

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra plánování krajiny a sídel



Diplomová práce

Hospodaření s dešťovou vodou ve městě  
Kralupy nad Vltavou

Magistrant: MICHAELA EK HARDOVÁ

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

2023

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

Fakulta životního prostředí

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Michaela Ekhardová

Regionální environmentální správa

Název práce

**Hospodaření s dešťovými vodami ve městě Kralupy n. V.**

Název anglicky

**Use of harvested rainwater in town of Kralupy n. V.**

---

## **Cíle práce**

Navrhněte optimální způsoby a postup jejich implementace pro hospodaření s dešťovými vodami pro město Kralupy n. V. V současné době je dešťová voda sváděna do jednotné kanalizace, ale v budoucnu je zájem o oddělení dešťové vody.

## **Metodika**

Vypracujte Přehled legislativy, norem a pod. a také dosud známých postupů a technologií. Vytipujte několik modelových oblastí v zájmovém území, na kterých budete demonstrovat optimální Vámi zvolené optimální řešení.

**Doporučený rozsah práce**

40 stran + přílohy

**Klíčová slova**

dešťová voda, kanalizace, využití, realizace

---

**Doporučené zdroje informací**

Drinan J. E., Whiting N. E., 2000: Water and wastewater treatment. A Guide for the Nonengineering Professional. CRC Press LLC, Boca Raton, 317 s.

Novák J. a kol., 2003: Příručka provozovatele stokové sítě. Medim pro SOVAK ČR, Libeznice u Prahy, 156 s.

Šálek J., Kriška M., Pírek O., Plotěný K., Rozkošný M., Žáková Z., 2012: Voda v domě a na chatě – využití srážkových a odpadních vod. Grada Publishing, a.s., Praha, 144 s.

Švehla P., Balík J., Tlustoš P., 2007: Odpadní vody. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 142 s.

---

**Předběžný termín obhajoby**

2022/23 LS – FŽP

**Vedoucí práce**

Dr. Ing. et Ing. Miroslav Kravka

**Garantující pracoviště**

Katedra plánování krajiny a sídel

Elektronicky schváleno dne 21. 2. 2022

**prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 22. 2. 2022

**prof. RNDr. Vladimír Bejžek, CSc.**

Děkan

V Praze dne 25. 03. 2023

---

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci „Hospodaření s dešťovou vodou ve městě Kralupy nad Vltavou“ vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v textu práce a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na jejím konci. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 23.03.2023

---

### **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala především vedoucímu své diplomové práce za poskytnutí cenných rad a informací. Poděkování patří rovněž rodině a přátelům, kteří mě po celou dobu studia podporovali a utvrzovali v dosažení cílů.

V Praze dne:

## **Abstrakt**

Diplomová práce je zaměřena na hospodaření s atmosférickými srážkami v České republice přesněji v Kralupech nad Vltavou. Cílem práce je přiblížit dostupné možnosti hospodaření se srážkovými vodami včetně podrobnějšího popisu využití, a objasnění hospodaření s vodami v rámci legislativy. V další polovině se práce zaměřuje přímo na konkrétní lokalitu ČR, a to město Kralupy nad Vltavou s návrhem řešení hospodaření s dešťovou vodou ve stálé zástavbě města s ekonomickým náhledem na situaci. Příklad bude v práci ukázán na budově mateřské školy, rodinném domě ve staré a nové zástavbě v Kralupech nad Vltavou. Diskuse pak obsahuje zhodnocení ekonomického i ekologického přínosu. V závěru je zhodnocen celkový vývoj hospodaření se srážkovými vodami.

## **Klíčová slova:**

dešťová voda, kanalizace, využití, realizace

## **Abstract**

The thesis is focused on the management of atmospheric precipitation in the Czech Republic, specifically in Kralupy nad Vltavou. The aim of the thesis is to present the available options for managing precipitation water, including a detailed description of their utilization, as well as to clarify the legislation surrounding water management. The second half of the thesis focuses on the specific location in the Czech Republic, namely the city of Kralupy nad Vltavou, with a proposal for managing rainwater in the city's permanent buildings with an economic outlook on the situation. An example will be shown in the work on a kindergarten building, a family house in an old and new development in Kralupy nad Vltavou. The discussion then includes an assessment of the economic and ecological benefits. Finally, the overall development of precipitation water management is evaluated.

## **Keywords:**

Rain water, sewerage, use, realization

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Cíl práce .....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Metodika.....</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Problematika dešťových vod v ČR.....</b>	<b>4</b>
<b>4.1</b>	<b>Nakládání s dešťovými vodami v rámci ČR.....</b>	<b>4</b>
<b>4.2</b>	<b>Porovnání srážkových vod v přirozeném a urbanizovaném území.....</b>	<b>5</b>
4.2.1	Srážkové vody v přirozeném území.....	6
4.2.2	Srážkové vody v urbanizovaném území .....	6
<b>4.3</b>	<b>Znečištění srážkových vod a jejich kvalita .....</b>	<b>7</b>
<b>4.4</b>	<b>Rozdíly v hospodaření s dešťovou vodou u malých a velkých objektů.....</b>	<b>9</b>
4.4.1	Hospodaření s dešťovou vodou u velkých objektů .....	9
4.4.2	Hospodaření s dešťovou vodou u malých objektů.....	10
<b>4.5</b>	<b>Dotační programy a projekty v rámci ČR.....</b>	<b>11</b>
<b>4.6</b>	<b>Právní předpisy a legislativy HDV v ČR .....</b>	<b>13</b>
4.6.1	Evropská norma EN 16941-1 – Systémy pro využití nepitné vody na místě_ Část 1: Systémy pro využití dešťových vod .....	13
4.6.2	Zákon 254/2001 Sb. – Vodní zákon.....	13
4.6.3	Zákon 274/2001 Sb. – Zákon o vodovodech a kanalizacích.....	14
4.6.4	Zákon 183/2006 Sb. – O územním plánování a stavebním řádu .....	14
4.6.5	Zákon 275/2013 Sb. – O vodovodech a kanalizacích .....	14
4.6.6	Vyhláška 501/2006 Sb. – O obecných požadavcích na využívání území ve znění vyhlášky č. 269/2009 Sb. ....	15
4.6.7	Vyhláška č.268/2009 Sb. – O technických požadavcích na stavby .....	15
<b>5</b>	<b>Hospodaření s dešťovou vodou – Kralupy nad Vltavou.....</b>	<b>16</b>
<b>5.1</b>	<b>Nakládání s dešťovými vodami v rámci území Kralup nad Vltavou.....</b>	<b>16</b>
5.1.1	Územní plán výstavy Kralupy nad Vltavou .....	18
<b>5.2</b>	<b>Využívání dešťových vod – současný stav .....</b>	<b>20</b>
<b>6</b>	<b>Typové řešení nakládání s dešťovými vodami v Kralupech nad Vltavou .....</b>	<b>21</b>
<b>6.1</b>	<b>Vybrané objekty .....</b>	<b>25</b>
6.1.1	(Veřejná budova) mateřská školka v Kralupech nad Vltavou v ulici Generála Klapálka.....	25
6.1.2	Rodinný dům ve staré zástavbě.....	27
6.1.3	Rodinný dům v nové zástavbě (rezidence Minice).....	28



<b>6.2</b>	<b>Výpočet dopadu srážkových vod na střešní plochu .....</b>	<b>30</b>
6.2.1	mateřská školka .....	30
6.2.2	Rodinný dům ve staré zástavbě.....	34
6.2.3	Rodinný dům v nové zástavbě .....	35
<b>6.3</b>	<b>Popis instalace a užití.....</b>	<b>37</b>
6.3.1	mateřská školka .....	37
6.3.2	Rodinný dům ve staré zástavbě.....	39
6.3.3	Rodinný dům v nové zástavbě .....	40
<b>6.4</b>	<b>Výpočet – Odhad .....</b>	<b>41</b>
6.4.1	mateřská školka .....	41
6.4.2	Rodinný dům ve staré zástavbě.....	42
6.4.3	Rodinný dům v nové zástavbě .....	42
<b>7</b>	<b>Porovnání současného a navrhovaného stavu s ekonomickým zhodnocením ....</b>	<b>44</b>
<b>8</b>	<b>Diskuse.....</b>	<b>45</b>
<b>9</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>46</b>
<b>10</b>	<b>Přehled použitých zdrojů.....</b>	<b>47</b>

# 1 Úvod

Voda, základní stavební prvek, ale také nezkrotný živel, který si lidé po staletí snaží získat na svoji stranu. V přírodě je jasně daný hydrologický cyklus, který bývá doprovázený změnou skupenství vody. Tento vodní cyklus má několik fází. Výparem se voda dostává do atmosféry, kde kondenzuje a přechází do formy oblaků. V oblacích se poté voda sráží, roste a dopadá na zem ve formě srážek. Většina srážek dopadne zpět do oceánů. Voda dopadající na zemský povrch se infiltruje do půdy, propustných hornin a zásobí podzemní i povrchové zdroje vody (Schneider a kol., 2011). Anebo jak napsal Kujal (2012) ve svém článku: „*Voda je fenomén, který podmiňuje vše živé na této zemi.*“

Voda, která však dopadá na zastavěné plochy, ať už rodinné domy, průmyslové objekty, budovy měst a betonové plochy, se nemá kam vsakovat. Tímto lidským zásahem je narušen přirozený koloběh vody a voda musí být uměle odváděna pryč. A to nejlépe do míst, kde její přirozený koloběh bude pokračovat, případně někam, kde bude srážková voda hojně využita. Dešťová voda by měla být poklad, jehož opětovné využívání významně přispěje ke zlepšení lidského hospodaření s životním prostředím. Využíváním dešťové vody přispějeme k ochraně vodních toků, půdy, fauny a flóry, ale také k ochraně před záplavami a zároveň i výskytu přívalových dešťů.

Bohužel je tomu ve většině případů právě naopak. V mnoha městech je dešťová voda přítěž či odpad, který je potřeba co nejrychleji odvézt z plochy města pryč. A tak je dešťová voda v nejčastějších případech odváděna společnou kanalizací pryč. Bez jakéhokoliv dalšího přínosného využití. V případě například vesnic je dešťová voda svedena do trativodů, které vyústíjí za vsí. Rozkvět využívání dešťových vod se nejvíce rozmohl v posledních pár letech. Velký problém v tomto „rozkvětu“ jsou finanční prostředky, které se pohybují ve velkých sumách. A tak dešťová voda dále končí nevyužita na čistírnách odpadních vod, spolu se splaškovými vodami.

Je to velká škoda, proto že dešťová voda je snadným a levným zdrojem závlahy. Ve srovnání s vodou pitnou neobsahuje chlor, minerály a soli, které nejsou na zalévání například zahrad vhodné. Srážková voda je i velmi přínosná pro umývání aut, splachování toalet a praní prádla. Tím, že neobsahuje minerály a soli, neničí tato voda spotřebiče a keramické toalety, na kterých se z pitné vody usazuje vodní kámen. Je to takzvaná měkká voda.

## **2 Cíl práce**

V diplomové práci budou představeny dešťové vody a jejich problematika. V další části bude uvažována hospodaření s dešťovými vodami v rámci území Kralup nad Vltavou a vybraných objektů, u kterých bude vypočtena plocha střech a průměrný dopad srážek na vybrané objekty. Dále bude představeno řešení, jak by mohlo být v rámci Kralup nad Vltavou nakládáno s dešťovými vodami. Na závěr bude zhodnoceno navržené řešení a jeho reálná proveditelnost.

### **3 Metodika**

Diplomová práce bude vypracovaná na základě příslušné odborné literatury k řešenému tématu a dotčené legislativy (norem ČSN, zákonů). V práci bude uvedena rovněž problematika dešťových vod, způsob hospodaření s dešťovou vodou v rámci Kralup nad Vltavou. Práce bude vycházet z územního plánu města a pochůzek z terénu. Podrobnou analýzou územního plánu vznikly oblasti, u kterých se díky rozdílné povaze a časování zástavby bude řešit nakládání s dešťovými vodami rozdílně. Pro každý typ území bude zvolen jeden typický příklad stavby, pro který bude zpracován model nakládání s dešťovou vodou. Na základě získaných výsledků ze zpracovaného postupu bude navrženo opatření nakládání s dešťovými vodami pro město.

## 4 Problematika dešťových vod v ČR

V rámci České republiky potažmo i celého světa, je hospodaření s vodními zdroji stále velkou otázkou. S rozrůstající populací ve světě, ale v českém státě je velmi důležité s vodními zdroji zacházet tak, aby byl přírodní koloběh vody co nejméně omezen (World Population Review, 2021).

S rozrůstající populací vroste i poptávka po vodě, které s touto přítěží nárůstu obyvatel bude nedostatek (Flörke et al., 2018).

Využívání především pitné vody lze alespoň částečně nahradit. Nejvíce se nabízí právě využívání dešťové vody, která v rámci našich měst obvykle končí ve společné kanalizaci se splaškovou vodou. V důsledku zacházení s dešťovou vodou jako s odpadem, dochází nejen k ubývání podzemních vod, které se vsakováním dešťové vody doplňují, ale také je to z ekonomického hlediska velmi neúspěšné.

Voda na zemi nepřibývá a ani nikam nemizí. Jak tedy může být možné, že je vody nedostatek. Tento „jev“, je způsobený tím, že voda neustále cirkuluje, mění svou podobu a místo. Příkladem je tání ledovců a zvyšování hladiny moří či oceánů a oproti tomu vysychání zásob sladké vody a ztenčování rezervoárů vody podzemní. Například v České republice vodu získáváme především ze srážek. Naštěstí za posledních odhadem deset let se jejich množství nezměnilo. Což se bohužel o velké části světa říct nedá.

### 4.1 Nakládání s dešťovými vodami v rámci ČR

V České republice je nakládání s dešťovou vodou v rámci legislativy již specifikováno. Máme tři způsoby nakládání s dešťovou vodou dle legislativy. Například dle Stavebního zákona 183/2006 Sb., či vyhláška o dokumentaci staveb č. 499/2006 Sb.

- Srážkovou vodu nechat vsakovat

Vsakování srážkové vody je nejpřirozenější forma koloběhu vody. Díky vsakování se srážková voda dostane do podzemních vod, které rok od roku ubývají.

- Vsakování kombinované s retencí vč. regulovaného odpouštění
- Retence a regulovaný odtok

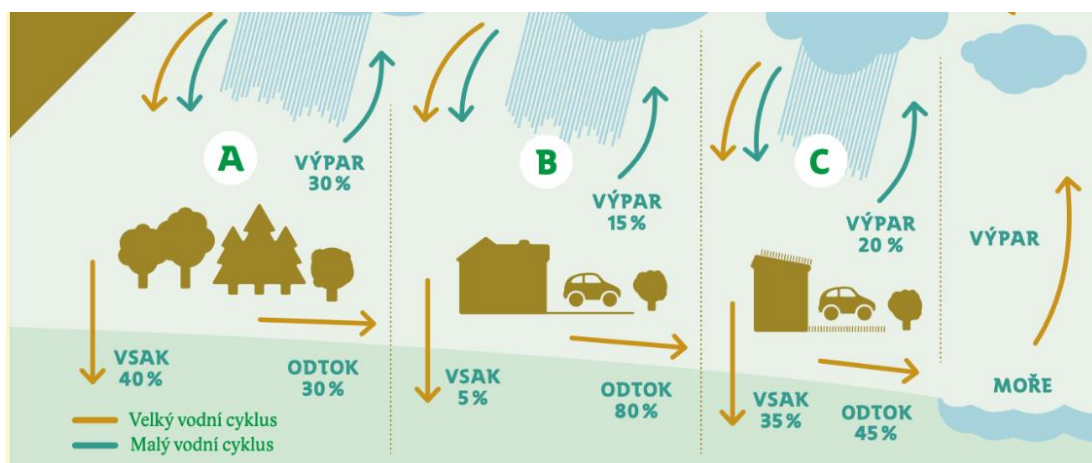
Tyto dvě varianty jsou vytvářeny z bezpečnostních a ekologických důvodů. Díky zpevněným a zhutněným plochám spadlá srážková voda rychle odtéká pryč do vodních toků a kanalizací, které nemají dostatečnou kapacitu. Nejideálnější je zachytávání vod v místě dopadu a její využití tak, aby dešťová voda nahradila vodu

pitnou. Například: zalévání zahrad, splachování WC, umývání aut či praní prádla, nebo ochlazování městských ulic v teplých klimatických podmínkách letních dnů. Tato možnost je především ekologická a ekonomická.

Novel stavebního zákona udává, že pro získání stavebního povolení pro novou výstavbu, rozhodnutí o dodatečném povolení stavby, o změně stavby, o změně užívání stavby i kolaudačního souhlasu je dáno, že na pozemku musí majitel zajistit vsakování dešťové vody. Dle normy ČSN 75 9010 (pro návrh, výstavbu a provoz vsakovacích zařízení) je povinnost každého, navrhnout při nové výstavbě systém vsakování a nakládání s dešťovou vodou na základě hydrogeologického posudku. (Návrh ČSN 75 9010 Návrh, výstavba a provoz vsakovacích zařízení srážkových vod)

Při nové výstavbě domů (jak bylo již zmíněno výše), je zacházení se srážkovými vodami dané novelou zákona. Problém nastává při řešení hospodaření s dešťovou vodou v zástavbě původní, a to především ve velkých městech. Do staré zástavby měst se hůře navrhuji možné návrhy, jak se srážkovou vodou naložit. Je to nejen velmi technicky náročně, ale především finančně nákladné. (Chang a kol., 2018)

## 4.2 Porovnání srážkových vod v přirozeném a urbanizovaném území



Obrázek 1: rozdíl koloběhu vody v přírodním a městským prostředí (Škechotvá, 2017)

Na obrázku výše je ukázka vsaku dešťové vody v přirozeném a urbanizované území. Velký problém mezi těmito rozdílnými prostředí je v tom, že v urbanizovaném území dešťová voda, která spadne na zastavěnou plochu, ztrácí přirozený koloběh vody, který je pro ekosystém země nepostradatelný. Je to způsobeno především tím, že voda v urbanizovaném území je svedena ze střech

a dlažby rovnou do kanalizace a odváděna pryč. Tímto počinem přicházíme o přirozený zdroj vody, který je nenahraditelný. Oproti tomu v přirozeném prostředí, (bez nepropustných ploch) se voda vsakuje, vypařuje a napájí přirozené zdroje vody, které k životu potřebuje vše živé na této planetě. (Liu a kol., 2019)

#### **4.2.1 Srážkové vody v přirozeném území**

V přirozeném prostředí (prostředí bez zástavby a betonových či jinak zpevněných ploch) se voda dopadající na povrch vsákne do zemské půdy, která vodu absorbuje a nechá ji protéct všemi vrstvi povrchu. Díky tomu může srážková voda přirozeně doplňovat zásoby podzemních vod. Další část dešťové vody dopadá na hladiny řek, moří, oceánů a veškerých vodních ploch. Voda dopadající na vodní tok s přirozeným vegetačním krytem infiltruje až padesát procent vody dopadající na povrch území. Z tohoto množství polovina taktéž odteče do podzemních vod a jen deset procent představuje povrchový odtok. Tímto se voda dostává do přirozeného koloběhu, o který v urbanizovaném prostředí přicházíme. (Vítek a spol., 2015)

*Voda je jen jedna-ta, která na naše území dopadá ve formě srážek. Systém podzemních a povrchových vod jsou navzájem provázány.“ (Finfrlová, 2015)*

#### **4.2.2 Srážkové vody v urbanizovaném území**

Urbanizovaná území jsou specifická velkou mírou nepropustných ploch (např. parkoviště, budovy, nádvoří, chodníky, komunikace a další) které zamezují srážkové vodě přirozený koloběh. Voda dopadající na takové území se nemá kam vsáknout a po zpevněném či jiném povrchu odtéká rychle pryč. Z tohoto důvodu dochází k přetížení společné kanalizace potažmo čistírny odpadních vod. Bohužel dochází i k rychlejšímu povrchovému odtoku a snížení schopností regulovat kulminační průtok. Díky tomu dochází i k vyššímu výskytu např. lokálních povodní. S nárůstem zastavěných ploch vzniká i přetížení kapacity stokových sítí, které nejsou pro tak velký nárůst zastavěných ploch dimenzovány. (Anonym, 2022)

Během suchých dnů jsou na zpevněných plochách usazovány různé mastnoty a nečistoty, které jsou v období dešťů splachovány spolu s vodou do kanalizační sítě. V případě přehlcení sítí, má většina měst zbudované kanalizační přepady, které jsou vedeny do vodních toků. V případě, že se jednalo o čistou dešťovou vodu, bylo by vše z hlediska znečištění toků v pořádku. Voda je však do toků vyplavována se všemi možnými nečistotami z povrchů, na které dopadá, včetně splaškových vod, se kterou

je z devadesáti procent dešťová voda smíchána. Tím dochází k znečišťování toků ve městě. Z bezpečnostního hlediska je lepší v urbanizovaném území dešťovou vodu zadržovat a nechat ji postupně vsakovat.

### 4.3 Znečištění srážkových vod a jejich kvalita

U dešťových vod bychom předpokládali, že znečištění nebude prakticky žádné. Opak je však pravdou. I dešťové vody podléhají vlivům a činnostem lidí na zemi. Již v atmosféře dochází ke kontaminaci vody chemickými látkami, které atmosféra obsahuje. Míra znečištění je rovna míře znečištění vzduchu. Poté, co voda projde atmosférou, získá mírnou kyselost tzv. pH.

Znečištění dešťové vody můžeme rozdělit do tří skupin:

- Látky rozpuštěné a nerozpuštěné v atmosférických srážkách
- Znečištění, která vznikají při kontaktu s materiály na povrchu země
- Znečištění nahromaděné při bezdeštném období

Velikost obsažené nečistoty v dešťovém odtoku určíme dle:

- Délkou bezdeštného období
- Objemem dešťového odtoku
- Intenzitou a objeme atmosférických srážek

Zdroje látek znečišťující srážkové vody:

- Spalování umělých hmot s obsahem PVC (sloučeniny chlóru -Cl)
- Hnojení v zemědělství (uhličitany a amonné ionty)
- Spalování fosilních paliv a výfukové plyny (Sulfan- $H_2S$ , Oxid siřičitý- $SO_2$ , Oxid dusičitý- $NO_2$ , Oxid dusnatý- $NO$ , Oxid dusný- $N_2O$ )
- Ostatní (například těžké kovy)

Většina látkového znečištění, je doprovázena takzvaným „prvním splachem“. Efekt prvního splachu (1-3 milimetry deště), v podstatě snižuje podíl znečištění pro další nával dešťové vody. V ideálním případě by bylo nejlepší řešení první splach dešťové vody oddělit, toto řešení je však nemožné. Dešťová voda je zrcadlem, jak přirozené činnosti zemského povrchu, tak i antropogenního znečištění především kouřovými plyny a dopravou (Raček, 2016).

Velký podíl na znečištění dešťové vody pochází ze střešní krytiny dle toho, z jakého materiálu je střecha vyrobena. Další znečištění se do vody dostává z materiálů na zemi, kam voda dopadá. Některé povrchy a krytiny střech vlivem



slunce, mrazu, vody a větru degradují a uvolňují do vody částičky materiálu. Jako například betony, kovy a nátěry, které tvoří značnou míru znečištění ve srážkových vodách. Velký potenciální problém je i v zastaralých střešních krytinách, které jsou i přes zákaz a nevhodnost stále na některých plochách k vidění. Jsou jimi například eternity a barvy s velkým obsahem pesticidů. Z těchto materiálů se uvolňují nežádoucí látky, které se na srážková voda navážou. Tyto vody po sléze není možné zasakovat, ani jinak využívat a je zapotřebí vodu odvézt kanalizací na čistírnu odpadních vod. (Schuetze, 2013)

Hygienická stanice má určité požadavky na kvalitu srážkových vod. Užíváním dešťové vody z hlediska jejího složení nesmí dojít:

- K ohrožení zdraví uživatele
- Ke kontaminaci životního prostředí
- K ohrožení kvality pitné vody v důsledku špatné instalace
- K omezení komfortu užívání pitné vody (Dvořáková, 2007).

Druh znečištění	Požadavky na složení dešťové vody ze střech			
	Závlahy	Úklid	WC	Praní prádla
Nerozpuštěné látky	Inertní NL jsou neškodné	Při vyšších koncentracích nevhodné		Zpravidla nutná úprava (filtrace)
Organické látky	Inertní a lehce odbouratelné jsou neškodné	Zpravidla bez významu	Zpravidla bez významu	V obvyklých koncentracích bez významu
Těžké kovy	Nebezpečí akumulace v půdní vrstvě			
Pesticidy	Ohrožení rostlin a půdních organismů			
Mikroorganismy				
Barva	Zpravidla bez významného vlivu	Zpravidla bez významného vlivu	Zpravidla bez významu	Nebezpečí obarvení
Zápach				Zpravidla bez významu
Agresivita vody				Podle složení vody a typu pračky
Celkové posouzení	Dešťová voda ze střech je často mnohem vhodnější než pitná voda	Použití zpravidla bez omezení	Použití zpravidla bez omezení	V případě nadbytku dešťové vody a v kombinaci s pitnou vodou pro poslední fázi pracího procesu

Obrázek 2: Požadavky na látkové složení dešťové vody ze střešní krytiny (Dvoříková, 2007)

## 4.4 Rozdíly v hospodaření s dešťovou vodou u malých a velkých objektů

Srážkové vody podléhají ochraně dle Vodního zákona 254/2001 Sb.. Hlavní rozdíl v hospodaření s dešťovou vodou vychází z platné legislativy a také je rozdíl udán charakterem staveb. Dále odtok dešťových vod podléhá zákonu o vodovodech a kanalizaci č. 274/2001 Sb..

### 4.4.1 Hospodaření s dešťovou vodou u velkých objektů

K velkým objektům na hospodaření s dešťovou vodou patří skladové, průmyslové a zemědělské objekty. Stavební pozemek u takových objektů, se vždy vymezuje tak, aby na pozemku bylo řešeno:

- Zadržování, nebo vsakování dešťových vod na pozemku

- Zadržování v množství 20 mm denního úhrnu srážek před jejich svedením do vodního toku, nebo jednotné kanalizace pro veřejnou potřebu

U velkých objektů se hospodaření s dešťovou vodou řeší:

- Vsakování

Vsakování u velkých objektů je podmíněno dobrými hydrogeologickými podmínkami a dostatečnou propustností podloží, s hladinou podzemní vody alespoň jeden milimetr pod plánovanou úrovní dna vsakovacího objektu. Dále je zapotřebí dodržet odstup min. 1,5násobku hloubky základů budov a odstup od stromů min. poloměr koruny dospělého stromu.

- Akumulací

Akumulace vody je ekologická a ekonomicky přípustná. Toto řešení je vhodné v případě, že je reálné její využití v technologických procesech, nebo zavlažování.

- Retencí

K retenci dešťové vody s postupným vsakem se přistupuje tehdy, není-li možné její vsakování a také v případě, že pro dešťovou vodu není vhodné využití. Retenční nádrže umožní zachycení srážkové vody a její postupné řízené odvádění do recipientu, případně kanalizace. V tomto případě je zapotřebí souhlasu správce kanalizace, nebo vodního toku (Mudroch, 2008).

#### **4.4.2 Hospodaření s dešťovou vodou u malých objektů**

Do skupiny malých objektů řadíme především rodinné domy. U malých objektů jsou podmínky hospodaření s dešťovou vodou dány vyhláškou 501/2006 Sb., stanoví v § 21 odst. (3): Vsakování srážkových vod na pozemcích pro bydlení je splněno, za předpokladu že poměr výměry části pozemku schopné vsakování srážkové vody k celkové výměře pozemku činí v případě:

- Samostatně stojícího rodinného domu a stavby pro rodinnou rekreaci nejméně 0,4
- Řadového a rodinného domu 0,3

Řešení dešťových vod v rámci malých objektů:

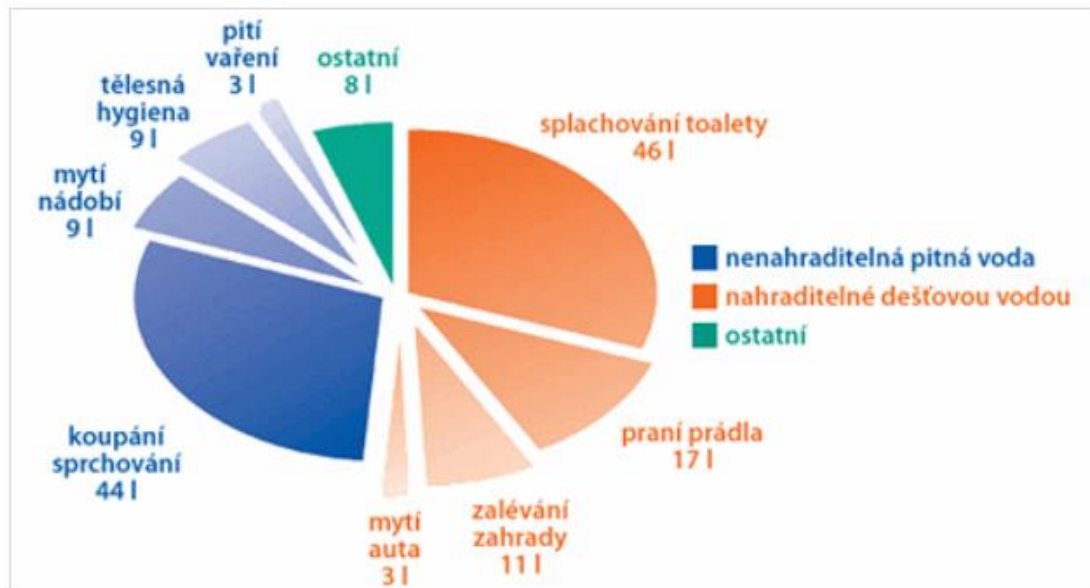
- Vsakování

Výše uvedenou podmínku splňuje většina pozemků, ale z důvodu přetížení kanalizace a v některých lokalitách chybějící kanalizace, je velká část domů nucena dešťovou vodu zužítkovat na soukromém pozemku stavebníka. Vsakování

je neekonomičtější a zároveň nejjednodušší způsob zbavování dešťové vody z pozemku.

- Akumulace

Akumulace dešťové vody je v rámci domácnosti stále více žádané, a to především z ekonomického hlediska. Z grafu níže je patrné, že v domácnosti se dá pitná voda nahradit vodou dešťovou až z poloviny. V rámci domácnosti ji můžeme využít od zalévání zahrad až po splachování toalety (Mudroch, 2008).



Obrázek 3: nahrazení pitné vody za vodou dešťovou (Mudroch,2008)

## 4.5 Dotační programy a projekty v rámci ČR

V České republice bylo od roku 2017 vyhlášeno několik kol dotací na podporu hospodaření s dešťovou vodou.

- Dešťovka I (27.dubna 2017)

První kolo dotace „Dešťovka,, bylo vyhlášeno 27. dubna 2017 s rozpočtem 100 000 000 Kč. Tato dotace mohla pokrýt až 50% nákladů na tři typy projektů a byla pro velký zájem ukončena během 28 hodin od spuštění:

- Zachytávání srážkových vod na zalévání zahrady
- Akumulace srážkové vody pro splachování WC
- Zálivku a využití přečištěné odpadní vody jako vody užitkové,

- Dešťovka II (7. srpna 2017 – 11.října 2017)

Druhé kolo dotace „dešťovka,, bylo vyhlášeno 7. srpna 2017 pro velký zájem v prvním kole. Druhé kolo bylo navýšeno o 440 milionů korun. Toto kolo bylo taktéž pro tři typy projektů:

- Zachytávání srážkové vody na zalévání a zavlažování zahrady (až 55 000 Kč)
  - Akumulace srážkové vody pro zalévání zahrady i splachování v domácnosti (až 65 000 Kč)
  - Využití vyčištění odpadní vody jako vody užitkové s možným využitím vody srážkové (až 105 000 Kč)
- Nová zelená úsporám (Rodinné domy, Bytové domy)

Od října 2021 se dotační program „Dešťovka,, přesunul pod nový dotační program „Nová zelená úsporám,, která podporuje i hospodaření s dešťovou vodou.

Dotační program Dešťovka je program Ministerstva životního prostředí ČR, které podporuje udržitelné hospodaření s dešťovou vodou. Nejprve byl program vedený pod Národním programem životního prostředí. Od roku 2021 přešel pod program Nová zelená úsporám, který je financování z Národního plánu obnovy. (Resort životního prostředí, 2021)

Program „dešťovka,, je však ideální pro rodinné domy a nikoliv pro výstavbu velkých bytových komplexů.

- Nová zelená úsporám

Pod tuto dotaci přešel dotační program Dešťovka. Dotace na hospodaření s dešťovou vodou nalezneme v projektu Nová zelená úsporám pod názvem Dešťovka-dešťová a odpadní voda. O tuto dotaci si mohou požádat majitelé (vlastníci) stávajících rodinných domů, stavebníci bytových domů, nabyvatelé bytového domu (kterým svědčí právo stavby), pověření vlastníci bytových jednotek, společenství vlastníků bytových jednotek stávajících bytových domů a příspěvkové organizace zřízené územními samosprávnými celky. Ovšem u novostaveb nelze čerpat dotaci na využití dešťové vody pouze pro zálivku (Státní fond životního prostředí, 2017).

- Projekt Počítáme s vodou

Tento projekt vznikl v červnu 2013 a poběží až do prosince 2024. Pod projekt „Počítáme s vodou“ patří opatření, která vedou, k udržení vody v krajině a napodobení odtokových poměru před zastavováním území. Zařízení zabývající

se problematikou hospodaření s dešťovými vodami podporují výpar, vsakování a zpomalování odtoku do lokálního koloběhu vody. Také sem patří i akumulace a užívání srážkové vody, jako například u projektu „Dešťovka“.

## **4.6 Právní předpisy a legislativy HDV v ČR**

Dešťová voda neboli povrchové voda vzniklá z vod srážkových. Stále více rozebírané téma, které se čím dál častěji dostává do podvědomí veřejnosti. Budeme-li se zabývat dešťovou vodou v rámci platné legislativy zjistíme, že termín „srážková voda“ nedefinuje žádný právní předpis. Definice zní, že se jedná o vodu v různém skupenství (pokud je ve vznosu) a nedotýká se tedy žádným kouskem svého momentálního objemu zemského povrchu a ani stavebních děl na něm umístěných (Ministerstvo zemědělství České republiky, 2006).

### **4.6.1 Evropská norma EN 16941-1 – Systémy pro využití nepitné vody na místě\_ Část 1: Systémy pro využití dešťových vod**

V červnu roku 2018 byla tato norma vydána v České republice, a to pouze v anglickém jazyce. Vydána byla pouze první část, která se zabývá systémem pro využití dešťových vod. V budoucnu se plánuje ještě druhá část normy, která se bude týkat hospodaření se šedými vodami (EN 16941-1 On-site non-potable water systems, 2018).

Norma je platná pro projektování, dimenzování, instalování a uvedení do provozu vč. údržby zařízení pro využití srážkových vod.

### **4.6.2 Zákon 254/2001 Sb. – Vodní zákon**

Tento zákon uvádí, že Likvidace srážkových vod ze zpevněných ploch a střech jednotlivých domů a pozemků sloužící k ochraně těchto pozemků a staveb proti nevhodným účinkům povrchových vod se jedná dle § 6 odst. 1 zákona o vodách jedná o obecné nakládání povrchovými vodami. K takovému nakládání není potřeba povolení vodoprávního úřadu (Chaloupka, 2006).

Dále se uvádí v § 5 odst. 3, že stavebník je povinen zadržovat na pozemku povrchové vody vzniklé dopadem atmosférických srážek s následným využití srážkové vody, popřípadě jejím vsakováním či výparem. Anebo kombinací požadovaných způsobů nakládání s dešťovou vodou (zákon 254/2001 Sb., 2001).

#### **4.6.3 Zákon 274/2001 Sb. – Zákon o vodovodech a kanalizacích**

Tento zákon o vodovodech a kanalizacích uvádí způsoby odvádění srážkové vody, když není možné jejich zasakování, ani samostatný odvod do recipientu a je nutné odvádění jednotnou kanalizací. *V § 2 v odstavci 2 „Kanalizace je provozně samostatný soubor staveb a zařízení zahrnující kanalizační stoky k odvádění odpadních vod a srážkových vod společně nebo odpadních vod samostatně a srážkových vod samostatně, kanalizační objekty, čistírny odpadních vod, jakož i stavby k čištění odpadních vod před jejich vypouštěním do kanalizace. Odvádí-li se odpadní voda a srážková voda společně, jedná se o jednotnou kanalizaci a srážkové vody se vtokem do této kanalizace přímo, nebo přípojkou stávají odpadními vodami. Odvádí-li se odpadní voda samostatně a srážková voda také samostatně, jedná se o oddílnou kanalizaci. Kanalizace je vodním dílem“* (zákon pro lidi, 2001).

Například v § 1 odst. 3 se uvádí, že kanalizace sloužící k odvádění povrchových vod, vzniklých odtokem srážkové vody. Dále zákon uvádí v § 19 odst. 6, že pokud není odváděné množství dešťové vody (do jednotné kanalizace přípojkou, nebo uliční vpustí) měřeno, bude vypočteno na základě právního prováděcího předpisu. Tento výpočet musí být součástí smlouvy o odvádění odpadních vod.

V § 20 odst. 6 jsou popsány výjimky, které nemají povinnost platit za odvádění srážkových vod do kanalizace. Povinnost uhradit platbu za odvádění dešťových vod do kanalizace pro veřejnou potřebu se nevztahuje na plochy komunikací, drážních ploch, zoologických zahrad, hřbitovů a nemovitostí určené k trvalému bydlení (Krejčí a kol., 2002)

#### **4.6.4 Zákon 183/2006 Sb. – O územním plánování a stavebním řádu**

Tento zákon je hlavním dokumentem pro zásady územního plánování a odkazuje na všechny prováděcí vyhlášky. V § 103 odst. 1 oddíl b, je specifikovaný termín „dešťové vody“.

#### **4.6.5 Zákon 275/2013 Sb. – O vodovodech a kanalizacích**

Tímto zákonem se mění zákon 274/2001 Sb.

#### **4.6.6 Vyhláška 501/2006 Sb. – O obecných požadavcích na využívání území ve znění vyhlášky č. 269/2009 Sb.**

Tato vyhláška stanovuje dle § 20 odstavec 5c, že stavební pozemek se vždy stanovuje tak, aby na něm bylo vyřešeno odvádění a vsakování vody, není-li využita jinak. V případě, že není plánováno jiné řešení nakládání s dešťovými vodami, musí být řešeno:

- Přednostně vsakování srážkové vody
- Zadržování a regulování odtoku dešťové vody
- V případě zamezené možnosti odvádění do povrchových vod, musí být provedeno regulované odvádění do jednotné kanalizace (případně oddělené) (Káda, 2013).

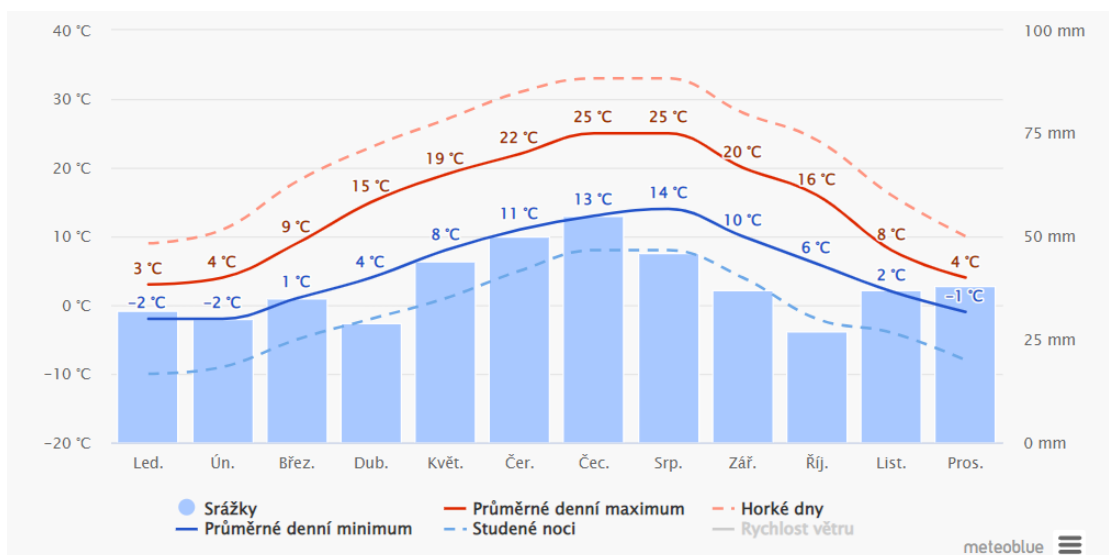
#### **4.6.7 Vyhláška č.268/2009 Sb. – O technických požadavcích na stavby**

V této vyhlášce je v § 6 odstavci 4 řečeno totéž, jako ve vyhlášce 501/2006 Sb. O obecných požadavcích na využívání území s tím rozdílem, že v této vyhlášce je požadavek situovaný přímo na stavebníka.



## 5 Hospodaření s dešťovou vodou – Kralupy nad Vltavou

Kralupy nad Vltavou jsou město, situované ve Středočeském kraji, okres Mělník. V rámci tohoto území je četnost dešťů spíše mírná. Za posledních 30 let, jak je obsaženo v grafu níže, byla průměrná četnost srážek 25 mm. (Metablue, 2006-2022)



Obrázek 4: srážky v Kralupech nad Vltavou za posledních 30 let (Metablue, 2006-2022)

I přes mírný dopad srážek na toto území, je problém hospodaření s dešťovou vodou stále veliký. Tato problematika se bohužel netýká jen tohoto území, ale území celé České republiky a není troufalé napsat, že i celosvětově. Dešťové vody jsou ve většině případů odváděny pryč z místa dopadu. Bez dalšího využití. (Ekhardová, 2022)

### 5.1 Nakládání s dešťovými vodami v rámci území Kralup nad Vltavou

V rámci Kralup nad Vltavou je hospodaření s dešťovou vodou stále opomíjeným tématem. Městu chybí vypracovaný plán, který by řešil hlavní směry rozvoje systému odvodnění města. Jako například způsoby pro zachycení srážkových vod, popřípadě možnosti využití srážkových vod za účelem závlahy městské zeleně. Města vč. Kralup nad Vltavou se snaží vymýšlet co se srážkovými vodami, které dopadají na budovy a zpevněné plochy měst, a to především ve stávající zástavbě. V případě výstavby nové, novela stavebního zákona ukládá stavebníkům povinnost,

mít dešťovou vodu na vlastním pozemku vyřešenou, a to včetně pozemků města. Novela stavebního zákona udává, že mají problematiku dešťových vod vyřešit vsakováním, či zadržováním vody na pozemku.

Kralupy nad Vltavou v současné době mají částečnou dešťovou kanalizaci, které však ústí do řeky Vltavy. Dle strategického plánu města Kralupy nad Vltavou by správce dešťové kanalizace měly být Technické služby Kralupy nad Vltavou, které však s touto situací nemohou nic dělat. (analýza města Kralupy nad Vltavou, 2017).

Jak již bylo řečeno výše, město má jen malou část dešťové kanalizace. Ostatní dešťová voda je svedena do společné kanalizace se splaškovou a šedou vodou. Toto řešení odvádění srážkové vody co nejrychleji z města pryč, je (pro zatím) pro většinu měst České republiky jediné řešení. Tato varianta je z přelomu devatenáctého až dvacátého století, kdy byla třeba vyřešit situace znečištění v ulicích, které doprovázeli různé infekční nemoci. Tato situace byla způsobena povrchovým odtokem dešťových a splaškových vod, které bylo třeba vyřešit. Řešením bylo plošné budování stokových systémů. Ve většině případů to byly jednotné kanalizace, kde se smíchávají splaškové a dešťové vody. Postupem času se přidala i kanalizace oddělená kdy již byl zajištěn průtok dešťových vod zvlášť. Tyto systémy často fungují dodnes. Bohužel na dnešní poměry a rozrůstající se zastavěnost jsou nedostatečné. Nemají dostatečně navrženou kapacitu. (Město Kralupy nad Vltavou, 2021)

Stokové sítě v Kralupech nad Vltavou při deštích nestíhají pobírat množství vody, které je k aktuálně několikanásobné než před desítkami let, kdy byly navrženy. A tak se často stává, že při vydatných deštích je kapacita nedostatečná a jsou hojně zapojené přepady, kdy nadbytečná voda odtéká samovolně z kanalizace ven. Nejčastěji voda odtéká do vodních toků, v případě Kralup nad Vltavou přepady ústí do řeky Vltavy a Zákolanského potoka. A s vodou vytékají přes přepady odtékají i naplavené nečistoty. Z výše zmíněných důvodů by bylo potřeba vyřešit problematiku nedostatečné kapacity společné kanalizace a přehlčení čistírny odpadních vod. (Ekhardová, 2022)

Konkrétně na stokové síti v Kralupech nad Vltavou je celkem třináct odlehčovacích komor, které jsou vypouštěny do vodních toků. Konkrétně do Řeky Vltavy a Zákolanského potoka, který protéká centrem města. Celková délka stokové sítě je 43,6 km. Všechny vody (splaškové, dešťové, z výrobní činnosti i městské

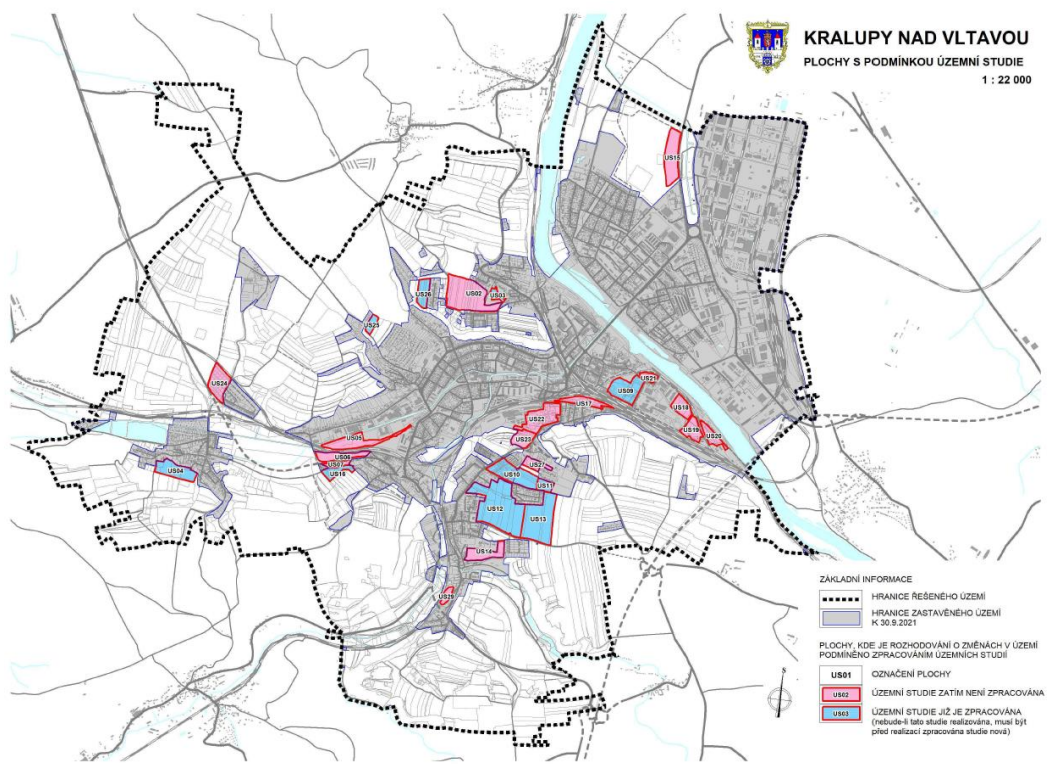
vybavenosti) jsou odváděny gravitačně na ČOV, která je umístěna mezi Kralupy nad Vltavou a Veltrusy. (Anonym, 2023)



Obrázek 5: ČOV Česká rafinérská, a.s. Kralupy nad Vltavou (Časopis stavebnictví,2017)

### 5.1.1 Územní plán výstavby Kralupy nad Vltavou

Územní plán výstavby je pro hospodaření s dešťovou vodou velmi zásadní. Z územního plánu je možné rozlišit původní/starou zástavbu města, které je z devadesáti procent zaústěna do společné kanalizace města a odváděna do městské čistírny odpadních vod a novou zástavbu/případně plánovanou zástavbu, u které je již zákonem dané, že v rámci nové zástavby musí být vyřešeno hospodaření s dešťovou vodou. V bodě 4.6 jsou podrobněji popsány zákony a vyhlášky, které odkazují na hospodaření s dešťovou vodou v rámci pozemků měst a obcí. Další, kdo může u území města/obce upravovat hospodaření a nakládání s dešťovou vodou, je město samo. V rámci již zmíněného územního plánu, by mělo být řešena takzvaná vodohospodářská příloha územního plánu. Tato příloha územního plánu městu sděluje, kde by se například měla vybudovat dešťová kanalizace v případě rozvoje města a kde naopak není nutná a lze dešťovou vodu vyřešit jiným způsobem.



Obrázek 6: Územní plán Kralupy nad Vltavou k 30.9.2022 (mestokralupy,2022)

Z výše uvedeného územního plánu města vidíme v šedé barvě „starou/původní,, zástavbu k 30.9.2022. Neboli hranice zastavěného území. Modrou barvou pak jsou zakresleny pozemky, které se plánují zastavět do dohledné doby a je na ně vypracovaná studie. Růžovou barvou jsou pak vyznačena místa, která by mohla být zastavěna, ale není na tyto pozemky vypracovaná studie a zástavba je tudíž v nedohledné době. Růžové místa jsou takzvané územní rezervy města. Plánovaná výstavby (modrá políčka) a rezervy města (růžová políčka) již musí mít vyřešeno odvodnění pozemku mimo společnou kanalizaci dle zákona. Je nutné podotknout, že podmínka správného odvodnění pozemku a nemovitosti je zákonem udávána již od roku 2009. Například k roku 2019 v územním plánu č. 2 - textové části je uvedeno, že územním plán nepřipouští změnu zacházení s dešťovými vodami či vybudování oddělené dešťové kanalizace pro plánovanou novou část města. Dle tohoto dokumentu je navrženo zachování stávajícího systému, který je složen ze samovolného vsaku a odvádění srážkové vody do společné kanalizace, a tedy velké zatížení městské čistírny odpadních vod. Územní plán číslo dvě uvádí, že u nové zástavby bude voda likvidována striktně zásakem v rámci pozemku, případně mohou být akumulovány a dále využity. Plán upravuje pouze to, že nově

smějí být do společné kanalizace přiváděny pouze splaškové vody, a nikoliv i vody srážkové. (Územní plán č. 2, 2019)

## 5.2 Využívání dešťových vod – současný stav

V současnosti využívání srážkových vod v rámci města jsou stále v začátcích. Voda z městských budov, a i budov v rámci města odtéká jednotnou kanalizací pryč. Jak bylo popsáno v kapitolách výše, toto řešení bylo z minulých let především z bezpečnostních důvodů. V zastoupení nových domů je dešťová voda zadržována či vsakována dle novely zákona. U starších rodinných domů je voda většinou zadržována pomocí nadzemních sudů či nádrží a poté je využívána například k zalévání zahrad, či k očištění osobních automobilů a tak dále.



Obrázek 7: Nadzemní nádrže na dešťovou vodu (Green-wiki,2017)

## 6 Typové řešení nakládání s dešťovými vodami v Kralupech nad Vltavou

Dešťovou vodu lze využívat spousty způsoby. Na zalévání zeleně, zlepšení klimatu v daném místě zachycení, mytí aut ať soukromě či v myčkách, využití v domácnosti (splachování toalet, umývání nádobí, úklid prostor a tak dále).

U rodinných domů lze vybudovat potřebné systémy k využití dešťové vody (když nepočítáme ekonomickou stránku problematiky) poměrně snadno.

U rodinného domu s pozemkem je instalace snadná z toho důvodu, že přípravné práce omezují pouze vlastníka domu a jeho rodinu. U aplikování různých systémů na využívání dešťové vody v městské zástavbě je komplikované. Není vždy možné v každé lokalitě aplikovat například nádrže na zachycení dešťové vody a její opětovné využití.

Využití v zastavěných oblastech:

- Zelené střechy
- Retenční nádrže a rýhy
- Dešťové nádrže pod plošnými zpevněnými plochami
- Plošné zasakování (zatravněná plocha, polopropustná dlažba, vsakovací průlehy, vsakovací šachta)
- Osazení vsakovacích bloků
- Zásobní nádrže dešťové vody

Je potřeba upřesnit, že ne všechnu dešťovou vodu je možné využít. Její složení a znečištění závisí na znečištění v atmosféře a také to, na jaký povrch dopadne.

Druh znečištění	Požadavky na složení dešťové vody ze střech			
	Závlahy	Úklid	WC	Praní prádla
Nerozpuštěné látky	Inertní NL jsou neškodné	Při vyšších koncentracích nevhodné	Zpravidla bez významu	Zpravidla nutná úprava (filtrace)
Organické látky	Inertní a lehce odbouratelné jsou neškodné	Zpravidla bez významu		V obvyklých koncentracích bez významu
Těžké kovy	Nebezpečí akumulace v půdní vrstvě			
Pesticidy	Ohrožení rostlin a půdních organismů			
Mikroorganismy	Zpravidla bez významného vlivu	Zpravidla bez významu	Zpravidla bez významného vlivu	
Barva		Zpravidla bez významu	Nebezpečí obarvení	
Zápach			Zpravidla bez významu	
Agresivita vody			Podle složení vody a typu pračky	
Celkové posouzení	Dešťová voda ze střech je často mnohem vhodnější než pitná voda	Použití zpravidla bez omezení	Použití zpravidla bez omezení	V případě nadbytku dešťové vody a v kombinaci s pitnou vodou pro poslední fázi pracího procesu

Obrázek 8: Požadavky na kvalitu dešťové vody (Voda.TZB-info,2007)

Jak bylo popsáno v kapitole šest, v zastavěném území je několik možností, jak hospodařit a nakládat s dešťovou vodou v rámci zastavěného území. V této kapitole si blíže popíšeme.

- Zelené střechy

Zelené střechy mají spoustu výhod, ale z hlediska požadavků na střešní krytinu nejsou příliš vhodné na starou zástavbu. Je spousta nároků na použití materiálů vč. nutné nosnosti střech. Orientační plošná hmotnost na 100 mm vegetačního souvrství při nasáknutí vodou činí 90-150 kg/m<sup>2</sup>. Když nepočítáme to, že zrealizování zelené střechy je finančně nákladnější, mají zelené střechy spoustu pozitivních vlastností jako například: vytvoření nových zelených ploch v zastavěném území, zadržování srážkové vody a její návrat do přirozeného prostředí, útlum extrémních teplot, zlepšení mikroklimatu, zvýšení biodiverzity, zlepšení tepelné ochrany, možnost využití střešních ploch, zmírnění efektu „městských horských ostrovů“ a další. (Zelené střechy naděje pro budoucnost, 2016)



Obrázek 9: ukázka zelené střechy (zelenestřechy,2023)

- Retenční nádrže

Retenčních nádrží je spousta typů. Jsou podpovrchové, na povrchu, samonosné, pojezdové, pochozí, plastové, betonové a tak dále. Retenční nádrže slouží k zachycení dešťové vody a k jejímu uskladnění (časově omezeno). Nádrže vodu uchovávají a v případě potřeby pozvolna umožňují vsakování vody.



Obrázek 10: Využití retenční nádrže (Aliaxis,2023)



- Plošné zasakování (zatravněná plocha, polopropustná dlažba, vsakovací průlehy)

Tato varianta je nejpřirozenější pro koloběh dešťové vody. Plošné zasakování je však v dnešní době značně omezeno rozrůstající se výstavbou zpevněných ploch. V případě potřeby zpevněných ploch na pozemcích je vhodné zvážit volbu například polopropustné dlažby. Částečně propustná dlažba je již hojně využívána na například na veřejných parkovištích.

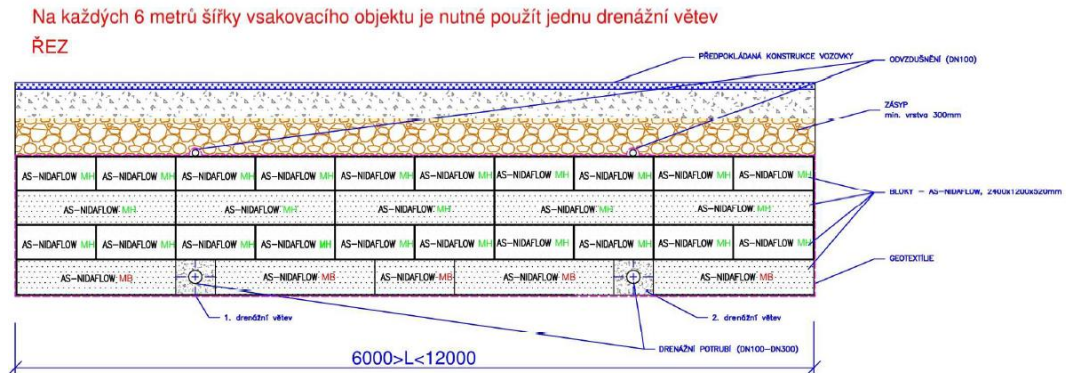


Obrázek 11: Polo-zasakovací dlažba (stavebniny server,2009)

Vsakovací průlehy se velmi využívají v městské zeleni. Jsou to jinými slovy prohlubně, do kterých stéká voda a nějakou dobu v nich zůstává. Poté se postupně vsakuje do půdy.

- Osazení vsakovacích bloků

Vsakovací bloky jsou vhodnější než využití šterkového lože. Bloky lze využít jako „retenční nádrže,, z nichž je voda postupně vsakována a nebo odváděna napojením do kanalizace. Odvádění vody je však pozvolné a poslouží k tomu, aby nebyla přetížena kapacita kanalizace. Velký důraz je kladen na to, aby osazení retenčních bloků bylo pod hladinou spodní vody. A to z důvodu zajištění bezpečného odtoku dešťové vody z bloků včetně správného plnění funkce vsakovacích bloků.



Obrázek 12: Řez vsakovacími bloky (ASIO čištění a úprava vod, 2019)

- Zásobní nádrže dešťové vody

Zásobní nádrže jsou podzemní či nadzemní a slouží k uskladnění dešťové vody. Z těchto nádrží je voda využívána na zalévání zahrad či jako částečné nahrazení pitné vody v domácnostech a to, jak již bylo zmíněno v předchozích kapitolách například praní prádla, splachování toalety, voda pro úklidové práce.

## 6.1 Vybrané objekty

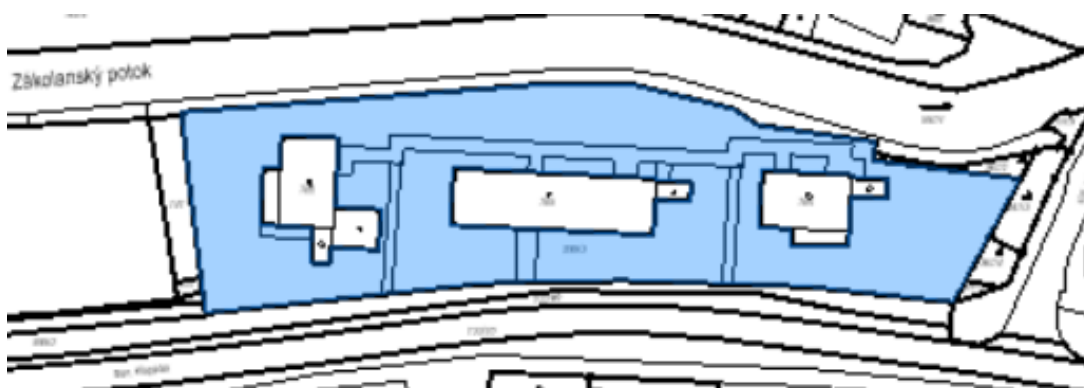
### 6.1.1 (Veřejná budova) mateřská školka v Kralupech nad Vltavou v ulici Generála Klapálka.

Tento objekt jsem si vybrala především proto, že budova a její přilehlé pozemky spadají do vlastnictví města Kralupy nad Vltavou. Z důvodu, že město objekt a území kolem vlastní, lze snáze upravovat odvodnění budovy a jejího pozemku.



Obrázek 13: *Katastrální mapa + Ortofoto (Nahlížení do katastru nemovitostí, 2023)*

Další důvod vybrané lokality je, že budova se nachází v hustě obydlené části města, a i přesto je zde poměrně široká rozmanitost zeleně, včetně blízkosti Zákolanského potoka. Je zde velmi velký potenciál uskutečnit instalaci zařízení, která by přispěla k hospodaření s dešťovou vodou. Mateřská škola se skládá ze tří budov a pozemku školky. Všechny tři budovy mají plochou střechu. Hlavní budova (prostřední a největší budova) má plochu střechy 546 m<sup>2</sup>, budova po levé straně má plochu střechy 387 m<sup>2</sup> a třetí nemovitost má plochu střechy 298 m<sup>2</sup>. Převážně zelený prostot (pozemek) okolo budov je velký 5202 m<sup>2</sup>.



Obrázek 14: *Katastrální mapa (Nahlížení do katastru nemovitostí, 2023)*

Převážná plocha pozemku mateřské školky, je zatravněná. Tudíž v rámci toho pozemku předpokládáme přirozené zasakování dešťových vod. V případě problémů zasakování na zatravněných plochách je možné využít zasakovací bloky s retenčními

schopnostmi a možnostmi odvodu dešťových vod do Zákolanského potoka (ale pouze ze zatravněných ploch) nikoliv z ploch betonových či střešní krytiny.

### 6.1.2 Rodinný dům ve staré zástavbě

Příklad nakládání s dešťovou vodou ve staré zástavbě, jsem si vybrala dvougenerační dům odhadem z padesátých let minulého století, který by měl mít odvod dešťové vody z plochy střechy do společné kanalizace města, které vede na městskou čistírnu odpadních vod. Nemovitost se nachází v klidnější lokalitě města, a to konkrétně v ulici Třebízského. Dům je v soukromém vlastnictví, a tudíž není možné ovlivňovat nakládání s dešťovou vodou. Město však může majitelé nemovitostí ve staré zástavbě města (tedy před rokem 2009, kdy bylo částečně uzákoněno mít v rámci novostaveb vyřešeno nakládání s dešťovou vodou-nejlépe mimo společnou kanalizaci) motivovat k tomu, aby systémy pro hospodaření s dešťovou vodou lidé více využívali. Například větší osvětou občanů s výhodami využívání retenční vody, výpomoc při vyřizování dotací ohledně zadržovacích systémů na dešťovku, případně v rámci osvěty pořádat semináře, při kterých by bylo občanům města odprezentován současný stav a přeplněnost kanalizačních systémů města, nedostatečná kapacita čistírny odpadních vod a tím pádem znečišťování vodních toků v okolí. A to všechno v důsledku nedostatečné kapacity společné kanalizace a vytékání odpadní vody přepadem přímo do vodního toku. Ať už do řeky Vltavy, nebo Zákolanského potoka. (Ekhardova,2023)



Obrázek 15: Příklad nemovitosti ve staré zástavbě (Google-maps,2023)

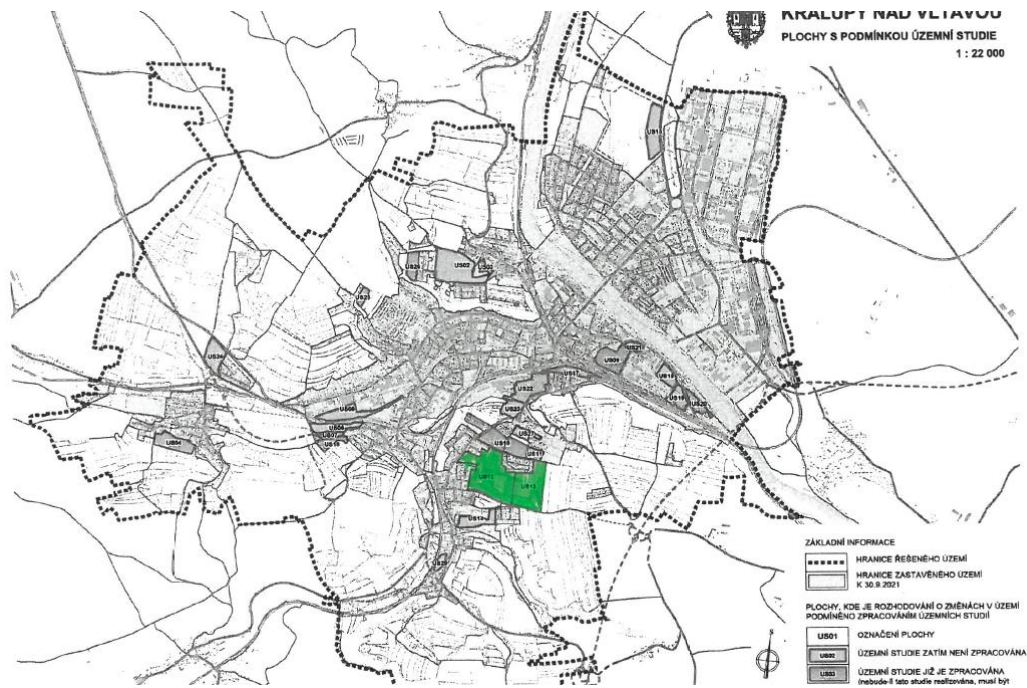


Obrázek 16: *Pohled z katastru nemovitostí na celý pozemek (Český úřad zeměměřičský a katastrální, 2004-2023)*

Nemovitost má plochou střechu o velikosti 101 m<sup>2</sup> a zelený pozemek okolo domu o výměře 663 m<sup>2</sup>. V rámci tohoto domu by bylo vhodné navrhnout opět zachytnou podzemní nádrž srážkové vody s přepadem do stávající jednotné kanalizace. Zachycenou dešťovou vodu by bylo možné využít k zalévání zahradní plochy, k mytí aut a dalším venkovním činnostem. Do jednotné kanalizace by odcházela pouze přebytečná dešťová voda. Z tohoto domu by se značná část vody přestala odvádět do jednotné kanalizace a byla by vhodně využita. Dům má okolo zatravněný pozemek, který vodu přirozeně vsakuje a dochází k přirozenému koloběhu vody.

### **6.1.3 Rodinný dům v nové zástavbě (rezidence Mínice)**

Jako příklad rodinného domu v nové zástavbě, jsem si vybrala rozrůstající se rezidenci domů, která vzniká v Kralupech nad Vltavou v části Mikovice/Mínice. U této budoucí rezidence domů vzniká do roku 2021 projekt a aktuálně již je část rezidence vystavěná. V níže uvedené mapě je vyznačeno, ve kterých místech se rezidence bude nacházet.



Obrázek 17: Poloha rezidence Minice (Ekhardová, 2023)

Z obrázku níže je patrné, že z velké části bude srážková voda z pozemku odváděna přirozeným vsakováním z důvodu, že je zde navržnuta velká zelená plocha a přirozený vsak vody může probíhat bez dalších větších zásahů. Dále by zde bylo vhodné navrhnout vypádování příjezdových cest do zelené plochy, kde se voda přirozeně vsákne do podloží. V rámci budovy by bylo možné navrhnout retenční nádrž kombinovanou s nádrží uskladňovací. Dešťovou vodu by bylo možné využívat k zalévání vegetace a přebytečná voda by mohla být retenční částí nádrže pomalu pryč. K této variantě odvádění a hospodaření s dešťovou vodu by bylo možné využít dotační program nová zelená úsporám, která aktuálně přispívá k pořizování dešťových nádrží, a to až do výše 55 000 Kč na využívání dešťové vody pro zálivku.



Obrázek 18: Vizualizace rezidence Minice (zipreality,2020)

## 6.2 Výpočet dopadu srážkových vod na střešní plochu

### 6.2.1 mateřská školka

Při výpočtu je důležité, na jakou plochu srážkové vody dopadají. Plochy rozdělujeme do několika kategorií.

- A-Těžce propustné zpevněné plochy (střechy s nepropustnou horní vrstvou, asfaltové a betonové plochy, dlažba se zálivkou spár, zámkové dlažby a tak dále) ...odtokový součinitel 0,9
- B-Propustné zpevněné plochy (upravené šterkové plochy, dlažby se širokými spárami vyplněné propustným materiálem) ...odtokový součinitel 0,4
- C-Plochy kryté vegetací (zatravněné plochy, komunikace a plochy ze zatravnovaných a vsakovacích tvárnic) ...odtokový součinitel 0,05.
- D-Půdorysná plocha vegetační střechy s mocností souvrství od 11 do 30 cm, umožňující částečné zadržování dešťových vod. ... odtokový součinitel 0,3

- E-Půdorysná plocha vegetační střechy s mocností souvrství od 31 cm umožňující částečné zadržování srážkových vod ... odtokový součinitel 0,1
- F-Půdorysná plocha vegetační střechy s mocností souvrství od 5 do 10 cm, umožňující částečné zadržování dešťových vod. ...odtokový součinitel 0,6(webnia, ©2014)

Dále potřebujeme znát roční úhrn srážek pro aktuální území, které se dozvíme na portálu Českého hydrometeorologického ústavu. Pro Kralupy nad Vltavou je to oblast středočeského kraje. Roční úhrn srážek oblasti středočeského kraje je 618 mm a dlouhodobý srážkový normál je 583 mm. Tyto údaje jsou za rok 2022.(©ČHMÚ, 2022)

Druh plochy	plocha v m2	Odtokový součinitel	redukováná plocha m2 (plocha krát odtokový součinitel	jednotka
A	1231	0,9	1107,9	m2
C	5202	0,05	260,1	m2
<b>Součet redukovaných ploch:</b>			<b>1368</b>	m2
Dlouhodobý srážkový normál(Praha a Středočeský kraj): 583 mm/rok, 0,583m/rok				
Roční odváděných srážkových vod v m3= součet redukovaných ploch v m2 x dlouhodobý srážkový normál v m/rok (matematicky zaokrouhleno na celé číslo)			798	m3

Tabulka 1: *Výpočet ročních srážek (Ekhardová,2023)*

V rámci těchto objektů mateřské školky můžeme vynechat plochu C. Plocha C je plocha pokrytá vegetací, nachází se kolem budov v areálu mateřské školky. V rámci této vegetační plochy je zde i pár obetonovaných chodníků, ale tato plocha v zeleni je zanedbatelná. Když z tabulky výše vynecháme plochu C zjistíme, že ročně město (potažmo školka) odvede do městské kanalizace 646 m3 dešťové vody. Když to vynásobíme aktuální cenou stočného, která je pro rok 2023 stanovena na 139,90 Kč/m3 zjistíme, že jen za odvod dešťové vody do společné kanalizace město zaplatí (a to pouze za mateřskou školku) 90 375,4 Kč/rok.

U takového objektu doporučuji zabudování akumulární nádrže v blízkosti budovy spolu se zasakovacími bloky včetně vybudování druhých rozvodů s dešťovou vodou pro splachování toalet. Vodu lze využít i na další činnosti, jako například



praní prádla, úklid prostor, závlahu, kropení sportovišť, mytí vozidel, ale z důvodu snížení finančních nákladů bylo zde navrženo jen splachování toalet. Tyto rozvody však postačí vybudovat pouze v hlavní budově mateřské školky, a to z důvodu snížení finančních nákladů na instalaci rozvodů. Upozornění je, že rozvody srážkové vody po budově, musí být odděleny od rozvodů s vodou pitnou. Popis instalace zařízení bude specifikováno v další části.

Je třeba počítat s tím, že potřeba dešťové vody na činnosti, (popsáno v kapitolách výše) může být rovnoměrná, ale také nerovnoměrná. V případě mateřské školky, je potřeba dešťové vody pro splachování rovnoměrné a v případě, že by došlo k tomu, že zásoba vody byla nerovnoměrná, lze tuto situaci vyřešit přepnutím na splachování pitnou vodou. Potřebu dešťové vody k jednotlivým činnostem jsou k nahlédnutí v tabulce níže.

Činnost	Potřeba	Doporučená hodnota pro potřeby OP ŽP	Zdroj
Splachování WC	18 – 30 l.os <sup>-1</sup> .d <sup>-1</sup>	25 l.os <sup>-1</sup> .d <sup>-1</sup>	TP 1.20.1 Srážkové vody a urbanizace krajiny
Praní prádla	12 – 18 l.os <sup>-1</sup> .d <sup>-1</sup>	15 l.os <sup>-1</sup> .d <sup>-1</sup>	
Úklid domácnosti	1 – 2 l.os <sup>-1</sup> .d <sup>-1</sup>	2 l.os <sup>-1</sup> .d <sup>-1</sup>	
Mytí aut	dle typu myčky a typu vozidla	---	---
Mokrý čištění ulic	dle typu čištění a použité techniky	---	---
Kropení ulic	dle typu čištění a použité techniky	---	---

Vegetace		IV od-do	V od-do	VI od-do	VII od-do	VIII od-do	IX od-do	X od-do
Intenzivní trávník (doporuč. pro OP ŽP)	Ideální srážka [mm]	60-75 (70)	70-90 (83)	80-110 (100)	90-120 (110)	80-110 (100)	60-75 (70)	
Ovocné stromy (sad) (doporuč. pro OP ŽP)		47-80 (69)	72-96 (88)	73-109 (97)	72-122 (105)	60-91 (81)	49-68 (62)	44-57 (53)
Zelenina (doporuč. pro OP ŽP)		40-59 (53)	60-90 (80)	67-109 (95)	74-114 (101)	72-118 (103)	61-97 (85)	30-35 (34)
Stromy (nové výsadby 2-3 roky)				120 l.strom <sup>-1</sup> 1x za 14 dní v období V-IX				
Parky			dle rozlohy intenzivních trávníků					

Tabulka 2: *potřeby provozní vody pro různé činnosti (Stránský,2021)*

Dále je potřeba zjistit, jak velkou akumulční nádrž bude potřeba. Tuto informaci získáme z návrhu akumulční nádrže metodou roční bilance. K výpočtu jsou potřeba vstupní data

- Dlouhodobí roční srážkový úhrn ..583mm/rok
- Velikost odvodňovací plochy a typ povrchu ...1231m<sup>2</sup>
- Součinitel odtoku ...0,9

- Údaje o denní potřebě srážkové vody na nemovitosti \_dle tabulek potřeby provozní vody výše (ČVUT,2021)

Shrnutí: Máme stanovit objem akumulární nádrže u mateřské školky v Kralupech nad Vltavou ve Středočeském kraji. Srážková voda bude svedena z ploché střechy domu a velikosti plochy 1231 m<sup>2</sup>. Voda má být využita pro splachování toalet v budově školky. Denní spotřebu odhaduji na 20 litů na osobu. V budově je celkem pět tříd. Každá třída má 25 dětí + 2 učitelky + 5 osob další personál. Celkem se zde denně vyskytuje 140 osob. Nádrž se navrhuje na délku suchého období 28 dní, součinitel ztráty ve filtru  $\rho$  se uvažuje hodnotou 0,9.

- Výpočet velikosti akumulární nádrže ( $V_A$ ) se vypočítá vzorcem

$$V_A = \min \left\{ \frac{V_{přít,a}}{V_{potř,a}} \right\} \cdot \frac{R}{365} = \min \left\{ V_{přít,a} \right\} \cdot \phi$$

$$V_A = \min \left( \frac{613,61}{9968} \right) * \frac{28}{365} = 613,61 * \frac{28}{365} = 47,07 \text{ m}^3$$

$V_{přít,a}$  je využitelné množství dešťové vody za rok [m<sup>3</sup>],

$V_{potř,a}$  je celková roční potřeba provozní vody [m<sup>3</sup>],

Pro R=21 dní je  $\phi = \frac{21}{365} = 0,0575$

Pro R=28 dní je  $\phi = \frac{28}{365} = 0,0767$

- Výpočet využitelného množství srážkové vody za rok

$$V_{přít,a} = \frac{h_a}{1000} \cdot A \cdot \psi_m \cdot \eta$$

$$V_{přít,a} = \frac{583}{1000} * 1231 * 0,95 * 0,9 = 613,61 \text{ m}^3$$

$h_a$  je roční srážkový úhrn [mm]

$A$  je půdorysný průmět odvodňované plochy [m<sup>2</sup>]

$\psi_m$  je střední součinitel odtoku

$\rho$  je součinitel ztráty ve filtru , zpravidla uvažovaný hodnotou 0,9

- Výpočet roční potřeby srážkové vody

$$V_{potř,a} = V_{potř,os,a} + V_{potř,pl,a}$$

$$V_{potř,a} = V_{potř,os,a} = V_{potř,os,d} * n * 365 = 0,20 * 140 * 365 = 9968 \text{ m}^3$$

$V_{potř,os,a}$  je celková roční potřeba provozní vody související s osobami [m<sup>3</sup>], (splachování, praní a tak dále)

$$V_{\text{potř,os,a}} = v_{\text{potř,os,d}} \cdot n \cdot 365$$

$V_{\text{potř,os,d}}$  je specifická denní potřeba provozní vody na jednu osobu [ $\text{m}^3 \cdot \text{os}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ]

$n$  je potřeba osob v budově [d]

$V_{\text{potř,pl,a}}$  je celková roční potřeba provozní vody nesouvisející s osobami [ $\text{m}^3$ ], (průmyslové a komerční využití, mytí aut a tak dále)

$$V_{\text{potř,pl,a}} = v_{\text{potř,pl,d}} \cdot n \cdot 365$$

$V_{\text{potř,pl,a}}$  je specifická denní potřeba provozní vody nesouvisející s osobami na danou jednotku [ $\text{m}^3 \cdot \text{jednotka}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ]

$n$  je počet měrných jednotek (ČVUT,2021)

**Z výše uvedeného výpočtu zjistíme, že je potřeba akumulární nádrže o velikosti 45,07 m<sup>3</sup>.**

### 6.2.2 Rodinný dům ve staré zástavbě

Na tento dům budou potřeba stejné výpočty, jako v předchozí části. Budou využity údaje z tabulky 1 a 2. Dále je potřeba znát:

- Dlouhodobí roční srážkový úhrn...583mm/rok
- Velikost odvodňovací plochy ...101 m<sup>2</sup>
- Součinitel odtoku...0,9
- Údaje o denní potřebě srážkové vody na nemovitosti \_dle tabulek potřeby provozní vody výše
- Potřeba litrů vody na jednu osobu ...25 litrů/osobu
- Odhadovaný počet obyvatel domu ...8 osob
- Návrh suchého období ...28dní

Návrh vhodného objemu záchytné nádrže zjistíme:

- Výpočet velikosti akumulární nádrže ( $V_A$ ) se vypočítá vzorečkem

$$V_A = \min \left\{ \frac{V_{\text{přít,a}}}{V_{\text{potř,a}}} \right\} \cdot \frac{R}{365} = \min \left\{ V_{\text{přít,a}} \right\} \cdot \phi$$

$$V_A = \min \left( \frac{50,35}{730} \right) * \frac{28}{365} = 50,35 * \frac{28}{365} = 3,86 \text{ m}^3$$

$V_{\text{přít,a}}$  je využitelné množství dešťové vody za rok [ $\text{m}^3$ ],

$V_{\text{potř,a}}$  je celková roční potřeba provozní vody [ $\text{m}^3$ ],

Pro R=21 dní je  $\varnothing = {}^{21/365}=0,0575$

Pro R=28 dní je  $= {}^{28/365}=0,0767$

- Výpočet využitelného množství srážkové vody za rok

$$V_{\text{přít},a} = \frac{h_a}{1000} \cdot A \cdot \psi_m \cdot \eta$$

$$V_{\text{přít},a} = \frac{583}{1000} \cdot 101 \cdot 0,95 \cdot 0,9 = 50,35 \text{ m}^3$$

$h_a$  je roční srážkový úhrn [mm]

$A$  je půdorysný průmět odvodňované plochy [ $\text{m}^2$ ]

$\psi_m$  je střední součinitel odtoku

$\eta$  je součinitel ztráty ve filtru, zpravidla uvažovaný hodnotou 0,9

- Výpočet roční potřeby srážkové vody

$$V_{\text{potř},a} = V_{\text{potř},os,a} + V_{\text{potř},pl,a}$$

$$V_{\text{potř},a} = V_{\text{potř},os,a} = V_{\text{potř},os,d} \cdot n \cdot 365 = 0,25 \cdot 8 \cdot 365 = 730 \text{ m}^3$$

$V_{\text{potř},os,a}$  je celková roční potřeba provozní vody související s osobami [ $\text{m}^3$ ], (splachování, praní a tak dále)

$$V_{\text{potř},os,a} = v_{\text{potř},os,d} \cdot n \cdot 365$$

$V_{\text{potř},os,d}$  je specifická denní potřeba provozní vody na jednu osobu [ $\text{m}^3 \cdot \text{os}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ]

$n$  je potřeba osob v budově [d]

$V_{\text{potř},pl,a}$  je celková roční potřeba provozní vody nesouvisející s osobami [ $\text{m}^3$ ], (průmyslové a komerční využití, mytí aut a tak dále)

$$V_{\text{potř},pl,a} = v_{\text{potř},pl,d} \cdot n \cdot 365$$

$V_{\text{potř},pl,a}$  je specifická denní potřeba provozní vody nesouvisející s osobami na danou jednotku [ $\text{m}^3 \cdot \text{jednotka}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ]

$n$  je počet měrných jednotek (ČVUT,2021)

**Pro rodinný dům ve staré zástavbě je vhodná sběrná nádrž o velikost 4  $\text{m}^3$ .**

### 6.2.3 Rodinný dům v nové zástavbě

K navrhnutému zacházení s dešťovou vodou v rámci pozemku jednoho domu v rezidenci Minice je třeba vypočítat objem nádrže. Pro výpočet potřebujeme

obdobné údaje, které jsou obsaženy v tabulkách 1 a 2. Objem nádrže zjistíme výpočtem roční bilance.

- Dlouhodobí roční srážkový úhrn..583mm/rok
- Velikost odvodňovací plochy ...539 m<sup>2</sup>
- Součinitel odtoku...0,9
- Údaje o denní potřebě srážkové vody na nemovitosti \_dle tabulek potřeby provozní vody výše
- Potřeba litrů vody na jednu osobu ...25 litrů/osobu
- Odhadovaný počet obyvatel domu ...4 osoby
- Návrh suchého období ...28dní
- Výpočet velikosti akumulační nádrže (V<sub>A</sub>) se vypočítá vzorečkem

$$V_A = \min \left\{ \frac{V_{přít,a}}{V_{potř,a}} \right\} \cdot \frac{R}{365} = \min \left\{ \frac{V_{přít,a}}{V_{potř,a}} \right\} \cdot \phi$$

$$V_A = \min \left( \frac{268,67}{365} \right) * \frac{28}{365} = 268,67 * \frac{28}{365} = 20,31 \text{ m}^3$$

V<sub>přít,a</sub> je využitelné množství dešťové vody za rok [m<sup>3</sup>],

V<sub>potř,a</sub> je celková roční potřeba provozní vody [m<sup>3</sup>],

Pro R=21 dní je  $\phi = \frac{21}{365} = 0,0575$

Pro R=28 dní je  $\phi = \frac{28}{365} = 0,0767$

- Výpočet využitelného množství srážkové vody za rok

$$V_{přít,a} = \frac{h_a}{1000} \cdot A \cdot \psi_m \cdot \eta$$

$$V_{přít,a} = \frac{583}{1000} * 539 * 0,95 * 0,9 = 268,67 \text{ m}^3$$

h<sub>a</sub> je roční srážkový úhrn [mm]

A je půdorysný průmět odvodňované plochy [m<sup>2</sup>]

ψ<sub>m</sub> je střední součinitel odtoku

η je součinitel ztráty ve filtru , zpravidla uvažovaný hodnotou 0,9

- Výpočet roční potřeby srážkové vody

$$V_{potř,a} = V_{potř,os,a} + V_{potř,pl,a}$$

$$V_{potř,a} = V_{potř,os,a} = V_{potř,os,d} * n * 365 = 0,25 * 4 * 365 = 365 \text{ m}^3$$

$V_{\text{potř,os,a}}$  je celková roční potřeba provozní vody související s osobami [ $\text{m}^3$ ], (splachování, praní a tak dále)

$$V_{\text{potř,os,a}} = v_{\text{potř,os,d}} \cdot n \cdot 365$$

$V_{\text{potř,os,d}}$  je specifická denní potřeba provozní vody na jednu osobu [ $\text{m}^3 \cdot \text{os}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ]

$n$  je potřeba osob v budově [d]

$V_{\text{potř,pl,a}}$  je celková roční potřeba provozní vody nesouvisející s osobami [ $\text{m}^3$ ], (průmyslové a komerční využití, mytí aut a tak dále)

$$V_{\text{potř,pl,a}} = v_{\text{potř,pl,d}} \cdot n \cdot 365$$

$V_{\text{potř,pl,a}}$  je specifická denní potřeba provozní vody nesouvisející s osobami na danou jednotku [ $\text{m}^3 \cdot \text{jednotka}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ]

$n$  je počet měrných jednotek (ČVUT,2021)

**Z výše uvedeného výpočtu zjistíme, že je potřeba akumulární nádrž o velikosti 20,31  $\text{m}^3$ .**

## **6.3 Popis instalace a užití**

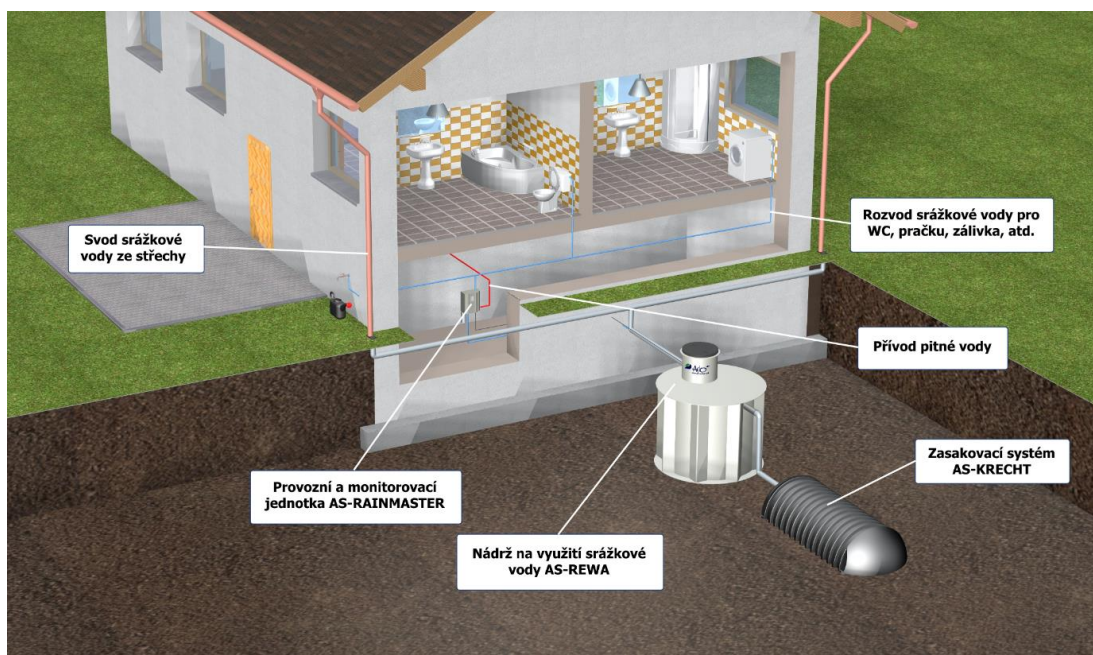
### **6.3.1 mateřská školka**

Kapacita nádrže o objemu 45  $\text{m}^3$  je na jednu nádrž velká. Aby tato kapacita byla pokrytá, je jedna retenční nádrž nedostatečná. Dle průzkumu trhu bylo zjištěno, že největší dostupná retenční nádrž je cca na 12  $\text{m}^3$ . Původní návrh byl spojení tří těchto nádrží. Avšak po zjištění technických parametrů a cenové hladiny bylo o návrhu těchto nádrží upuštěno. Bylo zjištěno, že nejmenovaná česká firma vyrábí již propojené nádrže o kapacitě 45  $\text{m}^3$ , která do nádrží přidá na míru vše, co je k danému využití dešťové vody třeba. Tyto nádrže jsou nejen vhodné na zadržování a využívání dešťové vody, jsou vyráběny i jako požární nádrže a je možné je využít v rámci hasičského zásahu, což je v případě školky potřebné.



Obrázek 19: Samonosné kruhové nádrže na vodu (Copyright,2023)

Jsou to samonosné kruhové nádrže z plastového materiálu o objemu čtyřiceti pěti metrů kubických. Jejich vnitřní průměr je 3050 mm, vnější průměr je 3100 mm, výška bez komínku 2000 mm a s komínkem 2200 mm (možnost prodloužení) parametry jsou pro jednu nádrž, k budově mateřské školy jsou potřeba tři. Tyto nádrže jsou vhodné jako velkokapacitní nádrže na dešťovou vodu a lze je využít i jako nádrže retenční. Pro instalaci těchto nádrží je vhodné vykopat jámu o velikosti nádrží + 200 mm z každé strany navíc. Upozornění je, že tyto nádrže jsou pouze pochozí a pojíždění po nádržích, nebo v těsné blízkosti je zakázáno. Dále je třeba na dno stavební jámy vybetonovat armovanou betonovou desku o tloušťce 15 cm. Po zatvrdnutí desky nádrž na ni postavíme. V případě výskytu podzemní vody (což je v blízkosti vodního toku velmi pravděpodobné), je potřeba objednat nádrže dvouplášťové. Po tomto kroku připojíme přítokové/odtokové potrubí a ostatní zařízení. Nádrže mají vzpěry, do kterých je třeba vložit armovací dráty a vzpěry vybetonovat. Po té nádrže začneme napouštět vodou a současně je obsypávat pískem/tříděnou zeminou. Voda by měla být na výšce obsypu cca 20 cm. Nádrž napouštíme až po spodní hranu odtoku/přítoku a poté zasypeme do úrovně stropní desky. Zeminu kolem nádrže nehneme. Vykopanou zeminou zasypeme stropní desku taky, aby komínek koukal odhadem 5 cm nad okolní terén (do komínku nesmí vnikat povrchová voda). V posledním kroku necháme nádrž napouštět dokud okolní zemina volně nesedne. Poté je možné nádrž vypustit a běžně využívat. (české nádrže, 2019)



Obrázek 20: Vzorové řešení instalace zařízení pro využívání dešťové vody (ASIO,2023)

Před krokem instalací samotných nádrží, by měly být připraveny po budově mateřské školy rozvody dešťové vody k toaletám, které zajistí instalatérská firma. Dále čerpací systém, který bude dešťovou vodu čerpat a pohánět do potrubí včetně filtrů srážkové vody, sací filtr, monitoringu hladiny v nádržích, přívod pitné vody z důvodu možných dnů, kdy nebude dešťové vody dostatek, případně doporučí připojení a instalování zasakovacího systému z důvodu odtoku přebytečné vody a jejímu bezproblémovému odvodu z pozemku a tím ušetření za odvod vody do kanalizace. (ASIO, 2023)

### 6.3.2 Rodinný dům ve staré zástavbě

Vzhledem k situaci, že vybraný objekt ze staré zástavby (zástavba do roku 2009, která nepodléhá povinnosti udělanou zákonem o zasakování a odvádění dešťových vod v rámci pozemku a mimo společnou kanalizaci) je napojen na společnou kanalizaci, bude toto napojení využito v rámci přepadu přebytečné vody ze sběrné nádrže. Vodu z nádrže je možné využít na zálivku a jiné venkovní aktivity na které není třeba pitná voda. Než bude uložena sběrná nádrž, je třeba provést zemní práce. Následuje připravit pískové/šterkové lože, nebo jiné (dle typu nádrže a návodu výrobce) až po-té je možné uložit sběrnou nádrž na dešťovou vodu. Tato nádrž



se zkušebně napouští vodou a zároveň zasypává. Je to z důvodu takzvaného, sednutí“ nádrže. Nesmí se zapomenout na připojení kanalizace ještě před zásypem a dalších systémů, které je třeba k nádrži připojit. Dále je třeba zabudovat čerpadlo a filtr hrubých nečistot včetně plováku k měření hladiny dešťové vody. V rámci tohoto návrhu by bylo vhodné požádat o finanční příspěvek v rámci dotaci Nová Zelená Úsporám, která na sběrné nádrže pro zálivku vegetace přispívá až 55 000 Kč.

### 6.3.3 Rodinný dům v nové zástavbě

Z výše uvedených výpočtů v kapitole 7.2.2 je patrné, že jeden rodinný dům z residence Minice, potřebuje retenční nádrž o objemu 20,31 m<sup>3</sup>. Když však přihlídneme k tomu, že návrh na nakládání s dešťovou vodou je takový, že voda bude využita na zálivku vegetace a nadbytečná voda bude retenční částí nádrže odváděna pryč, bude zde dostatečná kombinovaná nádrž o objemu v rozmezí 12 až 15 m<sup>3</sup>. Při ukládání nádrže je třeba první provést zemní práce, poté (dle typu nádrže) vybetonovat podloží a nebo uložit dle návodu výrobce. Na dno výkopu se usadí nádrž a připojí se veškeré příslušenství. Nádrž pomalu napouštíme vodou a zároveň se provádí zásyp. Po kompletním zásypu, kdy kouká jen komínek nádrže usadíme víko a po zahradě se rozmístí zavlažovací a jiné systémy zálivky vegetace. Poté se může spustit zkušební provoz.



Obrázek 21: Vzorové řešení nádrže na dešťovou vodu pro zálivku vegetace (KINGSPAN, 2009)

- **Příklady dalších nemovitostí vhodných k systémům pro nakládání s dešťovou vodou**

V rámci města je spousta míst, kde by se dalo využít jiné nakládání s dešťovou vodou. Jsou to primárně místa/nemovitosti ať již městské anebo v osobním vlastnictví, kde je k dispozici nezastavěný prostor kolem objektu. Jako příklad dalších míst, kde by se daly systémy zabudovat a například město by je mohlo využívat k zálivkám městské zeleně. Příklad: Budova plaveckého bazénu, Základní škola Generála Klapálka, oblast Červené hůrky (u Orange gyму), Hotel sport a další.

## 6.4 Výpočet – Odhad

### 6.4.1 mateřská školka

Náklady na budovy o větších plochách (jako výše uvedená mateřská školka) jsou výrazně nákladnější z důvodu, že není možné zabudovat jen jednu nádrž. Podzemní záchytné/retenční nádrže pro dešťovou vodu jsou k dostání pouze v omezené kapacitě do 12 m<sup>3</sup>. Z toho důvodu je potřeba zakoupit nádrží více a propojit je. Náklady narostou i na spotřebě propojovacího materiálu, zemních prací a rozvodů v budově.

<b>Projekt</b>	150 000 Kč s DPH
<b>Zemní práce</b>	10 000 Kč s DPH
<b>Samonosné kruhové nádrže 3Ks</b> (V případě zvolených jiných nádrží, je tato cena odhadem 120 000 Kč/kus_ tedy za tři nádrže pro propojení 360 000 Kč)	120 000 Kč s DPH
<b>Rozvody v budově v toaletách</b>	16 000 Kč s DPH
<b>Domácí vodárna k přečerpání vody z nádrží</b>	30 000 Kč s DPH
<b>Filtr dešťové vody</b>	4 000 Kč s DPH
<b>Monitoring hladiny vody v nádrží</b>	2 000 Kč s DPH
<b>Čerpadlo</b>	25 000 Kč s DPH
<b>Zasakovací systém</b>	20 000 Kč s DPH
<b>Zavlažovací sada na vegetaci</b>	20 000 Kč s DPH

Tabulka 3: *Výpočet nákladů\_ mateřská školka (Ekhardová, 2023)*

Odhadované náklady na celkový systém hospodaření s dešťovou vodou je 600 000 Kč s DPH + nepředvídatelné náklady. S jiným typem nádrží budou náklady přes 1 milion korun.

### 6.4.2 Rodinný dům ve staré zástavbě

U rodinného domu ve staré zástavbě je potřeba počítat s většími počátečními náklady na projekt. Tento projekt bude stát více z důvodu, že jsme ve staré zástavbě a projekt se musí přizpůsobit již vystavěné nemovitosti a uspořádání pozemku. Navrhované řešení nakládání s dešťovými vodami, bude v tomto případě méně nákladný než u nové zástavby. Je to ale pouze z důvodu, že je zde navržena pouze nádrž na dešťovou vodu bez retenčního systému s napojením na stávající kanalizaci v případě přepadu. V případě, že by byl navržený obdobný systém, jako pro novou zástavbu, byly by náklady vyšší.

<b>Projekt</b>		70 000 Kč s DPH
<b>Zemní práce</b>		10 000 Kč s DPH
<b>Nádrž na dešťovou vodu</b>		50 000 Kč s DPH
<b>Pískové/štěrkové lože</b>		5 000 Kč s DPH
<b>Přípojovací materiál</b>		3 000 Kč s DPH
<b>Filtr hrubých nečistot</b>		5 000 Kč s DPH
<b>Monitoring hladiny vody v nádrži</b>		2 000 Kč s DPH
<b>Čerpadlo</b>		15 000 Kč s DPH
<b>Zavlažovací sada</b>		30 000 Kč s DPH

Tabulka 4: *Výpočet nákladů\_ rodinný dům ve staré zástavbě (Ekhardová, 2023)*

Odhadované náklady na celkový systém hospodaření s dešťovou vodou je 190 000 Kč s DPH + nepředvídatelné náklady.

### 6.4.3 Rodinný dům v nové zástavbě

Náklady u rodinného domu v nové zástavbě jsou v tomto případě vyšší. Jak píšou v textu výše, kdyby byl navržený systém jednotný pro novou a starou zástavbu, bude dešťový systém pro novou zástavbu levnější. V tomto případě je navržena kombinovaná nádrž s retenčním systémem v případě potřeby odvodu přebytečné dešťové vody. Tyto nádrže jsou finančně nákladnější oproti návrhu nádrže u staré zástavby. Naopak projekt pro výstavbu je výrazně levnější.

<b>Projekt</b>		50 000 Kč s DPH
<b>Zemní práce</b>		10 000 Kč s DPH
<b>Kombinovaná nádrž na dešťovou vodu kombinovanou s retenční nádrží</b>		120 000 Kč s DPH
<b>Pískové/šterkové lože</b>		5 000 Kč s DPH
<b>Připojovací materiál</b>		3 000 Kč s DPH
<b>Filtr hrubých nečistot</b>		5 000 Kč s DPH
<b>Monitoring hladiny vody v nádrží</b>		2 000 Kč s DPH
<b>Čerpadlo</b>		15 000 Kč s DPH
<b>Zavlažovací sada</b>		30 000 Kč s DPH

Tabulka 5: *Výpočet nákladů\_ rodinný dům v nové zástavbě (Ekhardová, 2023)*

Odhadované náklady na celkový systém hospodaření s dešťovou vodou je 240 000 Kč s DPH + nepředvídatelné náklady.

## 7 Porovnání současného a navrhovaného stavu s ekonomickým zhodnocením

Když porovnáme navrhovaný a současný stavy hospodaření s dešťovou vodou na výše řešených objektech zjistíme, že navrhovaný stav má sice vyšší pořizovací náklady, ale z dlouhodobého hlediska je navrhovaný stav rozhodně výhodnější. Nejen, že snižujeme přetížení kanalizace, ale díky možnosti hospodařit s dešťovou vodou šetříme vodu pitnou s kterou je ekonomicky i ekologicky nevýhodné zalévat zahradu, nebo mýt auto. U mateřské školy město/nájemce ušetří ročně na stočném 90 375,4 Kč/rok. U domu s průměrnou střechou to bude cca 40 000 Kč/rok. K roku 2003 bylo v Kralupech nad Vltavou trvale obydlených rodinných domů připojených na veřejnou společnou kanalizaci 1865. Mělo by se brát v potaz to, že ze staré zástavby města nepůjde zabudovat systém na odvádění dešťových vod jiným způsobem než veřejnou kanalizací. Odhadem by mohlo být možné opatření vybudovat u více než poloviny. Práce bude pracovat s 1100 domy. Když toto číslo vynásobíme 40 000 Kč/rok/dům zjistíme, že jen na stočném se ročně ušetří 44 000 000 Kč/rok/1100 domů. Když zjistíme průměrnou střechu rodinného domu (dle průzkumu je to zhruba 150 m<sup>2</sup>), můžeme vypočítat, kolik m<sup>3</sup> neodteče ročně veřejnou kanalizací do čistírny odpadních vod. Z tabulky 1 zjistíme odtokovou plochu 150\*09=135 m<sup>2</sup>, když toto číslo vynásobíme ročním úhrnem srážek 583 mm/rok potažmo 0,583 m/rok, dostaneme 78,7 m<sup>3</sup>/rok. Když toto číslo vynásobíme 1100 domy zjistíme, že ročně by do kanalizace neodteklo 86 576 m<sup>3</sup>/rok. A to je z hlediska ekologického i ekonomického pohledu více než žádoucí.

## 8 Diskuse

Jak bylo zmíněno výše v předchozích kapitolách, větší část Kralup nad Vltavou tvoří stará/původní zástavba města, která se rozkládá asi na 80% území města. V tomto území je velký problém s kapacitou společné kanalizace. V rámci toho jevu dochází k znečišťování vodních toků splaškovou vodou, které při přehlcení vytéká přepady z kanalizace přímo do vodních toků města. Řešení této situace je obtížnější, a to z důvodu zabudování systémů pro hospodaření s dešťovou vodou v husté zástavbě starého města. Ale rozhodně to není nemožné. Bylo by vhodné nechat městu zpracovat plán odvodnění města. Poté vytipovat budovy města s přílehlými pozemky, kde by bylo možné systémy zabudovat a vodu využívat například pro zalévání městské zeleně či k zavlažování ulic města při klimaticky horkých dnech. V poslední řadě by bylo vhodné, majitelům rodinných domů ve staré zástavbě pomoci, s vyřizování dotací pro nákup retenčních nádrží a dalších systémů pro hospodaření s dešťovou vodou. Nejen, že by bylo možné občany takto motivovat situaci řešit, ale v případě rozšíření systémů pro nakládání s dešťovou vodou mezi občany Kralup, by bylo odlehčeno společné kanalizaci od přebytečné dešťové vody v rámci města. Nejen, že by se občanům a městu snížily náklady za vodné a stočné, a to včetně postupného vrácení vynaložených nákladů na vybudování soustavy pro nakládání/hospodaření s dešťovou vodou. S podporou dotací, které mohou městu/majiteli ušetřit značnou část financí si myslím, že tyto projekty a osvěta mají více než smysl. V průběhu roku se rozběhne řada podpůrných dotačních programů, na které se mohou majitelé nemovitostí obrátit. Největší dotační podíl na přispívání finančních prostředků má Nová Zelená Úsporám, která přispívá jak na vybudování systémů pro zálivku, tak na nakládání s dešťovou vodou v rámci zařízení budovy, jako například splachování toalet a praní prádla. Oproti tomu nová zástavba, která tvoří zhruba 20 % musí mít problematiku nakládání s dešťovou vodou vyřešenou již ve fázi projektu, a to z důvodu nařízení novelou stavebního zákona. Dotační programy jsou k dispozici pro občany ve staré i nové zástavbě bez rozdílu.

## 9 Závěr

Diplomová práce ukazuje na problematiku dešťových vod v oblasti Kralup nad Vltavou. V části práce se dočteme o dotačních programech, na které je možné se obrátit v případě potřeby s financováním těchto systémů. Zároveň je v práci poukázáno na potřebu řešit tuto problematiku. Jsou popsány možnosti využití dešťové vody, a to jak z ekologického, tak z ekonomického významu. V druhé polovině diplomové práce je navrženo konkrétní řešení u budovy mateřské školy v Kralup nad Vltavou. Dále je v práci ukázáno řešení nakládání se srážkovou vodou v nové a staré zástavbě na konkrétních nemovitostech. V těchto případech jsou navrženy menší sběrné nádrže buď v kombinaci s nádrží retenční a v druhém případě pouze sběrná nádrž s přepadem do veřejné kanalizace. Ráda bych poukázala na to, že jsou různé principy, jak hospodařit s dešťovou vodou anebo ji alespoň pomoci k přirozenému koloběhu. Nová zástavba již v projektu počítá s nakládáním dešťových vod v rámci pozemku, ale u staré zástavby se hospodaření s dešťovou vodou musí přizpůsobit původnímu uspořádání budov města. Práce představuje řešení nakládání s dešťovými vodami, které jsou v rámci města Kralupy nad Vltavou proveditelná jak z technického, tak ekonomického hlediska a z dlouhodobé perspektivy jsou velmi přínosná i z ekologického úhlu. (Ekhardová, 2023)

## 10 Přehled použitých zdrojů

### Odborné publikace

- AKVILDIZ I., SU W., SANKARASUBRAMANIAM Y., CAYIRCI E., 2002. Wireless sensor networks: a survey Comput. Network, 38 (4), s. 393-422.
- HLAVÍNEK, Petr a Petr PRAX, KUBÍK, Jirí, ed.: Hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území. Brno: ARDEC, c2007. ISBN 978-80-86020-55-6.
- Jitka Dostálová a spol.: ZELENÉ STŘECHY, souhrn architektury s přírodou. Praha: GRADA, ISBN 978-80-271-1326-2
- Krejčí a kol.: Odvodnění urbanizovaných území - koncepční přístup, ISBN 80-86020-39-8, NOEL 2000, Brno 200
- M. Florke, C. Schneider, R.I. McDonald., 2018. Konkurence ve vodě mezi městy a zemědělství způsobena změnou klimatu a růstem měst: Nature Sustainability 1 (2018), s. 51-58, 10.1038/s41893-017-0006-8
- S. Čang, J. Čang, X. Jing, Y. Wang, T. Jue., 2018. Water saving efficiency and reliability of rainwater harvesting systems in the context of climate change , (196), s. 1341-1355
- T. Schuetze., 2013. Rainwater harvesting and management – policy and regulations in Germany, 13(2), s. 376-385.

### Legislativní zdroje

- ČSN EN 12056-4 Vnitřní kanalizace - Gravitační systémy - Část 4: Čerpací stanice odpadních vod - Navrhování a výpočet, Praha 2001
- ČSN 75 6760 Vnitřní kanalizací, Praha 2003
- ČSN 75 9010 Návrh, výstavba a provoz vsakovacích zařízení srážkových vod-návrh, Praha 2011
- Vyhláška č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby
- Vyhláška č. 501/2006 Sb. o obecných požadavcích na využívání území
- Zákon č. 254/2001 Sb. Vodní zákon



## Internetové zdroje

- ALIAXIS, *Aliaxis Česká republika s.r.o., Nádrže na dešťovou vodu* (online). [Cit: 2023-03-12]. Dostupná z: <[www.aliaxis.cz](http://www.aliaxis.cz)>
- Copyright © 2023 *MEA WATER MANAGEMENT s.r.o. : Hospodaříme s dešťovou vodou* (online). [Cit: 2023-01-29]. Dostupné z: <[www.zetr.cz](http://www.zetr.cz)>
- CHMI© *Český hydrometeorologický ústav: Historická data-územní srážky* (online). [Cit: 2023-03-12]. Dostupné z: [www.chmi.cz](http://www.chmi.cz)
- *České nádrže: České nádrže na dešťovou vodu* (online) [Cit: 2023-03-10]. Dostupné z: [www.ceskeadrze.cz](http://www.ceskeadrze.cz)
- Ing. Denisa Dvořáková.: *Využívání dešťové vody-kvalita čištění* (online) [Cit. 2023-01-29]. Dostupné z: <<https://voda.tzb-info.cz>>
- Ing. Lukáš Mudroch.: *Hospodaření s dešťovou vodou u malých a velkých objektů* (online) [Cit. 2023-01-29]. Dostupné z: <<https://voda.tzb-info.cz>>
- Ing. Martin Valečka: *Rekonstrukce ČOV Česká rafinérská, a.s., Kralupy nad Vltavou* (online) [Cit. 2023-01-29]. Dostupné z: <<https://casopisstavebnictvi.cz>>
- Ing. Ondřej Samek: *Hospodaření s dešťovou vodou podle zákona-jak se dotýká stavebníků v praxi?* (online) [Cit. 2023-01-29]. Dostupné z: <<https://voda.tzb-info.cz>>
- Ing. Vladimír Chaloupka.: *Srážkové vody a zákon o vodovodech a kanalizacích* (online) [Cit. 2023-01-29]. Dostupné z: <<https://voda.tzb-info.cz>>
- KÁDA, Leoš. *Navrhování čerpacích stanic pro dopravu odpadních vod* [online]. Brno, 2013 [cit. 2023-01-29]. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/11012/28964>
- METEOBLUE ©2006-2023: *Simulované historické údaje o klimatu a počasí pro Kralupy nad Vltavou* (online) [cit.2023-01-29]. Dostupné z: <<http://www.meteobobule.com/>>
- Město Kralupy nad Vltavou ©2023: *strategický plán města Kralupy nad Vltavou* (online) [cit. 2023-03-29]. Dostupné z: <http://www.mestokralupy.cz/>

- MINISTERSTVO PRO MÍSTNÍ ROZVOJ ČR 2018: *Vsakování srážkových vod* (online) [Cit. 2023-01-29]. Dostupné z: <<https://mmr.cz>>
- Počítáme s vodou ©2023: *Počítáme s vodou: Hospodaření s dešťovými vodami v krajině a zastavěných plochách* (online). [Cit: 2023-01-29]. Dostupné z: <[www.pocitamesvodou.cz](http://www.pocitamesvodou.cz)>
- SVAZ ©2023: *Středočeské vodárny a.s.: Kanalizační řád stokové sítě měst Kralupy nad Vltavou a Veltrusy a obce Nelahozeves* (online). [Cit: 2023-01-29]. Dostupné z: <[www.svas.cz](http://www.svas.cz)>
- Svaz zakládání a údržby zeleně, z.s.: *Zelené střechy* (online). [Cit: 2023-03-13]. Dostupné z: <[www.zelenestrechy.info](http://www.zelenestrechy.info)>
- Státní fond životního prostředí ČR © : *Nová zelená úsporám* (online). [Cit: 2023-01-29]. Dostupné z: <[www.novazelenausporam.cz](http://www.novazelenausporam.cz)>

#### **Ostatní zdroje**

- David Stránský: *Metodika výpočtu akumulční nádrže pro srážkové vody* (online) [Cit: 2023-03-11]. Dostupné z: <[www.opzp.cz](http://www.opzp.cz)>
- Ing. Raček J., 2016: *Metodika návrhu systému využití šedých vod ve vybraných objektech*. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Brno. 38 s. (dizertační práce). „nepublikováno“. Dep. Knihovnické informační centrum, Fakulta stavební.

#### **SEZNAM OBRÁZKŮ**

- Obrázek 1: Rozdíl koloběhu vody v přírodním a urbanizovaném prostředí (online) [cit.2023.01.29], dostupné z <https://casopis.skauting.cz/>
- Obrázek 2: Požadavky na látkové složení dešťové vody ze střešní krytiny (online) [cit.2023.01.29], dostupné z: <https://www.voda.tzb-info.cz/>
- Obrázek 3: Nahrazení pitné vody za vodu dešťovou (online) [cit.2023.01.29], dostupné z: <https://www.voda.tzb-info.cz/>
- Obrázek 4: Srážky v Kralupech nad Vltavou za posledních 30 let (online) [cit.2023.01.29], dostupné z: <https://www.meteoblue.com/>
- Obrázek 5: ČOV Česká rafinérská a.s. Kralupy nad Vltavou (online) [cit.2023.01.29], dostupné z: <https://casopisstavebnictvi.cz/>

- Obrázek 6: Územní plán Kralupy nad Vltavou (online) [cit.2023.03.23] dostupné z: <https://www.mestokralupy.cz/>
- Obrázek 7: Nadzemní nádrže na dešťovou vodu, (online) [cit.2023.01.29], dostupné z: <https://www.ceskestavby.cz/>
- Obrázek 8 Požadavky na kvalitu dešťové vody (online) [cit.2023.03.10], dostupné z: <https://www.voda.tzb-info.cz/>
- Obrázek 9 Ukázka zelené střechy (online) [cit.2023.03.10], dostupné z: <https://www.zelenestrechy.info/>
- Obrázek 10: Využití retenční nádrže (online) [cit.2023.03.11], dostupné z: <https://www.aliaxis.cz/>
- Obrázek 11: Polo-zasakovací dlažba (online) [cit.2023.03.11], dostupné z: <https://www.voda.tzb-info.cz/>
- Obrázek 12: Řez vsakovacími bloky (online) [cit.2023.03.11.], dostupné z: <https://www.asio.cz>
- Obrázek 13: Katastrální mapa (online) [cit.2023.03.11], dostupné z: <https://www.nahlizenidokn.cuzk.cz>
- Obrázek 14: Katastrální mapa (online) [cit.2023.03.23] dostupné z: <https://www.nahlizeidokn.cuzk.cz/>
- Obrázek 15: Příklad nemovitosti ve staré zástavbě (online) [cit.2023.03.23] dostupné z: <https://www.google.de/maps/>
- Obrázek 16: Pohled z katastru nemovitostí na celý pozemek (online) [cit.2023.03.23] dostupné z: <https://www.chmi.cz/>
- Obrázek 17: Poloha rezidence Minice (Ekhardová,2023)
- Obrázek 18: Vizualizace rezidence Minice (online) [cit.2023.03.23], dostupné z: <https://www.zipreality.cz/>
- Obrázek 19: Samonosné kruhové nádrže na vodu (online) [cit.2023.03.11], dostupné z: <https://www.ceskenadrze.cz/>
- Obrázek 20: Vzorové řešení instalace zařízení pro využívání dešťové vody (online) [cit.2023.03.12], dostupné z: <https://www.asio.cz>

- Obrázek 21: Vzorové řešení nádrže na dešťovou vodu pro zálivku vegetace (online) [cit.2023.03.24], dostupné z: <https://www.az-shop.cz>

## **TABULKY**

- Tabulka 1: Výpočet ročních srážek (Bc. Michaela Ekhardová)
- Tabulka 2: Potřeby provozní vody pro různé činnosti (Stránský podle operačního programu Životního prostředí <http://opzp.cz/>).
- Tabulka 3: Výpočet nákladů\_ mateřská škola (Ekhardová, 2023)
- Tabulka 4: Výpočet nákladů\_ rodinný dům ve staré zástavě (Ekhardová, 2023)
- Tabulka 5: Výpočet nákladů\_ rodinný dům v nové zástavbě (Ekhardová, 2023)