

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE  
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ  
A  
ENVIRONMENTÁLNÍHO MODELOVÁNÍ



VYUŽITÍ ŠEDÝCH A DEŠŤOVÝCH VOD  
V OBJEKTU SPORTOVNÍHO CENTRA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. PETRA SYCHOVÁ, Ph.D.

Diplomant: Bc. DAVID VYLHÁM

© 2019 ČZU v Praze

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. David Vylhám

Voda v krajině

Název práce

**Využití šedých a dešťových vod v objektu sportovního centra**

Název anglicky

**Greywater and rainwater management in the sports center buildings**

---

### Cíle práce

Předmětem práce je popis problematiky hospodaření s dešťovými a šedými vodami. Hlavním cílem diplomové práce je posouzení možností využití dešťových vod a zpětného využívání šedých vod v konkrétním objektu sportovního centra. Návrh možností je řešen s ohledem na bilanci množství dešťových i šedých vod, na jejich kvalitu a odpovídající způsoby čištění produkovaných šedých vod. Dílčím cílem práce je charakteristika specifických požadavků na provoz a vyhodnocení využitelnosti navrhovaného záměru.

### Metodika

- rešerše odborné literatury
- výběr vhodného studijního objektu
- studie využitelnosti šedých a dešťových vod v konkrétním objektu
- zhodnocení návrhu

## Doporučený rozsah práce

Dle metodických pokynů pro zpracování DP.

## Klíčová slova

šedé vody, dešťové vody, provozní vody, vnitřní vodovod, vnitřní kanalizace

---

## Doporučené zdroje informací

Butler, D., Davies, J.W., 2004: Urban drainage. Abingdon: Spon Press, 543.

Hlavínek, P., Prax, P., Sklenářová, T., Dvořáková, D., Polášková, K., Kubík, J., Hlušík, P., Beránek, J., 2007: Hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území. Brno: Ardec s.r.o., 164 s.

Krejčí, V., Gujer, W., Hlavínek, P., Zeman, E., 2002: Odvodnění urbanizovaných území: koncepční přístup. Brno: NOEL 2000, 562 s.

Tchobanoglous, G., Burton, F.L. 1991. Wastewater engineering: Treatment, disposal, and reuse. New York: Osborne-McGraw-Hill, 1334 p.

---

## Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – FŽP

## Vedoucí práce

Ing. Petra Sychová, Ph.D.

## Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 12. 3. 2019

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

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 13. 3. 2019

**prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.**

Děkan

V Praze dne 26. 03. 2019

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením Ing. Petry Sychové, Ph.D. Další informace jsem čerpal z literatury týkající se dané problematiky. Dále prohlašuji, že jsem uvedl všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpal.

Prohlašuji, že tištěná verze se shoduje s verzí odevzdanou přes Univerzitní informační systém.

V Praze dne 15.4.2019

## Poděkování:

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Petře Sychové, Ph.D., za odborné vedení, trpělivost a velmi cenné rady vedoucí ke zdárnému dokončení diplomové práce.

**Využití šedých a dešťových vod v  
objektu sportovního centra**

Greywater and rainwater management in the premises  
of the sports center buildings

**Abstrakt:**

Předmětem této diplomové práce je rozbor problematiky možného využívání šedých a dešťových vod v České republice. Literární rešerše pojednává o možnostech nakládání s dešťovými a šedými vodami. Zmiňuje úsporné a atraktivní metody dnešní doby v tomto oboru. V rámci praktické části jsou teoretické poznatky aplikovány do reálného prostředí. Konkrétně, ve sportovním centru „Bowling Dejvice“, se posuzují a vyhodnocují možnosti a profity úsporných systému.

**Klíčová slova:**

šedé vody, dešťové vody, provozní vody, vnitřní vodovod, vnitřní kanalizace

**Abstract:**

The aim of the thesis is the analysis of the possible use of graywater and rainwater in the Czech Republic. The literature review describes the possibilities sustainable use of water resources. Modern methods of today in this field. The practical part deals with the possibilities of grey and rainwater management in a sport centre "Bowling Dejvice". The study is focused on the implementation of modern methods, especially re-use of greywater, and water saving systems in indoor water supply systems.

**Key words:**

gray water, rainwater, process water, indoor water supply, internal sewerage



## Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíl a metodika práce .....	2
3	Literární rešerše .....	3
3.1	Historie využívání vod .....	3
3.2	Zdroje pitné vody .....	5
3.3	Definice odpadních a dešťových vod.....	8
3.4	Legislativa .....	11
3.5	Účelné upotřebení šedých a dešťových vod .....	16
3.5.1	Nakládání s dešťovými vodami.....	17
3.5.2	Nakládání s odpadními vodami .....	20
3.5.3	Záměr využívání šedých a dešťových vod.....	26
3.5.4	Spotřeba a cena.....	28
3.6	Objekty budoucnosti .....	31
3.6.1	Hotel Mosaic House .....	31
3.6.2	LIKO-Noe .....	33

4	Využití šedých a dešťových vod v objektu sportovního centra .....	36
4.1	Popis stávajícího stavu .....	37
4.2	Návrh řešení.....	39
4.2.1	Zařizovací předměty .....	40
4.2.2	Využití šedé vody .....	41
5	Diskuse.....	43
6	Závěr a přínos práce.....	45
7	Seznam tabulek a obrázků.....	46
7.1	Seznam tabulek .....	46
7.2	Seznam obrázků .....	46
7.3	Seznam grafů .....	46
8	Přehled literatury a použitých zdrojů .....	47

# 1 Úvod

Pojem šedých a dešťových vod je čím dál častěji skloňován na základě témat spojených s nedostatkem podzemních vod a povrchových vod. Poslední dobou kvůli neustálenému a převážně suchému klimatu začínají veřejnost zajímat alternativní zdroje vod. Koncepce alternativních zdrojů obnáší možnost znovuvyužití odpadních vod a šetrné hospodaření s vodou srážkovou.

V dnešní době pojem decentralizace není již ničím výjimečný, avšak decentralizovaným čištěním odpadních vod u zdroje může značit vysoké ekonomické a také ekologické výhody. Téma znovuvyužití odpadních vod je zajímavé a široké, přesto se musí stanovit přesné specifikace vod, které lze znovu a proč používat. Odpadní vody, se kterými se nejčastěji setká každá domácnost, jsou černé vody, které vždy obsahují směs vod hnědých, žlutých a šedých. Separovaně však nachází tyto vody potenciální možnost znovuvyužití.

Naše Česká republika nacházející se ve střední Evropě se dlouhá staletí potýká s jedním největším vodohospodářským problémem. Veškerá srážková voda, která dopadne na českou půdu, odtéká našimi řekami do sousedních zemí. V praxi to znamená, že neudržení vod na vlastní půdě značí nežádoucí hydrologické vlastnosti pro naši zemi. V dnešní době jsou právě kvůli těmto známkám zaváděny projekty a stanovy, které mají tyto procesy zpomalovat a srážkovou vodu zadržovat na našich pozemkách pro naše účelné upotřebení.

Okolní státy společně s Evropskou unií tyto trendy začínají upřednostňovat a mnohdy se stávají nutností kvůli nedostatku pitných vod. Například hotely, sportovní centra a rodinné domy mají možnosti tyto systémy aplikovat za účelem ekologické a ekonomické úspory. Využívání dešťových a odpadních vod je známkou vyspělosti země a uvědomění si vážnosti tohoto tématu.

## **2 Cíl a metodika práce**

Cílem práce je popis využitelnosti šedých a dešťových vod. Je charakterizována samotná problematika spojená s těmito systémy. Práce se dále zaměřuje na povinnosti spojené s využíváním šedých a dešťových vod, které jsou určeny legislativou. Přidruženým cílem je převedení zjištěných poznatků do reálného prostředí Sportovního centra Bowling Dejvice a zhodnocení možných úspor pro daný projekt.

Návštěva bowlingového centra v Dejvicích mě inspirovala jako reprezentativní objekt, u kterého zmíním několik potencionálních možností týkající se ekonomického a šetrného hospodaření s vodou. Práce je napsaná v závislosti na zjištěných informacích získaných z odborné literatury zabývající se studovanou problematikou. Data z Bowling Dejvice byla získaná po konzultacích se studentským domem, který mi předal potřebné informace pro zpracování výsledků.

### **3 Literární rešerše**

#### **3.1 Historie využívání vod**

Život člověka byl vždy spojen s vodou. Voda je pro něj důležitou součástí života, rozvoje a osidlování nových lokalit. Od samotného počátku bylo vyzkoušeno několik možností a používáno mnoho zdrojů vody. Voda byla nabírána z potoků, jezer a řek. Později se začala využívat i podzemní voda přiváděná studněmi a jámkami. (Vylhám 2017)

Stejně jako dnes, tak i dříve nebyl potřebný zdroj vody vždy v dané lokalitě a musely se řešit problémy, jak vodu do spotřebiště dostat. Ve středověku tedy začaly v Čechách vznikat první vodovody. První přivaděče se objevily ve 12. století a jednalo se primárně o gravitační vodovody. Gravitační vodovody byly tvořeny převážně ze dvou materiálů – z kamene a dřeva. Ve středověku vodovody musely sloužit především panstvu a místnímu hospodářství, aby se osídlení stále rozvíjelo (Jásek a kol. 1997).

Významný vzestup vodárenství nastalo v období renesance. Díky vyspělejšímu myšlení došlo k nárůstu nových technických vymožeností. Hygiena se pro lidi stala příjemnou součástí života. Spotřeba vody se začala zvyšovat a nároky na vodní stavby byly větší (Jásek a kol. 1997).

Do 15. století bylo specifickou povinností každého panovníka zřídit vodohospodářský dozor, který měl na starosti zakládání vodovodů. Dozor musel zajistit, aby byla voda přiváděna do všech zájmových území. Vodohospodářský dozor hlídal i kvalitu dodávané vody. Tyto povinnosti musel plnit do té doby, než v zemi vznikly zemské úřady, které toto břemeno převzaly. Existoval i tzv. Mlynářský soud vodoprávní, který vznikl v Praze na Starém Městě. Tento soud měl pravomoc k rozhodování vodoprávních sporů (např. zadržování vody k mletí). (Vylhám 2017)

Lidé pochopili, že voda je především nástroj čistoty a zdraví těla, jelikož znečištěná voda byla spojována se spoustou nemocí, které se v té době velmi často objevovaly např. žloutenka nebo úplavice (Jásek a kol. 1997).

Řízení vodohospodářské činnosti pomocí dozoru fungovalo zdárně a trvalo až doby vzniku Československa, kdy se Československá republika rozdělila do krajských celků. Poté se opět začala každá obec, město a ostatní sdružení starat o svůj vodovod (Jásek a kol. 1997).

Hledají se nové zdroje, například využívání dešťových vod, možnosti opětovného využívání vody v domácnostech a zkoumají se možnosti úspor.

System hospodaření s dešťovou vodou může být v nezákladnějším pojetí využit především pro závlahy, ale ve specifických případech se může dešťová voda v domácnostech využívat i k pitným účelům. Pak je ovšem nutná její úprava. Srážkové vody mohou být významně ovlivněné nejen chemismem atmosférické depozice, ale následně i druhotnou kontaminací. Mezi takové se dá zařadit kontakt srážkové vody s materiály, se kterými tato voda v celém systému hospodaření s vodou přichází do kontaktu (Morow et al. 2010). S ohledem na charakter systému sběru dešťových vod, obvykle odtékající vody ze střech, se tedy jedná o druhotnou kontaminaci vlivem kontaktu s materiály střešních krytin, akumulacího systému apod. (Vylhám 2017)

Využití šedých vod v domácnosti, má rovněž obrovský potenciál. Jsou to takové vody, které nepřišly do kontaktu s produkty lidského metabolismu (vody z praní, mytí atd.). Toto použití může znamenat výrazné úspory ve spotřebě nejen vody v domácnostech. Kombinací se systémem hospodaření s dešťovou vodou může vést využívání šedých vod k úspoře až 94 % spotřebované vody v domácnostech (Li et al. 2010). Při tomto způsobu nakládání je podstatné snížení pitné vody.

V současné době se hospodaření s vodou mění k vyšším úsporám. Mnoho provozů má dnes již nižší nároky na spotřebu vody než dříve, kdy požadavky na množství vody byly enormní. Nižší spotřeba vody je daná zejména změnou a modernizací provozních technologií a mnohdy i používáním tzv. uzavřených systémů. Obecným zájmem je tedy dnes znovuvyužití spotřebované vody v objektech a tím zamezení nedostatku vody v budoucnu, čímž se v podstatě dříve nikdo nezabýval. (Vylhám 2017)

### **3.2 Zdroje pitné vody**

Charakter zdroje surové vody a jeho umístění vůči spotřebišti určuje způsob sběru, technologii úpravy, dopravu do spotřebiště a distribuci vody v něm. Běžné zdroje sladké surové vody vymezuje Shammas a Wang (2011):

Dešťová voda – sběr odtoku ze střech pro individuální využití či z většího sběrného území pro obecní potřeby, avšak pro obecní dodávky vody je v současnosti tento zdroj využíván jen zřídka

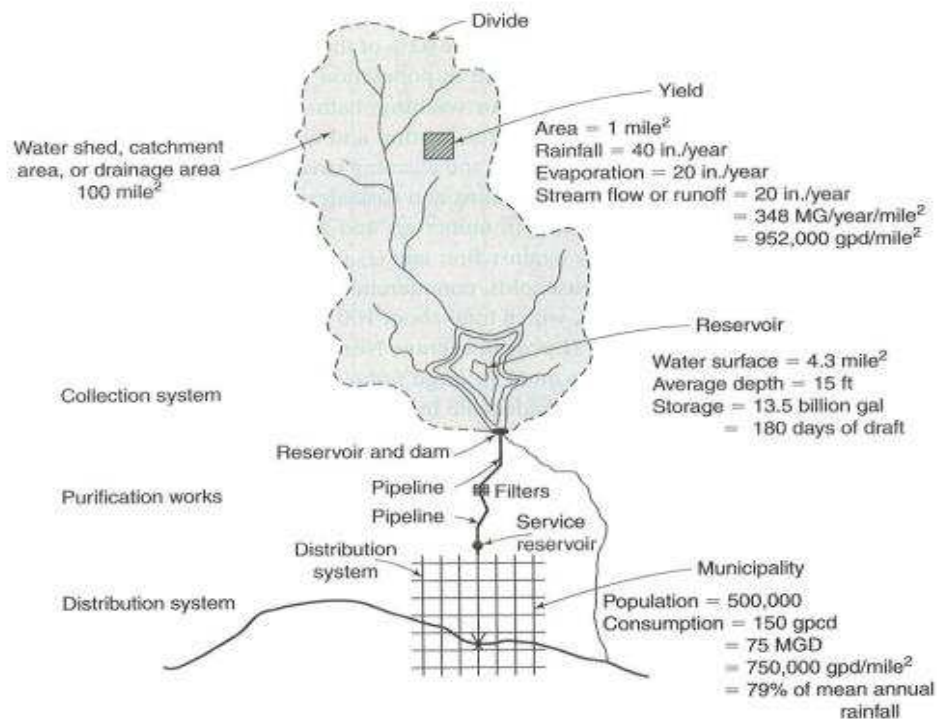
Povrchová voda

- Vodárenské toky či nádrže, ať už ve smyslu kontinuálního, občasného či sezónního odběru
- Desalinizace brakických či slaných vod, nejčastěji procesem destilace či reverzní osmózy. Jedná se o drahý technologický proces (v porovnání s většinou běžných způsobů úprav), uplatnitelný v současné době jen v aridních oblastech (např. Arabský poloostrov)

## Podzemní voda

- Přirozené prameny, studny, jímací zářezy, galerie

Introduction to Water Systems



Obrázek 1 - Schéma distribuce vody (Shammas NK, Wang L. 2011)

V České republice jsou nejčastějšími zdroji surové vody vrty podzemních vod, vodárenské nádrže či toky nebo systémy speciálně propojených jímacích studní. (Vylhám 2017)

Pro snadnější a méně nákladnou úpravu pitné vody je vhodnější volit vodu z podzemních vrtů, která má znatelně lepší jakost. Stále je potřeba dbát na to, že zdrojů kvalitní vody je málo a je třeba s ní nakládat šetrněji. Je to také zmíněno v samotném zákoně č. 254/2001 Sb., § 88, který zakazuje čerpat podzemní vodu rychleji, než se její množství doplňuje. Díky poklesu spotřeby pitné vody se mohly některé méně kvalitní zdroje odstavit a ponechat jen jako rezerva, např. vodárna v Praze – Podolí (PVK 2017).

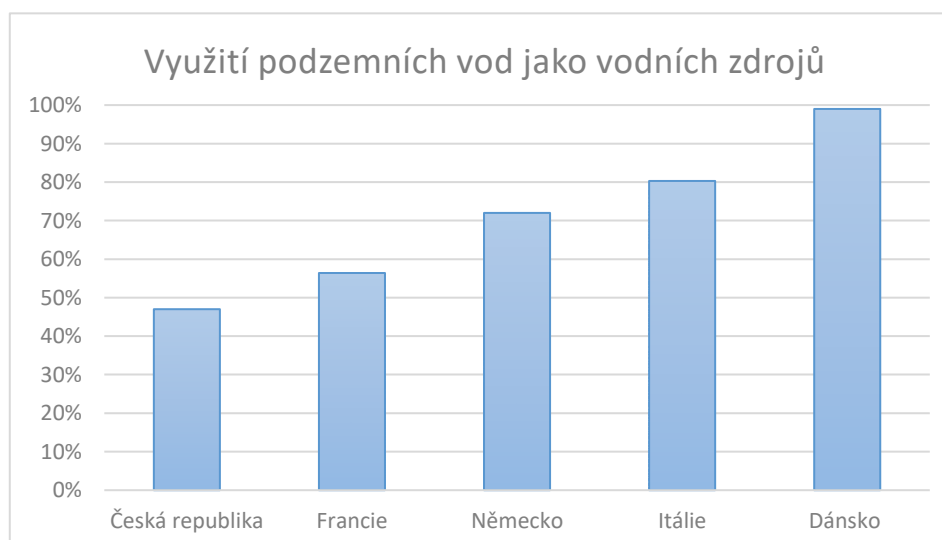


Kvalita a čistota podzemní vody je především ovlivněna tím, že svou cestou do těchto míst musí voda projít přes různé vrstvy hornin, čímž dochází k její filtraci. Právě složení těchto hornin ovlivňuje kvalitu a čistotu vody. Někdy voda přebírá z hornin mnoho minerálních složek v takovém množství, že se dá používat přímo jako minerální voda k pití. (Vylhám 2017)

V místech, kde je nedostatečný či omezený podzemní zdroj, nezbyvá než použít vodu povrchovou, tedy vodu z vodních toků nebo vodárenských nádrží. Tato voda, především její kvalita, je velice ovlivněna několika elementy. Říční voda v České republice bývá velmi znečištěna, a to v závislosti na ročním období, počasí nebo hospodářské lokalitě. V důsledku toho je tato voda na úpravu nákladnější a komplikovanější (Tesařík 1985).

Důležitý faktor je, že naše území je oblastí, odkud voda převážně odtéká a nemáme žádné větší přítoky. Zanedbatelnými výjimkami jsou jen horní Lužnice a horní Ohře. Do naší republiky je ze sousedních států přítok minimální a dešťová voda je odváděna prostřednictvím řek mimo naše území (Kemel M. 2000).

Povrchové vody dle statistik tvoří 53 % vodních zdrojů, které v současnosti Česká republika využívá. Oproti ostatním evropským státům se lišíme právě v tomto grafu č.1. (Kemel M. 2000).



Graf 1 Využití podzemních vod (zdroj: vlastní zpracování dle [online] nase-voda.cz)

### 3.3 Definice odpadních a dešťových vod

Podrobnou definici odpadních vod určuje zákon č. 254/2001 Sb. o vodách.

*“Odpadní vody jsou vody použité v obytných, průmyslových, zemědělských, zdravotnických a jiných stavbách, zařízeních nebo dopravních prostředcích, pokud mají po použití změněnou jakost (složení nebo teplotu), jakož i jiné vody z těchto staveb, zařízení nebo dopravních prostředků odtékající, pokud mohou ohrozit jakost povrchových nebo podzemních vod. Odpadní vody jsou i průsakové vody z odkališť, s výjimkou vod, které jsou zpětně využívány pro vlastní potřebu organizace, a vod, které odtékají do vod důlních, a dále jsou odpadními vodami průsakové vody ze skládek odpadu.” [1, §38, odst. 1]*

Podkategorie odpadních vod jsou pak dále vody žluté, hnědé, šedé, černé a dešťové v případě, že je odváděna vnitřní kanalizací. Vodní zákon udává, že veškerá odpadní voda musí být bezpečně likvidována.

Před znovupoužitím zmíněných kategorií odpadních vod musí být nejprve proveden určitý typ a technologie úpravy. Například dešťové vody mají mnohem méně náročnou úpravu než vody šedé, přesto se musí předpokládat s potencionálním znečištěním. Dešťová voda může být znečištěna v atmosféře, stékáním ze střech či pochozích ploch.

Šedá voda je dle EN 12056 splašková voda neobsahující organické znečištění – fekálie a moč. Jedná se o vody odtékající z umyvadel, sprch, dřezů apod. Šedou vodu je možné po úpravě využít hned v několika segmentech. Nejčastěji se může použít jako voda provozní, tedy pro zalévání, splachování a tím mnohdy ušetřit spoustu nákladů spojené s těmito činnostmi.

Novela zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, která vyšla v roce 2016 vyznačuje navrhované změny v oblasti některých odpadních vod. V novele je definováno i nakládání s kaly.

Odpadní vody mají vysoký potenciál pro úsporné nakládání nejen s finančními prostředky, ale také k napomáhání šetření vody. Proto je potřeba definovat všechny typy vod, které mohou být případnou zásobou pro hospodaření s vodou.

### **Dešťová**

Dešťová voda se mění na vodu odpadní ve chvíli, kdy přiteče do vnitřní kanalizace. V případě, že voda padne na pozemek, je potřeba s ní naložit nebo ji případně zlikvidovat. Nakládání je varianta, při které je možné pomocí správné technologie upravit vodu na bílou a provozní. Poté je vhodná pro použití v objektu.

### **Šedá**

Dle ČSN EN 12056-1 se jedná o vodu, neobsahující organické látky – moč a fekálie. Nejčastěji se vyskytuje v odpadních vodách ze samotného provozu daného objektu. Šedá voda má však spoustu kritérií pro to, aby se mohla znovu využít. Mělo by se jednat o vody, které odtékají například z umyvadel, sprch a dřezů. Při znovuvyužití se však musí dbát na to, aby voda neobsahovala například oleje a tuky z kuchyňského provozu. V tomto případě je potřeba upravit míru čištění a tím vznikají i větší náklady.

### **Hnědá**

Výše zmíněná voda obsahující fekálie a moč se nazývá voda hnědá. V tomto případě se voda nevyužívá znovu, protože musí projít speciálními technologiemi, kterými jsou vybaveny čistírny odpadních vod. Pro decentralizovaný systém zatím taková úprava neexistuje. Řešením je oddělení fekálií a moči. Jelikož nelze získávat tyto látky oddělené, dá se oddělit pomocí speciálního zařizovacího předmětu.

## **Žlutá**

Žlutá voda obsahuje pouze moč získávanou například z pisoárů. Nebo oddělenou od hnědé vody pomocí speciálního zařizovacího předmětu či jednoduchou úpravou.

## **Černá**

Černá voda je spojení vod žlutých a hnědých. Tyto vody se řídí zákonem č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), v platném znění, dále jen vodní zákon. Tato voda se nevyužívá pro znovuvyužití a je s ní nakládáno jako s odpadními vodami.

## **Provozní**

Provozní voda je povětšinou výsledkem úpravy žlutých, dešťových či šedých vod. Voda neslouží jako pitná, ale pro potřeby objektu mimo kuchyňské provozy nebo hygienu. Standartně se využívá například pro zavlažování, splachování nebo praní.

## **Bílá**

Bílá voda je vyčištěná odpadní voda. Může se akumulovat ve spotřebišti a je dále využívána dle její kvality.

### 3.4 Legislativa

Samotné využívání šedých a dešťových vod zatím nemá stanovenou přesnou normu, ale v současné době je tvořena norma ČSN 75 6780, která bude popisovat danou problematiku. Britská norma BS 8525-1, která se zabývá systémy pro šedé vody, je podkladem pro vytváření české normy. Po jejím vytvoření bude stanoven plán pro znovuvyužití odpadních vod a zacházení s ní. (Plotěný 2013)

Aktuálně se znovuvyužívání dešťové a odpadní vody řídí především zákony a vyhláškami ze zákona č. **254/2001** Sb. o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) a souvisejícími předpisy.

Další potřebné legislativní dokumenty:

Novela č. **150/2010** Sb., kterou se mění zákon č. 254/2001 Sb., o vodách (vodní zákon) a o změně některých zákonů.

K tomuto zákonu se vztahují nařízení:

*„57/2016 Sb. nařízení vlády o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění odpadních vod a náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod podzemních. Vláda nařizuje podle § 38 odst. 5 a 8 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění zákona č. 20/2004 Sb., zákona č. 150/2010 Sb. a zákona č. 350/2012 Sb.,:*

- *Ukazatele a hodnoty přípustného znečištění odpadních vod*
- *Náležitosti povolení k vypouštění odpadních vod do vod podzemních*
- *Stanovení přípustných hodnot znečištění“*

Nařízení 57/2016 Sb. je směrodatné pro limity znečištění.

*„401/2015 Sb. nařízení vlády o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech. Vláda nařizuje podle § 31, § 32 odst. 2 a 3, § 34 odst. 2, § 38 odst. 5 a 8 a § 39 odst. 3 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění zákona č. 20/2004 Sb. a zákona č. 150/2010 Sb.:*

- *ukazatele vyjadřující stav povrchové vody*
- *ukazatele a hodnoty přípustného znečištění povrchových vod*
- *ukazatele a hodnoty přípustného znečištění odpadních vod*
- *ukazatele a hodnoty přípustného znečištění odpadních vod pro citlivé oblasti a pro vypouštění odpadních vod do povrchových vod ovlivňujících kvalitu vody v citlivých oblastech*
- *ukazatele a hodnoty přípustného znečištění pro zdroje povrchových vod, které jsou využívány nebo u kterých se předpokládá jejich využití jako zdroje pitné vody*
- *ukazatele a hodnoty přípustného znečištění povrchových vod, které jsou vhodné pro život a reprodukci původních druhů ryb a dalších vodních živočichů*
- *ukazatele a hodnoty přípustného znečištění povrchových vod, které jsou využívány ke koupání*
- *normy environmentální kvality pro prioritní látky a některé další znečišťující látky*
- *náležitosti a podmínky povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a kanalizace*
- *seznam prioritních látek a prioritních nebezpečných látek*
- *nejlepší dostupné technologie v oblasti zneškodňování městských odpadních vod a podmínky jejich použití,*

Výše zmíněná nařízení udávají ukazatele a hodnoty přípustného znečištění odpadních vod. Sledují se hodnoty CHSK (chemická spotřeba kyslíku) a BSK5 (biochemická spotřeba kyslíku). BSK5 udává množství kyslíku, který je třeba dodat zkoumané vodě k biologickému odbourání škodlivých látek. CHSKCr je hodnota komplexní. Udává množství kyslíku potřebného k odbourání všech škodlivin. Nařízení zmiňuje limity, kdy je povrchová voda v přijatelném stavu a nejlepší technologie pro likvidaci odpadních vod.

Zákony, normy a vyhlášky níže uvedené jsou po odvození směrodatné pro využívání odpadních vod.

Vodní zákon se zabývá jakostí vod a s tím spojenou kontrolou a regulací množství vod, které jsou vypouštěné do podpovrchových a povrchových vod. Tímto se zabývá specializovaný orgán – Vodoprávní úřad.

*„Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně*

*některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích).“*

*Tento zákon se vztahuje na:*

- *vodovody a kanalizace, pokud je trvale využívá alespoň 50 fyzických osob, nebo pokud průměrná denní produkce z ročního průměru pitné nebo odpadní vody za den je 10 m<sup>3</sup> a více*
- *každý vodovod nebo kanalizaci, která provozně souvisí s vodovody a kanalizacemi*

Tento zákon v oblasti znovuvyužití odpadních vod slouží pro přehled množství vypouštěné odpadní vody.

Novela zákona č. 275/2013 Sb., o vodovodech a kanalizacích. Upravuje zákon 274/2001 Sb.

- „§ 2 odst. 2 se na konci textu věty druhé doplňují slova „a srážkové vody se vtokem do této kanalizace přímo, nebo přípojkou stávají odpadními vodami“.“

„Vyhláška č. 120/2011 Sb., kterou se mění vyhláška Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů. „

Tato vyhláška popisuje v **příloze č. 12** směrná čísla roční potřeby vody.

*Tabulka 1 Bytový fond (zdroj: vyhláška č. 120/2011 Sb.)*

1.	na jednoho obyvatele bytu s tekoucí studenou vodou mimo byt za rok	15 m <sup>3</sup>
2.	na jednoho obyvatele bytu bez tekoucí teplé vody (teplé vody na kohoutku) za rok	25 m <sup>3</sup>
3.	na jednoho obyvatele bytu s tekoucí teplou vodou (teplá voda na kohoutku) za rok	35 m <sup>3</sup>

Tyto hodnoty se používají pro stanovení přibližné spotřeby vody v objektu.

Srážkových vod se dotýká **příloha č. 16 vyhlášky 428/2001 Sb.** V ní je uveden vzorec pro výpočet množství srážkových vod odváděných do kanalizace. V tomto výpočtu se zohledňuje tzv. odtokový součinitel podle druhu plochy, který je rozdělen do tří částí:

- Plocha A – těžce propustné zpevněné plochy
- Plocha B – propustné zpevněné plochy
- Plocha C – plochy pokryté vegetací



Neopomenutelnou částí v rámci legislativy je tzv. Odvětvová technická norma vodního hospodářství – TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami a vyhlášky č. 501/2006 Sb. (ve znění Vyhlášky č. 269/2009 Sb.) a č. 268/2009 Sb. Tato norma řeší nakládání se srážkovými vodami zejména decentrální systém. Norma uvádí opatření pro regulaci srážkového odtoku. Obsahuje návod pro správné technické řešení při nakládání s dešťovou vodou. Mezi podstatnou část normy je zahrnuta problematika znečištění srážkových vod a jejich následné úpravy. Jako příloha č. 16 vyhlášky 428/2001 Sb. udává typy ploch, dle kterých se vypočítává znečištění. Norma popisuje decentrální systémy, které se používají při hospodaření s vodami a zahrnuje výpočetní úkony na základě, kterých se objekty dimenzují.

Pro náš stát je zároveň připravována nová norma, kterou vytváří evropská komise. Ta vydala v roce 2012 dokument „*Blueprint to safeguard Europe's water resources*“, ve kterém cílila na problematiku týkající se posílení využívání alternativních vodních zdrojů, především opakované využívání odpadních vod. Tato nařízení jsou však stále předmětem jednání. (Kožíšek 2015)

### 3.5 Účelné upotřebení šedých a dešťových vod

Využití šedých a dešťových vod mají především přispět k šetrnému nakládání s vodou, která má být v budoucnu stále více vzácnější. Dnešní nakládání s těmito vodami je mnohdy pouze omezené a ve většině případech voda, která spadne na povrch v podobě srážek je odvedena společně s odpadními vodami vnitřní kanalizací. Jednodílná vnitřní kanalizace odvede smíšené vody do čistírny odpadních vod a po úpravě je vypouštěna do recipientu. (ASIO [online] 2019)

Další metoda, která je dnes velmi rozsáhlá je takzvaná oddílná kanalizace, která dokáže separovat dešťové vody od odpadních vod. Tím se odlehčí vytižení spádové čistírny odpadních vod a zároveň separuje dešťovou vodu.

Metody, které jsou předmětem této práce však neřeší podrobnosti těchto kanalizací a čistíren, ale metody, které jsou v dnešní době atraktivní, ekologické a ve většině případů ekonomické. Ekonomická stránka hraje při návrhu znatelnou část. Doba návratnosti je mnohdy kvůli instalaci dvojích rozvodů a samotného systému pro investora dlouhodobá a odrazuje aplikaci těchto možností. Zároveň je potřeba zhodnotit ušetření za odvod dešťových vod do stoky a za dodávku pitné vody. Akumulace vody je nejdůležitějším prvkem při těchto řešeních. Dešťová voda, která dopadne na pozemek může být zadržena v retenčních nádržích a následně je možné ji využít nebo řízeně vypouštět do kanalizace.

V případě, že se s akumulovanou dešťovou vodou nebo odpadní vodou má dále nakládat, musí pro to být vždy připravené veškeré podmínky, které budou splňovat hygienické a provozní stanovy. Jedna z hlavních priorit je oddělení provozních vod od pitných. (ASIO [online] 2019)

Nejobvyklejší způsob využití provozních vod je splachování a zalévání. Používají se pro veškeré potřeby, kdy se člověk nedostane s vodou do přímého kontaktu. To však neznamená, že v dnešní době neumíme vodu upravit na pitnou. Přesto, že taková úprava je technologicky náročnější, tak využití vody je poté znatelně rozšířenější (sprchování). Tuto formu úpravy je vhodné aplikovat v rodinných domech nebo třeba ve sportovních centrech.

### **3.5.1 Nakládání s dešťovými vodami**

Dešťová voda je pro využití ekonomicky a technologicky výhodnější než šedá voda, přesto musí být řádně odchycena a upravena. Dešťová voda je veškerá spadlá voda na zemský povrch, a to i v podobě sněhu. Dešťová se nazývá proto, že největší množství spadne právě v podobě dešťových srážek. (ASIO [online] 2019)

K zachytávání vod nejčastěji slouží plochy střech, které mohou být vždy specifické, a proto se určuje typ krytinového materiálu a sklon, kterým se řídí koeficienty odtoku. Koeficient odtoku stanovuje využitelné množství srážkových vod. Další využitelné plochy mohou být například rozsáhlá parkoviště. V těchto případech je potřeba dbát na znečištění vod. U parkovišť je riziko kontaktu s ropnými látkami. Směrodatný parametr pro návrh systému na zadržování dešťové vody je také úhrn srážek v dané lokalitě a velikost dopadové plochy.

Dle technický parametrů, týkající se množství vody a možného znečištění se pro znovuvyužití srážkové vody musí do systému instalovat objekty, které eliminují škodlivost vody. Důležitým objektem v tomto systému je filtr mechanických nečistot. Tento filtr zabraňuje průchodu plovoucích částic – smytá vegetace, kamenivo a další předměty, které se při smyvu mohou zachytit.

Po přefiltrování vod je poté voda odváděna do akumulčních nádrží různých velikostí pro danou potřebu a množství využitelné srážkové vody. Zde se musí počítat s rychlým využitím vody, která by se neměla zdržovat déle než tři týdny. V případě, že není v zájmu dešťovou vodu používat, voda odtéká do retenčních nádrží, ze kterých je následně regulovatelně vypouštěna. (ASIO [online] 2019)

Při akumulaci srážkové vody probíhá proces UV. Pomocí ultrafialového záření dochází k likvidaci nežádoucích bakterií. UV proces je pro přeměnu dešťové vody na provozní nezbytný.

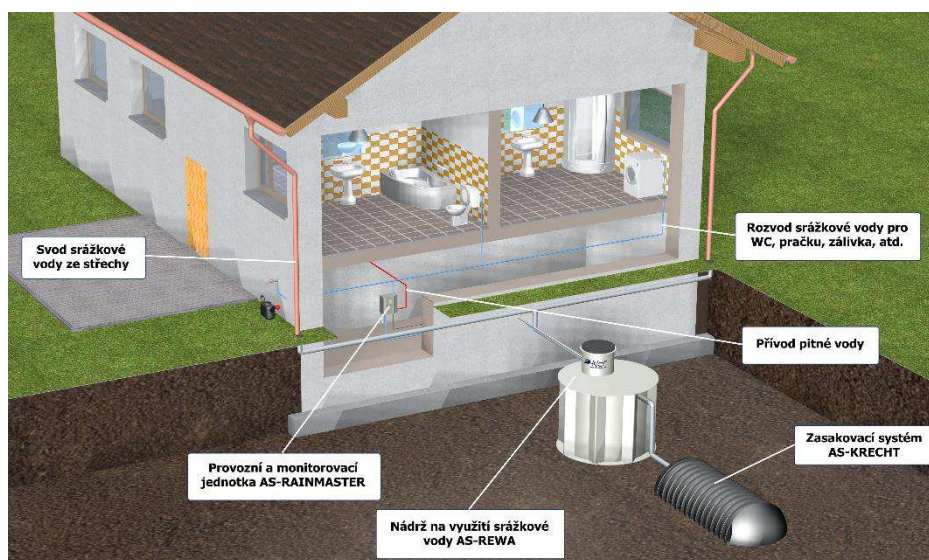


Obrázek 2 Plastová nádrž AS-REWA (zdroj: [www.asio.cz](http://www.asio.cz))

V nádrži se nachází přepad pro přebytečnou srážkovou vodu. Ve chvíli, kdy voda dosáhne této hranice, je potřeba řešit likvidaci přebytečné vody. Jsou dvě varianty, které lze využít. Přidat další plastovou nádrž, která však může být mnohdy ekonomicky nevýhodná. V případě, že není tato varianta přístupná, odvádí se voda do odpadu. Hlavním cílem by však mělo být správné nadimenzování, které je podloženo výpočty s ohledem na návrhové deště.

Srážkové vody odváděné do kanalizace však mnohdy působí velkou škodu na čistírnách odpadních vod. Čistírny odpadních vod nemají ve většině případech dostatečně vybudované dosazovací nádrže, které dokážou přivalové deště a přebytečné množství vody zachycovat. Tento stav je ještě více podpořen, pokud nemá obec či město vytvořenou oddílnou kanalizaci a je voda odváděna společně se splašky v jednotné kanalizaci. V těchto případech je ideální využití retenční nádrže, která dokáže odtok správně regulovat. Odtokové množství je regulováno na základě kapacity místní kanalizační sítě. (ASIO [online] 2019)

Jelikož srážková voda je velmi cenná i pro potřebu vegetace, je možné přemýšlet o metodě vsakování. Tato metoda nesmí být použita blízko vodního zdroje a blíže než jeden metr od hladiny podzemní vody. Instalace vsakovacích zařízení fungují stejně jako velké drenážní systémy, které jsou užívány v zemědělství. Po hydropedologických a hydrogeologických průzkumech je možné navrhnout takové vsakovací zařízení, které bude účelně plnit retenční vlastnost a dokáže tak přispět zadržetí vody v krajině. V přírodě jsou tyto systémy běžným prvkem. Může se jednat o člověkem vytvořené poldry či průlehy, které jsou v prostředí rozlehlé a plní retenční a regulační funkci. V následujícím obrázku č. 3 je znázorněno napojení dešťové nádrže a zasakovacího systému AS-KRECHT. (ASIO [online] 2019)



Obrázek 3 Schéma zasakovacího systému (zdroj: [www.asio.cz](http://www.asio.cz))

### 3.5.2 Nakládání s odpadními vodami

Jak bylo popsáno v kapitole 3.4, odpadní voda z objektu je prvotně rozdělena na vodu šedou a černou. Protože vodu dokážeme kategorizovat podle typu znečištění, tak jí můžeme efektivně po určité úpravě znovu použít. Více časté je znovuvyužití vody šedé, jelikož je méně znečištěná a úprava je technologicky méně náročnější.

Před každým plánem budoucího využití šedých vod je potřeba stanovit, z jakých objektů bude voda získávána. Tato odběrná místa jsou velice rozdílná na základě typu objektu. Ve stravovacích zařízeních se jedná o vodu ze dřezů a myček. Ve sportovních objektech, hotelích a třeba wellness služeb naopak z van, umyvadel či sprch. Domácnosti se mohou setkat se všemi typy objektů v menších množstvích, což znamená větší škálu organických zárodků. Zde se musí zvolit správný proces čištění. Konkretizování odběru je prioritně důležité právě pro zvolení správného čistícího procesu. Nežádoucími látkami v těchto odběrných místech je většinou chlor, který zabraňuje zneškodnění mikroorganismů. Chlor se vyskytuje v čistících prostředcích a při jeho použití vzniká riziko následného infiltrování do šedé vody. V případě, že se voda odebírá z kuchyňského dřezu či myčky, musíme aplikovat odlučovač tuků.

Po akumulaci šedých vod v akumulacích nádržích získaných z objektu je důležitá následná úprava. Úprava těchto vod je náročnější než úprava srážkových a je více způsobů, které se dají kombinovat na základě míry požadované finální čistoty, aby se voda mohla využít pro předem stanovené budoucí použití. Šedou vodu je nejjednodušší upravit na vodu provozní, neboť se dále používá například na zavlažování, splachování a praní.

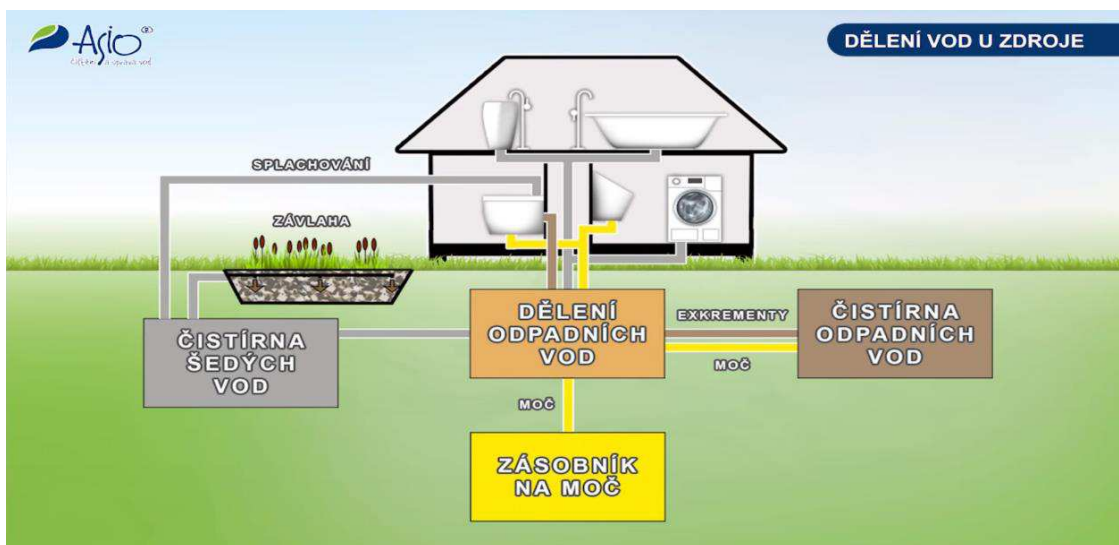
Prvním čistícím procesem je mechanická úprava, která díky filtrům oddělí vodu od hrubých nečistot. Náhradou za mechanický filtr je proces sedimentace, který díky ustálení vody dokáže separovat hrubé nečistoty. Nárok na typ filtru je podmíněn způsobem, kterým se voda upravuje dále. (ASIO [online] 2019)

Ve vodě se také vyskytují látky, které nelze oddělit fyzickým způsobem. Z toho důvodu je druhým důležitým procesem chemická úprava podobná té, která se vyskytuje na čistírnách odpadních vod. Tím je koagulace, která seskupí organické nečistoty, a poté je oddělí od vody jako celek. (ASIO [online] 2019)

Další možností zneškodnění nežádoucích látek je biologická úprava. Tento způsob je velmi blízký procesům čištění v přírodě. Základem je dostatek kyslíku, který je vpouštěn do čistících nádrží a přírodní organismy čistí odpadní vodu.

Přestože provozní vody jsou nejčastěji využívány na splachování nebo zavlažování, je potřeba brát v potaz, že i tato voda se dostane do styku s přírodou a je důležité dbát na správný způsob čistících procesů. Po vhodné zvolené technologii úpravy je možné využít vodu i na sprchování. (ASIO [online] 2019).

V rozdělení vod byla zmíněná žlutá voda, která je po oddělení od hnědých vod potencionálně velmi využitelná díky jejímu obsahu vysokého množství fosforu. V případě požadavku na využití žluté vody je důležité aplikovat do procesu čištění speciální zařizovací předměty, které dokáží vodu oddělit a zbavit nežádoucích látek. Žlutá voda je jednoduše řečeno moč, která obsahuje 95 % vody a zbylých 5 % jsou makronutrienty. Makronutrient je složení chemických látek dusíku, fosforu a draslíku. Tyto látky jsou velice příznivé v oboru zemědělství a je možné je díky zařizovacím předmětům získat a využít. Žluté vody v objektech se mohou uskláňovat ve dvoukomorových nádržích (viz. obr. č. 4), kde se stabilizují a po naředění je možné jejich další využití. Zároveň se tím odlehčí nátokové parametry čistíren odpadních vod. Dnešním trendem jsou bezvodé pisoáry a WC, které ulehčují separaci. (ASIO [online] 2019)



Obrázek 4 Schéma využití žlutých vod (zdroj: [www.asio.cz](http://www.asio.cz))



Další možností využití odpadních vod je společně s vodou i předání její tepelné vlastnosti. Například při sprchování člověk využívá vodu přehřátou na 36 °C, proto je možné tuto vodu vrátit do otopného systému (radiátor, podlahové vytápění), a tím ji přeměnit na vodu užitkovou. V zásobníku pro užitkovou vodu předá šedá voda tepelné vlastnosti pomocí tepelného výměníku a tím se sníží náklady na ohřátí zbylé potřebné otopné vody. U tohoto typu využití je důležité pečlivé napojení trubního vedení, kudy se voda dostane do tepelného výměníku v objektu, aby byla omezena tepelná ztráta, jelikož i tato voda musí projít čistícím procesem. (ASIO [online] 2019)

Pro likvidaci nevyužitých odpadních vod je nejčastěji využívána stoková síť, která přivede odpadní vodu do centrální čistírny odpadních vod. V případě, že není z jakéhokoliv důvodu možnost připojení na veřejnou kanalizaci řeší se tato situace decentralizovanými způsoby – domovní čistírnou odpadních vod, septikem či jinou variantou. (tzb-info [online] 2019)

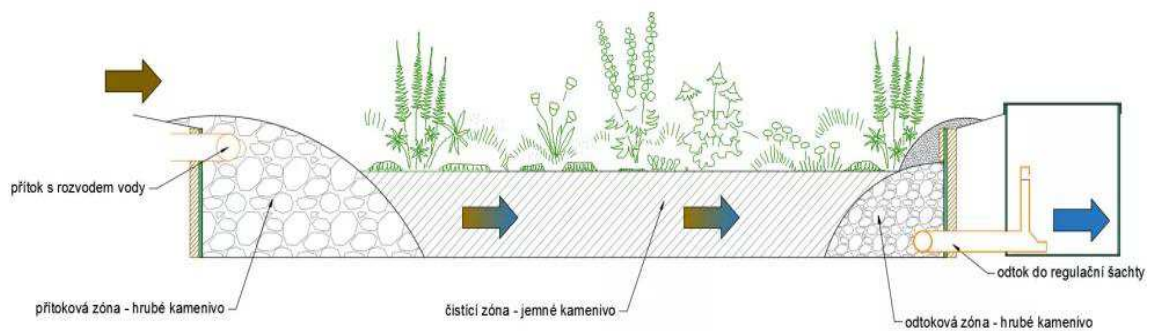
Povětšinou v chatových rekreačních oblastech nebo v horském prostředí se nejčastěji setkáme s nejstarším typem zachycení odpadních vod. V těchto lokalitách je budován klasický septik nebo akumulární nádrž. Tento způsob je dnes krajním řešením z mnoha důvodů. V těchto nádržích je zbavena odpadní voda pouze hrubých nečistot. Septik je nádoba spojená několika komorami, ve kterých dochází k sedimentaci a po schválení jakosti přečištěné vody se může vypouštět přepadem do prostředí. V případě nedodržení limitů jakosti přečištěné vody se musí odpadní voda vyvážet do centrální čistírny odpadních vod. Vyvážení odpadních vod ze septiku nebo pouze z akumulárních nádrží, které odpadní vodu pouze zadržují, je však příliš nepraktické a především neekonomické. Pro lepší funkci se doporučuje dosadit do daného místa domovní čistírnu odpadních vod.

Výběr domovní čistírny je v dnešní době velmi široký, proto je potřeba dbát na všechny specifikace. Domovní čistírny se liší dle technologie čistícího procesu a maximálního možného znečištění. Návrhovým parametrem při výpočtu potřebného výkonu domovní i centralizované čistírny je vždy počet ekvivalentních obyvatel (dále EO). Hodnota EO je udávána v litrech za den a odvozuje se z množství znečištěné odpadní vody, které způsobí jeden obyvatel. Hodnota je stanovena průměrným množstvím 150 l/den v závislosti na místě vzniku odpadní vody. V rodinném domě čtyřčlenné rodiny je EO roven 4, přičemž ve škole je žák počítán pouze jako část ekvivalentního obyvatele,  $EO = 0,33$ . Ve špinavém provozu má naopak každý pracovník koeficient větší. Druhým výpočtovým faktorem je hodnota znečištění vody udávána biologickou spotřebou kyslíku ( $BSK_5$ ). Průměrná hodnota 150 l/den je 60 g  $BSK_5$ . (Plotěný a Kunčovský 2014)

Čistíren odpadních vod, které jsou používány v soukromých objektech bez připojení na centrální kanalizační síť je mnoho typů dle technologického postupu čištění. Nejčastěji používaná je metoda aktivačních nádrží.

Takzvané reakční nádrže slouží pro mísení znečištěné vody s dosazovanými mikroorganismy, které oddělují znečištění a vzniká čistírenský aktivační kal. Pro lepší funkci a zabránění k nechtěnému styku s přečištěnou vodou, se do čistíren dávají membrány, které oddělí kal od upravené vody. Vzniklý kal v dnešní době také získává větší potenciál pro využití. Po speciálním technologickém postupu se mohou udělat z kalu granuláty, které jsou prospěšné pro zemědělství. Kal se většinou sváží na centrální čistírnu odpadních vod. Nevýhodou aktivačních nádrží je potřeba neustálého přítoku odpadních vod kvůli kontinuálnímu výkonu čistírny. (Plotěný a Kunčovský 2014)

Speciální a atraktivní metodou čištění odpadních vod jsou v dnešní době kořenové čistírny. Tento typ je ojedinělý kvůli jeho finanční, udržitelné a prostorové náročnosti. Před vtokem odpadní vody do kořenové čistírny je potřeba zbavit vodu mechanických nečistot, poté díky typové vegetaci a filtraci přes štěrkový základ je voda čištěna přirozenou cestou. Výhodou této varianty je, že při správném zacházení s tímto systémem se stává na každém místě výraznou a zajímavou dominantou. Na obr. č. 5 je znázorněno schéma kořenové čistírny.



Obrázek 5 Schéma kořenové čistírny (zdroj: [www.grania.cz](http://www.grania.cz))

### 3.5.3 Záměr využívání šedých a dešťových vod

Dešťová voda je konkretizovaná ve vyhlášce 501/2006 Sb. (ve znění Vyhlášky č. 269/2009 Sb.) a č. 268/2009 Sb. Tato vyhláška nabádá k povinnosti úsporně nakládat a zacházet s dešťovou vodou na pozemku. Preferovaným způsobem je vsakování, které zajistí retenci vody v krajině a dostatečnou vláhu pro půdu. Další výhodou je, že tato voda nezatěžuje veřejnou kanalizační síť a následně odlehčí čistírnu odpadních vod. Z hlediska zemědělského využití se dá voda využít na zalévání, a jak bylo již výše zmíněno – také na uživatelské využití v budovách. Vsakování je možné aplikovat i pro vody splaškové. V případě, že vodoprávní úřad schválí limit předčištěné vsakované vody, odpadají vlastníkově poplatky za likvidaci odpadních vod. (Samek 2013)

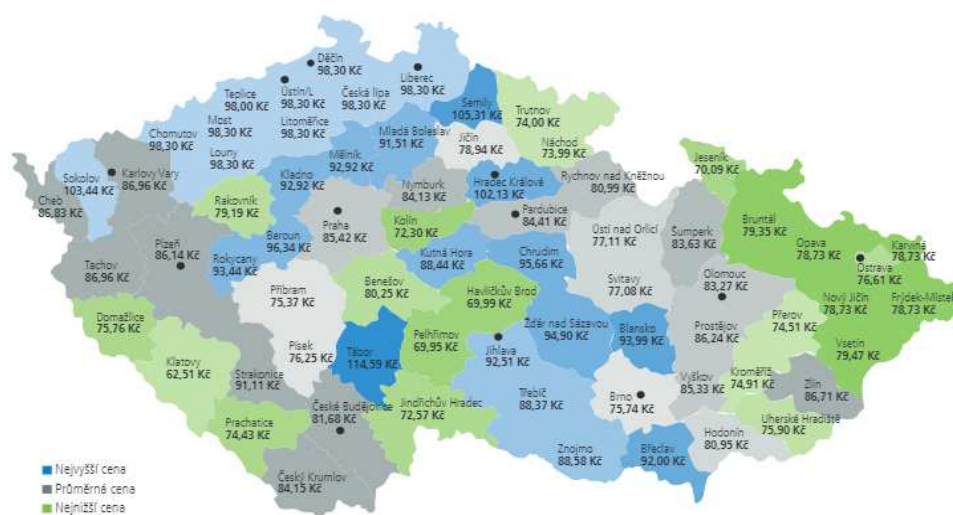
Vsakování vod nemusí být schváleno po posouzení hydrogeologických či hydrogeologických poměrů. V těchto případech je vhodné vodu zadržovat na pozemku v záchytných nádržích a regulovatelně vodu odpouštět do oddílné kanalizace. Výhodou je opět menší zatížení splaškové sítě a ČOV. Ve starších zástavbách se setkáme s případy, že ani jedna z výše uvedených variant není přípustná, proto se musí dle vyhlášky regulovat odpouštění vod do jednotné kanalizace. U nového objektu je toto nepřípustné a musí se najít vhodné řešení. Vhodné řešení předchází problémům vzniklé s přetíženou kanalizační sítí v nových urbanizovaných prostorech. (Krejčí a kol. 2000)

Prvotním zájmem tohoto řešení by měl být přirozený koloběh vod. V případě, že veškerou vodu spadlou na pozemek odpustíme do kanalizace, narušujeme tím přírodní linii. Příroda je neopomenutelný důvod, kvůli kterému bychom měli tyto záležitosti s vědomím řešit. Z ekologického, a především vodohospodářského hlediska musíme hodnotit správnost nakládání s vodami. V případě, že bude srážková voda společně se splaškovou odváděna jen do kanalizace bez jakéhokoliv využití, začnou se nám časem přetvářet i recipienty, do kterých je přečištěná voda pouštěna. (Samek 2013)

Větší průtok v recipientu způsobí narušení konstantního vodního toku a razantně se začne přetvářet původní ráz koryta. Změna koryta vede mnohdy k devastujícím následkům stability vodního toku a při větších přívalových srážkách můžeme počítat s rozlivem vody do krajiny a potencionálním zaplavením urbanizovaného území. (Samek 2013)

V jiných státech v Evropě, ve světě, i u nás, se dají získávat certifikace, které hodnotí ekologickou náročnost budovy ve všech směrech. Jeden z důležitých aspektů pro získání certifikace je zaměřen na požadavky trvale udržitelné výstavby. Ve chvíli, kdy budova splňuje ekonomické a ekologické požadavky, například v hospodaření s odpadní vodou, získává tak body, které v konečném sečtení rozhodují o získání certifikátu. Certifikáty za hospodaření s vodou uděluje například Bream a Leed. (Butler & Davies 2004)

Atraktivní záměr při nakládání s vodou je také finanční úspora. Mnoho lidí právě kvůli financím dokáže správně hospodařit s vodou. Vodné a stočné za poslední dobu stále stoupá a znovuvyužití vod je proto velmi žádané.



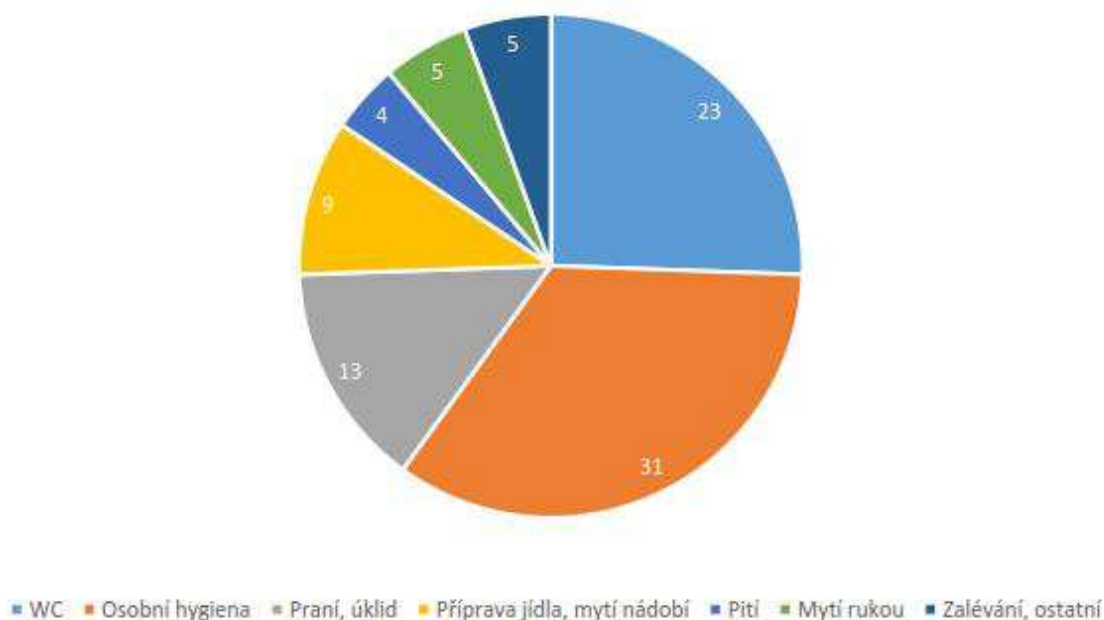
**Cena vody v roce 2017**  
Vodné a stočné včetně DPH 15 % v bývalých okresních městech k 12. 1. 2017

Obrázek 6 Cena vodného a stočného v roce 2017 (vodarenstvi.cz [online] 2017)

### 3.5.4 Spotřeba a cena

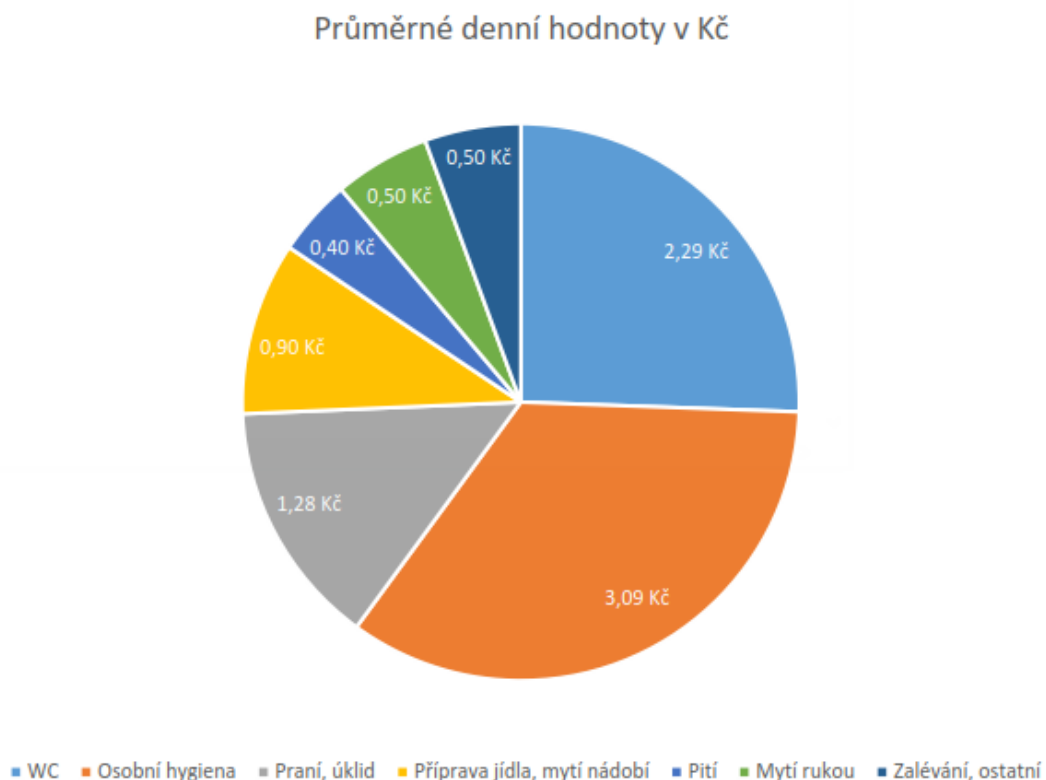
Na základě množství spotřebované vody stojí veškeré potenciální možnosti znovuvyužití vod. Jednotka spotřebované vody je velmi nestálá a v každém místě vzniku je odlišná. Geograficky se rozlišují místa na základě postavení lidí ke vztahu s vodou, množství průmyslu, občanských zástaveb nebo například výskytu zemědělského průmyslu. Každá lokalita má potenciální využitelnost vod z jiného zařízení. V hotelových komplexech se více pracuje se spotřebovanou vodou ze sprch, než například v rodinném domě (Plotěný a Bartoník 2012). Tento faktor je velmi důležitý při navrhování systému možného znovuvyužití vod. Je mnoho zdrojů, ze kterých lze čerpat stanovené spotřeby pro různé typy spotřebišť. Každý zdroj uvádí rozdílné hodnoty, ale přibližný základ je mnohdy podobný. V grafu č.2 je znázorněna průměrná denní spotřeba jednoho obyvatele při různých činnostech v domácnosti. Hodnoty jsou odhadovány průměrem a uvažovány jako příklad.

Průměrné denní hodnoty v litrech



Graf 2 Průměrné denní hodnoty v litrech (zdroj: vlastní zpracování dle <https://www.scvk.cz/>)

Z jednoduše znázorněného grafu lze vyčíst přibližné množství spotřebované vody pro jedince. Na tomto příkladu je dobře vidět potenciální množství šedé a žluté vody k možnému znovuvyžití. V následujícím grafu č.3 je poukázáno na částku spotřebovaného množství v českých korunách.



Graf 3 Průměrné denní hodnoty v Kč (zdroj: vlastní zpracování dle <https://www.scvk.cz/>)

Informace o množství spotřebované vody je nejlépe měřitelné patními či podružnými vodoměry. Při požadované vysoké přesnosti se podružné mokroběžné vodoměry instalují na každý zařizovací předmět v objektu, avšak to je ekonomicky velmi náročné (ASIO [online] 2019). Při práci s průměrnými hodnotami je však zapotřebí brát v potaz, že každý objekt má spotřebu rozdílnou. V případě, že se počítá s nereálným spotřebovaným množstvím a jsou ve skutečnosti náměry menší, nelze tak očekávat naprojektovanou dobu návratnosti.

Neopomenutelným faktorem, jak již bylo zmíněno, je finanční úspora. Před každou realizací úsporného systému v jakémkoliv oboru je potřeba znát budoucí finanční plán, návratnost a výhodnost řešeného projektu. Obecně známým faktem v dnešní době je, že cena vody stále stoupá. Toto aktuální téma je velmi atraktivní pro mnoho firem i jednotlivců, kteří chtějí v tomto odvětví uspořit nebo naopak nabídnout návrhy variant, jak vodu ušetřit. V následujícím grafu č.4 je znázorněn narůstající vývoj cen za vodné a stočné v Praze.



Graf 4 Cena vodného a stočného (zdroj: vlastní zpracování dle [www.pvk.cz](http://www.pvk.cz))



## **3.6 Objekty budoucnosti**

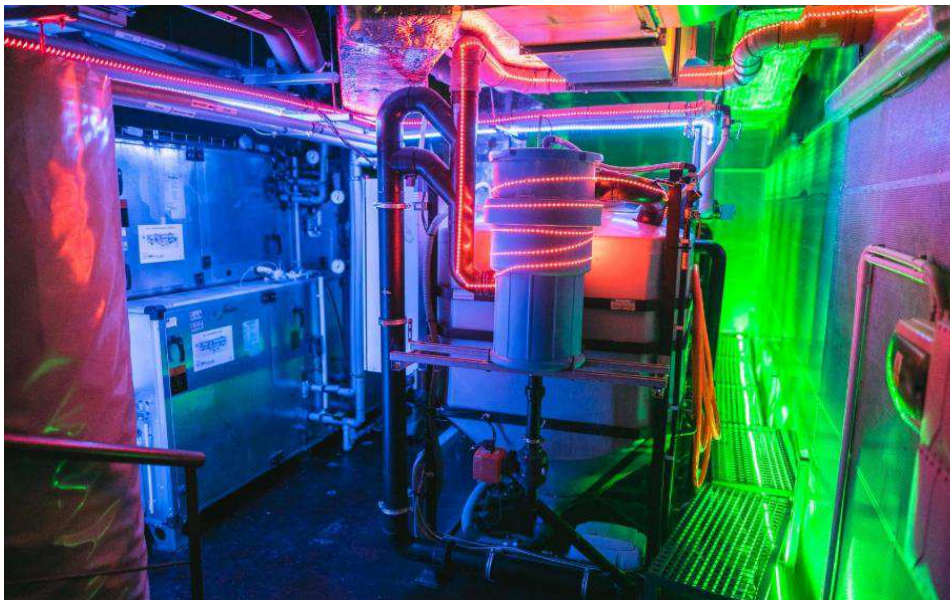
### **3.6.1 Hotel Mosaic House**

V centru města Prahy nedaleko Karlova náměstí se nachází hotel Mosaic House. Stavba tohoto hotelu byla velmi zdařilá a díky jeho ekologičnosti se stal prvním svého druhu v České republice. Zakladatelé a architekti hotelu si jsou vědomi své odpovědnosti za ochranu životního prostředí. Hotel Mosaic House nachází společnou cestu s ekologickými zásadami. (Mosaic House [online] 2019)

Komplex čerpá 100% energie z obnovitelných zdrojů. K uchování energie využívá aktivní i pasivní metody. A jako první v České republice má ve svém objektu nainstalovanou recyklační jednotku AquaCycle, která zajišťuje využívání šedé vody.

Úspora v objektu je 4 000 litrů pitné vody za den. K této úspoře napomáhají mimo jiné i zařizovací předměty jako např. záchod Geberit Ecodual nebo speciální hlavové sprchy, které mají nízký průtok. Zpětně získaná šedá voda je následně využívána na splachování toalet, vytírání podlah a zalévání zahrady, která je vybudována na střeše. Hotel se může zároveň pyšnit recyklačním systémem šedé vody s rekuperací tepla. Především díky tomu se stal jedním z nejekologičtějších hotelů na celém světě. (Mosaic House [online] 2019)

Tento projekt navíc dokazuje, že i samotné technologie pro úsporu vody mohou vypadat atraktivně. V suterénu, kde se systémy recyklace šedé vody nachází je využito LED osvětlení, čímž se stává samotná jednotka uměleckým dílem.



*Obrázek 7 Suterén hotelu Mosaic House (zdroj: [www.mosaichouse.com](http://www.mosaichouse.com))*

Požizovací částka celé výstavby přesáhla 400 miliónu Kč, avšak návratnost ekologických systému se projevila již po 6 letech. (Mosaic House [online] 2019)



*Obrázek 8 Střecha hotelu Mosaic house (zdroj: [www.mosaichouse.com](http://www.mosaichouse.com))*

### 3.6.2 LIKO-Noe

Druhým reprezentativním unikátním objektem je vývojové centrum LIKO-Noe. Stavba byla realizována v roce 2015 firmou LIKO-S ve městě Slavkov u Brna. Jedná se o dřevostavbu, která byla sestavena z prefabrikovaných panelů za neuvěřitelně krátkou dobu jednoho měsíce. Další zajímavostí tohoto centra je také to, že celá budova je opláštěna svislými zahradami. Pohled na ní je nezapomenutelný. Vývojové centrum slouží jako příkladný objekt ke zkoumání ekologických přístupů ve vzájemném propojení s architekturou. (LIKO Noe [online] 2019)

LIKO-Noe nepotřebuje napojení na kanalizační síť, protože je plně bezodpadový a pracuje pouze s energiemi přírodních zdrojů. Pomocí kořenové čistírny a filtrací přes mokřadní fasády se odpadní voda stává nezávadnou a používá se dále v objektu pro splachování či zalévání právě svislých zahrad. Neopomenutelným prvkem celé stavby je jezírko, které se nachází před budovou. Toto retenční jezírko akumuluje přečištěnou vodu z kořenové čistírny nacházející se na střeše objektu. Díky tomuto funkčnímu systému je pro místní zeleň stále dostatek vláhy i v suchých měsících. (LIKO Noe [online] 2019)



Obrázek 9 Exteriér objektu LIKO-Noe (zdroj: [www.liko-noe.cz](http://www.liko-noe.cz))

Mokřadní střecha a střešní čistírna odpadních vod je souvrství materiálu nasycené vodou umístěné na ploché střeše. Materiály umožňují růst mokřadních rostlin. Vrstvy mají mocnost 15 cm a jeden metr čtvereční váží okolo 150 kg. Vrstvy se skládají ze štěrku a porézního materiálu, ve kterém jsou zadržovány bakterie, které urychlují proces čištění. V zimních měsících je potřeba kořenovou čistírnu přehřívát tepelnými čerpadly umístěny uvnitř objektu. Druhý proces čištění nastává v takzvané fasádní čistírně, která je sestavena z nerezových nádob. Nádobky jsou vyplněny substrátem a částečným napuštěním vody. Princip čištění je opět založen na porézním materiálu a bakteriích, jako na střešním systému. Výhodou vertikálního čištění je zvýšení potencionální plochy neboli doby čistícího procesu. Po přečištění voda odtéká do kontrolní šachty, kde se vyhodnotí, zda je voda vhodná pro splachování nebo závlahu. Zavlažované mokřadní fasády slouží i díky velkému objemu vody jako dokonalá tepelná izolace, která dokáže uvnitř v objektu vyrovnávat výkyvy teplot a ochrání objekt před přehříváním. (LIKO Noe [online] 2019)



Obrázek 10 Vertikální zahrady objektu LIKO-Noe (zdroj: [www.liko-noe.cz](http://www.liko-noe.cz))



*Obrázek 11 Zelená střecha objektu LIKO-Noe (zdroj: [www.liko-noe.cz](http://www.liko-noe.cz))*

Cílem tohoto projektu investora Libora Musila a architekta Zdeňka Fránka bylo znázornění, že občanská stavba může být součástí přírody, to znamená stavba, která bude k přírodě přátelská. LIKO-Noe si zasloužil mnoho architektonických ocenění jako např. Nejzdravější kancelář roku v ČR nebo na Globální konferenci zeleného stavění ve Švýcarsku 2016. (LIKO Noe [online] 2019)

#### **4 Využití šedých a dešťových vod v objektu sportovního centra**

Bowling Dejvice se nachází v Praze 6 a je součástí studentského domu ČVUT. Odbor správy budov a služeb ČVUT (oddělení energetiky) a personál Bowling Dejvice mi poskytli potřebné údaje pro zjištění aktuálního stavu hospodaření s vodou.

Údaje o Bowlingu Dejvice:

Adresa:	Bílá 6, 160 00 Praha 6 – Dejvice
Kapacita:	150 lidí
Počet drah:	6
Založení v roce:	2010

Zařizovací předměty a spotřebiče:

Umyvadlo	3x
WC	4x
Pisoár	2x
Kuchyňský dřez	2x
Výlevka	1x
Myčka nádobí	2x

## 4.1 Popis stávajícího stavu

Řešený objekt je napojen na jeden vodoměr. Přívod pitné vody je vyveden na západní straně u obsluhujícího baru. Roční spotřeby a cena vodného/stočného za posledních pět let jsou uvedeny v tabulce č. 2. Odpadní vody jsou odváděny jednotnou kanalizační sítí. Vnitřní kanalizace není předmětem této práce.

Tabulka 2 Roční spotřeba (zdroj: autor)

Rok	Spotřeba (m <sup>3</sup> )	Kč/m <sup>3</sup>	Celkem
2014	381	65,95 Kč	25 126,95 Kč
2015	396	67,52 Kč	26 737,92 Kč
2016	265	74,07 Kč	19 628,55 Kč
2017	371	74,28 Kč	27 557,88 Kč
2018	255	76,00 Kč	19 380,00 Kč

Bowling Dejvice je pronajatý prostor od ČVUT, ale řídí se vlastním provozem. Spotřeba vody byla poskytnuta oddělením energetiky ČVUT.

Aktuální spotřeba je vyčtena na základě provozu bowlingového centra. Jedenáct hodin trvající otevírací doba je každý den stejná. Dalším stálým parametrem je tří členný personál. Nadále je potřeba počítat i s návštěvníky bowlingového centra. Pro konkrétnější počty je stanovena hodnota průměrné obsazenosti 150 osob na den, jelikož vytiženost v ročním období se dá přirovnat školnímu roku, kdy v letních měsících je návštěvnost nízká až nulová. Největší účast na bowlingu je hlavně ve večerních hodinách. Množství vody spotřebované pro chod centra a kuchyňského provozu je počítáno směrnými čísly, která jsou uvedena v příloze č. 12 vyhlášky č. 120/2011 Sb. Zdroje šedých vod objektu jsou prioritně z umyvadel.

Navržená spotřeba dle směrných čísel je pouze orientační, protože reálná spotřeba dle ročního vyúčtování je nižší. V následující tabulce č.3 je vypočtená aktuální navrhovaná roční spotřeba vody s rozdělenými typy odpadních vod dle místa znečištění.

Tabulka 3 Aktuální spotřeba a rozřazení dle typu vod (zdroj: autor)

Aktuální spotřeba vody dle vytíženosti					
<b>Bowling Dejvice</b>	Počet hodin za den	Počet dní v týdnu	Počet měsíců v roce	Průměrný počet návštěvníků za den	Počet zaměstnanců na jednu směnu
Běžný provoz	11	7	12	150	3
Směrná čísla spotřeby vody			Množství vod dle řazení m <sup>3</sup> /rok		
Jednotka	m <sup>3</sup> /rok	celkem m <sup>3</sup> /rok	Šedá – umyvadla	Šedá – dřezy a myčky	Černá (žlutá a hnědá)
Návštěvník + personál + výčep, podávání studených jídel a teplých jídel	96	582	124,7	207,9	249,4



## 4.2 Návrh řešení

Záměrem této práce je zjednodušený návrh možných řešení, které by pro investora mohlo znamenat úsporu nákladů. Při mé návštěvě tohoto centra mi bylo sděleno, že v podhledech budovy jsou osazeny vodní nádrže, které sloužily jako ochrana proti nevyhovujícímu stávajícímu těsnění, jelikož do budovy při nárazových srážkách zatékalo. Má otázka zněla, jestli jsou tyto vody ve vanách dále používány, či jsou pouze odpouštěny do kanalizace. Odpověď byla taková, že je to pouze řešení stávajícího nechtěného stavu při srážkách, a nikdo se tím hlouběji nezaobíral.

V roce 2019 byla ukončená rekonstrukce celého studentského domu a problémy s dešťovou vodou zde v současné době již nemají. Přesto v objektu tyto nádrže stále jsou, dnes již nevyužívané. Tato skutečnost ve mně probudila otázku, zda by mělo smysl tyto vodní nádrže upravit tak, aby dešťovou vodu, která na budovu dopadne, odchyťovaly nádrže nadále a poté by bylo možné vodu využít pro potřebu provozních vod v objektu bowlingového centra. Problém však vzniká ve chvíli, kdy si chtěné odchyťování dešťové vody žádá vhodnou velikost dešťové nádrže, aby zásoba vody byla dostačující. Tyto požadavky však stávající „vany“ nesplňují a bylo by nutné je vyměnit za nové nádrže, které navíc budou splňovat i hygienické požadavky. Kvůli velkým stavebním úpravám je tato metoda neaktuální.

Budu se tedy prioritně věnovat využití šedých vod, které ve sportovním centru vznikají nejvíce. V případě dostatečných úspor lze investorovi nabídnout aplikaci systému na hospodaření s šedou vodou. Důležitým aspektem pro schválení těchto systému je pro investora vždy důležitá návratnost. V dnešní době je mnoho metod a záleží velmi na vstupních investicích. I přesto, že jsem výše zmínil, že velká stavební rekonstrukce již není vhodná, tak i při aplikaci tohoto systému může být předmětem menší stavební úprava samotné konstrukce bowlingového centra.

#### 4.2.1 Zařizovací předměty

Hlavní změny týkající se rozdílu aktuální spotřeby proti navrženému stavu budou kompletní výměny zařizovacích předmětů. Původní WC s objemem 7 litrů a jednotným splachováním budou nahrazeny za toalety s duálním splachovacím systémem a suchými pisoáry, které ušetří vodu při odvodu žluté vody. Touto výměnou se dosáhne až 40 % úspory. Další změna se bude týkat výměn stávajících vodovodních baterií, které budou nahrazeny vodovodními bateriemi s perlátorem. Úspora při aplikaci tohoto prvku je 25 % na jednom zařizovacím předmětu.

Pro možný návrh využití šedých vod v objektu je podstatná následující tabulka, která udává potřebu provozní vody po instalaci výše zmíněných předmětů.

Tabulka 4 Navržená spotřeba a rozřazení dle typu vod (zdroj: autor)

Navržená spotřeba vody s novými zařizovacími předměty				
Množství vod dle řazení m <sup>3</sup> a Kč za rok				
Řazení:	Šedá – umyvadla	Šedá – dřezy a myčky	Černá (žlutá a hnědá)	celkem
Nová spotřeba	93,5	181,9	149,7	425,1
Úspora v m <sup>3</sup>	31,2	26,0	99,8	156,9
Úspora v Kč	<b>2 431,93 Kč</b>	<b>2 026,61 Kč</b>	<b>7 782,17 Kč</b>	<b>12 240,71 Kč</b>

## 4.2.2 Využití šedé vody

Voda z umyvadel je v tomto objektu jediná, která se dá pro daný objekt po úpravě znovu využít, protože ostatní zařizovací předměty jsou nosičem olejů a tuků. Voda z umyvadel by se využívala především pro splachování a zalévání. Po zjištěných výpočtech je potřeba 150 m<sup>3</sup> provozních vod na splachování ročně. Produkce vody z umyvadel je menší, proto bude potřeba počítat se zachováním napojení pitné vody při nedostatku šedé vody nebo zvážit realizaci dešťových nádrží. Realizace systému pro využívání šedé vody by po domluvě vznikla v nevyužitých suterénních prostorech budovy Studentského domu, které se nachází vedle bowlingového centra. V těchto prostorech by se nacházely dvě nádrže, kam by vody z umyvadel byly sváděny. Vody černé, z kuchyňských dřezů, myček a výlevek budou dále odtékat do veřejné kanalizace.

Čištění šedé vody by probíhalo ve dvou nádržích od firmy ASIO NEW, spol. s.r.o. Typ nádrže AS-GW/AQUALOOP 18, která má vnější rozměry L2100/B700/H1300 a váží 150 kg.



Obrázek 12 Systém pro recyklaci šedých vod AS-GW/AQUALOOP (zdroj: ASIO s.r.o. [online])

Tyto nádrže mají dostatečně velký objem 900 l, který by stačil i při velké návštěvnosti podniku. Odpadní voda prochází v první nádrži hlavním čistícím procesem. Nádrže AQUALOOP jsou vybaveny membránovou jednotkou s filtrační náplní biomasy, dmychadel a vestavěným čerpadlem. Odpadní voda je nejprve mechanicky předčištěna, poté prochází biologickým procesem a přes membránový modul je čistá voda čerpána do nádrže vyčištěné vody. Před nátokem přečištěné vody zpátky do spotřebiště voda prochází přes UV čištění. Celý čistící i přečerpávací proces je ovládán řídicím systémem. Na obrázku č. 15 jsou znázorněny prvky nádrže k procesu čištění. Výhodou těchto nádrží je relativně krátká doba návratnosti, energeticky nenáročná technologie a malé prostorové nároky. Pořizovací cena tohoto systému je 115 500 Kč bez stavebních prací, které provádí a naceňuje dodavatelská firma na základě místního šetření. Značné výdaje by byly při montáži svodného potrubí do prostoru, kde by se nádrže nacházely. (ASIO [online] 2019)

V následující tabulce jsou finální úspory po instalaci nových zařizovacích předmětů a aplikaci systému AQUALOOP. Návratnost těchto zařízení je přibližně stanovená na 8 let.

*Tabulka 5 Navržená spotřeba vody s novými zařizovacími předměty a systémem AQUALOOP (zdroj: autor)*

Navržená spotřeba vody s novými zařizovacími předměty a systémem AQUALOOP			
Množství vod dle řazení m <sup>3</sup> a Kč za rok			
Řazení:	Šedá – dřezy a myčky	Černá (žlutá a hnědá)	celkem
Nová spotřeba	181,9	56,2	238,0
Úspora v m <sup>3</sup>	26,0	193,3	344,0
<b>Úspora v Kč</b>	<b>2 026,61 Kč</b>	<b>15 075,17 Kč</b>	<b>17 101,78 Kč</b>

## 5 Diskuse

Recyklace šedých a odpadních vod má dle výše uvedeného širokou škálu využitelnosti. Evropská unie i mnohé řady zemí tyto projekty finančně podporují. V dnešní době zatím Česká republika nevytváří ekonomický tlak na využívání šedých a dešťových vod. Důvod dosavadní benevolence je neohrožení stávajících zdrojů pitné vody a není potřeba akutně měnit zdroje vod. Lze však očekávat, že dále porostou ceny za vodné a stočné, proto je potřeba obeznamovat širokou veřejnost s touto problematikou, ukázat jí možnost ekologického a finančně výhodného řešení. Seznamovat lidi se základními principy šetření vody a důvody proč použítou vodu znovu využívat, anebo alespoň redukovat její spotřebu možnými zařizovacími předměty. (Raclavský 2012)

Dnešní systémy využívání šedých a dešťových vod především aplikují soukromí uživatelé rodinných staveb. Povětšinou tito lidé si uvědomují, jak může být sucho na jejich pozemkách ničivé, a proto využívají vodní nádrže či jiné zařizovací předměty, které dokáží vodu na pozemku zadržet a nejlépe využít. Vize tohoto oboru je ovšem daleko rozsáhlejší. Velkou změnou by bylo, kdyby se nabídly varianty větším celkům. Továrny, rekreační zařízení, sportovní hřiště, studentské koleje apod. V těchto objektech je předpokládaná spotřeba vody podobná potřebě provozních vod. Je tedy nutné podotknout, že při vybudování funkčního systému v takovém objektu je návratnost rychlejší než u vlastníka rodinného domu. (Raclavský 2012)

Návrh úsporných zařízení v objektu Bowling Dejvice je ukázkou možného šetření v rámci využití šedých vod z umyvadel po osazení nových zařizovacích předmětů. Úspora by byla mnohem zajímavější v případě využívání dešťových vod, které by se daly zachytávat v dešťových nádrží. Většina standartních dešťových nádrží jsou však osazovány v zemi, kvůli velkému zatížení, což by znamenalo aktuálně zrekonstruovanou budovu znovu stavebně upravit tak, aby stropní konzole dokázaly unést nádrže plné vody. Tento razantní a finančně náročný typ úpravy je z důvodu již provedené rekonstrukce nevhodný.

Investor by ze zmíněných řešení týkající se výměn zařizovacích předmětů a aplikací úsporného systému na šedou vodu AQUALOOP mohl již do deseti let profitovat. Úspora v daném objektu byla počítána na celoroční období a čítala 17 101,78 Kč při navrhované spotřebě.

Nově instalované WC dokáží značně snížit spotřebu pitné vody o 40–60 % oproti stávajícím WC. Osazení perlátorů na vodovodní baterie ušetří na jedné hlavici přibližně 25 % vody.

Úsporný systém na šedé vody AQUALOOP je napojen na nové svodné potrubí, které čerpá vodu z umyvadel. Jelikož v tomto objektu se nenachází například sprchy, nelze čerpat vodu z jiného zařizovacího předmětu. Ostatní zařizovací předměty jsou využívány pro kuchyňský provoz, tudíž odtékané vody jsou plné tuků a olejů. Systém pro využívání žlutých vod by byl velmi finančně náročný, proto jsou společně s hnědou vodou sváděny přímo do kanalizační sítě.

Pro vybrané sportovní centrum by využití šedých vod znamenalo jistě velkou úsporu, přesto je potřeba zvážit finanční vstupní náklady spojené se stavebními úpravami, které by byly při této realizaci nutné provést. V případě, že rozpočet stavebních úprav by přesáhl finanční plán návratnosti, doporučoval bych pouze instalaci nových zařizovacích předmětů. I tato méně nákladná realizace by vedla ke zdatelné úspoře nákladů za spotřebu pitné vody.

## 6 Závěr a přínos práce

Předmětem diplomové práce je znovuvyužití dešťových a odpadních vod. Záměrem je popsání problematiky týkající se stálého zdražování pitné vody a postupné vysychání jejích zdrojů. Začátek práce je věnován nahlédnutí do historie hospodaření s vodou a popsání zdrojů pitných vod, především kvůli prvotnímu chápání dané tematiky. Dále je jedna podkapitola věnována definici a kategorizaci šedých a dešťových vod, která popisuje tyto vody podrobněji. Nelze opomenout, že nakládání s šedými a dešťovými vodami se řídí moha legislativními nařízeními, vyhláškami a zákony. Ty jsou v literární rešerši popsány a je nutno je při návrhu systémů zohledňovat.

Další kapitola popisuje potencionální možnosti využití obou typů vod, které dokáží obyvatelstvu a celé naší zemi přinést mnoho pozitivních účinků. Nejžádanější aspekt při realizaci těchto systémů je však ekonomická úspora, proto tato kapitola poukazuje i na následující vývoj vzrůstajících cen za vodné a stočné v České republice. V dnešní době se do povědomí veřejnosti dostává také myšlenka ekologického záměru.

Pro lepší představivost jsou zvoleny dva názorné objekty, které jsou v tomto oboru průkopníky svého druhu. Uvedené příklady mají mnoho prvků, které dokázaly mnohým vnuknout myšlenku, jak může být ekologie a hospodaření s vodou atraktivní.

Poslední částí diplomové práce je ukázka převedení získaných informací do teoretického návrhu systému nakládání s šedou vodou v objektu Bowling Dejvice. Tento návrh poukazuje na míru možných ušetřených finančních prostředků při aplikaci správně zvolených zařizovacích předmětů a úsporného systému AQUALOOP.

## 7 Seznam tabulek a obrázků

### 7.1 Seznam tabulek

TABULKA 1 BYTOVÝ FOND (ZDROJ: VYHLÁŠKA Č. 120/2011 SB.)	14
TABULKA 2 ROČNÍ SPOTŘEBA (ZDROJ: AUTOR)	37
TABULKA 3 AKTUÁLNÍ SPOTŘEBA A ROZŘAZENÍ DLE TYPU VOD (ZDROJ: AUTOR)	38
TABULKA 4 NAVRŽENÁ SPOTŘEBA A ROZŘAZENÍ DLE TYPU VOD (ZDROJ: AUTOR)	40
TABULKA 5 NAVRŽENÁ SPOTŘEBA VODY S NOVÝMI ZAŘIZOVACÍMI PŘEDMĚTY A SYSTÉMEM AQUALOOP (ZDROJ: AUTOR)	42

### 7.2 Seznam obrázků

OBRÁZEK 1 - SCHÉMA DISTRIBUCE VODY (SHAMMAS NK, WANG L. 2011)	6
OBRÁZEK 2 PLASTOVÁ NÁDRŽ AS-REWA (ZDROJ: WWW.ASIO.CZ)	18
OBRÁZEK 3 SCHÉMA ZASAKOVACÍHO SYSTÉMU (ZDROJ: WWW.ASIO.CZ)	19
OBRÁZEK 4 SCHÉMA VYUŽITÍ ŽLUTÝCH VOD (ZDROJ: WWW.ASIO.CZ)	22
OBRÁZEK 5 SCHÉMA KOŘENOVÉ ČISTÍRNY (ZDROJ: WWW.GRANIA.CZ)	25
OBRÁZEK 6 CENA VODNÉHO A STOČNÉHO V ROCE 2017 (VODARENSTVI.CZ [ONLINE] 2017)	27
OBRÁZEK 7 SUTERÉN HOTELU MOSAIC HOUSE (ZDROJ: WWW.MOSAICHOUSE.COM)	32
OBRÁZEK 9 STŘECHA HOTELU MOSAIC HOUSE (ZDROJ: WWW.MOSAICHOUSE.COM)	32
OBRÁZEK 10 EXTERIÉR OBJEKTU LIKO-NOE (ZDROJ: WWW.LIKO-NOE.CZ)	33
OBRÁZEK 10 VERTIKÁLNÍ ZAHRADY OBJEKTU LIKO-NOE (ZDROJ: WWW.LIKO-NOE.CZ)	34
OBRÁZEK 11 ZELENÁ STŘECHA OBJEKTU LIKO-NOE (ZDROJ: WWW.LIKO-NOE.CZ)	35
OBRÁZEK 12 SYSTÉM PRO RECYKLACI ŠEDÝCH VOD AS-GW/AQUALOOP (ZDROJ: ASIO S.R.O. [ONLINE])	41

### 7.3 Seznam grafů

GRAF 1 VYUŽITÍ PODZEMNÍCH VOD (ZDROJ: VLASTNÍ ZPRACOVÁNÍ DLE [ONLINE] NASE-VODA.CZ)	7
GRAF 2 PRŮMĚRNÉ DENNÍ HODNOTY V LITRECH (ZDROJ: VLASTNÍ ZPRACOVÁNÍ DLE HTTPS://WWW.SCVK.CZ/)	28
GRAF 3 PRŮMĚRNÉ DENNÍ HODNOTY V KČ (ZDROJ: VLASTNÍ ZPRACOVÁNÍ DLE HTTPS://WWW.SCVK.CZ/)	29
GRAF 4 CENA VODNÉHO A STOČNÉHO (ZDROJ: VLASTNÍ ZPRACOVÁNÍ DLE WWW.PVK.CZ)	30



## 8 Přehled literatury a použitých zdrojů

ASIO, SPOL. S.R.O. [online], 2019: [cit. 2019-04-8]. Brno: Asio, spol. s.r.o.  
Dostupné z: <http://www.asio.cz/>

ASIO, SPOL. S.R.O. [online], 2019: [cit. 2019-04-8]. Brno: Asio, spol. s.r.o.  
Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/as-rewa>

ASIO, SPOL. S.R.O. [online], 2019: AS–Urine – Využití žlutých vod, [cit. 2019-04-08]. Brno: Asio, spol. s.r.o. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/as-urine-vyuziti-zlutych-vod>

ASIO, SPOL. S.R.O. [online], 2019: Energie šedých vod, [cit. 2019-04-08]. Brno: Asio, spol. s.r.o. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/energie-sedych-vod>

ASIO, SPOL. S.R.O., 2015: 100 + 1 aneb o závit dál. Sborník ze semináře společnosti Asio, spol. s.r.o. Brno: Asio, spol. s.r.o.

BUTLER, D., DAVIES, J.W., 2004: Urban drainage. Abingdon: Spon Press, 543. ISBN 9781498750585.

GRANIA [online], 2019: [cit. 2019-04-8]. Dostupné z: <http://grania.cz/korenove-cistirny-pruvodce-technologiei/korenova-cistirna-s-horizontalnim-prutokem/>

HELMREICH B., HORN H., 2009: Opportunities in rainwater harvesting. Desalination 248: 118-124.

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

JÁSEK J. a kol., 1997: Klenot města: Historický vývoj pražského vodárenství. Praha, ISBN 80-238-1055-3.

KEMEL M., 2000: Klimatologie, meteorologie, hydrologie. ČVUT, Praha: 290 s. ISBN: 80-01-01456-8.

KOŽÍŠEK F., 2015: Jak by měli hygienici přistupovat k návrhům na využití vyčištěných odpadních vod. IN: BENÁKOVÁ A., JOHANIDESOVÁ I., WANNER J. (EDS). Sborník přednášek a posterových sdělení z 11. bienální konference a výstavy VODA 2015; str. 9-16. Vydal Tribun EU, Brno 2015. ISBN 978-80-263-0971-0. (sborník příspěvků z 11. bienální konference a výstavy VODA 2015, konané v Poděbradech, 16.-18.9.2015).

KREJČÍ, V., GUJER, W., HLAVÍNEK, P., ZEMAN, E., 2002: Odvodnění urbanizovaných území: koncepční přístup. Brno: NOEL 2000, 562 s.

LI Z., BOYLE F., REYNOLDS A., 2010: Rainwater harvesting and greywater treatment systems for domestic application in Ireland. Desalination 260: 1-8.

LIKO Noe [online], 2019: [cit. 2019-04-8]. Slavkov u Brna. Dostupné z: <http://www.liko-noe.cz/>

MORROW J.P., DUNSTAN R.H., COOMBES P.J. 2010: Elemental composition at different points of rainwater harvesting system. Science of the Total Environment 408: 4542-4548.

MOSAIC HOUSE [online], 2019: [cit. 2019-04-8]. Dostupné z: <https://www.mosaichouse.com/>

Nařízení č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech.

Nařízení č. 57/2016 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění odpadních vod a náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod podzemních.

PLOTĚNÝ, K. [online], 2013: Využití šedých a dešťových vod v budovách, [cit. 2019-04-08]. Praha. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/destova-voda/10121-vyuziti-sedych-a-destovych-vod-vbudovach>

PLOTĚNÝ, K., BARTONÍK A. [online], 2012: Čištění šedých vod a možnost využití energie z nich, [cit. 2019-04-08]. Brno: Asio, spol. s.r.o. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/153.cisteni-sedychvod-a-moznost-vyuziti-energie-z-nich>

PLOTĚNÝ, K., BARTONÍK, A., PIŇOS, S. [online], 2012: Využití energie z odpadních vod, [cit. 2019-04-8]. Brno: Asio, spol. s.r.o. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/139.vyuziti-energie-zodpadnich-vod>

PLOTĚNÝ, K., UNČOVSKÝ, O. [online], 2014: Zdroje odpadních vod a odpovídající technologie DČOV, [cit. 2019-04-08]. Brno: Asio, spol. s.r.o. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/246.zdrojeodpadnich-vod-a-odpovidajici-technologie-dcov>

Pražské vodovody a kanalizace [online], 2017. Praha, [cit. 2017-04-21]. Dostupné z: <http://www.pvk.cz>.

RACLAVSKÝ, J., HLUŠTÍK, P., BIELA, R. a RAČEK, J., 2012: Hospodaření s šedou a dešťovou vodou v budovách = Management of gray and rain water in buildings. Vodní hospodářství. 62(2), 65-68. ISSN 1211-0760.

SAMEK, O. [online], 2013: Motivace k hospodaření s dešťovou vodou, [cit. 2019-04-08]. Praha. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/destova-voda/9961-motivace-k-hospodareni-s-destovou-vodou>

SHAMMAS NK, WANG L., 2011: Water supply and wastewater removal. Wiley. USA: 824 s. ISBN: 978-0-470-41192-6.

Technická norma ČSN EN 12056-1–5 Vnitřní kanalizace – Gravitační systémy.

Technická norma TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami.

TESAŘÍK I. a KULIŠAN J., 1985: Vodárenství. Praha: Státní nakladatelství technické literatury (SNTL), Technický průvodce.

TZB-INFO.CZ [online], 2019: [cit. 2019-04-8]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz>

Vodárenství.cz [online], 2017. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://www.vodarenstvi.cz/>

Vyhláška č. 120/2011 Sb., kterou se mění vyhláška Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích).

Vyhláška č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, In: Sbírka zákonů, 22. dubna 2004.

Vyhláška ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb. č., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), In: Sbírka zákonů, 11. prosince 2001.

VYLHÁM, D., 2017: Charakteristika systému distribuce pitné vody. Praha, Bakalářská práce. Česká zemědělská univerzita v Praze ČZU. Vedoucí práce Ing. Petra Sychová, Ph.D.

Zákon č. 150/2010 Sb., kterým se mění zákon č. 254/2001 Sb., o vodách (vodní zákon) a o změně některých zákonů.

Zákon č. 185/2001 Sb., zákon o odpadech a o změně některých souvisejících zákonů.

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

Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů.

Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích) In: Sbírka zákonů. 2. srpna 2001.

Zákon č. 275/2013 Sb., kterým se mění zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů, a zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů.