

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
FAKULTA STAVEBNÍ**

**KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV**



**ZDRAVOTNĚ TECHNICKÉ INSTALACE  
V HOTELU**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Bc. PETRA MARTIŠKOVÁ**

**Vedoucí diplomové práce :**

**doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.**

**2015/2016**



## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Martišková Jméno: Petra Osobní číslo: 381236  
Zadávací katedra: K125 Technická zařízení budov  
Studijní program: Budovy a prostředí  
Studijní obor: Budovy a prostředí

### II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Zdravotně technické instalace v hotelu  
Název diplomové práce anglicky: Sanitary systems in the hotel  
Pokyny pro vypracování:  
Vypracujte projekt kanalizace a vodovodu pro zadanou budovu. Textová část - technická zpráva, bilanční výpočty, návrh dimenzí potrubí. Výkresová část - půdorysy, svislý řez, podélný řez.

Studie na téma Možnosti využití odpadních vod

Seznam doporučené literatury:

Valášek, Jaroslav a kol.: ZDRAVOTNĚTECHNICKÁ ZAŘÍZENÍ BUDOV. Jaga 2006. ISBN 80-8076-038-1.  
Daniels, Klaus: Technika budov - Příručka pro architekty a projektanty. Jaga 2003. ISBN 80-88905-60-5.  
ČSN 75 5409 Vnitřní vodovody. CNI 2013.  
ČSN 75 6760 Vnitřní kanalizace. CNI 2014

Jméno vedoucího diplomové práce: doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 1.3.2016 Termín odevzdání diplomové práce: 20.5.2016

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

*Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.*

1.3.2016

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů.

V Praze, 20. 5 2016

Bc. Petra Martišková

## **Poděkování**

Tímto bych chtěla poděkovat doc. Ing. Michalu Kabrhelovi, Ph.D. za výborné vedení, cenné připomínky a rady při vypracování diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat panu Ing. Vladimíru Jirmusovi z firmy ASIO spol. s r. o. za poskytnutí odborných rad ohledně využívání odpadních vod. V neposlední řadě patří mé poděkování i firmě Šetelík Oliva s r.o. za poskytnutí stavební dokumentace projektu rekonstrukce hotelu. A nejdůležitější dík patří mé rodině za veškerou podporu, kterou mi během studia poskytli.

## Anotace

<b>Název práce:</b>	Zdravotně technické instalace v hotelu
<b>Autor:</b>	Bc. Petra Martišková
<b>Katedra:</b>	Technických zařízení budov
<b>Vedoucí práce:</b>	doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.
<b>Anotace:</b>	Rámcový obsah této diplomové práce je projektová dokumentace v podrobnosti dokumentace pro provedení stavby řešící zdravotně technické systémy v hotelu. Práce je zaměřena na využití šedé vody z koupelen hotelových pokojů. Práce obsahuje bilanční výpočty, návrh čistírny šedých vod, výkresovou dokumentaci vnitřního vodovodu a kanalizace. Součástí práce je studie na téma možnosti využívání odpadních vod.
<b>Klíčová slova:</b>	zdravotně technická zařízení, vnitřní vodovod, vnitřní kanalizace, odpadní vody, šedé vody

## Annotation

<b>Title:</b>	Sanitary systems in the hotel
<b>Author:</b>	Bc. Petra Martišková
<b>Department:</b>	Department of Microenvironmental and Building Services Engineering
<b>Supervisor:</b>	doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.
<b>Annotation:</b>	General content of the thesis is a project documentation of sanitary systems in the hotel. The thesis is focused on usage of grey water from hotel bathrooms. The thesis contains water balance calculations, grey water cleaning device project, project documentation of house water plumbing and house sewerage plumbing. One part of the thesis is waste water usage study.
<b>Keywords:</b>	sanitary systems, house water plumbing, house sewerage plumbing, waste water, grey water

## Obsah

<b>1. Úvod.....</b>	<b>7</b>
<b>2. Možnosti likvidace a využití odpadních vod .....</b>	<b>10</b>
2.1 Způsoby likvidace odpadních vod.....	11
<b>3. Možnosti využití šedých vod.....</b>	<b>14</b>
3.1 Využívání šedých vod .....	15
3.2 VVýhody, nevýhody, rizika .....	15
3.3 Princip návrhu systému využívání šedých vod v objektu.....	18
3.4 Firmy a trh.....	19
<b>4. Možnosti využití tepla z odpadních vod .....</b>	<b>23</b>
4.1 Využití tepelné energie šedých vod.....	24
<b>5. Závěr.....</b>	<b>25</b>
<b>6. Seznam použitých zdrojů.....</b>	<b>27</b>
<b>7. Seznam obrazových příloh .....</b>	<b>29</b>

## 1. Úvod

Voda. Jedna z věcí, která umožnila vznik života na Zemi. Je součástí naší planety a všech živých organismů na ní. Formuje krajinu, je součástí nejrůznějších technologických procesů, je nezbytná pro fungování organismu, je obnovitelným a ekologickým zdrojem energie. Voda je symbolem života. V blízkosti vody se začaly formovat nejstarší civilizace.

Není pochyb o tom, že je voda pro lidstvo naprosto nezbytná. I přesto má až 18% lidské populace ke kvalitní vodě obtížný přístup. [1]

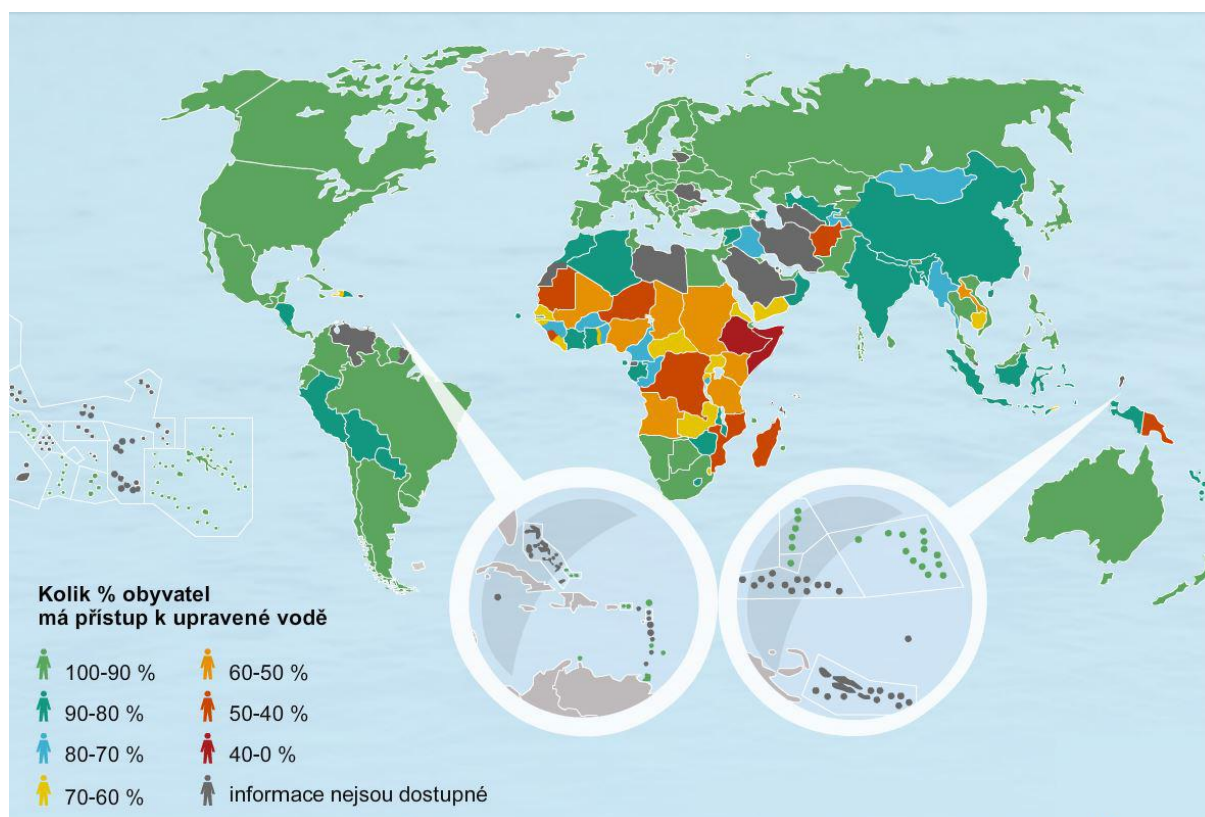
Na Zemi žije v dnešní době asi 7,3 miliard lidí. [2] Každý člověk denně potřebuje vodu na pití, na přípravu jídla, na udržování osobní hygieny a další věci, odvíjející se od životního standardu jedince. Spotřeba vody v domácnostech ale představuje asi pouze 10% z celkové světové spotřeby vody. Až 70% vody je spotřebováno v zemědělství a asi 20% v průmyslu. Spotřeba vody se ale značně liší v závislosti na vyspělosti konkrétního státu. Největším spotřebitelem vody na světě jsou Spojené státy americké, kde se spotřeba pohybuje až kolem 350 l/os.den. Ve státech Západní Evropy spotřeba vody dosahuje asi 150 – 200 l/os.den a v České republice je to kolem 120 l/os.den, přičemž v posledních letech se u nás tato hodnota pomalu ale trvale snižuje. [3] Tato čísla vyjadřují tzv. specifickou spotřebu vody, což je průměrná spotřeba vody přepočtená na jednu osobu a jeden den, zahrnující i vodu spotřebovanou v průmyslu. [4] Hygienické minimum vody deklarované Světovou zdravotnickou organizací je 100 l/os.den, v rozvojových státech se ale specifická spotřeba vody pohybuje pouze okolo 10 l/os.den. [1]

Na Zemi je asi 1,4 mld. km<sup>3</sup> vody. Ne všechna voda je ale využitelná jako pitná. Ve skutečnosti je to jen velmi malá část celkového objemu vody na Zemi. Voda tvoří asi 75% veškerého zemského povrchu. Z toho připadá asi 97% na slanou vodu v oceánech a mořích a jen 3% tvoří sladká voda. [5] Aby se slaná voda pitnou stala, musí nejdříve projít procesem, který se nazývá odsolování. Odsolování je možné provádět několika způsoby, např. destilací, reversní osmózou či vymrazováním. Tyto procesy jsou ale energeticky velmi náročné a jsou využívány jako krajní řešení v oblastech s nedostatkem pitné vody, např. v některých částech Afriky. [6]

Sladká voda se na Zemi nachází v několika podobách. Povrchová a atmosférická voda tvoří asi 0,4% z celkového množství sladké vody. Dále můžeme sladkou vodu na Zemi nalézt jako součást permafrostu (0,8%), jako podzemní vody (30,1%) a ledovce (68,7%). [5]

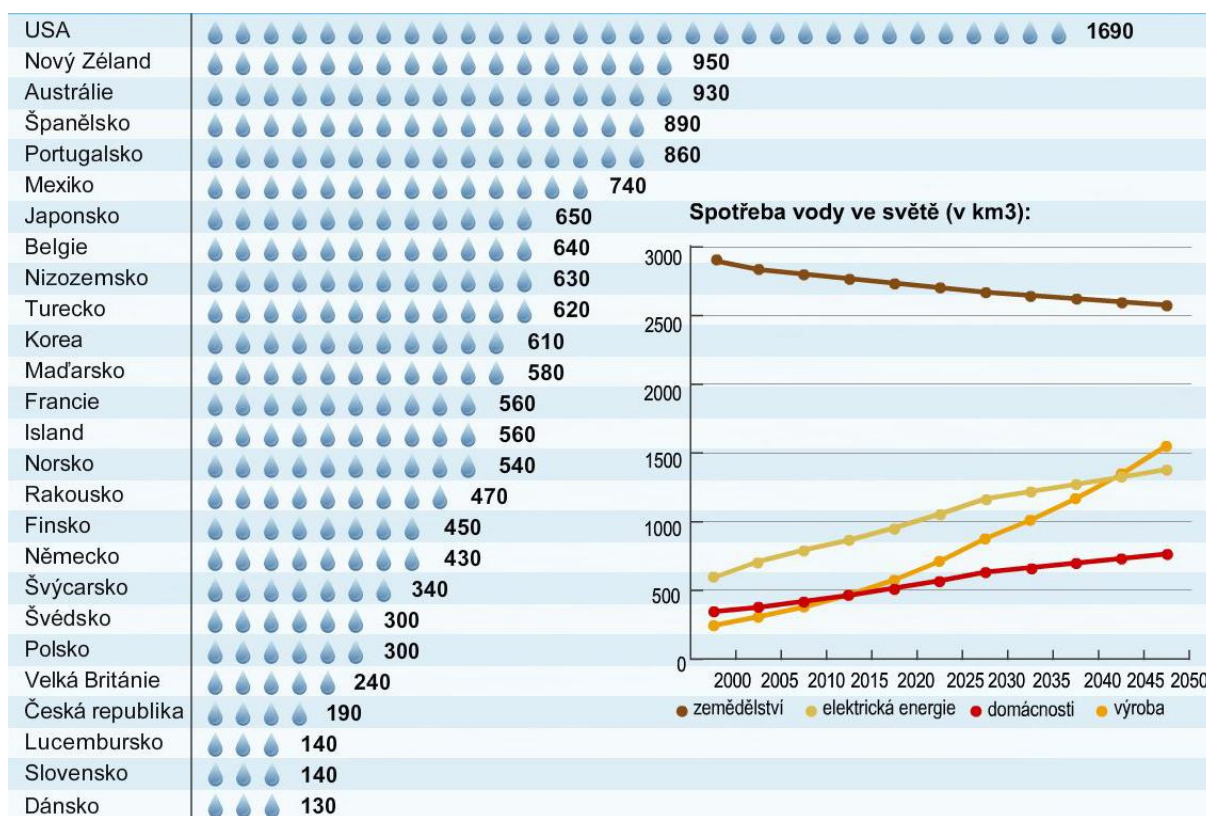
Ve vyspělých zemích je voda brána jako běžná věc, ačkoli v některých částech světa je jí nedostatek (obr. 1). Nedostatek vody může být příčinou konfliktů, nemocí, apod. Naše životní nároky se neustále zvyšují, spotřeba vody ve světovém měřítku roste (obr. 2) a je využívána především voda pitná a to i tam, kde by bylo naprosto dostatečné využívat vodu nižší kvality.

Na druhou stranu lze ale pozorovat trend nejrůznějších úsporných řešení v oblasti přírodních zdrojů. Jedná se především o úsporná opatření týkající se spotřeby energie, snahu využívat obnovitelné zdroje energie a celkově se chovat šetrněji k přírodě a přitom si udržet životní standard, na který jsme zvyklí.



Obr. 1 | Dostupnost vody ve světě





Obr. 2 | Spotřeba vody na hlavu v jednotlivých státech v m<sup>3</sup>, vývoj spotřeby vody ve světě

Úsporná opatření se začínají objevovat také v oblasti hospodaření s vodou. Jednou z možností, jak šetřit kvalitní pitnou vodu je omezit její používání tam, kde si vystačíme s vodou nižší kvality – například přечиštěnou vodou odpadní. Právě touto problematikou se budu zabývat ve své diplomové práci.

Česká republika patří ke skupině vyspělých států, kde není s dodávkou pitné vody problém. Za posledních 20 let se navíc pomalu ale trvale snižuje specifická potřeba pitné vody. [4] Tento jev je spojen s narůstající cenou vody, která se v současnosti řídí reálnými náklady oproti stavu za dob socialismu. Do budoucna lze tedy uvažovat mírný trvalý nárůst cen. Co by ale mohlo cenu vody v blízké budoucnosti ovlivnit výrazněji, jsou extrémní letní sucha. Historicky se vždy objevovala extrémní sucha, extrémní deště, mrazy a podobně. V poslední době ale dochází k rychlému střídání těchto extrémů, což má za následek ubývání zásob kvalitní vody v krajině.

Lidskou činností, intenzivním zemědělstvím a změnami klimatu se mění kvalita půd. Z krajiny také mizí malá vodní díla, jako jsou mokřady, tůňky nebo rybníčky, které mají

schopnost zadržovat vodu po dešti. Místo toho je krajina čím dál více zastavována a to včetně území s kvalitními půdami v blízkosti původních sídel našich předků. Česká republika se také nachází v místě hlavního evropského rozvodí, odkud vody z řek odtékají za hranice státu a dále do třech různých moří.

Střídáním extrémního sucha a extrémních dešťů dochází k tomu, že vyprahlá půda není schopna vsáknout dešťovou vodu a ta odtéká povrchovými toky mimo hranice státu. Kromě snižování stavu podzemní vody má toto za následek i další problémy. Jedním z nich je například zanášení moří zbytky hnojiv, které jsou odplavovány ze zemědělské půdy. Povrchově odtékající voda po extrémním dešti ale může také napáchat značné škody na majetku obyvatel v podobě lokálních povodní či zaplavení objektů bahnem.

Snižování stavu podzemní vody bylo zatím nejvíce patrné v létě 2015. Kombinace extrémně vysokých teplot a nedostatku srážek zapříčinily vysychání studen i značný úbytek vody v povrchových nádržích. Problém je ale mnohem dlouhodobější. Změny klimatu mají za následek také teplejší zimy, kdy není stálá sněhová pokrývka. Na jaře tedy přichází podzemní voda o další dotaci z postupně odtávajícího sněhu.

V současnosti problém není vnímán tak intenzivně, zvláště laickou veřejností. Je ale možné, že v nejbližších letech, pokud budou pokračovat extrémně suchá a teplá léta a mírné zimy s minimem sněhové pokrývky, bude nutné jej komplexně řešit. Komplexní řešení spočívá především v podpoření přirozeného koloběhu vody v krajině. Snížení stavu podzemní vody nemá totiž vliv jen na množství zásob pitné vody, ale také na její kvalitu, která by se mohla začít znatelně zhoršovat. [7]

Pokud se bude opravdu situace vyvíjet tímto směrem a kvalitní pitné vody bude postupně ubývat, můžeme očekávat jednak zvýšení ceny vody, jednak tendence ke snížení její spotřeby a to až z důvodů ekonomických či ekologických.

## **2. Možnosti likvidace a využití odpadních vod**

Využívání odpadních vod je jednou z možností, jak šetřit kvalitní pitnou vodu. Odpadní vody jsou obecně takové vody, jejichž kvalita byla zhoršena lidskou činností. Většina těchto vod je potom odvedena do čistíren a navrácena do přírody. Ve skutečnosti ale nejsou všechny odpadní vody znečištěny natolik, abychom je nemohli opětovně využít.

## 2.1. Způsoby likvidace odpadních vod

### Centrální čistírna odpadních vod

Čištění v centrální čistírně odpadních vod (ČOV) probíhá mechanickými, biologickými, chemickými a biochemickými procesy. Samotná čistírna funguje jako předčištění. Z čistírny je voda odvedena do recipientu, kde se přirozenými přírodními procesy dočistí a stane se opět součástí vody v krajině.

Prvním stupněm čištění v ČOV je tzv. ochranná část, kde se nachází lapák šterku, česle, lapák písku a případně lapák tuků. Poté je voda odvedena do usazovací nádrže. Po mechanickém předčištění následuje další fáze, kde se využívá biologických pochodů. Pomocí mikroorganismů jsou z vody odstraňovány další nečistoty. Mikroorganismy je navážou na sebe a potom se pomocí sedimentace oddělí přečištěná voda od mikroorganismů, kterým se také říká aktivovaný kal a který je následně možné využít jako biomasu. Další fází čištění může být anaerobní vyhnívání. Před vypuštěním do recipientu je vždy nutné kontrolovat kvalitu vody. Hlavními nečistotami jsou kromě mechanických částic dusík, fosfor, uhlovodíky, atd.

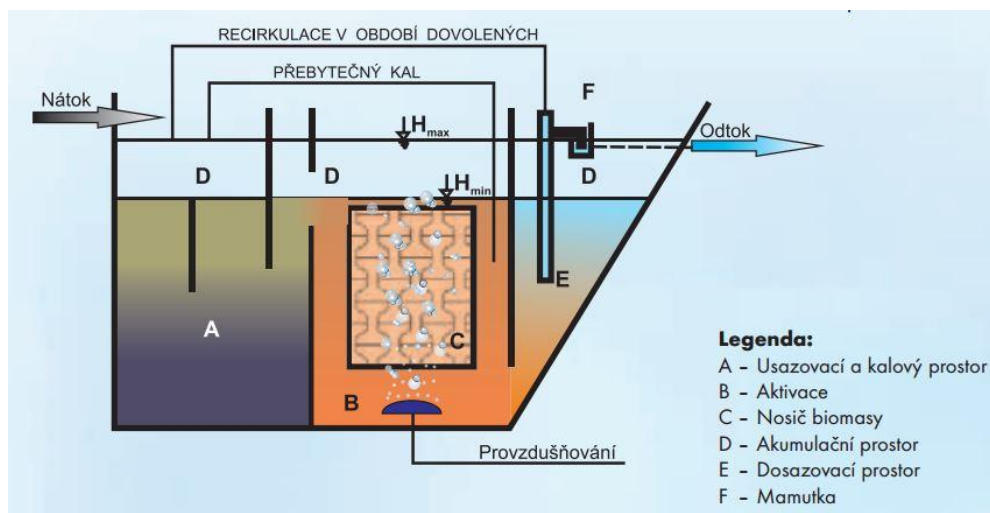


Obr. 3 | Ústřední čistírna odpadních vod v Praze

### Domovní čistírna odpadních vod

Domovní ČOV je variantou pro objekty, které se nacházejí v oblastech, odkud není možné odvádět vodu kanalizačním stokovým systémem do centrální ČOV. Domovní čistírny kombinují mechanické a biologické čištění. Odpadní voda natéká do usazovacího prostoru, kde se oddělí a odstraní mechanické nečistoty. Dále je voda podrobena biologickému čištění v aktivačním prostoru. Do aktivačního prostoru je přiváděn vzduch, obsahující kyslík, který je spotřebováván mikroorganismy při čištění. Z aktivačního prostoru je již přečištěná voda

vedena do dosazovacího prostoru a odtud je dále odčerpána do odtokového potrubí. Před vypuštěním je nutné kontrolovat kvalitu vody. Vyčištěnou vodu je možné odvádět do recipientu nebo využívat např. na zálahu zeleně.



Obr. 4 | Schéma domovní čistírny AS-VARIOcomp K

## Žumpa

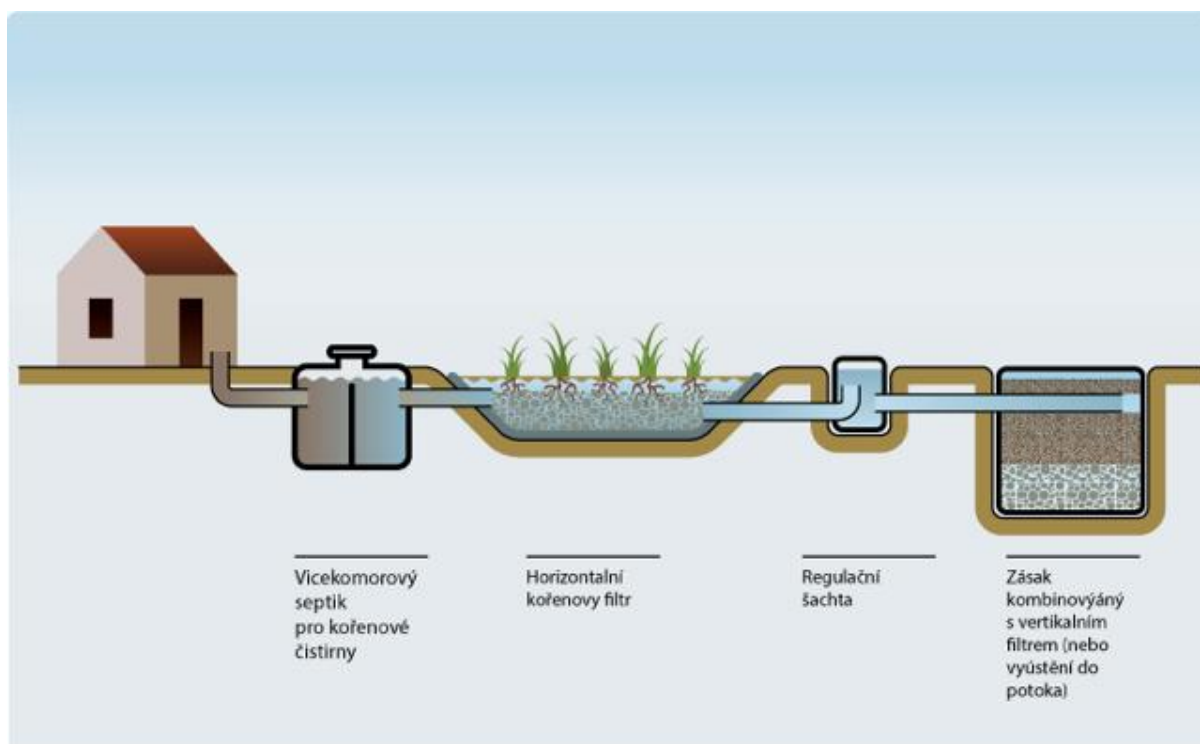
Žumpa je bezodtoká vodotěsná jímka z plastu nebo betonu, která slouží pouze ke shromažďování odpadní vody nikoli k jejímu čištění. V určitých časových intervalech je nutné splašky z žumpy vyvézt fekálním vozem do centrální ČOV, kde jsou zařazeny do procesu čištění spolu s ostatními odpadními vodami.

## Septik

Septik funguje jako průtočná nádrž se sérií usazovacích prostorů, kde dojde k pozdržení odpadní vody a tím k jejímu přečištění. Účinnost čištění je pouze asi 20% při zadržení na 5 dní, což je důvod, proč není v současné době používání septiku povoleno. Pro legální vypouštění je septik nutné opatřit obdobnými komponenty, jako mají domovní ČOV, nebo jej vyvážet jako žumpu. Náklady na čištění jsou potom až dvojnásobné oproti domovní ČOV. [8]

## Kořenová čistírna

Kořenová čistírna představuje v poslední době čím dál populárnější způsob likvidace odpadních vod. Odpadní vody jsou svedeny potrubím do několika komorového septiku, kde se usadí kal a mechanické nečistoty. Ze septiku je předčištěná voda vedena kořenovým systémem mokřadových rostlin zasazených ve štěrku. Na kamínkách a kořenech rostlin se drží bakterie, které rozkládají nečistoty v odpadní vodě a tím dochází k jejímu biologickému čištění. Vycištěná voda je pomocí drenážního systému zasakována do země nebo může být akumulována v nádrži a využívána např. na zavlažování zeleně. Není vhodné touto vodou napouštět přírodní koupací jezírka. Čistírna může fungovat po celý rok včetně zimního období. Kořenové čistírny jsou využitelné jak pro samostatné rodinné domy, tak pro menší obce bez napojení na centrální ČOV. [9]



Obr. 5 | Schéma kořenové čistírny odpadních vod

### 3. Možnosti využití šedých vod

Jak už bylo řečeno, odpadní voda je taková voda, jejíž kvalita je zhoršena lidskou činností. Stupeň znečištění se ale liší v závislosti na tom, jak byla voda využita a ne vždy je její kvalita zhoršena natolik, abychom ji nemohli znovu použít.

Vždy bylo například běžné akumulovat dešťovou vodu v nádržích a využívat ji na zalévání zahrady. V domácnostech a dalších občanských stavbách se ale nachází i jiné odpadní vody, než dešťové, které je možno využít.

Odpadní vody produkované v občanských stavbách se dají rozdělit do několika skupin dle charakteru znečištění:

#### Šedé vody

Jsou to odpadní vody ze sprch, umyvadel, van, myček a dřezů. Podstatné je, že šedé vody nesmí obsahovat fekálie a moč. Nejlépe jsou využitelné šedé vody z koupelen (sprchy, vany, umyvadla), protože jsou nejméně znečištěné. Možné je využití i vodu z praček. Při návrhu čistírny se ale musí počítat s větší pěnivostí vody. Nejméně vhodné pro další využití jsou šedé vody z kuchyní – z dřezů a myček nádobí, protože obsahují velké množství tuků, které je nutné před samotným čištěním z vody odseparovat.

#### Žluté vody

Jsou to odpadní vody z toalet, ale bez fekálií.

#### Bílé vody

Jedná se o přečištěné šedé vody, které je možné využívat pro splachování toalet a pisoárů, zálivku a podobně.

#### Černé vody

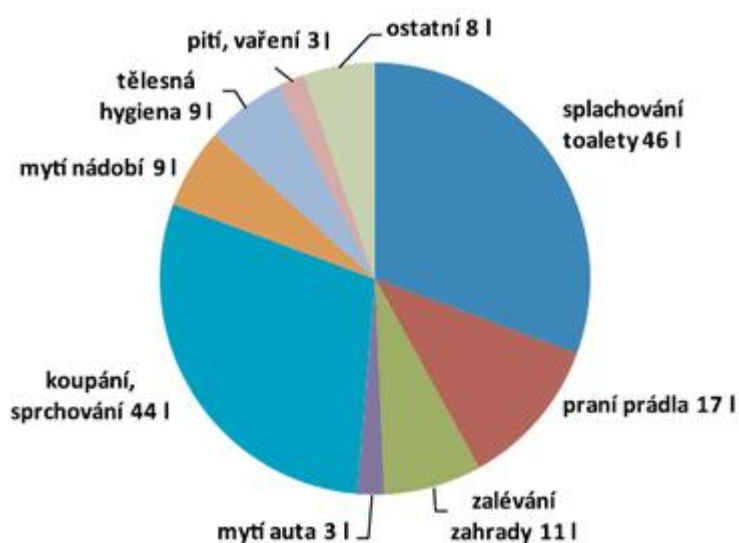
Jsou to odpadní vody z toalet, které obsahují jak moč, tak fekálie. Pokud jsou odděleny od ostatních odpadních vod v objektu a nejsou tedy tolik ředěny vodou, lze je po úpravě v domovním kompostéru využít jako přírodní hnojivo.

#### Hnědé vody

Jsou to odpadní vody obsahující pouze fekálie bez moči. K separování lze využít speciálně konstruovaných klozetových mís. [10]

### 3.1. Využívání šedých vod

Šedá voda v domácnostech tvoří více než 50% celkového množství vyprodukovaných odpadních vod (obr. 6). Naopak až 40% pitné vody, která je v domácnosti využívána, můžeme nahradit přečištěnou šedou vodou. Jedná se o vodu, kterou používáme na splachování toalety, na mytí auta, zalévání a případné další činnosti, kde lze využít vodu nižší kvality.



Obr. 6 | Průměrná spotřeba vody v domácnosti

Využívání šedé vody je jednak ekologické – sníží se celková spotřeba vody v objektu, ale také ekonomické – lze ušetřit jak na vodném, tak na stočném.

Krom domácností jsou ale i jiné typy občanských budov, kde díky jinému typu provozu dochází i k větší produkci šedých vod a přímo se nabízí je využívat. Mezi provozy se zvýšenou produkcí šedých vod patří např. hotely, bazény, sauny, wellness centra, apod.

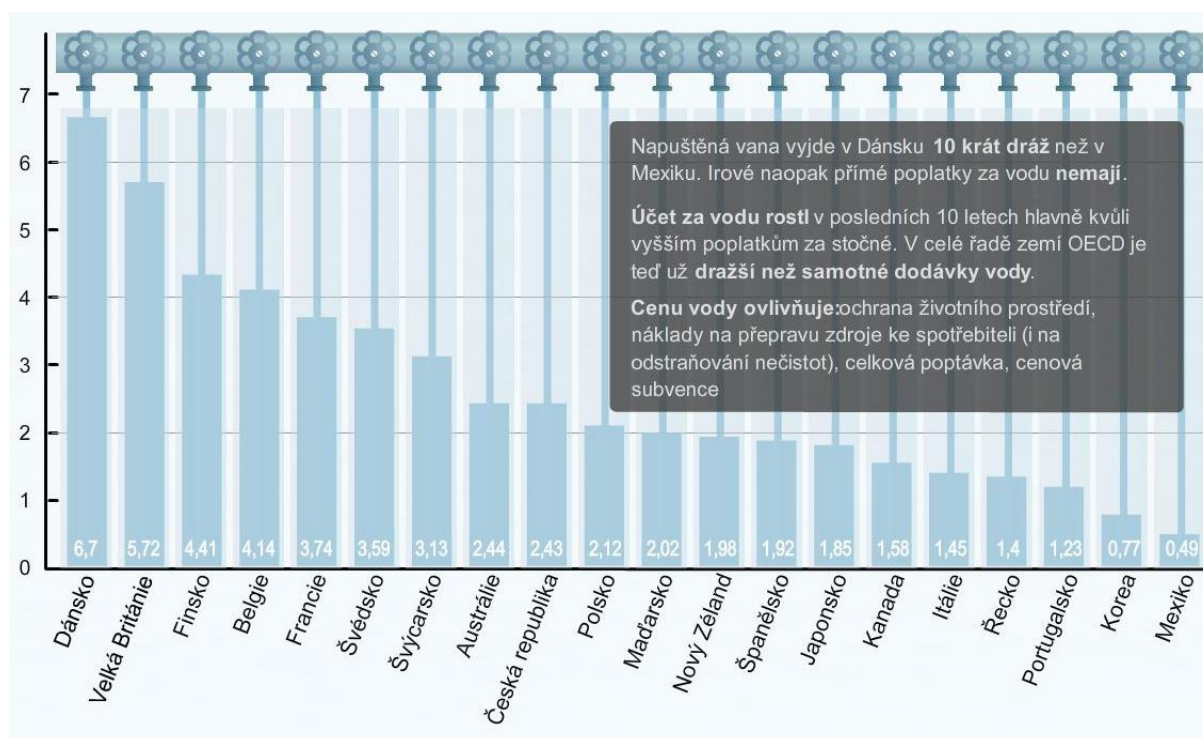
### 3.2. Výhody, nevýhody, rizika

Využívání šedých vod má své příznivce i odpůrce. Odpůrci nejčastěji argumentují hygienickým rizikem, které tato instalace v objektu přináší. Kontaminace pitné vody v objektu je vyloučena díky odděleným systémům potrubí. Odpůrci ale vidí problém v místě,

kde dochází ke splachování. Při spláchnutí vzniká aerosol, se kterým může přijít člověk do přímého styku. Aerosol obsahuje bakterie. Jako zvlášť nebezpečný je tento fakt vnímán, pokud se má využívat šedá voda z nemocnic. Je ale otázkou, jak moc je toto riziko reálné, protože čistírny by měly být konstruovány s typem a mírou čištění upravenými právě dle typu provozu a charakteru nečistot, které daný provoz produkuje.

Další nevýhodou může být doba návratnosti vložené investice. Pokud se investor rozhodne instalovat systém využívání šedých vod v objektu, je třeba počítat s vyššími náklady na zřízení než u klasického systému. Největší investicí je samotná čistírna odpadních vod a její součásti. Dále je třeba počítat s dvojitým potrubním systémem. Při provozu je třeba počítat s náklady na chod čistírny (elektrina) a pravidelnou údržbu některých jejích součástí.

V současnosti jsou čistírny šedých vod lákavější spíše z ekologického hlediska. Jak už ale bylo zmíněno v úvodu, ceny vodného a stočného pomalu, ale trvale rostou (obr. 8) a tento nárůst se může zvětšit vlivem změn stavu zásob kvalitní pitné vody.



Obr. 7 | Cena za vodné a stočné ve světě v USD/m<sup>3</sup>



Období	Vodné	Stočné	Celkem
1.1.1998 - 31.1.1999	14,62	11,57	26,19
1.2.1999 - 31.12.1999	16,81	13,14	29,95
1.1.2000 - 31.12.2000	18,64	13,99	32,63
1.1.2001 - 31.12.2001	19,77	15,33	35,10
1.1.2002 - 31.12.2002	20,65	17,12	37,77
1.1.2003 - 31.12.2003	20,72	17,85	38,57
1.1.2004 - 31.12.2004	21,95	19,48	41,43
1.1.2005 - 31.12.2005	22,79	19,96	42,75
1.1.2006 - 31.12.2006	23,51	20,85	44,36
1.1.2007 - 31.12.2007	26,74	22,93	49,67
1.1.2008 - 31.1.2008	27,76	23,81	51,57
1.2.2008 - 12.1.2009	28,54	24,47	53,01
13.1.2009 - 31.12.2009	30,04	25,08	55,12
1.1.2010 - 31.12.2010	30,63	25,88	56,51
1.1.2011 - 31.12.2011	34,39	26,00	60,39
1.1.2012 - 31.12.2012	38,05	28,30	66,35
1.1.2013 - 31.12.2013	43,02	31,33	74,35
1.1.2014 - 31.12.2014	43,84	32,0	75,84
1.1.2015 - 31.12.2015	44,71	32,94	77,65
1.1.2016 - 31.3.2016	44,14	34,86	79,00
1.4.2016	46,75	38,43	85,18

Obr. 8 | Vývoj cen vodného a stočného v Praze v Kč/m<sup>3</sup>

Využíváním šedých vod lze ušetřit až 50% denní spotřeby vody. [12] To se samozřejmě odrazí jak na vodném, tak na stočném. Z dlouhodobého hlediska lze tedy nalézt pozitiva i co se týče ekonomické stránky.

### 3.3.Princip návrhu systému využívání šedých vod v objektu

Abychom mohli v objektu využívat šedé vody, je potřeba učinit jistá opatření. Stěžejní je udělat nejdříve bilanci a vyhodnotit, jaká je v objektu celková produkce šedých vod a zároveň jaká je potřeba bílých vod (vyčištěná šedá voda využitelná na splachování, apod.). Z bilančního výpočtu můžou vzejít tři různé výsledky:

- **Produkce šedé vody převyšuje potřebu bílé vody** – tato varianta má dvě možná řešení. Prvním řešením je navrhnout čistírnu šedých vod na celý objem šedých vod produkovaných v objektu. Nevyužitá šedá voda odteče z čistírny přepadem do splaškové kanalizace. Druhou možností je přizpůsobit produkci šedé vody potřebě bílé vody a šedé vody odvádět jen z části zařizovacích předmětů. U tohoto řešení je ale nutné dbát na určitou rezervu a nesnižovat množství produkovaných šedých vod až příliš razantně.
- **Produkce šedé vody zhruba odpovídá potřebě bílé vody** – ideální situace, která ale reálně nastane spíše výjimečně. Čistírna šedých vod je navrhována opět na objem produkované vody, v případě dočasné nadprodukce šedých vod budou odváděny přepadem do splaškové kanalizace, v případě dočasného nedostatku bílé vody bude nádrž s bílou vodou dopouštěna z domovního vodovodu studenou vodou.
- **Produkce šedé vody je menší než potřeba bílé vody** – v tomto případě je možné doplňovat šedou vodu dešťovou vodou, která většinou rozdíl v potřebě a spotřebě vyrovná. Pokud ne, je třeba uvažovat nad tím, zda má vůbec smysl šedé vody využívat a případně opět doplňovat bílou vodu pitnou vodou z vnitřního vodovodu.

Využívání šedé vody v objektu vyžaduje dvojí potrubní systém a to jak u vnitřní kanalizace, tak u vnitřního vodovodu. U vnitřní kanalizace se jedná o tzv. systém IV [11], kdy se odpadní potrubí skládá z více svislých potrubí, která vedou odděleně různé druhy odpadních vod, v tomto případě zvláště klasickou splaškovou odpadní vodu a zvláště šedou vodu. Splašková voda je běžně svedena kanalizační přípojkou do veřejné kanalizační stoky. Naopak šedé vody jsou svedeny k čistírně šedých vod, která bude popsána dále.

Vnitřní vodovod je doplněn potrubím bílé vody. Jedná se o provozní vodu, která není určena k pití a nesmí se za žádných okolností dostat do rozvodů pitné vody. Proto je třeba rozvody bílé vody důkladně oddělit od ostatních rozvodů vody v objektu. Krom samostatného potrubního systému se to týká ještě místa dopouštění nádrže bílé vody pitnou vodou. Nádrž

může být dopouštěna pouze „přes hladinu“, tedy nejlépe udělat v blízkosti nádrže výtok studené vody s napojením na hadici. Přívod pitné vody k výtoku může být osazen bezpečnostní sestavou proti případnému zpětnému nasátí (uzávěr, filtr, zpětná armatura, uzavěr). Není možné napojit rozvod studené vody přímo na potrubí bílé vody a to ani v případě osazení zpětné armatury.

### 3.4. Firmy a trh

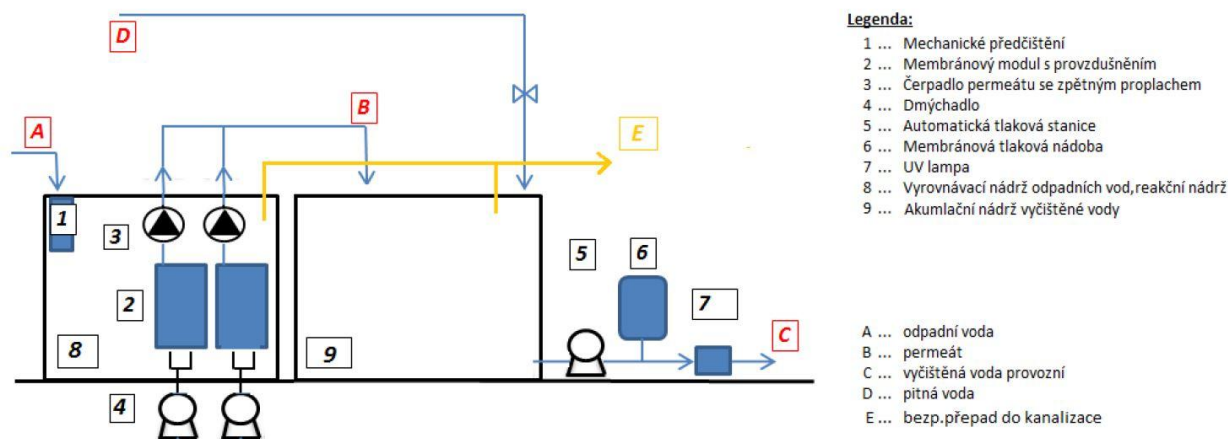
Ačkoli není využívání šedých vod úplnou novinkou, specializované systémy na jejich čištění se u nás vyvíjí teprve asi sedm let, přičemž nejstarší instalace jsou staré asi 3 roky.

Čištěním šedých vod se přednostně zabývá firma ASIO spol. s r. o. V jejich nabídce lze nalézt různé systémy přizpůsobené velikosti objektu (průtoku šedých vod), požadavku na kvalitu vyčištěné vody a typu znečištění šedých vod.

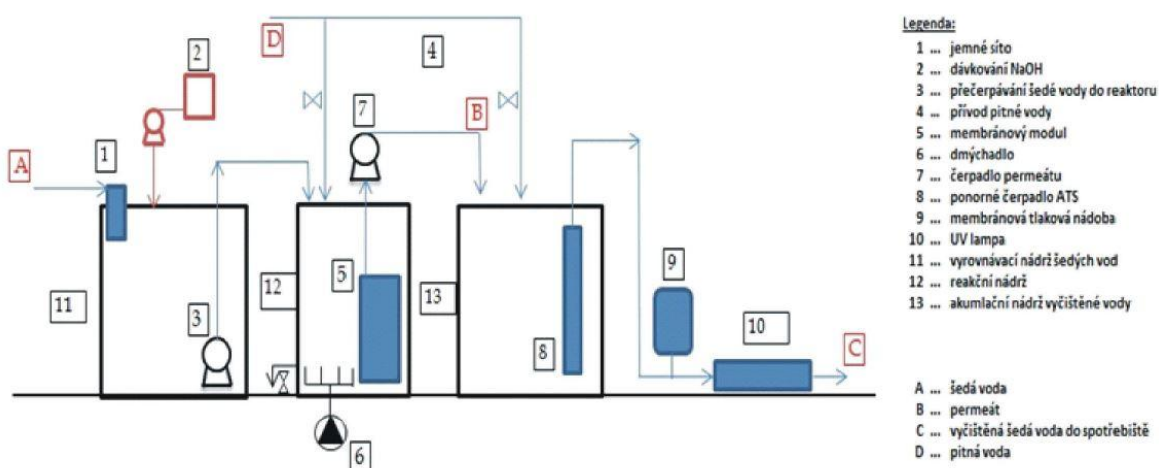
#### Čistírna šedých vod AS-GW/AQUALOOP

Je čistírna vhodná pro rodinné domy i bytové domy, případně stavby pro ubytování, apod. Velikost čistírny se odvíjí od počtu EO – ekvivalentních obyvatel. (Uměle vytvořená jednotka vyjadřující znečištění odpovídající 60g BSK<sub>5</sub> a produkci odpadních vod 150 l/den.)

Čistírna může být dvoukomorová (vhodné pro objekty s menší produkcí šedých vod) nebo trojkomorová. Dvoukomorová čistírna (obr. 9) se skládá z nádrže na šedou vodu, která obsahuje zároveň všechny komponenty sloužící k čištění, a nádrže na bílou vodu, kterou slouží jako zásobárna bílé vody. Trojkomorová varianta (obr. 10) je doplněna třetí nádrží s bioreaktorem a využívá se u větších objektů.



Obr. 9 | Dvoukomorový systém čištění šedých vod



Obr. 10 | Trojkomorový systém čištění šedých vod

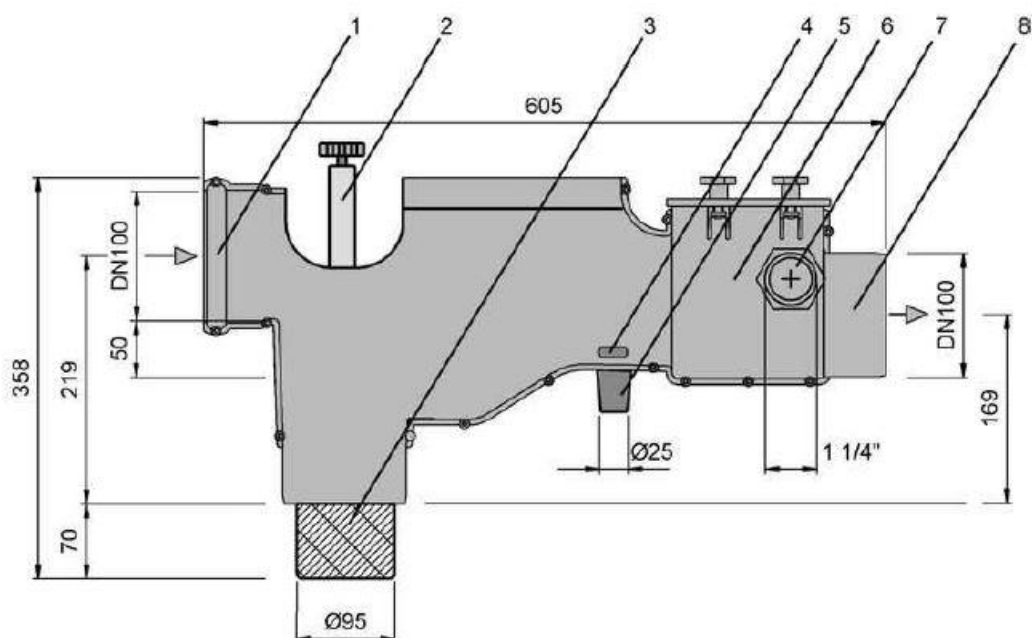
### Systém pro recyklaci šedých vod AS-GW/AQUALOOP



Obr. 11 | Schéma čistírny šedých vod AS-GW/AQUALOOP

Šedá voda přitéká do čistírny potrubím, které se napojuje na lapač pevných částic AS-PURAIN (obr. 12). Lapač zajišťuje jednak mechanické čištění šedé vody pomocí odnímatelného síťového filtru, jeho součástí je ale také bezpečnostní odtok, kudy odtéká přebytečná šedá voda do klasické splaškové kanalizace. Dále zde najdeme zpětnou klapku

a napojení čerpání přebytečného kalu, které je vedeno přepadem do klasické splaškové kanalizace.

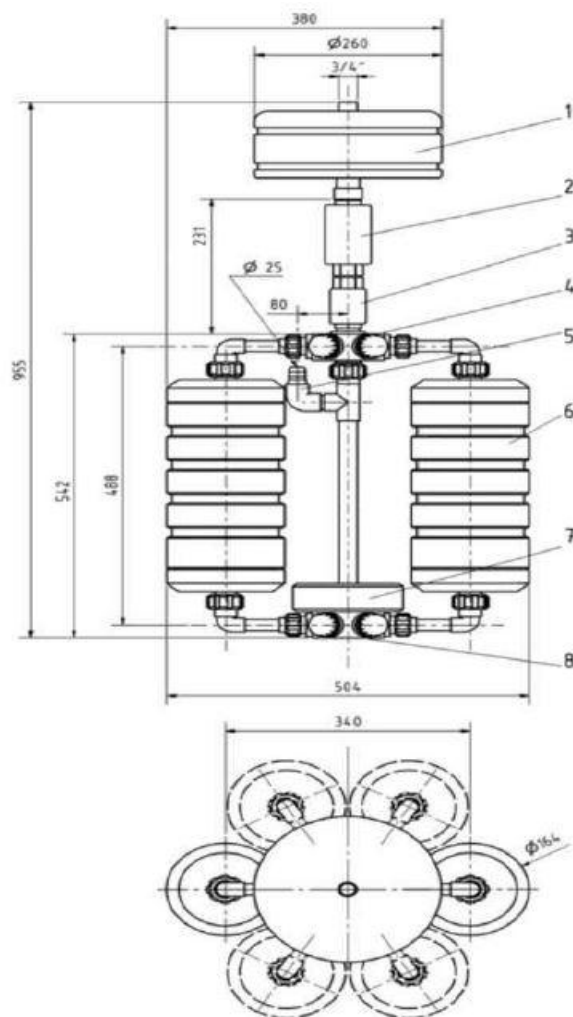


- |  |  |
|--|--|
| 1. Připojovací hrdlo/Přítok            | 5. Sací ventil s napojením na hadici   |
| 2. Držák vyjímatelného síťového filtru | 6. Zpětný ventil                       |
| 3. Síťový filtr                        | 7. Napojení čerpadla přebytečného kalu |
| 4. Sběrač přetékající vody             | 8. Odtok/bezpečnostní odtok            |

Obr. 12 | Lapač pevných částic AS PURAIN

Přes síťový filtr natéká šedá voda do nádrže. Nádrž funguje jako bioreaktor. Biomasa, která zajišťuje biologické čištění, je narostlá na speciální filtrační náplni s velkým specifickým povrchem. Vzduch s kyslíkem, potřebný pro biologické čištění, je přiváděn dmychadlem přes membránový modul (obr. 13). V modulu je vestavěné čerpadlo, které saje vodu přes membránové jednotky do nádrže na bílou vodu. Na jeden modul lze připojit až šest membránových jednotek. Membránové jednotky čistí vodu na principu ultrafiltrace a mikrofiltrace. Dle prospektu výrobce jsou schopny odstranit až 99,9999% bakterií a 99,7% virů. Membránové jednotky jsou automaticky pročišťovány díky zpětnému pracímu toku

z čerpadla a s pomocí vzduchu přivedeného do modulu od dmyhadla. Životnost membrán je asi 10 let. Velikost nádrží a počet membránových modulů závisí na množství čištěných šedých vod.



- |                                  |                                   |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Zásobní nádrž poplachové vody | 5. Připojení tlakového vzduchu    |
| 2. Čerpadlo proplachu            | 6. Membránové patrony             |
| 3. Čerpadlo permeátu             | 7. Závaží                         |
| 4. Sběrný port permeátu          | 8. Rozdělovací port provdušňování |

Obr. 13 | Schéma membránového modulu

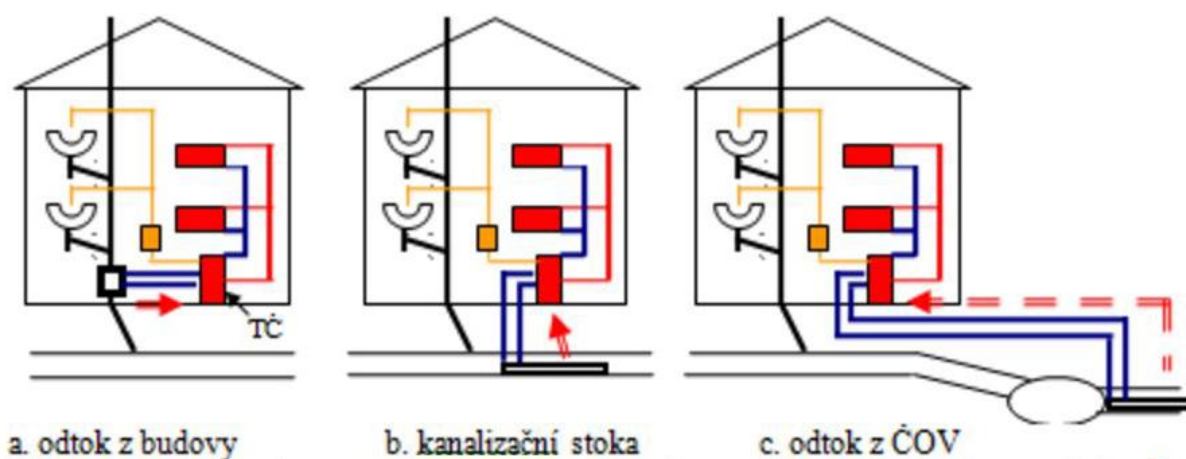
Druhá nádrž slouží jako akumulční nádrž na bílou vodu. V nádrži se nachází sání bílé vody. Voda je pomocí automatické tlakové stanice (ATS) distribuována po objektu samostatným potrubním systémem. Za ATS je osazena expanzní nádoba a UV lampa.

Obě nádrže obsahují plováková čidla, která hlídají hladinu šedé a bílé vody. Bílá voda může být doplňována studenou vodou z vnitřního vodovodu. Napojení nesmí být ale přímo do potrubního rozvodu, ale do nádrže „přes hladinu“, aby se zabránilo možnému zpětnému nasádku bílé vody do rozvodů studené vody.

Kromě čistírny AS-GW/AQUALOOP firma ASIO nabízí ještě např. čistírnu AS-GW/SICLARO, která je uzpůsobena větším průtokům šedých vod, nedosahuje ale takové kvality čištění jako typ Aqualoop.

## 4. Možnosti využití tepla z odpadních vod

Potenciál odpadních vod nespočívá jen v jejich znovuvyužití a tím snížení celkové spotřeby vody v objektu. Odpadní vody můžeme využívat také jako nízkopotenciální zdroj tepelné energie. Získávání energie lze realizovat několika způsoby (obr. 14).



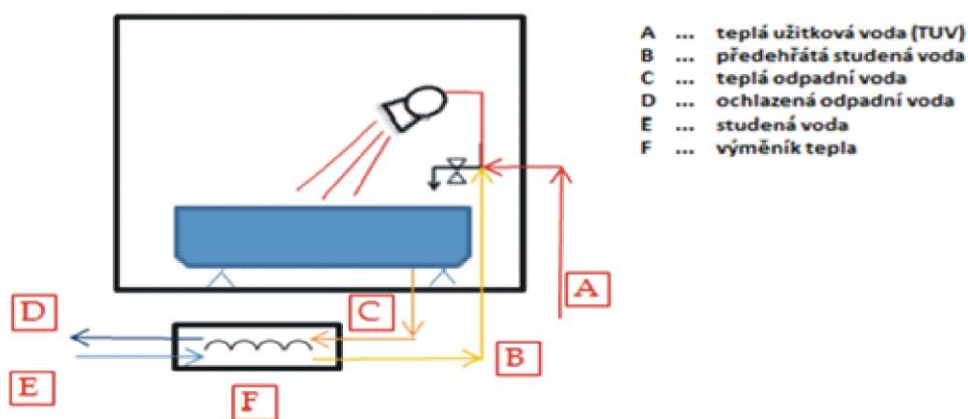
Obr. 14 | Místa s možností odběru tepelné energie z odpadních vod

#### 4.1. Využití tepelné energie šedých vod

Šedé vody ze sprch, van a umyvadel mají průměrně teplotu kolem 25 – 28°C a představují tak výhodný zdroj tepla pro předehřívání studené vody. Využíváním tepla šedých vod lze při správném návrhu snížit náklady na ohřev teplé vody.

Tepelnou energii šedých vod lze odebírat několika způsoby. Centrální systémy jsou vhodnější pro větší objekty. Šedá voda je akumulována do jímky, která slouží jako zásobárna tepla pro primární okruh tepelného čerpadla. Pomocí tepelného čerpadla je potom teplo dále rozváděno do objektu a využito buď na vytápění nebo na přípravu teplé vody. Při návrhu je nutné dbát na to, aby tepelné čerpadlo neodebíralo tepla příliš a jímka nezačala zamrzat. Pokud není teplo z šedých vod dostatečné, je nutné tepelné čerpadlo připojit na další zdroj tepla.

Lokální systémy jsou vhodnější pro menší objekty s menší produkcí šedých vod. Teplo lze využívat dvěma způsoby. První variantou jsou speciální tepelné výměníky (obr. 15), které se instalují pod vaničku sprchového koutu nebo pod vanu. Odtékající šedá voda v tepelném výměníku předá teplo přitékající studené vodě a sníží tak potřebu teplé vody přitékající do směšovací baterie.



Obr. 15 | Schéma odběru tepla z odpadní vody pomocí výměníku

Druhou variantou je využití tepla pro předehřátí studené vody před vstupem do zásobníku teplé vody. Výhodou je kombinace se stratifikačním zásobníkem. [13]



## 5. Závěr

Hlavním obsahem této diplomové práce je projekt rekonstrukce hotelu v podrobnosti dokumentace pro provedení stavby, zaměřený na možnost využití šedých vod. Tato studie slouží jako doplňující dokument k samotné projektové dokumentaci a objasňuje teoretickou stránku této problematiky.

V projektu (hotel o 70 lůžkách s restaurací vařící asi 150 jídel denně) je navržena čistírna AS-GW/AQUALOOP s osmi membránami, tj. 2 membránovými moduly. Jedná se o dvoukomorový systém, přičemž obě nádrže mají objem 2400 l.

Hotelový provoz se ukázal jako vhodný pro využívání šedých vod a to díky vysoké produkci šedých vod v hotelových koupelnách. Vypočtená prostá doba návratnosti činí asi 7 let.

Voda je nezbytnou součástí fungování jak organismů, tak technologií. Čím dál častěji se ale v důsledku klimatických extrémů a lidské činnosti objevují ve světě problémy s dodávkou kvalitní pitné vody. Tuto situaci je nutné si uvědomit a začít ji řešit dříve, než se stane závažným problémem.

Jedním z kroků ke zlepšení je snížení spotřeby pitné vody tam, kde můžeme využít i méně kvalitní vodu.

V domácnostech a občanských stavbách může být řešením právě využívání přečištěných odpadních vod. V současné době dochází k rozvoji technologií, které lze k recyklaci vody ve stavbách využít. Krom ekologického přínosu představuje toto řešení i přínos ekonomický a do budoucna možná zajistí i částečnou nezávislost na zdrojích kvalitní pitné vody.

V roce 1987 byl poprvé definován trvale udržitelný rozvoj. Lidstvo, zvláště tedy vyspělé státy, si začalo uvědomovat, že není možné Zemi využívat neomezeně a že je třeba zavést jistá opatření, abychom neztížili přežití budoucím generacím. Opatření, která jsou dnes zavedena se týkají především energetických zdrojů. Trvalý nárůst světové populace, zvyšování životních nároků a klimatické změny vyvolané až už lidskou činností nebo přirozenými přírodními procesy začínají krom stavu energetických zdrojů ovlivňovat i stav světových zásob kvalitní pitné vody. Dochází jednak k vysychání jezer a vodních nádrží, dochází ke kontaminaci vodních toků, dochází k úbytku podzemní vody, přitom se ale spotřeba vody celosvětově neustále zvyšuje.

Využívání šedých vod jistě nepředstavuje řešení, které zachrání svět před nedostatkem vody. Je ale jedním z drobných kroků, kterým můžeme pomalu a postupně dospět ke zlepšení nebo alespoň pozastavit horšování situace.

## 6. Seznam použitých zdrojů

- [1] *Světový den vody* [online]. Aquainfo.cz [cit. 2016-05-17]. Dostupné z:  
<http://www.aquainfo.cz/aqua-united/svetovy-den-vody/>
- [2] *Population Clock* [online]. U. S. Department of commerce, 2016 [cit. 2016-05-17].  
Dostupné z: <http://www.census.gov/popclock/>
- [3] *Spotřeba vody* [online]. ONDEO Services CZ, c2013 [cit. 2016-05-17]. Dostupné z:  
<http://www.ondeo.cz/cs/co-chcete-vedet-o-vode/informace-spotrebitelum-vody/spotreba-vody>
- [4] *Specifická spotřeba vody* [online]. Praha: Pražské vodovody a kanalizace, 2016 [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: <http://www.pvk.cz/vse-o-vode/pitna-voda/spotreba-vody/specificka-spotreba-vody/>
- [5] *Voda ve světě* [online]. NewsLab [cit. 2016-05-18]. Dostupné z:  
<http://www.newslab.cz/pitna-voda-ve-svete/>
- [6] MURTINGER, Karel. Odsolování vody: destilace, vymražování, komprese a další. *Nazeleno.cz* [online]. 2010 [cit. 2016-05-17]. ISSN 1803-4160. Dostupné z:  
<http://www.nazeleno.cz/technologie-1/odsolovani-vody-destilace-vymrazovani-komprese-a-dalsi.aspx>
- [7] DRTINOVÁ, Daniela a Jan VOPRAVIL. Rekordní sucha v Česku. *DVTV* [televizní záznam]. 2015 [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: <http://video.aktualne.cz/dvtv/rekordni-sucha-v-cesku-hrozi-nedostatek-vody-rika-odbornik/r~a5da4c8a308711e5bfa2002590604f2e/>
- [8] TOPOL, Jan. Volba likvidace odpadních vod. *TZB-info* [online]. 2005 [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/2469-volba-likvidace-odpadnich-vod>
- [9] *Kořenové čističky odpadních vod* [online]. Kořenovky.cz, 2016 [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: <http://www.korenova-cisticka.cz/>
- [10] VALÁŠEK, Jaroslav. *Zdravotnětechnická zařízení budov*. 2., dopl. vyd. Překlad Zdeňka Tichá, Markéta Teuchnerová. Bratislava: Jaga group, 2006. Architektura, stavebnictví, bydlení. ISBN 80-8076-038-1.
- [11] ČSN EN 12056-2 Vnitřní kanalizace – Gravitační systémy – Část 2: Odvádění splaškových odpadních vod – navrhování a výpočet

- [12] *Energie šedých vod: Jak lze využít šedou vodu* [online]. ASIO.cz, c2011-2016 [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/energie-sedych-vod>
- [13] PIŇOS, Stanislav, Adam BARTONÍK a Karel PLOTĚNÝ. Využití energie z odpadních vod. ASIO.cz [online]. 2012 [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/139.vyuziti-energie-z-odpadnich-vod>
- [14] *Ústřední čistírna odpadních vod v Praze* [online]. c2016 [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: <http://www.pvk.cz/o-spolecnosti/fotogalerie-spolecnost/ucov/>
- [15] *AS-VARIOCOMP K* [online]. c2011-2016 [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/as-variocomp-k>
- [16] *Kořenová čistička - schéma fungování* [online]. 2016 [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: <http://www.korenova-cisticka.cz/>
- [17] *Vývoj vodného a stočného v Praze* [online]. c2016 [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: <http://www.pvk.cz/vse-o-vode/cena-vodneho-a-stocneho/vyvoj-vodneho-a-stocneho-v-praze/>
- [18] *Šedé vody* [online]. c2011-2016 [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/sede-vody>

## 7. Seznam obrazových příloh

Obr. 1: Dostupnost vody ve světě, [5]

Obr. 2: Spotřeba vody na hlavu v jednotlivých státech v  $m^3$ , vývoj spotřeby vody ve světě, [5]

Obr. 3: Ústřední čistírna odpadních vod v Praze, [14]

Obr. 4: Schéma domovní čistírny AS-VARIOcomp K, [15]

Obr. 5: Schéma kořenové čistírny odpadních vod, [16]

Obr. 6: Průměrná spotřeba vody v domácnosti, [12]

Obr. 7: Cena za vodné a stočné ve světě v  $USD/m^3$ , [5]

Obr. 8: Vývoj cen vodného a stočného v Praze v  $Kč/m^3$ , [17]

Obr. 9: Dvoukomorový systém čištění šedých vod, [18]

Obr. 10: Trojkomorový systém čištění šedých vod, [18]

Obr. 11: Schéma čistírny šedých vod AS-GW/AQUALOOP, [18]

Obr. 12: Lapač pevných částic AS PURAIN, [18]

Obr. 13: Schéma membránového modulu, [18]

Obr. 14: Místa s možností odběru tepelné energie z odpadních vod, [12]

Obr. 15: Schéma odběru tepla z odpadní vody pomocí výměníku, [12]