

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



**NÁVRH VNITŘNÍHO VODOVODU
A KANALIZACE V OBČANSKÉ STAVBĚ
S VYUŽITÍM ODPADNÍCH VOD**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bc. Štěpánka Rosová

Vedoucí diplomové práce: Ing. Ilona Koubková, Ph.D.

2016



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

studijní program: Budovy a prostředí
studijní obor: Budovy a prostředí
akademický rok: 2015/2016

Jméno a příjmení diplomanta: Štěpánka Rosová
Zadávací katedra: Katedra technických zařízení budov
Vedoucí diplomové práce: Ing. Ilona Koubková, Ph.D.
Název diplomové práce: Návrh vnitřního vodovodu a kanalizace v občanské stavbě s využitím odpadních vod
Název diplomové práce v anglickém jazyce: The project of internal water supply systems with waste water reuse in public building

Rámcový obsah diplomové práce: 1)Projekční část: Projekt vnitřního vodovodu a kanalizace na úrovni rozšířené dokumentace pro stavební povolení. Zadané půdorysy, řezy, výpočty, technická zpráva.

2)Rešerše: Zpětné využití odpadních vod

Datum zadání diplomové práce: 2.2.2016 Termín odevzdání: 20.5.2016
(vyplňte poslední den výuky přisl. semestru)

Diplomovou práci lze zapsat, kromě oboru A, v letním i zimním semestru.

Pokud student neodevzdal diplomovou práci v určeném termínu, tuto skutečnost předem písemně zdůvodnil a omluva byla děkanem uznána, stanoví děkan studentovi náhradní termín odevzdání diplomové práce. Pokud se však student řádně neomluvil nebo omluva nebyla děkanem uznána, může si student zapsat diplomovou práci podruhé. Studentovi, který při opakovaném zápisu diplomovou práci neodevzdal v určeném termínu a tuto skutečnost řádně neomluvil nebo omluva nebyla děkanem uznána, se ukončuje studium podle § 56 zákona o VŠ č.111/1998 (SZŘ ČVUT čl 21, odst. 4).

Diplomant bere na vědomí, že je povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.

Zadání diplomové práce převzal dne: 4.2.2016

Formulář nutno vyhotovit ve 3 výtiscích – 1x katedra, 1x diplomant, 1x studijní odd. (zašle katedra)

Nejpozději do konce 2. týdne výuky v semestru odešle katedra 1 kopii zadání DP na studijní oddělení a provede zápis údajů týkajících se DP do databáze KOS.

DP zadává katedra nejpozději 1. týden semestru, v němž má student DP zapsanou.

(Směrnice děkana pro realizaci stud. programů a SZZ na FSv ČVUT čl. 5, odst. 7)

Prohlášení

"Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracovala samostatně a že jsem uvedla veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací."

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat Ing. Karlu Plotěnému za přínosnou konzultaci navrženého systému, Ing. Michalu Svobodovi za představení provozu v objektu a poskytnutí podkladů, Mgr. Václavu Jiráčkovi za vstřícný přístup a Ing. Iloně Koubkové, Ph.D. za vedení diplomové práce.

Dále bych chtěla poděkovat své rodině a přátelům za vytrvalou podporu.

Obsah

Úvod	7
I. Zpětné využití odpadních vod	8
1 Voda	8
1.1 Pitná voda	10
1.1.1 Historie pitné vody v Praze	11
1.1.2 Studny	11
1.2 Typy vod v objektech	12
1.2.1 Dešťová	12
1.2.2 Šedá	12
1.2.3 Hnědá	12
1.2.4 Žlutá	12
1.2.5 Černá	13
1.2.6 Provozní	13
1.2.7 Bílá	13
1.3 Odpadní vody a dešťové vody	13
2 Legislativa	15
3 Jak odpadní a dešťové vody likvidovat a využít	18
3.1 Využití dešťových vod	18
3.2 Likvidace dešťových vod	20
3.3 Využití odpadních vod	22
3.4 Likvidace odpadních vod	24
4 Proč bychom měli znovuvyužívat odpadní vody?	27
4.1 Spotřeba vody	28
4.2 Cena vody	30
5 Příklady	32
5.1 Vzdělávací a poradenské centrum Otevřená zahrada	32

5.2	Hotel Mosaic House.....	33
5.3	Exteriérová vertikální zahrada - pilotní projekt nové alternativy pro městskou zeleň 35	
6	Vize.....	36
7	Aplikace v projektu	37
7.1	Nízké investice.....	37
7.1.1	Perlátory	37
7.1.2	Duální splachovače.....	37
7.2	Dešťová voda	38
7.3	Šedá voda	38
8	Dotazník	41
8.1	Vyhodnocení dotazníku	41
	Závěr	45
	Zdroje	46
	Seznam tabulek.....	50
	Seznam obrázků.....	50
	Přílohy	51

Anotace

Hlavním tématem diplomové práce je znovuvyužití odpadní vody. Textová část pojednává o dnešních možnostech nakládání s odpadní vodou a jejího využití. Projekt je soustředěn na návrh aplikace systému využití odpadní vody v občanské stavbě s kombinovaným provozem.

Annotation

The main topic of the diploma thesis is the reuse of wastewater. The text part discusses today's possibilities of treating and using wastewater. The project designs an application of a reuse wastewater system in a multipurpose public building.

Klíčová slova

znovuvyužití odpadní vody, šedá voda, kanalizace, vodovod

Key words

reuse of wastewater, greywater, plumbing, water supply

Úvod

Ve své práci bych ráda poukázala na potenciál odpadních vod a dnešní možnosti jejich využití. Jelikož již známe způsoby, jak odpadní vodu kvalitně čistit a upravovat, má tato voda vysoký potenciál mezi úsporami, a to jak finančními, tak ekologickými. Spotřeba vody u lidí se neustále zvyšuje, a to nás vede k zamyšlení nad způsoby šetření s vodou a jejího znovuvyužití. V naší zemi se ještě s pokročilejšími systémy pro znovuvyužití odpadní vody často nesetkáváme, ale v geograficky odlišných částech světa už je to zcela běžná praxe nebo dokonce povinnost, legislativní i existenční. V České republice jsou tyto návrhy zatím hlavně ekologického původu, avšak s neustále se zvyšující cenou za vodu se jistě začne již brzy aplikovat znovuvyužití vody i z důvodů finančních.

Nejen zvyšující se spotřeba, ale také ubývání a zmenšování přírodních vodních zásobáren nás nutí zamyslet se nad budoucností. Další velkých ztrát kvalitní pitné vody dochází při rozvodu vody. S vysokým procentem ztrátovosti se setkáváme i ve vyspělých zemích.

Z uvedených důvodů přicházíme k myšlence nepoužívat kvalitní pitnou vodou tam, kde to není nezbytně nutné. Typickým příkladem, kde pitná voda není nutná, je splachování toalet nebo kropení zahrad. K této spotřebě můžeme vystačit s upravenou vodou provozní.

Příklady pro využití vyčištěné odpadní vody a způsoby, jak takovou vodu vyčistit, jsou už dnes známy a neustále se vylepšují.

I Zpětné využití odpadních vod

1 Voda

Chemická sloučenina vodíku a kyslíku, čirá kapalina, bez zápachu a nejdůležitější podmínka života na zemi, to je voda. Většina povrchu naší planety je vodou pokryta, jde však převážně o vodu slanou, ze které se sice pitná voda vyrobit dá, ale zatím jen velmi komplikovanými a náročnými způsoby. Vody sladké, která je využívána k přípravě vody pitné, je z celkového objemu jen nepatrné množství.

V posledních letech je zaznamenán úbytek vody na zemi obecně. Jedná se jak o vysychání povrchových zásob, tak o ubývání zásob podzemích.

V České republice jsme stále ještě radikální nedostatek pitné vody nezaznamenali. Obavy z nedostatku podzemních vod však rostou. Ten je způsoben jiným rozložením množství srážek, které spadnou na území republiky. Přívalové srážky se nestihnou vsakovat. Ačkoli je množství srážek srovnatelné s předchozími lety, množství podzemní vody může být nižší. [36] Český hydrometeorologický ústav provádí bilance množství a jakosti vody v České republice. Bilance jsou zpracovány pro 10 dílčích povodí. [39]

Přesněji změřitelným údajem v rámci měření vody je množství srážek. Údaje o ročních úhrnech zveřejňuje Český hydrometeorologický ústav na svých webových stránkách. V roce 2015 byl celkový úhrn 532 mm, což je pouze 79% normálu. Normál je hodnota stanovená z let 1961 - 1990. [39] Hodnota úhrnu za rok 2015 je z posledních let jedna z nejnižších. Množství srážek v České republice je shrnutý v tabulce č. 1. Dlouhodobý srážkový normál činí 674 mm za rok.

Tabulka č. 1

Rok	2015
Úhrn srážek [mm]	532
Roční úhrn ve vztahu k dlouhodobému normálu [%]	79
Rok	2014
Úhrn srážek [mm]	657
Roční úhrn ve vztahu k dlouhodobému normálu [%]	97
Rok	2013
Úhrn srážek [mm]	727
Roční úhrn ve vztahu k dlouhodobému normálu [%]	108
Rok	2012
Úhrn srážek [mm]	689
Roční úhrn ve vztahu k dlouhodobému normálu [%]	102
Rok	2011
Úhrn srážek [mm]	627
Roční úhrn ve vztahu k dlouhodobému normálu [%]	93
Rok	2010
Úhrn srážek [mm]	867
Roční úhrn ve vztahu k dlouhodobému normálu [%]	129
Rok	2009
Úhrn srážek [mm]	744
Roční úhrn ve vztahu k dlouhodobému normálu [%]	110
Rok	2008
Úhrn srážek [mm]	619
Roční úhrn ve vztahu k dlouhodobému normálu [%]	92
Rok	2007
Úhrn srážek [mm]	755
Roční úhrn ve vztahu k dlouhodobému normálu [%]	112
Rok	2006
Úhrn srážek [mm]	708
Roční úhrn ve vztahu k dlouhodobému normálu [%]	105
Rok	2005
Úhrn srážek [mm]	732
Roční úhrn ve vztahu k dlouhodobému normálu [%]	109

Zdroj: vlastní zpracování dle [40]

1.1 Pitná voda

"Pitná voda je zdravotně nezávadná voda, která ani při trvalém požívání nevyvolá onemocnění nebo poruchy zdraví přítomností mikroorganismů nebo látek ovlivňujících akutním, chronickým či pozdním působením zdraví fyzických osob a jejich potomstva, jejíž smyslově postižitelné vlastnosti a jakost nebrání jejímu požívání a užívání pro hygienické potřeby fyzických osob. [3, §3, odst. 1]

Z celkových zásob vody na zemi činí pitná voda jen 2,5%. Zásobárnami sladké vody jsou ledovce, podzemní voda, povrchová voda a atmosféra. Člověk získává ke své spotřebě vodu z povrchových a podzemních zásobáren. Voda podzemní je nejkvalitnější a je využívána pro výrobu vody minerální a kojenecké. Pro rozvod pitné vody do vodovodního řadu jsou využívány zdroje povrchové i podzemní. Tato voda je pak upravována ve vodárnách. V úpravnách je voda čištěna chlorem.

Pro ochranu kvality pitné vody platí vyhláška č. 252/2004 Sb., v platném znění, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody. Požadavky na pitnou vodu jsou mikrobiologické, biologické, fyzikální, chemické a organoleptické. Celkem jich výše zmíněná vyhláška udává 62. Pro ukazatele jsou stanoveny limity, které musí pitná voda splňovat. Limity jsou dány jednotkou na daný objem pitné vody. Pouze ukazatelé pach a chuť jsou limitovány přijatelností pro spotřebitele. Některé limity platí jen pro balenou pitnou vodu, jiné jsou zase určeny pouze pro vodu ošetřenou desinfekcí.

V České republice je voda pro přípravu pitné vody jímána z větší části ze studen, vrtů a pramenů, tedy z podzemních zdrojů. V menším množství jsou využívány nádrže nebo řeky. Pro příklad: Praha je z větší části zásobována z vodárenské nádrže Švihov, jejíž voda je upravována v úpravně Želivka, která je největší vodárnou v České republice. Z menší části je voda do Prahy přiváděna z úpravny v Káraném, kde se upravuje voda z vrtaných studní podél řeky Jizery. [41] Nejznámější z úpraven je však určitě vodárna v Podolí. Ta již dnes Prahu nezásobuje, ale je plně v provozu a je důležitým náhradním zdrojem pitné vody.

1.1.1 Historie pitné vody v Praze

První přivaděče pitné vody byly využívány již ve 12. století. Rozvod vody fungoval pouze gravitačně a šlo o systémy sloužící soukromým účelům. První veřejný vodovod pochází ze 14. století. V roce 1906 byl na vodovodní síť napojen Strahovský vodovod, jeho základy však byly budovány již se samotným Strahovským klášteřem. V původním návrhu sloužil do konce 16. století. Další historické vodovody byly na Vyšehradě, na Zbraslavi, vodovody obsluhující Pražský hrad.

První vodárny vznikly v době renesance a fungovaly převážně až do 19. století. Poté už bylo nutné zásobování vodou obnovit. Byly zřízeny nové vodárny, mezi nimi také dodnes fungující Podolská vodárna. Přesto Praha dlouho trpěla nedostatkem vody, až se po různých obstrukcích, převážně správních a politických, schválila stavba vodárny v Káraném. Poté už nastala nová éra ve vodovodech v Praze. Byla zrekonstruována Podolská vodárna, úpravna v Káraném byla rozšiřována. V roce 1972 byl zahájen provoz vodárny Želivky. [19]

1.1.2 Studny

Soukromé studny patří k nezanedbatelným zdrojům pitné vody, a to převážně v domácnostech. Voda ve studních se řadí mezi vody podzemní. Studna jako stavba je podle vodního zákona vodní dílo. Pro studny platí dle vodního zákona pravidla pro jejich umístění. Jsou stanoveny minimální vzdálenosti od možných zdrojů znečištění. [1]

1.2 Typy vod v objektech

1.2.1 Dešťová

Voda dešťová se stává vodou odpadní, pokud je odváděna vnitřní kanalizací. Vodu, která se vyskytne na pozemku, je nutné zlikvidovat. Můžeme ji však využít pro potřeby objektu. Pomocí úprav a čištění se z dešťové vody stává voda bílá a provozní.

1.2.2 Šedá

Voda šedá vzniká jako voda odpadní provozem v objektu, a to odtokem ze sprch, van, umyvadel a také dřezů a myček nádobí. Podle ČSN EN 12056-1 je to voda, která neobsahuje fekálie a moč. [13] Voda ze dřezů či myček však není pro znovuvyužití tak ideální jako voda z umyvadel, a to z důvodu výskytu olejů v kuchyňském provozu, které se dostávají i do vod odpadních. Jejich odstraňováním vzniká úkon navíc v celkovém čisticím procesu. To ale platí pouze pro velkokuchyňské provozy, u kterých hrozí vysoká koncentrace olejů.

1.2.3 Hnědá

Voda hnědá obsahuje fekálie. Obvykle ji nezískáme samostatně. Způsoby na oddělení fekálií od moči však už existují.

1.2.4 Žlutá

Žlutá voda obsahuje moč. Od vody hnědé ji lze oddělit speciálními zařizovacími předměty nebo jednoduchou úpravou.

1.2.5 Černá

Černá voda vzniká spojením vody žluté a hnědé. Jejich spojení je v odvádění odpadních vod velmi časté. Tato voda se obvykle ke znovuvyužití nepoužívá a je s ní naloženo jako s odpadní vodou dle zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), v platném znění, dále jen vodní zákon.

1.2.6 Provozní

Voda určená ke spotřebě v objektu. Neslouží jako voda pitná, a tudíž se nevyužívá v kuchyňských provozech ani pro sprchování. Nejčastějším využitím provozní vody je splachování toalet, zavlažování a praní.

1.2.7 Bílá

Vodou bílou nazýváme vyčištěné vody odpadní. Je to voda, která je akumulována v objektu nebo na jeho pozemku a je připravena k využití podle své kvality.

1.3 Odpadní vody a dešťové vody

Definici odpadní vody udává zákon č. 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) a zákon č. 150/2010 Sb., zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), v platném znění, kterým se mění zákon č. 254/2001 Sb., o vodách (vodní zákon) a o změně některých zákonů.

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

Za odpadní vody jsou považovány vody šedé, žluté, hnědé a černé. Voda dešťová je odpadní, pokud je odváděna vnitřní kanalizací. Odpadní vody musí být také podle vodního zákona likvidovány.

Dešťové vody jsou mnohem méně náročné na úpravu nebo uskladnění. Je nutné počítat s určitým znečištěním, které srážková voda získá v atmosféře a stékáním po různých materiálech, jako jsou různé typy střech nebo pochozí plochy. Zároveň s sebou odnáší různé pevné předměty, které je nutné od vody oddělit před její likvidací.

V roce 2016 vychází novela zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, s vyznačením navrhovaných změn. Ve zmíněné novele se změnila působnost zákona. Novela se vztahuje na některé odpadní vody, s výjimkou odpadních vod v rozsahu, v jakém se na ně vztahují jiné právní předpisy. V novele je novým způsobem definován kal, v některých případech bude nutné s kalem zacházet jako s odpadem. [16]

2 Legislativa

Pro problematiku využití dešťových a šedých vod je připravována norma ČSN 75 6780. Norma má komplexně upravovat problematiku znovuvyužívání odpadních vod a zacházení s nimi. Norma vychází z britské normy BS 8525-1, která se zabývá systémy pro šedé vody. [25]

Při návrhu systému se znovuvyužíváním dešťové nebo odpadní vody a při nakládání s nimi se řídíme vybranými zákony a vyhláškami.

Níže jsou zmíněny některé z nich a rovněž jsou zde uvedeny důležité požadavky, které tyto právní normy stanovují.

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

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

Důležitá nařízení k tomuto zákonu:

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

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

Obě výše zmíněná nařízení udávají ukazatele a hodnoty přípustného znečištění odpadních vod. Dvě nejvíce sledované hodnoty znečištění jsou $CHSK_{Cr}$ (chemická spotřeba kyslíku) a BSK_5 (biochemická spotřeba kyslíku). BSK_5 udává množství kyslíku, který je třeba dodat zkoumané vodě k biologickému odbourání škodlivých látek. $CHSK_{Cr}$ je hodnota komplexní. Udává množství kyslíku potřebného k odbourání všech škodlivin.

V nařízení č. 57/2016 Sb. je stanovena klasifikace výrobku označeného jako CE. Jde o malou čistírnu odpadních vod do 50 EO (ekvivalentních obyvatel). Pro tento typ čistíren

jsou stanoveny odlišné hodnoty přípustného znečištění. Všeobecné hodnoty znečištění jsou dány pro objekty určené pro bydlení, rodinnou rekreaci a ubytování.

Nařízení č. 401/2015 Sb. udává hodnoty znečištění pro odpadní vody vypouštěné z komunálních čistíren. Všeobecné hodnoty jsou stanovené pro větší počet EO, například aglomerace, průmyslovou výrobu či zemědělství.

Nařízení udává také hodnoty, při kterých je povrchová voda v dobrém stavu a hodnoty při použití nejlepších dostupných technologií při zneškodňování odpadních vod.

V rámci odpadních vod se vodní zákon zabývá ochranou jakosti vod. Jedná se převážně o kontrolu a regulaci množství vypouštěných odpadních vod do vod povrchových a podzemních a jejich zneškodňování. Množství a jakost vypouštěných odpadních vod kontroluje vodoprávní úřad.

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

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).

Novela zákona č. 275/2013 Sb., o vodovodech a kanalizacích.

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

V příloze č. 12 vyhlášky č. 120/2011 Sb. jsou uvedena směrná čísla roční potřeby vody. Směrná čísla jsou dána v m³ pro danou spotřebu na rok. Pomocí těchto čísel je možné stanovit přibližnou spotřebu vody v objektu.

V příloze č. 16 vyhlášky 428/2001 Sb. je uveden vzorec pro výpočet množství srážkových vod odváděných do kanalizace. Pro tento výpočet jsou dány tři různé odtokové součinitele pro tři různé typy odvodňovaných ploch. Plochy se do uvedených typů dělí dle propustnosti (těžce propustné, lehce propustné a vegetace).

Odvětvová technická norma vodního hospodářství TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami a vyhlášky č. 501/2006 Sb. (ve znění Vyhlášky č. 269/2009 Sb.) a č. 268/2009 Sb. stanovují priority při odvodňování území. Nejlepším řešením je zasakování. V případě nedostatečně propustného území se kombinuje však s regulovaným odtokem. Další možností je retence a regulované odvádění do povrchových vod. Pokud není možné odvádět srážkové vody regulovaně do vod povrchových, odvádí se do jednotné kanalizace.

3 Jak odpadní a dešťové vody likvidovat a využít

Dnes stále častým způsobem likvidace, a to ve staré zástavbě, je společné odvádění odpadních vod s vodou dešťovou vnitřní kanalizací do čistíren odpadních vod, kde jsou tyto odpadní vody vyčištěny tak, aby mohly být vypouštěny do recipientů. Běžnou praxí už je oddílná kanalizace, ve které se dešťová voda odvádí zvlášť. Mezi nejnovější řešení však patří akumulace dešťové vody na pozemku a její zpětné využití. Dešťová voda může být zadržována v retenčních nádržích, a poté regulovaně vypouštěna do veřejné kanalizace. K regulovanému vypouštění nás vedou rizika přehlcení systému, která vznikají velkým množstvím zpevněných ploch.

Znovuvyužití odpadní nebo dešťové vody je podmíněno absolutním oddělením provozní vody od vody pitné. Proto musí být navrženy systémy s odděleným odpadním potrubím, a také odděleným přívodním potrubím. Musí být zamezeno riziku újmy na zdraví lidí.

Z důvodu uvedených rizik bývá provozní voda nejčastěji využívána pro splachování toalet, praní nebo zalévání či kropení. Všechno jsou to spotřeby, při kterých nedochází k přímému kontaktu vody s člověkem. Ve skutečnosti už však dokážeme vyčistit vodu na úroveň vody pitné, a proto ji můžeme použít i ke sprchování. Tato aplikace je vhodná například pro rodinné domy. Je to ideální řešení pro lidi s negativními reakcemi na chlor, který se vyskytuje ve vodě z veřejného vodovodního řádu.

3.1 Využití dešťových vod

Využití dešťových vod je technologicky jednodušší než využití vod šedých, a to z důvodu nižšího znečištění.

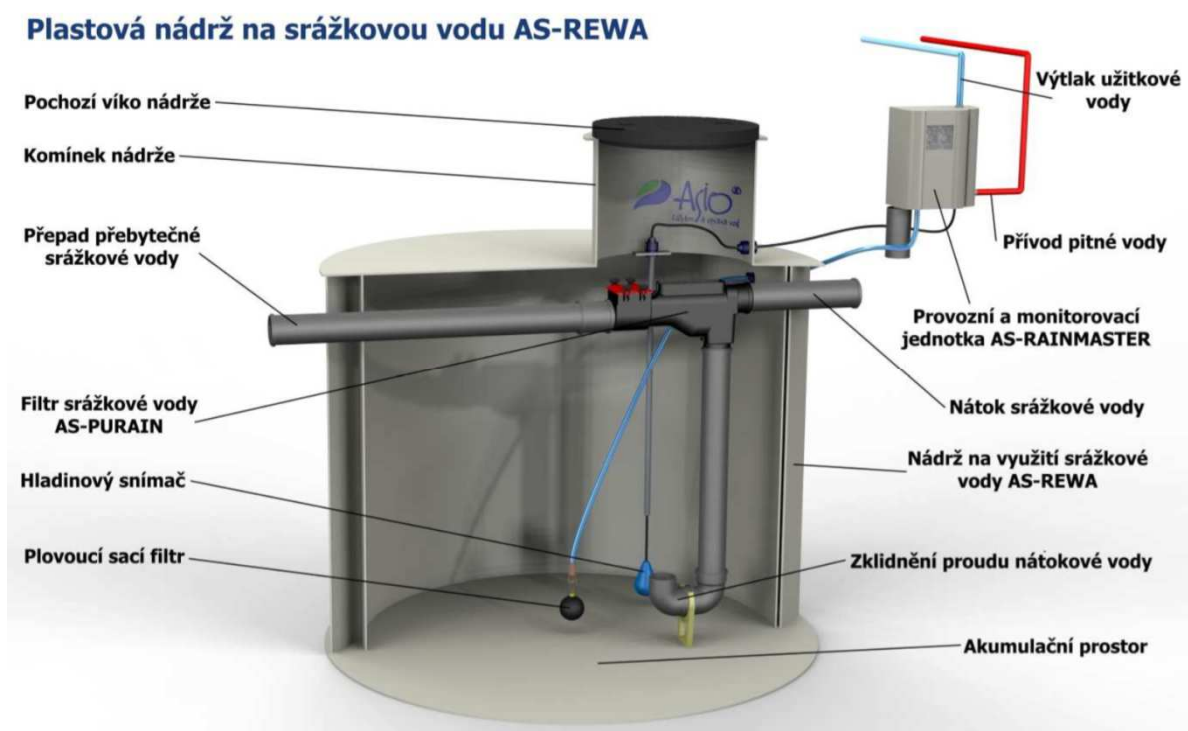
Nejčastější plochy, ze kterých odebíráme srážkovou vodu pro její znovuvyužití, jsou střechy. Množství využitelné srážkové vody je závislé na materiálu střechy (či jiné plochy), a také na sklonu odvodňované plochy. Pro různé materiály jsou dány koeficienty odtoku. S tímto koeficientem, dále s koeficientem účinnosti filtru mechanických nečistot, využitelné plochy a množstvím srážek za rok, je možné stanovit množství využitelné srážkové vody.

I přes nižší znečištění srážkových vod, musí být posouzena jejich přípustnost pro znovuvyužití v závislosti na míře znečištění. Dobře prověřená by měla být voda odebírána z parkovišť, kde hrozí výskyt vysokého znečištění ropnými látkami. Posuzuje se také znečištění na střeše od neošetřených kovových částí.

Prvním opatřením při znovuvyužití dešťové vody je filtr mechanických nečistot, který vodu zbaví naplavenin, jako jsou listy, malé větvičky, kamínky či jiné předměty vyskytující se na odvodňovaných plochách. Potom se voda akumuluje v nádržích a znovuvyužívá nebo natéká do retenčních nádrží, ze kterých je voda vsakována nebo odtéká regulovaně.

Velikost akumulačních nádrží na dešťovou vodu se stanovuje podle potřeby a podle využitelného množství srážkové vody. Dešťová voda by neměla být zadržována déle než 21 dní. Akumulovaná dešťová voda se upravuje UV zářením, které odstraňuje bakterie, a poté může být využita v objektu jako voda provozní. Na obrázku č. 1 je ukázka nádrže na dešťovou vodu od firmy ASIO, spol. s r.o. Nádrž AS-REWA je navržena k využití dešťové vody v objektu. Velmi důležitým prvkem je filtr srážkové vody AS-PURAIN. Výhodou tohoto speciálního filtru je jeho neobvyklý tvar, který zajišťuje samočištění pomocí vodního skoku. Díky tomu může být využito mnohem více vody bez častého čištění filtru uživatelem.

Obrázek č. 1



Zdroj: <http://www.asio.cz/cz/as-rewa>

3.2 Likvidace dešťových vod

Dešťové vody mohou být likvidovány společně s odpadními vodami z objektu. Množství srážkových vod je však často vyšší, než povoluje systém veřejné kanalizace odvést. Zvláště při likvidaci do jednotné kanalizace je většinou nutná retence a regulovaný odtok.

Regulovaný odtok v nádržích je nastaven podle maximálně možného přítoku do kanalizační sítě. Retenční nádrže musí být odvzdušněny a musí být opatřeny bezpečnostním přelivem.

Další možností likvidace jsou vsaky. Vsakovací nádrže musí mít také retenční vlastnosti. Vsakování probíhá přes zatravněnou humusovou vrstvu. Při návrhu vsakovacích nádrží musí být zohledněny vlastnosti půdy. Informace k těmto návrhům jsou získávány z hydrogeologického a hydropedologického průzkumu. Důležitým faktorem je především propustnost. V půdě s velmi nízkou propustností, kterou má například jíla, by musela na

stejný objem srážkové vody, být vsakovací nádrž mnohem větší, než v půdě s lepší propustností, jako je například pískové podloží. Pro návrh vsakování je důležitá vzdálenost hladiny podzemní vody, ta nesmí být blíže, než 1 metr pod dnem nádrže. Návrh nesmí nijak ohrozit jiné zdroje pitné vody. Ukázka vsakovací nádrže je na obrázku č. 2. Jedná se o vsakovací tunel Garantia firmy Nicoll Česká republika, s.r.o.

Obrázek č. 2



Zdroj: <http://www.nicoll.cz/produkty/destova-voda/vsakovani-a-retence/vsakovaci-tunely.html>

Dešťová voda je ve většině případů vhodná ke vsakům do půdy i k vypouštění do povrchových vod. Pokud je k tomuto vypouštění podmíněně přípustná, musí se předčistit.

Pro vsakování nemusí být využity jen uměle vytvořené nádrže. Ve volném prostředí mohou k lepšímu odvodnění sloužit také vsakovací průlehy, rýhy nebo poldry. Průleh je rozlehlý a využívá se v půdách s nízkou propustností. Naopak rýhy jsou liniové a používány na propustnějších místech. Poldry jsou suché retenční dešťové nádrže. Pomáhají s regulací odtoku srážkové vody v určitém území. Zadržují vodu a postupně se vyprazdňují pomocí regulátoru odtoku.

Příkladem přírodního čištění jsou kořenové čistírny neboli umělé mokřady. K čištění v takovém prostředí napomáhají rostliny a jiné mikroorganismy. Nátok do kořenové čistírny musí být vodorovný. Jde o zvodnělou plochu, která i na malém prostoru dokáže pojmout velký objem vody. Kořenová čistírna může být i součástí soukromého pozemku. S dalšími podmínkami je tento způsob čištění vhodný i pro splaškové odpadní vody.

3.3 Využití odpadních vod

Jak již bylo zmíněno výše v přesné definici, odpadní vody jsou vody, které byly použity v objektu. Jelikož odpadní vody umíme rozdělit podle toho, jak byly použity, můžeme je tak efektivně znovuvyužívat.

Základní rozdělení, se kterým se u znovuvyužívání odpadních vod setkáváme, je na vody šedé a černé. Ideální ke znovuvyužívání jsou vody šedé, neboť nejsou tolik znečištěné a jejich čištění a úprava je jednodušší.

Při využití šedých vod je také důležité stanovit, z kterých zařizovacích předmětů budou šedé vody využity. Ideální jsou sprchy, vany, umyvadla. V domácím prostředí jsou vhodné také dřezy. Pro použití mohou být vybrány také odpadní vody z praček, je však důležité dbát na požadavky konkrétních čisticích procesů. Ve většině případů bývá na škodu použití různých přípravků s chlorem. Toto riziko platí i pro využití vody ze dřezů. Chlor nepříznivě ovlivňuje čisticí procesy hubením mikroorganismů. Při aplikaci znovuvyužití odpadní vody v kuchyňských provozech musí být posouzena nutnost použití také odlučovače tuků.

Šedé vody lze upravovat více způsoby. Důležité je stanovit úroveň, na kterou je potřeba vodu vyčistit podle jejího dalšího použití. Nejčastěji je vyčištěná šedá voda použita jako voda provozní. Prvním stupněm je mechanická úprava. Při této úpravě je využita sedimentace nebo filtry k odstranění mechanických nečistot. Mechanické čištění se navrhuje před všemi ostatními úpravami. Průměr propustných částí filtračních zařízení se liší podle toho, jaký následuje způsob čištění. [15]

Chemická úprava spočívá v dávkování chemikálií do odpadní vody, například koagulace. [15] Při koagulaci se účinkem chemických látek sráží nečistoty.

Hlavní podstatou fyzikálních úprav je odloučení nerozpustných látek. K tomuto účelu slouží filtry. Mezi fyzikální úpravy patří také čištění pomocí membrány. [15]

Základem pro biologickou úpravu je dostatek kyslíku. Ten je dodáván do čisticích nádrží pro udržení mikroorganismů v aktivaci. Přírodní organismy pak čistí odpadní vody. Tohoto způsobu čištění využívá například bioreaktor. [15]

Správnou volbou čisticího procesu můžeme dosáhnout čistoty vody dle požadovaných hodnot. Nejběžnějším využitím vyčištěných šedých vod je splachování toalet, zalévání zahrady a praní. V soukromých zakázkách se už lze setkat také s využitím takto upravené vody pro sprchování.

Zatím netradiční je využití žlutých vod. Jejich oddělení od vod hnědých je možné. K tomuto účelu se již vyrábí speciálně upravené zařizovací předměty. Žluté vody obsahují z 95% vodu, zbylá část jsou nutrienty. Přítomný fosfor je velmi prospěšný v zemědělství. Jelikož se předpokládá nedostatek fosforu už do padesáti let, je využívání tohoto běžného lidského produktu jistě zajímavé.

Oddělování žlutých vod dále přináší výhody pro čistírny odpadních vod a obecnou eutrofizaci povrchových vod. Se snížením množství zmíněných nutrientů přivedených do čistíren se sníží náklady na čištění vody. To platí pro veřejné čistírny, ale také pro čistírny domácí. [18]

Kromě využití odpadní vody v jejím objemu, můžeme využít také její teplotu. Teplota vody při sprchování se pohybuje kolem 36°C. To je dost vysoká teplota k tomu, abychom její pomocí mohli předehtvat vodu pro vytápění nebo užitkovou vodu.

Pro předehtev otopné vody je vhodný systém, při kterém se voda ze sprch a umyvadel odvede do technické místnosti a zde předá své teplo pomocí tepelných výměníků vodě otopné. Výměníky se přitom nachází v nádržích pro čištění odpadní vody. Při tomto řešení je však tepelná ztráta vysoká. Druhou možností je využít teplo přímo v místě odtoku odpadní vody. Instalováním malých výměníků přímo pod sprchové vaničky můžeme využít mnohem vyšší teplotu odpadní vody. Při této aplikaci dochází ke ztrátám z důvodu nesoučasnosti průtoku a odběru.

Zmíněná řešení jsou použitelná jen pro jednotlivé objekty. Využití energetického potenciálu je také možné i ve veřejné síti. Výměník lze umístit v kanalizační stoce nebo u čistírny odpadních vod. Při centrálním odběru odpadního tepla je nutné zvážit místo jeho využití. [26]

3.4 Likvidace odpadních vod

Odpadní vody můžeme likvidovat několika způsoby. Tím dnes nejčastějším je odvádění vod do veřejné kanalizace. Veřejnou kanalizací se voda dostane do veřejné čistírky odpadních vod. Druhou možností je obdoba tohoto řešení pro jednotlivé objekty, a to likvidace odpadní vody decentralně pomocí domácí čistírky odpadních vod.

Domácí čistírky jsou dnes už běžným a lehce poříditelným výrobkem. Je však důležité vybrat tu správnou čistírku. Rozdíly jsou v technologiích čištění a v maximálním možném znečištění.

Čistírny odpadních vod domácí i centralizované, se navrhují na počet EO, slovy ekvivalentních obyvatel. Jednotka EO vyjadřuje množství znečištěné odpadní vody, které způsobí jeden člověk za den. Je počítáno se spotřebou 150 litrů odpadní vody na den. Znečištění této vody je stanoveno na 60g BSK₅ za den. Pro čtyřčlennou domácnost je tedy počet EO roven 4. V odlišných provozech je znečištění dáno procentuálním vyjádřením EO. Pro příklad: na žáka ve škole se počítá 0,33 EO.

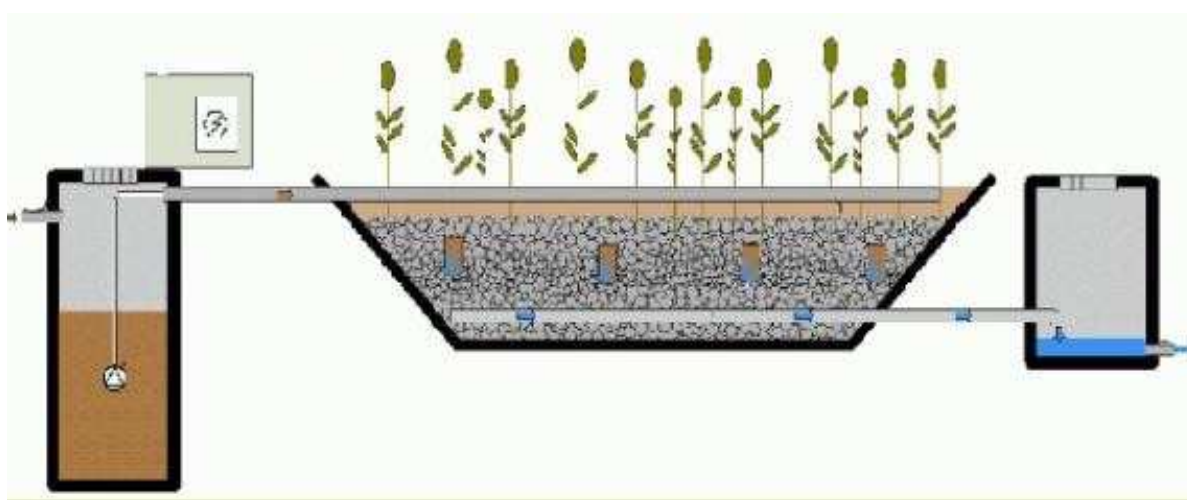
Technologií domácích čistíren existuje několik. Tou nejčastěji užívanou je aktivační čistírna odpadních vod. Do reakční nádrže jsou umístěny mikroorganismy, které odstraňují znečištění. Často jsou tyto čistírny doplněny membránou, která odděluje vyčištěnou vodu od aktivačního kalu. Nevýhodou aktivačních čistíren je snižování výkonu čistírny při nepravidelném nátoky vody. Je nutné dodržovat pravidelnou dodávku a nepoužívat v domácnosti výrobky na bázi chloru. [27]

Další typem domácí čistírny je technologie s nárůstovými kulturami. Kultury jsou přítomny na biodiscích nebo biofiltrech. Tyto čistírny dokáží odolávat nerovnoměrnému zatížení odpadní vodou.

Pro domácí čištění odpadních vod jsou stanoveny hodnoty maximálního znečištění při vypouštění do vod povrchových i podzemních.

Výjimečně se můžeme setkat s vegetační čistírnou. Hlavní myšlenkou této čistírny je filtrace odpadních vod přes vegetaci. Před tímto čištěním musí dojít k mechanickému oddělení nečistot. Schéma kořenové čistírny odpadních vod je na obrázku č. 3.

Obrázek č. 3



Zdroj: <http://www.stavebnik.sk/clanky/korenova-cisticka-odpadovych-vod.html>

Starším, avšak někdy nezbytným způsobem likvidace odpadních vod, je použití septiků a akumulačních nádrží. Pokud jsou dnes instalovány nové septiky nebo akumulační nádrže, děje se tak v místech bez možnosti napojení na veřejnou kanalizaci. Jedná se převážně o objekty rodinné rekreace a horské chaty.

Septik je vícekomorová podzemní nádrž na odpadní vodu. V septiku jsou odstraněny především mechanické nečistoty. V jednotlivých komorách nečistoty sedimentují, a poté vytéká částečně vyčištěná voda přepadem. Dále se může voda vyčistit domácí čistírnou odpadních vod a podle požadavků vypouštět do podzemních nebo povrchových vod. Pokud objekt neužívá domácí čistírnu odpadních vod a nebylo mu povoleno vypouštět odpadní vody ze septiku, musí se odpadní vody vyvážet.

Akumulační nádrž, jak už název napovídá, odpadní vody pouze akumuluje. Odpadní vody se pak musí vyvážet stejně jako ze septiku bez domácí čistírny. Nevýhodou těchto způsobů likvidace je vysoká cena za vyvážení.

Další možností likvidace a zároveň využitím je použití odpadní vody pro závlahu. Použití nevyčištěné odpadní vody je jistě kontroverzní téma. Zmíněné řešení je nejen způsobem pro likvidaci odpadní vody, ale také může pomáhat s nedostatkem vody.

Podle vodního zákona lze vypouštění odpadních vod do vod podzemních povolit výjimečně, a to za určitých podmínek. Vypouštěná voda musí splňovat parametry maximálně možného znečištění, které stanovuje vodoprávní úřad. Obdobné podmínky platí pro vypouštění odpadních vod do vod povrchových. Na zachování dobrého stavu povrchových i podzemních vod dohlíží vodoprávní úřad. [1]

Pokud však nedojde ke kontaktu odpadní vody s vodami povrchovými nebo podzemními povolení vodoprávního úřadu není potřeba. [1]

4 Proč bychom měli znovuvyužívat odpadní vody?

První povinný krok pro hospodaření s vodou nám udává legislativa. Konkrétně ve vyhláškách č. 501/2006 Sb. (ve znění Vyhlášky č. 269/2009 Sb.) a č. 268/2009 Sb. Ty nám stanovují povinnost, jak nakládat s dešťovou vodou. Preferovanou možností je vsakování. Tento způsob likvidace nijak nezatěžuje veřejnou kanalizaci ani čističky odpadních vod. Zároveň se do půdy dostává dostatek závlahy. Pro uživatele je samozřejmě výhodou, pokud je tato voda předtím využita v objektu. Pro čištění a uskladnění dešťové vody jsou mnohem menší nároky a požadavky než pro vodu splaškovou.

Vsakování je samozřejmě možné i pro splaškové odpadní vody. Podle posouzení vodoprávního úřadu je však nutné splaškové vody před vsakováním předčistit. S tímto způsobem likvidace splaškových vod odpadají uživatelům poplatky za odvod a čištění odpadních vod.

Pokud vsakování na pozemku není možné, udávají vyhlášky druhou možnost, a to vodu zadržet a regulovaně vypouštět do oddílné kanalizace. Tímto způsobem stále není zatěžována čistička odpadních vod. Dešťová voda je však odváděna od místa, kam původně dopadla.

V případě, že ani jedna z předchozích možností není realizovatelná, stanovují vyhlášky likvidaci regulovaným odpouštěním do kanalizace jednotné. To je zatím u starších staveb běžné řešení, kterému se však v nových projektech snažíme vyhnout.

Ať už je odpadní voda vypouštěna do jednotné nebo oddílné kanalizace, je často nutné stanovit regulaci tohoto odtoku. Důvodem toho je přehlcení kanalizací v oblastech se stále se zvyšující urbanizací.

Jak už bylo řečeno dříve, pokud se dešťová voda odvádí kanalizací, jednotnou nebo oddílnou, narušuje to přirozený koloběh vody. Dalším důvodem, proč začít nakládat s vodami jinak, je ekologie. Z tohoto hlediska je nejlepším řešením zbavovat se vody přímo na pozemku. Odvádění dešťové vody kanalizací negativně narušuje také recipienty. Ovlivňuje to jejich tok, a také rozlévání do krajiny. Problémem jsou zvláště přívalové srážky,

při kterých se musí z vysoce urbanizovaného území odvést velké množství vody za krátký čas. Kanalizace je tak rychle přehlcená a může dojít k povodňovým stavům. [28]

Systémy pro znovuvyužívání odpadních vod jsou dnes kladně hodnoceny některými systémy pro certifikaci budov. Certifikace hodnotí budovu jako celek v požadavcích trvale udržitelné výstavby. Tato výstavba se zaměřuje na ekonomický a sociální pilíř a také na životní prostředí. Znovuvyužití odpadní vody tak může přispět pro získání co nejlepšího hodnocení. Body za hospodaření s vodou do celkového hodnocení budovy dávají například certifikáty Breeam a Leed.

Dalším nezanedbatelným důvodem jsou finance. Cena pitné vody se neustále zvyšuje. S dalšími očekávanými nárůsty ceny se jistě systémy pro znovuvyužívání vody stanou žádanějšími.

4.1 Spotřeba vody

Spotřeba vody je hodnota, která se neustále mění. Její výše je ovlivněna geografickým místem, kde je měřena, přístupem lidí k vodě, ale také provozem. Při sprchování v domácnosti proteče méně vody než při sprchování v hotelu. Zároveň však je vyšší spotřeba vody pro sprchování v pěťhvězdičkovém hotelu, než v hotelu tříhvězdičkovém. [24]

Prvním krokem k lepšímu hospodaření s vodou je informovanost uživatelů. Z tohoto důvodu firmy nabízející systémy pro znovuvyužívání uvádějí denní spotřebu pitné vody na osobu. Tyto hodnoty jsou však uváděny různě. V následující tabulce č. 2 jsou porovnány hodnoty denních činností z několika zdrojů.

Tabulka č. 2

Zdroj	ASIO, spol. s.r.o.	www.pvk.cz	www.koncept-ekotech.com	Publikace: Přírodní čištění a využívání vody v rodinných domech a rekreačních objektech
Činnost	l/osoba/den	l/osoba/den	l/osoba/den	l/osoba/den
Koupání, sprchování	44	40	48,1	45
Tělesná hygiena	9	6		10
Mytí nádobí	9	8	7,8	14
Vaření	3		6,5	7
Pití		2	-	9
Ostatní	8	4	-	9
Splachování toalety	46	25	40,3	37,5
Úklid	-	16	5,2	6
Praní prádla	17		16,9	17
Zalévání zahrady	11	5	5,2	-
Mytí auta	3	-	-	-
Celkem	150	106	130,0	145,5
Množství využitelné vody	62	54	55,9	69

Zdroj: vlastní zpracování dle [24, 42, 20, 14]

Jako první jsou uvedeny hodnoty firmy ASIO, spol. s. r. o. z článku Čištění šedých vod a možnost využití energie z nich. Článek byl vydán v roce 2012. Další hodnoty uvádí Pražské vodovody a kanalizace na svých webových stránkách pro rok 2015. Třetí hodnoty k porovnání byly převzaty z webových stránek Koncept ekotech z článku Jaké jsou další možnosti využití šedé vody? Článek je z roku 2015 a uvádí, že hodnoty jsou stanoveny dlouhodobými evropskými statistikami. Poslední uvedené hodnoty byly převzaty z publikace vydané v roce 2008. V knize jsou dány intervaly pro jednotlivé činnosti, do tabulky byly použity jejich střední hodnoty.

Z tabulky vyplývá, že hodnoty spotřeby vody uváděné statistikami nebo společnostmi jsou vyšší, než skutečně odvedené vody do domácností. Vyšší hodnoty pak samozřejmě stanoví i vyšší množství využitelné vody a tím se pak stanoví i rychlejší návratnost, která by pak při reálné instalaci neplatila. Pro stanovení přesné spotřeby vody v domácnosti a získání informace o tom, kolik vody je skutečně šedé je samozřejmě nejlepším řešením instalovat samostatné vodoměry na jednotlivé zařizovací předměty. To je však velmi nákladné.

4.2 Cena vody

Cena vody je určitě velmi podstatným článkem v rozhodovacím procesu, zda aplikovat systém pro využití odpadní vody nebo ne. U nás je cena vody stále přijatelná, ale historie jejího zvyšování jasně ukazuje přímou vzestupnou tendenci. S dalším zvyšováním ceny začíná být znovuvyužívání odpadní vody a tudíž úspora vody pitné velmi aktuální.

V následující tabulce č. 3 je uveden vývoj cen vodného a stočného pro domácnosti v Praze. Informace o cenách v tabulce jsou převzaty z www.pvk.cz.

Z uvedené tabulky je zřejmé, jak je nárůst ceny rychlý. Do budoucna můžeme předpokládat jen další zvyšování. Jako doplňující informaci bych ráda uvedla, že do konce roku 1990 byla cena za vodné a stočné 80 haléřů za m³.

Tabulka č. 3

Období	Vodné	Stočné	Celkem	Zdražení
	[Kč/m ³]	[Kč/m ³]	[Kč/m ³]	[Kč]
1.1.1998 - 31.1.1999	14,62	11,57	26,19	
1.2.1999 - 31.12.1999	16,81	13,14	29,95	3,76
1.1.2000 - 31.12.2000	18,64	13,99	32,63	2,68
1.1.2001 - 31.12.2001	19,77	15,33	35,1	2,47
1.1.2002 - 31.12.2002	20,65	17,12	37,77	2,67
1.1.2003 - 31.12.2003	20,72	17,85	38,57	0,8
1.1.2004 - 31.12.2004	21,95	19,48	41,43	2,86
1.1.2005 - 31.12.2005	22,79	19,96	42,75	1,32
1.1.2006 - 31.12.2006	23,51	20,85	44,36	1,61
1.1.2007 - 31.12.2007	26,74	22,93	49,67	5,31
1.1.2008 - 31.1.2008	27,76	23,81	51,57	1,9
1.2.2008 - 12.1.2009	28,54	24,47	53,01	1,44
13.1.2009 - 31.12.2009	30,04	25,08	55,12	2,11
1.1.2010 - 31.12.2010	30,63	25,88	56,51	1,39
1.1.2011 - 31.12.2011	34,39	26	60,39	3,88
1.1.2012 - 31.12.2012	38,05	28,3	66,35	5,96
1.1.2013 - 31.12.2013	43,02	31,33	74,35	8
1.1.2014 - 31.12.2014	43,84	32	75,84	1,49
1.1.2015 - 31.12.2015	44,71	32,94	77,65	1,81
1.1.2016 - 31.3.2016	44,14	34,86	79	1,35
1.4.2016	46,75	38,43	85,18	6,18

Zdroj: vlastní zpracování dle [43]

5 Příklady

5.1 Vzdělávací a poradenské centrum Otevřená zahrada

Obrázek č. 4



Zdroj: <http://www.otevrenazahrada.cz/Pasivni-budovy/Provoz.aspx>

Otevřená zahrada slouží jako vzdělávací a poradenské centrum Nadace Partnerství v Brně. Tvoří jej dvě pasivní budovy a přírodní zahrada. Obě budovy se vyznačují trendy dnešní moderní výstavby. Původní budova byla přestavěna do pasivního standardu. Nově vystavěná budova byla navržena tak, aby její provoz byl co nejúspornější. [45]

V projektu je využívána dešťová voda pro splachování toalet a zavlažování zahrady. Dále vyčištěná voda slouží pro vzdělávací prvek vodní tok. Objem nádrží v areálu je 45 m³. Úspora pitné vody je spočítána na 60%.

Šedá splašková voda je z objektu odváděna do mokřadu na pozemku objektu, který slouží k jejímu čištění. [29]

Obrázek č. 5



Zdroj: <http://www.otevrenazahrada.cz/>

5.2 Hotel Mosaic House

Hotel Mosaic House v Praze je velmi ekologickou stavbou. V problematice znovuvyužívání šedé vody je teprve první v České republice a je také druhou instalací na světě, která z tohoto systému využívá také tepelnou energii. [34]

Obrázek č. 6



Zdroj: <https://www.mosaichouse.com/>

Za svůj ekologický přístup dostala tato stavba několik ocenění. Jedním z nich je například certifikát BREEAM In-Use “Excellent”. Úspora pitné vody v objektu činí od června 2010 4136,8 m³. Množství uspořené pitné vody je možné sledovat na webových stránkách hotelu. [35]

5.3 Exteriérová vertikální zahrada - pilotní projekt nové alternativy pro městskou zeleň

Novým projektem, který spadá do hospodaření s dešťovou vodou s pozitivním přínosem pro vysoce urbanizovaná prostředí, je realizace vertikální zahrady. Jedná se o zahradu instalovanou na fasádu domu, což je z hlediska nedostatku místa pro zeleň ve městech velmi dobrou alternativou.

Zahrada je k fasádě instalována na samostatnou nosnou konstrukci. Ta je od fasády odsazena kvůli provětrání. Ke konstrukci je připevněna geotextilie, která je členěna na kapsy. Substrát se sazenicemi je umístěn do kapes. Pro tento druh instalací je důležitý výběr vhodných rostlin. [21]

Obrázek č. 7



Zdroj: <http://www.pocitamesvodou.cz/exterierova-vertikalni-zahrada-pilotni-projekt-nove-alternativy-pro-mestskou-zelen>, autor fotografie: Petr Kohout

6 Vize

Dnešní cíle vodohospodářských záměrů směřují k uživatelům a veřejnosti obecně. Pro rozšíření problematiky je nutné informovat. Obzvláště důležité je to v geografických podmínkách, ve kterých se nachází Česká republika, a to z důvodu aktuálního dostatku pitné vody. Zvyšování ceny jistě vidí i obyvatelé u nás, ale je nutné rozšířit také ekologickou podstatu a nutnost věci. Navíc sucho, které zastihlo i naši republiku, zaznamenali všichni. Více praxe, více projektů a větší zájem zvýší nabídku systémů, a tím také sníží pořizovací náklady. Tak se návratnost investic stane přijatelnou.

Dnes již existují realizace systémů hospodaření s vodou, jsou však mnohem častěji využívány nadšenými vlastníky rodinných domů. Krokem kupředu by jistě byla aplikace zmíněných systémů více do veřejného sektoru. Využívání šedé vody v hotelích, ve studentských kolejích nebo ubytovnách je velmi výhodná investice. Provoz je stálý a spotřeba šedé vody je srovnatelná s potřebou vody provozní. Zároveň je spotřeba tak vysoká, že návratnost investic je nižší než u rodinných domů.

Dalším podstatným cílem je hospodaření s dešťovou vodou ve vysoce urbanizovaném území. Tomuto tématu se 23. února 2016 v Praze věnovala mezinárodní konference Počítáme s vodou. Sešli se na ní účastníci z Německa, Slovenska a České republiky. Hlavním cílem konference bylo ukázat, jak je možné nakládat s dešťovou vodou ve městech i obcích.

Podstatou řešení tohoto problému je řešit město jako celek a vytvářet urbanistické koncepty spojené s okolím. Město Praha zatím takovéto projekty nemá. Pražský zastupitel Matěj Stropnický na zmíněné konferenci uvedl absenci řešení hospodaření s vodou a špatná protipovodňová opatření. Naopak v Bratislavě už nějaké úspěchy mají. Ze tří zúčastněných zemí je na tom nejlépe Německo. Tam už zúročují úspěchy po dvaceti letech hospodaření s vodou.

Finanční výpomoc při realizaci systémů hospodaření s vodou je jistě dobrá motivace. Operační program životní prostředí vypisuje výzvy k čerpání dotací pro hospodaření s vodou. [22]

7 Aplikace v projektu

Základní myšlenkou pro projekt bylo znovuvyužít šedou odpadní vodu, které ve vybraném objektu vzniká velké množství. Dále pak využít dešťovou vodu z rozsáhlé plochy střechy. V koncepci řešení je zahrnuto využití pozemku.

Pokud má investor zájem o aplikaci systému na hospodaření s vodou, účelem tohoto rozhodnutí bývá úspora financí. Zároveň je vysokým požadavkem rychlá návratnost investic. Dnes nám známá řešení a možnosti mohou být navrhovány v několika stupních. Záleží na míře vstupních investic a také možnostech objektu. V některých případech jsou také nutné velké zásahy do samotné konstrukce stavby nebo také jejích dispozic.

7.1 Nízké investice

V některých případech jsou vhodné pouze úpravy nebo výměny zařizovacích předmětů. Jedná se především o zásahy do již existujících objektů. I takovéto malé změny mohou mít však značný vliv na úsporu vody. Zmíněné výměny zařizovacích předmětů se nejvíce vyplatí v provozech s velmi častým užíváním daných předmětů, jako jsou například divadla, motoresty nebo sportovní haly.

7.1.1 Perlátory

Perlátory jsou speciální hlavice se sítím, které mohou uspořit 20 - 30% vody. Mohou se aplikovat jak do sprchovacích hlavic, tak do výtokových armatur v umyvadlech. V projektu byla celková spotřeba pitné vody ve sprchách přepočítána o 25% nižší.

7.1.2 Duální splachovače

Výše úspory u duálních splachovačů závisí na uživatelích a jejich přístupu k užívání těchto opatření. Pokud porovnáme spotřebu klasické nádržky na vodu u toalet, což bývá 10 litrů, s množstvím, které spotřebovávají nové splachovače, u duálních to bývá 3 litry nebo 6 litrů, může být úspora opravdu značná. Pohybuje se v rozmezí 40 - 70%.

V řešeném projektu je započítána nižší hranice doporučených úspor, a to 40%. Důvodem je předpoklad vyšší spotřeby vody ve veřejných budovách, ke kterému obecně dochází. Úspora 40% je stále velmi významná a návrh pozitivně ovlivní.

7.2 Dešťová voda

Množství úspory při použití dešťové vody závisí na velikosti odvodňovaných ploch. Speciálně ploch, ze kterých se dešťová voda může využít. Pro tyto účely nejlépe slouží střechy. Dalším důležitým parametrem je materiál a sklon střechy. Znovuvyužití dešťové vody je technicky jednoduché, spočívá ve správném odvodnění a péči o filtr mechanických nečistot. Ačkoli můžeme dešťovou vodu skladovat až 21 dní, nesoučasnost odběru a přítoku je velkou nevýhodou.

Pokud chceme využívat dešťovou vodu v objektu, je její úprava snadná, ještě jednodušší je využít srážkovou vodu pouze pro zalévání. V tomto případě je nutný dobrý návrh retenční nádrže.

V projektu je využita část srážkové vody a zbylá část je odvedena do vsakovacích nádrží.

7.3 Šedá voda

Znovuvyužívání šedé vody v objektech má silnou podporu v bilancích spotřeby pitné vody a potřeby vody provozní. Zmíněné dvě hodnoty jsou často velmi blízké a zároveň je výhodná současnost nátoků a odběru. To umožňuje kvalitnější návrh čistících systémů a také jejich lepší využití. Pro čištění šedých vod se navrhuje dvě nebo tři nádrže. Pro systém je dobré, pokud voda v nádržích nestojí, čemuž zamezuje právě současnost nátoků a odběru.

Velmi důležitou podmínkou pro použití šedé vody je naprosté oddělení vedení vody provozní od vody pitné. Naprostou samozřejmostí jsou oddělená potrubí. Důležité je však také zamezit jakémukoli zpětnému toku, který by mohl způsobit kontaminaci pitné vody.

Inovací je v tomto směru systém pro čištění vody na úroveň vody pitné. Takto vyčištěná voda má hodnoty v kvalitě vody pitné, ale není určena pro spotřebu v kuchyni. Výhodou takto kvalitního systému čištění je použití vody pro sprchování. Důležité je však striktní dodržení užívání jednotlivých zařizovacích předmětů. Zároveň se tímto řešením snižují náklady na provedení projektu, zvláště pro stávající objekty. Druhé potrubí je nutné jen pro kuchyň a zařizovací předměty, jež jsou určeny pro pitnou vodu.

V řešeném projektu bylo spočítáno množství spotřeby provozní vody srovnatelné s potřebou vody provozní. Pro ověření možností nesoučasnosti nátoků a spotřeby byla stanovena bilance vody v kritických dnech. Tímto výpočtem byl zjištěn možný nedostatek provozní vody, který je v projektu řešen využitím dešťové vody. V následující tabulce č. 4 jsou shrnuty jednotlivé spotřeby a potřeby vody v řešeném objektu.

Tabulka č. 4

Navržená spotřeba vody v objektu	Celkem [m ³ /rok]	Celkem [m ³ /den]	Druhy obsažených vod a jejich množství			
			Šedá - umyvadla, vany, sprchy [m ³ /rok]	Šedá - pračka [m ³ /rok]	Černá [m ³ /rok]	Šedá s olejem - dřezy, myčky [m ³ /rok]
SUMA SPOTŘEBOVANÉ VODY ZA ROK	2337,890		910,159	94,595	865,843	186,031
POTŘEBA PROVOZNÍ VODY ZA ROK	960,438			94,595	865,843	
POTŘEBA PROVOZNÍ VODY ZA DEN	školní rok	3,228				
	léto	1,653				
PRODUKCE ŠEDÉ VODY ZA ROK	910,159		910,159	94,595		186,031
PRODUKCE ŠEDÉ VODY ZA DEN	školní rok	3,979				
	léto	1,308				

Zdroj: vlastní výpočty

V projektu není voda využita pro sprchování, protože bilance spotřeby vody pro splachování je srovnatelná s potřebou vody provozní. A z důvodu toho, že uživatelé objektu jsou především děti.

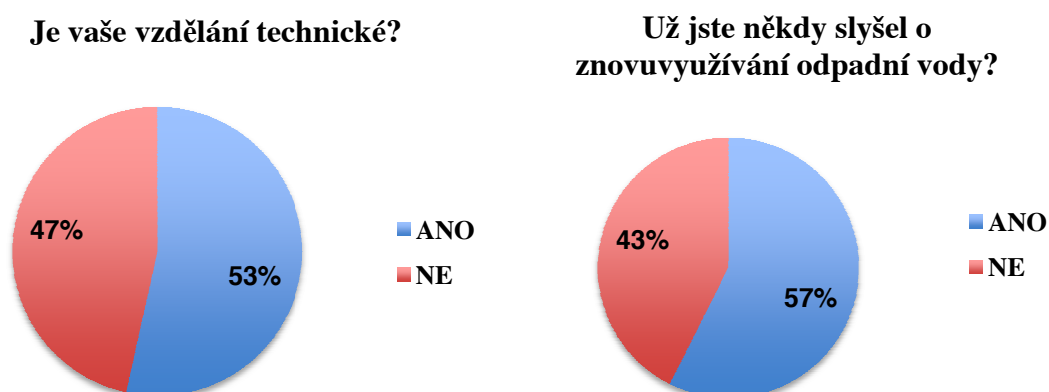
Veškeré podrobnosti k výpočtům v projektu jsou uvedeny v technické zprávě.

8 Dotazník

Pro doplnění diplomové práce byl vytvořen dotazník na téma využití odpadní vody. Podmětem pro vytvoření dotazníku bylo již samotné téma. Zajímalo mne, na kolik je znovuvyužívání odpadní vody v povědomí veřejnosti. Další velmi důležitou otázkou dotazníku je, zda by si respondenti nechali systémy pro znovuvyužívání odpadní vody instalovat do svých domácností. Na dotazník odpovědělo celkem 116 respondentů. Přes 53% dotázaných je technického vzdělání a necelých 64% jsou ženy. Mezi respondenty jsou zahrnuty všechny věkové kategorie od 25 až do 65 let. Zde jsou některé postřehy získané z dotazníku. Celý dotazník je přílohou č. 1.

8.1 Vyhodnocení dotazníku

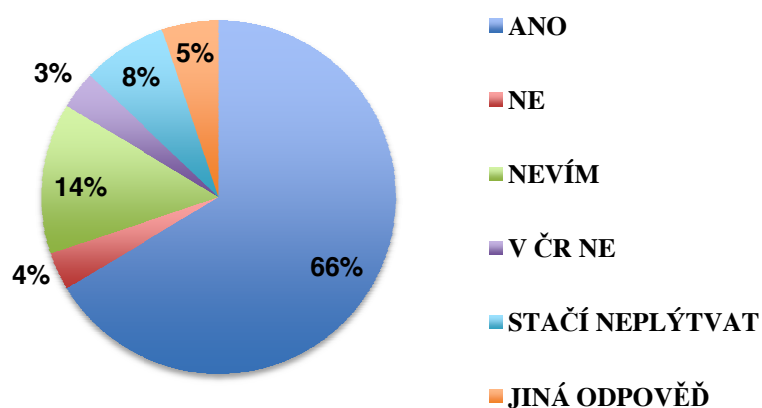
První graf znázorňuje rozdělení respondentů podle toho, zda mají technické vzdělání. Druhý graf poté ukazuje, zda lidé bez technického vzdělání už někdy slyšeli o znovuvyužívání odpadní vody.



Nadpoloviční informovanost lidí o tom, že lze využívat odpadní vody je velmi dobrým výsledkem. Pokud se tyto informace rozšiřují mezi veřejnost, můžeme očekávat ještě větší zájem o doplňující informace, jak tyto systémy fungují a případně také zájem o jejich aplikace.

Odpovědi na otázku, zda je nutné využívat odpadní vody, jsou zobrazeny v následujícím grafu.

Myslíte si, že je nutné znovuvyužívat odpadní vodu?

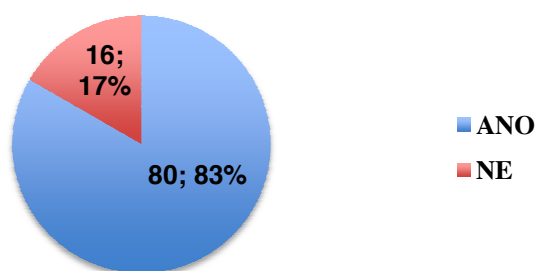


Odpovědi na výše uvedenou otázku jsou pozitivní pro vývoj znovuvyužívání odpadní vody. Z uvedených procent z druhého a třetího grafu lze vyčíst, že také lidé, kteří ještě o možnostech znovuvyužívání ještě neslyšeli, si myslí, že je to nutné. Předpokládám, že je to způsobeno zvyšováním ceny pitné vody a informovaností o vysychání vodních zásobáren.

Respondenti, kteří měli jinou odpověď, reagovali tak, že využití odpadní vody není nutné, ale je dobré nebo záslužné. Jeden respondent by využíval odpadní vodu pro zalévání, ale ne uvnitř budov, tato investice je podle něj nenávratná, dále zmiňuje šednutí zařízovacích předmětů.

Na otázku, zda se respondenti snaží šetřit vodou v domácnosti, jsem získala celkem 83 % kladných odpovědí. Málokdo však šetří vodou jinde, než doma. Mezi nejčastější odpovědi, jakým způsobem doma šetří vodou, patřilo: sprchování, využívání perlátorů, pákových baterií, duálních splachovačů, sprchování místo koupání, užívání myčky a pračky s nižší spotřebou vody. Následující graf ukazuje, kolik procent lidí, kteří v domácnosti vodou šetří, by si nechali systém instalovat doma.

Nechali byste si instalovat systém pro využití odpadní vody v domácnosti?



Z celkových 116 odpovědí, je těchto 83% kladných odpovědí z uvedeného grafu 80 lidí. Tato pozitivní bilance velmi přispívá k možnosti rozšíření systémů pro znovuvyužití odpadní vody.

Ze 116 odpovědí jich bylo celkem 83,6% kladných na otázku, zda by se ubytovali v hotelu, kde znovuvyužívají odpadní vody. Do domácnosti by si však tento systém nechali nainstalovat pouze 80,2%. Následující graf ukazuje, kolik lidí by se sice ubytovalo v hotelu se zmíněným systémem, ale do své domácnosti by jej nechtělo. Odpovědí s touto kombinací je celkem 12.



Jako podmínky pro aplikaci systému do domácnosti respondenti nejčastěji uváděli cenovou dostupnost a návratnost investice. Dále pak uváděli zdravotní nezávadnost. Několik respondentů by si chtělo nejdříve udělat vlastní představu o systémech čištění a zjistit si, jak vše funguje. Několikrát bylo také zmíněno omezení využití pouze pro splachování WC nebo zalévání zahrady.

Pokud respondenti odpovídali záporně na otázku uvedení systému do domácnosti, jako nejčastější důvod uváděli nedostatek informací o způsobech čištění a vysoké investice.

Závěrem k tomuto dotazníku bych ráda uvedla, že ačkoli byli často respondenti seznámeni s možností systémů na využití odpadních vod, konkrétní informace postrádají a v některých případech jim to brání v užívání nebo zakoupení těchto systémů.

Výsledky dotazníku ukázaly na obecnou povědomost o tématu využití odpadní vody, na skutečné a běžné uvádění do provozu však čekáme.

Závěr

Diplomová práce se zabývá zpětným využitím odpadních vod. V teoretické části byly popsány druhy vod, kterými se při znovuvyužívání odpadních vod zabýváme. Dále byla v práci zmíněna legislativa, kterou se při návrhu systémů pro zpětné využití odpadních vod musíme řídit. Autorka práce se zabývala možnostmi likvidací a znovuvyužitím vod dešťových a vod odpadních. Z práce vyplývá, že pro znovuvyužití odpadních vod v občanské stavbě jsou ideální vody dešťové a vody šedé.

V rámci práce byly uvedeny důvody, proč bychom se měli zpětným využitím odpadních vod zabývat. Tím podstatným důvodem pro potenciálního uživatele je možná finanční úspora při dnešním výrazném zdražování ceny za pitnou vodu. Do povědomí veřejnosti se však už také dostávají ekologické důvody, kterým je nutno čelit. Tím velmi podstatným důvodem je vysychání zásobáren pitné vody.

Budoucností pro hospodaření s odpadní a dešťovou vodou je větší informovanost lidí o systémech úpravy a čištění vod a jejich funkcích. Pro představu byly v práci uvedeny tři příklady využití, které dnes fungují v České republice. Úspory vzniklé využitím těchto systémů jsou nezanedbatelné. Dále byla ověřena jejich nezávadnost, o kterou se žadatelé zajímají především.

Ve vybrané občanské stavbě byl navržen systém pro čištění a využití převážně šedé vody. Podrobným výpočtem byly stanoveny bilance spotřeby vody a potřeby vody provozní pro splachování toalet a pro praní. Případný nedostatek vody šedé je pokryt vodou dešťovou. Dále je navržena likvidace dešťové vody na pozemku objektu. V celém objektu bylo navrženo potrubí pro vnitřní kanalizaci a vodovod a byly navrženy jejich dimenze.

Pro vybraný objekt by využití odpadní vody bylo jistě velkou úsporou. Jedná se však o stávající objekt a nutné stavební úpravy, které by byly s případnou realizací spojeny, by převýšily zisk z navrženého systému. Pro daný objekt je tudíž vhodná instalace nových zařizovacích předmětů vybavených možnostmi úspory vody. V tak rozsáhlém objektu by i tato změna měla velký vliv na konečnou spotřebu vody.

Zdroje

Právní normy

- [1] Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)
- [2] Zákon č. 150/2010 Sb., kterým se mění zákon č. 254/2001 Sb., o vodách (vodní zákon) a o změně některých zákonů
- [3] Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů
- [4] Zákon č. 185/2001 Sb., zákon o odpadech a o změně některých souvisejících zákonů
- [5] Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)
- [6] Zákon č. 275/2013 Sb., kterým se mění zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů, a zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů
- [7] 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).
- [8] Vyhláška č. 120/2011 Sb., kterou se mění vyhláška Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích),
- [9] Vyhláška č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody
- [10] Nařízení č. 57/2016 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění odpadních vod a náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod podzemních,
- [11] Nařízení č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech.
- [12] Technická norma TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami
- [13] Technická norma ČSN EN 12056-1 – 5 Vnitřní kanalizace – Gravitační systémy

Odborná literatura

- [14] ŠÁLEK, J., ŽÁKOVÁ Z., HRNČÍŘ P. *Přírodní čištění a využívání vody v rodinných domech a rekreačních objektech*. Brno: ERA, 2008. 21. století. ISBN 978-80-7366-125-0.
- [15] ASIO, SPOL. S.R.O. *100 + 1 aneb o závit dál*. Sborník ze semináře společnosti Asio, spol. s.r.o. Brno: Asio, spol. s.r.o., 2015.
- [16] PLOTĚNÝ, K., ČEJKA, Z., TOMEČKOVÁ, N. A KOL. *Král je mrtev, ať žije král! ... aneb čeká nás nová přísnější legislativa, nové nároky, nové výrobky a nové možnosti řešení při zacházení s odpadními vodami*. Sborník ze semináře společnosti Asio, spol. s.r.o. Brno: Asio, spol. s.r.o., 2016.

Elektronické dokumenty a odkazy

- [17] ASIO, SPOL. S.R.O. *Energie šedých vod*. Brno: Asio, spol. s.r.o. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/energie-sedych-vod>
- [18] ASIO, SPOL. S.R.O. *AS–Urine – Využití žlutých vod*. Brno: Asio, spol. s.r.o. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/as-urine-vyuziti-zlutych-vod>
- [19] Jásek J. a kol. *Vodárenství v Čechách, na Moravě a ve Slezsku*. Praha: Milpo Média s.r.o., 2000. ISBN:80-86098-15-X. Dostupné z: <http://www.pvs.cz/historie/historie-vodarenstvi/>
- [20] KONCEPT EKOTECH S.R.O. *Jaké jsou další možnosti využití šedé vody*. Praha: KONCEPT EKOTECH s.r.o., 2015. Dostupné z: <http://www.koncept-ekotech.com/cs/o-nas/novinky/jake-jsou-dalsi-moznosti-vyuziti-sede-vody>
- [21] NEHASILOVÁ, M., KOHOUT, P. *Exteriérová vertikální zahrada – pilotní projekt nové alternativy pro městskou zeleň*. Praha: Ekocentrum Koniklec, o. s. 2016. Dostupné z: <http://www.pocitamesvodou.cz/exterierova-vertikalni-zahrada-pilotni-projekt-nove-alternativy-pro-mestskou-zelen/>
- [22] NEHASILOVÁ, M., NEHASIL, O. *Co s dešťovou vodou*. Praha: Ekocentrum Koniklec, o. s., 2016. Dostupné z: <http://view.ceros.com/expodata/esb-01-2016/p/21>
- [23] NĚMEČEK, J. *Membránové ČOV – příklad technického řešení nadstandardních odtokových parametrů*. Praha, 2014. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/11695-membranove-cov-priklad-technickeho-reseni-nadstandardnich-odtokovych-parametru>

- [24] PLOTĚNÝ, K., BARTONÍK, A. *Čištění šedých vod a možnost využití energie z nich*. Brno: Asio, spol. s.r.o. 2012. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/153.cisteni-sedych-vod-a-moznost-vyuziti-energie-z-nich>
- [25] PLOTĚNÝ, K. *Využití šedých a dešťových vod v budovách*. Praha, 2013. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/destova-voda/10121-vyuziti-sedych-a-destovych-vod-v-budovach>
- [26] PLOTĚNÝ, K., BARTONÍK, A., PIŇOS, S. *Využití energie z odpadních vod*. Brno: Asio, spol. s.r.o., 2012. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/139.vyuziti-energie-z-odpadnich-vod>
- [27] PLOTĚNÝ, K., UNČOVSKÝ, O. *Zdroje odpadních vod a odpovídající technologie DČOV*. Brno: Asio, spol. s.r.o., 2014. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/246.zdroje-odpadnich-vod-a-odpovidajici-technologie-dcov>
- [28] SAMEK, O. *Motivace k hospodaření s dešťovou vodou*. Praha, 2013. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/destova-voda/9961-motivace-k-hospodareni-s-destovou-vodou>
- [29] SKANSKA, A.S. *Vzdělávací a poradenské centrum Otevřená zahrada. Základní informace o stavbě*. Praha, 2012. Dostupné z: http://www.skanska.cz/cdn-1cf4cd60cca19bc/Global/Produkty_Sluzby/Images/Pozemni_stavitelstvi/DPS-Čechy/Otevřená%20zahrada%20-%20texty_internet.pdf
- [30] <http://www.nicoll.cz/produkty/destova-voda/vsakovani-a-retence/vsakovaci-tunely.html> <http://www.otevrenazahrada.cz/Pasivni-budovy/Provoz.aspx>
- [31] www.asio.cz
- [32] <http://www.asio.cz/cz/as-rewa>
- [33] <https://www.mosaichouse.com/>
- [34] <https://www.mosaichouse.com/cz/ekologie-v-praxi>
- [35] <http://pontos.impact-engineering.cz/english.php>
- [36] <http://voda.tzb-info.cz/vlastnosti-a-zdroje-vody>
- [37] <http://voda.tzb-info.cz/destova-voda/10121-vyuziti-sedych-a-destovych-vod-v-budovach>
- [38] <http://portal.chmi.cz>
- [39] <http://voda.chmi.cz/opzv/bilance/bilance.htm>
- [40] <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky#>
- [41] <http://www.pvk.cz/o-spolecnosti/technicka-a-vyrobni-data/zakladni-informace/upravny-vody/>

- [42] <http://www.pvk.cz/vse-o-vode/pitna-voda/spotreba-vody/>
- [43] <http://www.pvk.cz/vse-o-vode/cena-vodneho-a-stocneho/vyvoj-vodneho-a-stocneho-v-praze/>
- [44] www.ESB-magazin.cz
- [45] www.otevrenazahrada.cz
- [46] www.pocitamesvodou.cz
- [47] www.tzb-info.cz
- [48] www.pvk.cz
- [49] www.pvs.cz

Seznam tabulek

- Tabulka č.1 Roční úhrny srážek v letech 2005 - 2015
- Tabulka č.2 Spotřeba vody při denních činnostech
- Tabulka č.3 Vývoj výše poplatků za vodné a stočné
- Tabulka č.4: Celková produkce šedé vody a potřeba vody provozní

Seznam obrázků

- Obrázek č.1 Nádrž na srážkovou vodu AS-REWA
- Obrázek č.2 Vsakovací tunel Garantia
- Obrázek č.3 Schéma kořenové čistírny odpadních vod
- Obrázek č.4 Vzdělávací a poradenské centrum Otevřená zahrada
- Obrázek č.5 Kořenová čistírna v centru Otevřená zahrada
- Obrázek č.6 Pohled na hlavní fasádu hotelu Mosaic House
- Obrázek č.7 Vertikální zahrada - kapsy v geotextilii

Přílohy

1. Dotazník
2. Technická zpráva
3. Výkresová dokumentace
 - Výkres č.1: Schéma využití odpadní vody
 - Výkres č.2: Situace
 - Výkres č.3: Odvodnění střechy
 - Výkres č.4: Kanalizace – Půdorys 1.PP
 - Výkres č.5: Kanalizace – Půdorys mezipodlaží
 - Výkres č.6: Kanalizace – Půdorys 1.NP
 - Výkres č.7: Kanalizace – Půdorys 2.NP
 - Výkres č.8: Kanalizace – Půdorys 3.NP
 - Výkres č.9: Kanalizace – Půdorys 4.NP
 - Výkres č.10: Schéma svodného potrubí
 - Výkres č.11: Kanalizace - Rozvinutý řez
 - Výkres č.12: Půdorys – Schéma kotelny
 - Výkres č.13: Vodovod – Půdorys 1.PP
 - Výkres č.14: Vodovod – Půdorys mezipodlaží
 - Výkres č.15: Vodovod – Půdorys 1.NP
 - Výkres č.16: Vodovod – Půdorys 2.NP
 - Výkres č.17: Vodovod – Půdorys 3.NP
 - Výkres č.18: Vodovod – Půdorys 4.NP

Dotazník

1. Informace o osobě

- pohlaví:

M

Ž

- věk:

15-25

26-35

36-45

46-55

56-65

více

- Je Vaše vzdělání technické?

ano

ne

2. Už jste někdy slyšel/a o znovuvyužívání odpadní vody v budovách?

ano

ne

3. Myslíte si, že je nutné znovuvyužívat odpadní vodu?

ano

ne

nevím

v České republice ne

stačí neplýtvat

jiná odpověď:

4. Snažíte se v domácnosti šetřit vodou?

ano

ne

Pokud ano, jak? Šetříte vodou i jinde, jak?

5. Ubytovali byste se v hotelu, kde znovuvyžívají odpadní vody?

ano

ne

6. Nechali byste si do domácnosti nainstalovat systém pro znovuvyužívání odpadní vody?

ano

ne

ano, ale s podmínkou:

Pokud ne, proč?

7. Myslíte si, že v České republice existují budovy občanské vybavenosti, které využívají šedou nebo dešťovou odpadní vodu?

určitě ano, několik

ano, ale málo

ne

nevím