejčastěji se v praxi posuzují z hodnot – pH, tvrdost, mangan a železo, dusičnany, amoniak a bakteriální znečištění. Tvrdost lze vysvětlit z pohledu praktického používání v běžném životě takto, když voda vykazuje vyšší tvrdost, například u praní prádla je potřeba více pracího prášku a tím nastává více provozních problémů s potrubím. Vysoké koncentrace manganu a železa způsobují nepříjemnou chuť vody, mezi další komplikace náleží vytváření žlutých skvrn na zařizovacích předmětech, případně růst železitých bakterií v potrubí a jejich následné vyplavování ve větším množství. Jiný způsob bakteriálního znečištění vzniká překračováním hodnot amoniaku. V neposlední řadě, dusičnany jsou riskantní převážně pro kojence a děti.

Curnin S. et Brooks B. (2020) sdělují, že po celém světě příčinou lidského selhání a chyb nastávají nehody a zhoršování kvality pitné vody. World Health Organization (2019) uvádí, že k naprosté většině průjmových úmrtí zapříčiněných kontaminací pitné vody dochází v rozvojových zemích, kde se odhaduje každý rok 485 000 případů. Pod přetrvávajícím antropogenním vlivem je náročné udržovat pro pitnou vodu její hygienu v městských oblastech (Numberger D. et al., 2019).

3.3.2 Užitková voda

Šálek J. et al. (2012) za užitkovou vodu považují zdravotně nezávadnou vodou, která však neslouží k jedné základní fyziologické potřebě lidského organismu, a to k pití nebo není určena na vaření. U situace jako napájení hospodářských zvířat lze užitkovou vodu využít jedině, že zhoršení vlastností oproti pitné vodě odpovídá

uděleným limitům pro konzumování vody zvířaty. Do užitkové vody spadá i její zvláštní druh, kterým je teplá voda, ačkoliv v obytných domech se pro její přichystání smí používat výhradně pitná voda.

3.3.3 Srážková voda

Šálek J. et al. (2012) citují, že podle legislativy se srážková voda vnímá jako voda, která se ještě nedotkla zemského povrchu, proto je důležité uvědomovat si, že pro vody, které již dopadly na terén je vhodnější používat termín „povrchové vody vzniklé z vod srážkových“.

Poněvadž jedinou vodou podle Hauserová E. (2021), kterou naše republika má a díky tomu ji i hydrologové nazývají přezdívkou střecha Evropy, je pouze voda napršená z nebe. Odjinud žádná přitékající řeka vodu nepřináší. Voda napadaná z atmosférických srážek sytí na našem území potoky, řeky a podzemní rezervoáry, též doplňuje vodu do studních. Závisí na tom, zda bude pršet, kdy je posléze šance zadržovat vodu a hospodařit s ní, anebo pršet nebude a situace bude horší.

Dle Ministerstva pro místní rozvoj ČR (2019) se v přirozené krajině srážková voda přibližně z 50 % vsákne do podloží, 40 % vypaří zpět do atmosféry a pouhých 10 % odteče po povrchu. Na rozdíl k tomu se srovnáním urbanizovaným místem převážná část srážkových vod odteče po povrchu, jen minimum se vsákne do podloží a odpaří se kolem 30 % vody. Pro akumulaci srážkové vody, její filtraci a následné čištění, nalézáme v přírodě plochy jako kupříkladu listnaté lesy, mokřady, rákosové pole, louky a další podobná místa, která fungují jako přírodní houba. Zpevněné plochy podporují zvýšený povrchový odtok.

3.3.3.1 Složení srážkových vod

Dešťovými srážkami jsou smývány polutanty z různých zdrojů a aktivit, které jsou ukládány na nepropustných plochách za bezdeštného období. Převažujícími polutanty jsou v první řadě nerozpuštěné látky, organické látky, živiny a toxické sloučeniny včetně ropných látek a těžkých kovů. Už v počátečních stádiích deště při

intenzivních srážkách s pravidelným opakováním dochází k vysokému odnosu znečištění (Šálek J. et al., 2012).

3.3.4 Odpadní voda

Na základě působení lidské činnosti dle Šálka J. et al. (2012) vznikají odpadní vody, které se vyznačují zhoršenou kvalitou. Především v zahraniční literatuře, poněvadž se změnil pohled vnímání na ně jako na zdroj energie a vody, se používá novější odborný výraz – použité vody.

Jak uvádí Numberger D. et al. (2019), přítok odpadních vod pocházející z člověka v městském vodním prostředí částečně odráží bakteriální komunitu. Protože bakterie dokážou přežít proces čištění, je jejich hlavním původcem vyčištěná odpadní voda.

Amoah I. D. et al. (2022) instruuji, že pro hygienu životního prostředí v městském prostředí je zásadní čištění odpadních vod (ČOV). Do přírody může být prostřednictvím nashromážděných odpadních vod z čistírny sloužící pro jejich vyčištění uvolňovány chemikálie, organické látky a mikroorganismy včetně patogenů a multirezistentních bakterií z různých zdrojů.

Podle Niazi et al., (2015) odpadní voda obsahuje mnoho různých mikroorganismů způsobující chorobu, jako jsou viry, bakterie, prvoci, helminti a houby.

3.3.4.1 Produkovávané množství odpadních vod

Šálek J. et al. (2012) se dále zmiňují o navrhované spotřebě odpadní vody, která je na osobu uváděná jako 150 litrů za den ve většině norem evropských zemí. Ve skutečnosti je hodnota produkce ve městě těsně nad 100 l/os/den a na vesnici kolem 100 l/os/den. V Americe se spotřeba pohybuje i přes 300 l/os/den.

3.3.5 Balastní voda

Nypl V. et Synáčková M. (1998) definují balastní vodu jako název pro odpadní vodu v kategorii ostatní, kterou nelze zařadit do jiných skupin odpadních vod odváděných stokovou sítí. Druhy odpadních vod se rozdělují podle využití a původu na splaškové

a dešťové odpadní vody, průmyslové odpadní vody, infekční vody, oplachové vody a v neposlední řadě ostatní. Také Česká technická norma 75 0161 udává, že přítok podzemní vody do stokového systému vlivem netěsností potrubí a přípojek, přesněji řečeno jakýkoliv nežádoucí přítok vody je považován za balastní vodu.

Balastní voda má mimo jiné také velký význam v mořeplavectví. Pung-Guk et Hyung-Gon (2020) interpretují, že stabilitu na lodi během plavby zabezpečuje vstupující voda neboli jinak řečeno zátěžová, které se považuje za vodu balastní. Jak zmiňuje Rahman (2017) pro spolehlivý a efektivní provoz lodní dopravy, která přepravuje více než 80 % světového zboží, je nezbytná balastní voda, a proto ji každoročně mezinárodně přepraví přibližně tři až pět miliard tun. Nicméně v důsledku přenosu životaschopných invazních vodních druhů, které jsou v ní neúmyslně přepravovány a její následné vypouštění do vod přístavních států představuje značně nepříznivý vliv na zdravotní, ekologický a ekonomický sektor.

3.4 Srážková voda

3.4.1 Vznik

Srážkové vody jsou dle Ministerstva pro místní rozvoj ČR (2019) vody z atmosférických srážek, které jsou odváděny z povrchu. Jediným zdrojem na našem území ČR pro oběh vody jsou srážky, žádná řeka na naší ploše v základním principu významně vodu nepřináší.

3.4.2 Průměrné množství srážek v ČR

Na území České republiky, jak uvádí Ministerstvo pro místní rozvoj ČR (2019) připadá roční podnebí se svými charakterními prvky do chodu kontinentálního typu. Maximum srážek, které připadá převážně na letní měsíc červen, souvisí s výskytem bouřkových dešťů při advekci relativně studeného vzduchu od západu až severozápadu. Nejsušší měsíce v roce jsou únor nebo leden. Průměrné roční úhrny srážek jsou na našem území velmi odlišné. Nejvyšší srážkové úhrny jsou dosaženy na pohraničních horách, a protože vyšší hory se nacházejí spíše v severních oblastech než v jižních, je dáno, že obecné srážkové úhrny vykazují významnou kladnou korelaci s nadmořskou výškou (koeficient 0,72), zčásti též se zeměpisnou šířkou (koeficient

0,31). Z této příčiny mezi nejdeštivější regiony připadají východní Čechy (průměr 892 mm) a severní Morava (průměr 827 mm), mezi nejsušší kraje zase střední Čechy (průměr 556 mm) a jižní Morava (průměr 593 mm).

3.4.3 Využívání srážkové vody

Jedině když se bude s vodou nakládat stejně jako to dělá příroda zabráni se podle Hauserové E. (2021), extrémním projevům klimatu. Vodu, která spadla při dešti je nutné zadržet na místě, nechat ji zasáknout do půdy a využít ji pro zeleň, která ji ve stejném místě bude pomalu odpařovat a tím zlepšovat místní mikroklima. Mezi zařízení stanovená pro hospodaření s dešťovými vodami patří vybavení podporující výpar, vsakování a pomalý odtok do lokálního koloběhu vody. K zachování přirozeného koloběhu vody přispívají opatření v podobě akumulace a uplatnění dešťové vody nebo retence a usměrnění odtoku do stokové sítě.

Ministerstvo pro místní rozvoj ČR (2019) popisuje efektivní nástroj, pomocí kterého se dá vyrovnat s negativy, které vyvolává změna klimatu, se získá napodobením a přiblížením se principu přirozeného vodního cyklu, což je předpoklad pro základní myšlenku vhodně zvoleného hospodaření s dešťovou vodou. Tento způsob může dosáhnout výhod v zastavěných plochách zahrnutím retenčních objektů, například bioretenční systémy, vegetační střechy, mokřady a jezírka, které využívají přirozené procesy. Krajině blízký prostředek odvodnění pomáhá obnovit stav hydrologického cyklu, zmírní znečištění zdrojů vody, povrchový odtok a současně snižuje důsledky změny klimatu na města – menší nebezpečí povodní.

3.4.3.1 Využívání srážkové vody v rodinných domech

Regional District of Nanaimo (British Columbia, Canada) (2012) uvádí, že v rodinných domech lze shromažďovanou dešťovou vodu skladovat jako nepitnou vodu pro účely využívání v případě zavlažování nebo venkovního čištění, uvnitř budovy zase na splachování toalet a praní prádla. Možnost je i dokonce varianta přeměny na pitnou vodu.

Podle Teixeira C. A. et Ghisi E. (2019) kvalitu srážkové vody shromážděné ze střech domů ovlivňuje hned několik faktorů. Mikrobiálními patogeny v obsahu vody

pocházející z fekálního znečištění ptáky a malými zvířaty. Na fyzikálně-chemickou jakost působí typ střešního materiálu a výsledky zkoumání vlivu ukázaly, že je potřeba zachycenou vodu ze všech typů střech upravovat. Dále voda získaná z prvních několika okamžiků deště by měla být zlikvidována, protože počáteční odtok může obsahovat kontaminované látky ve vysokých koncentracích. Tomu může přispívat nainstalování splachovacího převaděče, který první objem dešťové vody nasměrována pryč ze záchytného systému.

3.4.3.2 Využívání srážkových vod v dalších objektech-průmysl

Urbanizace, tudíž zastavování nového území a zvyšování počtu lidí ve městech, má za následek společně s klimatickými změnami odtékání dešťové vody z území po jeho povrchu a nedochází k vsakování vody do země jako před vysokou hustotou osídlení v zastavěných lokalitách. I odtok kanalizacemi je brán za povrchový odtok, protože neproudící vodou po ulici není měněn princip odvodnění. V nynější době se na přirozeném zemském povrchu vsákne 50 % srážek a 10 % odteče po povrchu. Naopak ve městech navrchu odteče 55 % deště a 15 % z nich se vsákne do země (Ministerstvo pro místní rozvoj, 2019).

3.4.3.3 Využívání srážkových vod v zemědělství

Ministerstvo pro místní rozvoj (2019) vysvětluje, že v zemědělství je ideální zejména zadržovat srážky v půdě, které posléze mohou být použity pro vegetaci i v dlouho trvající bezdeštné etapě. Přínosem se poté stává zrušení sekundárních nákladů za závlahy úrody. Vyžadující je především přijatelný zdravotní stav půdy a způsobitelná drsnost povrchu zapříčiněná střídáním plodin s doplňujícími zatravněnými pásy a lesními porosty. Pro nepoškozenou půdu o mocnosti 1 m na ploše 1 km² není problém zadržet přibližně 300 000 m³ vody. Z toho vyplývá, že primárně před úpravami v podobě technického zásahu má významně důležitější funkci se věnovat kvalitě půdy na pozemcích a řešit zpevnění ploch. Hodnota potenciálního zadržení vody zemědělskými půdami činí okolo 8,4 miliard m³ vody, ale protože je půda nemocná, tak momentální kapacita retence zemědělských půd je zřetelně nižší o více než 3,3 miliardy m³ vody, dnešní hodnota retenční schopnosti zemědělské půdy je asi 5,04 miliardy m³ vody. Procesy infiltrace a filtrace se řadí do dalších vlastností půdy. Infiltrace neboli vsakování vody do půdy působí, že je část vody v půdě zadržena,

jinak řečeno nasátá a zbývající se postupně uvolňuje níže přes horninové prostředí. Druhá zmíněná schopnost je proudící vodu skrze půdu filtrovat, díky těmto znakům a biologickému oživení půda znečištěnou vodu i čistí. Půda zadržuje vodu v krajině, proto předchází i vzniku povodní a sucha.

3.4.4 Historie sběru a využívání srážkové vody

Vítek J. et al. (2015) píšou ve své práci, že splaškové vody mísené při dešti se srážkovými vodami měly za následek v 19. století řadu opakujících se epidemií, protože se dostávaly jako volně tekoucí po ulicích do zdrojů pitné vody. Došlo na plošné budování prvních stokových systémů, některé slouží dodnes. Nejen zajištění hygieny, ale i ochrana intravilánu před zvýšením odtokem srážkových vod byl původní účel městského odvodnění. Řešení bylo, co nejrychlejší odvedení dešťových a splaškových vod mimo město jednotnou stokovou sítí. Později se stokový systém upravil a rozdělil na oddílné trubní vedení (oddílné stokové systémy). Tyto klasické způsoby odvodnění se ukazují jako dlouhodobě neudržitelné. Důsledky jsou dva, první je měnící se klima, druhý je nárůst zpevněných ploch umocněný rychlou urbanizací.

Ukázka studie z časopisu *Physics and Chemistry of the Earth* 33 od Furumai (2008) se zaměřuje na udržitelné využívání městské vody v Tokiu. Zvýšená poptávka po vodě nastala po 2. světové válce. Důvod byl rozvoj ekonomiky a rychlá urbanizace doprovázena problémy jako poklesem hladiny podzemní vody. V současné době je snaha v Tokiu vypracovat zdokonalené přístupy k zásobování vodou, které by vyhovovaly současným i budoucím nárokům. Průkopnické přístupy rozsáhlých systémů zachycování dešťové vody, které pokrývají 20–60 % místní poptávky po vodě, jsou instalovány například u dvou sportovních stadionů a některých kancelářských budov.

3.5 Sběr srážkové vody a její akumulace v rámci rodinných domů

Šálek J., et al. (2012) popisuje potřebu při odvádění srážkových vod zabezpečit domy tak, aby nedošlo k jejich zatopení v případě přívalových srážek. Další nezbytností je

možnost vyřešit hospodaření se srážkovými vodami, jak to požaduje současná legislativa. Jejich akumulaci nebo řízené odvedení vyřešit podle toho, co místní podmínky dovolí. Požadavek, že nesmí dojít ke smíšení pitné, srážkové a užitkové vody s rozvodem pitné vody musí být jednoznačně dodržen při využívání upravených srážkových vod v domě.

Těž podle Šálka J., et al. (2012) urbanizované území chrání před negativními vlivy zvýšeného množství srážkových vod současně používaný způsob odvodnění, formou jejich co nejrychlejšího odvedení mimo území kanalizací do nejbližšího vodního toku. V poslední době je však tento klasický způsob hospodaření pro mnoha území z řady důvodů nepoužitelný. Uplatňuje se nový koncept, kde je základním principem u odvodnění v rámci udržitelného rozvoje území napodobit v maximální míře přirozené odtokové poměry v území před jeho urbanizací. Přijmout hospodaření se srážkovými vodami přírodě blízké.

3.5.1 Možnosti a druhy sběru

Prof Patel F. M., (2014-2015) zmiňuje dva druhy možnosti sběru dešťové vody:

- Zachycování povrchového odtoku

Dešťová voda může být ve městech zachycena jako odtékající povrchový odtok ze nezpevněných, ale i zpevněných ploch, například ze silnic a chodníků, protože sběrné plochy jsou velké a dochází k efektivnímu získávání vody. Obytné části mívají často na odtok srážek řádné sítě. Déle pro ukládání vody mají potenciál i vodní plochy.

- Zachytávání dešťové vody na střeše

V tomto systému se dešťová voda shromažďuje ze střech budov, přímo v místě pádu. Voda je z okapů přepravována potrubím do kanalizace nebo po filtraci uskladněna v nádrži.

3.5.2 Druhy akumulace

Podle Mr. Kalimuthu A. (2016) může mezi druhy akumulace dešťové vody na delší dobu patřit uskladňování do nádob a jímek, zásobovat podzemní nádrže nebo odvádět do vyhloubených jezírek.

Ryan A. M. et al. (2009) se zmiňuje o možnosti zachytávat a uchovávat dešťovou vodu dopadající na střechu domu do vodní nádrže a díky tomu vytvářet zásoby alternativních zdrojů vody pro domácnosti.

S nevyužitou dešťovou vodou je možné podle Hlavínek et al. (2007) dále pracovat. Buď to vsakovat do podzemních vod nebo postupně vypouštět do vodních toků a více znečištěnou dešťovou vodu lze odvádět do jednotné kanalizace.

Dvořáková D. (2007b) popisuje dva druhy materiálu, ze kterého mohou být nádrže, jež jsou buď nadzemní nebo se ukládají do podzemní, a to je beton a plast. Betonové zásobníky přirozeně neutralizují kyselé dešťové vody a odolávají vnějšímu tlaku, proto jsou vhodnější pod příjezdové cesty. Plastové nejen odolávají korozi, ale také jsou jednoduché na montáž a údržbu, protože mají malou hmotnost. Dále jsou tvarově válcové nebo pravoúhlé, samonosné nebo určené k obetonování.



Obrázek č. 2: Plastová nádrž (Dvořáková D., 2007b)

V případě využívání zásob dešťové vody v pitném systému vysvětlují Cado Daily et Cyndi Wilkins (2012), že jsou potřeba vhodné potravinářské podmínky a úprava vody, která vyžaduje splnění norem určené pro kvalitu pitné vody.

3.5.3 Čištění srážkových vod, filtry

Z článku s titulem *Comparative Analysis of Granular and Membrane Filters for Rainwater Treatment* publikovaný odborným časopisem *Water* (2019) vyplývá, že filtrační proces umožňuje odstranění suspendovaných a koloidních částic a také mikroorganismů přítomných ve vodě, poněvadž je sestaven spojením fyzikálních, chemických a v některých případech biologických postupů. Zmiňuje se o pískových vodních filtrech, které mají lepší schopnost odstranit organickou hmotu ve srovnání s jinými typy, a o technologii aktivního uhlí s chemickou funkcí předfiltračního zařízení. Dohromady mohou být účinná při likvidaci virů, bakterií, prvoků a řas. V případě srážkové vody nacházející v rodinném domě na sběrné ploše se v textu za původ organické hmoty považují mechy, lišejníky, ptačí výkaly nebo větvičky a listy.

Pro odstranění nežádoucích nečistot jako kalů, jílu, organických částic, mikroorganismů a různých sloučenin v dešťové vodě musí být vhodně zvolené filtry, jak informují Novak C. A. et al. (2014) Existují jemné síťové filtry, kapsové filtry, kazetové filtry a membránové filtry.

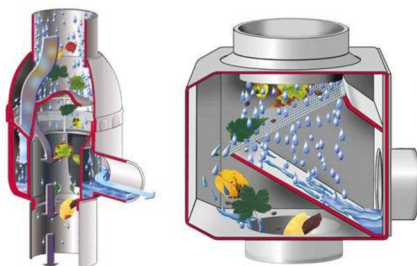
Dvořáková D. (2007a) popisuje jaké jsou možnosti filtrace dešťové vody pomocí filtračních objektů. Pro filtraci vody z okapového svodu slouží okapové filtrační jednotky, které se dělí na:

- a) Filtrační podokapový hrnec – určen je pro vodu na zavlažování nebo na vsakování, protože filtrace zapuštěná v zemi je složená ze sítka, na kterém je umístěná filtrační vložka z netkané textilie a na té ještě cca 5 cm vrstva kamenitého materiálu zachytávající nečistoty.



Obrázek č. 3: Filtrační podokapový hrnec (Dvořáková D., 2007a)

- b) Okapový filtr – hrubší nečistoty ze střech jako například listí nebo mech jsou po odfiltrování samočisticím filtrem odplavovány zbytkovou vodou do kanalizace. Jemné části nejsou úplně zachycené, a proto sedimentují na dně nádrže.



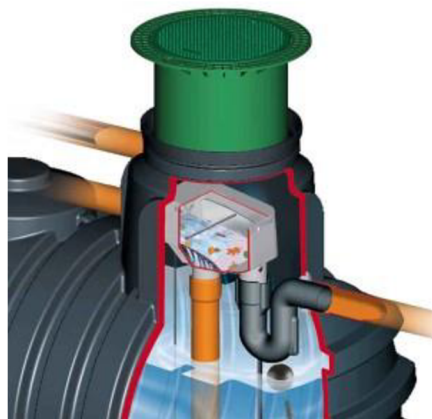
Obrázek č. 4: Okapový filtr (Dvořáková D., 2007a)

Dále podle Dvořákové D. (2007a) existují košíčkové filtry tvořené plastovým sítkem, které představují samostatně technicky nejsnadnější a cenově nejdostupnější filtrační jednotku, ale je potřeba údržba a zmenšuje se objem využitelné vody, přestože proteče do nádrže veškerá přefiltrovaná voda. Pro všechny způsoby využití dešťové vody jsou tyto filtry ideální, protože jsou univerzální.



Obrázek č. 5: Filtrační koš v tělese filtru (Dvořáková D., 2007a)

Samočistící filtrační jednotka funguje tak, že na mírně zaoblenou hranu natéká znečištěná voda, čistá voda proteče skrz filtrační plochu tvořenou třívrstvou vložkou s oky 0,35 mm do nádrže a nečistoty jsou se zbytkovou vodou odplaveny do kanalizace.



Obrázek č. 6: Samočistící filtr v interním provedení (Dvořáková D., 2007a)

V neposlední řadě je zmínka o filtru se zpětným proplachem montovaným v tlakovém potrubí, který dokáže bez problémů zaručit provoz WC a pračky díky dodávané filtrované vodě i během čistícího procesu filtru a jemným sítkem o hustotě 0,1 mm zajišťuje redukci nechtěných částic (Dvořáková, 2007a).



Obrázek č. 7: Jemný filtr se zpětným proplachem pro montáž do potrubí (Dvořáková D., 2007a)

4) DOTAČNÍ PROGRAMY

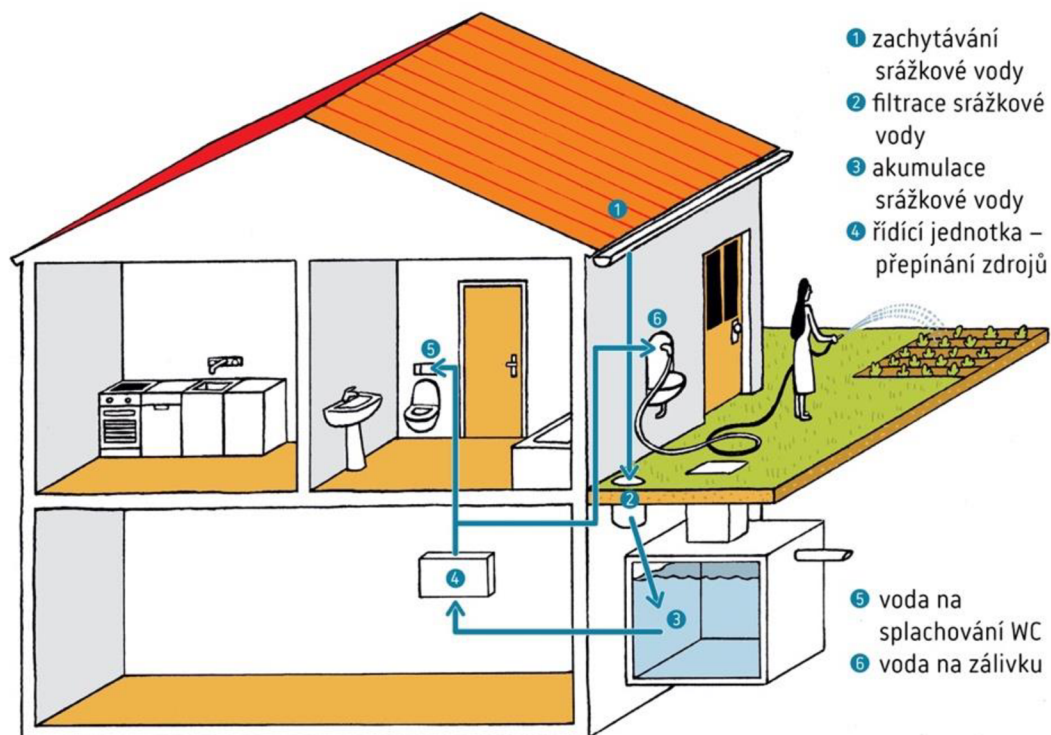
4.1 Dešťovka – dešťová a odpadní voda

Podle Státního fondu životního prostředí ČR (2022) je Dešťovka dotační program na podporu udržitelného hospodaření s vodou v domácnostech, který od září 2021 byl začleněn pod dotační program Nová zelená úsporám a je financovaný z Národního plánu obnovy. Projekt patří pod Ministerstvo životního prostředí a Státní fond životního prostředí ČR, jehož cílem je motivovat vlastníky rodinných a bytových domů snížit množství odebírané pitné vody z povrchových a podzemních zdrojů a účinně tak navázat na udržitelné a efektivní hospodaření s vodou.

Jak cituje Nová zelená úsporám (2022) žádat o dotaci mohou vlastníci stávajících rodinných domů a stavebníci nových rodinných domů. Přínosem je úspora výdajů a spotřeby pitné vody. Pro hromadění dešťové vody je možné využít novou nádrž, nejlépe uloženou pod zemí, nebo žumpu, která zpočátku fungovala k zachytávání odpadní vody či specificky přizpůsobenou studnu.

S touto variantou dotace, kterou objasňuje Dešťovka.eu (2022), může vlastníkům stát zaplatit až 50 % výdajů. V samotném programu lze vybírat ze tří možností, z nich do první skupiny spadají projekty, které jsou finančně podporovány pouze u stávajících rodinných domů, tudíž pro novostavby domu jsou neaplikovatelné. Rovněž mezi další podmínky náleží to, že zadržovaná srážková voda bude sloužit pouze k zalévání zahrady. Podpora se skládá z fixní částky, kde mohou získat nejvýše 20 tisíc korun + z proměnné částky, která závisí na velikosti nádrže a činí 3 500 Kč/m³, což minimálně dosahuje 27 tisíc korun, avšak maximálně může dělat pouze 55 tisíc korun.

Druhou eventualitu konceptu popsanou také od Dešťovka.eu (2022), kdy se příspěvek uplatní pro zalévání, ale zároveň i k splachování WC, využijí majitelé jak stávajících domů pro bydlení, tak též i novostaveb. U této situace se mění jedině cifra fixní částky na nejvýše 30 tisíc korun, proměnná částka na metry čtvereční zůstává stálá. Navýšení o 10 tisíc nastavuje minimální částku na 37 tisíc korun a maximální na 65 tisíc korun (Dešťovka.eu, 2022).



Obrázek č. 8: Technické zařízení v rodinném domě pro užívání dešťové vody na splachování a závlivku (Dotace dešťovka, 2017)

Dešťovka.eu (2022) zahrnuje i třetí typ podporovaného návrhu opatření je kombinace využití šedé předčištěné odpadní vody a srážkové vody na splachování a případně na závlivku zahrady. V tomto případě dotace představuje až 60 000 Kč + 3 500 Kč na m³ nádrže. Výsledkem maximální výše dotace je v tomto případě 105 tisíc a minimální 62 tisíc korun.

4.2 Výzva č. 1/2021 k předkládání žádostí o poskytnutí podpory v rámci programu Nová zelená úsporám

Dle programu Nová zelená úsporám (2022) vyhlašuje Ministerstvo životního prostředí v rámci Národního planu obnovy, v souladu se směrnicí MŽP č. 8/2021, prostřednictvím Státního fondu životního prostředí České republiky výzvu pro předkládání žádosti. Předmětem subvence je především konkretizace prostředků přispívající ke snížení energie a zintenzivnění podílu obnovitelných zásob energie ve stávajících rodinných domech, výstavba nebo koupě nových rodinných domů s velmi

nízkou energetickou náročností a realizace přizpůsobení a zmírněných opatření v reakci na změnu klimatu.

Podmínky udělování podpory dle této výzvy se spravují:

Podstatnými instrukcemi pro žadatele a příjemce podpory programu Nová zelená úsporám – Rodinné domy.

Oprávněnými žadateli a příjemci podpory mohou být pouze:

- vlastníci stávajících rodinných domů,
- stavebníci nových rodinných domů,
- nabyvatelé nových rodinných domů,
- zájemce o koupi nového rodinného domu, který prokáže zájem o koupi písemnou dohodou uzavřenou s prvním vlastníkem domu nebo se stavebníkem,
- osoby, kterým svědčí právo stavby nového rodinného domu.

Maximální výše podpory je určena typem aktivity a případně jejím rozsahem.

- 60 % z celkových bezprostředních výdajů v případě využití bonusu;
- 50 % ze souhrnných přímých splnitelných výdajů v ostatních případech.

Zahájení příjmu předkládání žádostí o poskytnutí podpory začíná od 12. 10. 2021 v 10:00. Termín ukončení příjmu formulářů o žádost je stanoven na 30. 6. 2025 v 15:00 nebo do vyčerpání alokace. Všechny schválené aktivity musí být realizovány nejpozději do 30. 6. 2025 a uskutečněny na území České republiky. Finanční prostředky pro výzvu dosahují celkem 6 000 mil. Kč, z toho maximálně 590 mil. Kč je určeno na podporu novostaveb rodinných domů (Nová zelená úsporám, 2022).

4.2.1 Podmínky výzvy

- a) Projekt musí být v souladu se záměry programu a podmínkami uvedenými ve výzvě, v závazných pokynech a ve směrnici.

- b) Nárok podat žádost o podporu má oprávněný žadatel definovaný ve výzvě a závazných pokynech.
- c) Povinné je dodržení termínu podání žádosti a předepsaný způsob.
- d) MŽP je oprávněno kdykoliv tuto výzvu ukončit, změnit či rozhodnout o rozdílném dělení alokace mezi jednotlivé oblasti podpory.
- e) Podporu nelze poskytnout, pokud udělení dotace žadateli vylučuje nebo nedovoluje obecně závazný právní předpis.
- f) Právní nárok se na dotaci nevztahuje.

4.2.2 Způsob podání žádosti

Žádosti se podávají v elektronické formě, včetně všech povinných i nepovinných příloh v termínech dle čl. 6, prostřednictvím agendového informačního systému Státního fondu životního prostředí České republiky, který je dostupný na webových stránkách programu: www.novazelenausporam.cz. Pro podání žádosti v AIS SFŽP ČR je nutné mít zřízený některý z identifikačních prostředků pro vzdálené prokazování totožnosti napojených na Národní bod pro identifikaci a autentizaci (NIA) (Nová zelená úsporám, 2022).

4.2.3 Administrace žádosti

Nová zelená úsporám (2022) sděluje, že výzva je jednokolová a vyhlášena jako nesoutěžní. O podpoře rozhoduje ministr životního prostředí. Podpořeny mohou být pouze úplné a formálně správné žádosti, které splní požadavky. Žádosti jsou administrovány průběžně, a to v pořadí, v jakém byly doručeny na Fond a též posuzovány dle závazných pokynů účinných v době podání žádosti.

5) PŘEHLED STÁVAJÍCÍ LEGISLATIVY

Na úvod legislativy zmiňuje Ministerstvo pro místní rozvoj (2019) povrchovou vodu vznikající dopadem atmosférických srážek jako srážkovou vodu. Primárně se problematikou, jak zacházet s vodami, zabývá vodní zákon. Požadavky na vsakování vod, co se týkají přímo konkretizace výstavby, nebo jejich změn, případně úpravy pozemků jsou v rámci povolenacích procesů těchto staveb regulovány stavebním zákonem a jeho prováděcími předpisy.

Výběr z legislativy upravující hospodaření se srážkovou vodou a její využití

Zákony:

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

Účel a předmět zákona

Vodní zákon v ÚZ č. 1422 Životní prostředí, (2021) říká, že jeho předmětem je chránit povrchové a podzemní vody, které jsou v přírodě nenahraditelným zdroje. Stanovuje podmínky, jak předejít nedostatku vody, dále určuje výhrady pro uchování a šetrné využití vod a v neposlední řadě i vylepšení kvality povrchových a podzemních vod. Záměr je zajistit vhodnou situaci pro snižování nepříznivých účinků povodní a sucha a zaručit ochranu vodních děl v shodě s právem Evropských společenství.

Zákon uspořádává vztahy, a to fyzických a právnických osob k užívání povrchových a podzemních vod. Řeší však i vztahy k stavbám a pozemkům, kde se tyto vody nachází nebo s nimi jejich přítomnost nějak souvisí. Povrchové vody jsou charakterizované výskytem bezprostředně na zemském povrchu; o tyto vlastnosti nepřicházení ani, když proudí v podzemí přirozenými dutinami nebo v nadzemním vedení. Naopak podzemní vody se nacházejí pod zeminou v oblasti nasycení v nejbližším kontaktu s horninami; miní se například i vody ve studních (ÚZ č. 1422 Životní prostředí, 2021).

Nakládání s vodami

Podle Ministerstva pro místní rozvoj (2019) všichni, kteří manipulují s povrchovými nebo podzemními vodami, mají povinnost starat se o jejich ochranu a zabezpečit užívání podle podmínek zákona, zabránit znehodnocování jejich energetického potenciálu a porušování dalších veřejných zájmů.

V ÚZ č. 1422 Životní prostředí (2021) je uvedeno pro stavebníky, že při realizaci staveb nebo jejich změn, popřípadě při obměně jejich používání platí nutnost zajistit podle účelu a typu těchto staveb zásobování vodou a odvádění odpadních vod pomocí kanalizace. Rovněž je potřebné povrchové vody vzniklé dopadem atmosférických srážek na budovy zmírnit ovlivňovaným odtokem, buď akumulací a posléze použitím, vsakováním, jejich výparem, zachycováním a regulovaným odváděním nebo kombinací těchto všech výčtů dohromady. Není-li toto omezení srážkové vody splněno a vyřešeno, tak cokoliv se stavbou společného nesmí být povoleno.

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

Kanalizace

ÚZ č. 1422 Životní prostředí (2021) vyličuje kanalizaci jako vodní díle neboli soubor staveb a zařízení sloužící mimo jiné nejenom k odvádění odpadních vod a srážkových vod společně nebo odpadních vod samostatně a srážkových vod samostatně, ale i k dalším procesům. Vtékají do kanalizace odpadní vody a srážkové vody dohromady, pak se srážkové vody stávají odpadními vodami a jedná se o jednotnou kanalizaci. Vede-li se každý druh vody zvlášť samostatně, jedná se o oddílnou kanalizaci.

Vodné a stočné

Vodné a stočné se dle ÚZ č. 1422 Životní prostředí (2021) hradí převážně v jednosložkové formě, což se skládá z ceny podle cenových předpisů a množství odebrané vody nebo vypouštěných odpadních vod a srážkových vod, pokud obec nestanoví obecně závaznou vyhlášku vydanou ve dvousložkové formě, v druhé možné

podobě. Dvousložková forma navíc od jednosložkové obsahuje pevnou složku. Výpočet pevné složky určuje prováděcí právní předpis.

Rozlohy nemovitostí určených k trvalému bydlení a na domácnosti, zoologické zahrady, pohřebiště, plochy dálnic, silnic, komunikací a prostory celostátních a regionálních drah nemají povinnost platit za odvádění srážkových vod do kanalizace (ÚZ č. 1422 Životní prostředí, 2021).

- Zákon č. 312/2019 Sb., kterým se mění zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů, a zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů (ÚZ č. 1488 - Stavební zákon, vyhlášky a další předpisy, ÚZ č. 1503 – Životní prostředí)
- Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů (ÚZ č. 1478 - Ochrana zdraví)

Vyhlášky z ÚZ č. 1488 - Stavební zákon, vyhlášky a další předpisy:

- Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby

Střechy

Střecha musí být konstruovaná, tak aby neohrožovala okolí a zabraňovala vnikání vody do stavby, a proto je potřeba zachycovat a odvádět srážkové vody, sníh a led.

Předsazené části stavby a lodžie

Podlahy teras, lodžií a balkónů musí být s protiskluzovou úpravou povrchu a zajištěné odvodem srážkové vody.

- Vyhláška 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území

Pozemky staveb pro bydlení a pro rodinnou rekreaci

Požadavek na vymezení nebo naopak na využívání pozemků, které jsou určeny stavbám pro bydlení a pro rodinnou rekreaci, je splněn, jestliže poměr výměry části pozemku způsobil vsakování dešťové vody k celkové výměře pozemku činí:

- a) u samostatných rodinných domů a staveb pro rodinnou rekreaci nejméně 0,4,
- b) u řadových rodinných domů a bytových domů 0,3.

- Nařízení vlády číslo 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a kanalizací a o citlivých oblastech.
- Vyhláška číslo 448/2017 Sb., kterou se mění vyhláška č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů.
- Vyhláška č. 20/2011 Sb., kterou se mění vyhláška číslo 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území vymezuje stavební pozemek tak, aby na něm bylo vyřešeno vsakování nebo odvádění srážkových vod ze zastavěných ploch nebo zpevněných ploch.

Normy:

- **ČSN EN 16941-1 Zařízení pro využívání nepitných vod na místě**
 - Část 1: Zařízení pro využití srážkových vod;

Srážkové vody se označují za nepitnou vodu a v případech, kde není potřeba pitná ji mohou plně nahradit. Tato norma specifikuje požadavky a uvádí doporučení pro navrhování, instalaci, uvádění do provozu a údržbu zařízení pro využití srážkových vod na daném místě.

- **ČSN EN 12056-3 (75 6760) Vnitřní kanalizace – Gravitační systémy**

- Část 3: Odvádění dešťových vod ze střech – Navrhování a výpočet;

Obsahuje metody výpočtu hydraulické kapacity pro gravitační systémy odvodňování střech a určuje pravidla pro projektování a instalaci systémů odvodňování střech, pokud ovlivňují kapacitu odtoku.

- **TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami**

Norma zabývající se nakládáním srážkových vod v urbanizovaném prostředí. Snaží se zajistit trvale udržitelný rozvoj naplněním vodohospodářské politiky ČR pomocí snížení či prevencí srážkového odtoku. Navrhuje opatření pro odvodnění, které je blízké přírodě.

- **ČSN 75 7143 Jakost vody pro závlahu**

Voda používaná k závlaze musí splňovat podle normy určité požadavky, hlavně zdravotní. Popsány jsou třídy, od vhodné až po nevhodné vody k závlaze a klasifikace ukazatelů jakosti jako fyzikální, chemické, biologické a radioaktivní ukazatelé.

6) METODIKA

6.1 Popis zkoumaného objektu

Rodinný dům leží v obci Bukovka, přesněji v její místní části s názvem Habřinka. Spadá do katastrálního území Bukovka, jenž se nachází v pardubickém kraji, okres Pardubice, kde za rok 2022 spadlo průměrně 620 mm srážek. Výměra činní objektu 280 m² a pozemku s druhem zahrada zase 1 551 m². Budova má jednoduchou střešní konstrukci s tvarem valbové střechy. Místo štítů jsou na obou koncích v celé šířce sklonité střešní roviny neboli valby, proto jsou všechny okapy umístěny do stejné výšky a je také využit prostor pod střechou. Šikmá střecha s hladkým povrchem má sklon úhlu 22 °. Další informace o pozemku jsou vidět v obrázku číslo 3, který pochází z Českého úřadu zeměměřického a katastrálního.

Informace o pozemku

Parcelní číslo:	103/8
Obec:	Bukovka [574830]
Katastrální území:	Bukovka [616125]
Číslo LV:	340
Výměra [m ²]:	1551
Typ parcely:	Parcela katastru nemovitostí
Mapový list:	KMD
Určení výměry:	Graficky nebo v digitalizované mapě
Druh pozemku:	zahrada



Sousední parcely

Způsob ochrany nemovitosti

Název
zemědělský půdní fond

Seznam BPEJ

BPEJ	Výměra
31300	356
34300	1195

Obrázek č. 9: Informace o pozemku (Český úřad zeměměřický a katastrální)

6.1.1 Potřebná data

Pro výpočet je důležité vědět spotřebu pitné vody v objektu, která by se dala nahradit srážkovou vodou. Za podstatné se považuje znát počet osob žijících v rodinném domě, v tomto případě to jsou čtyři ženy a jeden muž. Rozdělují se všední a víkendové dny,

protože to ovlivňuje trávenou dobu v stavbě a počet spláchnutí na den. Jedna z žen a muž chodí do práce a ostatní ženy studují: jedna studující na střední škole bydlí trvale v domě a zbylé dvě po dobu semestru studia dojíždí domů na víkend. Zohledněno musí být průměrné denní množství využívání WC na jednoho člověka. Pro pracovní dny je průměr 4krát a 7krát zase pro víkendy. Nesmí se zapomenout na další klíčový faktor návrhu hospodaření, rozdělit rok na měsíce, kdy největší vliv má způsob života žen studujících na vysoké škole. V lednu, květnu a v červnu mají zkouškové období. Únor, březen, duben, říjen, listopad a prosinec tráví dvě ženy semestr na kolejích. V době prázdnin (července, srpna a září) se bere v úvahu brigáda a jiné aktivity studentek. Majitelé budovy se rozhodli zvolit podzemní nádrž o objemu 15 kubíků vody (15 m³) z vysoce kvalitních prvoplastů – bez příměsí recyklátů jako investici, protože jejich záměr byl plně využít potenciál rozměru střešní plochy a z ní nasbírané dešťové vody, která je svedena prostřednictvím okapů, na zálivku zahrady o velikosti 15 m² a na splachování toalet ve stavbě. Systém využití dešťové vody je sestaven ze sběrné plochy (střecha), ze filtračního podokapového hrnce umístěného v podzemí, od kterého teče voda přírodním potrubím do samotné akumulární nádrže, kde je voda filtrovaná filtrem se zpětným proplachem montovaným v tlakovém potrubí za čerpadlem. Zmíněné čerpací zařízení, kterým je čerpána na zalévání zahrady a vodárna spolu s řídicí jednotkou v budově, která distribuuje vodu po domě. Součástí je inspekční víko a uvnitř nádrže jsou plovoucí sací souprava, přepadový sifon, hladinový senzor, tvarovka na uklidnění přítoku. Přebytečná voda odtéká odpadním potrubím do kanalizace. Zvolený subjekt v této velikosti a v určené oblasti Čech s takovými srážky by byl schopen se bez jakéhokoliv zásahu dokázat naplnit po okraj v roce 2022 v měsících leden, březen, květen, červen, červenec, srpen, září, říjen a prosinec. Musí se brát v potaz, že se voda v nádrži každý den spotřebovává, proto se srážkami voda průběžně doplňuje. Důležité je také vnímat, že voda v nádrži se může používat pouze tři týdny, ve výjimečných případech až 30 dnů (ČSN 75 6780, 2021).



Obrázek č. 10: Zvolená podzemní nádrž před instalací (vlastní zdroj)

6.2 Výpočet zachycené srážkové vody

Proto, aby se mohlo porovnat, zda je výhodné pro konkrétní rodinný dům možnost využívat srážkové vody, je potřeba znát základní všeobecné vzorce. Pro výpočet jsou zvolené vzorce označené v práci jako 1 a 2 podle ČSN EN 16941-1 Zařízení pro využití nepitné vody na místě – Část 1: Zařízení pro využití srážkových vod 75 6781. Vzorec 3 je aplikován z ČSN 75 6780 Využití šedých a srážkových vod v budovách a na přilehlých pozemcích.

VZOREC 1

Stanovení dostupného objemu srážkových vod [$\text{m}^3/\text{měsíc}$]

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

$$Y_R = \sum A_i x h_i x e_i x \eta_i \quad [1]$$

kde je

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

A půdorysný průmět sběrné (odvodňované) plochy, vyjádřený v metrech čtverečních (m^2) (viz a);

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

e součinitel výtěžnosti sběrné plochy (viz c);

η hydraulická účinnost (viz d).

a) sběrná plocha (A)

Sběrná plocha (A) je půdorysný průmět plochy střechy nebo jiné plochy, která má být odvodňována do zařízení pro využití srážkových vod.

b) úhrn srážek ve zvoleném časovém úseku t (h)

Úhrn srážek (h) musí být reprezentativní pro dané místo.

Časový úsek (roční, měsíční, denní) pro tento údaj musí být vybrán v závislosti na zvoleném postupu výpočtu objemu akumulčního zařízení.

c) součinitel výtěžnosti sběrné plochy (e)

Druh povrchu	Součinitel výtěžnosti sběrné plochy (e)
Šikmá střecha s hladkým povrchem (např. kov, sklo, břidlice, glazované tašky, solární panely)	0,9
Šikmá střecha s drsným povrchem	0,8
Plochá střecha, bez štěrku (kačírku)	0,8
Plochá střecha, se štěrkem (kačírkem)	0,7
Zelená (vegetační) střecha, intenzivní (např. střešní zahrada)	0,3

Zelená (vegetační) střecha, extenzivní	0,5
Nepropustné plochy (např. asfalt)	0,8
Propustné plochy (např. dlažební kostky)	0,5
Součinitel výtěžnosti sběrné plochy pro jiné povrchy musí být upraven.	
POZNÁMKA Tyto součinitele se používají, pokud nejsou k dispozici jiné hodnoty.	

Tabulka č. 3: Používané součinitele výtěžnosti sběrné plochy.

d) hydraulická účinnost (η)

Hydraulická účinnost je podíl průtoku vytékající vody a průtoku přitékajících srážkových vod. Pokud není uveden výrobcem, může se pro výpočet zařízení bez další úpravy vody používat hodnota 0,9.

6.2.1 Konkrétní hodnoty předmětného domu:

- a) Sběrný prostor, který má být odvodňován do zařízení pro využití srážkových vod se spočítá pomocí půdorysného průmětu plochy a úhlu sklonu střechy, v tomto případě 22°. Jelikož střecha má tvar L je půdorys složitější, proto se musí plocha rozdělit na dva geometrické objekty. První obdélníkový díl vynásobit šířkou 11 metrů s délkou 22 metrů a druhý útvar ve tvaru čtverce o velikosti 11 metrů krát 11 metrů. Po sečtení vychází plocha půdorysu, která se aplikuje do příkladu:

$$\text{Sběrný prostor} = \text{plocha půdorysu} / \cos(\text{úhel sklonu})$$

$$\text{Sběrný prostor} = [(11 \times 22) + (11 \times 11)] / \cos 22^\circ$$

$$\text{Sběrný prostor} = (242 + 121) / \cos 22^\circ$$

$$\text{Sběrný prostor} = 363 / \cos 22^\circ$$

$$\text{Sběrný prostor} = 391,5 \text{ m}^2$$

- b) Pro zvolený postup výpočtu objemu akumulčního zařízení je využit časový úsek jeden měsíc. Úhrn srážek pro dané místo se nalezne na Českém hydrometeorologickém ústavu v sekci historická data počasí a územní srážky. Operativní data za rok 2022, přesněji N = dlouhodobý srážkový normál 9120 [mm] na každý měsíc.
- c) Z tabulky 3 se dá dočíst, že součinitel výtěžnosti sběrné plochy se rovná 0,9, protože stavba má šikmou střechu s hladkým povrchem.
- d) Podíl průtoku vytékající vody a průtoku přitékajících srážkových vod neboli hydraulická účinnost není uvedena výrobcem, z tohoto důvodu se pro výpočet vzorce použila hodnota 0,9.

Příklad dosazené rovnice pro leden:

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

$$Y_R = 391,5 \times 48 \times 0,9 \times 0,9$$

$$Y_R = 15\,221,8 \text{ m}^3/\text{měsíc}$$

6.3 Výpočet potřeby nepitné vody

VZOREC 2

Stanovení potřeby nepitné vody za den

Potřeba nepitné vody za den D se odhadne na základě předpokládaných využití, jejich četnosti a sezónních výkyvů. Tato potřeba se značně liší podle oblastí, podnebí a druhu budovy.

Požadavky na potřebu nepitné vody zahrnují potřebu nepitné vody související s osobami $D_{p,d}$ (např. splachování záchodů) podle rovnice:

$$D_{p,d} = D_p \times n \quad [2]$$

kde je

$D_{p,d}$ denní potřeba nepitné vody za den, vyjádřená v litrech za den (l/d);

D_p denní potřeba nepitné vody na osobu, vyjádřená v litrech za den ($l/(osoba \times d)$);

n počet osob v připojené budově (budovách)

Potřeba nepitné vody nesouvisející s osobami D_t [např. zelené (zatravněné) plochy, průmyslové a komerční využití] se musí zohlednit doplněním do rovnice, pokud je to vhodné.

6.3.1 Výpočet potřeby nepitné vody pro WC na jeden měsíc

Vzorec 2 napomůže vypočítat spotřebu nepitné vody na každý jednotlivý měsíc. Dny, kdy pobývají všichni obyvatelé v domě stejnou dobu se spočítají snadno podle vzorce. To platí i pro situaci, kdy v místě prakticky žijí pouze tři lidi. Komplikovanější jsou počty, kdy je čas trávení v domácnosti ovlivněn různými faktory, tudíž splachování na WC a tím je individuální i odběr vody. V tomto případě se litry na osobu pro každý den musí sečíst zvlášť.

6.4 Výpočet k posouzení využití srážkových povrchových vod

VZOREC 3

Zjednodušené posouzení využití srážkových povrchových vod

Využití srážkových povrchových vod je optimální, pokud platí vztah:

$$Y_R \geq D_{t,a} \quad [3]$$

kde je

Y_R průměrný nátok srážkových povrchových vod v časovém úseku 1 rok, v litrech za rok (l/rok), stanovený podle ČSN EN 16941-1 pro roční úhrn srážek.

$D_{t,a}$ celková roční potřeba nepitné vody v litrech za rok (l/rok).

Podle vzorce 3 a jeho postupu výpočtu se dá zjistit, zda se vyplatí domácnosti zvolené způsoby hospodaření se srážkovou vodou. Za ideální situaci se považuje, pokud je průměrný nátok srážkové povrchové vody za jeden rok větší než celková roční potřeba nepitné vody za rok. V opačném případě, kdy průměrný nátok srážkových vod je menší, než roční potřeba nepitné vody je vhodnější upustit od některých variant určených na využívání srážkových vod.

7) VÝSLEDKY

7.1 Výpočet hospodaření se srážkovými vodami

Možné navržení hospodaření se srážkovou vodou v objektu udává průměrná spotřeba vody na toaletě pro jednotlivé členy domácnosti za každý měsíc společně s vodou na zalévání zahrady v letním období. V tabulkách č. 4 a 5 jsou potřebné informace, a i postupný výpočet pro zjištění nepitné vody. Vyčíst se dá počet denního spláchnutí, s kolika lidmi se pracovalo, nebo že jedno spláchnutí se rovná šesti litrům vody. Každý měsíc měl jiný počet dní, proto se na to musel brát zřetel. Analýza ukazuje, že červenec měl nejvyšší spotřebu, která se rovnala 4 998 litrům, naopak nejnižší spotřebu pohybující se kolem 2 100 litrů vykazoval říjen. Celkový objem spotřebované vody na splachování toalet za rok 2022 byl 47 310 litrů a průměrná hodnota dohromady za všechny měsíce činila 3 942,5 litrů.

		muž	žena 1	žena 2	žena 3	žena 4
		zaměstnanec	zaměstnanec	student	student	student
					kolej	kolej
průměrné litry na jedno spláchnutí		6 litrů				
leden		počet denního spláchnutí x litry na jedno spláchnutí				
	pondělí	4 x 6	4 x 6	4 x 6	5 x 6	5 x 6
	úterý	4 x 6	4 x 6	4 x 6	5 x 6	5 x 6
	středa	4 x 6	4 x 6	4 x 6	5 x 6	5 x 6
	čtvrtek	4 x 6	4 x 6	4 x 6	5 x 6	5 x 6
	pátek	4 x 6	4 x 6	4 x 6	5 x 6	5 x 6
	sobota	7 x 6	7 x 6	7 x 6	7 x 6	7 x 6
	neděle	7 x 6	7 x 6	7 x 6	7 x 6	7 x 6
Spotřeba v litrech na týden		204	204	204	234	234
Spotřeba za měsíc v litrech		4 872				
Letní semestr						
únor						
	pondělí	4 x 6	4 x 6	4 x 6	0	0
	úterý	4 x 6	4 x 6	4 x 6	0	0
	středa	4 x 6	4 x 6	4 x 6	0	0
	čtvrtek	4 x 6	4 x 6	4 x 6	0	0
	pátek	4 x 6	4 x 6	4 x 6	0	0
	sobota	7 x 6	7 x 6	7 x 6	7 x 6	7 x 6
	neděle	7 x 6	7 x 6	7 x 6	7 x 6	7 x 6
Spotřeba v litrech na týden		204	204	204	84	84
Spotřeba za měsíc v litrech		3 120				
březen						
	pondělí	4 x 6	4 x 6	4 x 6	0	0
	úterý	4 x 6	4 x 6	4 x 6	0	0
	středa	4 x 6	4 x 6	4 x 6	0	0
	čtvrtek	4 x 6	4 x 6	4 x 6	0	0
	pátek	4 x 6	4 x 6	4 x 6	0	0
	sobota	7 x 6	7 x 6	7 x 6	7 x 6	7 x 6
	neděle	7 x 6	7 x 6	7 x 6	7 x 6	7 x 6
Spotřeba v litrech na týden		204	204	204	84	84
Spotřeba za měsíc v litrech		3 336				
duben						
	pondělí	4 x 6	4 x 6	4 x 6	0	0
	úterý	4 x 6	4 x 6	4 x 6	0	0
	středa	4 x 6	4 x 6	4 x 6	0	0
	čtvrtek	4 x 6	4 x 6	4 x 6	0	0
	pátek	4 x 6	4 x 6	4 x 6	0	0
	sobota	7 x 6	7 x 6	7 x 6	7 x 6	7 x 6
	neděle	7 x 6	7 x 6	7 x 6	7 x 6	7 x 6
Spotřeba v litrech na týden		204	204	204	84	84
Spotřeba za měsíc v litrech		3 402				
květen						
	pondělí	4 x 6	4 x 6	4 x 6	5 x 6	5 x 6
	úterý	4 x 6	4 x 6	4 x 6	5 x 6	5 x 6
	středa	4 x 6	4 x 6	4 x 6	5 x 6	5 x 6
	čtvrtek	4 x 6	4 x 6	4 x 6	5 x 6	5 x 6
	pátek	4 x 6	4 x 6	4 x 6	5 x 6	5 x 6
	sobota	7 x 6	7 x 6	7 x 6	7 x 6	7 x 6
	neděle	7 x 6	7 x 6	7 x 6	7 x 6	7 x 6
Spotřeba v litrech na týden		204	204	204	234	234
Spotřeba za měsíc v litrech		4 794				
červen						
	pondělí	4 x 6	4 x 6	4 x 6	5 x 6	5 x 6
	úterý	4 x 6	4 x 6	4 x 6	5 x 6	5 x 6
	středa	4 x 6	4 x 6	4 x 6	5 x 6	5 x 6
	čtvrtek	4 x 6	4 x 6	4 x 6	5 x 6	5 x 6
	pátek	4 x 6	4 x 6	4 x 6	5 x 6	5 x 6
	sobota	7 x 6	7 x 6	7 x 6	7 x 6	7 x 6
	neděle	7 x 6	7 x 6	7 x 6	7 x 6	7 x 6
Spotřeba v litrech na týden		204	204	204	234	234
Spotřeba za měsíc v litrech		4 584				

Prázdniny						
červenec						
	pondělí	4 x 6	4 x 6	5 x 6	5 x 6	5 x 6
	úterý	4 x 6	4 x 6	5 x 6	5 x 6	5 x 6
	středa	4 x 6	4 x 6	5 x 6	5 x 6	5 x 6
	čtvrtek	4 x 6	4 x 6	5 x 6	5 x 6	5 x 6
	pátek	4 x 6	4 x 6	5 x 6	5 x 6	5 x 6
	sobota	7 x 6	7 x 6	7 x 6	7 x 6	7 x 6
	neděle	7 x 6	7 x 6	7 x 6	7 x 6	7 x 6
Spotřeba v litrech na týden		204	204	234	234	234
Spotřeba za měsíc v litrech		4 998				
srpen						
	pondělí	4 x 6	4 x 6	5 x 6	5 x 6	5 x 6
	úterý	4 x 6	4 x 6	5 x 6	5 x 6	5 x 6
	středa	4 x 6	4 x 6	5 x 6	5 x 6	5 x 6
	čtvrtek	4 x 6	4 x 6	5 x 6	5 x 6	5 x 6
	pátek	4 x 6	4 x 6	5 x 6	5 x 6	5 x 6
	sobota	7 x 6	7 x 6	7 x 6	7 x 6	7 x 6
	neděle	7 x 6	7 x 6	7 x 6	7 x 6	7 x 6
Spotřeba v litrech na týden		204	204	234	234	234
Spotřeba za měsíc v litrech		4 854				
září						
	pondělí	4 x 6	4 x 6	4 x 6	5 x 6	5 x 6
	úterý	4 x 6	4 x 6	4 x 6	5 x 6	5 x 6
	středa	4 x 6	4 x 6	4 x 6	5 x 6	5 x 6
	čtvrtek	4 x 6	4 x 6	4 x 6	5 x 6	5 x 6
	pátek	4 x 6	4 x 6	4 x 6	5 x 6	5 x 6
	sobota	7 x 6	7 x 6	7 x 6	7 x 6	7 x 6
	neděle	7 x 6	7 x 6	7 x 6	7 x 6	7 x 6
Spotřeba v litrech na týden		204	204	204	234	234
Spotřeba za měsíc v litrech		4 584				
Zimní semestr						
říjen						
	pondělí	4 x 6	4 x 6	4 x 6	0	0
	úterý	4 x 6	4 x 6	4 x 6	0	0
	středa	4 x 6	4 x 6	4 x 6	0	0
	čtvrtek	4 x 6	4 x 6	4 x 6	0	0
	pátek	4 x 6	4 x 6	4 x 6	0	0
	sobota	7 x 6	7 x 6	7 x 6	7 x 6	7 x 6
	neděle	7 x 6	7 x 6	7 x 6	7 x 6	7 x 6
Spotřeba v litrech na týden		108	108	108	48	48
Spotřeba za měsíc v litrech		2 100				
listopad						
	pondělí	4 x 6	4 x 6	4 x 6	0	0
	úterý	4 x 6	4 x 6	4 x 6	0	0
	středa	4 x 6	4 x 6	4 x 6	0	0
	čtvrtek	4 x 6	4 x 6	4 x 6	0	0
	pátek	4 x 6	4 x 6	4 x 6	0	0
	sobota	7 x 6	7 x 6	7 x 6	7 x 6	7 x 6
	neděle	7 x 6	7 x 6	7 x 6	7 x 6	7 x 6
Spotřeba v litrech na týden		204	204	204	84	84
Spotřeba za měsíc v litrech		3 192				
prosinec						
	pondělí	4 x 6	4 x 6	4 x 6	0	0
	úterý	4 x 6	4 x 6	4 x 6	0	0
	středa	4 x 6	4 x 6	4 x 6	0	0
	čtvrtek	4 x 6	4 x 6	4 x 6	0	0
	pátek	4 x 6	4 x 6	4 x 6	0	0
	sobota	7 x 6	7 x 6	7 x 6	7 x 6	7 x 6
	neděle	7 x 6	7 x 6	7 x 6	7 x 6	7 x 6
Spotřeba v litrech na týden		204	204	204	84	84
Spotřeba za měsíc v litrech		3 474				

Tabulky č. 4 a 5: Průměrná spotřeba vody na toaletě pro členy domácnosti za každý měsíc (vlastní zdroj)

Též na pozemku, který je jinak pokryt travinou, je kus ve velikosti 5 m x 3 m = 15 m² zahrady určen na pěstování zeleniny a v období od května až do srpna je potřeba pravidelně z důsledku sucha nedostatkem deště zalévat. Za den se na zalévání použije přibližně 100 litrů nepitné vody. Toto lze vidět v tabulce číslo 6.

	spotřeba za měsíc v litrech WC	litry na zalévání zahrady za den	litry na zalévání za měsíc	celkem za měsíc (litry)
květen	4 794	100	100 x počet dní za měsíc (31)	7 894
červen	4 584	100	100 x počet dní za měsíc (30)	7 584
červenec	4 998	100	100 x počet dní za měsíc (31)	8 098
srpen	4 858	100	100 x počet dní za měsíc (31)	7 958

Tabulka č. 6: Průměrná spotřeba vody na toaletě dohromady s vodou na zalévání zahrady (vlastní zdroj)

Množství 100 litrů na zalévání je v každém období stejné, liší se počet dnů v měsíci a spotřeba za měsíc na splachování toalety. Z tohoto důvodu se v červnu použije dohromady nejméně vody, 7 584 litrů a hned následný měsíc v červenci nejvíce, 8 098 litrů vody.

7.2 Stanovení dostupného objemu srážkových vod [m³/měsíc]

Pro následující krok stanovit dostupný objem srážkové vody se požaduje pracovat s Vzorcem 1. Ten je složen z půdorysného průmětu plochy střechy, která má být odvodňována do akumulární nádrže (391,5 m²), časovým úsekem (měsíční), součinitelem výtěžnosti sběrné plochy podle druhu povrchu (0,9) a poslední hydraulickou účinností (0,9). Výsledky postupu jsou v tabulce č. 7.

Dlouhodobý srážkový normál					
Stanovení dostupného objemu srážkových vod (2022)					
	h	A	e	η	Y _n
	úhm srážek v časovém úseku t (měsíc), (mm)	půdorysný průmět sběrné plochy	součinitel výtěžnosti sběrné plochy	hydraulická účinnost	nátok srážkových vod v časovém úseku t (měsíc), vyjádřen v litrech
leden	48	391,5	0,9	0,9	15 221,8
únor	39	391,5	0,9	0,9	12 367,7
březen	49	391,5	0,9	0,9	15 539,0
duben	38	391,5	0,9	0,9	12 050,6
květen	72	391,5	0,9	0,9	22 832,8
červen	79	391,5	0,9	0,9	25 052,6
červenec	95	391,5	0,9	0,9	30 126,5
srpen	77	391,5	0,9	0,9	24 418,4
září	62	391,5	0,9	0,9	19 661,5
říjen	48	391,5	0,9	0,9	15 221,8
listopad	46	391,5	0,9	0,9	14 587,6
prosinec	49	391,5	0,9	0,9	15 539,0
				Celkem	222 619,3

Tabulka č. 7: Vypočítaný dostupný objem srážkových vod za časový úsek jeden měsíc (Český hydrometeorologický ústav, 20023 + Vzorec 1 + vlastní zdroj)

První tři maximální hodnoty nátok srážkové vody jsou v letních měsících, začínající od července, ve kterém bylo dostupných 30 126,5 litrů vody, dále následované červnem s 25 052,6 litry a srpnem s 24 418,4 litry. Nejnižší míra natečené vody za měsíc byla v dubnu, únoru a v listopadu, kdy objem litrů nepřesáhl velikost 15 m³ nádrže. Průměr dat za rok 2022 byl 18 551,6 litrů. S přebytečnou srážkovou vodou, která vznikne za dobu tří týdnů, bude nakládáno, tak že bude odváděna do místní jednotné kanalizace, protože se poblíž nenachází žádný zdroj povrchové vody, kam by voda mohla být odvedena a podmínky k vsakování nejsou nejvhodnější.

7.3 Posouzení využití srážkové povrchové vody v rodinném domě – úspora

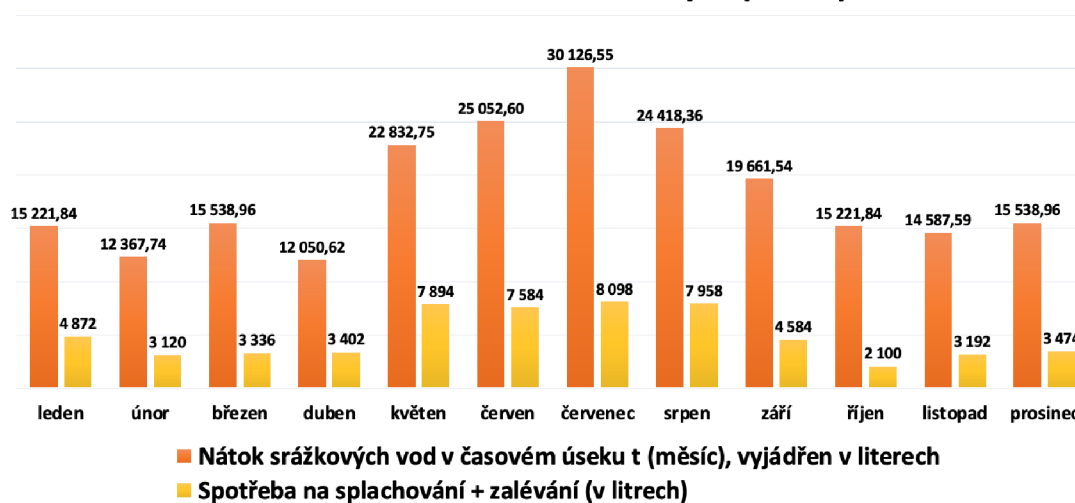
V tabulce číslo 8 je porovnání průměrného nátok srážkových povrchových vod v časovém úseku jeden měsíc a celková měsíční potřeba nepitné vody v litrech podle Vzorce 3. V měsících únor, duben, listopad a prosinec je nátok srážkové vod menší, než je kapacita nádrže, nicméně spotřeba na splachování + zalévání je přibližně čtyřnásobně nižší. V zbylých měsících nátok přesahuje kapacitu nádrže, která se tak může průběžně doplňovat, když je pravidelně vyčerpávaná. Ani v těchto měsících není spotřeba nepitné vody větší než naakumulovaná dešťová voda.

	Nátok srážkových vod v časovém úseku t (měsíc), vyjádřen v litrech	Spotřeba na splachování + zalévání (v litrech)
leden	15 221,84	4 872
únor	12 367,74	3 120
březen	15 538,96	3 336
duben	12 050,62	3 402
květen	22 832,75	7 894
červen	25 052,60	7 584
červenec	30 126,55	8 098
srpen	24 418,36	7 958
září	19 661,54	4 584
říjen	15 221,84	2 100
listopad	14 587,59	3 192
prosinec	15 538,96	3 474
Celkem za rok		59 614

Tabulka č. 8: Porovnání uspořené dešťové vody se spotřebou na splachování + zalévání zahrady (vlastní zdroj)

Znázorněný vztah mezi nátokem srážkové vody a spotřebou za měsíc ukazuje rozdíl poměru, například v březnu, kdy je největší rozmezí, byl nátok až 4 x větší než spotřeba. V dubnu byl nejmenší nátok, ale zároveň byla spotřeba tak velká, že odchylka byla nepatrná. Tučně označené měsíce únor, duben a listopad dokazují s několikanásobně nízkou spotřebou, že navrhované hospodaření má výhodu, přestože není objemem uspořené vody překročena plná kapacita nádrže.

Vztah mezi nátokem srážkové vody a spotřeby



Graf č. 2: Porovnání vztahu mezi nátokem srážkové vody a spotřebou na splachování + zalévání zahrady (vlastní zdroj)

Hodnoty výše uvedené v tabulce č. 8 potvrzuje i graf č. 2, kde je zobrazen měsíční poměr mezi nátokem dešťové vody ze střechy domu a spotřebou vody využívané na účely, které nevyžadují pitnou vodu. Proto může být v domácnosti hojně používaná zmíněná srážková voda, jak je vidět v grafu č. 2. Nejvíce počet litrů vyšplhal v obou situacích v červenci. Nejmenší spotřeba v budově byla v říjnu, ale nátok srážkové vody zase v dubnu, přesto mnohonásobně větší čísla nátoků v každém měsíci potvrzují, že nikdy nebude nedostatek vody na určenou spotřebu stanovenou rodinou.

7.4 Porovnání rodinného domu s a bez možnosti využití srážkové vody – cena

Zdali je za daných podmínek ekonomicky výhodnější využívat nebo nevyužívat dešťovou vodu, musí se porovnat v budově hospodaření s vodou. Pokud ano, přichází na řadu otázka, kolik by se ušetřilo peněz na nákladech spojené s platbou za nevyužitou obecní vodu. Je proto nutné znát výši sazby za vodné v obci Bukovka, která dělá (bez DPH): **26,- Kč za m³**. Platí se celá částka jednou ročně společně s 10% daní z přidané hodnoty. Pro litry využitá za zalévání zahrady a splachování toalety jsou v tabulce číslo 9 uvedeny podrobné výsledky v korunách na všechny měsíce, též i celková částka, kterou by rodina v roce 2022 s nádrží ušetřila.

	Spotřeba za měsíc (litry)	Cena vodného (Kč/m ³)	Částka vodného za jeden měsíc
leden	4 872	26	126,67 Kč
únor	3 120	26	81,12 Kč
březen	3 336	26	86,74 Kč
duben	3 402	26	88,45 Kč
květen	7 894	26	205,24 Kč
červen	7 584	26	197,18 Kč
červenec	8 098	26	210,55 Kč
srpen	7 958	26	206,91 Kč
září	4 584	26	119,18 Kč
říjen	2 100	26	54,60 Kč
listopad	3 192	26	82,99 Kč
prosinec	3 474	26	90,32 Kč
		Celkem	1 549,96 Kč
		Celkem cena + DPH (10 %)	1 704,96 Kč

Tabulka č. 9: Výpočet ceny vodného na každý měsíc (vlastní zdroj)

Dohromady za rok 2022 se v domácnosti ušetřilo na částce vodného 1 549,96 Kč. Společně s daní z přidané hodnoty byla suma navýšena na 1 704,96 Kč. Nejmenší výdaje na placení vodného za pitnou vodu v říjnu dokazují, že byla nejnižší spotřeba vody, a proto i ušetření bylo minimální. Od května do září se cena za vodné pohybovala na nejvyšších pozicích. Akumulování dešťové vody se ukázalo jako nejvýhodnější v červenci, protože se v rodině ušetřilo nejvíce peněz za platbu vodného, kdy to vycházelo na 210,55 Kč.

8) DISKUZE

Závěrečná práce se zabývá návrhem a následným popisem celoročního srážkového procesu a uplatnění nainstalované vodní nádrže v rodinném domě ve východních Čechách a jejím přínosem v podobě využívání srážkové vody pro účel zalévání části zahrady v období letních měsíců a na splachování tří záchodů ve zkoumaném rodinném domě. Počet členů domácnosti je na poměr sběrné plochy, která odvádí potřebnou surovinu do úložného prostoru, po porovnání nízký, proto je určená nádrž se zvolenou velikostí 15 kubíků pro konkrétní situaci výhodná. V případě, že by se v budově vyskytoval větší počet obyvatel, by se mohlo jednat o neefektivní návrh kapacity nádrže. Množství zachycené srážkové vody by nestačilo a voda by musela být doplňována i čerpáním pitné vody z vodovodního řádu. V tomto příkladě, protože je finanční investice na začátku veliká, by návratnost trvala mnohonásobně déle.

Jedna ze záporných stránek akumulární nádrže je finanční investice, která zahrnuje samotnou pořizovací cenu nádrže, výkopové práce, betonování a usazení nádrže, ale započítává rovněž i potrubí, kterým se propojí dům s nádrží, koupi čerpadla na vodu k zalévání, filtry a další součástky systému na využití dešťové vody. Tato nevýhoda se dá zmírnit žádostí o dotaci v programu životního prostředí ČR Dešťovka, která podporuje efektivní zachytávání a využívání dešťové a odpadní vody. Zásoby lze použít na zalévání zahrady nebo jako vodu užitkovou (Nová zelená úsporám, 2022). Naopak převládají výhody umístění nádrže na pozemek, hlavně enviromentální, které vyplývají z reakce na změny klimatu. Realizace ve stavu, kdy není kladen nárok na kvalitu vody, je přínosem při úspoře pitné vody a ochraně jejich zdrojů, protože je nahrazena v různých situacích vodou nepitnou. Ochráněny jsou nejen povrchové vody, ale i území před povodněmi při přívalovém dešti, s tím souvisí podpora malého vodního cyklu.

Autoři Zeleňáková M. et al. (2014) prováděli studii na stejnou problematiku na kampusu Technické univerzity v Košicích na Slovensku. Vzhledem k tomu, ale že jsou v tomto průzkumu zcela odlišná vstupní data, nejen ve velikosti sběrné plochy a ročních srážkách, tak též je rozdíl i v počtu spotřebitelů a primární způsob využití nacheitané vody, nelze výsledky porovnat s touto závěrečnou prací. V kampusu se snažili navrhnout systém hospodaření s dešťovou vodou, který využívá srážky pouze

jako alternativní zdroj vody a zamezit tak plýtvání pitné vody, protože v tomto prostředí, kde se denně pohybuje nespočet studentů a zaměstnanců převážně v měsících s menšími srážkami, se nedaří plně nahradit potřebu vody pro konkrétní účel v budově, v tomto případě splachování sociálních zařízení. V rodinných domech je to naopak, jak dokazuje tato práce, lze nasbíranou vodu spotřebovat na splachování toalet a zalévání zahrady, proto to jsou nejběžnější typy staveb určené pro zachycování dešťových vod. Nicméně z porovnávání je možné potvrdit, že vhodná střešní konstrukce a její velikost má potenciální vliv na zachycování srážkové vody, jenž společně se srážkami ovlivňují celkový roční zisk vody.

Přestože Součková B. (2011) řeší využití dešťové vody v bytovém domě, kde je rozdíl, že na relativně malou plochu střechy bydlí v objektu hromadného bydlení mnohem více obyvatel než v rodinném domě, shodně ve vypočítání spotřeby vody při použití WC pracuje s průměrem čtyř spláchnutí na jednu osobu v pracovní dny. V práci bylo počítáno s průměrnými vstupními hodnotami, které byly nátok srážkových povrchových vod, litry vody na jedno spláchnutí a denní množství využívání toalety, tedy počet spláchnutí na člověka a tím vzniklá spotřeba nepitné vody v domě, podobně jako v Součková B. (2011), proto je nutné zmínit, že výpočty jsou pouze orientační. Výsledky mohou ovlivnit některé atmosférické faktory, které se nedají přesně stanovit a nejde s nimi v tomto případě počítat, protože nejsou pravidelnými jevy, například sucho nebo intenzivní deště. Stejně jako Kaňková T. et al (2018) se zastávám názoru, že s dešťovou vodou by se mělo hospodařit v mnohem větším měřítku než doposud, kdy se nejvíce používala na vesnicích pouze k zalévání, protože má do budoucna potenciál.

9) ZÁVĚR

Rešerše popisuje, proč jsou vlastně srážkové vody, jejich sbírání, uskladňování, používání nebo správné odvádění, pro společnost tak velmi důležité. Tato část práce je zaměřena na hospodaření se srážkovou vodou v rodinných domech, ale popisuje i problematiku sucha a nedostatku vody jako celek. Celé tvrzení potvrzuje metodika na konkrétní rodinný dům, společně s výsledky. Zvláště urbanizované prostředí má negativní dopad na malý koloběh vody, protože dešťová voda nemá možnost na zpevněných plochách přirozeně vsakovat a je nucena být odváděná kanalizací do čistírny odpadních vod. Voda se nedostává do přírody a v krajině poté chybí, proto dochází k poklesu hladiny podzemní vody. Krajina se v oblasti vysušuje a teplota vzduchu se zvyšuje. Dochází k delšímu období sucha, které posléze střídají přívalové deště. Srážky se bohužel nemají v přírodě kam vstřebat a odtékají po povrchu pryč, v nejhorším případě vnikají povodně. Proto podle Zeleňáková M. et al. (2014) pomáhá hospodařit se srážkovými vodami, aby nebyl nahromaděn nával vod na kanalizační systém, který nemá dostatečnou kapacitu.

Důležitým cílem této práce bylo zhodnotit vhodnost vybrané akumulární nádrže příslušné ke konkrétnímu rodinnému domu, která slouží k akumulaci a následnému využití zachycených srážek, z hlediska finančních úspor, odlehčení odběru pitné vody a celkově efektivnějšímu hospodaření s vodou. Z výsledků vyplývá, že se pro konkrétní dům nádrž uložená v zemi o rozměrech 15 m³ vyplatí, protože měsíční spotřeba nepitné vody, kterou domácnost měla za rok 2022, se pohybovala průměrně kolem 3 510 litrů. Výjimku tvořili měsíce květen, červen, červenec a srpen, u kterých byla potřeba přibližně 7883,5 litrů vody. Větší nádrž je výhodou, poněvadž měsíční nátok srážkové vody, díky velké ploše střešní konstrukce, přesahoval většinou objem nádrže, a proto se starší kapalina mohla postupně za měsíc obměnit za novou při pravidelném užívání v budově, eventuálně znovu doplnit při vyprazdňování celého obsahu z hygienických důvodů jednou za tři týdny. Hospodařením s dešťovou vodou v určeném domě by se za rok ušetřilo 59 614 litrů pitné vody a za částku vodného při platbě obci zase 1 704, 96 Kč/rok i s daní z přidané hodnoty.

Je významné všechny řádně informovat o možnostech správného nakládání se srážkovou vodou, protože se jedná o jeden z mála dostupných zdrojů vody, který

je v České republice přítomný. O problematice sucha a globálního oteplování se už hovoří a ví se o tom, že je to potenciální hrozba pro lidstvo, avšak o opatření nebo o řešení, jak tomu předejít se mluví málo. Systém hospodaření s dešťovou vodou může být začátkem a přispět k zadržování vody v krajině, tedy pomoc naší Zemi. Podle mého názoru je nádrž nejefektivnější prvek, který v dnešní době může mít na své zahradě každý, koneckonců zákon o vodách udává povinnost u nově vzniklým stavbám hospodařit s dešťovou vodou a regulovat její odtok. Každý, kdo chce zlepšit nebo alespoň nezhoršovat koloběh vody a povrch krajiny má příležitosti. Toto opatření je to nejmenší, co může udělat běžný člověk pro budoucnost svých dětí.

10) PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY A POUŽITÉ ZDROJE:

Zdroje:

Amoah I. D., Kumari S., Bux F., 2022: A probabilistic assessment of microbial infection risks due to occupational exposure to wastewater in a conventional activated sludge wastewater treatment plant. *Science of the Total Environment* 842, P. 1-10.

Boylu A. A., Gunay G., 2017: Do Families Attitudes and Behaviors Support Sustainable Water Consumption. *European Journal of Sustainable Development* 6, P. 115–125.

Cado Daily and Cyndi Wilkins 2012: Basic Components of a Rainwater Storage System

College of Agriculture and Life Sciences (the University of Arizona) (online) [cit. 2023.01.25] dostupné z

<<https://extension.arizona.edu/sites/extension.arizona.edu/files/pubs/az1565.pdf>>

Curnin S. et Brooks B., 2020: Making waves: How do we prepare for the next drinking water disaster? *Water Research* 185, P. 1-6.

Český hydrometeorologický ústav, 2023: Územní srážky v roce 2022 (online) [cit. 2022.10.15] dostupné z <<https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky#>>

Český statistický úřad, ©2022: Vodovody, kanalizace a vodní toky – 2021 (online) [2022.05.02], dostupné z <<https://www.czso.cz/csu/czso/vodovody-kanalizace-a-vodni-toky-2021>>

ČSN 75 0161: Vodní hospodářství – Terminologie v inženýrství odpadních vod. Český normalizační institut, Praha, 2008, P. 71.

ČSN 75 6780: Využití šedých a srážkových vod v budovách a na přilehlých pozemcích. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2021, P. 41.

ČSN 75 7143: Jakost vody pro závlahu. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2009, P. 24.

ČSN EN 12056-3 (75 6760): Vnitřní kanalizace – Gravitační systémy. Český normalizační institut, Praha, 2001, P. 36.

ČSN EN 16941-1: Zařízení pro využívání nepitných vod na místě – Část 1: Zařízení pro využití srážkových vod. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2021, P. 35.

Dešťovka.eu, ©2022: Dotace Dešťovka nově bez omezení (online) [cit.2022.04.01], dostupné z

<https://destovka.eu/?gclid=EAIaIQobChMIkYa8wbjN9gIVHI1oCR2wkQgnEAAYASAAEgI2BvD_BwE>

Dešťovka.eu, ©2022: Dotace Dešťovka pro RODINNÉ domy. Nově bez omezení a jako součást programu Nová zelená úsporám (online) [cit.2022.04.01], dostupné z

<<https://destovka.eu/fyzicke-osoby/#>>

Dvořáková D., 2007a: Využívání dešťové vody (I) - kvalita a čištění (online) [cit. 2023.03.19], dostupné z <<https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3902-vyuzivani-destove-vody-i-kvalita-a-cisteni>>.

Dvořáková D., 2007b: Využívání dešťové vody (II) - možnosti použití dešťové vody a části zařízení (online) [cit. 2023.03.19], dostupné z <<https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3962-vyuzivani-destove-vody-ii-moznosti-pouziti-destove-vody-a-casti-zarizeni>>.

Elkhouk A., Pokhrel Y., Satoh Y., Bouchaou L., 2022: Implications of changes in climate and human development on 21st-century global drought risk. *Journal of Environmental Management* 317, P. 1–10.

Freitas L. L. G., Henning E., Kalbusch A., Konrath A. C., Walter O. M. F. C., 2019: Analysis of water consumption in toilets employing Shewhart, EWMA, and Shewhart-EWMA combined control charts. *Journal of Cleaner Production* 233, P. 1146–1157.

Furumai H., 2008: Rainwater and reclaimed wastewater for sustainable urban water use. *Physics and Chemistry of the Earth* 33 (5). P. 340-346.

Hauserová E., 2021: Dešťovka – Jak zadržovat dešťovou vodu a využívat ji na zahradě a v domácnosti. *Permakultura (CZ)*, z. s., Brno, P. 88, ISBN 978-80-907955-2-5.

Hlavínek P., Prax P., Sklenářová T., Dvořáková D., Polášková K., Kubík J., Hlušík P., Beránek J., 2007: Hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území. *Ardec s.r.o.*, Brno, P. 164, ISBN 978-80-86020-55-6.

IDMP, 2022: Drought and Water Scarcity. WMO No. 1284. Global Water Partnership, Stockholm, Sweden and World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, P. 1-14. ISBN 978-92-63-11284-2.

Kaňková T., Soperová M., Maříková J., 2018: Využití dešťové vody (online) [cit. 2023.03.22] dostupné z < <https://www.sosbn.cz/wp-content/uploads/2018/01/1-KaňkováSoperováMař%C3%ADková-Využ%C3%ADt%C3%AD-dešťové-vody.pdf>>

Łabędzki L. 2016: Actions and measures for mitigation drought and water scarcity in agriculture. *Journal of Water and Land Development*. No. 29, P. 3–10.

Maj-Britt Quitzau, 2007: Water-flushing toilets: Systemic development and path-dependent characteristics and their bearing on technological alternatives. *Technology in Society* 29, P. 351–360.

Makki A. A., Stewart R. A., Panuwatwanich K., Beal C., 2013: Revealing the determinants of shower water end use consumption: enabling better targeted urban water conservation strategies. *Journal of Cleaner Production* 60, P. 129-146.

Ministerstvo pro místní rozvoj, 2019: Vsakování srážkových vod (online) [2022.04.11], dostupné z <https://www.mmr.cz/getattachment/e16069fa-3bf8-4a1d-82af-28a17df865c5/Methodika-vsakovani_srpe>

Ministerstvo životního prostředí, ©2022: Financování (online) [cit. 2022.03.15], dostupné z <https://www.mzp.cz/cz/financovani_sucho>

Mr. Kalimuthu A., 2016: A Practical Guide on Roof top Rain Water Harvesting. Water Sanitation and Hygiene Institute. World Vision India. (online) [cit. 2023.01.24] dostupné z <<https://www.washinstitute.org/GuideBooksPdf/Rain%20water%20harvesting%20guide%20book.pdf>>

Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech (online) [cit. 2023.01.05], dostupné z <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-401>>

Niazi S., Hassanvand M. S., Mahvi A. H., Nabizadeh R., Alimohammadi M., Nabavi S., Faridi S., Dehghani A., Hoseini M., Moradi-Joo M., Mokamel A., 2015: Assessment of bioaerosol contamination (bacteria and fungi) in the largest urban wastewater treatment plant in the Middle East. Environ Sci Pollut Res 22, P. 16 014-16 021.

Novak C. A., Giesen G. E. V., DeBusk K. M., 2014: Designing rainwater harvesting systems: Integrating rainwater into building systems. Hoboken: Wiley, P. 294, ISBN 978-118410479.

Nová zelená úsporám, ©2022: Rodinné domy (online) [cit. 2022.03.17] dostupné z <<https://novazelenausporam.cz/rodinne-domy/>>

Nová zelená úsporám, ©2022: Rodinné domy (online) [cit. 2022.04.03] dostupné z <https://novazelenausporam.cz/files/documents/storage/2021/09/21/1632208500_NZÚ%20RD%20-%20Výzva%201-2021.pdf>

Numberger D., Ganzert L., Zoccarato L., Mühldorfer K., Sauer S., Grossart H., Greenwood A., 2019: Characterization of bacterial communities in wastewater with enhanced taxonomic resolution by full-length 16S rRNA sequencing. Scientific Reports 9, P. 1-14.

Nypl V. et Synáčková M., 1998: Zdravotně inženýrské stavby 30: Stokování. 1 vyd. ČVUT, Praha, P. 149, ISBN 800101729X.

Ochrana zdraví [ÚZ 2021 č. 1478], 2021: ÚZ: úplné znění; číslo: 1478, Sagit a. s., Ostrava, P. 176, ISBN:978-80-7488-517-4.

Patricia H. Waterfall 2006: Harvesting rainwater for landscape use. University of Arizona. (online) [cit. 2023.01.24] dostupné z <<https://cals.arizona.edu/extension/ornamentalhort/waterquality/rainwaterharvest.pdf>>

Pedro-Monzonís M., Solera A., Ferrer J., Estrela T., Paredes-Arquiola J., 2015: A review of water scarcity and drought indexes in water resources planning and management. Journal of Hydrology 527, P. 482-493.

Pražské vodovody a kanalizace, ©2022: Spotřeba vody (online) [cit.2022.01.01], dostupné z <<https://www.pvk.cz/vse-o-vode/pitna-voda/spotreba-vody/>>

Prof Patel F. M., 2014-2015: Rainwater harvesting. Sardar vallabhbhai Patel institute of technology, vasad <https://www.academia.edu/27146405/RAINWATER_HARVESTING>

Pung-Guk J. et Hyung-Gon Ch., 2020: Long-term Changes of Disinfection Byproducts in Treatment of Simulated Ballast Water. Ocean Science Journal 55, P. 265-277.

Rahman S., 2017: Implementation of Ballast Water Management Plan in Ships Through Balast Water Exchange Systém. Procedia Engineering 194, P. 323-329.

Regional District of Nanaimo (British Columbia, Canada) 2012: Rainwater Harvesting best practices guidebook. Residential Rainwater Harvesting Design and Installation. (online) [cit. 2023.01.24], dostupné z <<https://www.rdn.bc.ca/cms/wpattachments/wpID2430atID5059.pdf>>

Ryan A. M. et Spash C. L. et Measham T. G., 2009: Socio-economic and psychological predictors of domestic greywater and rainwater collection. Evidence from Australia. *Journal of Hydrology* 379, P. 164-171.

Součková B. 2011: Využití dešťové vody v bytovém domě. *Littera Scripta*, roč. 4, č. 1, P. 203–215. ISSN 1802-503X.

Statní fond životního prostředí ČR, ©2022: Dešťovka (online) [cit. 2022.03.15], dostupné z <<https://www.sfzp.cz/dotace-a-pujcky/destovka/>>

Stavební zákon, vyhlášky a další předpisy [ÚZ 2021 č. 1396], 2021: úplné znění, číslo 1396, Sagit, a. s., Ostrava, P. 576, ISBN: 978-80-7488-527-3.

Šálek J., 2012: *Voda v domě a na chatě: využití srážkových a odpadních vod*. Praha: Grada, ISBN 978-80-247-3994-6.

Teixeira C. A. et Ghisi E., 2019: Comparative Analysis of Granular and Membrane Filters for Rainwater Treatment. *Water* 11(5), P.1-15.

TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami. Sweco Hydroprojekt a.s., Praha 4, 2013, P. 65.

Vatter J. et al, 2019: Drought Risk, The Global Thirst for Water in the Era of Climate Crisis. WWF Germany, Berlin, P. 1–49. ISBN: 987-3-946211-32-7.

Vítek J., Stránský D., Kabelková I., Bareš V. et Vítek R., 2015: Hospodaření s dešťovou vodou v ČR. 01/71 ZO ČSOP Koniklec, Praha, P. 128, ISBN 978-80-260-7815-9.

Vyhláška č. 20/2011 Sb., kterou se mění vyhláška č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území, ve znění pozdějších předpisů (online) [cit. 2023.01.05], dostupné z <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-20> >

Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby (online) [cit. 2023.01.05], dostupné z <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2009-268>>

Vyhláška č. 448/2017 Sb., kterou se mění vyhláška č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů (online) [cit. 2023.01.05], dostupné z <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2017-448>>

Vyhláška č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území (online) [cit. 2023.01.05], dostupné z <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-501>>

World Health Organization, 2019. Drinking-water [WWW Document]. URL <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water> (accessed 7.1.20).

Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů (online) [cit. 2023.01.05], dostupné z <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-258>>

Zákon č. 312/2019 Sb., kterým se mění zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů, a zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů (online) [cit. 2023.01.05], dostupné z <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2019-312>>

Zeleňáková M., Markovič G., Kaposztásová D., Vranayová Z., 2014: Rainwater Management in Compliance With Sustainable Design of Buildings. *Procedia Engineering* 89, P. 1515–1521.

Životní prostředí [ÚZ 2021 č. 1422], 2021: ÚZ: úplné znění; číslo: 1422, Sagit a. s., Ostrava, P. 816, ISBN:978-80-7488-458-0.

Vzorce:

Vzorec 1: Stanovení dostupného objemu srážkových vod [$\text{m}^3/\text{měsíc}$] (ČSN EN 16941-1: Zařízení pro využívání nepitných vod na místě – Část 1: Zařízení pro využití srážkových vod, 2021)

Vzorec 2: Stanovení potřeby nepitné vody za den (ČSN EN 16941-1: Zařízení pro využívání nepitných vod na místě – Část 1: Zařízení pro využití srážkových vod, 2021)

Vzorec 3: Zjednodušené posouzení využití srážkových povrchových vod (ČSN 75 6780: Využití šedých a srážkových vod v budovách a na přilehlých pozemcích, 2021)

Obrázky:

Graf č. 1: Vodovody, kanalizace a vodní toky – 2021: Graf 4 Průměrná cena za 1 m³ fakturované vody a průměrná cena za 1 m³ odváděných odpadních vod v ČR v roce 2021 (podle krajů) (online) [cit.2022.09.13], dostupné z <<https://www.czso.cz/documents/10180/164986103/28002122g4.pdf/d2169490-b84d-4e48-8c10-9616998e57d8?version=1.1>>

Graf č. 2: Porovnání vztahu mezi nátokem srážkové vody a spotřebou na splachování + zalévání zahrady (vlastní zdroj)

Obrázek č. 1: Porovnání odtoku srážkových vod v přirozeném a urbanizovaném povodí (Vítek et al, 2015)

Obrázek č. 2: Plastová nádrž (Dvořáková D., Využívání dešťové vody II (online) [cit. 2023.03.19], dostupné z <<https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3962-vyuzivani-destove-vody-ii-moznosti-pouziti-destove-vody-a-casti-zarizeni>>

Obrázek č. 3: Filtrační podokapový hrnc (Dvořáková D., Využívání dešťové vody I (online) [cit. 2023.03.19], dostupné z <<https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3902-vyuzivani-destove-vody-i-kvalita-a-cisteni>>

Obrázek č. 4: Okapový filtr (Dvořáková D., Využívání dešťové vody I (online) [cit. 2023.03.19], dostupné z <<https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3902-vyuzivani-destove-vody-i-kvalita-a-cisteni>>

Obrázek č. 5: Filtrační koš v tělese filtru (Dvořáková D., Využívání dešťové vody I (online) [cit. 2023.03.19], dostupné z <<https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3902-vyuzivani-destove-vody-i-kvalita-a-cisteni>>

Obrázek č. 6: Samočistící filtr v interním provedení (Dvořáková D., Využívání dešťové vody I (online) [cit. 2023.03.19], dostupné z <<https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3902-vyuzivani-destove-vody-i-kvalita-a-cisteni>>

Obrázek č. 7: Jemný filtr se zpětným proplachem pro montáž do potrubí (Dvořáková D., Využívání dešťové vody I (online) [cit. 2023.03.19], dostupné z <<https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3902-vyuzivani-destove-vody-i-kvalita-a-cisteni>>

Obrázek č. 8: Technické zařízení v rodinném domě pro užívání dešťové vody na splachování a zálivku (Dotace dešťovka (online) [cit. 2023.01.05], dostupné z <<https://www.dotacedestovka.cz>>

Obrázek č. 9: Informace o pozemku (Český úřad zeměměřický a katastrální (online) [cit. 2023.01.03], dostupné z <https://nahlizenidokn.cuzk.cz/ZobrazObjekt.aspx?encrypted=NAHL~uJa1gWsgs98vcQ4rVTBo09ET6JHptHrpWSv8kWUk-NanCPfEUK8MGI2Yi9gE4yMocoN85z3Qde92Tow8jav0hPxezJXapgi4A24YflyU3L1pSGVp5xSPHYSqb0UFAddTkfhSjmJl3LH12ii9tXANVzXUkqDrmDdHBBTQF4E_DxQOOOfVfBVIbgoI2194X22ff7UxAI86LVuKRzApUDQBcA==>>

Obrázek č. 10: Zvolená podzemní nádrž (vlastní zdroj)

Tabulka č. 1: Vodovody v roce 2021 (Český statistický úřad (online) [cit. 2023.01.05] dostupné z <<https://www.czso.cz/documents/10180/164986103/2800212202.pdf/101180d7-448b-499c-9098-c03f5af183ca?version=1.1>>

Tabulka č. 2: Odhad a příklad průměrné spotřeby pitné vody v domácnosti v Praze (Pražské vodovody a kanalizace (online) [cit. 2023.01.05] dostupné z <<https://www.pvk.cz/vse-o-vode/pitna-voda/spotreba-vody/>>>

Tabulka č. 3: Stanovení dostupného objemu srážkových vod [m³/měsíc] (ČSN EN 16941-1: Zařízení pro využívání nepitných vod na místě – Část 1: Zařízení pro využití srážkových vod, 2021)

Tabulky č. 4 a 5: Průměrná spotřeba vody na toaletě pro členy domácnosti za každý měsíc (vlastní zdroj)

Tabulka č. 6: Průměrná spotřeba vody na toaletě dohromady s vodou na zalévání zahrady (vlastní zdroj)

Tabulka č. 7: Vypočítaný dostupný objem srážkových vod za časový úsek jeden měsíc (Český hydrometeorologický ústav, 20023 + Vzorec 1 + vlastní zdroj)

Tabulka č. 8: Porovnání uspořené dešťové vody se spotřebou na splachování + zalévání zahrady (vlastní zdroj)

Tabulka č. 9: Výpočet ceny vodného na každý měsíc (vlastní zdroj)