

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta životního prostředí**

**Katedra vodního hospodářství a  
environmentálního modelování**



**Diplomová práce**

**Hospodaření s dešťovými a šedými vodami**

Adéla Vyskočilová

Vedoucí práce

Ing. Marcela Synáčková, CSc.

© 2019 ČZU v Praze

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Adéla Vyskočilová

Regionální environmentální správa

Název práce

**Hospodaření s dešťovými a šedými vodami**

Název anglicky

**Management of rain water and gray water**

---

### Cíle práce

Cílem práce je popsat možnosti hospodaření s dešťovými a šedými vodami. Na konkrétním příkladu hotelu Diplomat jednotlivé možnosti navrhnout a posoudit.

### Metodika

Zásady pro zpracování:

1. Úvod
2. Cíle práce
3. Literární rešerše
4. Metodika
5. Řešení hospodaření s dešťovou vodou
6. Řešení hospodaření s šedou vodou
7. Výsledky
8. Diskuze
9. Závěr
10. Použité zdroje
11. Přílohy

**Doporučený rozsah práce**

60 stran a výkresové přílohy

**Klíčová slova**

srážkové povrchové vody, šedá voda, využití, změna kvality vody

---

**Doporučené zdroje informací**

BÖSE K. H., 1999: Dešťová voda pro zahradu a dům. HEL, Ostrava: 85 s.

HLAVÍNEK P., PRAX P., SKLENÁROVÁ T., DVOŘÁKOVÁ D., POLÁŠKOVÁ K., KUBÍK J., HLUŠTÍK P. a BERÁNEK J., 2007: Hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území. Ardec s.r.o., Brno: 164 s.

KABELKOVÁ I., DOLEŽALOVÁ A., 2009: Jak hospodařit s dešťovou vodou na soukromém pozemku: praktický rádce pro obnovu propustnosti povrchů a zasakování. Ústav pro ekopolitiku o.p.s., Praha: 48 s.

Legislativní podklady a normy

SIEKER F., KAISER M., SIEKER H., 2006: Dezentrale Regenwasserbewirtschaftung im privaten, gewerblichen und kommunalen Bereich. Fraunhofer IRB Verlag: 236 s.

---

**Předběžný termín obhajoby**

2018/19 LS – FŽP

**Vedoucí práce**

Ing. Marcela Synáčková, CSc.

**Garantující pracoviště**

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

---

Elektronicky schváleno dne 3. 3. 2019

**doc. Ing. Martin Hanel, Ph.D.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 4. 3. 2019

**prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.**

Děkan

V Praze dne 10. 04. 2019

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je mým původním autorským dílem, které jsem vypracovala samostatně. Veškerou literaturu a další zdroje, z nichž jsem při zpracování čerpala, v práci řádně cituji a jsou uvedeny v seznamu použitých zdrojů.

V Praze dne

Adéla Vyskočilová

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala Ing. Marcele Synáčkové, CSc. za cenné rady a odborné vedení při psaní této diplomové práce.

## **Abstrakt**

Pitná voda je nesmírně cennou surovinou naší společnosti. Bez vody není život, což si možná málokdy uvědomujeme. Zásoba vody na Zemi za posledních pár let rapidně klesla. Voda už není žádnou samozřejmostí. I přes tento její význam a neustále rostoucí cenu za litr se i tak v mnoha zemích vodou zbytečně plýtvá a Česká republika není žádnou výjimkou. Pitnou vodu, která je hygienicky upravená do nejvyšší jakosti používáme pro splachování toalet. Nevážíme si tak ani té energie, která byla do úpravy vody vložena.

S urbanizací tak dochází i k narušování koloběhu vody. Ten se projevuje zejména tak, že se střídá období sucha či období povodní a dochází ke zhoršené možnosti vsakování vody do půdy a tím i dochází ke snižování hladiny podzemních vod. Podzemní voda je přitom považovaná za nejvhodnější zdroj pitné vody na Zemi.

V posledních letech tak narůstá myšlenka lepšího využití vody dešťové a vody šedé, která je vypouštěna ze sprch a z umyvadel a její podíl znečištění je minimální.

Cílem je nahradit pitnou vodu vodou dešťovou a vodou šedou. Jelikož voda z koupelen vykazuje jen malé stopy znečištění, které jsou snadno odstranitelné, zejména proto je vhodné tuto vodu po přečištění využít dál, a to především pro splachování toalet.

Práce se zabývá právě touto problematikou šedých a dešťových vod. V první části této práce, která je charakterizovaná jako teoretická část, jsou uvedeny základní informace, které poukazují na problematiku s nedostatkem vody a jsou charakterizovány systémy a možné technologie pro úsporu pitné vody. V praktické části jsou uvedeny a zpracovány 3 návrhy pro efektivnější hospodaření s vodou v hotelu Vienna House Diplomat v Praze a zhodnocení celkového ekonomického hlediska všech variant.

**Klíčová slova**

**Srážkové povrchové vody, šedé vody, využití, hospodaření s vodou**

## **Summary**

Drinking water is an extremely valuable raw material of our company. There is no life without water, which we often do not realize. Water supply rapidly reduced in the last years. Water is no longer a matter of course. Despite its importance and the ever-increasing price per liter, water is wasted in many countries, and the Czech Republic is no exception. Drinking water, which is hygienically modified to the highest quality, WE USE for flushing toilets. We do not even appreciate the energy that has been put into the water treatment.

Urbanization also causes disturbance of the water cycle. This has a consequence that the drought period OR the flood period alternates and that there is a deterioration of the possibility of water infiltration into the soil and thus the groundwater level decreases. This is manifested in particular by alternating periods of drought or floods and the possibility of water infiltration into the soil and thus lowering the groundwater level. And it must be emphasized that groundwater is considered the most suitable source of drinking water on Earth.

In recent years, the idea of better use of rainwater and gray water, which is discharged from showers and washbasins, has been growing and its share of pollution is minimal.

The goal is to replace drinking water with rainwater and gray water. Because the water in the bathrooms has little traces of contamination, which is easily removable, it is particularly advisable to use the water after purification, especially for flushing toilets.

The thesis deals with this issue of gray and rainwater. In the first part of this work, which is characterized as a theoretical part, there is a basic information that points to problems with water scarcity and are characterized by systems and possible technologies for saving drinking water. In the practical part there are 3 proposals for more efficient water management in the Hotel Vienna House Diplomat in Prague and evaluation of the overall economic aspect of all variants.



## **Keywords**

**surface water, gray water, use, water management**

# Obsah

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b> .....	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>CÍLE PRÁCE</b> .....	<b>14</b>
<b>3</b>	<b>VODA NA ZEMI A JEJÍ ZÁSoby</b> .....	<b>15</b>
3.1	ZDROJE VODY .....	16
3.2	PROBLÉMY SOUVISEJÍCÍ S VODOU .....	16
3.3	SPOTŘEBA VODY .....	17
3.3.1	<i>Ve světě</i> .....	18
3.3.2	<i>V České republice</i> .....	20
<b>4</b>	<b>ŠEDÉ VODY</b> .....	<b>23</b>
4.1	VZNIK ŠEDÉ VODY.....	23
4.2	VYUŽITÍ ŠEDÉ VODY.....	24
4.2.1	<i>Využití tepelné energie</i> .....	25
4.3	LEGISLATIVA .....	27
4.4	ČISTÍRNA ŠEDÝCH VOD .....	27
4.4.1	<i>Mechanická úprava</i> .....	28
4.4.2	<i>Chemická úprava</i> .....	28
4.4.3	<i>Fyzikální úprava</i> .....	29
4.4.4	<i>Biologická úprava</i> .....	29
4.4.5	<i>Přírodní postupy čištění</i> .....	30
4.5	AKUMULACE ŠEDÝCH VOD.....	30
<b>5</b>	<b>DEŠŤOVÉ VODY</b> .....	<b>31</b>
5.1	VZNIK DEŠŤOVÉ VODY .....	31
5.2	LEGISLATIVA .....	32
5.3	HOSPODAŘENÍ S DEŠŤOVOU VODOU .....	35
5.4	VYUŽITÍ DEŠŤOVÉ VODY .....	36
5.5	ZACHYCOVÁNÍ, ÚPRAVA A AKUMULACE DEŠŤOVÉ VODY .....	37

5.6	PRINCIP ZAŘÍZENÍ PRO DEŠŤOVOU VODU.....	39
5.7	INFILTRACE DEŠŤOVÉ VODY.....	41
5.7.1	<i>Infiltrace vody v ČR</i> .....	42
<b>6</b>	<b>METODIKA</b> .....	<b>43</b>
<b>7</b>	<b>HOSPODAŘENÍ S DEŠŤOVOU A ŠEDOU VODOU V HOTELU VIENNA HOUSE DIPLOMAT</b> .....	<b>44</b>
7.1	BILANCE DEŠŤOVÝCH VOD V HOTELU VIENNA HOUSE DIPLOMAT.....	45
7.2	NÁVRH ZAŘÍZENÍ PRO DEŠŤOVOU VODU.....	54
7.3	BILANCE ŠEDÝCH VOD V HOTELU VIENNA HOUSE DIPLOMAT.....	56
7.4	TECHNOLOGIE ČIŠTĚNÍ ŠEDÝCH VOD.....	64
7.5	MOŽNOSTI VYUŽITÍ ŠEDÝCH A DEŠŤOVÝCH VOD V BUDOVĚ HOTELU VIENNA HOUSE DIPLOMAT.....	66
7.6	EKONOMICKÁ ROZVAHA.....	80
7.7	ZHODNOCENÍ VARIANT.....	83
<b>8</b>	<b>DISKUSE</b> .....	<b>85</b>
<b>9</b>	<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>87</b>
	<b>ZDROJE</b> .....	<b>89</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b> .....	<b>93</b>
	<b>SEZNAM TABULEK</b> .....	<b>94</b>
	<b>PŘÍLOHY</b> .....	<b>96</b>



# 1 Úvod

V současné době Země trpí nedostatkem pitné vody, bez které není možno žít.

Nedostatek pitné vody je jeden z hlavních globálních problémů lidstva. Pitná voda je čím dál tím méně dostupná a my s ní stále více plýtváme a neuvědomujeme si, že množství pitných vod na Zemi je omezeno. I kvalita pitné vody stále klesá a v některých koutech světa není žádnou samozřejmostí. Více než miliarda lidí na planetě nemá ke kvalitní vodě vůbec přístup, tak jsou zde někteří lidé nuceni pít vodu závadnou. Následkem závadné vody zemře ročně mnoho lidí. Na tuto problematiku je kladen nedostatečný důraz, neboť jen málo zemí jí řadí do svých prioritních oblastí. Proto je nesmírně důležité omezit toto plýtvání vody, a naopak ji umět efektivně využít a umět s ní správně hospodařit.

Mělo by být nepostradatelnou součástí našich životů umět dobře hospodařit jak s dešťovými, tak i se šedými vodami. Může se jednat o využití jak dešťové vody, která se může využít zejména pro závlahu, tak i využití vody šedé třeba na splachování toalet.

Žijeme v době, kdy poprvé za x tisíc let začínáme pocítovat deficit vody. Je potřeba začít hledat nové způsoby, kterými je možné vodu získat. Za poslední léta upadá i množství srážek, zatím, co teplota vzduchu má neustále rostoucí tendenci. Je tedy potřeba přistoupit i na varianty možnosti recyklované odpadní vody a k variantě zachycování dešťové vody.

Využívání dešťové vody a recyklované odpadní vody nám otevřou možnosti přispět k vývoji udržitelného rozvoje městských regionů, pomůžou nám šetřit zdroje pitné vody, které jsou omezené a chovat se šetrněji k přírodě. Mají i za následek snížení finančních nákladů. Právě snížení finančních nákladů by mohlo být ten důvodem, jak motivovat lidstvo k využívání právě těchto užitkových vod. Přece jen každým spláchnutím toalety nám zároveň i mizí hodně peněz, což si ani neuvědomujeme. Kdybychom si to uvědomovali, tak si možná i to spláchnutí toalety dokážeme více užít, ale je zkrátka smutné, že tu nejvyšší jakost vody, která odpovídá hygienickým normám a je podrobena mnoha testům je využita pouze pro přepravování nečistot, kterých se potřebujeme zbavit.

V posledních letech se našťestí tento trend rozrůstá, a to na světovém měřítku. Mnoho zemí začíná hledat způsoby, jakým šetřit vodou a učí se způsoby, jakými využívat provozní vody.

Budeme tedy doufat, že tento „trend“ hospodaření s vodou nám vydrží a budeme se chovat stále více zodpovědně k našim budoucím generacím a k naší planetě Zemi.

## **2 Cíle práce**

Tato diplomová práce je rozdělena na dvě části. Na teoretickou část a praktickou část.

Teoretická část rešeršního charakteru je zaměřena na problematiku dešťových a šedých vod, jejího využití a následně správného a efektivního hospodaření s ní.

Praktická část je zaměřena na dešťovou a šedou vodu v pražském hotelu Vienna House Diplomat a popisuje, jak by se dala voda dále využít a jak s ní v hotelovém komplexu správně a efektivně hospodařit.

### 3 Voda na Zemi a její zásoby

Voda patří mezi jedinou chemickou látku, která se na Zemi vyskytuje ve třech podobách (skupenstvích). A to v plynné podobě, kapalně a tuhé. Vodní pára patří tak mezi nejléhké plyny. (Komínková a spol., 2014)

Voda je jeden z nejdůležitějších a také nejcennějších zdrojů na naší planetě, který je pro lidský život nezbytným. K pitné vodě však nemá 40 % světové populace přístup. Podle výzkumu Světové zdravotnické organizace (WHO) nedostatkem vody, která je vhodná k pití a pro hygienu trpí zhruba 3 miliardy lidí.

Více než 70 % povrchu naší planety je tvořeno vodou. 97 % veškeré vody na Zemi se nachází v oceánech a mořích v podobě vody slané. Pouze zbylé 3 % tvoří voda sladká, nalézající se v atmosféře, na povrchu a pod povrchem. Největší zastoupení sladké vody na povrchu, přibližně 70 %, je voda ve formě ledovců a zbylých 30 % je tvořeno vodou atmosférickou, která se vyskytuje ve formě vodní páry, vodou podpovrchovou a dalšími typy vod povrchových, jako jsou například jezera, močály, potoky a řeky, ale i voda nacházející se v živých organismech. (Němec a kol., 2006)

Vody je sice na Zemi dostatek, ale bohužel pouze 3 % sladké vody, a právě tyto zásoby nám dochází, proto je potřeba s vodou šetřit a naučit se s ní správně nakládat. (Němec a kol., 2006)

Povrchová voda na Zemi tvoří něco pod 1 % sladké vody na pevninách. Její zásoba je rozdělena velice nerovnoměrně. Například na Islandu připadá na obyvatele asi 674 000 m<sup>3</sup> vody. Naopak ve státě Kuvajt je 0 m<sup>3</sup> vody na obyvatele. (Komínková a spol., 2014)

Proto bylo zvykem, že se lidská společnost vždy vyvíjela a rozvíjela na takovém území, kde byl dostatek vody. Míra dostupnosti vody v daných lokalitách je kvalifikována indexem nedostatku vody (INV). Zde se počítá dle vzorce  $INV = (W - S) / Q$ , kde W = odběr vody za rok, a to všemi oblastmi lidských aktivit, S = objem odsolené vody, Q = obnovitelné množství vody za rok. V případě, že uvedený index bude vyšší jak 0,4, je patrné, že daná oblast se považuje za velice nedostatečně zásobovanou vodou. Za takové oblasti považujeme severní Čínu, Indii, Blízký východ a střední západ USA. (Bohannon, 2006)

### **3.1 Zdroje vody**

Zdroje vody na Zemi můžeme rozdělit na vodu povrchovou a podzemní. Za podzemní vody považujeme vody, které se přirozeně vyskytují pod zemským povrchem v pásnu nasycení v přímém styku s horninami. Považuje za ně též vody, které protékají drenážními systémy a vody, které se nacházejí ve studních. (Komínková a kol., 2014)

Za povrchové vody považujeme sladké povrchové vody, vody v ledovcích i slané vody v oceánech a mořích. Pro účel pitné vody se zejména používá povrchová, sladká voda. Přímořské státy mohou využívat i vodu slanou, která se dá celkem snadno upravit tzv. odsolováním vody. (Komínková a kol., 2014)

Za vodní zdroj považujeme zdroj podzemní a povrchové vody, který může být využíván k různým potřebám společnosti. Pro výrobu pitné vody je vhodné využívat zejména povrchovou vodu z tzv. vodárenských toků a vodu, která je akumulovaná ve vodárenských nádržích. Voda z vodárenských toků je využívána jen v případech, kdy není dostupná voda, která vyhovuje požadované jakosti. (Komínková a kol., 2014)

### **3.2 Problémy související s vodou**

Obyvatelé třetího světa musí denně absolvovat až několika kilometrovou cestu pro vodu nebo za ní velice draho platí pouličním prodavačům. I to bývá často důvod, proč lidé jsou v těchto oblastech málo vzdělání. Několika kilometrové cesty za vodou absolvují ženy či děti a cesta jim trvá i několik hodin. I s kvalitou vody v těchto zemích bývá často veliký problém, a proto zde není výjimkou onemocněním dopadem nekvalitní vody. Téměř 60 % světového onemocnění souvisí s nekvalitní vodou. (Votava, 2004)

Nedostatečným a nedůsledným čištěním odpadních vod zemře ročně 3,5 milionů lidí. Na světě tak zemře každých 20 sekund dítě právě důsledkem nedostatečné hygieny vody. Znečištěná voda je vhodným prostředím pro šíření různých nemocí, které mohou ohrožovat velké množství obyvatel. Evropa se hlavně díky vhodnému hygienickému zajištění a správnému čištění odpadních vod nemocem, které jsou způsobeny vodou vyhýbá.



Epidemie jsou způsobeny patogenními mikroorganismy, které se do vody dostávají často z odpadních vod. K případnému nakažení pak dochází velice jednoduše. A to při mytí, vaření z kontaminované vody či pití.

Za častý problém, které souvisí s kvalitou pitné vody, jsou různé druhy nemocí. Mohou být jak virového, tak bakteriálního původu. Mezi časté onemocnění virového původu, které pocházejí z vody, patří např. hepatitida A, dětská obrna, meningitida, průjmy a další. Bakteriální infekce jsou vyvolány patogenními bakteriemi. Za časté nemoci způsobené bakteriemi považujeme např. salmonelu, cholera.

Ve vyspělých zemích jako například evropské státy, jsou ve většině případů dodržovány hygienické zásady a předpisy, a to jak ve vodárenství, tak ve správném postu a dodržování zásad při čištění odpadních vod. Ve vyspělých státech je možné říci, že je zdroj pitné vody téměř neomezený. Proto je minimální šance spojená s rizikem přenosu patogenních organismů vodou. Mezi veliký trend ve vyspělých státech se čím dál častěji stávají veřejné bazény, lázně, wellness, fitness a další. Taková voda pak představuje nemalé riziko. Předchozí koupající osoby tak po sobě mohou zanechat stopy kontinuálního zdroje kontaminace vody (viry, bakterie, kvasinky, plísně a další). (Komínková a spol., 2014)

Mezi možné infekce, které jsou způsobeny z vody umělých koupališť a bazénů patří např.: zánět kůže, bradavice, zánět středního ucha, zánět spojivek, zánět jater, infekce urogenitálního traktu, zánět žaludku a střev a mnoho dalších. (Jeligová a kol., 2008)

### **3.3 Spotřeba vody**

Hospodaření s vodou je v současné době velice diskutované téma a to, jak u nás, tak i na světové úrovni. Mnoho zemí ani hospodařit s vodou neumí a vzhledem k tomu, že množství pitné vody za poslední léta rapidně ubývá, ba dokonce i v mnoha koutech světa ani téměř není, je potřeba se nad tím zamyslet a začít efektivně využívat užitkovou vodu, kterou mají státy i s dostatkem pitné vody k dispozici. (Beránková a kol., 2017)

Obrovská sucha trápí celý svět, ale přesto je spotřeba vody velice vysoká. V ČR se spotřeba pitné vody pohybuje asi kolem 90 litrů na obyvatele na den. Američané spotřebují více než trojnásobek a to okolo 300 litrů na osobu na den. Kanaďané dokonce

700 litrů na osobu na den. Pro porovnání se zeměmi třetího světa, kde mají pouze 10 litrů na obyvatele na den, jsou tyto čísla velice znepokojující. (Beránková a kol., 2017)

Ve Spojených státech se na obrovských plochách spotřebovává mnohem více vody, než se přirozeně dokáže obnovovat. Japonsko s vysokým úhrnem dešťových srážek má čím dál vážnější problémy s kontaminací vodních zdrojů. (Beránková a kol., 2017)

### **3.3.1 Ve světě**

S postupně přibývajícím přírůstkem populace vzrůstá i celková spotřeba vody. Od roku 1940 do roku 2006 se zvýšila spotřeba vody na Zemi až čtyřikrát. (Vodárenství, 2009)

Celkově ve světě patří mezi největší spotřebitele vody USA, Británie a Austrálie. V Evropě patří mezi nejméně šetřivé státy Velká Británie. Zde průměrná denní spotřeba pitné vody dosahuje okolo 340 litrů na osobu, což je ve srovnání s ČR asi tak o 4 x více.

V porovnání ostatních států Evropy se tak Česká republika, Slovensko a Polsko nachází na nejnižších příčkách ve spotřebě pitné vody. (Vodárenství, 2009)

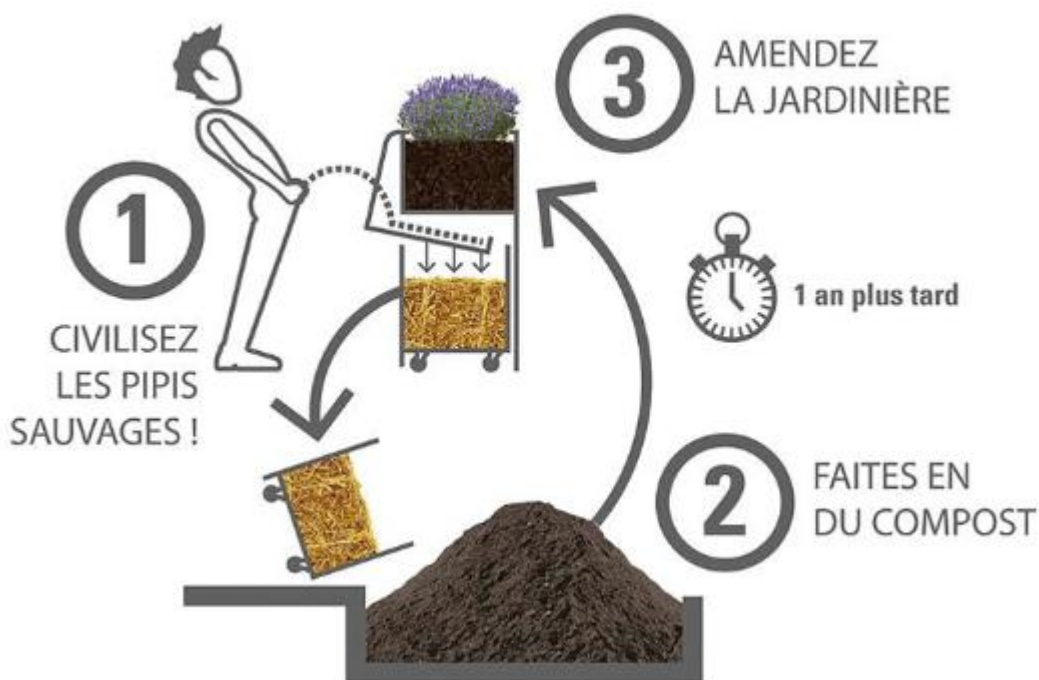
Bohatší státy, které mají deficit vody, tak řeší problém s nedostatkem vody zejména možnostmi odsolováním mořské vody. Typickým příkladem je stát Kuvajt, který se nachází v jihozápadní Asii a je na odsolenou mořskou vodu plně odkázán. (Vodárenství, 2009)

Nedostatek vody se v poslední době řeší především její recyklací. Nejvíce zkušeností s touto recyklací vody má Izrael, zde je znovu využíváno zhruba 90 % vyčištěných odpadních vod, což je nejvíce na světě. Dešťová voda je zde použita ke splachování WC, praní prádla či k zavlažování. (Siegel, 2018) Dále se recyklovaná voda používá například v Británii, USA a v Singapuru. (Vodárenství, 2009)

Ovšem oproti Izraeli, kde se snažíme maximálně recyklovat odpadní vody, a to téměř již zmíněnými 90%, tak v USA se jedná pouze o necelá 3%. (Tal, 2006)

Ve Francii jsou už dokonce někde zavedeny první suché pisoáry pro veřejnost a v Paříži u nádraží je dokonce zkušební provoz dvou ekologických „květinových“ pisoárů. (Beránková a kol., 2017)

**Obrázek 1- Suché pisoáry v Paříži**



(Zdroj:Beránková a kol., 2017)

Letité zkušenosti s využíváním dešťové vody mají v německé metropoli. Zde je v posledních letech považován za veliký trend zelené střechy. V hlavním německém městě je zhruba čtyři sta hektarů zelených střech. Odpovídá to téměř třem procentům z celkového počtu. V Berlíně na Postupimském náměstí se veškerá dešťová voda, která se neinfiltroje do země nebo nezůstane v zelených střechách, svádí do velkých zemních akumulčních nádrží. Tato voda má pozdější využití pro zalévání vegetace či splachování toalet ve velkých budovách. (Matzinger, 2017)

Vzhledem k situaci, že je voda po světě rozdělena nerovnoměrně, tak mezi ohrožené oblasti s nedostatkem vody jsou považovány zejména severní Čína, území na hranicích Pákistánu a Indie, Blízký východ a střední západ USA, jak již bylo zmíněno. (Bohannon, 2006)

Voda je i nedílnou součástí k produkci potravin ve světě. Dle výzkumů je patrné, že v 50. letech našeho století bude asi 40 % celosvětové populace žít v oblastech, kde nebude možné zajistit potravinovou soběstačnost, a to vzhledem k nedostatku vody.

Tento problém se týká zejména Číny, Pákistánu, Iráku, Filipín a Bangladéše. (Rockström, a kol., 2009)

### 3.3.2 V České republice

I v České republice je hospodaření s vodou velice otevřené téma. Hlavní snaha je o maximální využití užitkové vody. Spotřeba pitné vody z kohoutku se pohybuje něco okolo 90 litrů na osobu na den. (Vorlíčková, 2013)

Spotřeba vody v ČR má naštěstí klesající tendenci. V roce 1989 byla specifická spotřeba vody cca 401 litrů a osobu na den, v roce 2004 pak specifická spotřeba byla až o 47,4 % menší a to okolo 102 litrů na osobu na den. (MZe, 2006)

V současné době nám nejnovější data ukazují, že průměrný Čech denně spotřebuje asi 88,7 litru vody. Takže můžeme pozorovat, že pokles je oproti roku 2004 opět znatelný, což je dobré znamení. (ČSÚ, 2018)

Nejvyšší spotřeba pitné vody je samozřejmě v hlavním městě, zde je spotřeba vody více než 109 litrů na osobu za den. Nejnižší spotřeba vody je naopak ve Zlínském kraji. Oproti Praze je zde spotřeba až o 33 litrů menší.

Pitná voda v ČR stojí průměrně 37,2 Kč za m<sup>3</sup> bez DPH. Cena vody se tak každým rokem zvyšuje. (ČSÚ, 2018)

V posledních letech se v České republice začalo využívat šedých vod a vod dešťových. Obě tyto vody se dají využívat v mnohých ohledech. Hlavním cílem je vodu po malé úpravě využít ke splachování WC, pro zavlažování a to zejména v zemědělství nebo pro mytí aut a další.

V ČR se stejně jako ve většině evropských zemí splachuje WC pitnou vodou. To prohlásil Richard Brabec – ministr životního prostředí, za barbarství a dodal: „Žijeme ve vodním blahobytu, ten ale skončil.“ (Beránková a kol., 2017)

Vzhledem k nedostatku vody a podpoře efektivního hospodaření s dešťovou a odpadní vodou vznikla dotace zvaná „Dešťovka“. Tento program je společným projektem Ministerstva životního prostředí spolu se Státním fondem životního prostředí. Je určena pro majitele domů, a to po celé ČR, kteří mohou ročně ušetřit až 105 tisíc korun. Jedná

se o nádrž, která slouží k zachycování dešťové vody a je možné ji využít k zalévání zeleně či splachování WC a je tak dobrým zdrojem v době sucha. (Valdman, 2017)

Vážnost situace s nedostatkem vody si uvědomujeme stále více. Průzkumy nám ukazují na fakt, že loňský srpen 2018 byl třetím nejteplejším od roku 1961. Zásoby podzemních a povrchových vod rapidně ubývají. (Brabec, 2018) Hladina podzemních vod klesla na území ČR od roku 1998 minimálně o 3 metry a kvalita vody také klesá. (Valdman, 2017).

#### **Kolik vody spotřebujeme na naše každodenní činnosti:**

- spláchnutí toalety 10 – 12 litrů
- koupel ve vaně 100 – 150 litrů
- sprchování 60 – 80 litrů
- pití každý den 2 litrů
- denně v kuchyni 5 – 7 litrů

(Vorlíčková, 2013)

Cena vody se v dnešní době skládá ze dvou hlavních položek, a to vodné a stočné. Vodné je úplata za dodanou vodu z veřejného vodovodu a je vybíráno již od konce 16. století. Stočné je pak úplata za vodu odváděnou veřejnou kanalizací, respektive za odvedení odpadní vody a její následné vyčištění. (Jásek a kol., 2000)

K datu 1.1.2019 je cena za vodného a stočného v České republice necelých 90 Kč/m<sup>3</sup>, což je asi o 2,27 Kč více než v předešlém roce. (PVK, 2019)

#### **Tabulka 1- Cena vodného a stočného 2018, 2019**

Rok	cena v Kč/m <sup>3</sup> včetně 15% DPH		
	Vodné	Stočné	celkem
od 1.1. 2018	48,30	39,09	87,39
od 1.1. 2019	48,96	40,70	89,66

(PVK,2019)

Významnými nákladovými položkami, které ovlivňují výši cen vodného a stočného, jsou náklady na opravu spravovaného majetku a provozní náklady. Dalšími náklady,

které hrají významnou roli, je nájemné, které je odváděno provozovatelem vodovodů a kanalizací městům a obcím za provozování vodohospodářské infrastruktury a v neposlední řadě pak zvyšování cen energií, nákladů na likvidaci nebezpečného odpadu a mnoho dalšího. (MZe, 2006)

## 4 Šedé vody

### 4.1 Vznik šedé vody

Dle normy EN 12056 považujeme za šedé vody (splaškové vody), které neobsahující moč ani fekálie. Jsou to vody, které odtékají z umyvadel, sprch, van, dřezů apod. Šedou vodu, zejména z koupelen, je možné po úpravě použít jako vodu provozní (tzv. bílou vodu) pro splachování záchodů, pisoárů a zalévání zeleně. (Šálek, 2012)

Šedé vody lze rozdělit do několika kategorií:

- neseparované šedé vody,
- šedé vody z umyvadel, van a sprch,
- šedé vody z kuchyní a myček,
- šedé vody z praček,
- ostatní šedé vody.

Obvykle šedá voda obsahuje množství mýdla, šamponů, zubní pasty, potravinářské odpadky, oleje nespotřebované při vaření a vlasy. Šedá voda také není vždy stejnou mírou znečištěna. Větší množství nečistot se např. nachází z praní dětských plen. (Šálek, 2012)

Nejméně zatížené jsou vody ze sprch a mytí. Složitější je využití vod např. z kuchyní, protože voda obsahuje množství tuků apod. Dle zatížení se dají šedé vody dělit na vhodné a podmíněně použitelné pro recyklaci. Použitelná voda je voda, která je z umyvadel, sprch a van a podmíněně použitelná je z oblasti kuchyně a myčky na nádobí.

Znovu využití šedé odpadní vody je jednou z cest, jak snížit spotřebu pitné vody a redukovat tak množství vypouštěných vod. (Plotěný a kol., 2012)

Produkce šedé vody v domácnostech činí zhruba 55%, v komerčních budovách je to okolo 27% z celkové produkce odpadních vod. (Šálek, 2012)

Splaškové vody mají šedou až šedohnědou barvu, proto jsou také nazývány šedými vodami. Jejich teplota se pohybuje od 5 do 20°C. Jejich pH je od 6,8 do 7,5 a bývají hodně zakalené. (Komínková a kol., 2014)

Zvýšená produkce šedých vod se zejména vyskytuje v bazénech, hotelech, saunách, restauracích a podobných veřejných zařízeních. (Plotěný, 2013)

Spotřeba vody ve veřejných zařízeních se však liší. Ve tříhvězdičkovém hotelu může produkce vody dosahovat až na 150 l/(os/den), naopak v pětihvězdičkovém hotelu může produkce dosahovat až 1000 l/(os/den). Rozsah je dán hlavně vybavením hotelu, zejména ho pak ovlivňuje přítomnost wellness centra, sauny, bazénů a způsobu udržování kuchyně. (Plotěný, 2012)

## **4.2 Využití šedé vody**

Šedé vody lze využít ke snižování spotřeby pitné vody v budovách. Vzhledem k tomu, že šedé vody jsou relativně málo znečištěny, tak stačí vynaložit malé úsilí na jejich vyčištění. Je to šetrný způsob, jak snížit finanční náklady na pitnou vodu a také přispět k úspoře a šetřit přírodu. (Holt a kol., 2006)

Šedé vody rozhodně nejsou vhodné ke konzumaci či pro mytí nádobí. To může být pro člověka velice nebezpečné. V případě, že vodu bude využívat pouze jako užitkovou, nehrozí zdravotní riziko. (Fryer.,2012)

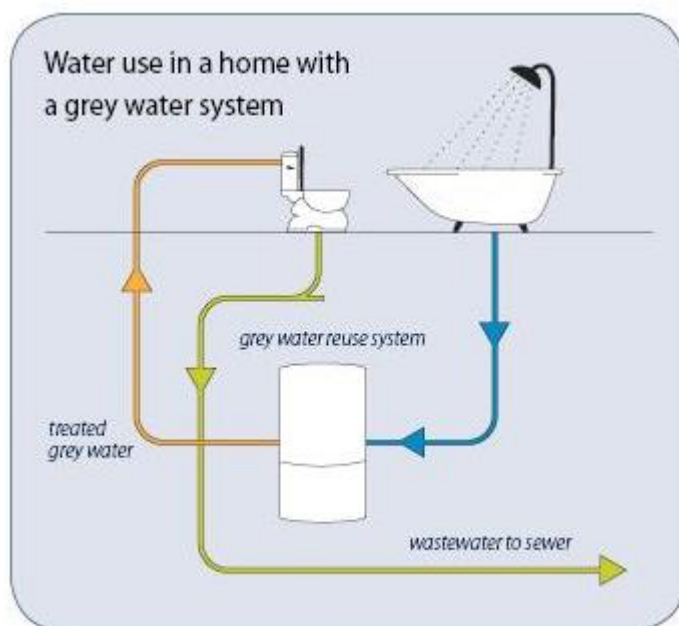
Šedé vody můžeme rozdělit dle jejich využitelnosti pro recyklaci. Vody, které jsou využitelné pro snadnou recyklaci, jsou zejména vody z umyvadel, z van a ze sprch. Těmto vodám stačí snadná úprava a můžeme je pak považovat za hygienicky nezávadné. Můžeme je pak využít jako vodu užitkovou tzv. bílou vodu. Tyto bílé vody mohou v ideálních případech nahradit pitnou vodu, a to konkrétně ke splachování WC, na praní, k úklidu, k zavlažování a dalšímu. Za vody, které jsou podmíněně použitelné pro recyklaci, považujeme vody z myček a dřezů, které obsahují nemalé množství organického odpadu, fosforu a patogenů. U těchto vod je proto vhodnější varianta využít jejich další zpracování spolu s vodami hnědými a s biologickým odpadem z kuchyně. (Komínková a spol., 2014)

Šedou vodu můžeme využít nejen v domácnostech. Vhodné jsou i ostatní budovy jako jsou školy, ubytovací zařízení a další. (Ludwig,2006)

Potřeba pitné vody je méně než 5 litrů na osobu na den, proto by bylo vhodné k dalším účelům využívat recyklovanou odpadní vodu, která nám výrazně přispěje k udržení kvality životního prostředí a zároveň pomůže snížit tlak, který je kladen na sladkovodní zdroje. (Vigneswaran a kol.,2003)



**Obrázek 2 - Schéma využití šedé vody**



(Zdroj: Vyoralová, 2016)

#### **4.2.1 Využití tepelné energie**

Průměrně je za den vyprodukováno cca 55-112 l šedé vody na obyvatele za. U některých objektů, jako je například hotel, bazén, sauna, může být spotřeba teplé vody až 400 l/(ob/den). Teplota vody je tedy vyšší, než by byla u běžných komunálních vod. V průměru činí zhruba 18-35 °C. v případě, že jsou tyto vody vypouštěny do stokové sítě, mají tak pozitivní vliv na čistící proces na stávajících čistírnách odpadních vod, protože v zimě přispívají ke zlepšenému čistícímu procesu. Je to jeden ze způsobů, jak recyklovat teplo z šedých vod a snižovat tak náklady na ohřev teplé užitkové vody či na vytápění objektu. V České republice není zatím tento způsob příliš rozšířený, nicméně zde již první pokusy probíhají. (Plotěný, 2012)

Odebírat teplo z odpadních vod je možné provádět 2 systémy, buď centrálně anebo lokálně. O zvolení správného systému pro odebírání tepla rozhoduje průtok odpadních šedých vod. (Plotěný, 2012)

Pro malé zařízení je vhodnější lokální rekuperace tepla, která reaguje na aktuální spotřebu vody. U větších objektů je možné odpadní vodu akumulovat, následně z ní

odebrat potřebné teplo a až poté jí vypustit do stokové sítě nebo na čistírnu odpadních vod. (Plotěný, 2012)

### **Lokální systémy**

Dělíme je na:

- Předehřev studené vody pro okamžitou spotřebu: zde vodu předehříváme v okamžiku, když je spotřeba. Teplota předehřáté vody činí okolo 20 °C. Tuto vodu je pak možno napojit do systému sprch nebo umyvadel. Hlavním účelem tohoto opatření je snížení spotřeby teplé užitkové vody. Ve směšovací baterii dojde k procesu smíchání menšího poměru teplé vody k vodě studené. Toto opatření má větší účinnost nežli předehřátí vody do zásobníku teplé užitkové vody. Zde nedochází ke ztrátám.
- Předehřev studené vody zásobník TUV (teplé užitkové vody): jako druhou možnost je předehřátou vodu vést do zásobníku s teplou užitkovou vodou, kde se pak voda ohřeje na požadovanou teplotu. Tento systém je považován za finančně náročnější a má mnohem menší účinnost než výše popsany systém pro okamžitou spotřebu.

(Zdroj: ČSN 75 6780)

### **Centrální systémy**

Tyto systémy jsou zejména vhodné pro větší objekty, kde dochází k vyšší produkci šedých vod. Voda se zde shromažďuje v akumulární jímce, která má funkci zdroje tepla pro primární okruh tepelného čerpadla. Za velkou výhodu jsou považovány zejména nízké investiční náklady na tento systém.

Za nevýhodu je pak považováno to, že vodu nelze ochladit pod bod mrazu. V případě, že bychom nechali tepelnému čerpadlu odebírat teplo z šedých vod bez ochranné kontroly teploty, pak je možné, že jímka zcela zmrzne. Teplo z jímky je možné odebírat pouze při požadovaném průtoku vody a při požadované teplotě. V případě, že dojde k překročení limitní teploty, tak musíme tepelnému čerpadlu umožnit oběh tepla z jiného zdroje, popřípadě je možné kombinovat tepelné čerpadlo s jiným zdrojem tepla. Pokud dojde k použití tepelného čerpadla, pak je možné dodávat teplo i do rozvodné sítě teplovodního vytápění. Za výhodu je považována možnost chlazení v objektu v letních měsících, a to za pomoci tepelného čerpadla. (Zdroj: ČSN 75 6780)

### 4.3 Legislativa

Jako jeden z velikých nedostatků, pro využití šedých vod je považována téměř neexistující definice šedých vod a její legislativa v podobě platné normy. Nahlížíme tedy na šedou vodu jako na vodu, která je mírně znečištěna, ale je v podstatě zdravotně nezávadná. (Kožíšek, 2012)

Vzhledem k tomu, že v České republice není tedy platná norma, která by se zabývala kvalitou vody, tak se můžeme inspirovat normou ze zahraničí, a to konkrétně z Velké Británie, kde byla v roce 2010 vydána norma, která se zabývá systémem šedých vod (BS 8525). Tato norma obsahuje doporučení, které se týká kvality a monitorování šedé vody. Dle této normy je nezbytné, aby systém šedých vod byl navržen tak, aby nevzniklo žádné riziko na zdraví obyvatel apod. (Biela, 2011)

Dle evropské normy EN 12056-1 vidíme šedé vody jako mírně znečištěné odpadní vody, které jsou vypouštěny do van, sprch, umyvadel, praček a také do kuchyňského dřezu. Voda z kuchyní se pro recyklaci příliš nedoporučuje, a to z důvodu, že obsahuje velké množství organického odpadu a také vysoké množství tuků. Nicméně se jedná pouze o doporučení nikoliv o zákaz. (Maimon et. al., 2014)

V první řadě je vždy nutné si říct, na co má být vyčištěná šedá voda použita. Posléze se posoudí, zda je voda vhodná na základě zjištění zdravotních rizik a stanoví se tak hygienický cíl, který musí stanovovat kvalitu bílé vody. (Reichman et. al., 2013)

### 4.4 Čistírna šedých vod

Na čistírnu odpadních vod, která je určena pro čištění šedých vod, mohou být přivedeny pouze vody šedé. Možné vybavení čističky odpadních vod a její návrh vychází vždy z typu natékajících odpadních vod. V návrhu čistírny musíme zohlednit, zda jsou součástí šedých vod i vody, které přitékají z kuchyní, ty pak totiž mohou obsahovat emuglované a neemuglované tuky. Technologie čištění se navrhuje dle požadavků jakosti provozní vody, které chceme dosáhnout.

Technologie čištění šedé vody dělíme na:

- mechanickou úpravu,
- chemickou úpravu,

- fyzikální úpravu,
- biologické čištění,
- přírodní způsoby čištění.

(Plotěný, 2013)

Šedou vodu označuje sice jako mírně znečištěnou vodu bez fekálií a moči, nicméně nemůže tuto skutečnost zcela vyloučit. Ke kontaminaci šedé vody fekáliemi může snadno dojít. Příkladem je pokálený kojeneček, či praní pokálených plén. Proto je vždy nutné si rozmyslet, na co bude voda využita a nastavit úpravu šedé vody tak, aby bylo dosaženo minimálního znečištění a řádné dezinfekce. (Turner a kol., 2013)

#### **4.4.1 Mechanická úprava**

Mezi základní čistící procesy, které se používají při mechanické úpravě šedých vod, jsou sedimentace a filtrace. Jako další doporučený objekt je sedimentační nádrž a česle s doporučenou velikostí průlin nebo spádových a rotačních sít 0,2 – 3 mm. V případě, že bude nátok šedých vod z kuchyňského dřezu, je vhodné do technologické linky umístit lapák tuků. Tato mechanická úprava šedé vody se využívá zejména v případech, kdy vyhovuje pouze jednoduchá úprava. Většinou se ale mechanická úprava používá pouze jako předčištění před dalšími stupni čištění. (ČSN 75 6780)

#### **4.4.2 Chemická úprava**

Mezi čistící systémy s chemickou úpravou šedé vody je možné zařadit procesy založené na koagulaci a elektrokoagulaci, při které do odpadní vody dávkuje chemikálie na bázi hliníku, železa nebo jiného kovu. Další chemická úprava je fotokatalýza čili rozklad látek za přítomnosti fotokatalyzátoru anebo oxidační procesy využívající OH radikály. (ČSN 75 6780)

Při procesu koagulace se do šedé vody dávkuje koagulant a to na bázi železa či hliníku a vlivem látek pak dochází ke koagulaci a flokulaci. Na závěr pak dochází k separaci látek, které se vysrážely. Koagulace lze využít při čištění šedých vod z prádely.

Elektrokoagulace je obdobný proces jako koagulace. Vlivem anodového rozpuštění hlinitých nebo železitých elektrod za přítomnosti a průchodu elektrického proudu dochází ke koagulačnímu účinku. (ČSN 75 6780)

Fotokatalýzou se látky rozkládají za pomoci fotokatalyzátoru. Tento způsob je využíván hlavně při akumulaci šedé vody z prádelen, kde se nachází znečištěné prádlo ropnými látkami. (ČSN 75 6780)

Pokročilé oxidační procesy vznikají při přímé oxidaci organických látek a to za pomoci právě vznikajících OH radikálů. Používá se například reakce UV záření a peroxidu, soli železa a kovů a dalších možných kombinací. V tomto procesu se odstraní velký podíl těžko rozložitelných podílů kosmetických přípravků. (ČSN 75 6780)

#### **4.4.3 Fyzikální úprava**

Tyto fyzikální úpravy jsou založeny hlavně na principu filtrace – absorpci nerozpuštěných látek na tzv. filtračním loži pískového filtru a dále na membránové filtraci. Jako filtrační materiál je možné použít křemičitý písek, granulované aktivní uhlí anebo antracit. Zvolení je zcela závislé na složení šedé vody.

Membránová je založena na velikosti pórů v membráně. Membrány se dělí dle velikosti odseparovaných částic na mikrofiltraci, ultrafiltraci, nanofiltraci a na reverzní osmózu.

#### **4.4.4 Biologická úprava**

Základem pro biologické čištění je aerobní provzdušnění aktivního kalu, který je v nádrži. Aktivovaný kal je tvořen směsnou kulturou mikroorganismů, díky kterým pak dochází k procesu čištění. Celou podstatou biologické úpravy šedé vody je aktivovaný kal. Ten vzniká při postupném provzdušňováním směsné kultury s odpadními vodami.

Biologickou úpravu šedé vody je vhodné použít v objektech, ve kterých je vysoká produkce šedých vod. Biologické čištění má vysokou účinnost pro odstranění znečištění. (ČSN 75 6780)

#### **4.4.5 Přírodní postupy čištění**

K přírodnímu postupu čištění šedých vod řadíme mokřady, kořenové čistírny a rákosové pole. (ČSN 75 6780)

#### **4.5 Akumulace šedých vod**

Nádrže pro akumulaci vody mohou být buď řešeny jako podzemní nebo jako nadzemní. Měly by být z vodotěsných materiálů. Vhodný je především beton, ocel, polyethylen, polypropylen. (BS 8525 – 1, 2010)

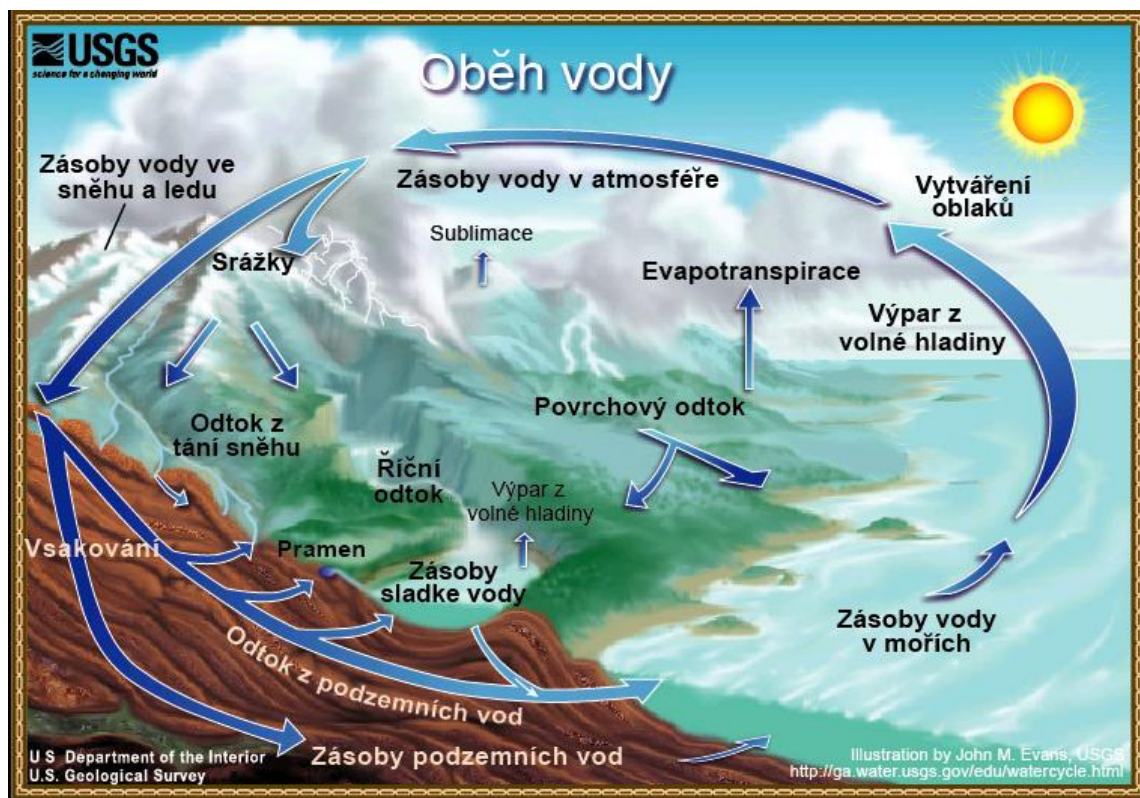
Dále je vhodné, aby nádrže i čistírny byly vybaveny přepadem a víky. A to zejména z důvodu, aby bylo zabráněno kontaminaci vody. Nádobu je vhodné umístit do chladnějších míst, aby teplota vody nebyla příliš vysoká a nedocházelo tak k nežádoucímu růstu mikroorganismů a eutrofizaci. U nadzemní nádrže je důležité provedení izolace, a také je nutné zvolit neprůhledný materiál, který zabraňuje růstu řas. Za velikou výhodu nadzemní nádrže se považují nízké náklady na její případnou rekonstrukci. Vhodné umístění nádrží je v suterénu budovy, aby byla nádoba chráněna před denním světlem. (BS 8525 – 1, 2010)

## 5 Dešťové vody

### 5.1 Vznik dešťové vody

Hydrologický cyklus nám popisuje veškerý pohyb vody na Zemi. A to jak na povrchu země, tak i v podzemí. Voda je v neustálém cyklickém pohybu. Skupenství vody může být pevné i kapalné a zároveň se v oběhu stále mění. Vlivem chladnějšího počasí klesají hladiny vody v mořích, to je zapříčiněné tvorbou ledovců, naopak je tomu v teplých měsících, kdy množství vody stoupá, ovlivněné odtáváním ledovců. (Šálek a kol., 2006)

Obrázek 3 - Koloběh vody na Zemi



(Zdroj:wikipedia.com)

## **Koloběh vody** (neboli hydrologický cyklus)

Mezi pevninou a atmosférou dochází při velkém koloběhu vody ke složité a opakující se výměně vody, která je zakončena opětovným návratem do oceánů.

Počáteční bod je přechod vody z fáze kapalné na fázi plynnou čili výpar. Slunce, které řídí vodní cyklus, postupně ohřívá vodu v oceánech a poté zde dochází k výparu.

Vodní pára je pak prouděním vzduchu přenášena i nad kontinenty a zde padá v podobě pevných či kapalných srážek nebo kondenzuje.

Voda ve formě povrchového a podpovrchového odtoku směřuje pak zpět k oceánu, nebo se díky vsakování dostává do podzemních vod. Podzemní vody mohou také vyvěrat a zúčastnit se povrchového odtoku. Část vody se opět vypaří a voda se stává součástí těl živých organismů nebo tvoří zásoby půdní vody. (U.S. Department of the Interior, 2016)

Koloběh vody na Zemi vzniká tedy výparem teplého vzduchu, který obsahuje vodní páru, v atmosféře tak dojde k ochlazení a s klesající teplotou dochází ke kondenzaci. Proces kondenzace je nepostradatelný proces pro vznik oblaků. Dochází k ní, když je vzduch již maximálně nasycen vodou. Zároveň jsou v atmosféře částice, které jsou schopny vázat na sebe vodu. Mikroskopickým zrnkům prachu či soli říkáme kondenzační jádra, která jsou v dnešní době převážně v podobě prachu a kouře. Miliony těchto kondenzačních jader teprve vytvářejí dešťovou kapku, která svou vahou padá z oblaku na zem v podobě srážek a vsakuje se do země. (Liu a spol., 2009)

## **5.2 Legislativa**

Legislativa pro vodu, respektive vodní hospodářství v České republice, je zakotvena v **zákoně č. 254/2001 Sb.**, o vodách. Tento zákon zvláště chrání povrchové vody a vody podzemní, stanovuje vhodné podmínky pro hospodárné využití vodních zdrojů.

Účelem vodního zákona je také přispívat k zajištění zásobování obyvatelstva pitnou vodou a k ochraně vodních ekosystémů a na nich přímo závisících suchozemských ekosystémů. Problematika dešťových vod není ve Vodním zákoně příliš hojně rozvedena.



V zákoně není uvedena kapitola, která by oblast dešťových vod řešila. A nejednotný pohled v legislativě nepřispívá k porozumění dešťových vod a možnostem jejího dalšího využití. Po dopadu srážkové vody na povrch země, se tak tyto vody stávají vodami povrchovými.

Ze zákona vyplývá, že voda, která vzniká atmosférickými pochody, je tak chápána jako srážková či dešťová voda. Zákon nám upravuje právní vztahy pouze u vody, která dopadne na zemský povrch. V případě, že voda na zemský povrch nedopadne, tak takový právní vztah v zákoně není. Například stavební zákon nazývá vodu, která nedopadne na zemský povrch jako vodu dešťovou, oproti tomu zákon o vodovodech a kanalizacích, který ji zmiňuje jako vodu srážkovou. (Stránský a kol., 2007)

Dále se v České republice problémem s nakládáním s dešťovými vodami zabývá **Vyhláška č. 501/2006 Sb.** o obecných požadavcích na využívání území (ve znění **Vyhlášky č. 431/2012 Sb.**) a dále **Vyhláška č. 268/2009 Sb.** o technických požadavcích na stavby.

Prioritně jsou tedy definovány postupy v následujícím pořadí (dle platné normy **TNV 75 9011**):

1. vsakování na pozemku,
2. zadržování a regulované odpouštění oddílnou kanalizací do vodního toku,
3. regulované odpouštění do jednotné kanalizace.

Podle již výše zmíněného pořadí a priorit by mělo být vždy upřednostněno vsakování dešťové vody na pozemku. V případě, že vsakování na pozemku není možné (z důvodu jílového podloží nebo např. vysoké hladiny spodní vody), měli by příslušní pracovníci (úředníci) povolit alternativní řešení podle priorit 2 a 3. Vždy je nutné mít posudek hydrogeologa dle platné normy **ČSN 75 9010**.

Krom právních předpisů máme také platné normy. Jednou z nich je **ČSN 75 9010** z roku 2012. Řeší návrh, výstavbu a celkový provoz vsakovacího zařízení včetně dimenzování. Z hlediska uceleného řešení hospodaření s dešťovými vodami není norma dostatečně komplexní. Není v ní řešena otázka, co se srážkovou vodou, v případě, že ji nelze vsáknout. Mezery této normy vyplnila norma z roku 2013 **TNV 75 9011** Hospodaření se srážkovými vodami. Definuje se v ní alternativa pro decentrální odvodnění a zároveň nám uvádí komplexní řešení pro urbanizované celky a řešení na jednotlivých pozemcích. Je v ní rovněž zahrnut problém se znečištěním dešťových vod

a rovněž dává do souvislosti typické druhy znečištění s typem plochy a typy zařízení či opatření, které je vhodné právě pro odstranění daného znečištění. Popisuje decentrální objekty, které jsou používány k hospodaření s dešťovou vodou, stanovuje výpočty a postupy pro jejich dimenzování. (ČSN 75 9010, TNV 759011)

Hlavním cílem Ministerstva životního prostředí je řešit dešťové vody, a to v maximálním rozsahu. Minimalizovat výstavbu jednotné kanalizační sítě, minimalizovat výstavbu velkých zpevněných ploch, kde není vyřešena akumulace dešťových vod a další. (Rzepka Heisigová a kol., 2014)

Dešťovými vodami se také zabývá platná norma od roku 2018 **ČSN EN 16941**. Tato norma nám specifikuje požadavky a také nám uvádí doporučení pro navrhování, instalaci, dimenzování, označování, uvádění do provozu a pro údržbu zařízení pro využívání dešťových vod na místě. Dále nám tato norma specifikuje minimální požadavek pro tato zařízení:

Dle této normy je vyloučeno:

- použití jako pitné vody a pro přípravu potravin,
- použití vody pro osobní hygienu,
- decentralizovaná retence,
- vsakování.

Oblast hospodaření s dešťovými vodami je zejména akceptována Plánem hlavních povodí České republiky (v působnosti MZe ČR ve spolupráci s MŽP CČ) a dále politikou územního rozvoje České republiky (v působnosti Ministerstva pro místní rozvoj ČR). . (Vítek a kol., 2015)

**Plán hlavních povodí** je významným strategickým dokumentem pro podporu s plánováním v oblasti vod. Stanovuje nám rámcové cíle, které jsou důležitým faktorem pro hospodaření s povrchovými a podzemními vodami, pro udržitelné využívání těchto vod, pro ochranu a zlepšení stavu povrchových a podzemních vod, pro obecnou ochranu před škodlivými účinky, pro zlepšení vodních poměrů a ochranu ekologické stability. Dále jsou v Plánu hlavních povodí definovány cíle:

- snižovat množství dešťových vod, které jsou odváděny kanalizací a zlepšit pak podmínky jejich vsakování do půdního prostředí,

- snižovat znečištění vodních toků a zavedení povinnosti oddělené likvidace srážkových vod a vod odpadních,
- posílit výzkum opatření na zvyšování retenční kapacity krajiny.

**Politika územního rozvoje** navazuje na Plán hlavních povodí a společně tak tvoří základní právní rámec pro hospodaření s dešťovými vodami. Jedná se o nástroj územního plánování, který určuje požadavky a rámec ve stavebním zákoně obecných úkolů územního plánování s ohledem na udržitelný rozvoj. Za hlavní cíle jsou považovány:

- vytvořit podmínky pro ochranu území a obyvatel před potenciálními riziky a přírodními katastrofami (záplavy, eroze atd.),
- zajistit územní ochranu ploch, které jsou vhodné pro umístování staveb a opatření pro ochranu před povodněmi,
- vytvářet podmínky pro zvýšení přirozené retence dešťových vod v území.

V zastavěných plochách vytvářet dobré podmínky pro zadržování, vsakování a využívání dešťové vody. (Vítek a kol., 2015)

### 5.3 Hospodaření s dešťovou vodou

Hospodaření s dešťovou vodou není ještě v České republice tak populární jako v jiných státech Evropy. Hlavním důvodem je to, že si lidé v ČR neuvědomují, že se musí naučit využívat všechny možnosti pro nahrazení vody pitné na místech, kde by stačila voda užitková. To je důležité hned ze dvou důvodů, a to jak z hlediska ekonomického, tak i ekologického. Voda je pokládána za obnovitelný zdroj, ovšem za poslední dobu se zásoby vody neustále zmenšují. Hlavní příčinou je neadekvátní využívání vody. Průměrná spotřeba pitné vody činí asi okolo 110 litrů na osobu na den. Více jak polovina této vody může být klidně nahrazena alternativou v podobě vody užitkové, protože užitková voda nevyžaduje požadavky kvality a jakosti pitné vody. (Hlavínek a kol., 2007)

V oblastech, kde se nachází vegetační pokryv se až 50 % objemu dešťové vody infiltruje přes vegetační plochu do podzemních vod. Pouze 10 % vody odtéká

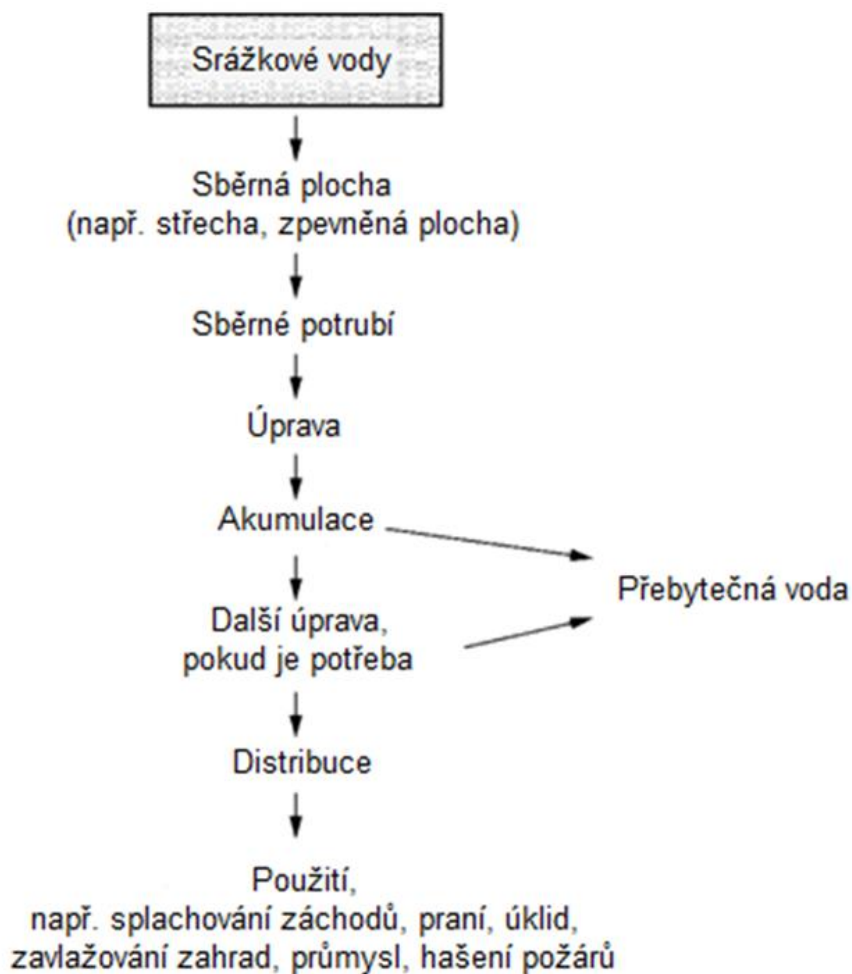
povrchovým odtokem a asi 40 % vody se výparem dostane do koloběhu vody. (Hlavínek a kol., 2009)

V urbanizovaném území dochází ke zvyšujícímu se objemu povrchového odtoku a s ním i rychlost odtoku, která se poté projevuje nemožností transformace vrcholícího průtoku. Tímto následkem dochází ke změně hydrologického systému ve vodním toku. Nepředvídatelné zvýšení průtoku se může projevovat častějšími lokálními povodněmi. (Hlavínek a kol., 2009)

#### **5.4 Využití dešťové vody**

Dešťová voda může být použita pro širokou škálu účelů. Dešťovou vodu lze využít třeba k zalévání zeleně. Stačí, když dešťovku odvedeme do akumulární nádrže s filtrem a čerpadlem. Filtr slouží pouze pro zachycování různých nečistot, jako je kamení, štěrky, kusy dřeva apod. V domě můžeme vodu využít pro splachování toalet, praní prádla, pro úklid a další potřeby. Srážková nebo také dešťovou vodu není možné používat namísto vody pitné, vody pro přípravu potravin, pro osobní hygienu. (Department of Sustainability and Environment, 2006)

**Obrázek 4 - Využívání srážkových vod**



(Zdroj:CSN EN 16941)

Na dešťovou vodu velice kladně reagují i rostliny. Projevuje se to zejména u hrnkových rostlin, které přijímají dešťovou vodu bez vápna. Na květináči se pak nevyskytuje takový vápenatý povlak, který se vyskytuje v případě, že rostliny zaléváme tvrdou vodou. (Böse, 1999)

## **5.5 Zachycování, úprava a akumulace dešťové vody**

### **Zachycování**

Hlavním účelem je zachytit srážkovou vodu a následně jí dopravit do akumulčního zařízení. (CSN EN 16941-1)

V úvahu by se měly brát dále uvedené faktory, které mohou ovlivnit jakost nebo množství zachycené vody např. místní rozdělení srážek, materiál povrchu, velikost sběrné plochy atd. V případě, že se pro zachycení dešťové vody používají zpevněné plochy nebo plochy veřejných střech, musíme předpokládat, že je zde možné znečištění vody, které ovlivňuje jakost vody. (CSN EN 16941-1)

### **Úprava dešťové vody**

Je potřeba zajistit dešťové vodě určitou jakost, která závisí na předmětu využívání.

Úprava vody může zahrnovat chemické, biologické nebo fyzikální procesy nebo i jejich kombinaci. Předčištění vody musí být provedeno před akumulčním zařízením (nádrží) a popřípadě za tímto zařízením. Účelem předčištění je zamezit větším částicím a organického materiálu vniknutí do akumulčního zařízení. Maximální velikost částic, které mohou vniknout do nádrže, nesmí být větší než 1 mm. V případě, že jsou zachyceny pevné částice, musí nepřetržitě odtékat nebo musí být manuálně odstraňovány.

Úprava srážkové vody zahrnuje několik kroků:

- odstranění všech hrubých částic před akumulčním zařízením,
- filtraci za akumulčním zařízením, v závislostech na zamýšleném použití,
- zadržení jemných částic sedimentací a flotací v akumulčním zařízení.

(CSN EN 16941-1)

### **Akumulace**

Správné skladování dešťové vody je velmi důležité a to zejména, protože při dodržení správného způsobu skladování nebudeme mít problémy s udržováním hygieny a kvality zachycené vody. Za ideální se považuje umístit akumulční zařízení neboli nádrž pod zem a to zejména proto, že tam nedochází k tak velikému kolísání teplot a voda není vystavěna přímému slunečnímu záření. Není dobré skladovat dešťovou vodu příliš dlouho v nádrži, a to z hygienických důvodů. (Dvořáková, 2007)

Účelem akumulčního zařízení je zejména: upravovat přitékající vodu do nádrže (sedimentací, flotací); zamezit zhoršení jakosti vody, akumulovat objem srážkových vod, který je přiměřený zamýšlenému použití a objemu akumulčního zařízení.

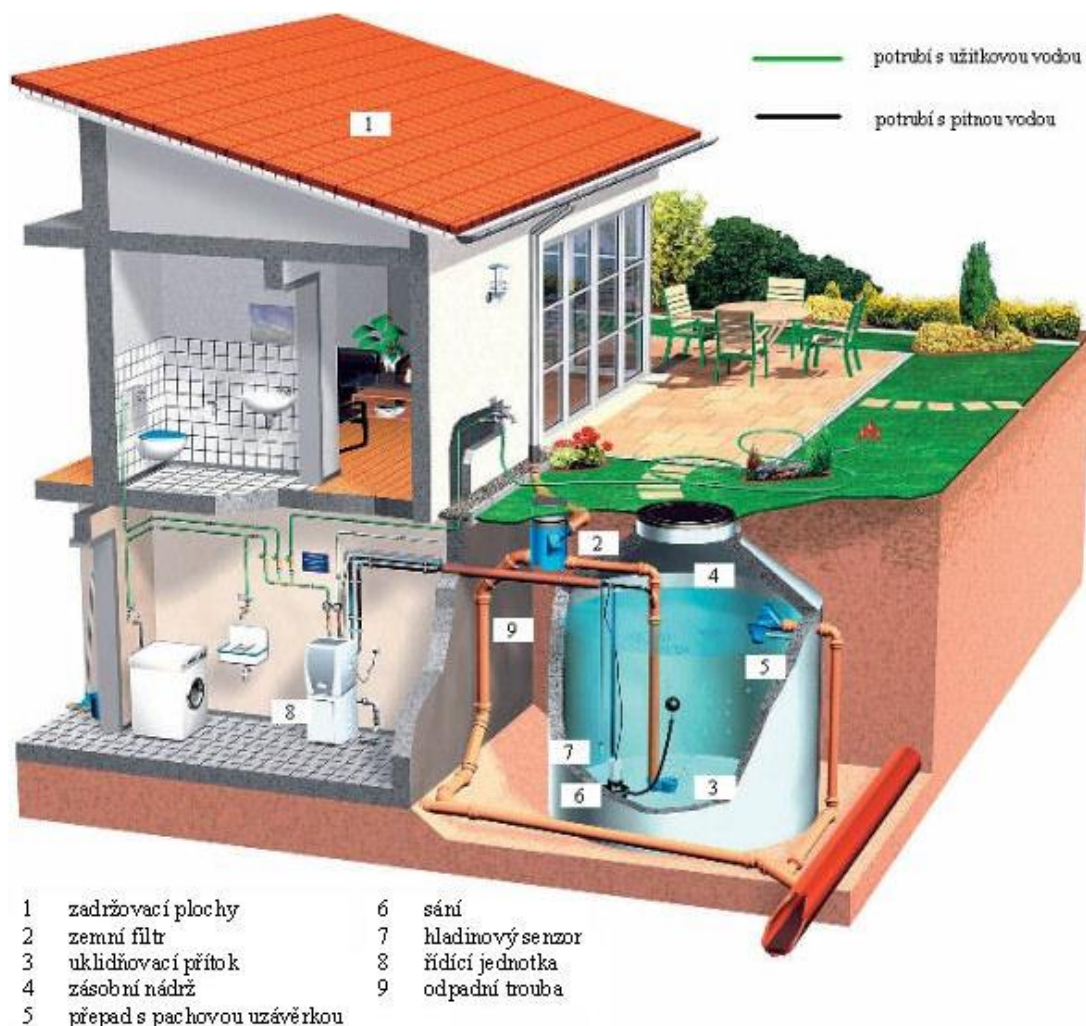
Nádrž musí být chráněna před mrazem, extrémními teplotami a přímým slunečním zářením, proto je ideální uložení nádrže v zemi. Materiál nádrže nesmí mít vliv na jakost akumulované vody. Materiál nádrže musí být neprůsvitný, a/nebo odolný proti UV záření. Pokud se použije průsvitný materiál, musí být chráněn před světlem a dále musí být vodotěsný. (ČSN EN 16941-1)

Akumulční zařízení musí být vybaveno přístupem, který umožňuje pravidelnou údržbu a kontrolu vody. Přístup do nádrže musí být zabezpečen (např. víkem se zabezpečovacím zařízením). Akumulční zařízení musí být také vybaveno přelivem, který umožňuje přebytečnou vodu odvádět. Má pak být vsakována nebo odváděna do povrchových vod. (ČSN EN 16941-1)

## **5.6 Princip zařízení pro dešťovou vodu**

Dešťová voda je sbírána ze střešních ploch a je filtrováno pro odstranění nežádoucích nečistot. Z dešťového svodu je pak postupně vedena do zásobníku, jehož přebytek pak ústí do stávající kanalizační sítě. Aby byla srážková voda připravena pro denní použití, je vhodné mít velikost zásobníku poměrem střešní plochy. Pro běžný rodinný dům je potřebný obsah zásobníku zhruba 1-3 m<sup>3</sup> vody. Další stavební součástí je čerpadlo, které nám dopravuje vodu ze zásobníků potrubím spotřebičů dešťové vody. A to do praček, WC, a na zahrady. Za obvyklá se používají samonasávací sací čerpadla, která bývají umístěna ve sklepě či v šachtě mimo dům či ponorná čerpadla, které jsou instalovány přímo do zásobníku dešťové vody. K čerpadlu je vždy nainstalováno spínací zařízení, které dle aktuální potřeby vypíná či zapíná chod čerpadla a v potrubí vyvíjí rovnoměrný tlak. Zařízení pro doplňování se postará o to, aby i při nedostatečném množství dešťové vody byla odběrná místa i nadále zásobována. (Böse, 1999)

**Obrázek 5 - Zachycování a využití dešťové vody v domě**



(Zdroj: Dvořáková, 2007)

Srážková voda, která stéká ze střechy dešťovými svody, se postupně přivádějí sběrným potrubím do zemního filtru. Mechanické nečistoty se zbytkovou vodou jsou odváděny potrubím do kanalizace. Přes síto filtru dochází k přepadu čisté vody. V případě, že dojde k přeplnění nádrže, odtéká voda zpětnou potrubím do kanalizační sítě nebo do vhodného zasakovacího objektu. Odběr vody z akumulací nádrže se provádí sacím potrubím, kde je odebírána pouze čistá voda. Čerpací zařízení slouží pro automatické doplnění, které v případě, že dojde k nedostatku dešťové vody v nádrži, přepne za pomoci hladinového spínače automatický odběr z vodovodního řádu. (Dvořáková, 2007)



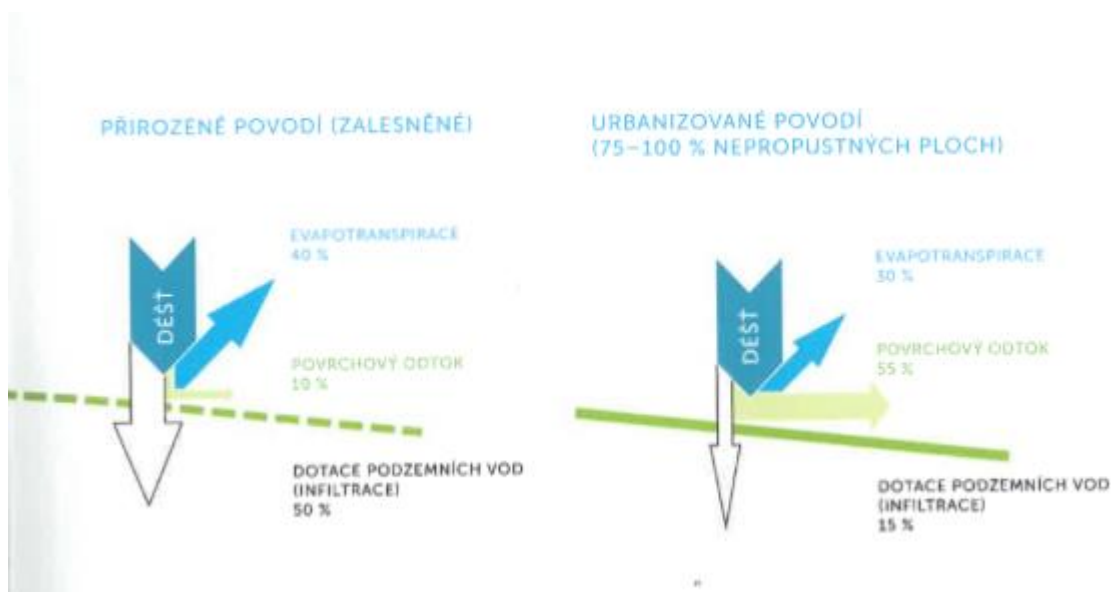
## 5.7 Infiltrace dešťové vody

Urbanizovaná území jsou často známá vysokým podílem zcela nepropustných ploch. Jedná se například o pozemní komunikace, střechy budov a další. V městských centrech je takovýchto ploch více jak 70 %. Na těchto nepropustných plochách se voda nemůže přirozeně vsakovat do půdy a do horninového prostředí a transformovat se tak na podzemní vodu. Srážková voda tak rychle odtéká po povrchu, přičemž její odtok je v urbanizovaném území ještě hodně urychlen stokovou sítí. (Novotná a kol., 2015)

Za negativní důsledek jsou tak považovány jak časté povodně na vodních tocích, tak i jejich časté znečištění, které způsobuje srážkový odtok. Dalším důsledkem je snižování objemu a hladiny podzemních vod, které jsou velmi důležité zejména v letních slunečných a suchých měsících. I výpar bývá v urbanizovaných povodích nižší, což pochopitelně vede ke změně klimatu (nižší vlhkost vzduchu) a ke vzniku tzv. tepelných ostrovů. (Novotná a kol., 2015) Což jsou místa, na kterých jsou teploty vyšší než v blízkém okolí. Působením tepelných ostrovů se zvyšuje podíl klimatických změn, které znamenají delší období bez dešťových srážek. (Stránský a kol., 2019)

Za současný problém ve světovém měřítku je považována neustále rostoucí míra urbanizace krajiny, která je prováděná zvyšujícím se podílem zastavěných a nepropustných ploch, ze kterých pak srážková voda rychle odtéká povrchovým odtokem. Z těchto důvodů se v zahraničí (např. Německo, Švýcarsko, USA, Velká Británie) prosazuje zachování či maximální napodobení přirozené odtokové lokality před urbanizací, a to již od 70. let 20. století. Základním principem této koncepce je tzv. decentralizovaný způsob odvodnění, které se tak zabývá srážkovým odtokem, a to v místě jeho vzniku a vrací ho pak zpět do přirozeného koloběhu vody. Patří sem i zařízení, které alespoň nějaký způsobem přispívá k přirozenému koloběhu vody. Příkladem je akumulace a užívání dešťové vody nebo zadržováním (tedy retencí) a regulovaným odtokem do povrchových vod či do stokové sítě. (Novotná a kol., 2015)

**Obrázek 6- Rozdíl infiltrace vody na odlišném území**



(Zroj: Vítek a kol., 2015)

### 5.7.1 Infiltrace vody v ČR

Až do roku 2007 chyběl v České republice právní rámec pro hospodaření s dešťovými vodami. Poslední době patří ale k nejrychleji se rozvíjející oblasti městského odvodnění. První projekt vznikl počátkem 21. století a jednalo se o Generel odvodnění hl. m. Prahy (GO HMP). Dle Švýcarského vzoru byla vypracována Situační zpráva o vhodnosti území pro zasakování. V současné době se používá norma ČSN 75 9010. Klasifikují se v ní srážkové vody z hlediska jejich přípustnosti vsakování vzhledem k jejich znečištění a uvádí se v ní přípustné způsoby vsakování. (Novotná a kol., 2015)

V centrech měst v České republice tvoří povrchový odtok dešťové vody až 55 % a dochází zde i urychlenému odtoku, jako je to všude v urbanizovaném území. Tím pak dochází ke změně hydrologického režimu, který se projevuje stále častějším výskytem lokálních povodní. Za podstatné se i považují negativní dopady na vodní toky, a to prostřednictvím přepadů z dešťových oddělovačů jednotné kanalizace a také odtoků z dešťové kanalizace. Zde mluvíme tak o hydraulickém stresu, které způsobuje erozi dna a břehů vodního toku a také odplavuje organismy, kteří v něm žijí. (Vítek a kol., 2015)

## 6 Metodika

Základní teoretickou část tvoří odborná literatura a články, které se zabývají řešením dešťových a šedých vod. Odborná literatura o tomto tématu není příliš rozsáhlá, ale narůstá množství odborných článků a publikací, které se zabývají tímto tématem. Podstatně lehčí úkol je najít odbornou literaturu na téma dešťové vody. Co se týče šedých vod, tak tam je zatím bohužel počet literatury omezen, proto je čerpáno zatím z neschválené normy ČNS 75 6780 a je čerpáno z internetových zdrojů a článků. Časopis Priorita přináší též mnoho užitečných článků na téma hospodaření s vodou. Problematikou šedých vod se také zabývá firma ASIO s.r.o., která vydává mnoho odborných publikací a byly tak užitečným zdrojem v oblasti šedých vod.

Praktická část této diplomové práce je založena zejména na informacích a podkladech pracovníků hotelu Vienna House Diplomat. K dispozici byly i poskytnuty půdorysy stavby hotelu Vienna House Diplomat. Dále technický pracovník hotelu poskytl celkovou spotřebu vody za rok 2017. Záměrně byla vybrána data z roku 2017, jelikož od roku 2018 probíhá v hotelu Vienna House Diplomat průběžná rekonstrukce čili data za rok 2018 by nemusela odpovídat reálnému stavu.

Hlavním úkolem v praktické části je navrhnout řešení pro hospodaření s vodou v pražském hotelu Vienna House Diplomat v Dejvicích.

## **7 Hospodaření s dešťovou a šedou vodou v hotelu Vienna House Diplomat**

V praktické části této diplomové práce se autorka hodlá zabývat možností využití dešťových a šedých vod v jednom z velikých pražských hotelů, a to konkrétně v hotelu Vienna House Diplomat v Praze.

Hotel Vienna House Diplomat Prague se nachází na Praze 6 v Dejvicích. Spadající do katastrálního území Dejvice, u Evropské ulice nedaleko Vítězného náměstí. Je tak velmi blízko centru Prahy, proto je vyhledávaným a oblíbeným pražským hotelem pro turisty. Hotel spadá do kategorie čtyř hvězdrového hotelu. V hotelu se nachází wellness centrum a fitness klub. V hotelu Vienna House Diplomat je celkem 400 klimatizovaných pokojů. Nachází se zde také hotelový bar a restaurace. Dále je zde 25 konferenčních místností, kde je kapacita až kolem 1200 lidí. (Vienna House Diplomat, 2019)

Kanalizační větev je napojena do kanalizace DN300 pod vozovkou v ulici Evropská. Hotel Vienna House Diplomat má plochou střechu o rozloze 4200 m<sup>2</sup>. Roční objem srážek, které spadnou na střechu budovy je objem dešťové vody 2469,6 m<sup>3</sup>. S dešťovou vodou, která dopadne na střechu hotelu Vienna House Diplomat bude dále počítáno, a to zejména na zalévání rostlin a zeleně v okolí hotelu a je možno tuto vodu využít i na provoz fontán, které se nachází před budovou hotelu Vienna House Diplomat nebo by bylo možné využít k mytí aut, které se součástí placených služeb v hotelu.

Vzhledem k tomu, že v hotelech je velmi vysoká produkce šedých vod, tak tyto vody budou v hotelu Vienna House Diplomat využity na splachování toalet v pokojích pro hosty. V budově je 471 umyvadel, 415 van a přečištěná šedá voda bude tak rozvedena do toalet. Celkové množství toalet v hotelu je 459. (Vienna House Diplomat)

Pro realizaci je nutno vytvořit návrh vnitřní kanalizace na šedé vody a dále vybrat technologii čištění šedých vod a za další vnitřní rozvody provozní vody.

V současné době jsou dešťové vody ze střech a teras hotelu Vienna House Diplomat svedeny vnitřními dešťovými svody s napojením do kanalizační přípojky a je vedena do jednotné kanalizace.

## 7.1 Bilance dešťových vod v hotelu Vienna House Diplomat

Výpočet množství dešťových vod:

Odvádění dešťových vod z ploch nemovitostí do jednotné kanalizace je samozřejmě zpoplatněno a je ustanoveno v § 19 zákona 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu v platném znění.

Není-li množství dešťových vod odváděných do jednotné kanalizační sítě přímou přípojkou nebo přes uliční vpust měřeno, vypočte se toto množství takovým způsobem, který nám stanoví prováděcí právní předpis. (Zákon č. 274/2001 Sb.)

V tabulce jsou zaznamenány druhy ploch dle jejich propustnosti srážkové vody do půdy. S tímto souvisí odtokový součinitel, který je rozdílný pro různé typy ploch. Odtokový součinitel je pro každý typ plochy jiný.

(Vyhláška č. 274/2001Sb.)

Plocha hotelu tvoří tři charakteristicky odlišné plochy. Na severní straně se jedná o částečně zpevněnou plochu, která doplňuje příslušná vegetace. Západně od hotelu je plocha v převážné míře zpevněná a zde se nachází vjezd do hotelové garáže, kde je plocha též doplněna o vegetaci v podobě keřů. V jižní části se nachází částečně zpevněná plocha, kde tvoří část i zatravněná plocha a množstvím keřů.

Při využívání dešťové vody platí obecně vztah, kdy:

$$V_d \geq Q_r$$

$V_d$  - je roční zisk dešťové vody (l/rok),

$Q_r$  – roční potřeba dešťové (provozní) vody (l/rok).

(ČSN-75-6780)

V případě, že je roční zisk dešťové vody menší nežli potřeba vody provozní, je doporučeno upustit od některých způsobů využívání. (ČSN-75-6780)

## Tabulka 2 - Charakteristika propustnosti ploch

<b>Plocha A:</b> těžce propustná zpevněná plocha, zastavěné plochy, jedná se zejména o střechy s nepropustnou vrstvou, betonové a asfaltové plochy, dlažby, zámkové dlažby apod.
<b>Plocha B:</b> propustná zpevněná plocha, jedná se o zpevněné štěrkové plochy, dlažby, které mají širší spáry vyplněnými materiálem, který umožňuje zasakování do půdy.
<b>Plocha C:</b> zatravněné plochy, které jsou kryté vegetací, např. zahrady, hřiště, sady a další.

(Zdroj: Příloha č. 17 k vyhlášce č. 428/2001 Sb.)

## Tabulka 3- Odtokový součinitel dle typu plochy

Druh plochy	Odtokový součinitel
Plocha A	0,9
Plocha B	0,4
Plocha C	0,05

(Zdroj: Příloha číslo 17 k vyhlášce č. 428/2001 Sb.)

**Tabulka 4- Výpočet redukované plochy**

<b>Druh plochy</b>	<b>Odtokový součinitel</b>	<b>Plocha v m<sup>2</sup></b>	<b>Redukovaná plocha v m<sup>2</sup> (po vynásobení odtokovým součinitelem)</b>
A	0,9	7361	6625
B	0,4	2800	1120
C	0,05	1312	66
<b>Celkem</b>		<b>11473</b>	<b>7811</b>

Dlouhodobý srážkový normál pro Prahu činí 590 mm/rok

Množství odvedených dešťových vod do kanalizace

$$Q = \sum_{i=1}^n SR * DSU$$

$$Q = 7811 * 0,590$$

$$Q = 4608,49$$

**SR** - součet redukováných ploch,

**DSU**- dlouhodobý srážkový normál

**Q** – odvedení srážkové vody do kanalizace

Dle výpočtu bylo zjištěno, kolik srážkové vody je odvedeno do veřejné kanalizace.

Celkově je odvedeno 4608,49 m<sup>3</sup> za rok.

### Dešťová voda pro zalévání vegetace

Dešťová voda, která dopadne na zpevněnou plochu (čili na střechu hotelu) je možné dále zužítkovat, a to na zalévání vegetace, případně je možné využít k chodu venkovních fontán.

Před hotelem Vienna House Diplomat směrem k Evropské ulice je okolo fontán travnatý porost. Před dvěma lety došlo k výsadbě stromů 9, které byly přivezeny z Itálie.

Přebytečná dešťová voda bude sloužit i k zalévání květin okolo hotelu, kde jsou umístěny masivní květináče s vysázenými rostlinami.

Odvod dešťové vody z venkovních ploch je v současnosti sveden do jednotné kanalizace. Dešťová voda ze střech a teras objektů bude svedena vnitřními dešťovými svody.

Nádrž, která bude sloužit k akumulaci dešťových vod, bude vybavena přelivem. Ten má za úkol přebytečnou vodu odvádět zpět do kanalizační sítě.

Dešťovou vodu není vhodné skladovat v akumulární nádrži více než 3 týdny.



**Obrázek 7- Travnatý porost s výsadbou stromů okolo hotelu Vienna House Diplomat**



(Zdroj: autor)

**Obrázek 8 - 1. fontána s květinovou výzdobou v hotelu Vienna House Diplomat**



(Zdroj: autor)

## Obrázek 9 - 2.fontána hotelu Vienna House Diplomat



(Zdroj: autor)

**Tabulka 5 - Dlouhodobý srážkový normál pro Prahu a Středočeský kraj [mm] (1961-1990)**

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
32	30	36	43	70	75	72	73	46	36	40	35

(Zdroj: ČHMÚ )

Dlouhodobý roční srážkový normál činí 590 mm.



**Tabulka 6- Objem srážek spadlých na budovu za rok**

Výměra střechy 4200 m <sup>2</sup>		
Měsíc	úhrn srážek za měsíc (mm)	objem srážek spadlých na budovu (m <sup>3</sup> )
Leden	32	134,4
Únor	30	126
Březen	36	151,2
Duben	43	180,6
Květen	70	294
Červen	75	315
Červenec	72	302,4
Srpen	73	306,6
Září	46	193,2
Říjen	36	151,2
Listopad	40	168
Prosinec	35	147
<b>Celkem</b>	<b>588</b>	<b>2469,6</b>

(Zdroj: ČHMÚ)

Travní porost tvoří nejmenší podíl plochy v okolí hotelu Vienna House Diplomat. Proto dešťová voda zachycená a odvedená ze střechy hotelu bude sloužit k zalévání této zeleně a dále je možno vodu využít pro provoz fontán, které jsou umístěny před hotelem či pro mytí automobilů.

Podle normy ČSN 75 0434 je vláhová potřeba pro travní porost 4 500 m<sup>3</sup>/ (ha.rok). Největší vláhová potřeba je od dubna do října. Čili budeme počítat pouze pro těchto 7 měsíců. Plocha zeleně v okolí hotelu Vienna House Diplomat je 1312 m<sup>2</sup>. Do

travnatého porostu jsou započteny i stromy, které se nacházejí před hotelovou budovou. Jedná se celkem o 9 stromů

**Tabulka 7- Srážková voda pro závlahu travního porostu**

Měsíc	Úhrn srážek na měsíc (mm)	Srážky na plochu v m <sup>3</sup>	Vláhová potřeba na plochu (m <sup>3</sup> /měsíc)	Množství pro závlahu (m <sup>3</sup> )
Duben	43	56,4	65,6	-9,2
Květen	70	91,8	85,28	6,52
Červen	75	98,4	104,96	-6,56
Červenec	72	94,4	118,08	-23,68
Srpen	73	95,7	104,96	-9,26
Září	46	60,3	72,16	-11,86
Říjen	36	47,2	39,36	7,84
Celkem	415	544,2	590,4	-60,56

(Zdroj: ČSN 75 0434)

Z tabulky je patrné, že množství srážek, které dopadnou na travnatý povrch je menší, než je skutečná vláhová potřeba vody. Celkové množství dešťové vody, která dopadne na travnatý povrch je 544,2 m<sup>3</sup>. Je tedy nutné pro závlahu dodat ještě **60,5 m<sup>3</sup>** vody ročně.

## 7.2 Návrh zařízení pro dešťovou vodu

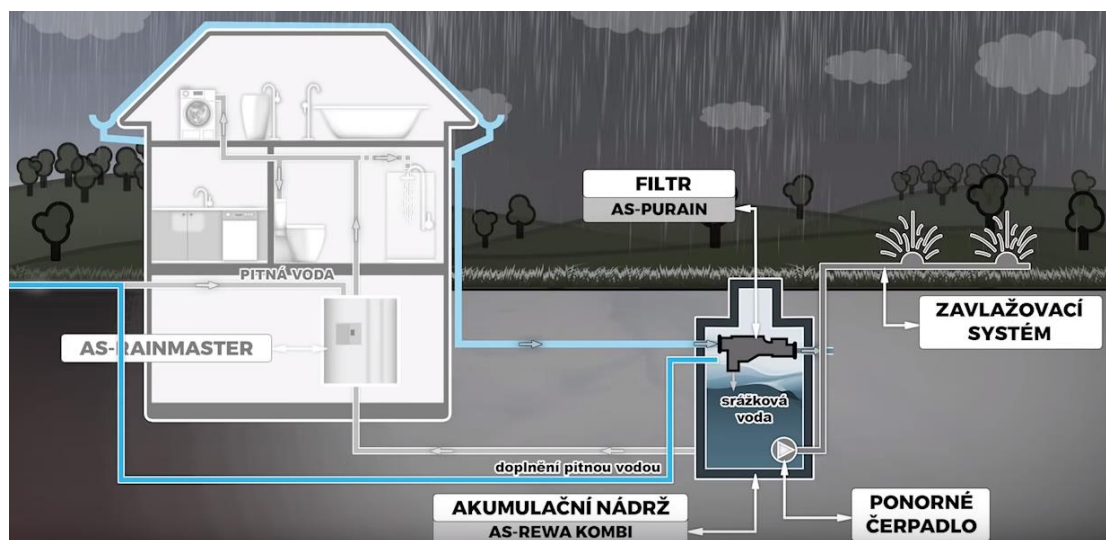
### Nádrž pro dešťovou vodu

Vhodnější variantou bude retenční nádrž umístit do podzemních pater, a to zejména kvůli nižší a stále teplotě. Vhodným místem pro umístění nádrže k zachycování dešťové vody budou v našem případě garáže hotelu, které jsou umístěny v 1.pozdenním podlaží a odkud bude voda čerpána dle potřeby.

### Technologie čištění dešťových vod

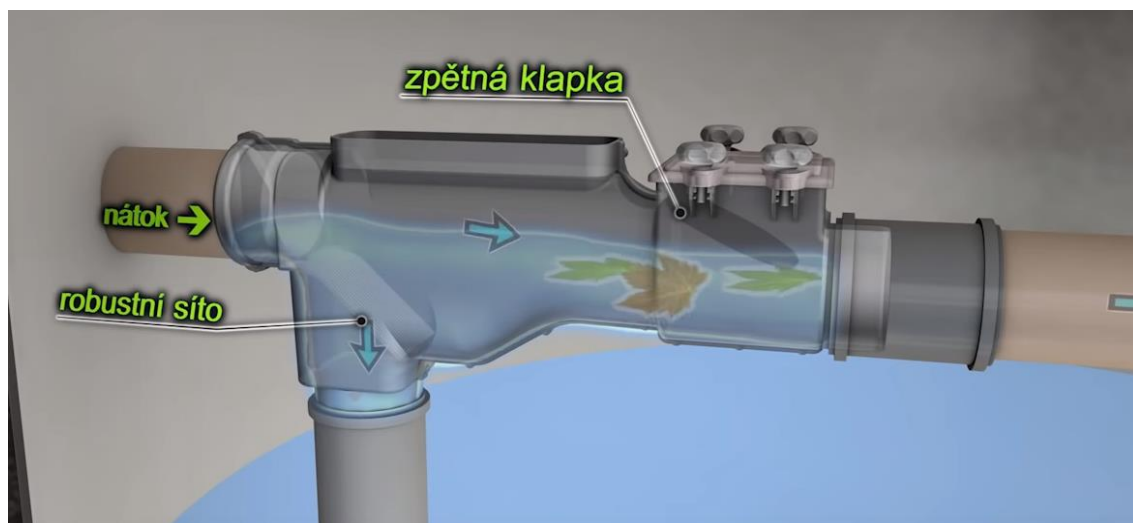
Na obrázku číslo 10 můžeme vidět schéma, které poukazuje na nakládání a využití se srážkovými vodami. Prvním objektem je filtr, který má za úkol dostatečně předčistit vodu od mechanických nečistot. Vzhledem k tomu, že srážková voda může sloužit pro závlahu, případně pro chod fontány či je možné v případě dostatečné množství využít pro splachování WC, není nutné vodu složitě a náročně čistit. Z filtru odvedeme vodu do akumulční nádrže. V případě, kdy hodláme vodu využívat pro závlahu, tak je vhodné zabudovat všechny díly v nádrži (filtr, ponorné čerpadlo i zařízení pro doplňování pitné vody). Celkový objem srážek, které jsou přivedeny svody do nádrže je vyšší než kapacita nádrže. Proto je součástí nádrže filtr, který bude mít funkci zpětné klapky, kdy přebytečná voda poteče do kanalizační sítě, jak je vidět na obrázku číslo 10.

Obrázek 10- Využití srážkových vod



(Zdroj: ASIO NEW, spol. s r.o., 2016)

Obrázek 11- Filtr se zpětnou klapkou



(Zdroj: ASIO NEW, spol. s r.o., 2016)

Obrázek 12- Plastová nádrž na dešťovou vodu



(Zdroj: ASIO, spol. s r.o.)

### 7.3 Bilance šedých vod v hotelu Vienna House Diplomat

Pro hotel je průměrná přibližná produkce šedé vody okolo 90 l/den na jedno lůžko. Čili v typickém dvoulůžkovém pokoji počítáme s přibližnou produkcí šedé vody okolo 180 l/den na jeden pokoj. V případě, aby byla pokryta spotřeba provozní vody pro splachování WC a úklid, je potřeba aby se množství vody provozní rovnalo množství vody šedé.

Aby mohla být šedá voda ze sprch a z umyvadel oddělena, je nutné nainstalovat dvojitý systém vodovodních a kanalizačních trubek. Ten poté šedou vodu odvede do speciálního zařízení, kde se filtruje a čistí. Tuto bílou vodu je pak možné využít jako vodu užitkovou, a to pro splachování WC nebo vhodnou vodu pro úklid v hotelu.

Známe přibližnou procentuální obsazenost hotelu, ale neznáme počet zaměstnanců hotelu. Čili vypočítané hodnoty jsou přibližné a do produkce šedé vody nepočítáme zaměstnance hotelu. Návrhy byly vytvořeny pouze pro patra, na kterých se zacházejí pokoje pro hosty.

K optimálnímu využití šedé vody dochází, jestliže platí vztah:

$$Q_{prod} \geq Q_{24}$$

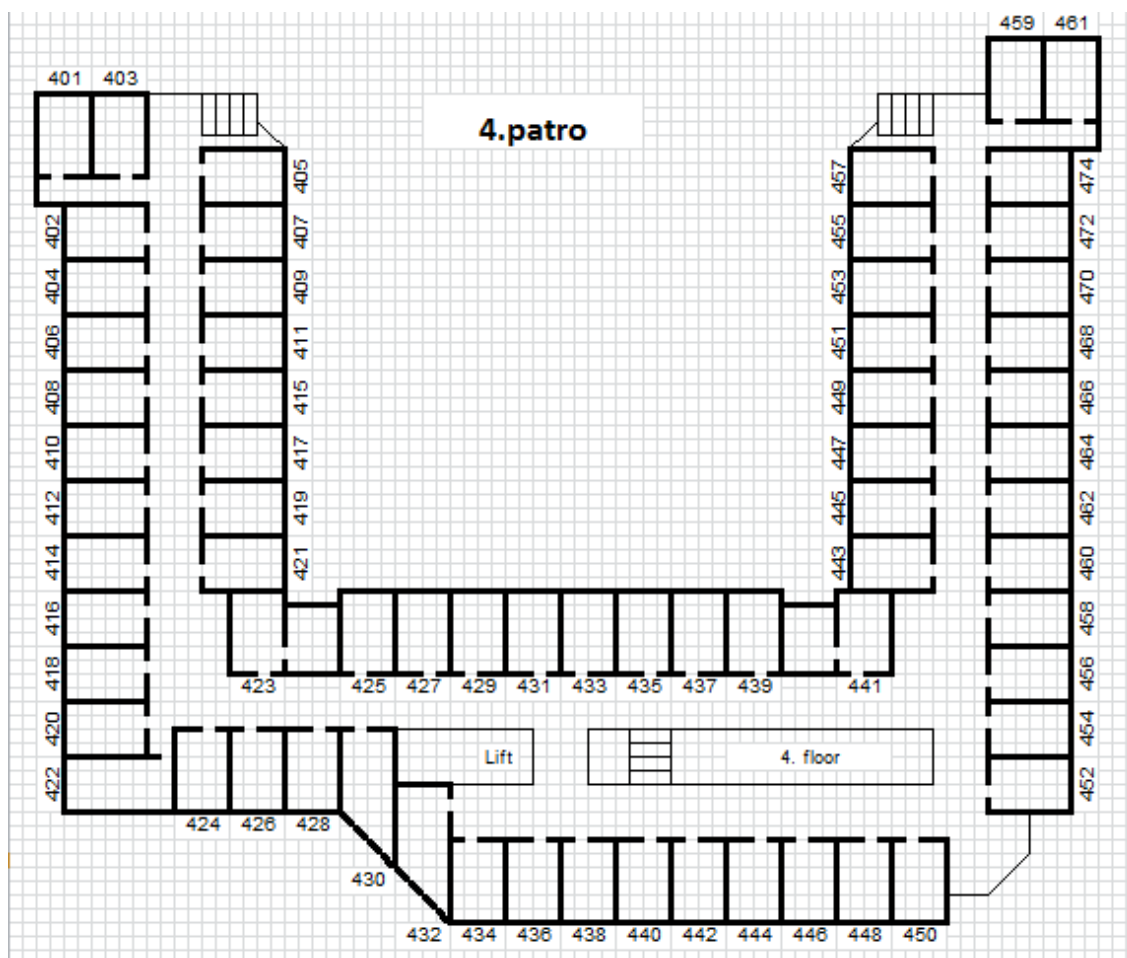
$Q_{prod}$  - denní objem vyprodukované šedé vody

$Q_{24}$  - denní potřeba provozní vody

Obecně tedy lze říci, že potřebné množství vody by mělo být více než vody vyprodukované. V případě, kdy to tak není, je vhodnou variantou omezit používání užitkové vody v určitých činnostech. (Plotěný,2013)



Obrázek 13- Půdorys hotelového patra



(Zdroj: Vienna House Diplomat)

Na obrázku číslo 13 vidíme půdorys hotelového patra. Všechny patra hotelových pokojů mají stejný půdorys. Celkový počet pokojů na patře je 67 až na výjimku 8. patra., kde je počet 66 pokojů. Na patře je celkem 68 toalet, 68 sprch a 68 umyvadel, v 8. patře je počet o jeden méně, čili 67 toalet, 67 sprch a 67 umyvadel.

**Tabulka 8 - Celkové množství sprch, umyvadel a WC v hotelu Vienna House Diplomat**

	WC	Sprcha	Umyvadlo
Celkový počet (ks)	459	415	471

(Zdroj: Vienna House Diplomat, 2017)

### **Spotřeba vody v měsících**

V tabulce číslo 8 je zachycena roční spotřeba vody za rok 2017. Data jsou přímo od technického pracovníka hotelu Vienna House Diplomat, čili není nutné celkovou spotřebu vody počítat. Vzhledem k právě probíhající rekonstrukci hotelu byla záměrně použita data z roku 2017, kdy v hotelu rekonstrukce neprobíhala a nejsou tedy data poznamenána rekonstrukcí hotelu.

**Tabulka 9- Celková spotřeba vody v hotelu za rok 2017**

<b>Měsíc</b>	<b>Spotřeba vody v m<sup>3</sup> (2017)</b>
Leden	2884
Únor	2587
Březen	2627
Duben	3375
Květen	3432
Červen	3970
Červenec	3183
Srpen	2189
Září	2121
Říjen	3386
Listopad	2566
Prosinec	2945
<b>Celkem</b>	<b>35265</b>

(Zdroj: Vienna House Diplomat, 2017)

**Tabulka 10 - Obsazenost hotelu Vienna House Diplomat**

<b>Měsíc</b>	<b>Přibližná obsazenost hotelu v %</b>	<b>Přibližný počet hostů</b>
Leden	41%	328
Únor	45%	360
Březen	66%	528
Duben	75%	600
Květen	83%	664
Červen	95%	760
Červenec	97%	776
Srpen	98%	784
Září	96%	768
Říjen	87%	696
Listopad	58%	464
Prosinec	45%	360

(Zdroj: Vienna House Diplomat, 2018)

Roční obsazenost hotelu Vienna House Diplomat je v průměru kolem 75 %. Celkem má hotel 400 pokojů.

Z tabulky je zřejmé, že největší obsazenost v hotelu v zejména v letních měsících, kdy hodnoty dosahují téměř 100 %, čili právě v těchto měsících bude produkce šedé vody

nejvýraznější. Přibližný počet hostů hotelu vychází z faktu, že na každém pokoji jsou 2 hosti.

**Tabulka 11 - Denní produkce šedé vody v hotelu dle normy**

<b>Měsíc</b>	<b>Přibližný počet hostů</b>	<b>Počet l/měsíc</b>
Leden	328	915120
Únor	360	907200
Březen	528	1473120
Duben	600	1620000
Květen	664	1852560
Červen	760	2052000
Červenec	776	2165040
Srpen	784	2187360
Září	768	2073600
Říjen	696	1941840
Listopad	464	1252800
Prosinec	360	1004400
Celkem	7088	19445040

(Zdroj: ČNS-75-6780)

## Využití, návrh separace šedých vod a rozvod provozní vody po hotelu Vienna House Diplomat

Vyčištěná šedá voda (čili voda bílá) bude sloužit zejména pro splachování toalet v hotelu, a tím dojde k velké úspoře vody.

Bílá voda může být využita i k úklidu hotelových prostorů, ale z hygienického důvodu bude použita pouze pro splachování toalet v budově hotelu, případně je možné využít i pro zalévání vegetace.

### **Tabulka 12 - Denní spotřeba vody na splachování WC**

Dle normy ČSN 75-6780 byl vypočítán celkový denní objem provozní vody pro splachování WC na 21 l/den/osoba.

	Spotřeba vody den/l
WC	<b>21</b>

(Zdroj: ČSN 75-6780)

$$Q_{wc} = q_0 \cdot p \cdot n$$

$q_0$ -značí orientační splachovací objem dle tabulky

$p$ -počet použití jednou osobou během dne

$n$ -počet měrných jednotek (osob nebo lůžek)

### **Tabulka 13- Potřeba provozní vody na WC v litrech**

<b>Splachovací objem</b>	<b>Počet použití za den</b>	<b>Počet měrných jednotek</b>	<b>Potřeba provozní vody</b>
6	2	590	7080
3	3	590	5310
<b>Celkem</b>			<b>12390</b>

(Zdroj: ČSN-75-6780)

Pro výpočet potřeby provozní vody na spláchnutí WC byl určen splachovací objem dle tabulky A.2 z normy ČSN 75-6780.

Nejčastější splachovací objem WC se pohybuje v rozmezí 3-6 litrů jedno spláchnutí. Na tzv. velké spláchnutí je potřeba 6 l vody, oproti tomu na malé spláchnutí nám postačí polovina daného množství čili 3 l. Počet měrných jednotek byl určen na průměrnou hodnotu 590 lůžek. Celková průměrná denní potřeba provozní vody činí **12 390 l**.

#### **Tabulka 14 - Spotřeba vody spláchnutím toalety v hotelu Vienna House Diplomat**

V tabulce můžeme vidět potřeby provozní vody v daných měsících v litrech a celkové množství za rok.

<b>Měsíc</b>	<b>Přibližný počet hostů</b>	<b>Splachování WC l/měsíc</b>
<b>Leden</b>	328	213528
<b>Únor</b>	360	211680
<b>Březen</b>	528	343728
<b>Duben</b>	600	378000
<b>Květen</b>	664	432264
<b>Červen</b>	760	478800
<b>Červenec</b>	776	505176
<b>Srpen</b>	784	510384
<b>Září</b>	768	483840
<b>Říjen</b>	696	453096
<b>Listopad</b>	464	292320
<b>Prosinec</b>	360	234360
<b>Celkem</b>	<b>7088</b>	<b>4302816</b>

(Zdroj: ČSN 75 0434)

Po výpočtu zjistíme, že v hotelu Vienna House Diplomat se celkově za rok pro splachování toalet v pokojích pro hosty spotřebuje cca **4 303 m<sup>3</sup>**.

Zde jsme tedy dospěli k názoru, že denní objem vyprodukované vody je vyšší, než denní potřeba vody provozní. Produkce šedé vody byla stanovena na 19 445 m<sup>3</sup> a potřeba provozní vody pro splachování WC je 4303 m<sup>3</sup> za rok.

## **7.4 Technologie čištění šedých vod**

Na úpravu šedé vody bude vhodné využít podzemní garáže v hotelu Vienna House Diplomat. Část garáží bude tedy využita pro umístění čističky šedých vod. Podzemní garáže jsou tak ideálním místem pro umístění nádrže, a to zejména kvůli nízké teplotě pod zemí.

Vypuštěná odpadní voda z umyvadel a ze sprch bude postupně přitékat do zabudované akumulační nádrže. Ještě, než se voda dostane do akumulační nádrže, tak před ní bude umístěno sítko, které slouží k zachycení hrubých nečistot, především k zachycení vlasů nehtů apod.

Druhou částí této technologie tvoří biologický reaktor, kam přitéká voda z akumulační nádrže a zde je voda provzdušňována pomocí dmyhadla. Po přívodu tlakového vzduchu zde probíhá biologický stupeň čištění. V biologickém reaktoru je umístěn membránový filtrační modul. Tímto modulem se pak provede poslední čištění šedé vody. Posléze je voda přečerpávána do akumulační nádrže na bílou vodu, která již může sloužit ke splachování WC. Přečištěná voda se pak z akumulační nádrže přečerpává pomocí automatické tlakové stanice dále po objektu. Je vhodné vyčištěnou vodu ještě hygienicky zabezpečit, a to pomocí membránového filtračního modulu. V případě nedostatku šedé vody je možné systém doplňovat i pitnou vodou. V opačném případě, kdy je objem šedé vody vyšší, než je kapacita akumulační nádrže, je naistalován bezpečnostní přepad, který vede do jednotné kanalizace. (Plotěný, Pírek, 2013)

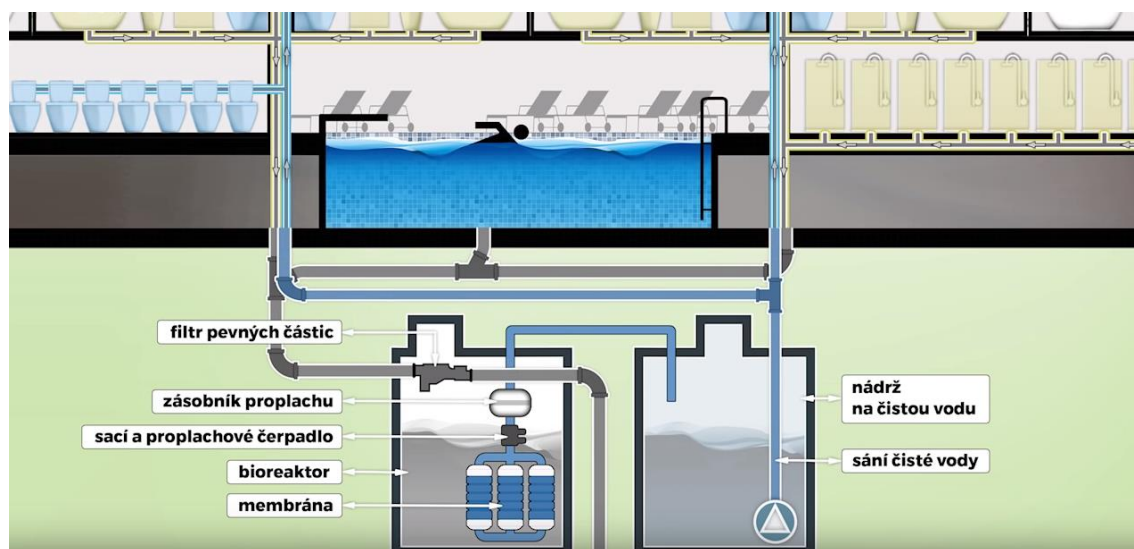


Obrázek 14 - Systém pro recyklaci šedé vody



(Zdroj: ASIO, spol. s r.o., 2015)

Obrázek 15 - Systém pro recyklaci šedé vody



(Zdroj: ASIO, spol. s r.o., 2016)

Na obrázku číslo 15 můžeme vidět, jak voda z provozu hotelu je sváděna separátním potrubím a sbírá se v akumulační nádrži, kde se čistí a akumuluje a znova se využívá v rámci daného objektu. Přebytky se mohou využít na závlahu, kropení, úklid a další.

V budově hotelu Vienna House Diplomat je potřeba navrhnout novou vnitřní kanalizaci, která bude sloužit k separaci šedých vod. Bude odebírat vodu ze sprch a z umyvadel. Bílá voda pak bude rozváděna novým vodovodním potrubím a bude využita ke splachování toalet.

V podzemních garážích hotelu bude umístěna akumulční nádrž a tlaková stanice, která bude provozní vodu rozvádět dle aktuální potřeby po budově hotelu.

## **7.5 Možnosti využití šedých a dešťových vod v budově hotelu Vienna House Diplomat**

Pro efektivní hospodaření s vodou v prostorách hotelu byly navrženy 3 možné varianty, jak využít dešťové a šedé vody.

### **Varianta 1**

V této variantě bude navržena možnost, kdy srážkové vody ze střechy budovy hotelu budou odvedeny do akumulční nádrže a následně využity k zalévání zeleně. Naopak šedé vody budou svedeny nově navrženými svody do čističky odpadních vod, kde po snadné úpravě této vody dojde k přečerpání vody po objektu a bude sloužit k splachování toalet v hotelových pokojích.

#### Dešťové vody

Pro akumulaci dešťové vody budou navrženy celkem 3 akumulční nádrže. Do každé nádrže budou svedeny vnitřní dešťové svody ze střechy.

Dle následující tabulky vidíme, že největší vláhové množství je potřebné v červenci, kdy nám při závlahu zeleně chybí 23,68 m<sup>3</sup> vody.

**Tabulka 15- Vláhová potřeba**

<b>Měsíc</b>	<b>Vláhová potřeba na plochu (m<sup>3</sup>/měsíc)</b>	<b>Množství pro závlahu (m<sup>3</sup>)</b>
Duben	65,6	-9,2
Květen	85,28	6,52
Červen	104,96	-6,56
Červenec	118,08	-23,68
Srpen	104,96	-9,26
Září	72,16	-11,86
Říjen	39,36	7,84
Celkem	590,4	-60,56

(Zdroj: ČSN 75 0434)

**Tabulka 16- objem srážek spadlých na budovu hotelu**

<b>Výměra střechy 4200 m<sup>2</sup></b>	
<b>Měsíc</b>	<b>objem srážek spadlých na budovu (m<sup>3</sup>)</b>
Leden	134,4
Únor	126
Březen	151,2
Duben	180,6
Květen	294
Červen	315
Červenec	302,4
Srpen	306,6
Září	193,2
Říjen	151,2
Listopad	168
Prosinec	147
<b>Celkem</b>	<b>2469,6</b>

(Zdroj: ČSN 75 0434)

Dle tabulky číslo 16 je zřejmé, že nejvyšší srážkový úhrn je v červenu.

Na budovu ročně napadne celkem 2470 m<sup>3</sup> srážek. Nejvyšší úhrn srážek je v červnu, naopak nejvíce potřebuje zavlažovat v červenci.

Pro akumulaci dešťových vod budou navrženy akumulární nádrže od značky Asio. Maximální denní průtok vody do jedné nádrže bude 3,5 m<sup>3</sup>.

Vybereme tedy nádrž AS-REWA ECO 4EO. Objem této nádrže je 4,21 m<sup>3</sup>. Nádrž je možné v případě nedostatku doplňovat o pitnou vodu.

Kapacita této nádrže by nám bezpečně měla stačit i v nejnáročnějších měsících. Přebytek vody v nádržích bude sloužit pro zalévání ostatní zeleně v okolí hotelu či případně pro provoz fontán, které jsou umístěny před hotelem. Z akumulární nádrže bude vyveden venkovní kohout, který bude zásobovat potřebnou vodou.

Vnitřní svody povedou celkem do tří akumulárních nádrží.

Na závlahu vegetace nám chybí 60,5 m<sup>3</sup> vody ročně. Tuto vodu získáme pomocí svodu ze střechy do akumulární nádrže, odkud povede separátní potrubí ven, kde bude zakončeno kohoutem a bude možné přebytečnou vodu využívat pro zalévání vegetace, ale i veškerých květinových rostlin, které jsou umístěny nedaleko hotelu. Voda je vhodná i pro chod fontán nebo je možné vodu využívat k mytí aut. Služba mytí automobilů je v hotelu nabízena. Budou vybudovány celkem 3 akumulární nádrže pro dešťovou vodu. Každá nádrž bude mít objem 4,21 m<sup>3</sup>. Velikost nádrže bude 1800x2000 mm.

V případě, že v měsících od dubna do října bude aktuální vláhová potřeba využita z akumulárních nádrží k zalévání zeleně, bude přebytečná dešťová voda odvedena do kanalizační sítě. Celkem by bylo odvedeno do jednotné kanalizace okolo 2409 m<sup>3</sup> za rok a využito by bylo potřebné množství vody pro závlahu travního porostu tj. 60,5 m<sup>3</sup> ročně.

Velké množství vody bude tedy bez možné recyklace odvedeno do kanalizace a nebude zpětně využito.

### Obrázek 16- Nádrž dešťové vody

Akumulační nádrž od firmy Asio k uchování dešťové vody (AS-REWA ECO). Tato jednoválcová nádrž je vyrobena z plastu. Součástí je válcová nádrž, spádový filtr hrubých nečistot, bezpečnostní přepad a plastový poklop. Bude potřeba ještě přidat čerpadlo, které není součástí.



(Zdroj: ASIO, spol. s r.o.)

### Šedé vody

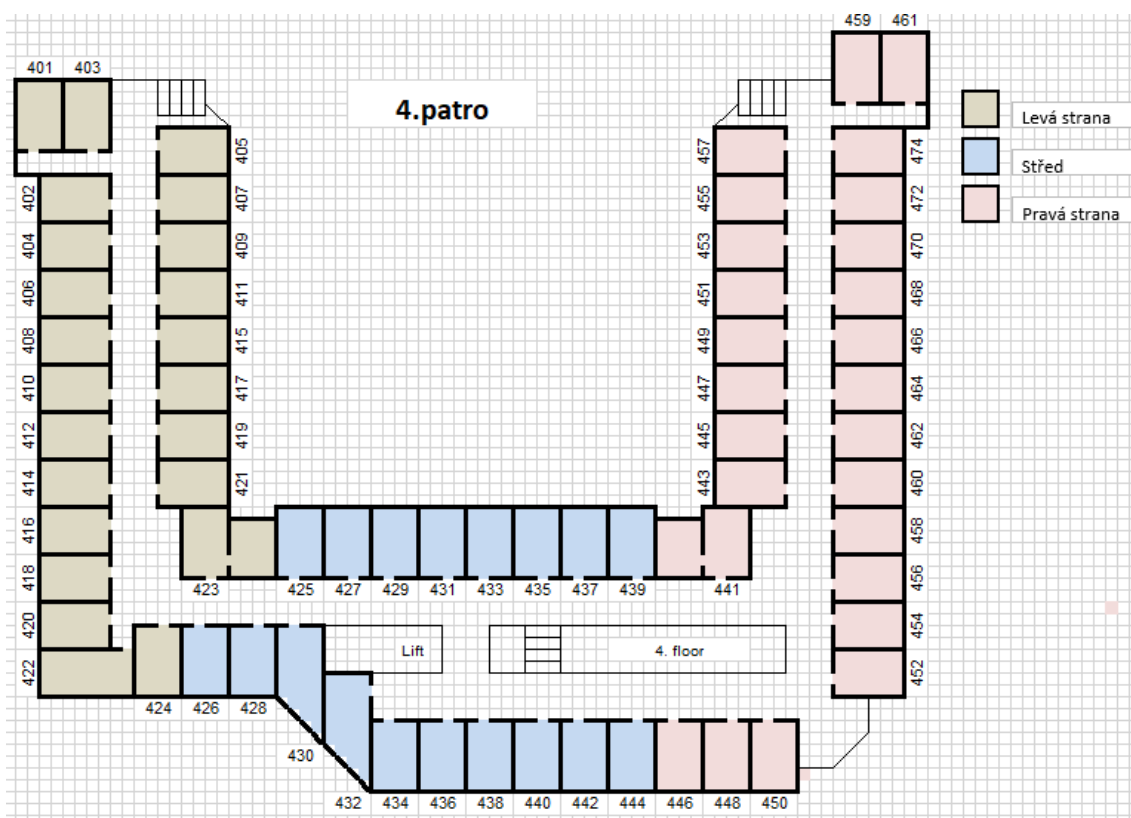
Pro akumulaci šedé vody budou vybudovány 3 čističky odpadních vod. Celkový objem šedé vody dle normy ČNS-75-6780 byl určen na 90 l/lůžko/den.

Nejvyšší objem vyprodukované šedé vody je v měsíci srpen (2187 m<sup>3</sup>), kdy je největší obsazenost hotelu.

Hotelová patra byla rozdělena do 3.částí.

Dle následujícího obrázku číslo 17 můžeme vidět, rozdělení do již zmíněných částí. V této variantě dojde k umístění tří čističek do prostoru 1.podzemního podlaží, proto patra byla rozdělena na tři části. Šedá voda z levé strany bude odváděna do své čističky, z pravé strany bude odváděna voda do pravé čističky a středový prostor bude odváděn do své čističky, která bude umístěna ve střední části.

**Obrázek 17- Rozdělení hotelových pater**



(Zdroj: autor)

**Tabulka 17- Přibližný počet hostů, vypočítaný na danou část hotelu**

	<b>Levá strana</b>	<b>Střední část</b>	<b>Pravá strana</b>
Leden	118,08	88,56	122,18
Únor	129,6	97,2	134,1
Březen	190,08	142,56	196,68
Duben	216	162	223,5
Květen	239,04	179,28	247,34
Červen	273,6	205,2	283,1
Červenec	279,36	209,52	289,06
Srpen	282,24	211,68	292,04
Září	276,48	207,36	286,08
Říjen	250,56	187,92	259,26
Listopad	167,04	125,28	172,84
Prosinec	129,6	97,2	134,1

(Zdroj: Vienna House Diplomat)

Dle tabulky číslo 17 se odvíjí následující počty produkce šedé vody a potřeby užitkové vody.



**Tabulka 18- Produkce šedé vody dle rozdělených částí hotelu v m<sup>3</sup> za den**

	Přibližná obsazenost hostů	levá strana	střední část	pravá strana
		m3/den	m3/den	m3/den
Leden	328	10,63	7,97	11
Únor	360	11,66	8,75	12,07
Březen	528	17,11	12,83	17,7
Duben	600	19,44	14,58	20,12
Květen	664	21,51	16,14	22,26
Červen	760	24,62	18,47	25,48
Červenec	776	25,14	18,86	26,02
Srpen	784	25,4	19,05	26,28
Září	768	24,88	18,66	25,75
Říjen	696	22,55	16,91	23,33
Listopad	464	15,036	11,28	15,56
Prosinec	360	11,66	8,75	12,07

(Zdroj: Vienna House Diplomat, ČSN 75 0434)

V tabulce číslo 18 vidíme, že nejvyšší produkce šedých vod je v srpnu, kdy obsazenost hotelu dosahuje téměř svého maxima

**Tabulka 19- Potřeba provozní vody pro splachování WC denně**

	<b>Levá strana m3/den</b>	<b>Střed m3/den</b>	<b>Pravá strana m3/den</b>
Leden	2,48	1,86	2,57
Únor	2,72	2,04	2,82
Březen	3,99	2,99	4,13
Duben	4,54	3,40	4,69
Květen	5,02	3,76	5,19
Červen	5,75	4,31	5,95
Červenec	5,87	4,40	6,07
Srpen	5,93	4,45	6,13
Září	5,81	4,35	6,01
Říjen	5,26	3,94	5,44
Listopad	3,51	2,63	3,63
Prosinec	2,72	2,04	2,82

(Zdroj: ČSN 75 0434)

Z tabulky číslo 19 je zřejmé, kolik je potřeba provozní vody za den pro splachování toalet v daném měsíci. Maximální denní potřeba šedé vody je 6,13 m<sup>3</sup> na den, a to v měsíci srpnu.

**Tabulka 20- Celková potřeba provozní vody pro splachování WC za měsíc**

	<b>Levá strana m3/měsíc</b>	<b>Střed m3/měsíc</b>	<b>Pravá strana m3/měsíc</b>
Leden	76,8	57,6	79,5
Únor	76,2	57,1	78,8
Březen	123,7	92,8	128
Duben	136	102	140,8
Květen	150,5	116,7	161
Červen	172,3	129,2	178,3
Červenec	181,8	136,3	188,1
Srpen	183,7	137,8	190,1
Září	174,1	130,6	180,2
Říjen	163,1	122,3	168,7
Listopad	105,2	78,9	108,8
Prosinec	84,3	63,2	87,2

(Zdroj: ČSN 75 0434)

Nejvyšší maximální denní průtok vody je v srpnu. Je nutno tedy velikost čističky přizpůsobit tak, aby odpovídala nejvyšší možné dosažené hodnotě.

Pro tento účel byla vybrána čistička odpadních vod od firmy ASIO, spol. s r.o. Dvě čističky budou o objemu 10 000 l/den a na střední část postačí čistička o objemu 5 000 l/den. Tento objem čističek by měl odpovídat potřebě provozní vody pro splachování WC.

V případě šedých vod je celková roční produkce 19 445 m<sup>3</sup>. Potřebo provozní vody pro splachování toalet je 4 303 m<sup>3</sup>. Celkem tedy bude odvedeno v podobě odpadní vody do jednotné kanalizace 15 142 m<sup>3</sup> za rok.

### **Varianta 2**

V druhé variantě budeme počítat s kombinovanou možností. Zkusíme využít přebytečnou dešťovou vodu částečně pro splachování toalet v hotelových pokojích. Vzhledem k tomu, že dle propočtu 1. varianty odvedeme většinu zachycené dešťové vody do kanalizace, naskytla se zde tato možnost vodu zužitkovat. Šedá voda bude opět

odváděna do čističky odpadních vod, která bude umístěna v prostorech 1. podzemního podlaží.

### Dešťové vody

Celkový objem srážek, který ročně spadne na střechu budovy je 2470 m<sup>3</sup>. Pro závlahu nám dle výpočtů chybí 60,5 m<sup>3</sup>. Dle varianty 1 zbytek dešťové vody odvedeme do jednotné kanalizace čili 2409 m<sup>3</sup>. V této variantě uvažujeme nad možností přebytečnou dešťovou vodu využívat na splachování toalet ve střední části hotelových pater.

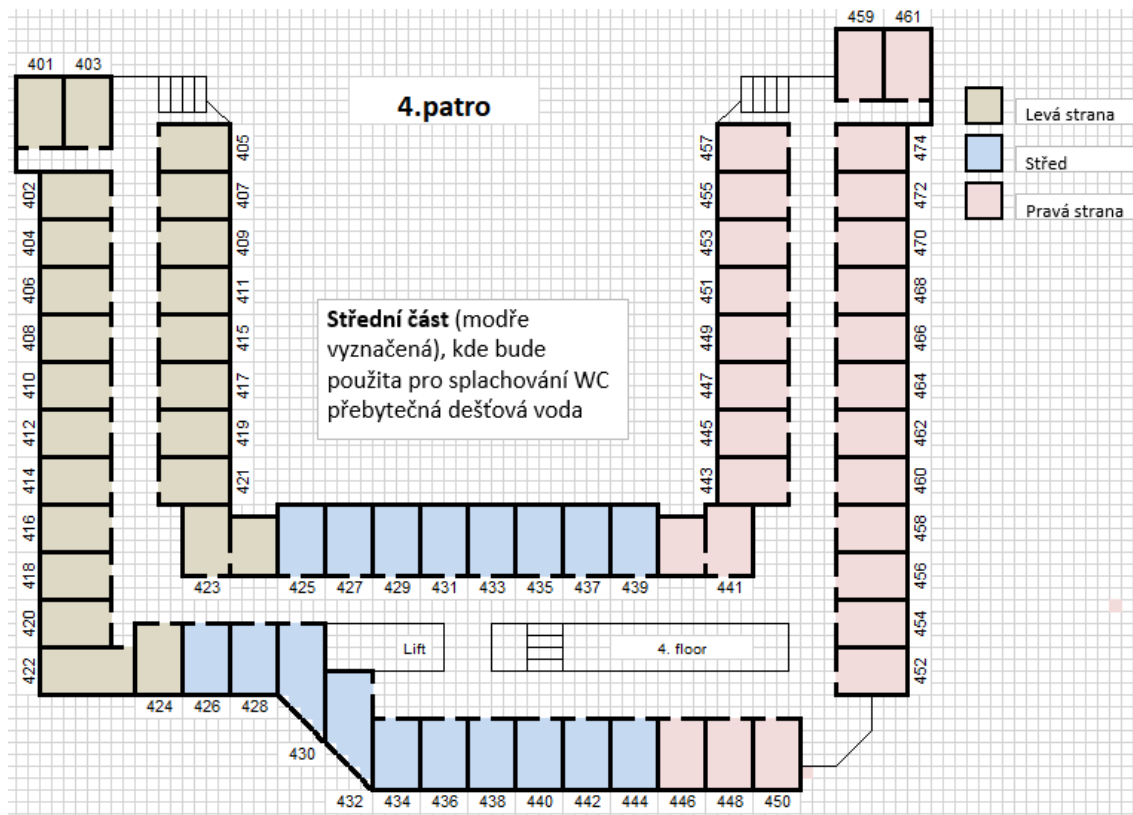
Dle následující tabulky číslo 21 můžeme vidět, jaké množství dešťové vody nám zbyde po odečtení vláhové potřeby v určitých měsících. Přebytečná dešťová voda, která by byla odvedena do kanalizace bude využita ke splachování toalet ve střední části hotelu.

**Tabulka 21- přebytek srážkové vody**

	<b>Objem srážek spadlých na budovu m3/měsíc</b>	<b>Potřebné množství pro závlahu m3/měsíc</b>	<b>Zbylá dešťová voda po odečtení vláhové potřeby m3/den</b>	<b>Střední část m3/den</b>
Leden	134,4	0	4,335483871	1,86
Únor	126	0	4,5	2,04
Březen	151,2	0	4,877419355	2,99
Duben	180,6	-9,2	5,713333333	3,4
Květen	294	6,52	9,483870968	3,76
Červen	315	-6,56	10,281333333	4,3
Červenec	302,4	-23,68	8,990967742	4,39
Srpen	306,6	-9,26	9,591612903	4,44
Září	193,2	-11,86	6,044666667	4,35
Říjen	151,2	7,84	4,877419355	3,94
Listopad	168	0	5,6	2,63
Prosinec	147	0	4,741935484	2,04
Celkem	2469,6	-60,56	79,03804301	40,14

(Zdroj: ČSN 75 0434)

**Obrázek 18- Rozdělení hotelových pater, střední část**



(Zdroj: Vienna House Diplomat)

Bude nutné vybudovat 2 akumulční nádrže pro dešťové vody.

První nádrž bude sloužit k zavlažování vegetace. Vzhledem k tomu, že v okolí hotelu má zatravněná plocha nejmenší zastoupení, bude dostačující vybudovat akumulční nádrž o objemu 1,02 m<sup>3</sup>. Velikost této nádrže od firmy ASIO, spol. s r.o. je 1000/1510 mm a hmotnost nádrže 100 kg.

Vzhledem k tomu, že hotelová patra byla rozdělena na 3 části, střední část viz. Obrázek číslo 18 bude zásobována přebytečnou dešťovou vodou ke splachování toalet. V této střední části je celkem 108 pokojů pro hosty (3.-8. patro), v každém patře je 18 pokojů). Maximální denní potřeba provozní vody je 4,44 m<sup>3</sup>. Vzhledem k výpočtu byla vybrána nádrž firmy Asio, která má akumulční objem nádrže 4,7 m<sup>3</sup>. V nádrži tedy bude malá rezerva a v případě nedostatku je možné nádrž dopouštět pitnou vodou, a naopak

přebytečná voda bude odváděna do kanalizace. Nádrže budou umístěny v 1. podzemním podlaží.

Dešťová voda by nám tedy měla vystačit jak pro zalévání travnaté plochy, tak pro zásobení střední části pokojů provozní vodou. Zbytek dešťové vody bude odveden do jednotné kanalizace, celkem okolo 39 m<sup>3</sup> za rok a zbytek bude využit.

### Šedé vody

Vzhledem k tomu, že střední část pater budeme zásobovat provozní vodou z dešťových akumulčních nádrží, tak pro zásobu provozní vody v levé a pravé části bude třeba vybudovat 2 čističky odpadních vod.

V tabulce číslo 22 je vypočítána potřeba provozní vody na levou a na pravou část hotelových pater. Dle předchozích výpočtů již víme, že nejvyšší potřeba provozní vody pro splachování WC je v srpnu.

### **Tabulka 22- potřeba provozní vody levé a pravé části hotelových pater na splachování WC**

	<b>Levá strana m3/den</b>	<b>Pravá strana m3/den</b>
Leden	2,48	2,57
Únor	2,72	2,82
Březen	3,99	4,13
Duben	4,546	4,69
Květen	5,02	5,19
Červen	5,75	5,95
Červenec	5,87	6,07
Srpen	5,93	6,13
Září	5,81	6,01
Říjen	5,26	5,44
Listopad	3,51	3,63
Prosinec	2,72	2,821

(Zdroj: Vienna House Diplomat)

V nejvíce produktivních měsících je potřeba provozní vody okolo 6000 l/ den, z tohoto důvodu je vhodné použít čističky o objemu 10 000 l/den. Tyto čističky budou umístěny v 1. podzemním podlaží.

### **Varianta 3**

V této 3. variantě vynecháme možnost vybudování akumulční nádrže k uskladnění dešťové vody. Bílá voda bude použita pro splachování pokojových toalet.

#### Šedé vody

**Tabulka 23- Potřeba provozní vody pro hotel na splachování WC**

	<b>Levá strana m3/měsíc</b>	<b>Střed m3/měsíc</b>	<b>Pravá strana m3/měsíc</b>
Leden	76,8	57,6	79,5
Únor	76,2	57,1	78,8
Březen	123,7	92,8	128
Duben	136	102	140,8
Květen	150,5	116,7	161
Červen	172,3	129,2	178,3
Červenec	181,8	136,3	188,1
Srpen	183,7	137,8	190,1
Září	174,1	130,6	180,2
Říjen	163,1	122,3	168,7
Listopad	105,2	78,9	108,8
Prosinec	84,3	63,2	87,2

(Zdroj: Vienna House Diplomat)

Potřeba provozní vody zůstává stále stejná ve všech částí hotelu. Tu již tedy máme vypočítanou z 1. varianty.

Stejně jako v 1. variantě budou navrženy 3 čistírny šedých vod a následně bílá voda bude rozváděna novým vodovodním potrubím a poslouží ke splachování WC.

Opět využijeme čističku odpadních vod od firmy ASIO, spol. s r.o. Čistička na levou část hotelových pater a na pravou část hotelových pater bude o maximálním denním průtoku 10 000 l/den. Pro střední část opět vystačí čistička odpadních vod o objemu 5 000 l/den.

Vzhledem k tomu, že máme rezervu, co se týče velikostí nádrží, bylo by vhodné, zbylé množství vody využít v rámci zalévání zatravněné plochy či je možné využít pro úklid podzemních prostor.

Z levé čističky povede ještě potrubí, které bude ústít ven a zde bude sloužit k zalévání zatravněné plochy a celkové vegetace.

## **7.6 Ekonomická rozvaha**

Výpočtem bilance šedé a srážkové vody byla zjištěna potřebná produkce provozní vody. Byly stanoveny 3 možné varianty, jak využít tyto vody a snížit tím tak spotřebu pitné vody v hotelu Vienna House Diplomat.

V žádné z variant není započítána cena za nově vybudované rozvody, svody a celkové stavební práce.

### **Varianta 1**

#### Využití dešťových vod

V této možné variantě byly použity 3 akumulční nádrže na dešťovou vodu. Objem jedné nádrže je 4,21 m<sup>3</sup>. Při aktuálním ceníku, který je na vyžádání u firmy ASIO, spol. s r.o. za rok 2019 by cena jedné nádrže byla 35 547 Kč s DPH. Celkové náklady na akumulční nádrže pro dešťovou vodu by činily **106 641 Kč**. Zde je nutné připočítat i náklady na vyvedení dešťových svodů do nádrže a další stavební práce. Tyto informace nemáme k dispozici.



Pro závlahu zatravněné plochy nám chybělo 60,5 m<sup>3</sup> ročně. Za tento objem vody ročně ušetříme **5 424 Kč**. Vzhledem k tomu, že dešťové vody máme k dispozici dostatečné množství, je možné tuto vodu využívat pro chod fontán, mycí linku pro automobily, která je umístěna v podzemních prostorech hotelu Vienna House Diplomat.

V případech, kdy je srážková voda odváděna do kanalizace, je povinnost odvod této vody zaplatit, a to dle zákona 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích. Srážkovou vodu, která bude využita a nebude odvedena není tedy nutné platit. Za odvod zbylé dešťové vody zaplatíme **88 278 Kč** za rok, v případě, že voda bude použita jen pro vláhovou potřebu.

### Využití šedých vod

Pro využití šedých vod jsme výpočtem došli k závěru, že je nutné zabudovat celkem 3 čističky šedých vod. První čistička bude mít objem nádrže 5 000 l/den a další dvě budou o objemu 10 000 l/den. U všech čističek máme dostatečnou rezervu nádrže.

Cena těchto čističek není volně přístupná na webových stránkách firmy čili přibližná cena nám byla poskytnuta na vyžádání.

Cena čistírny s výkonem 5 000 l/den se pohybuje 0,8-1mil. Kč. Cena za čistírnu s výkonem 10 000 l/den se pohybuje od 1mil.Kč a více. V případě, že budeme počítat, že cena čističky s menším výkonem bude 800 000 Kč a cena čističek s vyšším výkonem bude 1 000 000 Kč, v takovém případě by byla celková cena za čističky šedých vod **2 800 000 Kč**. K těmto nákladů je opět nutné připočítat stavební práce, vybudování nové kanalizace a nových rozvodů pro provozní vodu.

Při aktuálních cenách za vodné a stočné 2019 by bylo ušetřeno pro splachování WC bílou vodou **385 807 Kč**.

## **Varianta 2**

### Využití dešťových vod

Aby nedocházelo k odvodu srážkové vody do jednotné kanalizace a mohl se co největší objem této vody využít, byla navržena 2. varianta, kdy dojde k vybudování dvou akumulčních nádrží na dešťové vody.

Potřebný objem nádrže, která bude sloužit pro akumulaci dešťových vod a bude využita k zalévání zatravněné plochy je 0,79 m<sup>3</sup>. Byla proto vybrána nejmenší možná nádrž od firmy ASIO, spol. s r.o. o akumulčním objemu 1,02 m<sup>3</sup>/den. Cena této nádrže je 19 723 Kč s DPH. Maximální denní potřeba provozní vody na splachování WC je 4,4 m<sup>3</sup>. Z tohoto důvodu byla vybrána nádrž o objemu 4,7 m<sup>3</sup>/den. Cena této nádrže je 39 567 Kč s DPH. Za obě nádrže na dešťovou vodu zaplatíme **50 290 Kč**.

Celkové potřebné množství provozní vody pro splachování WC ve střední části je 1219,78 m<sup>3</sup> ročně. Tuto část budeme zásobovat ze zbylých zdrojů dešťové vody. Při aktuálních cenách dle Pvk za rok 2019 tak ušetříme za splachování WC **109 365 Kč**.

Zbylá dešťová voda bude odvedena do kanalizace. Celkem bude odvedeno 1 189,26 m<sup>3</sup> za rok, za což zaplatíme **43 549 Kč**.

#### Využití šedých vod

Pro zbylé zásobování levé a pravé části hotelu budou využity 2 čistírny šedých vod s výkonem 10 000 l/den. Cena jedné se pohybuje od 1 mil. Kč. V případě, že budeme počítat, cenu jedné čističky na 1 mil Kč, bude celková cena činit **2 000 000 Kč**.

Za splachování toalet v levé části ušetříme 146 415 Kč ročně, v pravé části ušetříme 151 525 Kč za rok. Celková ušetřená hodnota za obě části pro splachování WC by byla **297 940 Kč** za rok.

### **Varianta 3**

U varianty 3 počítáme pouze s vybudováním tří čistíren šedé vody. Náklady na tyto čističky budou tedy stejné jako ve variantě 1.

Celková cena je **2 800 000 Kč**. K těmto nákladů je opět nutné připočítat stavební práce, vybudování nové kanalizace a nových rozvodů pro provozní vodu. U této varianty by

bylo vhodné z jedné čističky udělat samostatný rozvod vody, který by byl vyveden ven, a z přebytečné vody by mohla být zavlažována venkovní vegetace.

Při aktuálních cenách za vodné a stočné 2019 by bylo ušetřeno pro splachování WC bílou vodou **385 807 Kč**.

Veškerý objem dešťové vody, která dopadne na střechu hotelu bude odvedena do kanalizace. Za objem 2 470 m<sup>3</sup> za rok zaplatíme **90 476 Kč**.

## 7.7 Zhodnocení variant

**Tabulka 24- Zhodnocení možných variant**

	<b>Zjištěné náklady</b>	<b>Bude ušetřeno/rok</b>
<b>Varianta 1</b>	2 906 641 Kč	391 231 Kč
<b>Varianta 2</b>	2 050 290 Kč	407 305 Kč
<b>Varianta 3</b>	2 800 000 Kč	385 807 Kč

(Zdroj: autor)

V tabulce číslo 21 jsou zaznamenány zjištěné náklady pro výstavbu daných objektů a zároveň vypočítána cena, která by se ročně ušetřila za pitnou vodu.

Za nejvhodnější variantu považujeme variantu číslo 2. Ve 2. variantě byla přebytečná dešťová voda využita v rámci splachování střední části hotelových pater. Nebylo tedy nutné budovat 3 čističky šedých vod, ale pouze 2. Tím došlo k velké finanční úspoře, neboť čističky jsou v celku nákladné.

Naopak byla efektivně využita dešťová voda a do kanalizace nebude odvedena tak velká část jako ve variantě 1.

Druhá varianta byla navržena viz Příloha číslo 1-3 v podzemních garážích, které jsou součástí hotelu Vienna House Diplomat. Do půdorysu hotelového patra byly zakresleny rozvody užitkové vody splachování WC a svody šedých odpadních vod, které natékají do čističky šedých vod (viz Příloha číslo 4-6). Červenou barvou a písmenem K jsou

označeny svislé svody šedých vod. Modrou barvou a písmenem V jsou označeny svislé rozvody provozní vody. Pro ilustrační nákres byl zvolen půdorys typického patra (4.hotelové patro).

**Tabulka 25- 4.hotelové patro svody a rozvody**

	<b>Levá část</b>	<b>Střední část</b>	<b>Pravá část</b>
K	36-48	-	49-62
V	36-48	49-57	59-70

(Zdroj: autor)

V tabulce číslo 25 jsou zaznamenány nové svody a rozvody a jejich číselné označení (viz Příloha číslo 4-6). Písmenem K jsou označeny nově vybudované svody šedých vod a písmenem V jsou označeny nově vybudované rozvody provozní vody na splachování toalet. V levé části 4.patru je navrženo celkem 13 nových svodů a 13 nových rozvodů, v pravé části je celkem navrženo 14 nových svodů a rozvodů. Ve střední části byly budovány pouze nové rozvody dešťové vody ke splachování WC. Šedé vody ze střední části budou odváděny stávajícími svody odpadních vod do kanalizace. Lze předpokládat, že každé patro bude navrženo stejně, jen číselné označení se bude lišit dle daného patra.

Svody K36-K48 budou svedeny do 1.podzemního patra do levé čističky šedých vod. Odtud budou rozváděny pomocí nově vybudovaných rozvodů V36-V48 do pater. Svody K49-K62 budou svedeny do 1.podzemního patra do pravé čističky šedých vod a následně budou novými rozvody V58-V70 čerpány do hotelových pater. Ve střední části hotelových pater jsou pouze nové rozvody V49-V57, které vedou z akumulární dešťové nádrže, jsou čerpány a slouží k splachování toalet.

V případě, že investujeme 2 050 290 Kč, tak za 5 let by se nám tato investice měla vrátit v podobě ušetření pitné vody.

## 8 Diskuse

V poslední době můžeme tvrdit, že se rozrůstá trend ochrany životního prostředí, a to i za území České republiky. Součástí tohoto trendu je i hospodaření s dešťovou vodou a využívání šedé vody. Ačkoli oproti jiným státům jsme stále pozadu, začíná se zde tento problém aktivně řešit. Oproti dřívějším rokům spotřeba pitné vody v České republice klesá, nicméně vzniká problém s přibývajícím suchem. Dlouhé slunečné a suché dny střídají návalové deště. Půda je vysušená a vodu není schopná infiltrovat. Vzniká tedy povrchový odtok a voda je odvedena do jednotné kanalizace v podobě odpadní vody. Voda se pak musí složitě čistit, aby odpovídala dané kvalitě. Tento proces je energeticky náročný.

Při odvádění dešťových vod do jednotné kanalizace vzniká problém s naředěním splašek. Tím se pak dle autorky Čermákové zbytečně zvyšuje podíl odpadních vod. Jednou z možných variant řešení může být vybudování tzv. zelených střech. (Čermáková,2009)

Podíl zastavěné plochy a urbanizace území je celkově vnímáno jako dlouhodobý problém co se týče hospodaření s dešťovou vodou. Vysoká míra urbanizace negativně ovlivňuje hydrologický cyklus krajiny. Je třeba podporovat přírodní koloběh spolu s novou výstavbou. (Schinneková, 2015)

Dle autora Vítka se za posledních 10 let na území České republiky uskutečnila celá řada projektů, týkajících se hospodaření s dešťovou vodou. Přestože již v zemi máme mnoho měst, které se aktivně zapojují do problematiky hospodaření s dešťovými vodami,

obecně lze říci, že povědomost o této problematice je stále nízká. Za hlavní důvod je zejména považována nedostatečná role státu při prosazování samotné vodohospodářské politiky, která respektuje principy udržitelného rozvoje. (Vítek a kol.,2015)

Budování čistíček odpadních vod a nádrží na dešťové vody nebývá nejlevnější záležitostí. Možná proto není hospodaření s vodou tolik rozšířené.

V dubnu 2017 MŽP připravilo dotační program pro efektivní hospodaření s dešťovou vodou zvanou Dešťovka. Inspirací byly státy, kde je podobný program již delší dobu, Německo a Velká Británie. Zachycování dešťové vody a využívání šedé vody je zde běžnou praxí. Cílem je nechat odtékat do kanalizace co nejmenší podíl vody a umět vodu správně využít. Takovýto cíl by měla mít i dotace Dešťovka. S touto dotací by domácnost mohla ušetřit i více než 100 tisíc litrů pitné vody za rok. Program má obyvatele motivovat, aby zachycovaly dešťové vody a zároveň má i podpořit recyklaci šedých vod, která může posloužit ke splachování toalet v domácnostech. (Valdman, 2017)

Dotace Dešťovka má pozitivní dopad pro veřejnost. Již bylo vyhlášeno 2. kolo této dotace pro veliký úspěch. Větší problém nastává s šedými vodami. Náklady spojené s čištěním šedých vod nejsou malé. Mezi hlavní odrazující důvod patří i budování nové vnitřní kanalizace a nových rozvodů užitkové vody, kterou se splachují toalety. Veliká produkce šedých vod je zejména v hotelech či wellness centrech, kde by se vyplatilo do čističky, svodů a rozvodů investovat. V České republice zatím nejsme připraveni hospodařit s šedými vodami. V první řadě zde řešíme ekonomickou stránku, nikoliv problém s nedostatkem vody.

Dle Seta Siegela nás Izrael může inspirovat, jak uvádí ve své knize: *„Izraeli se podařilo využívat téměř veškerou odpadní vodu. Jsou schopni splašky vyčistit a vodu znovu využít na zalévání zahrad, parků a zemědělských plodin. V západním světě tohle většinou vůbec neděláme. Druhé na světě je Španělsko, Izrael oproti němu ale využívá čtyřikrát více splaškové vody. Libilo by se mi, kdyby celý svět k problematice přistupoval stejně.“* (Siegel,2018)

## 9 Závěr

Cíle diplomové práce, které byly v úvodu práce stanoveny, byly postupně plněny. Rešeršní část je zaměřena zejména na hospodaření s dešťovými a šedými vodami a je popsána jejich možnost využití. Rešeršní část byla sepsána pomocí odborných článků a literatury.

Hlavním cílem diplomové práce je vypracování návrhu pro efektivnější hospodaření s dešťovými a šedými vodami v pražském hotelu Vienna House Diplomat.

Těchto cílů bylo dosaženo pomocí výpočtů bilance dešťovým a šedých vod. Následně byly vyhotoveny 3 možné varianty k řešení. U všech varianty by byla nutnost vybudovat nové rozvody užitkové vody a novou kanalizaci. Hotelová patra byla rozdělena na 3 části, a to zejména kvůli snadnějšímu vyústění odpadních vod v suterénním prostoru.

V první variantě bylo počítáno s možností, že by byly vybudovány 3 nádrže na dešťovou vodu a 3 čističky šedých vod. Dešťová voda by byla využívána zejména pro zálivku vegetace. Bylo by možné dešťovou vodu využít i pro chod fontány či k úklidu podzemních prostor. Vyčištěná šedá voda by byly využívána pro splachování WC hotelových pokojů.

Ve druhé variantě jsou použity pouze 2 čističky šedých vod a 2 akumulční nádrže pro dešťovou vodu. Z čističky bude stejně jako v první variantě rozváděna provozní voda po budově a bude využívána ke splachování WC. Z jedné akumulční nádrže na dešťovou vodu bude zásobována provozní vodou střední část hotelových pater. Druhá akumulční nádrž s dešťovou vodou bude složit pro závlahu zatravněné plochy. I přes využití

přebytečné dešťové vody pro splachování WC by byla část dešťové vody odvedena do jednotné kanalizace.

Ve třetí variantě bylo počítáno s vybudováním tří čističek šedých vod bez nádrží na dešťové vody. Dešťové vody budou odvedeny do jednotné kanalizace bez možného využití.

Pomocí výpočtů investičních nákladů pak byla za nejvhodnější variantu vybrána 2.varianta. Ve všech možných variantách bylo zjištěno, že je přebytek jak šedých, tak dešťových vod. Poměr vyprodukovaných šedých vod není roven poměru potřeby provozní vody.

V současné době se téma hospodaření s vodou dostává čím dál, tím více do povědomí lidí a tím i dochází k častějším návrhům na správné a efektivní hospodaření s vodou. Musíme si uvědomit, že voda je nesmírně cennou surovinou na naší planetě. Stále častější období sucha nám dokazují, že je potřeba s vodou dobře nakládat a nebrat jí jako samozřejmost. Využívání dešťových a šedých vod je jedna z možností, jak může efektivně hospodařit s vodou a zároveň možnost, jak zodpovědně přistupovat k přírodě.



## Zdroje

### Knižní zdroje a články:

BERÁNKOVÁ,M.,VOLOČINOVÁ,D.,STEJSKALOVÁ,L.,ČEJKOVÁ,E.,  
2017,Vypustit nebo znovu využít? , VÚV TGM, v.v.i., Praha.

BIELA, R.,2011, Kvalita šedých vod a možnost jejich využití., Ústav vodního hospodářství obcí FAST VUT., Brno.

BÖSE, Karl-Heinz, 1999: Dešťová voda pro dům a zahradu. Ostrava: HEL, ISBN 80-86167-08-9.

BRABEC, R., 2018, Program Dešťovka nově pro každého., MŽP,Praha.

ČERMÁKOVÁ B., MUŽÍKOVÁ R., 2009: Ozeleněné střechy. Grada Publishing, Praha: 248 s.

DVOŘÁKOVÁ,D.,2007, Využívání dešťové vody, tzbinfo, Praha.

FRYER, J., 2012. Water Storage, How to Use Gray Water and Rainwater Systems, Rain Barrels, Tanks, and Other Water Storage Technigues for Household and Emergency Use. USA. ISBN 10:1-60138-363-0

HOLT P., JAMES E., 2006: Wastewaterreuse in the Urban Environment: selectionoftechnologies .ArrminehMardirossian.

JÁSEK, J., BRONCOVÁ, D., 2000: Vodárenství v Čechách, na Moravě a ve Slezsku. Praha: Milpo, ISBN 80-86098-15-X.

JELIGOVÁ,H.,ŠAŠEK,J.,KOŽÍŠEK,F.,CHLUPÁČKOVÁ,M.,2008. Zdravotní a hygienická rizika z bazénových vod a prostředí bazénů. Státní zdravotní ústav Praha.

KOMÍNKOVÁ, D., BENEŠOVÁ, L. & ŠTASTNÁ, G., 2014: Úprava pitných a čištění odpadních vod. Praha: 238 s., Česká zemědělská univerzita v Praze.

- KOŽÍŠEK, F., 2012., Šedé vody z pohledu hygienika a legislativy. SOVAK – Časopis oboru vodovodů a kanalizací, 21(2): 46.
- LUDWIG, A., 2006. The New Create an Oasis with Greywater, Choosing, Building and Using Greywater Systems. Berkeley: 144 s., Oasis Design, ISBN: 10-0964343398.
- MAIMON A., FRIEDLER E., GROSS A., 2014: Parameter affecting grey water quality and its safety for reuse. Science of The Total Environment, Volume 487, Pages 20-25.
- MATZINGER, A., 2017., Konference: Jak hospodařit s vodou ve městech., Priorita, SFŽP., Berlín.
- MZE, 2006, Voda v ČR do kapsy., Praha.
- NĚMEC, J., 2006. Voda v České republice. Praha: 253 s., Consult, ISBN 80-903-4821-1
- NOVOTNÁ, J., LUBAS, M., KABELKOVÁ, I., 2015, Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR, MŽP, Brno.
- PLOTĚNÝ, K., 2013, Znovuvyužití šedých a dešťových vod v budovách, ASIO, spol. s.r.o., Brno.
- PLOTĚNÝ, K., BARTONÍK, A., 2012, Čištění šedých vod a využití energie z nich, ASIO, spol. s.r.o., Brno.
- PLOTĚNÝ, K., PÍREK, O. (2013): ASIO sborník jaro 2013, Srážkové a šedé vody...aneb „colors of water“. Asio, spol. s r.o., Brno.
- REICHMAN S. M., WIGHTWICK A. M., 2013: Impacts of standard and ‘low environmental impact’ grey water irrigation on soil and plant nutrients and ecology. Applied Soil Ecology, Volume 72, Pages 195-202.
- ROCKSTRÖM, J., FALKENMARK, M., KARLBERG, L., HOFF, H., ROST, S., and GERTEN, D., 2009: Future water availability for global food production: The potential of green water for increasing resilience to global change, Water Resour. Res., 45, W00A12, doi:10.1029/2007WR006767
- SIEGEL, Seth M. Budiž voda: izraelská inspirace pro svět ohrožený nedostatkem vody. Vydání třetí. Přeložil Hana ŠKAPOVÁ. Praha: Aligier, 2018. ISBN 978-80-906420-5-8.
- STRÁNSKÝ D., KABELKOVÁ I., VÍTEK J., SUCHÁNEK M., 2007: Podklad pro koncepci nakládání s dešťovými vodami v urbanizovaných územích, JV PROJEKT VH s.r.o., Praha.

STRÁNSKÝ, D., VÍTEK J., 2019: Rozpáleným městům pomůže chytře využívaná dešťová voda, Priorita, SFŽP, Praha.

ŠÁLEK J., TLAPÁK V., 2006: Přírodní způsoby čištění znečištěných povrchových a odpadních vod. ČKAIT s.r.o., Praha.

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

TURNER R. D. R., WILL G. D., DAWES L. A., GARDNER E. A., LYONS D.J., 2013: Phosphorus as a lifting factor on sustainable grey water irrigation. Science of The Total Environment, Volume 456-457, Pages 287-298.

VALDMAN, P., 2017, Dešťovka se vrací., Priorita, SFŽP, Praha.

VÍTEK, J., STRÁNSKÝ, D., KABELKOVÁ, I., BAREŠ V., VÍTEK, R., Hospodaření s dešťovou vodou v ČR. Praha: 01/71 ZO ČSOP Koniklec, 2015. ISBN 978-80-260-7815-9.

VORLÍČKOVÁ, H., 2013, Kvůli nedostatku pitné vody může denně zemřít až 42 tisíc lidí., ČT24.

VOTAVA, J., 2004: Světové problémy s vodou, Praha.

### **Internetové zdroje:**

ASIO spol. s.r.o., 2011-2019: Čistírny šedých vod, Brno, Online. <https://www.asio.cz/cz/as-gw-aqualoop>

ASIO spol. s.r.o., 2011-2019: Nádrže na dešťovou vodu, Brno, Online: <https://www.asio.cz/cz/as-rewa>

BOHANNON, J., 2006. Running Out of Water and Time. , SCIENCE Magazine. Online: [http://web.natur.cuni.cz/fyziol5/kfrserver/gztu/pdf/BOHANNON\\_running\\_out\\_of\\_water.pdf](http://web.natur.cuni.cz/fyziol5/kfrserver/gztu/pdf/BOHANNON_running_out_of_water.pdf), cit. 12.1.2019

ČSÚ, 2018: Průměrný Čech denně spotřebuje 88,7 litru vody. Ukazují to aktuální data za rok 2017., Praha, Online: <https://www.czso.cz/csu/czso/denne-spotrebujeme-necelych-89-litru-vody>

DEPARTMENT OF SUSTAINABILITY AND, 2006: Rainwater use in and around the home, Online: <https://www.epa.vic.gov.au/~media/Publications/DSE0603.pdf>, Melbourne.

PVK, 2019, Cena vodného a stočného, Online: <https://www.pvk.cz/vse-o-vode/cena-vodneho-a-stocneho/>, Praha.

RZEPKA HEISIGOVÁ M., BÍM J., BYLINOVÁ A., 2014., Vzděláváním k rozvoji environmentálně vyspělých staveb, Online: [https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:uRtrcyzRQTIJ:https://www.msgroup.cz/architekti/upload/vedecke\\_prace/destove\\_vody.pdf+&cd=1&hl=cs&ct=clnk&gl=cz](https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:uRtrcyzRQTIJ:https://www.msgroup.cz/architekti/upload/vedecke_prace/destove_vody.pdf+&cd=1&hl=cs&ct=clnk&gl=cz).

TAL, A., 2006., Seeking Sustainability: Israel's Evolving Water Management Strategy., Online: [http://ecopeaceme.org/uploads/Seeking\\_Sustainability\\_Science.pdf](http://ecopeaceme.org/uploads/Seeking_Sustainability_Science.pdf).

USGS, 2016, Online: <https://water.usgs.gov/edu/watercyclesummary.html>.

VIGNESVARAN, S., SUNDARAVADIVEL, M., 2003: Waste water recycle, reuse, and reclamation. Publikováno ve WASTEWATER RECYCLE, REUSE, AND RECLAMATION na internetu uveřejněno v databázi Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS) Online: <https://www.eolss.net/sample-chapters/C07/E2-14.pdf>.

VODÁRENSTVÍ, 2009, Online: <http://www.ovodarenstvi.cz/clanky/nejvice-vody-spotrebuji-v-usa-nejvice-zaplati-v-dansku>

VODÁRENSTVÍ, 2011. Nejvíce vody spotřebují v USA, nejvíce zaplatí v Dánsku. Online: <http://www.vodarenstvi.cz/clanky/nejvice-vody-spotrebuji-v-usanejvice-zaplati-v-dansku>.

VYORALOVÁ, Z., 2016, Zpětné využití odpadních a dešťových vod. Online: <https://docplayer.cz/23305190-Zpetne-vyuziti-odpadni-a-destove-vody.html>.

### **Normy a předpisy:**

BS 8525–1:2010: Greywatersystems. Codeofpractice

ČSN 75 6780 Využití šedých a dešťových vod

ČSN EN 16941-1 Zařízení pro využití nepitné vody na místě – Část 1: Zařízení pro využití srážkových vod

EN 12056-1 Vnitřní kanalizace – Gravitační systémy – Část 1: Všeobecné a funkční požadavky

TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami

### **Zákony a vyhlášky:**

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách, v platném znění.

Zákon č. 274/2001Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu, v platném znění.

431/2012 Sb., vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území, ve znění pozdějších předpisů

## Seznam obrázků

<b>Obrázek 1- Suché pisoáry v Paříži .....</b>	<b>19</b>
<b>Obrázek 2 - Schéma využití šedé vody .....</b>	<b>25</b>
<b>Obrázek 3 - Koloběh vody na Zemi.....</b>	<b>31</b>
<b>Obrázek 4 - Využívání srážkových vod.....</b>	<b>37</b>
<b>Obrázek 5 - Zachycování a využití dešťové vody v domě .....</b>	<b>40</b>
<b>Obrázek 6- Rozdíl infiltrace vody na odlišném území.....</b>	<b>42</b>
<b>Obrázek 7- Travnatý porost s výsadbou stromů okolo hotelu Vienna House Diplomat.....</b>	<b>49</b>
<b>Obrázek 8 - 1. fontána s květinovou výzdobou v hotelu Vienna House Diplomat ..</b>	<b>50</b>
<b>Obrázek 9 - 2.fontána hotelu Vienna House Diplomat.....</b>	<b>51</b>
<b>Obrázek 10- Využití srážkových vod .....</b>	<b>54</b>
<b>Obrázek 11- Filtr se zpětnou klapkou.....</b>	<b>55</b>
<b>Obrázek 12- Plastová nádrž na dešťovou vodu.....</b>	<b>55</b>
<b>Obrázek 13- Půdorys hotelového patra .....</b>	<b>57</b>
<b>Obrázek 14 - Systém pro recyklaci šedé vody .....</b>	<b>65</b>
<b>Obrázek 15 - Systém pro recyklaci šedé vody .....</b>	<b>65</b>
<b>Obrázek 16- Nádrž dešťové vody .....</b>	<b>70</b>
<b>Obrázek 17- Rozdělení hotelových pater .....</b>	<b>71</b>

<b>Obrázek 18- Rozdělení hotelových pater, střední část .....</b>	<b>77</b>
---	-----------

## **Seznam tabulek**

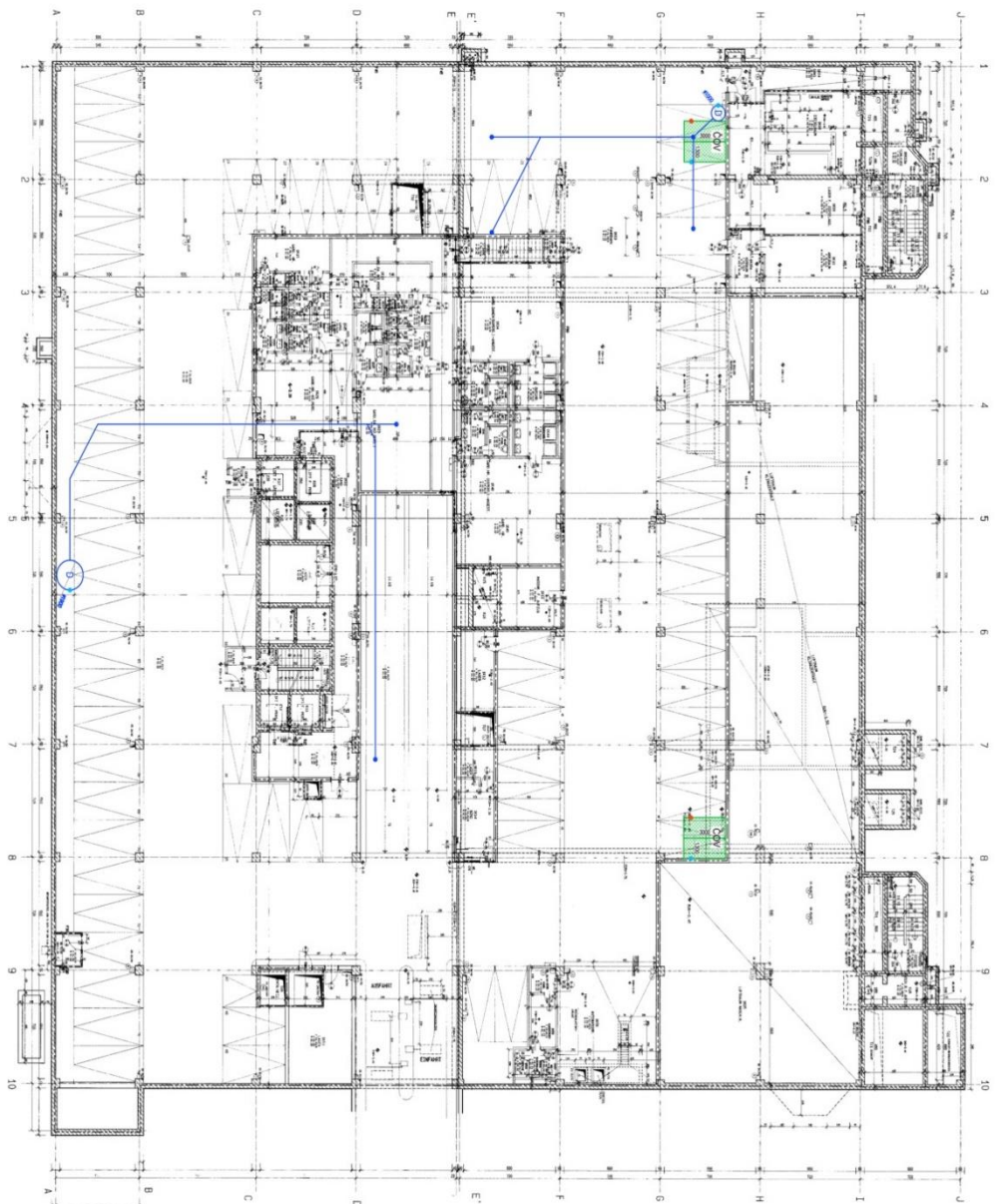
<b>Tabulka 1- Cena vodného a stočného 2018, 2019.....</b>	<b>21</b>
<b>Tabulka 2 - Charakteristika propustnosti ploch.....</b>	<b>46</b>
<b>Tabulka 3- Odtokový součinitel dle typu plochy.....</b>	<b>46</b>
<b>Tabulka 4- Výpočet redukované plochy .....</b>	<b>47</b>
<b>Tabulka 5 - Dlouhodobý srážkový normál pro Prahu a Středočeský kraj [mm] (1961-1990).....</b>	<b>51</b>
<b>Tabulka 6- Objem srážek spadlých na budovu za rok.....</b>	<b>52</b>
<b>Tabulka 7- Srážková voda pro závlahu travního porostu.....</b>	<b>53</b>
<b>Tabulka 8 - Celkové množství sprch, umyvadel a WC v hotelu Vienna House Diplomat.....</b>	<b>58</b>
<b>Tabulka 9- Celková spotřeba vody v hotelu za rok 2017 .....</b>	<b>59</b>
<b>Tabulka 10 - Obsazenost hotelu Vienna House Diplomat.....</b>	<b>60</b>
<b>Tabulka 11 - Denní produkce šedé vody v hotelu dle normy ČNS-75-6780 .....</b>	<b>61</b>
<b>Tabulka 12 - Denní spotřeba vody na splachování WC .....</b>	<b>62</b>
<b>Tabulka 13- Potřeba provozní vody na WC .....</b>	<b>62</b>
<b>Tabulka 14 - Spotřeba vody spláchnutím toalety v hotelu Vienna House Diplomat .....</b>	<b>63</b>
<b>Tabulka 15- Vláhová potřeba .....</b>	<b>67</b>

<b>Tabulka 16- objem srážek spadlých na budovu hotelu .....</b>	<b>68</b>
<b>Tabulka 17- Přibližný počet hostů, vypočítaný na danou část hotelu .....</b>	<b>72</b>
<b>Tabulka 18- Produkce šedé vody dle rozdělených částí hotelu v m<sup>3</sup> za den .....</b>	<b>73</b>
<b>Tabulka 19- Potřeba provozní vody pro splachování WC denně.....</b>	<b>74</b>
<b>Tabulka 20- Celková potřeba provozní vody pro splachování WC za měsíc.....</b>	<b>75</b>
<b>Tabulka 21- přebytek srážkové vody .....</b>	<b>76</b>
<b>Tabulka 22- potřeba provozní vody levé a pravé části hotelových pater na splachování WC.....</b>	<b>78</b>
<b>Tabulka 23- Potřeba provozní vody pro hotel na splachování WC .....</b>	<b>79</b>
<b>Tabulka 24- Zhodnocení možných variant .....</b>	<b>83</b>
<b>Tabulka 25- 4.hotelové patro svody a rozvody .....</b>	<b>84</b>

## **Přílohy**

**Příloha číslo 1 Varianta 2 zakreslená v podzemních garážích**

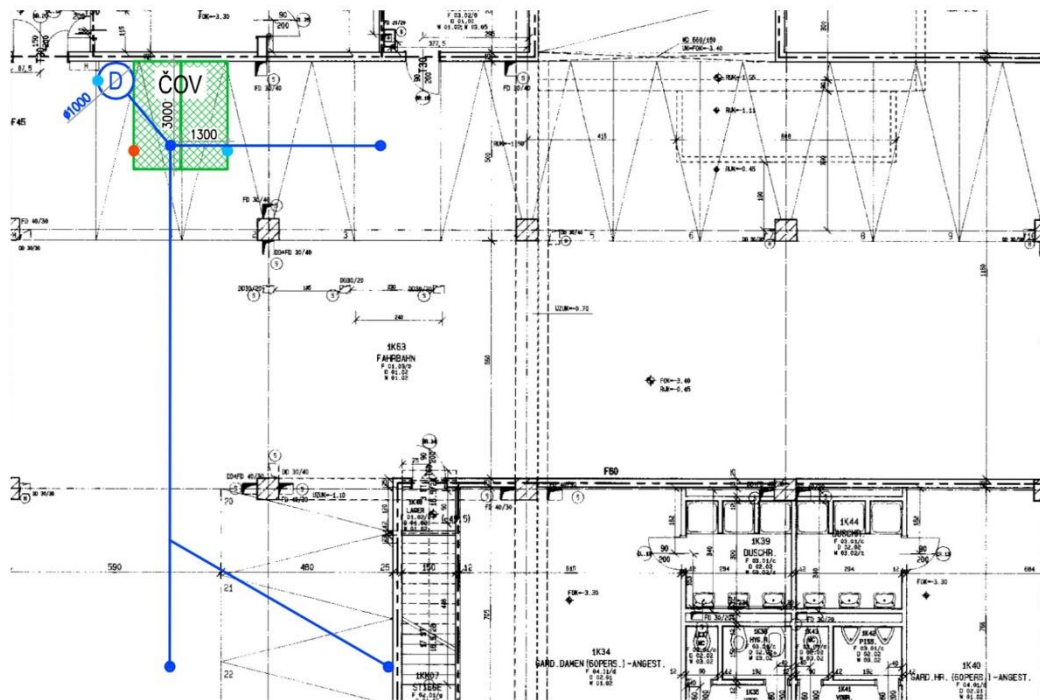




Měřítko: 1: 100

- svod šedých vod
- rozvod provozní vody
- čistička šedých vod
- D akumulční nádrž na dešťovou vodu
- vnitřní dešťové svody

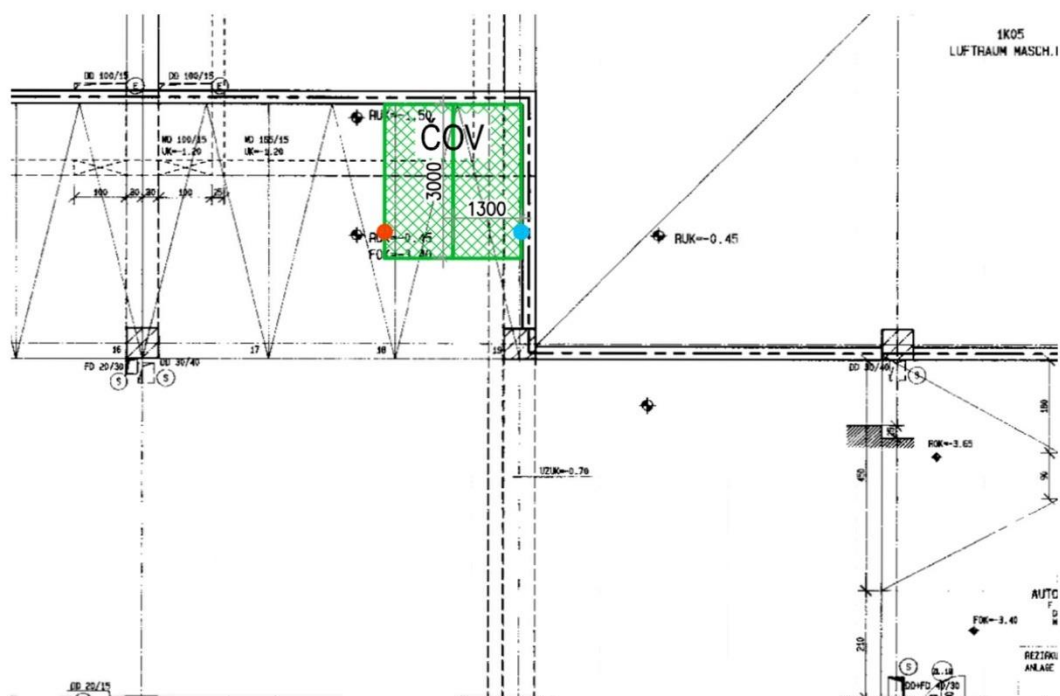
**Příloha číslo 2- Varianta 2, akumulční nádrž na dešťovou vodu a čistička šedých vod v levé části**



Měřítko 1:100

- svod šedých vod
- rozvod provozní vody
- čistička šedých vod
- D akumulční nádrž na dešťovou vodu
- vnitřní dešťové svody

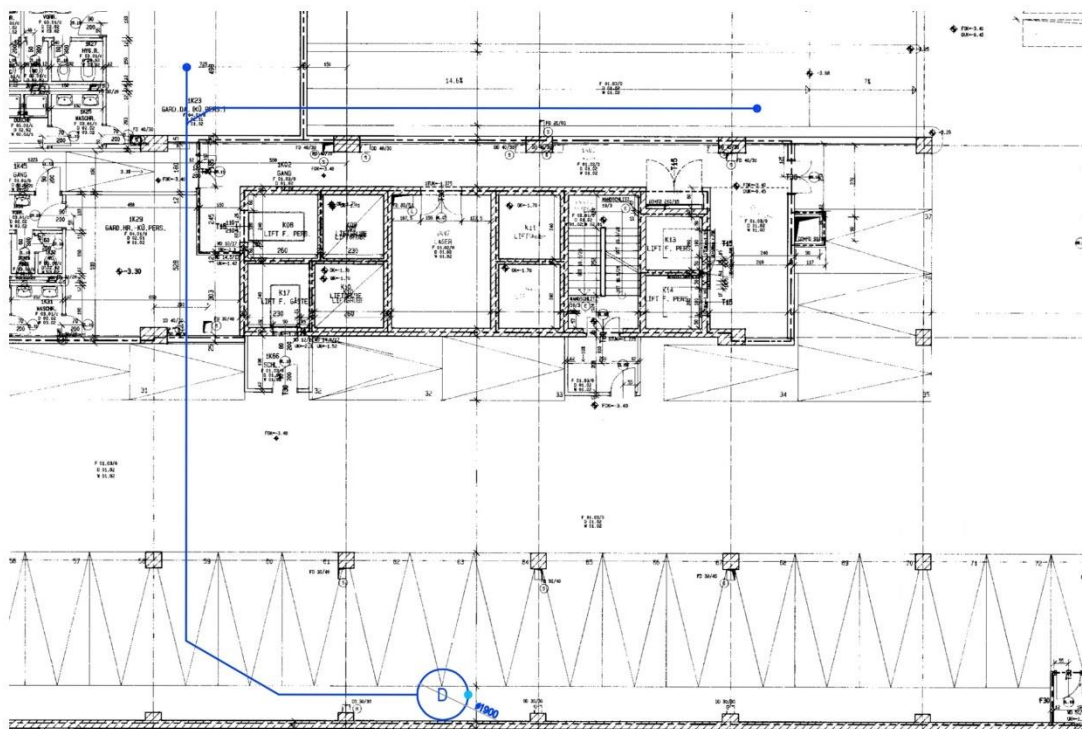
**Příloha číslo 3- Varianta 2, čistička šedých vod v pravé části**




Měřítko 1:100


- svod šedých vod
- rozvod provozní vody
- čistička šedých vod

**Příloha číslo 3- Varianta 2, akumulční nádrž na dešťovou vodu a vnitřní dešťové svody**



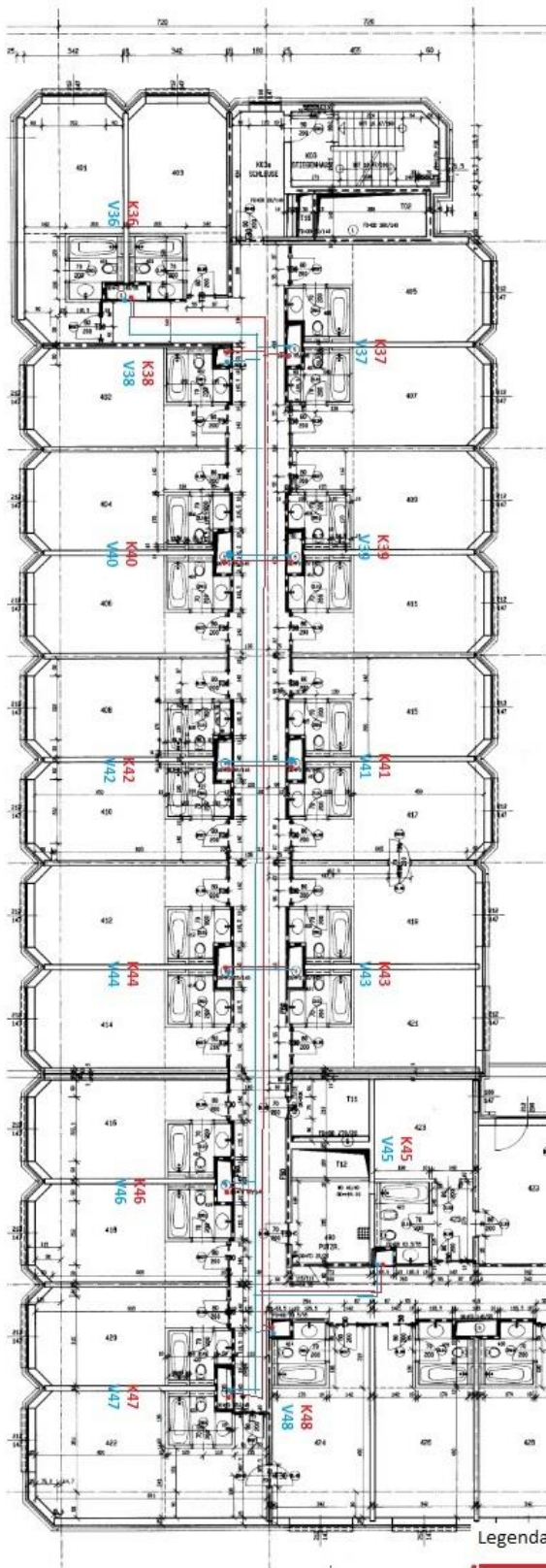
Měřítko 1:100

 akumulční nádrž na dešťovou vodu

 vnitřní dešťové svody

# Příloha číslo 4- Varianta 2, svody šedých vod a rozvody provozní vody, levá část

Levá část



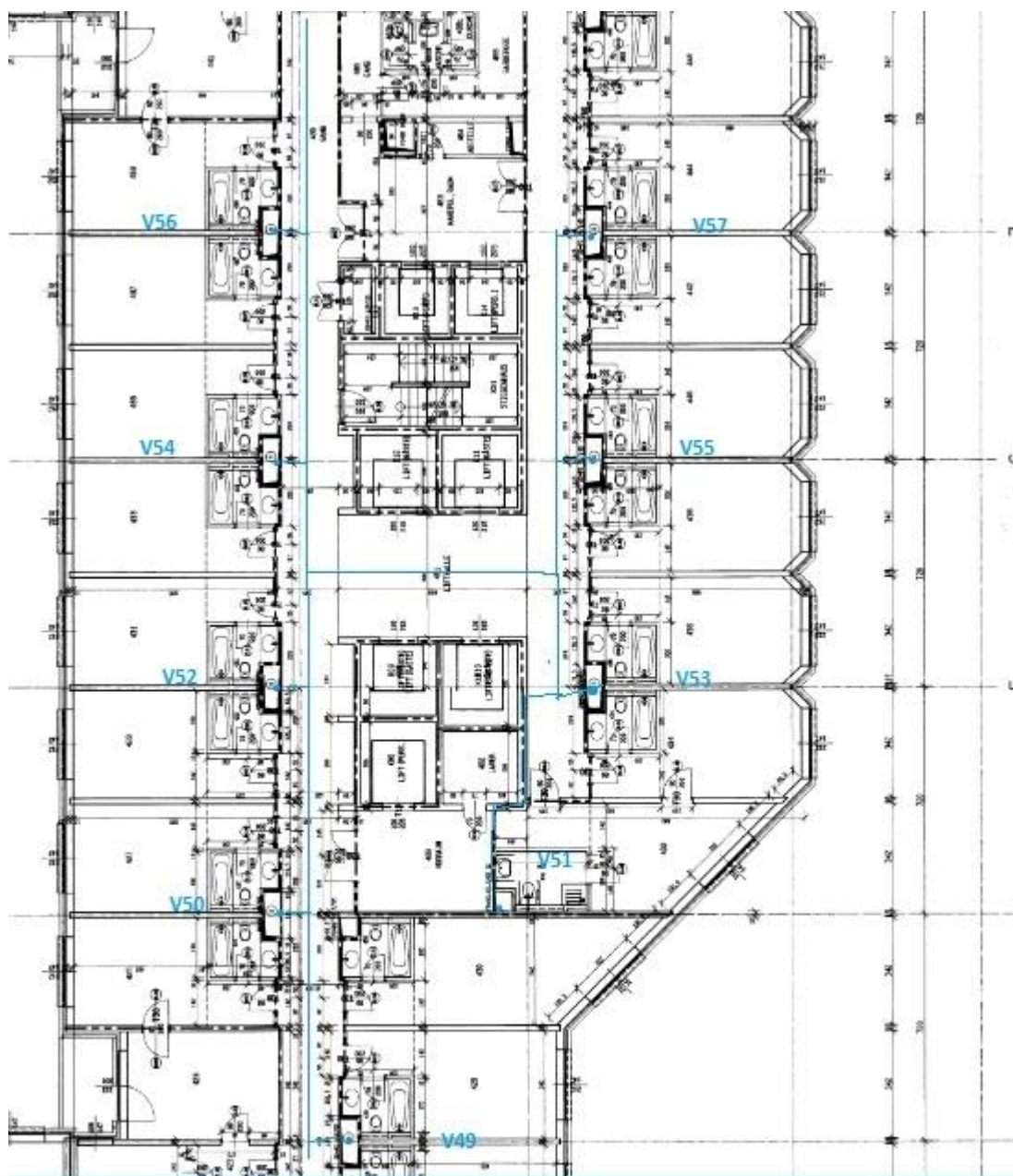
Legenda:

- svislý svod šedých vod ( K36-K48)
- svislý rozvod provozní vody ( V36-V48)

Měřítko: 1:100



Příloho číslo 5- Varianta 2, rozvody provozních vod, střední část



Legenda:



svislý rozvod užitkové vody (V49- V57)

Měřítko: 1:100

# Příloha číslo 6- Varianta 2, svody šedých vod a rozvody provozní vody, pravá část

Pravá část

