

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

**FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**

**KATEDRA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ A  
ENVIRONMENTÁLNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ**



**MOŽNOSTI NAKLÁDÁNÍ S ODPADNÍMI  
VODAMI**  
POSSIBILITIES OF WASTE WATER TREATMENT

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**BAKALANT: KUKAL JAN**

**VEDOUCÍ PRÁCE: ING. PETRA SYCHOVÁ, PH.D.**

© 2020 ČZU V PRAZE

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jan Kukal

Krajinářství

Územní technická a správní služba

Název práce

**Možnosti nakládání s odpadními vodami**

Název anglicky

**Possibilities of waste water treatment**

---

### **Cíle práce**

Pedmětem bakalářské práce je rozbor problematiky nakládání s odpadními vodami. Cílem práce je rozbor možností znovuvyužití zejména OV z domácností, s ohledem na využití tepla z šedých vod. Dílčím cílem je analýza hospodaření s dešťovými vodami.

### **Metodika**

- studium odborné literatury
- charakteristika druhů odpadních vod a tomu odpovídajících možností jejich využití
- popis technologie využití tepla z šedých vod
- vyhodnocení studovaných procesů
- shrnutí zjištěných poznatků

**Doporučený rozsah práce**

40 stran

**Klíčová slova**

odpadní vody, stokování, šedé vody, rekuperace

---

**Doporučené zdroje informací**

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

HLAVÍNEK, P., MIČÍN, J., PRAX, P. 2001. Příručka stokování a čištění. Brno: NOEL 2000, 251 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**

2019/20 LS – FŽP

**Vedoucí práce**

Ing. Petra Sychová, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 2. 3. 2020

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

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 4. 3. 2020

**prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.**

Děkan

V Praze dne 18. 03. 2020

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma:

**Možnosti nakládání s odpadními vodami** vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

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

Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby. Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne 13.03.2020

.....

## **Poděkování**

Veliké poděkování patří vedoucí práce, Ing. Petře Sychové, Ph.D., za vedení této práce, věcné rady a připomínky, trpělivost, motivující přístup a za šanci, kterou mi dala. Rád bych poděkoval mé rodině, přítelkyni a všem mým přátelům. Děkuji za trpělivost, vstřícnost, povzbuzování a veškerou pomoc během mého studia.

## **Abstrakt**

Bakalářská práce je zaměřena na odpadní, šedé a dešťové vody. Definujeme si, co to odpadní a šedé vody jsou. V práci je uvedena problematika jednotlivých vod, které jsou zde rozvedeny do detailu. Hlavní část této práce tvoří možnost, jak s odpadními vodami dále nakládat. Jsou zde nastíněny možnosti dalšího využití těchto vod pro každodenní i výjimečné účely, například rekuperaci tepla. V této práci je navržena informace o využití a skladování dešťové vody, která je v dnešní době velice potřebná. Je nutno omezit plýtvání s pitnou vodou a začít využívat jiné upravené vody.

## **Klíčová slova**

odpadní vody, šedé vody, dešťové vody, čištění vody, rozdělení vod, rekuperace

## **Abstract**

The Bachelor thesis is focused on waste, gray and rainwater. We define what waste and gray water are. The work introduces the issue of individual waters, which is brought to detail here. The main part of this work is the possibility of further dealing with waste water. There are outlined possibilities for further use of these waters for everyday and exceptional purposes, such as heat recovery. This work proposes information on the use and storage of rainwater, which is much needed these days. Drinking water waste should be reduced and other treated water should be used.

## **Keywords**

wastewater, grey water, rainwater, water treatment, water distribution, recovery

# Obsah

1	Úvod.....	1
1.1	Zdůvodnění volby tématu.....	1
1.2	Cíl .....	1
1.3	Struktura textu .....	1
1.4	Metodika.....	2
2	Problematika nakládání s odpadními vodami .....	3
2.1	Definice odpadních vod.....	5
2.2	Pojem „nakládání s odpadními vodami“ .....	6
2.3	Druhy odpadních vod .....	8
3	Možnosti využití jednotlivých druhů odpadních vod .....	13
3.1	Průmyslové odpadní vody .....	15
3.2	Městské odpadní vody .....	16
3.3	Dešťové (srážkové) vody.....	17
3.3.1	Hospodaření s dešťovými vodami .....	18
3.4	Odpadní vody ze zemědělství a zemědělské výroby .....	20
4	Využití odpadních vod z domácností.....	22
4.1	Vymezení odpadních vod z domácností.....	23
4.2	Rozdělení odpadních vod z domácností.....	23
4.3	Zpětné využívání odpadních vod z domácností .....	24
5	Šedé vody a popis technologie využití tepla z těchto vod .....	27
5.1	Definice šedých vod .....	27
5.2	Zdroje znečištění šedých vod .....	28
5.3	Pohled na zpětné využívání šedých vod z hlediska jejich kvality .....	28
5.4	Možnosti úpravy šedých vod za účelem jejich dalšího využití .....	29
5.5	Možnosti využití šedých vod.....	30
5.6	Rekuperace tepla z odpadních vod .....	31
5.6.1	Lokální systémy rekuperace tepla z odpadních vod .....	32
5.6.2	Centrální systémy rekuperace tepla z odpadních vod.....	33
	Diskuse.....	34
	Závěr .....	37
	Seznam použitých zdrojů .....	39



# 1 Úvod

Znovu využívání odpadních vod je již dnes poměrně rozšířenou praxí, která je aplikována po celém světě. Vzhledem ke klimatickým změnám a negativním projevům sucha, jakož i stále stoupajícími nároky na kvalitu pitných a odpadních vod, které jsou spojeny s vyššími investičními a provozními náklady, se ani v České republice do budoucna nevyhne zavedení znovu využívání odpadních vod do běžné vodohospodářské praxe.

## 1.1 Zdůvodnění volby tématu

Předmětem tohoto textu je komplexní rozbor problematiky nakládání s odpadními vodami. Motivací pro volbu tohoto tématu byl na jednu stranu samotný zájem o problematiku opětovného využívání odpadních vod, a na stranu druhou především skutečnost, že se v podmínkách našeho státu jedná stále o poměrně neprobádanou oblast s možností celé řady inspirací ze zahraničních zkušeností.

## 1.2 Cíl

Cílem tohoto textu je rozbor možností znovuvyužití zejména odpadních vod z domácností, s ohledem na využití tepla z šedých vod. Dílčím cílem textu je pak analýza hospodaření s dešťovými vodami.

## 1.3 Struktura textu

Text je systematicky rozdělen do několika předmětných celků vztahujících se ke zkoumané problematice. První část pojednává o problematice nakládání s odpadními vodami v obecné rovině. Zde jsou definovány odpadní vody jako takové. Taktéž je zde vymezen pojem „nakládání s odpadními vodami“. Dále jsou zmíněny jednotlivé druhy odpadních vod. Druhým celkem jsou možnosti využití jednotlivých druhů odpadních vod, přičemž pozornost je věnována zejména odpadním vodám průmyslovým, odpadním vodám dešťovým neboli srážkovým a odpadním vodám ze zemědělství a ze zemědělské výroby. V rámci možností využití dešťových odpadních vod je pozornost věnována rovněž problematice hospodaření s těmito vodami. Třetí část textu se týká využití odpadních vod z domácností. Součástí této kapitoly je vymezení odpadních vod z domácností, jejich rozdělení a zpětné využívání. Zvláštní pozornost je věnována šedým vodám a popisu technologie

využití tepla z těchto vod. V rámci čtvrté části textu je nejprve definován pojem „šedé vody“. Poté jsou uvedeny zdroje znečištění šedých vod. V následujícím textu je představen pohled na zpětné využívání vod z hlediska jejich kvality. Nedílnou součástí jsou dále možnosti úpravy šedých vod za účelem jejich dalšího využití a možnosti využití šedých vod. Pozornost je dále věnována rekuperaci tepla z odpadních vod, a to z hlediska lokálních a centrálních systémů.

## **1.4 Metodika**

Text je zpracován formou literární rešerše s využitím odborných literárních, internetových a legislativních (příp. i dalších) zdrojů.

## 2 Problematika nakládání s odpadními vodami

Obecně je problematika vodního hospodářství v podmínkách České republiky upravena od 60. let 19. století. Zatímco v dřívějších právních úpravách byla voda chápána zvláště jako základní lidská potřeba a výrobní surovina, v současné době je význam vody a její ochrany daleko hlubší, neboť se jedná o jednu ze základních složek životního prostředí, významný krajinnotvorný prvek a podstatu existence ekosystémů (Kučerová, Fečko, Lyčková [online], 2010). Kromě povrchových a podzemních vod jsou z právního hlediska upraveny rovněž vody odpadní, a to včetně problematiky nakládání s nimi.

Základním právním předpisem je v této oblasti č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů<sup>1</sup>. Jeho součástí jsou mimo jiné ustanovení (Část první, Hlava V, Díl 5, § 38, odst. 1 až 13 vodního zákona) týkající se ochrany jakosti vod – odpadní vody.

Odpadních vod se dále týká 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<sup>2</sup>, neboť upravuje odvádění odpadních vod a vod, které jsou dle zákona o vodách pokládány za odpadní vody, prostřednictvím kanalizací – ustanovení Části první, Hlavy I, § 2, odst. 2 tohoto právního předpisu. Samotné odvádění odpadních vod je předmětem ustanovení Části první, Hlavy IV, § 18, odst. 1 až 3 zákona o vodovodech a kanalizacích, měření odváděných odpadních vod pak ustanovení Části první, Hlavy IV, § 19, odst. 1 až 10 tohoto zákona. V neposlední řadě je tímto právním předpisem (ustanovením Části první, Hlavy III, § 14, odst. 3 až 6) stanovena rovněž míra znečištění odpadních vod.

Prováděcím předpisem zákona o vodovodech a kanalizacích je vyhláška č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů<sup>3</sup>. Problematiky odpadních vod se přímo týkají tři části této vyhlášky, a to Část šestá o způsobu výpočtu náhrady ztrát při neoprávněném vypouštění odpadních vod (§ 14, odst. 1 až 4); Část desátá o

---

<sup>1</sup> Dále jen zákon o vodách nebo vodní zákon.

<sup>2</sup> Dále jen zákon o vodovodech a kanalizacích.

<sup>3</sup> Dále jen vyhláška, kterou se provádí zákon o vodovodech a kanalizacích.

požadavcích na rozbor vzorků odpadních vod (Oddíl první, § 24, písm. a) – k); Oddíl druhý, § 26, odst. 1 a 2); Část třináctá o způsobu výpočtu množství vypouštěných odpadních a srážkových vod do kanalizace bez měření (Oddíl první, § 29, odst. 1 a 2; Oddíl druhý, § 30, odst. 1 až 3; Oddíl třetí, § 31, odst. 1 a 2). Významná je taktéž příloha č. 10 k vyhlášce, kterou se provádí zákon o vodovodech a kanalizacích, týkající se technických ukazatelů pro plán kontrol míry znečištění odpadních vod. Tato sestává z celkového počtu pěti částí – konkrétně místa odběrů v kontrolních profilech technologické linky čistírny odpadních vod; minimální rozsahy rozborů; minimální četnost rozborů odpadních vod; kaly z provozu čistírny odpadních vod; způsob zpracování a hodnocení výsledků, archivace.

Dalším právním předpisem vztahujícím se k odpadním vodám je vyhláška č. 123/2012 Sb., o poplatcích za vypouštění odpadních vod do vod povrchových, ve znění pozdějších předpisů<sup>4</sup>. Předmětem právní úpravy této vyhlášky je úprava prokazování odborné způsobilosti oprávněných a kontrolních laboratoří, včetně měřících skupin k uskutečňování rozborů odpadních vod. Součástí tohoto právního předpisu je dále vzor poplatkového hlášení a přiznání. Vyhláška obsahuje rovněž náležitosti žádosti o odklad placení poplatku za vypouštění odpadních vod do vod povrchových. V neposlední řadě uvádí postup České inspekce životního prostředí<sup>5</sup> v rámci posuzování žádosti o povolení zmiňovaného odkladu placení poplatku za vypouštění odpadních vod do vod povrchových a jeho povolování (Vyhláška č. 123/2012 Sb., § 1, písm. a) – d)).

V souvislosti s právní úpravou odpadních vod nelze opomenout dvě nařízení vlády. V prvním případě se jedná o nařízení vlády č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, ve znění pozdějších předpisů<sup>6</sup>. Tímto právním předpisem jsou stanoveny ukazatelé stavu povrchové vody; ukazatelé a hodnoty přípustného znečištění povrchových a odpadních vod (včetně těch, které se nacházejí v tzv.

---

<sup>4</sup> Dále jen vyhláška o poplatcích za vypouštění odpadních vod do vod povrchových.

<sup>5</sup> ČIŽP.

<sup>6</sup> Dále jen 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.

citlivých oblastech), stejně tak jako pro vypouštění odpadních vod do vod povrchových, pro zdroje povrchových vod využívaných jako zdroje pitné vody či ke koupání, i pro povrchové vody vhodné pro život a reprodukci původních druhů ryb a dalších vodních živočichů. Nařízení vlády dále stanovuje normy environmentální kvality pro prioritní látky a některé další znečišťující látky; uvádí náležitosti a podmínky povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizace; nabízí seznam zmiňovaných prioritních látek a prioritních nebezpečných látek; a popisuje nejlepší technologie určené ke zneškodňování městských odpadních vod, které jsou v současnosti dostupné, včetně podmínek jejich využití v praxi. Nařízení vlády rovněž vymezuje citlivé oblasti (Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., § 1, písm. a) – b)).

Ve druhém případě jde o nařízení vlády č. 57/2016 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění odpadních vod a náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod podzemních, ve znění pozdějších předpisů<sup>7</sup>. Tímto právním předpisem jsou stanoveni ukazatelé a hodnoty přípustného znečištění odpadních vod. Součástí nařízení vlády jsou náležitosti povolení k vypouštění odpadních vod do vod podzemních. Tento právní předpis stanovuje také přípustné hodnoty znečištění odpadních vod.

## 2.1 Definice odpadních vod

Vymezení termínu „odpadní vody“ vychází ze zákona o vodách. Jsou jimi *„vody použité v obytných, průmyslových, zemědělských, zdravotnických a jiných stavbách, zařízeních nebo dopravních prostředcích, pokud mají po použití změněnou jakost (složení nebo teplotu) a jejich směsi se srážkovými vodami, 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 vznikající při provozování skládek a odkališť nebo během následné péče o ně z odkališť, s výjimkou vod, které jsou zpětně využívány pro vlastní potřebu organizace, a vod, které odtékají do vod důlních“* (Zákon č. 254/2001 Sb., Část první, Hlava V, Díl 5, § 38, odst. 1). Vodní zákon (Zákon č. 254/2001 Sb., Část první, Hlava V, Díl

---

<sup>7</sup> Dále jen nařízení vlády o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění odpadních vod a náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod podzemních.

5, § 38, odst. 3) dále uvádí, že vodou odpadní se stává také srážková voda, pokud se odvádí s odpadní vodou společně jednotnou kanalizací.

Vodní zákon zahrnuje také výčet vod, které nejsou považovány za vody odpadní. Jedná se o vody z drenážních systémů, které jsou odváděny ze zemědělských pozemků; chladicí vody užívané na plavidlech a pro vodní turbíny, u kterých došlo jen ke zvýšení teploty; nepoužité minerální vody z přírodních léčivých zdrojů či ze zdrojů přírodní minerální vody; srážkové vody pocházející z dešťových oddělovačů a z pozemních komunikací v případech, kdy je jejich znečištění závadnými látkami řešeno technickými opatřeními v souladu s vyhláškou č. 104/1997 Sb., kterou se provádí zákon o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů (Zákon č. 254/2001 Sb., Část první, Hlava V, Díl 5, § 38, odst. 4).

Jednoduše řečeno, odpadní vody vznikají antropogenní neboli lidskou činností, již dochází ke změnám přirozené jakosti vod a k jejich znečišťování. Odpadní vody pak mohou ohrožovat kvalitu povrchových a podzemních vod.

## 2.2 Pojem „nakládání s odpadními vodami“

Samotný pojem „nakládání s odpadními vodami“ není zákonnou ani podzákonnou právní úpravou nikterak vyložen.

Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů<sup>8</sup> vymezuje pouze termín „nakládání s odpady“, jímž se rozumí „*obchodování s odpady, shromažďování, sběr, výkup, přeprava, doprava, skladování, úprava, využití a odstranění odpadů*“ (Zákon č. 185/2001 Sb., Část první, § 4, odst. 1, písm. e)), přičemž pojmy využívané v definici nakládání s odpady dále upřesňuje. Podle zákona o odpadech se rozumí (Zákon č. 185/2001 Sb., Část první, § 4, odst. 1, písm. g), h), m), o), p), r), v)):

- *„shromažďováním odpadů – krátkodobé soustředování odpadů do shromažďovacích prostředků v místě jejich vzniku před dalším nakládáním s odpady;*
- *sběrem odpadů – soustředování odpadů právnickou osobou nebo fyzickou osobou oprávněnou k podnikání od jiných osob včetně jejich předběžného*

---

<sup>8</sup> Dále jen zákon o odpadech.

*třídění a předběžného skladování za účelem jejich přepravy do zařízení na zpracování odpadu;*

- *výkupem odpadů – sběr odpadů v případě, kdy odpady jsou právnickou osobou nebo fyzickou osobou oprávněnou k podnikání kupovány za sjednanou cenu;*
- *skladováním odpadů – přechodné soustředování odpadů v zařízení k tomu určeném po dobu nejvýše 3 let před jejich využitím nebo 1 roku před jejich odstraněním;*
- *úpravou odpadů – každá činnost, která vede ke změně chemických, biologických nebo fyzikálních vlastností odpadů (včetně jejich třídění) za účelem umožnění nebo usnadnění jejich dopravy, využití, odstraňování nebo za účelem snížení jejich objemu, případně snížení jejich nebezpečných vlastností;*
- *využitím odpadů - činnost, jejímž výsledkem je, že odpad slouží užitečnému účelu tím, že nahradí materiály používané ke konkrétnímu účelu, a to i v zařízení neurčeném k využití odpadů podle § 14 odst. 2, nebo že je k tomuto konkrétnímu účelu upraven; v příloze č. 3 k tomuto zákonu je uveden příkladný výčet způsobů využití odpadů;*
- *odstraněním odpadů – činnost, která není využitím odpadů, a to i v případě, že tato činnost má jako druhotný důsledek znovuzískání látek nebo energie; v příloze č. 4 k tomuto zákonu je uveden příkladný výčet způsobů odstranění odpadů.“.*

Ani na základě výše uvedeného vymezení nakládání s odpady a odpadní vody jako takové (viz podkapitola 1.1 tohoto textu výše) není možné pojem „nakládání s odpadními vodami odvodit čistě analogicky. Nakládáním s odpadními vodami by se podle zákona o odpadech mohla rozumět úprava, využití a odstraňování (lépe řečeno zneškodňování) odpadních vod.

Dále je při výkladu pojmu „nakládání s odpadními vodami“ nutno vycházet ze zákona o vodách, který vymezuje ono „zneškodňování odpadních vod“. Jím se rozumí „jejich vypouštění do vod povrchových nebo podzemních nebo akumulace s jejich následným odvozem na čistírnu odpadních vod podle odstavce 8“ (Zákon č. 254/2001 Sb., Část první, Hlava V, Díl 5, § 38, odst. 5), který říká, že „kdo akumuluje odpadní vody v bezodtokové jímce, je povinen zajišťovat jejich

*zneškodňování tak, aby nebyla ohrožena jakost povrchových nebo podzemních vod, a na výzvu vodoprávního úřadu nebo České inspekce životního prostředí prokázat jejich zneškodňování v souladu s tímto zákonem“ (Zákon č. 254/2001 Sb., Část první, Hlava V, Díl 5, § 38, odst. 8).*

## **2.3 Druhy odpadních vod**

Ani v přírodě se voda nikdy nevyskytuje ve zcela čisté podobě, neboť vždy obsahuje určité množství rozpuštěných látek, nerozpuštěných pevných látek a plynů (Vacík, 1999, s. 201 – 204). Dle obsahu nečistot je voda obecně rozdělována na vodu pitnou, užitkovou a odpadní (Dolejš, 1996, s. 133). Odpadní vody jsou rozlišovány dle několika hledisek. Klasifikace odpadních vod se odvíjí zvláště od způsobu jejich vzniku a na obsahu znečišťujících látek v těchto vodách. Všeobecně je tedy rozeznáváno několik druhů odpadních vod.

Lze konstatovat, že přesné rozdělení odpadních vod česká legislativa (zákonná a podzákonná právní úprava) neuvádí. Zákon o vodách vymezuje, co se rozumí pod pojmem „odpadní vody“ a naopak, co do této kategorie nepatří (viz podkapitola 1.1 tohoto textu výše).

Některé druhy odpadních vod jsou uvedeny v některých českých technických normách. Jednou z nich je česká technická norma ČSN EN 1085 týkající se čištění odpadních vod – slovník <sup>9</sup>. Druhou z nich je česká technická norma ČSN 75 6101 o stokových sítích a kanalizačních přípojkách <sup>10</sup>. Obě tyto technické normy vymezují následující druhy odpadních vod:

- splaškové (domovní) odpadní vody:

Splaškové (také domovní) odpadní vody jsou dle technické normy o stokových sítích a kanalizačních přípojkách odpadními vodami, které obsahují splašky z kuchyní, koupelen, umyvadel, prádelen, WC, technické občanské vybavenosti atp. (ČSN 75 6101, 2012). Technickou normou týkající se čištění odpadních vod – slovník jsou splaškové odpadní vody dále děleny na vodu šedou (tj. splaškové odpadní vody bez fekálií a moče) a černou – tj. splaškové odpadní vody, které obsahují pouze fekálie a moč (ČSN EN 1085, 2007).

---

<sup>9</sup> Dále jen technická norma týkající se čištění odpadních vod – slovník.

<sup>10</sup> Dále jen technická norma o stokových sítích a kanalizačních přípojkách.



- průmyslové, popř. provozní odpadní vody:

Jedná se kupříkladu o odpadní vody z průmyslu, z technických provozů či z komerční oblasti, nebo dále také chladicí vody. Znečištění průmyslových odpadních vod je různého druhu a odvíjí se od konkrétní technologie výroby.

- srážkové vody:

Do této skupiny odpadních vod patří vody dešťové a vody z tání sněhu a ledu (ČSN 75 6101, 2012). Přesněji se jedná o vody z atmosférických srážek, které ještě nepřišly do kontaktu s povrchem. Technická norma týkající se čištění odpadních vod – slovník rozeznává navíc tzv. srážkové povrchové vody. Jde o srážkové vody nevsáklé do podloží a odváděné z povrchu terénu či budov do odvodňovacího systému (ČSN EN 1085, 2007).

Technická norma o stokových sítích a kanalizačních přípojkách rozlišuje další odpadní vody než výše uvedené, a to v závislosti na jejich původu a způsobu znečištění (v souladu s vodním zákonem, se zákonem o vodovodech a kanalizacích a s vyhláškou o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu):

- infekční odpadní vody:

Infekčními odpadními vodami jsou odpadní vody z infekčních oddělení zdravotnických zařízení (tj. nemocnic), ze sanatorií určených k léčbě tuberkulózy, z mikrobiologických laboratoří, z výroben očkovacích látek z infikovaných zvířat, z přidružených provozů atd. Infekční odpadní vody obsahují choroboplodné zárodky, v důsledku nichž, je zapotřebí zvláštních opatření před jejich vypuštěním do stokové sítě. K této problematice se vztahuje česká norma ČSN 75 6406 týkající se odvádění a čištění odpadních vod ze zdravotnických zařízení <sup>11</sup>.

- odpadní vody ze zemědělství a zemědělské výroby:

V této souvislosti je možné zmínit českou technickou normu ČSN 75 6190 o stavbách pro hospodářská zvířata, faremních stokových sítích a kanalizačních přípojkách, skladování statkových hnojiv a odpadních vod <sup>12</sup>.

---

<sup>11</sup> Dále jen norma o odvádění a čištění odpadních vod ze zdravotnických zařízení.

<sup>12</sup> Dále jen technická norma o stavbách pro hospodářská zvířata, faremních stokových sítích a kanalizačních přípojkách, skladování statkových hnojiv a odpadních vod.

- ostatní odpadní vody:

Ostatní odpadní vody jsou odpadní vody, jež není možné zařadit do některé z předešlých kategorií odpadních vod, či jež se dostaly do stokové sítě za nepředvídaných okolností. Technická norma o stokových sítích a kanalizačních přípojkách nazývá tyto ostatní odpadní vody jako vody balastní. Obvykle se jedná o podzemní a pramenité vody, které jsou ve většině případů zařazovány do skupiny tzv. neznečištěných vod (ČSN 75 6101, 2012).

Další odpadní vody (vyjma již zmiňovaných) uvádí technická norma týkající se čištění odpadních vod – slovník:

- surové odpadní vody:

Jedná se o nevyčištěné odpadní vody.

- nahnílé odpadní vody:

Jde o odpadní vody, u nichž započíná anaerobní degradace (zpravidla s obsahem sulfanů).

- komunální neboli městské odpadní vody:

Jedná se o odpadní vody pocházející z obytných ploch. Tyto vody obsahují zvláště splaškové (domovní) odpadní vody. Dále mohou obsahovat dešťové (povrchové) vody, balastní vody a průmyslové či příp. provozní vody (ČSN EN 1085, 2007).

Z výše zmiňovaných druhů odpadních vod vymezuje podzákonná právní úprava z oblasti vodního hospodářství se zaměřením na odpadní vody (tj. 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) průmyslové odpadní vody, splašky a městské odpadní vody. Dle tohoto právního předpisu se rozumí (Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., § 2, písm. a) – c) a Příloha č. 1, Část B, Tabulka 2):

- „*průmyslovými odpadními vodami:*

*Odpadní vody z výroby uvedených v části B přílohy č. 1 k tomuto nařízení:*

- o *rostlinná a živočišná výroba, myslivost a související činnosti,*
- o *těžba a úprava černého, hnědého uhlí,*

- o těžba a úprava rud,
- o ostatní těžba a dobývání,
- o výroba potravinářských výrobků,
- o výroba nápojů,
- o výroba textilií,
- o výroba usní a souvisejících výrobků,
- o zpracování dřeva, výroba dřevěných, korkových, proutěných a slaměných výrobků, kromě nábytku,
- o výroba papíru a výrobků z papíru,
- o výroba koksu a rafinovaných ropných produktů,
- o výroba chemických látek a chemických přípravků,
- o výroba základních farmaceutických výrobků a farmaceutických přípravků,
- o výroba ostatních nekovových minerálních výrobků,
- o výroba základních kovů, hutní zpracování kovů; slévárství,
- o výroba kovových konstrukcí a kovodělných výrobků, kromě strojů a zařízení,
- o výroba elektrických zařízení,
- o výroba a rozvod elektřiny, plynu, tepla a klimatizovaného vzduchu,
- o shromažďování, sběr a odstraňování odpadů, úprava odpadů k dalšímu využití,
- o skladování a vedlejší činnosti v dopravě,
- o veterinární činnosti,
- o zdravotní a sociální péče,

*jakož i odpadní vody v této části přílohy neuvedené, jsou-li vypouštěny z výrobních nebo jim obdobných zařízení, včetně odpadních vod*

*vypouštěných z průmyslových areálů, které vznikají převážně jako produkt průmyslové činnosti.*

- *splašky:*

*Odpadní vody z domácností a služeb, které vznikají převážně jako produkt lidského metabolismu a činností v domácnostech.*

- *městskými odpadními vodami:*

*Splašky nebo směs splašků a průmyslových odpadních vod anebo srážkových vod.“.*

### 3 Možnosti využití jednotlivých druhů odpadních vod

Vzhledem k samotnému tématu tohoto textu, který se zabývá problematikou nakládání s odpadními vodami, je v této kapitole tohoto textu pozornost věnována výše zmiňovaným druhům odpadních vod, a to zejména odpadním vodám průmyslovým, dešťovým (srážkovým) a odpadním vodám ze zemědělství a zemědělské výroby, přičemž zvláštní pozornost je dále věnována odpadním vodám z domácností, které zahrnují rovněž splaškové odpadní vody, a které jsou nedílnou součástí městských odpadních vod, a to se zaměřením na skupinu tzv. šedých vod.

Odpadní vody, ačkoliv je to pro mnohé až neuvěřitelné, v sobě ukrývají ohromný potenciál. Recyklované odpadní vody lze totiž využívat téměř bez omezení. V současné době existuje mnoho důvodů pro opětovné využívání odpadních vod. Patří mezi ně zejména (Wanner [online], 2018):

- neustále se zvyšující cena pitné vody, a to v důsledku zvyšujících se cen energií a chemikálií; zvyšujících se osobních nákladů; zhoršování dostupnosti zdrojů (kupříkladu z důvodu nutnosti hlubších vrtů, dálkových převodů vody a propojování soustav), nezbytnosti odpisování investic (fond obnovy), zvyšujících se požadavků kladených na kvalitu pitné vody;
- progredující problémy s nedostatečným množstvím vody:

V této souvislosti je možné uvést hlavní příčiny nepříznivých vlivů na stav vod vyplývající ze strategického dokumentu s názvem „A Blueprint to Safeguard Europe's Water Resources (Wanner [online], 2018): *„Patří k nim změny klimatu, využívání půdy, hospodářské činnosti jako např. výroba energie, průmysl, zemědělství a cestovní ruch, rozvoj měst a demografické změny. Ty vyvíjejí tlak v podobě emisí znečišťujících látek, nadměrného využívání vody (zatížení vodních zdrojů), fyzických změn vodních útvarů a mimořádných jevů, jako jsou povodně a období sucha, které budou bez přijetí opatření nepochybně zesilovat. V důsledku toho je ohrožen ekologický a chemický stav evropských vod, více částem EU hrozí riziko nedostatku vody a vodní ekosystémy, na jejichž službách naše společnost závisí, mohou být zranitelnější mimořádnými jevy, jako jsou povodně a sucha. Abychom*

*uchránili zdrojovou základnu pro život, přírodu a hospodářství a abychom ochraňovali zdraví lidí, je nezbytně nutné tyto problémy řešit.“*

- vývoj v současné době využívaných čistírenských technologií, a to včetně metod terciárního čištění – zejména biologické dočišťovací nádrže, cezení, srážení / koagulace, filtrace „hrubá“ (objemová či ve vrstvě), sedimentace / flotace, dezinfekce, filtrace membránová, chemická oxidace a sorpce (resp. kvartérní čištění).

Podle J. Wannera ([online], 2018) *„se má za to, že opětovné využití vody (např. z čistíren odpadních vod nebo průmyslových zařízení) má menší dopad na životní prostředí než jiné alternativní zásobování vodou (např. převádění vod a odsolování), ale v EU se využívá pouze v omezené míře. To je zřejmě způsobeno tím, že neexistují společné environmentální/zdravotní normy EU pro opětovně využívanou vodu“*.

Rozvinuté země mívají přísnou regulaci, pokud jde o vypouštění čištěných odpadních vod. To má tendenci omezovat zavlažování plodin (tj. zemědělství a trávníky) jako primární využití pro čištěné odpadní vody, zejména ve vodou stresovaných oblastech (Sato et al., 2013). Rozvojové země mají naopak vyšší procento přímého nevyčištěného opětovného využití odpadních vod k zavlažování plodin v důsledku nižších nákladů na vodu, nákladů na energii, nákladů na hnojiva a omezený přístup k vodě (Sato et al., 2013). Kvůli přizpůsobení populačnímu růstu a urbanizaci se normy pro vypouštění odpadních vod, podle zákona o čisté vodě, zpřísnily, aby chránily vodní prostředí před rostoucím odčerpáváním a využíváním vody. Změna klimatu je navíc hnací silou změn globální hydrologie prostřednictvím extrémních srážek nebo sucha (Světový program OSN pro posuzování vod, 2016). Ve spojení s populačním růstem mají města vyšší riziko vyčerpání zdrojů a degradace (McDonald et al., 2014, 2011). V průměru se přibližně 80 % energie pro centralizovaný systém zásobování vodou využívá k přepravě vody z útvarů povrchových vod do obytných oblastí (Goldstein et al., 2002). Např.: přibližně 4 % celkové spotřeby elektřiny ve Spojených státech lze připsat na vrub čištění vody a odpadních vod a dopravě (Daw et al., 2012).

Možností využívání odpadních vod je nespočet. Některé systémy využívání odpadních vod však vykazují vyšší efektivitu, jiné naopak menší. Pro příklad lze uvést třeba světoznámé akvadukty jako třeba vodovod vedoucí do Kartága v severní

Africe o délce 120 km či akvadukt nacházející se v Turecku o délce 420 km, který v minulosti zásoboval vodou dřívější Konstantinopol. Uvedené akvadukty byly známy především obrovskými ztrátami objemů (výpary) a kvality vody v průběhu dopravy. V současnosti existují již daleko sofistikovanější a efektivnější technologie na využívání a znovu využívání vodních zdrojů. Důvodů pro udržitelné a efektivní hospodaření s vodními zdroji je dnes několik. Jedná se především o (Dolejš [online], 2017):

- *„udržitelnost a ochrana životního prostředí (recyklace vody, minimalizace produkce odpadů),*
- *předcházení předpokládaným změnám klimatu (alternativní zdroje pitné / užitkové vody),*
- *sociálně-ekonomické dopady (sucho, povodně, řešení nakládání s odpadními vodami, cena vody)“.*

Hospodaření s vodou v rámci jejího znovu využití, a to bez ohledu na důvody opětovného využití odpadní vody, je obecně rozdělováno do několika stupňů dle jejího primárního využití a účelu sekundárního použití. Ve své podstatě jde především o vodu dešťovou a odpadní, která byla původně vodou pitnou. Poté jsou voleny konkrétní technologie pro úpravu a znovu využití těchto vod (např. jednoduché technologie akumulace vody k jejímu přímému využití; technologie akumulace vody s úpravou na kvalitu užitkové; příp. technologie upravující kvalitu technologických vod), které jsou vhodné k využití třeba v konkrétních průmyslových procesech, a to v podobě recyklované vody (Dolejš [online], 2017).

### **3.1 Průmyslové odpadní vody**

V současné době představují největšího spotřebitele energetických zdrojů průmyslové podniky. Značná část těchto průmyslových podniků však ani dnes není schopna důsledného jejich znovu využívání. Druhou stránkou věci jsou však požadavky národních i mezinárodních politik na ochranu životního prostředí a snižování spotřeby přírodních zdrojů. Úsilí o zefektivnění hospodaření s energetickými a vodními zdroji, o dosažení jejich obecné dostupnosti a o eliminaci jejich zbytečného plýtvání je navíc nedílnou součástí cílů Organizace spojených

národů<sup>13</sup> v oblasti udržitelného rozvoje. Snad ještě větší potenciál je však ukryt ve využití odpadních vod. Skutečností je, že přes 80 % světově použité vody není před vypuštěním nikterak upravováno. I přesto je však průkopníkem v oblasti recyklace procesních a odpadních vod vodní průmyslové hospodářství. Recyklace vody zde probíhá do značné míry zcela spontánně. Příkladně chladicí okruhy teplotních věží či oplachové vody se mnohdy tzv. cyklí. K jejich vyřazení z výrobního procesu či a až při překročení mezní kvality jsou z výrobního procesu vyřazeny a odvedeny jako vody odpadní. Tento princip recyklace vody nyní získává na významu s rostoucí cenou pitné vody a se zvyšujícími se poplatky za vypouštění vod odpadních. Příkladem z praxe je instalace keramických membrán ve společnosti Hutchinson s. r. o. na západě Čech, kde vyrábí gumové díly do automobilového průmyslu. Filtrací odpadní vody recyklují až 80 % pitné vody ze sítě, kterou pak vracejí do výrobního procesu, čímž nejen snižují vodní stopu výrobku, ale zejména šetří své náklady a životní prostředí. Českou firmou, která se specializuje na recyklaci odpadních a procesních vod pro průmysl a zemědělství, je například Power Plastix s. r. o. (Dolejš [online], 2017).

### 3.2 Městské odpadní vody

Recyklace městských odpadních vod je v ČR<sup>14</sup> v začátcích. Význam odpadní vody jako alternativního zdroje ve světě neustále roste a Evropská unie již zareagovala vydáním směrnice Rady 98/15/ES z roku 1998 o čištění městských odpadních vod, tj. kdykoli je to vhodné, měly by být tyto odpadní vody znovu využity. Implementace této myšlenky do české legislativy je vykládána rozporuplně, a v tomto článku není prostor k jakýmkoli závěrům. O to více, že jasný závěr ještě není identifikován ani zákonodárci, natož odbornou veřejností a posléze projektanty a konečně investory, občany. Jasně ale je, že se situace okolo nakládání s odpadními vodami mění a reaguje na to trh a investiční záměry. Reálným příkladem je již zrealizované zavlažování golfového hřiště odtokem z městské čistírny odpadních vod. Odtok z čistírny je hygienicky zabezpečen, pravidelně kontrolován a moderním rozvodem distribuován po greenu. Provozovatel šetří provozní náklady a zejména vodu samotnou z veřejné vodovodní sítě. Nicméně tento průkopnický projekt je v

---

<sup>13</sup> Dále jen OSN.

<sup>14</sup> Dále jen ČR.



zásadě zdařilý a je inspirací pro další golfové hřiště. Nutno dodat, že v západním světě je tento koncept již zažitý a například v USA nebo Austrálii je naprostá většina nově budovaných greenů zavlažována výhradně recyklovanou vodou (Dolejš [online], 2017).

### 3.3 Dešťové (srážkové) vody

Ačkoli i zde postrádá česká legislativa jednoznačný výklad, v zásadě je hospodaření s dešťovou vodou definované v zákoně o vodách, který nařizuje primárně navrhovat systémy akumulace dešťové vody s jejich retencí (zásakem) na území jejich vzniku. Toto řeší vyhláška č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území, ve znění pozdějších předpisů<sup>15</sup> (Část třetí, Hlava I, § 20, odst. 5, písm. c), bod 1 – 3): *„Stavební pozemek se vždy vymezuje tak, aby na něm bylo vyřešeno, že se srážková voda má přednostně vsakovat, když nejde zadržet a regulovaně odvádět do povrchového toku, dešťové, a až v posledním možném případě do jednotné kanalizace“*. V současné době je nakládání s dešťovými vodami (retence a řízené využití) již standardem novostaveb, což je často definováno v závazných regulativech obcí a měst. Existuje nespočet firem schopných dodat akumulační i retenční nádrže všech tvarů a kapacit, s inteligentním (automatickým) řízením jejího využití například na závlahy nebo zasakování do pozemku. Dalším stupněm je pak zpětné využití dešťové vody v domácnosti například na splachování toalet. V takovém případě se retenční nádrž vybaví filtračním stupněm k zachycení suspendovaných látek. Příkladem koncepčního uvažování s finální realizací je areál Otevřená zahrada v centru Brna. Dvojice pasivních budov se zahradou je výkladní skříň chytrých technologií moderní organické architektury, kde zadržují dešťovou vodu na splachování toalet a čistí šedé odpadní vody ve vlastní kořenové čistírně. Díky těmto opatřením údajně šetří až 50 % spotřeby vody.

Na současný trend reagovala i výzva Národního programu Životní prostředí č. 3/2016: Udržitelné a efektivní hospodaření s vodou v obcích, což spadá do širšího konceptu tzv. „chytrých obcí“. Předmětem podpory byly projekty zaměřené na využití srážkových vod a čištění odpadních vod na území obcí do 500 obyvatel s důrazem na decentrální či semicentrální řešení. Alokace prostředků byla 50 mil. Kč. Tato dvoukolová výzva ukončila příjem žádostí 30. listopadu 2016 a podpořeny mají

<sup>15</sup> Dále jen vyhláška o obecných požadavcích na využívání území.

být zejména udržitelnost opatření a hospodaření s vodou, především pak využití srážkových vod v systému (pro provoz budov či závlahu), dělení a čištění splaškových vod podle původu, dočišťování odtoku a využívání kalů, znovuvyužití tzv. šedých vod či zavádění systémů decentralizovaného odvádění a znovuvyužití odpadních vod. Právě zde je vedle dešťových vod největší potenciál recyklace vody z domácností, s tím rozdílem, že šedé vody je vždy dostatek. Naopak dešťovou vodu je třeba akumulovat pro období, kdy neprší. Na českém trhu jsou již několik let kompletní technologie úpravy šedé vody na vodu užitkovou, které se vejdou do malé sklepní místnosti rodinného domu. Recyklace šedé vody se čím dál častěji prosazují v pohostinství, v bytových domech, wellness centrech, sportovních areálech a komerčních budovách. Z významnějších aplikací lze zmínit recyklovnu šedých vod v 4\* Hotelu Galant v Mikulově, kde je denně vyčištěno 3 000 litrů vody technologií biologického čištění a membránové filtrace a vyčištěná voda je použita na splachování toalet. Dále developerský projekt Botanika v Praze, kde byla dokončena stavba bytového domu s kompletním řešením recyklace šedé vody a akumulace vody dešťové. Technologie byla ve správě externí firmy, což znamená, že budoucí vlastník bytu je v tomto případě zbaven starostí s údržbou a provozováním systému (Dolejš [online], 2017).

### **3.3.1 Hospodaření s dešťovými vodami**

Motivy k hospodaření s dešťovou vodou můžeme obecně rozdělit do 4 skupin, které jsou navzájem propojeny. Jde o důvody ekologické, bezpečnostní, ekonomické a legislativní.

Ekologické důvody pro hospodaření s dešťovou vodou jsou především obnova podzemní vody vsakováním, zmírňování negativních vlivů rychlého odtoku po srážkových událostech na vodní toky. Globálně vzato lze říct, že hospodařením s dešťovou vodou napomáhá přiblížit se přirozenému koloběhu vody v přírodě, která není postižena vysokou mírou urbanizace.

Bezpečnostní motivace HDV navazuje především na ekologický a ekonomický úhel pohledu. Vysokou mírou urbanizace se výrazně zrychluje povrchový odtok ze zpevněných ploch. Následně dochází k větším kulminačním průtokům dolních toků řek a následně k povodním. Souvisí to samozřejmě i s dalšími negativními vlivy člověka na přírodu. Hlavními faktory jsou především napřimování

vodních toků a rušení přirozených ploch pro rozliv vody v okolí potoků a řek. Minimalizací rychlého odtoku srážek ze zpevněných ploch při srážkových událostech (vsakováním, retencí) jsme schopni negativním následkům velkého množství zpevněných ploch předejít. Ideální je přeci řešit potenciální problém u samého zrodu. Když už musíme mít tolik rozsáhlých střech, betonových a asfaltových parkovišť a komunikací, měli bychom se srážkovou vodou nakládat tam, kde spadne. To jsou také logické legislativní požadavky.

V současné době jsou kanalizační sítě často přetíženy a jejich dimenze nedovolují napojení dalších přípojek. Kapacity čistíren odpadních vod jsou naplněny, takže není možné zásobovat je zbytečným přítokem nových odpadních vod. Řešení nakládání s dešťovou vodou v místě spadu srážky, nebo v blízkém okolí je finančně méně náročné než zvětšování kapacit stávajících kanalizačních sítí, čistíren odpadních vod a budováním nových. Využívání dešťové vody na zalévání zahrad, splachování toalet nebo běžnou údržbu je vhodným způsobem, jak ušetřit až 50 % spotřeby pitné vody v domácnosti. Proč bychom se měli dešťové vody zbavovat, když ji máme zdarma a můžeme ji využít.

Současná legislativa v České republice počítá s výše zmíněnými důvody nakládání se srážkovou vodou a stanovuje pravidla. Cílem je přechod k decentrálnímu hospodaření s dešťovou vodou a zmírnění negativních dopadů výstavby (snížení hladiny podzemní vody, přetížení stokových sítí, vznik povodní apod.). Hlavním právním předpisem v této oblasti je „vodní“ zákon (Zákon č. 254/2001 Sb. O vodách a změně některých zákonů v platném znění). Tento zákon stanovuje povinnost pro stavebníky zajistit vsakování nebo zdržování a odvádění srážkových vod při provádění staveb nebo jejich změn či pouze změn jejich užívání. Stavební úřad pak bez vyřešení hospodaření s dešťovou vodou na vlastním pozemku nesmí vydat stavební povolení, rozhodnutí o dodatečném povolení stavby, o povolení změn stavby, o změně užívání stavby, ani kolaudační souhlas. Z toho je jasně patrné, že se tato legislativa netýká pouze novostaveb, ale je vyžadována i při provádění změn staveb nebo změn jejich užívání. Změnou stavby, vyplývající ze „stavebního“ zákona (Zákon č. 183/2006 Sb. O územním plánování a stavebním řádu), jsou i nástavby, přístavby, či např. zateplení. Tato souvislost se „stavebním“ zákonem je přinejmenším pozoruhodná. Mezi další právní předpisy, které se problematikou nakládání se srážkovou vodou zabývají, patří dále Zákon č. 274/2001 Sb. O

vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu, který stanovuje povinnost pro právnické osoby platit za odvádění srážkových vod do jednotné kanalizace. Priority nakládání se srážkovou vodou dále vychází z Vyhlášky č. 501/2006 Sb. (ve znění Vyhlášky č. 269/2009 Sb.) a Vyhlášky č. 268/2009 Sb. a jsou definovány v následujícím pořadí:

- vsakování,
- zadržování a regulované odpouštění oddílnou kanalizací do vodního toku,
- regulované odpouštění do jednotné kanalizace.

Dle výše zmíněných priorit by mělo být vždy upřednostňováno vsakování. Pokud ale vsakování na pozemku (jílovité podloží, vysoká hladina spodní vody) možné není, měli by příslušní úředníci povolit alternativní řešení dle priorit 2 a 3. Je třeba mít v ruce posudek hydrogeologa dle ČSN 75 9010 (viz dále), který je v problematice nakládání s dešťovou vodou stěžejní.

Kromě vlastních právních předpisů byly v posledních letech vydány také nové normy věnované této problematice. První z nich byla v roce 2012 ČSN 75 9010, která řeší návrh, výstavbu a provoz vsakovacích zařízení včetně jejich dimenzování. Tato norma však není dostatečně komplexní z hlediska uceleného řešení hospodaření s dešťovými vodami pro větší urbanizované celky a neřeší otázku co se srážkovou vodou, pokud ji nelze vsáknout. Mezery má vyplnit nová norma TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami. Tato norma definuje alternativy pro decentrální odvodnění a zároveň uvádí centrální řešení pro větší urbanizované celky v kombinaci s řešením na jednotlivých pozemcích. Je návodem pro návrh technického řešení a provoz vsakovacích a retenčních objektů včetně bezpečnostních přelivů (Samek [online], 2013).

### **3.4 Odpadní vody ze zemědělství a zemědělské výroby**

Třetina spotřeby vody v Evropě připadá na zemědělství. Zemědělství ovlivňuje množství i kvalitu vody, která je k dispozici k jiným účelům. V některých oblastech Evropy je hlavní příčinou špatné kvality vody znečištění způsobené samotným využíváním pesticidů a hnojiv v zemědělství.

Současná průmyslová odvětví, náš způsob života a osobní potřeby rostoucího počtu obyvatel rovněž představují pro přírodu konkurenci, pokud jde o využití čisté vody. Se změnou klimatu se přidává další faktor, totiž nejistota týkající se

dostupnosti zdrojů vody. Vzhledem k možným změnám srážkových modelů se předpokládá, že v některých částech Evropy bude v budoucnu k dispozici více sladké vody a v jiných částech naopak méně. Kvůli rostoucí poptávce a změně klimatu bude pro mnoho odběratelů i pro přírodu problémem uspokojit vlastní potřebu vody. Průmyslová odvětví a domácnosti mohou v případě nedostatku vody hledat možnosti, jak svou spotřebu vody snížit, ale ekosystémům závislejícím na vodě hrozí nenávratné poškození. To by mělo mnohem dalekosáhlejší dopady než jen na konkrétní vodní útvar. Mělo by to následky i pro lidstvo.

Uplatněním vhodných zemědělských postupů a podpůrných politických řešení můžeme dosáhnout mnohem účinnějšího využívání vody v zemědělství, aby bylo k dispozici více vody pro jiné účely a zejména pro přírodu.

Využitím odpadních vod v zemědělství lze dosáhnout toho, aby bylo k dispozici více zdrojů sladké vody pro jiné potřeby (včetně potřeb přírody a domácností). Bude-li kvalita recyklované vody náležitě řízena, upravená odpadní voda může být účinnou alternativou pro pokrytí poptávky po vodě ze strany zemědělství. V některých evropských zemích je již využití odpadních vod v zemědělství značným přínosem pro vodní hospodářství. Například cíle pro rok 2014 v oblasti využití recyklované vody na Kypru odpovídají zhruba 28 % místní poptávky po vodě ze strany zemědělství v roce 2008. Na Kanárských ostrovech pokrývá upravená odpadní voda 20 % spotřeby vody všech odvětví, mimo jiné se jí zavlažuje 5 000 hektarů rajčat a 2 500 hektarů banánových plantáží (Voda pro zemědělství, Evropská agentura pro životní prostředí [online], 2012).

## 4 Využití odpadních vod z domácností

V mnoha sítích je nejdůležitější domácí složka odpadních vod. Domácí odpadní vody vznikají především z obytných nemovitostí, ale zahrnují také příspěvky od institucí (například škol, nemocnic) a rekreačních zařízení (jako jsou střediska volného času). Z hlediska množství toku je určující proměnnou domácí spotřeba vody, která souvisí s lidským chováním a zvyky. Ve skutečnosti se spotřebuje jen velmi málo vody nebo se ztratí ze systému. (Urban drainage / David Butler & John W. Davies. — 3rd ed.)

Obytné domy, stejně jako všechny živé organismy, produkují odpady, jež musí být pravidelně odstraňovány a likvidovány, a to z několika hledisek (zvláště z hlediska hygienického, hospodářského a v neposlední řadě také estetického). V rámci udržitelného rozvoje v této oblasti je zapotřebí, aby se s vodou a energiemi hospodařilo co možná nejúčelněji, a aby byla minimalizována jejich (s)potřeba. V této souvislosti lze uvést pro uvědomění si významu předchozí věty skutečnost, že nejméně  $\frac{3}{4}$  z celkové potřeby vody se v domácnostech spotřebovává v koupelnách a na toaletách <sup>16</sup>. Nejen z tohoto důvodu je zde na místě splaškové odpadní vody pocházející z domácností (včetně odpadních vod dešťových) v upravené podobě před jejich odvedením do veřejné stokové sítě zpětně využívat (Lhotáková [online], 2014).

První ideje o dělení a využívání dílčích druhů odpadních vod sahají již do minulosti. Separace neboli oddělení žlutých vod (resp. moči) byla na evropském kontinentu zavedena v 70. a 80. letech 20. století, a to konkrétně ve Švédsku. Zde byly tzv. prázdninové domy se suchými toaletami osazovány kompostovacími komponenty s oddělováním moči. V letech 1996 až 1999 byl následně vyvíjen a ve školských zařízeních instalován separační systém na principu dělicích toalet (no-mix) a suchých pisoárů – tzn. pisoárů bez použití vody (waterless). Od roku 2000 je Švédsko díky předešlým výzkumům a studiím mezinárodně uznávanou „kolébkou“ v oblasti výzkumu, návrhu a výroby separačních zařízení (Odpadní voda – odpad nebo poklad?, VTEI [online], 2016).

---

<sup>16</sup> Dále jen WC.

## 4.1 Vymezení odpadních vod z domácností

Odpadní vody z domácností neboli splaškové odpadní vody jsou, jak již bylo uvedeno v podkapitole 1.3 tohoto textu výše, dle technické normy o stokových sítích a kanalizačních přípojkách odpadní vody obsahující splašky z kuchyní, koupelen, umyvadel, prádelen, WC, technické občanské vybavenosti apod. (ČSN 75 6101, 2012).

## 4.2 Rozdělení odpadních vod z domácností

Podle technické normy o čištění odpadních vod (ČSN EN 1085, 2007) a technické normy o vnitřních kanalizacích – gravitačních systémech v rámci všeobecných a funkčních požadavků (ČSN EN 12056-1, 2001) jsou odpadní vody z hygienických místností domácností (přesněji splaškové odpadní vody) rozděleny na vody černé a šedé.

Černé vody jsou splaškové odpadní vody (tj. vody z toalet), které obsahují moč, fekálie, toaletní papír a splachovací vodu. Tyto vody jsou nositeli energie i živin. Takto jsou označovány při společném odvádění žlutých a hnědých vod z klozetových mís. Pokud jsou oddělené od ostatních odpadních vod (tzn., že jsou málo zředěné), je možné tyto vody vhodnou technologií přeměnit na přírodní hnojivo a dále je využívat. Černé vody jsou dále rozdělovány, jak již bylo naznačeno, na odpadní vody hnědé a žluté. Hnědé odpadní vody (tj. fekálie) jsou tvořeny odpadními vodami z WC. Tyto vody obsahují zhruba 16 % dusíku, 36 % fosforu a 17 % draslíku (Lhotáková [online], 2014). Dále obsahují rovněž větší množství hořčíku, vápníku a železa. Obecně se uvádí, že jedna osoba vyprodukuje za rok přibližně 50 l fekálií – resp. hnědých odpadních vod (Odpadní voda – odpad nebo poklad?, VTEI [online], 2016). Žluté odpadní vody (tj. moč) jsou tvořeny dalšími separovanými odpadními vodami ze záchodů a pisoárů (Lhotáková [online], 2014). Tyto vody se skládají z vodného roztoku metabolických odpadů (zejména močoviny, rozpuštěných solí, zvláště chloridu sodného) a jiných organických látek. Žluté vody obsahují nutrienty, a to především dusík, fosfor a draslík. Dále obsahují i látky jako bór, síru a další prvky. Skutečný obsah uvedených nutrientů a dalších látek a prvků se liší v závislosti na stravě. Všeobecně je známo, že je moč poměrně dobře vyváženým hnojivem s podobným poměrem hlavních živin jako průmyslově vyráběné hnojivo NPK. Za účelem hnojení je doporučeno moč ředit v poměru 1:8 s vodou. Jedna

osoba vyprodukuje zhruba 500 l moči za rok (Odpadní voda – odpad nebo poklad?, VTEI [online], 2016). Obsah hlavních živin v jednotlivých druzích odpadních vod je uveden v následující tabulce 1.

Tabulka 1: Zastoupení hlavních živin v dílčích druzích odpadních vod

Prvky	Produkce [kg · (obyv. ·) rok) <sup>-1</sup> ]	Šedé vody [%]	Žluté vody (moč) [%]	Hnědé vody (fekálie) [%]
Dusík (N)	3,2 - 5	3 - 8	80 - 87	7 - 13
Fosfor (P)	0,48 - 0,75	10 - 28	35 - 55	25 - 40
Draslík (K)	0,33 - 1,8	13 - 34	54 - 60	12 - 27

Zdroj: Vlastní zpracování dle (Odpadní voda – odpad nebo poklad?, VTEI [online], 2016)

Šedé vody představují splaškové odpadní vody (resp. ostatní vody z domácností – vody z kuchyně, myčky, sprch, umyvadel a praček) neobsahující moč a fekálie.

Vzhledem k pojetí zpracovávaného tématu je problematice šedých vod a jejich využívání věnována samostatná kapitola 4 tohoto textu dále. V následujících podkapitolách je pozornost dedikována odpadním vodám z domácností a jejich zpětnému využívání.

### 4.3 Zpětné využívání odpadních vod z domácností

Nedílnou součástí hospodárného používání vody nejen v domácnostech, ale ve všech objektech, je zvláště úsporné využívání vody především nahrazením pitné vody vodami jiného původu (zejména po odpovídající úpravě splaškové odpadní vody a dešťovou vodu), a to obzvlášť v oblastech, kde je to možné.

Odpadní vody je možné likvidovat několika způsoby, a to především centrálně v čistírnách odpadních vod či decentralizovaně přímo v místě jejich vzniku (Lhotáková [online], 2014). Příkladem může být Německo, kde plány o centrálním čištění všech komunálních vod byly nahrazeny realističtějšími pragmatickými řešeními vycházejícími z ekonomických výpočtů pro dílčí varianty. Právě decentralizovaná likvidace odpadních vod se stává jakousi alternativou centralizovaného čištění, jež mnohdy nepředstavuje z hlediska ekonomického a ekologického optimální variantu (Odpadní voda – odpad nebo poklad?, VTEI [online], 2016). Decentralizovaná likvidace odpadních vod dává možnost



netradičnímu nakládání a zacházení s odpadními vodami ve smyslu odpadních vod jako cenné suroviny, jenž je možné zpracovávat v místě jejich vzniku a následně je zpětně využívat (Lhotáková [online], 2014). Za účelem vyjádření pojmu decentralizovaného odvádění a opětovného využití odpadních vod je v zahraničí využíváno akronyma DESAR – Decentralised Sanitation and Reuse (Odpadní voda – odpad nebo poklad?, VTEI [online], 2016). Tohoto systému se začíná uplatňovat i v ČR. DESAR je založen na principu separace znečištění u zdroje, odděleném čištění odpadních vod, jejich opětovném využití a účinném hospodaření s dešťovou vodou. Jeho dílčí koncepty nabízí nejrůznější varianty rozdělení odpadních vod pocházejících z domácností, včetně jejich znovu využití. Prostřednictvím těchto systémů jsou dílčí druhy odpadních vod udržovány v blízkosti místa jejich vzniku, čímž dávají možnost zkrácení a uzavření vodního cyklu v domácnostech, a tím i úspory pitné vody, a tak i financí. V současné době navíc existují také projekty na využívání tepelné energie z odpadních vod (tato problematika je předmětem kapitoly 4 (resp. subpodkapitoly 4.5 a následujících) tohoto textu dále). Hlavní ideou je netradiční nakládání a zacházení s odpadními vodami jako s hodnotnou surovinou, jenž je možné zpracovávat a využívat v místě jejich vzniku (Odpadní voda – odpad nebo poklad?, VTEI [online], 2016).

Výhodou decentralizace je účinné a efektivní šetření odpadní vody z domácností. Chrání zdraví, kvalitu vody a podporují místní zásobování vody, protože odpadní vody ošetřené decentralizovanými systémy pravděpodobně zůstanou v místních povodích. Používání decentralizovaných systémů tak může komunitě usnadnit zavádění místních systémů opětovného využívání vody pro nepitné účely a tím snížit nepřiměřenou poptávku po upravené pitné vodě. Tyto systémy rovněž mohou usnadnit místní opětovné použití energie a zdrojů, někdy v kombinaci s jinými zařízeními na likvidaci odpadu (např. organické pevné látky) (Capodaglio et al. 2016a).

V současné době již existují nové způsoby sanitace, pro něž se využívá zkratka NASS. Českou inženýrsko-dodavatelskou společností ASIO, spol. s r.o. pracující v oblasti vývoje, výroby a dodávek technologií pro čištění odpadních vod, úpravu vod a čištění vzduchu pod touto zkratkou rozumí nekonvenčně aranžované sanitární systémy. Použitím NASS lze sledovat nejrůznější cíle, mezi něž patří zejména redukce spotřeby vody, zpracování odpadů, dělení vod a rovněž možnost

přízpusobení řešení odpadních vod místním podmínkám. Tyto koncepce dávají možnost kupříkladu využívání zdrojů, jež jsou v odpadních vodách obsaženy. Příkladem využití na místě může být použití kalu jako hnojiva v zemědělství, dále využití šedých vod pro zálivku či v podobě užitkových vod pro potřeby domácnosti. Praktické použití NASS na některých sídlištích se ukázalo být smysluplné. Typickými příklady jsou ekologická sídliště Bielefeld-Waldquelle či ekologické sídliště s kompostovacími toaletami Allermöhe v Hamburku). Význačným znakem pro použití NASS je především individuální řešení pro každou lokalitu (Odpadní voda – odpad nebo poklad?, VTEI [online], 2016).

Černé vody (tj. fekálie) jsou obvykle přímo kompostovány či pouze shromažďovány, popř. vysušovány, přičemž kompostování pak probíhá na jiném místě. Kromě dusíku, fosforu a draslíku obsahují tyto odpadní vody lidské exkrementy a další mikroprvky, u nichž je příznačné jejich navrácení zpět do půdy, neboť se jedná o velice hodnotné hnojivo. Před jejich použitím na záhony je vhodné tyto nejprve zkompostovat. Zatímco některá zařízení je kompostují rovnou, jiná představují tzv. přestupní stanici. Toalety exkrementy skutečně kompostující disponují velkokapacitním zásobníkem, v němž probíhá samotný proces kompostování. Typickým příkladem je toaleta Clivus-Multrum pocházející z 30. let 20. století ze Švédska. V případech jednokomorového zásobníku není možné kompost dobře separovat od čerstvých fekálií, proto mají některé typy zvláště z hygienických důvodů výměnné nebo rotační zásobníky, v nichž kompost po dobu několika měsíců dozrává a stává se tak hygienicky nezávadným. Prostřednictvím kompostovacímu procesu dochází neustále k významnému zmenšování objemu hmoty.

Jednou z nejvýhodnějších metod separace odpadních vod je mechanické rozdělení vody na vody žluté, šedé a hnědé. Zařízení na separování žlutých a hnědých vod (moči a fekálií) jsou speciální klozetové mísy, v nichž je moč uskladňována a následně zpracovávána odděleně od fekálií, a to bez zředění jinými vodami či pouze s velice malým zředěním. Tyto vody lze pak dále využívat přímo na hnojení půdy (Lhotáková [online], 2014).

## 5 Šedé vody a popis technologie využití tepla z těchto vod

Vysoká produkce šedých odpadních vod nepředstavuje konečný ukazatel k výběru systému jejich znovu využití. V rámci návrhu systému pro využití šedých vod je zapotřebí zohlednění potřeby bílé vody. V případech nadbytku bílé vody by nedocházelo ke spotřebě šedých vod, a navíc by jejich čištění značně zvyšovalo provozní náklady. Naopak v případě nedostatku bílé vody by mohlo být řešení dodávka vody z veřejného vodovodu či doplnění systému využití šedých vod o sběr dešťové vody ze střechy či zpevněných povrchů. Dalším možným řešením by mohla být optimalizace ekonomiky systému využití šedých vod ve vybraných objektech instalací výměníku tepla, čímž by teplo z šedých vod bylo předáváno k dalšímu využití. Vhodnou instalací systému využití šedých vod mohou být také oblasti s nedostatkem zdrojů surové či pitné vody, stejně jako i oblasti, v nichž je cena za vodné z veřejného vodovodu je značně vysoká.

Zpětné využití šedých vod představuje zvláště z hlediska ekologického značný přínos k ochraně životního prostředí. S ohledem na neustále se zvyšující ceny vodného a stočného v ČR je možné předpokládat ekonomickou návratnost pořizovací investice na zařízení pro zpětné využívání šedých vod.

### 5.1 Definice šedých vod

Šedými vodami se rozumí splaškové odpadní vody neobsahující fekálie a moč (ČSN EN 12056-1, 2001). Šedé vody z domácností představují významný podíl produkce odpadních vod z provozu domácností (Čištění šedých vod a možnost využití energie z nich, ASIO: Čištění a úprava vod [online], 2012), neboť odtékají z umyvadel, van, sprch, dřezů apod. (Odpadní voda – odpad nebo poklad?, VTEI [online], 2016).

V rámci aplikace systému využití šedých vod se lze setkat s již výše zmiňovaným termínem „bílá voda“. Jde o vyčištěnou odpadní vodu, která je určena ke konkrétnímu typu spotřeby – tj. vodu provozní (Dělení vod, bílé a šedé vody – nové poznatky a možnosti využití, ASIO: Čištění a úprava vod [online], 2011). V podstatě se jedná o zdůraznění opětovného využití šedých odpadních vod z hlediska ekologie.

## 5.2 Zdroje znečištění šedých vod

Šedé vody, jak již bylo uvedeno, jsou komunálními vodami bez fekálií a moče. Jde kupříkladu o vody z van, sprch, umyvadel a výlevků. Komunálními vodami od obyvatelstva jsou také vody z hotelů, restaurací, školských zařízení, administrativních budov a podobných zařízení, v nichž se shromažďují lidé. Šedé vody jsou rozdělovány podle místa jejich vzniku či účelu jejich využití. Dle místa vzniku je šedé vody možné rozdělit následujícím způsobem (ČSN EN 12056-1, 2001):

- neseparované šedé vody (tj. šedé vody neoddělené z umyvadel, van, sprch, kuchyňských dřezů atd.);
- šedé vody z umyvadel na mytí rukou, van a sprch;
- šedé vody z praček;
- šedé vody z kuchyňských dřezů a myček na nádobí;
- ostatní šedé vody.

Nejvýznamnější znečištění šedých vod je způsobeno detergenty z pracích prášků, šamponů, mýdel, zubních past atd. Ze zdrojů šedých vod jsou kvůli vysoké koncentraci znečištění obvykle vyjímány odpadní vody z kuchyňských umyvadel a drtičů odpadů (Odpadní voda – odpad nebo poklad?, VTEI [online], 2016).

## 5.3 Pohled na zpětné využívání šedých vod z hlediska jejich kvality

Z globálního (resp. světového) pohledu je aplikace systému využití šedých vod v určitých oblastech zcela běžně zavedenou praxí. Jde zvláště o státy, které mají pouze omezené kvalitní zdroje vody či o oblasti, kde jsou náklady na úpravu surové vody příliš vysoké.

V podmínkách ČR taková situace, aby náklady vázané na přechod na systém využití vyčištěných odpadních vod byly plně zdůvodnitelné, neboť aktuálně není akutní potřeba zabývat se odpadními vodami jakožto kvantitativním zdrojem, prozatím nepanuje. Problém představuje jak technická, tak ekonomická stránka věci. Stejně tak i obecně nepříznivé postoje široké veřejnosti na znovu využívání vyčištěných odpadních vod. Opětovné využití vyčištěných odpadních vod není v ČR přímo omezeno žádným právním předpisem (zákonem, vyhláškou, nařízením vlády

či jiným). V rámci konkrétních oblastí využití by takové odpadní vody k opětovnému využití byly zkoumány především z hlediska ukazatelů kvality pitné vody, což je dáno vyhláškou č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, ve znění pozdějších předpisů. Posouzení vhodnosti využití vyčištěných odpadních vod by pak mělo probíhat na individuální úrovni, přičemž by měly být zohledněny požadavky na kvalitu vody v určité oblasti využití (Šrámková, Wanner, 2010, s. 259 – 264).

Aplikace systému využití šedých vod je v současnosti již z technologického hlediska možná a z ekonomického hlediska zdůvodnitelná. V ČR se již takové systémy objevují. Nutno však podotknout, že je však nelze posuzovat dle legislativy či norem. Zapotřebí je vymezení všech právních aspektů a zajištění přijatelnosti takového využívání odpadních vod ze strany veřejnosti.

## **5.4 Možnosti úpravy šedých vod za účelem jejich dalšího využití**

Z hlediska historického sahá zájem o úpravu a znovu využití šedých vod zhruba do 70. let 20. století (Art [online], 2009). První technologie čištění šedých vod byly založeny na principu mechanické fyzikální úpravy v podobě hrubé filtrace či filtrace prostřednictvím membrány. Tyto technologie byly obvykle navíc doplněny o dezinfekci. Technologie biologického čištění šedých vod se pak začalo využívat až později (v 80. a 90. letech 20. století). Tehdy byly rovněž vyvinuty jednoduché separátory pracující na fyzikálním principu, taktéž doplněné o dezinfekci. Tyto systémy byly instalovány u dílčích rodinných domů. Na konci 90. let panovaly diskuse o využití pokročilých technologií čištění odpadních vod s aplikací na čištění šedých vod. Mezi takové technologie lze zařadit tzv. membránový bioreaktor. Díky technologickému vývoji jsou již k dispozici i levnější systémy pro využívání šedých vod (např. rákosová pole a kořenové čistírny). Na druhou stranu jsou však tyto systémy spojeny s jinou náročností, a to na plochu. Dále nesplňují přísné parametry čištění jako membránové technologie (Pidou, 2006).

Největším problémem v souvislosti s využitím bílé vody může být potenciální riziko ohrožení zdraví uživatelů či obsluhy provozovatele systému využití šedých vod. Proto se předpisy a normy váží zvláště ke sledování mikrobiologických ukazatelů (British Standard BS 8525-1:2010: Greywater systems. Code of practice:

Part 1: Code of Practice, 2010), k nimž patří zejména *Escherichia coli*, střevní enterokoky, *Legionella pneumophila*, celkové koliformní bakterie atd. Vyjma mikrobiologických ukazatelů je zapotřebí taktéž sledování samotného vzhledu a kvality vyčištěné vody. Z dalších sledovaných parametrů lze uvést biochemickou spotřebu kyslíku, chemickou spotřebu kyslíku, nerozpuštěné látky, zákal atp.

V současné době existuje mnoho metod pro úpravu a čištění odpadních vod. V podstatě je možné tyto metody rozdělit dle způsobu jejich zacházení s exkrementy (Lhotáková [online], 2014). Podle toho způsobu čistících procesů lze systémy využití šedých vod rozdělit takto:

- jednoduchá úprava (mechanické předčištění a dezinfekce systému);
- chemická úprava (fotokatalýza, elektro-koagulace a koagulace);
- fyzikální úprava (pískový filtr, adsorpce a membrány);
- biologická úprava (biologické provzdušňované filtry, rotující kontaktní bioreaktor a membránový bioreaktor);
- přírodní postupy čištění (mokřady, kořenové čistírny, rákosová pole).

Většina z uvedených technologií čištění je provozována na začátku čistícího procesu se sedimentací, přičemž koncová část je ve většině případů tvořena hygienickým zabezpečením systému využití šedých vod. Pro dezinfekci vyčištěných šedých vod patří kupříkladu ozón či ultrafialové záření. Mezi nejčastěji používanou technologií čištění šedých vod patří biologická úprava, po níž následuje úprava fyzikální společně s přírodními postupy čištění (Pidou, 2006).

Komplexní specifikace technologií na úpravu šedých vod jsou uvedeny v následující tabulce 2, kterou naleznete na str. 44 v této práci.

## **5.5 Možnosti využití šedých vod**

Systémy využití šedých vod je řešeno podchycení samotných šedých vod ještě před jejich vypuštěním do jímky či stoky na vyvážení nebo septiku. Šedé vody ve většině případů nejsou příliš znečištěny. Jsou pro ně postačující základní čistící procesy, které spočívají v odstranění tuků, dále pak ve filtraci a dezinfekci. Takovým způsobem vyčištěné šedé vody jsou označovány, jak již bylo uvedeno výše, jako „bílá voda“. Tuto je možné použít ke splachování toalet, na zavlažování zahrad či

zelených (resp. travnatých) ploch. Lze ji taktéž využívat pro jiné technologické či provozní účely.

Systémy využití šedých vod je možné na základě způsobu konečné potřeby bílé vody rozdělit takto (Biela, 2012, s. 11 – 13):

- nekontaktní využití – pro zavlažovací systémy;
- nízkokontaktní využití – pro splachování toalet, praní prádla, jako užitková voda na podmíněné mytí podlahy a využití tam, kde je hlavním předpokladem minimální styk s lidskou pokožkou;
- kontaktní využití – po důkladném čištění a dezinfekci vody využití bílé vody ke koupání (v umyvadlech, sprchách a vanách), mytí podlahy, přičemž je rovněž předpokládán minimální styk s lidskou pokožkou;
- speciální využití – procesní vyčištěná bílá voda pro využití v některých průmyslových odvětvích (kupříkladu ve velkých prádelnách).

Nutno podotknout, že kuchyňské dřezy a myčky na nádobí nepředstavují vhodný zdroj kvalitních šedých vod určených pro systémy využití šedých vod. Důvodem jsou zejména vysoké hodnoty biochemické spotřeby kyslíku a plovoucích látek, velké množství lipidů a tenzidů, jež obsahují. Jejich odstranění v rámci čistícího procesu systému využití šedých vod je totiž ekonomicky velmi nákladné.

## 5.6 Rekuperace tepla z odpadních vod

Šedé odpadní vody mají v místě, kde odtékají, relativně vysokou teplotu, což platí především pro šedé vody odtékající z umyvadel, sprch a praček. Neseparované šedé vody mívají zhruba 18 až 35 °C (Recyklace tepla v budovách – šedé vody, ASIO: Čištění a úprava vod [online], 2012). Teplota šedých vod z praček se pohybuje okolo 28 až 32 °C. Šedá voda ze sprch a umyvadel má teplotu od 18 do 38 °C (Biela [online], 2011). Takové šedé vody jakožto zdroje tepla jsou vypouštěny do veřejné kanalizace, aniž by byly přímo využity v místě produkce, a to i přesto, že má zvýšená teplota příznivý vliv na čistící procesy v městských čistírnách odpadních vod. S ohledem na vysokou produkci šedých vod o vysokých teplotách je příhodné, aby byl systém využití šedých vod doplněn o tzv. rekuperaci tepla.

Odběr tepla z šedých odpadních vod lze provádět podle místa rekuperace tepla jednak jako lokální odběr tepla, který je vhodný pro menší provozy, pro něž je typická okamžitá spotřeba energie (příkladem mohou být rodinné domy), a jednak

jako centrální odběr tepla, jenž je vhodný pro velké provozy, kde je možnost akumulace odpadních šedých vod.

Teplu získané z šedých vod je obvykle dále rozdělováno na základě místa spotřeby energie na ohřev provozní teplé vody, teplé užitkové vody či pro vytápění objektu.

Vzhledem k aktuálním cenám za energie je vhodné systém využití šedých vod, jak už bylo zmíněno výše, doplnit o rekuperaci tepla. Tímto dojde ke snížení nákladů na ohřev teplé užitkové vody či nákladů, které jsou spojeny s vytápěním objektu.

### **5.6.1 Lokální systémy rekuperace tepla z odpadních vod**

Součástí lokálních systémů rekuperace tepla je princip okamžitého využití energie ve formě tepla z odtékajících šedých vod z umyvadel, sprch, van či praček. Získané teplo je pak ihned využito ke spotřebě pro předehřev studené vody určené k okamžité spotřebě a pro předehřev studené vody zásobníku teplé vody. Tato řešení jsou ideální pro objekty s malou produkcí šedých vod (tj. pro rodinné domy a menší provozy).

Mezi výhody lokálního systému rekuperace tepla z odpadních vod (resp. předehřevu studené vody pro okamžitou spotřebu) je, že dochází k předehřívání vod vždy v případě spotřeby. Časová prodleva, od níž je předehřátá voda k dispozici, závisí na délce potrubí a umístění tepelného výměníku. Teplota předehřáté vody je okolo 20 °C. Tato voda může být přímo napojena do okruhu sprch či umyvadel. Důsledkem tohoto opatření je snížení spotřeby teplé užitkové vody. Ve směšovací baterii je tak smíchán menší poměr teplé vody k vodě studené. Takový systém je efektivnější než druhý ze jmenovaných lokálních systémů rekuperace tepla z odpadních vod – tedy než předehřátí vody do zásobníku teplé vody. Toto je dáno především umístěním zásobníku poblíž směšovací baterie, čímž nedochází ke ztrátám (Recyklace tepla v budovách – šedé vody, ASIO: Čištění a úprava vod [online], 2012). Při využití tepelného výměníku k lokálnímu předehřevu studené vody ve sprchovacím koutu je systém aktivní již po 10 sekundách sprchování, a to s účinností z 10 °C na výsledných 20 °C (Zpětné získávání tepla z odpadní vody, Panelové domy [online], 2010). Úspora energie je však uváděna poněkud rozdílně. Některé zdroje uvádí úsporu přibližně 51 %, co se týče předehřevu studené a teplé



vody, 51 % u přehřevu vody studené a 35 % v souvislosti s přehřevem teplé vody. (Eslami-Nejad, Bernier [online], 2009), (Zaloum, Gusdorf, Parekh [online], 2007). Autoři jako D. Picard, V. Delisle, M. Bernier a M. Kummert ([online], 2004) uvádí 49 % úspory energie.

Výhodou vedení přehřáté vody do zásobníku teplé užitkové vody, kde je poté dohřívána na požadovanou teplotu, je využití tzv. stratifikace vody do zásobníku – tj. odvádění teploty do místa ve výměníku, kde má příslušnou teplotu. Jedná se o investičně náročnější systém s menší účinností, než je tomu v případě přehřevu studené vody určené k okamžité spotřebě (Recyklace tepla v budovách – šedé vody, ASIO: Čištění a úprava vod [online], 2012).

### **5.6.2 Centrální systémy rekuperace tepla z odpadních vod**

Centrální systémy jsou vhodné pro větší objekty, které produkují větší množství šedých vod. U těchto aplikací, kde je odběr vody kolísavý, se voda shromažďuje v akumulární jímce, která slouží jako zdroj tepla pro primární okruh tepelného čerpadla. Velkou výhodou tohoto uspořádání je velice jednoduchá konstrukce tepelného výměníku, který je možno řešit plastovými trubkami nebo hadicemi – nízké investiční náklady.

Úskalím tohoto řešení je, že nemůžeme vodu ochladit pod bod mrazu. Pokud bychom nechali tepelnému čerpadlu odebírat teplo z šedé vody bez kontroly teploty, tak se může stát, že jímka zamrzne. Teplo z jímky se tedy odebírá jen při požadovaném průtoku a při požadované „cílové“ teplotě. Při překročení limitní teploty musíme tepelnému čerpadlu umožnit odebírat teplo z jiného zdroje. Popřípadě kombinovat tepelné čerpadlo s jiným zdrojem tepla. Při využití tepelného čerpadla, je možno dodávat i teplo do rozvodné sítě teplovodního vytápění. Nespornou výhodou je možnost chlazení pomocí tepelného čerpadla v letních měsících. Dnešní tepelná čerpadla mají již v běžné výbavě i chladicí režim.

Centrální systémy jsou investičně náročnější, teploty, které lze dosáhnout, jsou však daleko vyšší a hodí se i pro provozní aplikace, jako jsou prádelny, bazény atd. Návrhy nádrží a výměníků jsou prováděny opět pomocí počítačového modelování, a to především kvůli minimalizaci investičních nákladů a co největší účinností systému (Zpětné získávání tepla z odpadní vody, Panelové domy [online], 2010).

## Diskuse

Odpadními vodami se dle zákona o vodách rozumí vody použité v obytných, průmyslových, zemědělských, zdravotnických a jiných stavbách, zařízeních nebo dopravních prostředcích, i jiné vody z těchto staveb, zařízení či dopravních prostředků, průsakové vody z odkališť a ze skládek odpadů.

Problematika odpadních vod je v České republice upravena některými právními předpisy – zejména vodním zákonem, zákonem o vodovodech a kanalizacích, vyhláškou, kterou se provádí zákon o vodovodech a kanalizacích, vyhláškou o poplatcích za vypouštění odpadních vod do vod povrchových, nařízením 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, nařízením vlády o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění odpadních vod a náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod podzemních.

V současné době je rozlišováno několik druhů odpadních vod. Jedná se zejména o splaškové (domovní) odpadní vody, průmyslové, popř. provozní odpadní vody, srážkové vody, infekční odpadní vody, odpadní vody ze zemědělství a zemědělské výroby, ostatní odpadní vody a popř. i další. Základním rozdělením odpadních vod je jejich členění na průmyslové odpadní vody, splašky a městské odpadní vody.

Ačkoliv se to na první pohled nezdá, odpadní vody v sobě skrývají veliký potenciál ve smyslu zpětného využívání těchto vod. Odpadní vody v upravené (resp. recyklované) podobě mohou být dále využívány téměř neomezeně. Důvodů pro opakované využívání těchto vod existuje celá řada. Nejvýznamnější důvody plynou zejména z problémů s nedostatkem vody, od něhož se odvíjí množství dalších souvisejících problémů (např. neustále se zvyšující cena pitné vody). Z jednotlivých druhů odpadních vod jsou v největší míře využívány odpadní vody průmyslové a dešťové, dále pak odpadní vody městské, které zahrnují odpadní vody z domácností neboli splaškové odpadní vody, jímž byla v tomto textu věnována zvláštní pozornost.

Odpadní vody z domácností jsou odpadními vodami z kuchyní, koupelen, umyvadel, prádelen, WC, technické občanské vybavenosti apod. Odpadní vody z domácností jsou rozdělovány na vody černé (tj. vody z toalet obsahující moč, fekálie, toaletní papír a splachovací vodu) a vody šedé (tj. ostatní vody z domácností

(např. z kuchyně, myčky, sprch, umyvadel a praček), které neobsahují moč a fekálie). Černé vody jsou dále děleny na žluté a hnědé vody. Pro zpětné využívání odpadních vod z domácností jsou tyto obvykle likvidovány centrálně v čistírnách odpadních vod či decentralizovaným způsobem, a to přímo v místě jejich vzniku. Další možnosti jsou pak nekonvenčně aranžované sanitární systémy.

Významnou úlohu mají z odpadních vod z domácností tzv. šedé vody, jejichž zpětné využívání je poměrně hojné. Jedná se o splaškové odpadní vody pocházející z domácností neobsahující fekálie a moč. Šedé odpadní vody jsou z hlediska jejich vzniku rozdělovány na neseparované šedé vody (tj. šedé vody neoddělené z umyvadel, van, sprch, kuchyňského dřezu apod.); šedé vody z umyvadel na mytí rukou, van a sprch; šedé vody z praček; šedé vody z kuchyňského dřezu, myček na nádobí; ostatní šedé vody. Problematika zpětného využívání šedých vod je spojena především s jejich kvalitou. Systémy využití šedých vod jsou obecně rozdělovány dle způsobu čisticích. Jedná se o jednoduchou úpravu (např. mechanické předčištění a dezinfekci systému); chemickou úpravu (např. fotokatalýzu, elektro-koagulaci a koagulaci); fyzikální úpravu (např. pískový filtr, adsorpci a membrány); biologickou úpravu (např. biologické provzdušňované filtry, rotující kontaktní bioreaktor a membránový bioreaktor); a v neposlední řadě přírodní postupy čištění (např. mokřady, kořenové čistírny, rákosová pole). Možnosti využití šedých vod jsou velice různorodé. Těchto vod bývá využíváno zejména pro zavlažovací systémy; splachování toalet, praní prádla, jako užitková voda na podmíněné mytí podlahy; pro koupání (umyvadla, sprchy a vany), mytí podlahy; pro užití v průmyslových odvětvích (např. velkých prádelnách). V neposlední řadě nelze opomenout využití šedých vod k získávání (resp. rekuperaci) tepla. K těmto účelům je využíváno buď lokálních, nebo centrálních systémů.

Znovu využívání odpadních vod ve světě je dnes naprosto běžnou vodohospodářskou praxí. Vyčištěné odpadní vody například již dnes využívá 43 z 50 států USA, kde hlavním průkopníkem je stát Kalifornie. Již dnes tento stát recykluje vyčištěné odpadní vody o objemu téměř 1 miliardy m<sup>3</sup>, přičemž podle předpokladů do roku 2030 bude tento objem více jak trojnásobný. Za zmínku stojí rovněž skutečnost, že vyčištěná odpadní voda je v tomto státě využívána v téměř všech běžných oblastech, jako jsou závlahy, zemědělství, průmysl, rekreace či doplňování zásob podzemních vod. Regulace využívání odpadních vod je však v USA řízena

nikoliv na federální úrovni, ale jednotlivé státy přijaly své vlastní zákony, či metodické pokyny, nebo tuto oblast nijak neupravují. Taktéž Čína již dnes znovu využívá téměř 10 miliard m<sup>3</sup> vyčištěných odpadních vod, taktéž s plánem do budoucna tento objem navýšit. V Evropě mezi průkopníky znovu využívání odpadních vod patří Španělsko a Itálie s 347 miliony m<sup>3</sup>, respektive 233 miliony m<sup>3</sup> za rok. V celé Evropské unii se dnes odhaduje objem znovu využívané odpadní vody na 1,1 miliardy m<sup>3</sup> za rok s projektovaným nárůstem do roku 2025 až na 3,2 miliardy m<sup>3</sup> za rok. I z tohoto důvodu je na rok 2018 plánována příprava a schválení Evropské směrnice o znovu využívání vod. Se stále se zvyšujícím počtem obyvatel žijících ve velkých metropolitních oblastech je nutné do budoucna změnit pohled na produkované odpadní vody nikoliv jako na odpad, ale jako na zdroj cenných látek, tepla, energie a pochopitelně vody. Se stále se zvyšujícími nároky na kvalitu pitných vod se ukazuje jako dlouhodobě ekonomicky neudržitelné takto upravenou pitnou vodu používat i k řadě účelům, které kvalitu vody na úrovni pitné vůbec nevyžadují. Jednou z možných cest je úprava vod na parametry dle jejich plánovaného použití se zapojováním různých technologických stupňů, jako je dodatečná filtrace, desinfekce či procesy pokročilého čištění (ozonizace, filtrace přes aktivní uhlí). V případě znovu využívání odpadních vod lze hovořit o přímém či nepřímém opětovném využití. V případě nepřímého využití po procesu čištění odpadních vod a procesech pokročilého čištění je tato voda před její další úpravou a použitím vypouštěna k doplnění zdrojů podzemních vod. V případě přímého použití je tento mezikrok umělé infiltrace vynechán. Samozřejmě je nutné i v recyklované vyčištěné odpadní vodě se zaměřit kromě běžného znečištění především na nejrůznější patogeny, anorganické látky a nejrůznější specifické polutanty včetně jejich meziproductů.

## Závěr

Snížená kvalita a vydatnost vodních zdrojů, způsobená suchem a měnícími se klimatickými podmínkami, vede ke koncepci opětovného využití šedých odpadních vod, a to již v místě svého vzniku, tedy v budovách. Tato koncepce založená na sběru a následném čištění šedé odpadní vody pro zpětné využití by nemusela vykazovat tak přísné parametry vybraných ukazatelů vody, jak je tomu u vody pitné. Takto upravenou vodu bychom mohli využít k provozním potřebám obyvatelstva, a to v objektech budov. Tyto systémy zpětného využití šedé vody se stávají nutností v některých zemích, jako je jižní Evropa, Blízký východ, státy Perského zálivu, tedy všude tam, kde se obyvatelstvo potýká nejen s nedostatkem vody, ale i tam, kde systémy na úpravu mořské vody pro vodu pitnou nebo užitkovou jsou ekonomicky dosti nákladné. V jiných zemích jsou systémy pro opětovné využití odpadní vody přímo nařízeny regulačními orgány. Např. v Japonsku je recyklovaná šedá voda určena ke splachování toalet. Jiným variantním příkladem systémů zpětného využití šedé vody jsou systémy s využitím dešťové vody, které se úspěšně aplikují v suchých oblastech Austrálie, Afriky a některých států USA. V současné době se tyto systémy s využitím dešťové vody objevují i v projektech administrativních budov a hotelů ve střední Evropě, a to z důvodu ekonomické a ekologické strategie. Bývají součástí ekologických, úsporných budov.

V České republice prozatím schází širší zkušenosti a podklady pro projektování systému využití šedých vod v objektech. Z mála realizovaných projektů můžeme zmínit aplikování opětovného využití šedých vod v hotelu Mosaic House v Praze pro splachování toalet, dále pak realizované projekty společnosti ASIO, spol. s r.o. na území jižní Moravy, např. Lipka – školské zařízení pro environmentální vzdělávání Brno, příspěvková organizace, v Brně.

O vhodnosti využitelnosti šedých vod prozatím nerozhoduje ekologie a ochrana životního prostředí, ale ekonomika systému využití šedých vod. Mezi ekonomicky zajímavé lokality můžeme zařadit objekty s velkou produkcí šedých odpadních vod a velkou potřebou vody provozní, kterou označíme jako bílou vodu a můžeme ji využít na splachování toalet, zalévání zahrad, travnatých ploch nebo je možné bílou vodu použít k jiným provozním nebo technologickým účelům.

Dalším aspektem využití odpadních šedých vod, který nemůžeme pominout, je značný tepelný potenciál, obsažený v šedých vodách. Její využití se přímo nabízí.

Důvody jsou hned dva – je v nich obsaženo více tepla než v jiných vodách a jsou relativně čisté. Minimalizuje se tak největší problém v této oblasti, a to usazování nečistot na výměnících. Teplota šedé vody je různá a závislá na mnoha faktorech, jako je návštěvnost zařízení, typ směnného provozu atd. Z tohoto důvodu je důležité individuální posouzení každého objektu. Z těchto důvodů bude ekonomické hledisko lepší tam, kde je vyšší produkce odpadních vod a kde se vypouští voda s vyšší teplotou. Obnova tepla ze šedých vod je jedním ze způsobů, jak snížit náklady na ohřev teplé užitkové vody, popřípadě na vytápění objektu.

## Seznam použitých zdrojů

### Odborné literární zdroje

BIELA, Renata. Šedé vody, jejich kvalita a možnost využití. In *SOVAK*, 2012, roč. 21, č. 2, s. 11 – 13. ISSN 1210- 3039.

DOLEJŠ, Petr. *Příručka pro čištění a úpravu vody*. Přerov: KEMIFLOC, 1996. 133 s. ISBN nevedeno.

PIDOU, Marc. *Hybrid membrane processes for water reuse*. PhD Thesis. Cranfield University, School of Applied Science, Department of Sustainable Systems, Centre for Water Science 2006. 256 p.

ŠRÁMKOVÁ, Michaela, WANNER Jiří. Opětovné využití vyčištěné odpadní vody. Sborník konference Pitná voda 2010. 2010, s. 259 – 264. ISBN 978-80-254-6854-8.

VACÍK, Jiří. *Přehled středoškolské chemie*. Praha: SPN – Státní pedagogické nakladatelství, 1999. 365 s. ISBN 80-7235-108-7.

CAPODAGLIO, A. G. & CALLEGARI, A. 2016 *Domestic wastewater treatment with a decentralized, simple technology biomass concentrator reactor*. J. WaSH. 507 – 510 p.

GOLDSTEIN,R., SMITH, W., Electric Power Research Institute (EPRI), I., 2002. *Water and Sustainability (Volume 4): U.S. Electricity Consumption for Water Supply & Treatment - the Next Half Century*. Electric Power Research Institute (EPRI), Inc, Palo Alto.

DAW, J., HALLET, K., DEWOLFE, J., VENNER, I., 2012. *Energy Efficiency Strategies for Municipal Wastewater Treatment Facilities*. Golden, Colorado.

DAVID BUTLER & JOHN W. DAVIES, 2011. *Urban Drainage*. — 3rd edition.

## Internetové zdroje

ART, Ludwig. Common Grey Water Errors and Preferred Practices. *Oasis design* [online] 2009 [cit. 2019-10-20]. Dostupné z: <http://oasisdesign.net/greywater/misinfo/>.

BIELA, Renata. Kvalita šedých vod a možnost jejich využití. *TZB-info* [online] 2011 [cit. 2019-10-20]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/8097-kvalita-sedych-vod-a-moznost-jejich-vyuziti>.

Čištění šedých vod a možnost využití energie z nich. *ASIO: Čištění a úprava vod* [online] 2012 [cit. 2019-10-20]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/153.cistenisedych-vod-a-moznost-vyuziti-energie-z-nich>.

Dělení vod, bílé a šedé vody – nové poznatky a možnosti využití. *ASIO: Čištění a úprava vod* [online] 2011 [cit. 2019-10-20]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/55.deleni-vod-bile-a-sede-vody-nove-poznatky-a-moznosti-vyuziti>.

ESLAMI-NEJAD, Parham, BERNIER, Michel. Impact of grey water heat recovery on the electrical demand of domestic hot water heaters. *IBPSA* [online] 2009 [cit. 2019-10-20]. Dostupné z: [http://ibpsa.org/proceedings/BS2009/BS09\\_0681\\_687.pdf](http://ibpsa.org/proceedings/BS2009/BS09_0681_687.pdf).

KUČEROVÁ, Radmila, FEČKO, Peter, LYČKOVÁ, Barbora. Úprava a čištění vody: Multimediální učební texty zaměřené na problematiku úpravy a čištění vody. *VŠB TU OSTRAVA* [online] 2010 [cit. 2019-09-14]. Dostupné z: [http://homen.vsb.cz/hgf/546/materialy/radka\\_2010/](http://homen.vsb.cz/hgf/546/materialy/radka_2010/), Legislativa vodního hospodářství.

LHOTÁKOVÁ, Zdeňka. Zpětné využívání odpadních vod v domech pro bydlení. *TZB-info* [online] 2014 [cit. 2019-10-20]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/11202-zpetne-vyuzivani-odpadnich-vod-v-domech-pro-bydleni>.

Odpadní voda – odpad nebo poklad? *VTEI* [online] 2016 [cit. 2019-10-20]. Dostupné z: <https://www.vtei.cz/2016/04/odpadni-voda-odpad-nebo-poklad/>.

PICARD, Daniel, DELISLE, Véronique, BERNIER, Michel, KUMMERT, Michaël. On the combined effect of wastewater heat recovery and solar domestic hot water heating. *CiteSeerX* [online] 2004 [cit. 2019-10-20]. Dostupné z: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.667.5467&rep=rep1&type=pdf>.



Recyklace tepla v budovách – šedé vody. *ASIO: Čištění a úprava vod* [online] 2012 [cit. 2019-10-20]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/61.recyklace-tepla-v-budovach-sede-vody>.

SAMEK, Ondřej. Motivace k hospodaření s dešťovou vodou. *TZB-info* [online] 2013 [cit. 2019-10-20]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/9961-motivace-k-hospodareni-s-destovou-vodou>.

Voda pro zemědělství. *Evropská agentura pro životní prostředí* [online] 2012 [cit. 2019-10-20]. Dostupné z: <https://www.eea.europa.eu/cs/articles/voda-pro-zemedelstvi>.

ZALOUM, Charles, GUSDORF, John, PAREKH, Anil. Performance Evaluation of Drain Water Heat Recovery Technology at the Canadian Centre for Housing Technology. *Maison* [online] 2007 [cit. 2019-10-20]. Dostupné z: [https://maisonsaine.ca/wp-content/uploads/2012/08/B-12-GI-23Doc1-1\\_RepDDRSE-AQLPA\\_3637-2\\_28sept07.pdf](https://maisonsaine.ca/wp-content/uploads/2012/08/B-12-GI-23Doc1-1_RepDDRSE-AQLPA_3637-2_28sept07.pdf).

Zpětné získávání tepla z odpadní vody. *Panelové domy* [online] 2010 [cit. 2019-10-20]. Dostupné z: <http://panelovedomy.ekowatt.cz/tepla-voda/52-zpetne-ziskavani-tepla-z-odpadni-vody.html>.

SATO, T., Qadir, M., Yamamoto, S., Endo, T., Zahoor, A. *Global, regional, and country level need for data on wastewater generation, treatment, and use. Agric. Water Manag.* [online] 2013 [cit. 2019-10-20]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2013.08.007>.

McDonald, R.I., Green, P., Balk, D., Fekete, B.M., Revenga, C., Todd, M., Montgomery, M., Gleick, P.H., Mcdonald3, R.I., Green6, P., Balkc, D., Feketeb, B.M., Toddc, M., Montgomery0, M., *Urban growth, climate change, and freshwater availability.* [online] 2011 [cit. 2019-10-20]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1073/pnas.1011615108>.

McDonald, R.I., Weber, K., Padowski, J., Florke, M., Schneider, C., Green, P.A., Gleeson, T., Eckman, S., Lehner, B., Balk, D., Boucher, T., Grill, G., Montgomery, M., *Water on an urban planet: urbanization and the reach of urban water infrastructure.* [online] 2014 [cit. 2019-10-20]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.022>.

## **Legislativa**

*Česká norma ČSN 75 6406: Odvádění a čištění odpadních vod ze zdravotnických zařízení.* Praha: Český normalizační institut, 1996.

*Česká technická norma ČSN EN 1085: Čištění odpadních vod – Slovník.* Praha: Český normalizační institut, 2007.

*Česká technická norma ČSN 75 6101: Stokové sítě a kanalizační přípojky.* Hradec Králové: TECHNOR, 2012.

*Česká technická norma ČSN 75 6190: Stavby pro hospodářská zvířata – Faremní stokové sítě a kanalizační přípojky – Skladování statkových hnojiv a odpadních vod.* Praha: Český normalizační institut, 2001.

*Česká technická norma ČSN EN 12056-1: Vnitřní kanalizace - Gravitační systémy - Část 1: Všeobecné a funkční požadavky.* Praha: : Český normalizační institut, 2001.

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

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

Vyhláška č. 104/1997 Sb., kterou se provádí zákon o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů.

Vyhláška č. 123/2012 Sb., o poplatcích za vypouštění odpadních vod do vod povrchových, ve znění pozdějších předpisů.

Vyhláška č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, ve znění pozdějších předpisů.

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

Vyhláška č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území, ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů.

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

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.

### **Ostatní zdroje**

*British Standard BS 8525-1:2010: Greywater systems. Code of practice: Part 1: Code of Practice.* BSI Standard Publication. 2010, 46 p.

Tabulka 2: Technologie na úpravu šedých vod

<b>Druh systému využití šedých vod</b>	<b>Technologie úpravy</b>	<b>Popis technologie</b>	<b>Proces, specifická vlastnost</b>	<b>Výhody</b>	<b>Nevýhody</b>
System s jednoduchou úpravou	Hrubá filtrace	Dezinfekce po mechanickém předčištění; Vhodnost jen pro málo znečištěné šedé vody	Vysoká účinnost odstranění mikrobiologického znečištění při řádném navržení a provozování dezinfekce	Jednoduchost čistícího procesu; Nízké provozní náklady	Chlór a ozón mohou tvořit toxické vedlejší produkty; Vhodnost pouze pro málo znečištěné šedé vody; Malá účinnost čištění
System s chemickou úpravou	Koagulace, elektrokoagulace, chemická oxidace hydroxylovými radikály	Chemická úprava založená na dávkování chemikálie na bázi železa či hliníku, hydroxylovými radikály	Spolehlivost a diskontinuita provozu daná řízeným dávkováním chemikálií	Specifické případy aplikace (např. při čištění prádelenských vod) Vysoká účinnost ve specifických případech čištění	Vysoké investiční a provozní náklady
System s fyzikální úpravou	Filtrace na aktivním uhlí GAC	Absorpce látek na granulovaném aktivním uhlí	Jednoduchost provozu systému; Mimořádná účinnost procesu v zachycení organických i anorganických látek	Jednoduchost procesu; Účinnost způsobu čištění	Vysoké investiční náklady; Na aktivním uhlí nedochází k zachycení všech chemických látek (např. nemožnost zachycení sodíku či dusičnanů); Filtr s aktivním uhlím odstraňuje jen některé znečištění
	Písková filtrace	Pískové lože (někdy i hrubá mulčovací kůra), na které ulpívají a absorbují nečistoty z protékajících šedých vod	Jednoduchý provoz a údržba	Jednoduchý provoz a údržba; Nízké investiční náklady	Snížení patogenů, nikoliv jejich úplné odstranění; Ucpávání a přetížení systému

Druh systému využití šedých vod	Technologie úpravy	Popis technologie	Proces, specifická vlastnost	Výhody	Nevýhody
Systém s biologickou úpravou	Aerobní biologická úprava	Přiváděným vzduchem je zajištěn přenos kyslíku ze vzduchu do šedých vod; Přítomnými bakteriemi je spotřebováván rozpuštěný kyslík a dále jsou odbourávány organické látky za snížení koncentrace odpadních látek	Pružné reakce systému na množství a velikost znečištění šedých vod	Pružné reagování systému na množství a objem znečištění; Vysoká účinnost odstranění organických látek	Vysoké investiční a provozní náklady; Komplexní funkční požadavky při aerobní biologické úpravě Nedochází k odstranění všech patogenů
	Membránový bioreaktor	Membránový bioreaktor využívá společně aerobní biologické čištění a následnou filtraci; Zajišťuje odstranění organického znečištění a všech patogenů	Vysoká efektivita v případě správného navržení a provozování technologie; Pružné reagování na množství velikost znečištění šedých vod	Omezené požadavky na prostor; Možnost zpětného využívání permeátu odtoku; Eliminace vlivu kvality kalu na účinnost separace; Možnost provozování při vysoké koncentraci biomasy; Snížení produkce přebytečného kalu; Vyšší stáří a koncentrace kalu dávají možnost odstraňování i biologicky těžko rozložitelných látek; Jednoduchost provozu	Vyšší investiční náklady; Zvýšené nároky na kvalitu obsluhy a údržby; Komplikované strojní vybavení; Vyšší provozní náklady oproti separaci; Možnost problémů s aerací při vyšších koncentracích aktivačního kalu; Nutnost řádného předčištění vody přitékající na membránu (hrozící nebezpečí zanášení membrán); Nutnost poměrně vyrovnaného průtoku vzhledem k pomalejší reakci membrán na zvyšování průtoku; Nutnost pravidelného čištění a regenerace membrán chemickými činidly
Přírodní postupy čištění	Mokřady, kofenové čistírny, rákosová pole	Přírodní metoda čištění odpadních vod	Odstranění jen velkých částic unášených čistěnou vodou	Jednoduchý provoz; Nízké investiční náklady	Požadavek na velkou plochu; Nemožnost řídit čistící proces; Komplikovaný provoz v zimním období

Zdroj: Vlastní zpracování dle (Pidou, 2009)