

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

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



**Zpětné využití šedé vody pro objekt hotelového
typu**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vypracoval:

Bc. Martin Kounovský

Vedoucí práce:

Ing. Ilona Koubková, Ph. D.

2023/2024

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Kounovský	Jméno: Martin	Osobní číslo: 477564
Zadávající katedra: K125 - Katedra technických zařízení budov		
Studijní program: Budovy a prostředí		
Studijní obor/specializace: Technická zařízení budov		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Hotel AURUM - zdravotní technika

Název diplomové práce anglicky: Hotel AURUM - sanitary installations

Pokyny pro vypracování:

- 1) Zpracujte projektovou dokumentaci na úrovni rozšířené dokumentace pro stavební povolení ZTI (kanalizace, vodovod, plynovod). Zadané půdorysy v měřítku 1:50 - 1:100, situace 1:400 - 1:500, zadané výpočty a technickou zprávu.
- 2) Rešerše na téma: Zpětné využití šedé vody pro objekt hotelového typu.

Seznam doporučené literatury:

- 1) Odborné články
- 2) Diplomové práce
- 3) Podklady ČVUT
- 4) Legislativní podklady a metodické pomůcky

Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Ilona Koubková, Ph. D.

Datum zadání diplomové práce: 25.9.2023

Termín odevzdání DP v IS KOS: 8.1.2024
Úloha uvedte v osobnosti s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

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 „C dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

27.9.2023

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

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

V Praze dne

Podpis:

Poděkování:

Chtěl bych poděkovat paní Ing. Iloně Koubkové, Ph. D. za veškeré rady, odborné konzultace a vstřícný přístup. Dále děkuji panu Ing. Milanu Kounovskému za poskytnuté konzultace a výkresy stavebních konstrukcí pro řešený objekt a celé své rodině za jazykovou a grafickou kontrolu textových částí diplomové práce.

Obsah

Teoretická část	8
1. Úvod.....	8
1.1. Legislativa a technické normy.....	12
1.2. Obecný popis problematiky	14
2. Možnosti využití šedých vod pro užití ve veřejných stavbách (např. hotely).....	16
2.1. Definice odpadní vody a rozdělení odpadních vod.....	16
2.2. Šedá voda	20
2.2.1. Využití šedých vod.....	20
2.2.2. Využití tepla z šedých vod	20
2.2.3. Charakteristika šedé vody	21
2.3. Statistické a empirické podklady o produkci odpadních vod a spotřebě vody.....	22
2.3.1. Výběr statistických údajů podkladů z ČSÚ (Český statistický úřad, Praha 2023) 22	
2.3.2. Podklady pro stanovení produkce odpadní šedé vody	25
2.3.3. Alternativní zdroj vedle pitné vody.....	28
2.3.4. Čištění šedých vod	28
2.3.5. Návrh zařízení pro recyklaci šedé vody	29
3. Závěr	33
Aplikační část.....	34
1. Úvod.....	34
2. Čistírny šedých vod.....	34
2.1. Popis technologie	34
2.2. Čistírna šedých vod ASIO AS-GW.....	35
2.2.1. Čistírna šedých vod AS-GW/AQUALOOP	35
2.2.2. Princip technologie čistírny.....	36
2.3. Čistírna šedých vod AS-GW/SiClaro.....	39
2.3.1. Popis technologie	39
2.4. Proč využívat recyklaci šedé vody	40
3. Využití tepelné energie ze šedé vody.....	40
3.1. Energie ze šedých vod.....	40

3.2. Metody odebrání tepelné energie	41
3.3. Proč přemýšlet nad rekuperací tepla	41
3.4. Místa odběru tepelné energie z odpadních vod v budově	42
3.4.1. Lokální odběr tepla („u zdroje“)	42
3.4.2. Centrální odběr tepla	46
3.5. Příklady výměníků tepla	46
3.6. Tepelná čerpadla a šedé vody	52
3.6.1. Příklad tepelného čerpadla s využitím tepla ze šedé vody	53
4. Zařízení pro rozvod upravené šedé vody ke splachovačům WC a pisoárů.....	55
4.1. Provozní jednotka AS-RAINMASTER FAVORIT	55
4.2. Rozvodné potrubí.....	59
5. Závěrečné shrnutí výhod využití šedých vod.....	60
Závěr	61
Seznam použitých zdrojů.....	62
Seznam použité literatury.....	62
Seznam obrázků	66
Seznam tabulek	67

Abstrakt:

Účelem této diplomové práce je návrh zdravotně technických instalací pro hotel na úrovni rozšířené dokumentace pro stavební povolení. Další částí diplomové práce je rešerše na téma „Zpětné využití šedých vod“. Teoretická část se zabývá problematikou nedostatku vody a možnostmi zpětného využití šedé vody, nejen z hlediska environmentálního, ale i z požadavků legislativy, navíc s možností využití zbytkového tepla ze šedých vod. Praktická část se zaměřuje na návrh čistírny šedých vod, akumulární nádrže a čerpadla pro rozvod užitkové vody za účelem využití na splachování toalet. Další částí bude návrh využití tepla z šedé vody. Součástí práce je zároveň projektová dokumentace kanalizace, vodovodu a plynovodu.

Klíčová slova:

šedá voda, zpětné využití, akumulární nádrž, akumulace, čistírna šedých vod, využití šedých vod, nedostatek vody, užitková vody, zpětné využití tepla

Abstract:

The purpose of this diploma's thesis is the design of sanitary installations for a hotel at the level of extended documentation for building permits. Next part of the project is thesis on theme "Reuse graywater utilization". The theoretical part deals with the issue of water scarcity and the possibilities of graywater reuse, not only in terms of environmental but also in terms of legislative requirements, furthermore possibility of reuse residual heat from graywater. The practical part focuses on the design of the graywater cleaning plant, accumulation tank and pump for distribution of service water to use in flushing toilets. Next part will be suggestion heat reuse from graywater. Part of the work is also project documentation of sewerage, water supply and gas pipeline.

Keywords:

graywater, reuse, accumulation tank, accumulation, graywater cleaning plant, graywater utilization, lack of water, service water, heat reuse

Teoretická část

1. Úvod

Voda je jednou z nejdůležitějších součástí života na Zemi. Na tuto skutečnost je nejčastěji poukazováno v mnoha právních a technických předpisech na národní i celosvětové úrovni. V současnosti, kdy vlivem zhoršující se kvality životního prostředí dochází k poklesu množství srážek a tím k prohlubování dlouhodobého deficitu vodní bilance, je problematika úsporných opatření při spotřebě vody o to významnější. Na vrcholné mezinárodní úrovni probíhají procesy, které mají omezit negativní dopady poklesu celosvětových zásob pitné vody, nebo obecně vody, která je vhodná k úpravě na vodu pitnou.

Valné shromáždění OSN („Organizace spojených národů“) s podporou vlád Nizozemí a Tádžikistánu uspořádalo ve dnech 22. až 24. března 2023 v New Yorku Konferenci OSN o vodě 2023, které se zúčastnilo v sídle OSN více než dva tisíce zástupců vlád, vědců, akademiků, představitelů občanské společnosti, původních obyvatel, zástupců soukromého sektoru a delegátů z řad mládeže. Předseda Valného shromáždění OSN uvedl, že 300 miliard dolarů, které byly přislíbeny na podporu akčního programu, má potenciál uvolnit nejméně 1 bilion dolarů v podobě socioekonomických a ekosystémových přínosů. „Výsledný dokument této konference není sice právně závazný, přesto lze konferenci považovat za průlomovou“, řekl v závěrečném projevu. [1]

Ze závěrů, mimo jiné vyplývá, že miliardy lidí na celém světě stále žijí bez přístupu k zabezpečeným zdrojům pitné vody a sanitaci, přestože přístup k obojímu je již dlouho definován jako lidské právo. U mnoha zdrojů vody dochází k znečištění a ekosystémy, které vodu poskytují, mizí. Vodní cyklus je narušován klimatickou změnou a dochází tak k častějším obdobím sucha nebo k záplavám. Konference o střednědobém komplexním programu o naplňování akčního plánu desetiletí OSN pro vodu a sanitaci (2018–2028), byla nejvýznamnější konferencí o vodě za celou generaci. Hlavním cílem konference bylo zvýšit povědomí o celosvětové vodní krizi a rozhodnout o společném postupu k dosažení mezinárodně dohodnutých cílů a úkolů týkajících se vody, včetně těch obsažených v Agendě 2030. [1]

Není tajemstvím, že obavy vrcholných institucí světových organizací začínají intenzivně řešit krizové scénáře, kdy vlivem nedostatku vody může dojít k migrační vlně v rozsahu stovek milionů migrantů. V této souvislosti by stávající migrační krize, které jsou vyvolány např. válečnými konflikty nebo z ekonomických příčin a jsou v rozsahu stovek tisíc až nižších milionů, byly nicotné – a to i přes realitu, že tyto stávající krize výrazně zatěžují zejména ekonomiky v cílových destinacích a druhotně vyvolávají lokální (ne moc úspěšně a lehce řešitelné) návazné krize. V této souvislosti lze parafrázovat bývalého vrcholného představitele OSN, který na celosvětovém fóru o vodě představil vizi, kdy „válka o vodu“ bude v celé historii lidstva ta největší s nejkatastrofálnějším dopadem na život na planetě.

Potřeba učinit náš svět udržitelným se v posledních letech stala významnou v Evropě i ve světě. Téměř všechny země světa totiž musí řešit palčivé výzvy, jimiž jsou změna klimatu, demografické změny, ztráta úrodné půdy či prohlubující se nerovnosti. Zrychlující se technologická změna a narůstající propojování současného světa znamená, že je nutné vnímat svět v souvislostech a brát ohled na zodpovědnost každého státu vůči globálnímu společenství. V roce 2015 OSN přijalo 17 Cílů udržitelného rozvoje, jež navázaly na tzv. Rozvojové cíle tisíciletí zaměřené na problémy rozvojových zemí. Cíle udržitelného rozvoje se týkají všech států a každý může přispět k jejich naplnění. [2]



Obrázek 1 - Grafické znázornění udržitelného rozvoje [2]

Českou odpovědí na přijetí globální rozvojové agendy Valným shromážděním OSN v New Yorku v září 2015 je Strategický rámec Česká republika 2030 (dále jen „ČR 2030“), jež přenáší do domácího prostředí 17 Cílů udržitelného rozvoje. Tento strategický dokument nahradil Strategický rámec udržitelného rozvoje z roku 2010. [2]

Globální rozvojové cíle (nebo také cíle udržitelného rozvoje) ukazují cestu, jak tyto problémy zmírnit či úplně odstranit. Plán schválený OSN v roce 2015 na summitu v New Yorku obsahuje 17 cílů, kterých má být dosaženo do roku 2030. Na jejich vytvoření se podílely všechny členské státy OSN i zástupci odborné i laické veřejnosti. K problematice vody se vztahuje Cíl 6. [3]



Obrázek 2 - Cíl 6: Pitná voda, kanalizace; OSN [3]

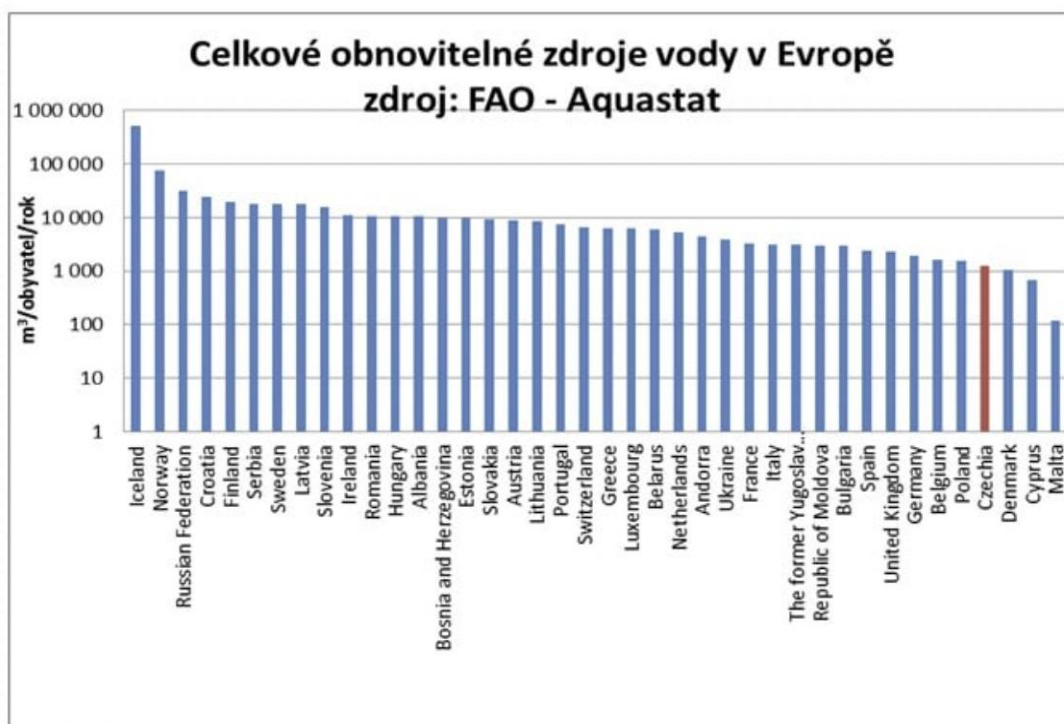
CÍL 6: PITNÁ VODA, KANALIZACE

**ZAJISTIT VŠEM DOSTUPNOST VODY A SANITAČNÍCH ZAŘÍZENÍ
A UDRŽITELNÉ HOSPODAŘENÍ S NIMI**

Pitná voda je základ života, přesto v některých oblastech zejména rozvojových zemí se jedná o velmi nedostatečný a vysoce ceněný zdroj, kde kohoutek s tekoucí pitnou vodou a splachovací záchod (pro populaci v tzv. rozvinutém světě zcela standardní vybavení domácnosti) je vzácností a dokladem vysoké prestiže úzké skupiny obyvatelstva. Ženy v rozvojových zemích proto tráví často velkou část dne hledáním vhodného zdroje a donášením vody mnoho kilometrů daleko. Voda je navíc na řadě míst světa znečištěna, což je pro obyvatele jedním z hlavních původců nemocí. [3]

Humanitární organizace ADRA například svou činností přispívá ke zlepšování dostupnosti a kvality vody v rozvojových zemích. Vodu je však třeba chránit také u nás, kde se s ní mnohdy plýtvá. Český svaz ochránců přírody Koniklec realizuje projekt „Počítáme s vodou“, který se snaží zlepšit hospodaření s dešťovou vodou v Čechách. [3]

Jedním z Cílů udržitelného rozvoje je proto zajistit přístup k pitné vodě pro všechny. OSN chce také snížit znečišťování vody, zamezit vyhazování odpadů a vypouštění nebezpečných látek do vody, zároveň zvýšit recyklaci a bezpečné opětovné využívání vody. Je také třeba chránit ekosystémy související s vodou, včetně hor, lesů, mokřad, řek a jezer.



Organizace pro výživu a zemědělství (FAO)

Obrázek 3 - Přehled obnovitelných zdrojů vody [4]

Česká republika patří k zemím s **nejnižšími disponibilními zdroji vody na jednoho obyvatele**. Nemá žádné přítékající řeky ani moře. [4]

1.1. Legislativa a technické normy

Technické normy (výběr nejzákladnějších aktuálních norem zdroj ČNI – Český normalizační institut)

- **ČSN 75 0161 Vodní hospodářství – Terminologie v inženýrství odpadních vod.**

Vydání: 10/2008, účinnost: 11/2008 - doposud

Základní rozdělení a definice odpadních vod je uvedeno v normě

ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA

ICS
13.060.30

01.040.13;
Říjen 2008

Vodní hospodářství – Terminologie v inženýrství odpadních vod

ČSN 75 0161

Water management – Terminology in waste water engineering



© Český normalizační institut, 2008

Podle zákona č. 22/1997 Sb. smějí být české technické normy rozmnožovány a rozšiřovány jen se souhlasem Českého normalizačního institutu.

Tato ČSN určuje základní termíny a jejich definice v oboru inženýrství odpadních vod (kanalizace). Norma přímo přebírá všechny termíny a definice dvou názvoslovných evropských norem zavedených do české normalizační soustavy, a to ČSN EN 752, používané pro odvodňovací systémy vně budov a ČSN EN 1085, používané pro čištění odpadních vod, a některé termíny z dalších evropských norem zavedených do soustavy ČSN. Tyto termíny a definice norma doplňuje o zbývající, popř. i další, které jsou nutné pro ucelenou terminologii oboru inženýrství odpadních vod a jeho rozvoj. Termíny jsou rozděleny do jednotlivých oddílů a kapitol podle věcné příslušnosti. Obdobné je i uspořádání uvnitř kapitol. V informativní příloze A je uveden úplný abecední rejstřík českých termínů. Termíny a definice týkající se vnitřní kanalizace jsou uvedeny v ČSN EN 12056-1 až 5 a ČSN 75 6760. [5]

- **ČSN 75 6780 Využití šedých a srážkových vod v budovách a na přilehlých pozemcích**

Vydání: 09/2021, účinnost: 10/2021 – doposud

ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA

ICS 93.025

září 2021

Využití šedých a srážkových vod v budovách a na přilehlých pozemcích

ČSN 75 6780

Tato norma reaguje na současné trendy v úsporách vody a zabývá se využitím čištěných šedých a/nebo srážkových povrchových vod. Nepitnou vodou, která vznikne čištěním šedých nebo srážkových povrchových vod, je možné nahradit pitnou vodu pro využití v budovách a okolí, pro které není nutná voda o kvalitě pitné vody. Navazuje na ČSN EN 16941-1 a ČSN EN 16941-2 a obsahuje požadavky, které nejsou v těchto Evropských normách zpracovány dostatečně podrobně nebo nejsou zpracovány vůbec. V této normě zpravidla nejsou znovu uváděny požadavky uvedené v ČSN EN 16941-1 a ČSN EN 16941-2. Požadavky této normy platí společně s požadavky ČSN EN 16941-1 a ČSN EN 16941-2. Tato norma se používá společně s ČSN EN 16941-1 a ČSN EN 16941-2. Její obsah je členěn, pokud to bylo možné, stejně jako obsah obou evropských norem. Rovněž názvy kapitol a článků v normě jsou, pokud možno, stejné jako v ČSN EN 16941-1 a ČSN EN 16941-2. [6]

Nadnárodní legislativa (legislativa EU) (výběr nejzákladnějších aktuálních předpisů)

- Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/118/ES [7]
- Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2007/60/ES [8]
- Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES [9]
- Směrnice Rady 91/271/EHS [10]
- Směrnice Rady 80/68/EHS [11]

Národní legislativa (výběr nejzákladnějších aktuálních předpisů)

- Zákon č. 544/2020 Sb. [12]
- Zákon č. 275/2013 Sb. [13]
- Zákon č. 284/2021 Sb. [14]
- Zákon č. 312/2019 Sb. [15]
- Vyhláška č. 256/2023 Sb. [16]
- Vyhláška č. 50/2023 Sb. [17]
- Vyhláška č. 244/2021 Sb. [18]
- Vyhláška č. 87/2021 Sb. [19]
- Vyhláška č. 86/2021 Sb. [20]
- Vyhláška č. 448/2017 Sb. [21]
- Vyhláška č. 244/2021 Sb. [22]

1.2. Obecný popis problematiky

Lidská civilizace čelí patrně jedné z největších klimatických krizí ve své historii. Jak velký je podíl lidské činnosti na tomto stavu, není zatím zcela jisté, ale s určitostí se dá říci, že růst světové populace a nestrádané konzumní chování k přírodním zdrojům a životnímu prostředí má zásadní vliv na její průběh. [23]

Ačkoliv se může optikou českého obyvatele zdát, že vody máme dostatek, není to tak docela pravda. Sladká voda je na naší planetě docela vzácným zdrojem – z celkového množství vody na Zemi tvoří pouhých 3 %. Vody, kterou můžeme využívat k našim lidským potřebám, je ještě méně. Mezi její hlavní zdroje patří vodní toky a voda podpovrchová, jež tvoří jen asi 1 % veškeré vody na naší planetě. [24]

Udržitelné chování, podporu principům cirkulární ekonomiky proklamují politici i v České republice již řadu let. Paradoxní je, že největší překážkou identifikovanou při hodnocení možnosti uplatnění výzkumných projektů v této oblasti, byla konzervativní legislativa, tj. oblast, na kterou mají politici přímý vliv. Jak se zdá z analýzy legislativy v jednotlivých zemích, zpoždění je přímo úměrné schopnosti a možnostem lobbistů zasahovat do tvorby legislativních předpisů na jedné straně, a tlaku veřejnosti a její informovanosti na straně druhé. Svůj negativní vliv na prosazování novinek, konkrétně v České republice, má i způsob, jak se legislativa tvoří – tvorba konkrétních ustanovení a jejich připomínkování. Koncového uživatele, v jehož zájmu by mohla být úspora spotřeby vody a její prosazení, bohužel nikdo nezastupuje. Jako ČR jsme

tak za Německem, pokud srovnáme legislativu a praxi v oblasti recyklace vod, o více než 20 let. Jen pro zajímavost, již před 20 lety jsme jako firma dodávali do Německa subdodávky části čistíren na šedé vody v desítkách kusů za rok. První akce na recyklaci šedých vod v obytných domech byly v Berlíně realizovány již před rokem 2000. [25]

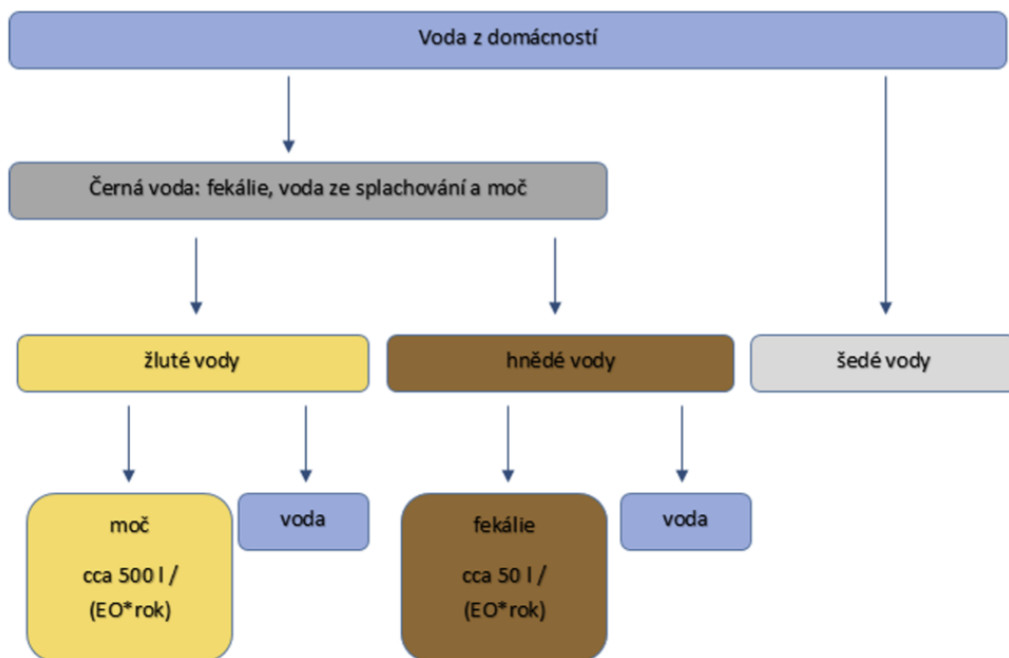
2. Možnosti využití šedých vod pro užití ve veřejných stavbách (např. hotely)

2.1. Definice odpadní vody a rozdělení odpadních vod

Odpadní voda

Odpadní voda je voda, jejíž kvalita byla zhoršená lidskou činností. Odpadní vody rozdělujeme podle charakteru znečištění na:

- splaškové odpadní vody
- průmyslové a zemědělské odpadní vody
- srážkové vody [26]



Obrázek 4 - Rozdělení vod v domácnosti [27]

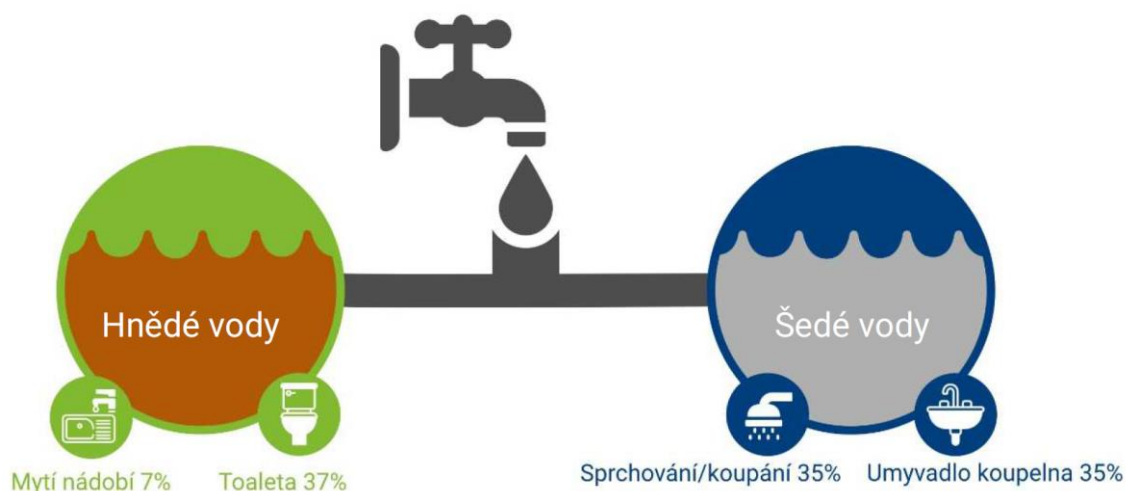
a) Splaškové odpadní vody

Jsou odpadní vody vypouštěné do veřejné kanalizace z bytů a rodinných domů. Dále sem patří i odpadní vody z městské vybavenosti, jako jsou školy, restaurace, hotely, kulturní zařízení apod., mající podobný charakter jako odpadní vody od obyvatel. Splaškové vody jsou také někdy nazývány komunálními odpadními vodami. Jsou směsí splaškových i průmyslových odpadních vod, která vznikla v jednotné městské kanalizaci včetně srážkových a balastních vod. V oddílné kanalizaci je to směs pouze splaškových, průmyslových a balastních vod. [26]

Balastní vody jsou vody vnikající do kanalizačního potrubí vlivem jeho netěsnosti a nařezují odpadní vodu. V ČSN jsou balastní vody definovány jako nežádoucí přítok vody do stokového systému a kanalizačních přípojek. Obvykle mají dvě významné složky, a to:

- vody pronikající netěsnostmi stokové sítě z okolního půdního prostředí
- povrchové vody, které jsou bodově zaústěny do kanalizace (drobné vodoteče, drenáže, přepady z rybníků). V případě oddílné splaškové kanalizace pak také nátok srážkových vod ventilačními otvory poklopů vstupních šachet či černá napojení srážkových vod z nemovitostí. [26]

Přítomnost balastních vod je v systémech kanalizace nežádoucí, protože snižují kapacitu potrubí, zvyšují čerpané objemy na přečerpávacích stanicích, zvyšují objem vod přítékajících na ČOV a ochlazují a ředí odpadní vody, což má za následek snížení účinnosti čištění na ČOV („čistírna odpadních vod“). Hlavní podíl znečišťujících látek ve splaškových odpadních vodách připadá na moč a fekálie (až 80 % organických látek ve splašcích). Dále jsou to zbytky potravy, pracích a čisticích prostředků. [26]



Obrázek 5 - Podrobné rozdělení splaškové odpadní vody ASIO [28]

Splaškovou odpadní vodu lze dále dělit dle původu vzniku.

Žluté vody

Žlutá voda, tedy moč, se skládá z vodného roztoku metabolických odpadů, hlavně močoviny, rozpuštěných solí, zejména chloridu sodného, a dalších organických látek. Obsahuje nutrienty, jedná se zejména o dusík (N), fosfor (P) a draslík (K), dále síru, bór a další prvky. Jejich skutečný obsah se liší v závislosti na stravě. Moč je obvykle dobře vyvážené hnojivo s podobným poměrem hlavních živin jako průmyslově vyráběné hnojivo NPK. Pro hnojení se jí doporučuje ředit v poměru 1 : 8 s vodou. Jeden člověk vyprodukuje ročně přibližně 500 l moči. [29]

Hnědé vody

Hnědými vodami se rozumějí fekálie, které obsahují především uhlík, méně dusík, fosfor a draslík, ale také větší množství vápníku, hořčíku a železa. Jeden člověk vyprodukuje ročně kolem 50 l fekálií. [29]

Černé vody

Klasickým odváděním odpadních vod z toalet – tzn. hnědých a žlutých vod současně – získáváme vody černé. Pokud dokážeme černé vody zadržovat oddělené od ostatních (budou tedy velice málo zředěné), můžeme je přeměnit na přírodní hnojivo, kterým budeme umět nahradit syntetické produkty. V některých pilotních projektech bylo použito separování výhradně černých vod (využití v zemědělství ke hnojení). [29]

Šedé vody

Šedou vodou nazýváme podle normy EN 12056 (Vnitřní kanalizace) splaškové odpadní vody neobsahující fekálie a moč, které odtékají z umývadel, van, sprch, dřezů apod. Šedou vodou, zejména z koupelen, je možné po úpravě využívat jako vodu provozní (tzv. bílou vodu) pro splachování záchodů, pisoárů a zalévání zahrad. Nejvýznamnější znečištění šedých vod způsobují detergenty z pracích prášků, šamponů, mýdel, zubních past a podobně. Odpadní vody z kuchyňských dřezů a z drtičů odpadů jsou občas vyjímány ze zdrojů šedé vody, protože mívají vysokou koncentraci znečištění. [29]

Šedé vody se zároveň dají dělit na kategorie podle znečištění, např.:

- **Světle šedá voda** – Odpadní voda z umývadel, sprch, van a praček. Vhodná pro recyklaci.
- **Tmavě šedá voda** – Odpadní voda z kuchyňských dřezů a myček nádobí. Nevhodná pro recyklaci. [30]

Bílá voda

Vzniká z šedé vody po přečištění a hygienizaci. Bílá voda je využitelná pro provozní účely v domácnosti. [30]

b) Průmyslové a zemědělské odpadní vody

Jsou odpadní vody z průmyslové a zemědělské výroby, které byly použité a znečištěné při výrobních procesech. Patří sem i vody chladicí. Znečištění (složení) průmyslových odpadních vod je závislé na druhu výroby (průmyslové i zemědělské). Na základě toho se určí postup čištění. [26]

Průmyslové odpadní vody, na rozdíl od splaškových, mají velmi rozdílný charakter, a i jejich škodlivost při vypouštění se může velmi lišit. Průmyslové odpadní vody se dělí podle znečišťujících látek, které obsahují, na:

- organické znečištění: z průmyslu potravinářského, papírenského, farmaceutického, textilního, koželužského a tepelného zpracování uhlí. Organické látky mohou být přítomny v rozpuštěné nebo nerozpuštěné formě. Při čištění přichází v úvahu biologické čištění na samostatné ČOV nebo i společné čištění se splaškovými odpadními vodami.
- anorganické znečištění: z těžby a úpravy uhlí a rud, hutního průmyslu, sklářského a keramického průmyslu, výroby hnojiv, povrchové úpravy kovů a anorganické chemie. Znečišťující látky jsou v rozpuštěné nebo nerozpuštěné formě a mohou patřit mezi látky toxické či netoxické. Při čištění těchto vod přicházejí v úvahu především fyzikálně-chemické a chemické způsoby. Samostatné biologické čištění je bezpředmětné. [26]

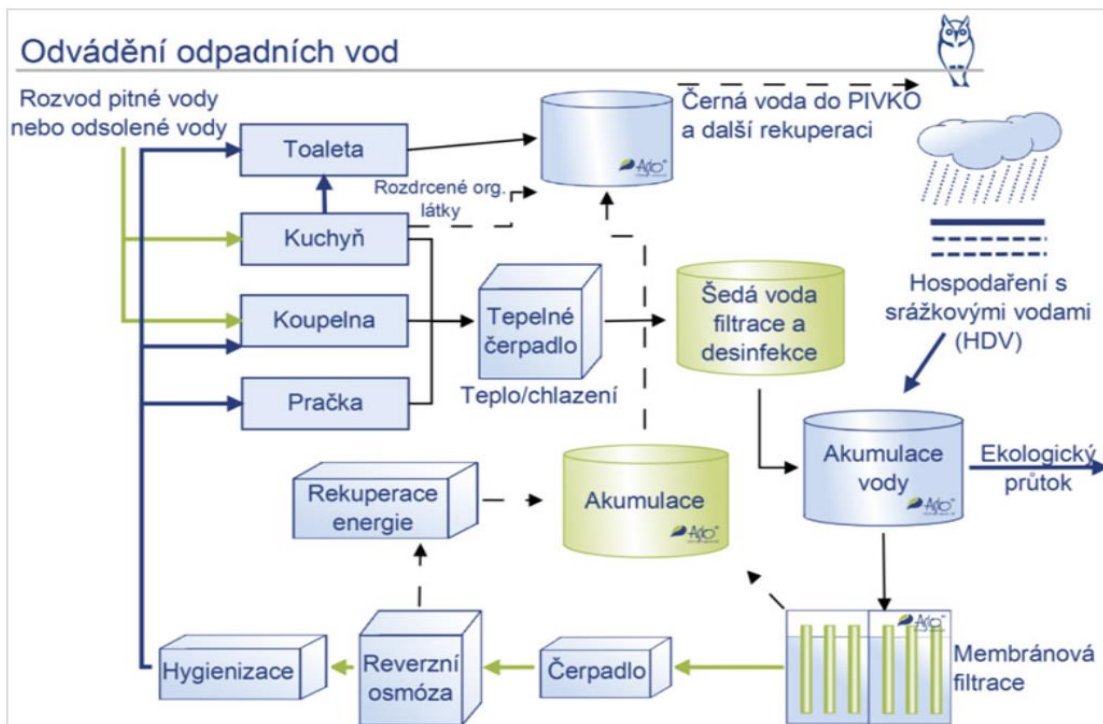
c) Srážkové vody

Jsou vody z atmosférických srážek, které se do kanalizace dostávají pomocí uličních a chodníkových vpustí. Chemické složení srážkové vody je závislé na složení ovzduší. Mohou být znečištěny např. vypíráním plynných, kapalných i pevných částí z ovzduší. [26]

V další části zpracované rešerše, v souladu se zadáním diplomové práce, se budu věnovat prioritně šedé vodě – její recyklaci a získávání energetického potenciálu z šedé odpadní vody. Zde jsem čerpal převážně z firemních podkladů české firmy ASIO, která se touto problematikou dlouhodobě komplexně zabývá, včetně vývoje a výroby příslušných technických prvků a v dané oblasti je považována za velmi kvalitní a prověřenou firmu s řadou národních i mezinárodních aplikací. Vlastnímu vývoji a výzkumu parametrů šedých vod a jejich efektivnímu využití se tato firma věnuje řadu let, a to již od doby, kdy otázka efektivního využití a zpracování (recyklace) šedé vody nebyla tak aktuální, jako je v současnosti. Problematika maximálního využití všech dostupných (značně limitovaných a slábnoucích) kvalitních zdrojů vody, jako unikátní přírodní suroviny nezbytné pro zachování života na planetě, zejména pak vody pitné, se stává v současnosti jedním z nejvýznamnějších faktorů. Podklady jsem získal jak z otevřených zdrojů uvedených na internetových stránkách firmy, z vyžádaných technických a ekonomických podkladů konkrétních výrobků, a z telefonických a mailových konzultací s technickými poradci firmy.

2.2. Šedá voda

Legislativa i vize v oblasti řešení měst navádějí k přechodu od lineárního způsobu zacházení s vodami a zdroji k tzv. cyklickému přístupu, který více vyhovuje požadavkům na udržitelnost. Základní schéma v sobě zahrnuje co největší využití srážkové vody a recyklaci vod a odpadů, a to jak v celkovém, tak i lokálním pohledu. Co nejvíce by se přitom mělo recyklovat přímo u zdroje – tedy v samotném objektu, ve kterém dochází k použití vody. [31]



Obrázek 6 - Cities of future – odvádění použitých vod a uplatnění přístupu NEW [31]

ASIO, spol. s r.o. v duchu této strategie nabízí jak využití srážkových vod, tak i maximální **recyklaci použité vody a tepla**, a má k tomuto účelu připravenou řadu produktů.

2.2.1. Využití šedých vod

Zejména pro recyklaci vody v hotelích, wellness centrech, nemocnicích atd. je určena sestava AS-GW, která v sobě zahrnuje čištění šedých vod (vod ze sprch, koupelen atd.) pomocí zařízení AS-GW/AQUALOOP nebo AS-SiCLARO a jejich distribuci v objektu pomocí AS-RAINMASTER. [31]

2.2.2. Využití tepla z šedých vod

S výhodou se dá získávat teplo z odpadních vod instalací výměníků nebo kombinace výměníku a tepelného čerpadla a toto využít např. k předehřevu vody pro ohřívače Tv. [31]

2.2.3. Charakteristika šedé vody

Na rozdíl od vody dešťové, kterou lze též efektivně využívat v určitých oblastech jako náhradu za vodu pitnou, má šedá voda několik nesporných výhod. Předně její produkce je přímo svázána s provozem konkrétního objektu, pro který je zpětně využívána, na rozdíl od vody dešťové, kdy její produkce závisí výhradně na klimatických podmínkách dané lokality. Šedá voda je v zásadě k dispozici vždy v odpovídajícím množství, když je objekt provozován (v konkrétní situaci řešeného hotelového objektu – když je zajištěna standardní obsazenost). Dostatečné množství upravené šedé vody (tzv. bílé vody) pro zpětné využití pro splachování WC a pisoárů je zajištěno vždy, když je ve stejnou dobu zajištěn nátok odpadní šedé vody z provozů objektu (odpadní voda z van, sprch a umývadel).

Šedá voda obsahuje **nerozpuštěné látky** v pevné nebo kapalné podobě, které se projevují tvorbou emulzí a povlaků. Nerozpuštěné látky mohou být lehčí než voda, pak způsobují povlak plovoucí na hladině, který může zamezovat přívodu kyslíku do vody. Příkladem plovoucích látek jsou tuky nebo pyl. Znečištění těžší než voda, klesá ke dnu retenční nádrže, může se jednat například o písek. Látky o podobné hustotě jako voda tvoří zákal, který se může či nemusí usazovat (sedimentovat). Podle schopnosti sedimentace rozlišujeme znečištění vody na **usaditelné** a **neusaditelné**. [30]

Šedé vody lze rozdělit do několika hlavních kategorií:

- Neseparované šedé vody
- Šedé vody z kuchyní a myček
- Šedé vody z praček
- Šedé vody z umývadel, van a sprch
- Ostatní šedé vody [32]

Charakteristické je kolísání hodnot znečištění, které vyplývá z rozdílného životního stylu. Obecně lze říci, že nejméně zatížené jsou vody ze sprch a mytí, složitější je využití vod např. z kuchyní (voda obsahuje množství tuků apod.). Podle zatížení se dá šedé vody dělit na vhodné a podmíněně použitelné pro recyklaci a následné využití. Použitelná je voda z umývadel, van a sprch a podmíněně použitelná z oblasti kuchyně a myčky na nádobí. [32]

V posledních letech jsou v praxi často uplatňovány metody systémů certifikace budov z hlediska snižování vlivu na životní prostředí. Budovy se certifikují podle některého ze systémů, jako například certifikace LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) a BREAM (Building Research Establishment Assessment Method) a některé další systémy. Všechny tyto systémy motivují projektanty aby, v oblasti spotřeby energie a vodního hospodářství budovy, využili technická řešení redukující rozložení spotřeby vody, energie a vypouštění odpadních vod mimo budovy – water cycle management. **Znovuvyužití šedé odpadní vody** je jednou z cest, jak snížit spotřebu pitné vody a redukovat množství vypouštěných vod. [33]

2.3. Statistické a empirické podklady o produkci odpadních vod a spotřebě vody

2.3.1. Výběr statistických údajů podkladů z ČSÚ (Český statistický úřad, Praha 2023)

ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ, ZEMĚDĚLSTVÍ ENVIRONMENT, AGRICULTURE

Ročník / *Volume* 2023

ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ
ENVIRONMENT

Praha, květen 2023
Prague, May 2023

Kód publikace / *Publication code*: e-280021-23



VODOVODY, KANALIZACE A VODNÍ TOKY V ROCE 2022

Water Supply Systems, Sewerage and Watercourses in 2022

Zpracoval:

Prepared by:

Ředitel odboru / *Director:*
Informační služby / *Information Services*
Kontaktní osoba / *Contact person:*

Odbor statistiky obchodu, dopravy, služeb, cestovního
ruchu a životního prostředí
*Trade, Transport, Services, Tourism, and Environmental
Statistics Department*
Ing. Marie Boušková
tel.: +420 274 052 304, e-mail: infoservis@czso.cz
Ing. Soňa Horácková, e-mail: sona.horackova@czso.cz

Český statistický úřad, Praha, 2023
Czech Statistical Office, Prague, 2023

Srovnání spotřeby vody, ceny vodného a stočného v krajích v roce 2022

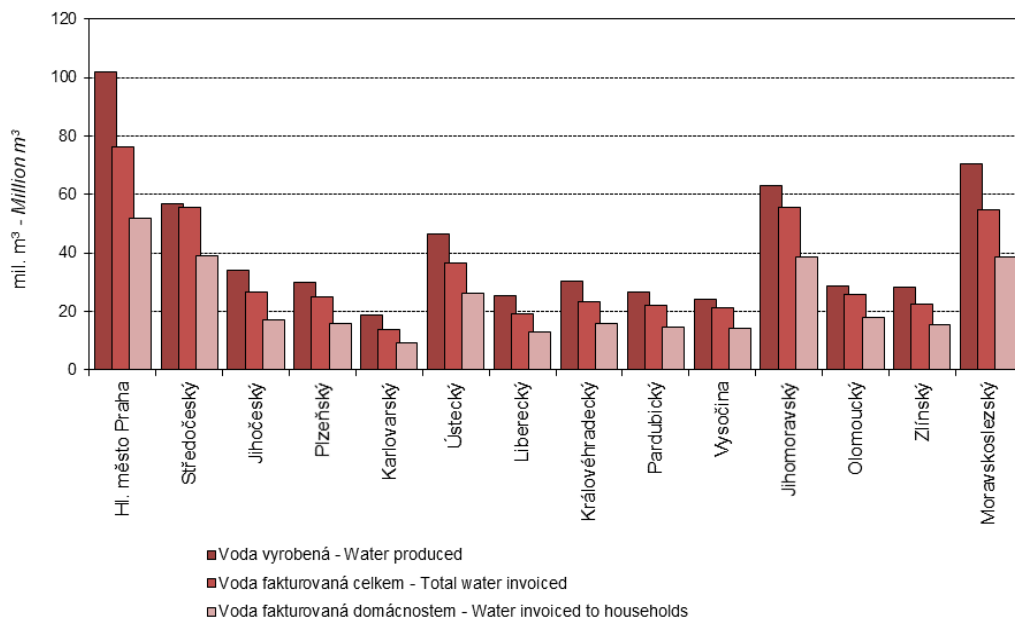
Comparing of consumption of water, water supply and sewerage collection charges in regions, 2022

Území, kraj	Specifické množství vody fakturované celkem (l/os./den) *)	Specifické množství vody fakturované domácnostem (l/os./den) *)	Cena vody (Kč/m ³ bez DPH)	Cena stočného (Kč/m ³ bez DPH)
Area, region	<i>Specific amount of water invoiced in total</i> (l/capita/day)	<i>Specific amount of water invoiced for households</i> (l/capita/day)	<i>Water supply charges</i> (CZK/ m ³ excl. VAT)	<i>Sewage collection charges</i> (CZK/ m ³ excl. VAT)
Ceská republika	130.1	89.4	46.1	41.0
Hl. město Praha	162.8	111.2	51.0	47.4
Středočeský	123.6	87.0	50.0	41.7
Jihočeský	124.5	80.2	42.6	33.2
Plzeňský	134.8	86.8	48.4	34.1
Karlovarský	133.6	89.0	46.0	41.6
Ústecký	128.2	91.9	53.8	47.5
Liberecký	128.0	87.7	51.3	48.4
Královéhradecký	121.8	82.5	41.0	40.2
Pardubický	119.6	78.8	41.9	42.2
Vysočina	119.3	81.1	43.2	32.6
Jihomoravský	132.4	92.1	42.9	41.3
Olomoucký	119.3	83.7	38.9	39.6
Zlínský	111.3	77.2	43.0	37.1
Moravskoslezský	127.9	90.4	42.3	38.6

Obrázek 8 - Cena vodného a stočného v krajích [34]

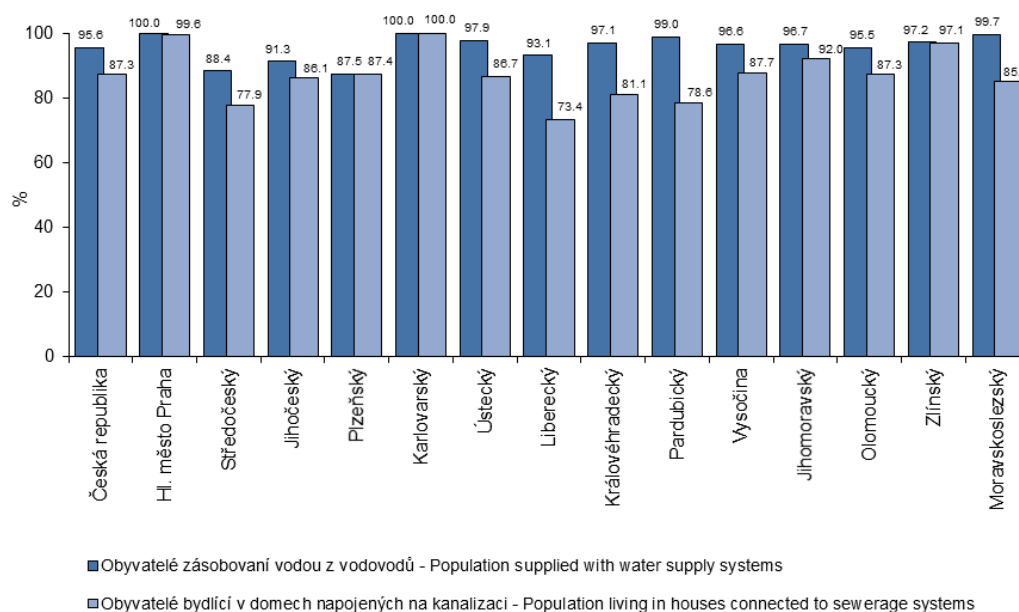
Množství vyrobené pitné vody, fakturované vody celkem a vody fakturované domácnostem v ČR v roce 2022

Amount of drinking water produced, of total water invoiced and of water invoiced to households in the CR: by region, 2022



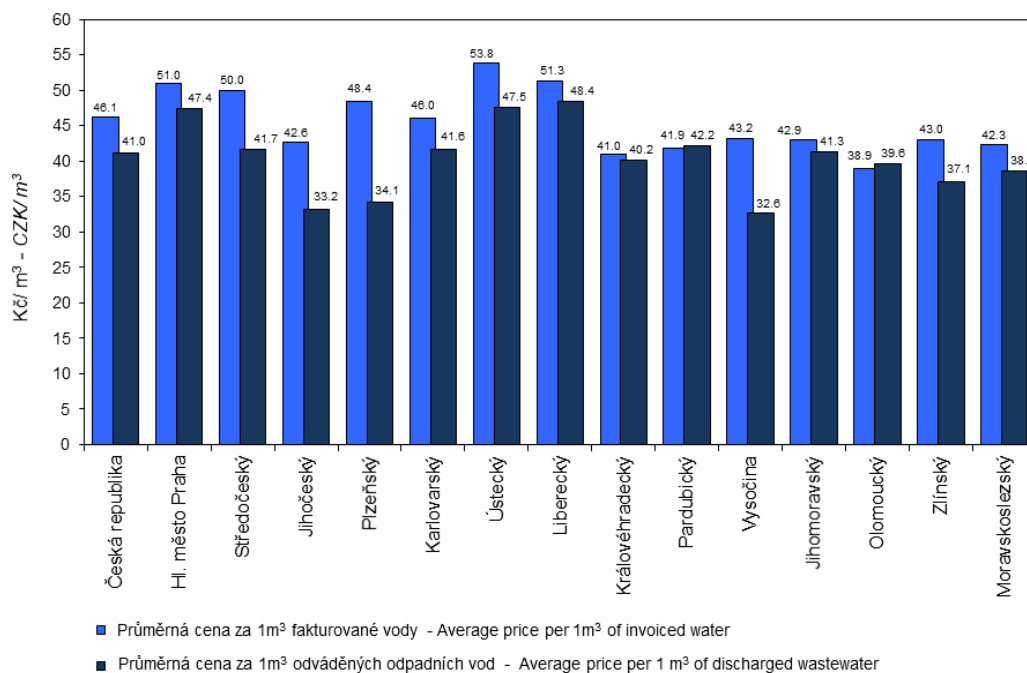
Obrázek 9 - Fakturování vody celkem a domácnostem v ČR [34]

Podíl obyvatel zásobovaných vodou a napojených na kanalizaci pro veřejnou potřebu v roce 2022
Percentage of the population supplied with water and connected to public sewerage systems: by region, 2022



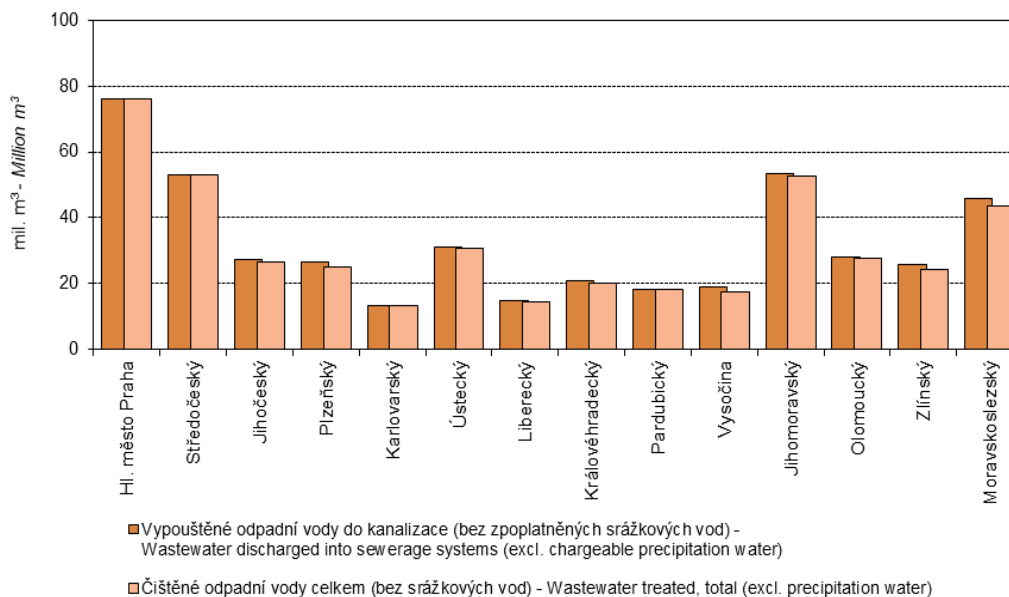
Obrázek 10 - Podíl obyvatel zásobované vodou a napojené na kanalizaci [34]

Průměrná cena za 1 m³ fakturované vody a průměrná cena za 1 m³ odváděných odpadních vod v ČR v roce 2022
Average price per 1 m³ of invoiced water and per 1 m³ of discharged wastewater in the CR: by region, 2022



Obrázek 11 - Průměrné ceny fakturované vody a odpadní vody v ČR [34]

Množství vypouštěných a čištěných odpadních vod v jednotlivých krajích v roce 2022
Amount of wastewater discharged and treated: by region, 2022

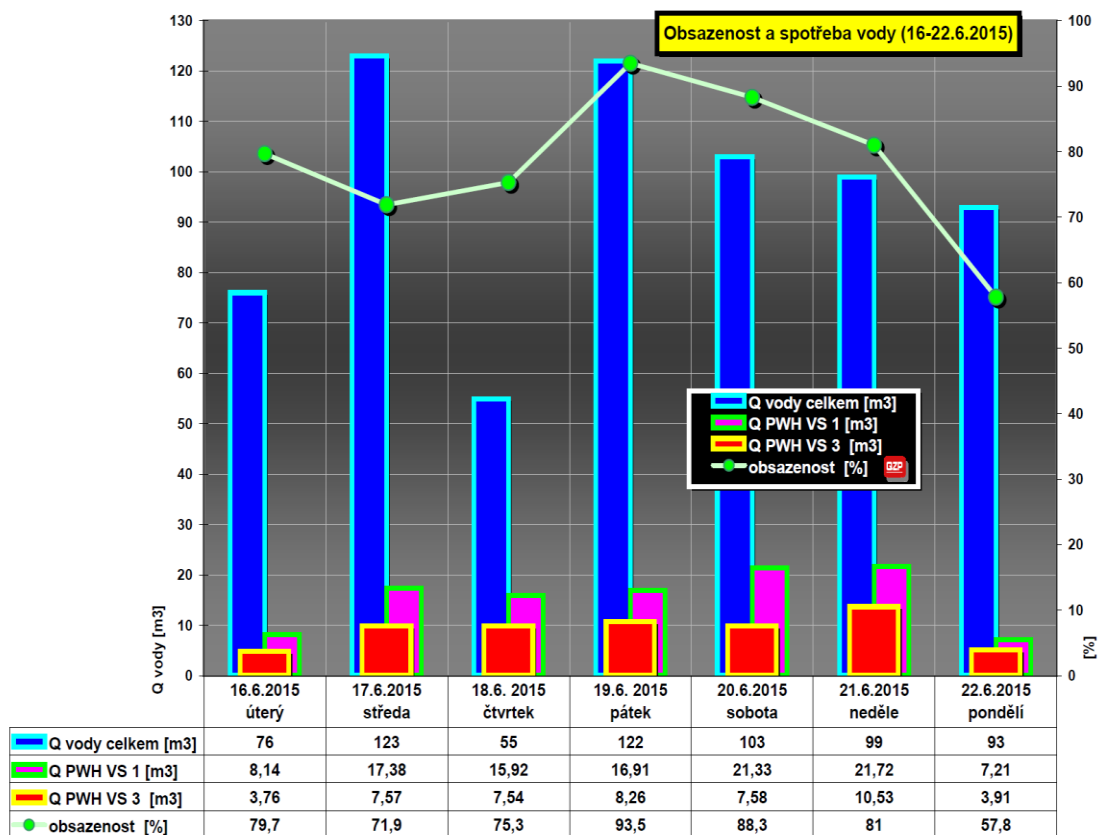


Obrázek 12 - Množství vypuštěných a čištěných odpadních vod v krajích [34]

2.3.2. Podklady pro stanovení produkce odpadní šedé vody

Pro stanovení produkce odpadní šedé vody z objektů hotelového typu, které v rámci své diplomové práce řeším, není z veřejně dostupných zdrojů dostatek relevantních podkladů. Využil jsem proto kontakty a konzultace s uznávanými odborníky v problematice ZTI (zejm. s panem doc. Pospíchálem, VUT Brno). Jmenovaný společně s dalšími členy VUT Brno, případně ve spolupráci s ČVUT Praha, v období cca 25 let prováděli měření a monitoring spotřeby energií, včetně vody, v závislosti na počtu ubytovaných osob v různých hotelových objektech (např. hotely HILTON Praha, PUPP Karlovy Vary, CORINTHIA Praha, CONTINETTAL Brno, INTERNATIONAL Brno, AVANTI Brno, HOLIDAY-INN Brno, DUO Praha, RIVER PARK Bratislava, SHERATON, Praha, PYRAMIDA Praha, INTERHOTEL MOSKVA Zlín apod.). Pro potřebu mé diplomové práce mi doc. Pospíchal poskytl cenné informace a konzultace. Byť jeho měření a výzkumy byly realizovány v rozmezí let 1993–2018, kdy spotřeby vody byly odlišné od současnosti, lze i na těchto datech dovodit parametry produkce šedé odpadní vody. Pro stanovení těchto bilancí je možno obecně použít zejména výsledky měření spotřeb Tv, jelikož v rámci standardních pokojů hotelů je Tv užívána výhradně v koupelnách pro osobní hygienu v umývadlech a pro koupele ve sprchách a vanách, což jsou v zásadě jediné zdroje použitelné pro sběr šedé (odpadní) vody. Spotřebu Tv užitou pro bidety, které jsou osazeny a užívány pouze ve vyšších kategoriích ubytování, je možno zanedbat. Příkladem uvádím výsledky monitoringu spotřeby vody za časové období

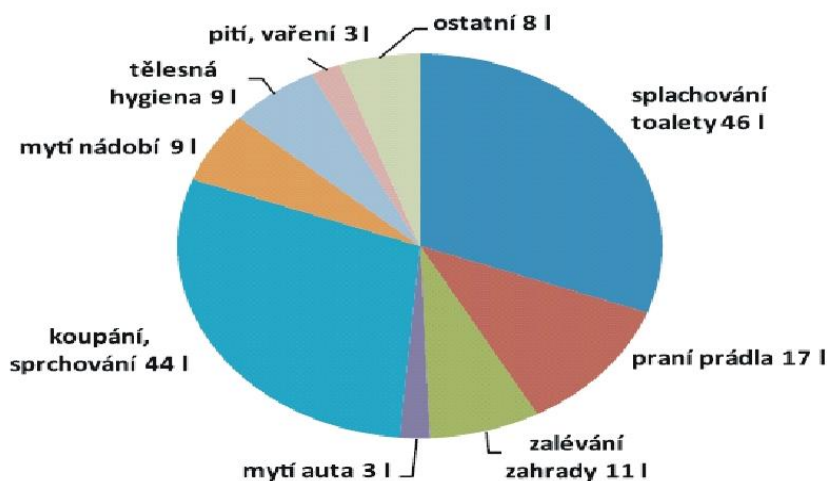
16.6. ÷ 22.6.2015, které byly kontinuálně sbírány a vyhodnoceny v závislosti na obsazenosti objektu.



Obrázek 13 - Monitoring spotřeby vody v hotelu 150 lůžek v období 16.6. - 22.6.2015; autor: doc. Pospíchal

Další podklady a cenné informace jsem získal konzultacemi a e-mailovými korespondencemi se zástupci odborných firem zabývajících se aplikací a vývojem systémů ZTI pro využití odpadní vody (zejm. Bc. Václav Kučera, technický konzultant ZTI firmy ASIO, Ing. Michal Zezulka výkonný ředitel firmy AKIRE s. r. o., Ing. Luděk Pilát technický konzultant ZTI firmy REHAU).

V rámci řešení projektové části mé diplomové práce byly poznatky a jednotlivé prvky využity pro návrh konkrétních systémů ZTI pro využití a recyklaci šedé vody a pro využití energetického potenciálu z této odpadní vody.



Obrázek 14 - Průměrná spotřeba vody v domácnosti [35]

Z grafu na obr. 14 je patrné, že produkce šedé vody tvoří více než 50 % celkové produkce odpadní vody v domácnosti. Množství vyprodukovaných šedých vod ve vybraných zemích kolísá mezi 57 až 75 l/EO×d a přehledně je znázorňuje tabulka 1.

Země x l/(EO×d)	Kuchyně a myčky	Umývadla	Tělesná hygiena	Sprchy a vany	Úklid	Celkem
Velká Británie	13	17	13	28	-	-
Malta	15	16	9	25	-	-
USA	-	-	19	13	-	-
USA	14	41	-	38	-	-
USA	14	28	8	32	-	-
USA	13	38	-	47	-	-
Nizozemí	9	23	-	40	3	74
Dánsko	25	10	-	50	-	-
Německo	8	16	8	40	3	75
Německo	4 až 6	20 až 40	10 až 15	20 až 40	3 až 10	57 až 111
Německo	4	19	10	20	3	56
Německo	8	12	-	40	5	65
Německo	12	13	-	40	5	70
Německo	6	13	10	30	5	75

Tabulka 1 - Produkce šedé vody ve vybraných evropských zemích [35]

Zvýšená produkce šedých vod je zejména v hotelech, bazénech, saunách, restauracích a podobných zařízeních. Spotřeba vody ve tříhvězdičkovém hotelu je kolem 150 l/(EO×d), v pětihvězdičkovém pak až 1000 l/(EO×d). Rozsah je dán vybavením hotelu, zejména ho ovlivňuje přítomnost wellness centra, sauny, bazénu a způsobu udržování kuchyně. Z hlediska chemického složení (viz tab. 2) je poměr mezi CHSK a BSK5 zpravidla 4 : 1, což ukazuje na vyšší podíl obtížněji rozložitelných organických látek (v klasických komunálních vodách je poměr CHSK/BSK5 obvykle okolo 2 : 1). Tento nepříznivý poměr platí zejména pro odtoky ze sprch, kde se používají mýdla a šampony. Co se týká pH šedých vod (u komunálních vod je pH obvykle 7–8), tak zejména vody z praní jsou zásadité (pH = 9–10), oproti tomu vody z klasických kuchyní jsou spíše kyselější. Teplota šedých vod z odpadů van, sprch a praček kolísá mezi 18 až 38 °C, neboť pro hygienické účely je používána teplá voda. [35]

Zdroj šedé vody	Pračky	Vany, sprchy, umývadla	Kuchyně, myčky	Neseparovaná šedá voda
BSK ₅ [mg/l]	45-682	19-200	669-756	41-194
CHSK [mg/l]	375	64-8000	26-1600	49-623
pH	9,2-10	5-8,6	6,3-7,4	6,1-8,4

Tabulka 2 - Hodnoty BSK₅, CHSK, pH v šedých vodách [35]

2.3.3. Alternativní zdroj vedle pitné vody

Kvalitní pitná voda by měla být používána pouze tam, kde je to nezbytně nutné. Pro splachování toalet, zalévání zahrady je možno použít vodu vyčištěnou. To zejména tam, kde je nízká kapacita dostupného zdroje kvalitní pitné vody. Výhody použití recyklované vody:

- ekonomické hledisko – stále se zvyšující cena kvalitní pitné vody
- nižší zatížení prostředí nutrieny – co se nevypustí, to nebude v tocích
- nižší uhlíková stopa – a vlastně méně zbytečné práce

Mezi alternativní zdroje vody lze zařadit:

- recyklovanou vodu dodávanou samostatnou distribuční sítí, zcela oddělenou od vody pitné
- recyklovanou vodu vyrobenou decentrálně
- vodu dešťovou ze střech a nepropustných povrchů [35]

2.3.4. Čištění šedých vod

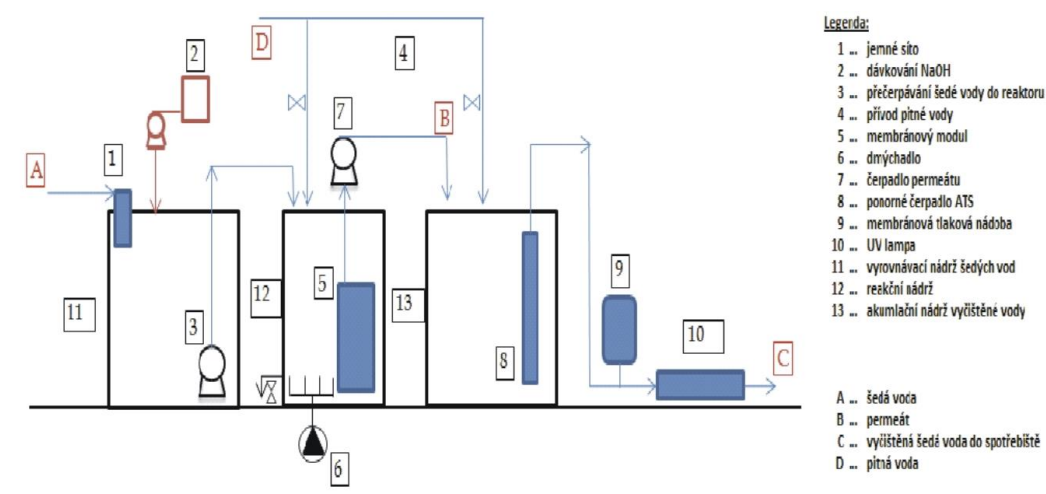
Z tabulky 2 je zřejmé, že pro šedé vody je specifické zejména kolísání hodnot spojené s rozličným životním stylem. I zevrubná analýza nám odhalí, že nejméně zatížené jsou vody

ze sprch a mytí, a oproti tomu šedé vody z kuchyní jsou díky vyšším obsahům organických zbytků a nerozpuštěných látek hodně zatížené. Z těchto poznatků se pak dá vycházet a šedou vodu dělit na vhodnou a podmíněně použitelnou pro recyklaci. [35]

V praxi existuje řada objektů, u nichž by se již dnes vyplatilo oddělit šedé vody a použít je jako užitkovou (tzv. bílou) vodu – nejlepších ekonomických parametrů se logicky dosahuje tam, kde je relativně větší produkce a zejména větší spotřeba (hotely, sportovní zařízení, bazény, nemocnice). V rámci výše uvedeného projektu se posuzovala řada objektů, a to jak po stránce recyklace vod, tak i po stránce využití tepla z těchto vod a návratnost vložených investic se pohybovala od 4 do 10 roků. U již existujících objektů nepříznivě ovlivňují ekonomické ukazatele náklady na dodatečná opatření. U nových objektů je však již zřejmé, že už není na co čekat a přinejmenším oddělené odvádění šedých vod by mělo být u veřejných budov samozřejmostí, ať už se pak využije vyčištěná voda nebo získané teplo. Zajímavostí je, že v Praze většina starých domů oddělené odvádění šedých vod má, neboť to vyžadovaly městské předpisy, i když důvod pro oddělení byl trochu jiný než jejich využití. [35]

2.3.5. Návrh zařízení pro recyklaci šedé vody

Technologie čištění šedých lze rozdělit na fyzikální, fyzikálně chemické a biologické. V minulosti se často používaly i přírodní způsoby – usazování a filtrace na půdním filtru. Tyto metody se používají i dnes, ale většinou jen u chat apod. Pro větší objekty je standardem biologické čištění, separace nerozpuštěných látek a jejich hygienické zabezpečení. V minulosti to byly spíše extenzivnější postupy – aktivace s plovoucím nosičem a písková filtrace. Dnes už většina výrobců nabízí biologický reaktor s membránovou separací (MBR) – příklad schématu je na obrázku 15, a to z důvodu nižších prostorových nároků (úspora až 50 % plochy). Někdy je součástí i hygienické zabezpečení, i když membrány samy o sobě tuto schopnost již mají. Na obrázku je uvedena sestava zahrnující i nutnou akumulaci, vlastní reaktor (MBR) a zařízení na dodávku užitkové vody do potrubí užitkové vody. [35]



Obrázek 15 - Schéma uspořádání zařízení na čištění šedých vod [35]

Poptání aktuálních podkladů o spotřebě vody v hotelových objektech v ČR/v Praze

Pro zjištění aktuálních parametrů produkce odpadních/šedých vod nebo spotřeby vody v hotelových objektech v ČR (případně pouze v hlavním městě Praze) v rozdělení dle lokality a standardu ubytování, jsem kontaktoval:

1) Organizaci AHR ČR (Asociace hotelů a restaurací ČR):

z odpovědi Ing. Veroniky Stránské EVENT MANAGER nelze žádné konkrétní hodnoty zjistit, neboť mi bylo sděleno, že tuto statistiku centrálně nevedou a ani se nijak nevykazuje. Každý provoz, dle své potřeby, si vede potřebné údaje pro vyhodnocení celkové ekonomiky provozu.

2) Provoz PVK (Pražské vodovody a kanalizace, a.s.):

z odpovědi nelze žádné konkrétní hodnoty zjistit, neboť mi bylo sděleno, že tuto statistiku nevedou. Jenom mě odkázali na směrná čísla roční potřeby vody, viz. uvádím níže:

Vážený pane,

bohužel naše společnost Pražské vodovody a kanalizace, a.s. nevede statistiky ohledně průměrné spotřeby Vámi uvedených typů objektů.

Můžeme Vás pouze odkázat na Vyhlášku č. 120/2011 Sb. kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu. Tato vyhláška určuje směrná čísla roční potřeby vody pro různé typy objektů.

S pozdravem a přáním hezkého dne

Kristýna Balážová

referent zákaznického centra

Pražské vodovody a kanalizace, a.s.

SMĚRNÁ ČÍSLA ROČNÍ POTŘEBY VODY

III. HOTELY, UBYTOVNY, INTERNATY

(směrná čísla pouze pro ubytování)

na jedno lůžko za rok

hotely a penziony

11.	většina pokojů má WC a koupelnu s tekoucí teplou vodou	45 m ³
12.	většina pokojů je bez koupelny (sprch), WC na chodbě	23 m ³
13.	restaurace v hotelu, penzionu podle položek č. 18, 19 a 20	
14.	pro doplňující vybavení hotelů se přičítá:	
	denní připouštění bazénu	10 m ³
	sauna, wellness	10 m ³

V případě vlastní prádelny se použije směrné číslo pro prádelny.

internáty, učňovské domovy, studentské koleje, ubytovny

15.	většina pokojů má WC a koupelnu s tekoucí teplou vodou	25 m ³
16.	v budovách, kde jsou koupelny (sprchy), WC na chodbě	15 m ³
17.	stravování podle položek č. 18, 19 a 20.	

stravování – kuchyně, jídelna (bezobslužné)

na 1 strážníka a 1 pracovníka na jednu směnu za rok

18.	dovoz jídla, mytí nádobí, vybavení WC, umyvadla	3 m ³
19.	vaření jídla, mytí nádobí, vybavení WC, umyvadla	8 m ³
20.	bufet, občerstvení	1 m ³

Obrázek 16 - Směrná čísla roční potřeby vody, dodané od PVK

Vyhláška č. 256/2023 Sb., kterou se mění vyhláška č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů. [36]

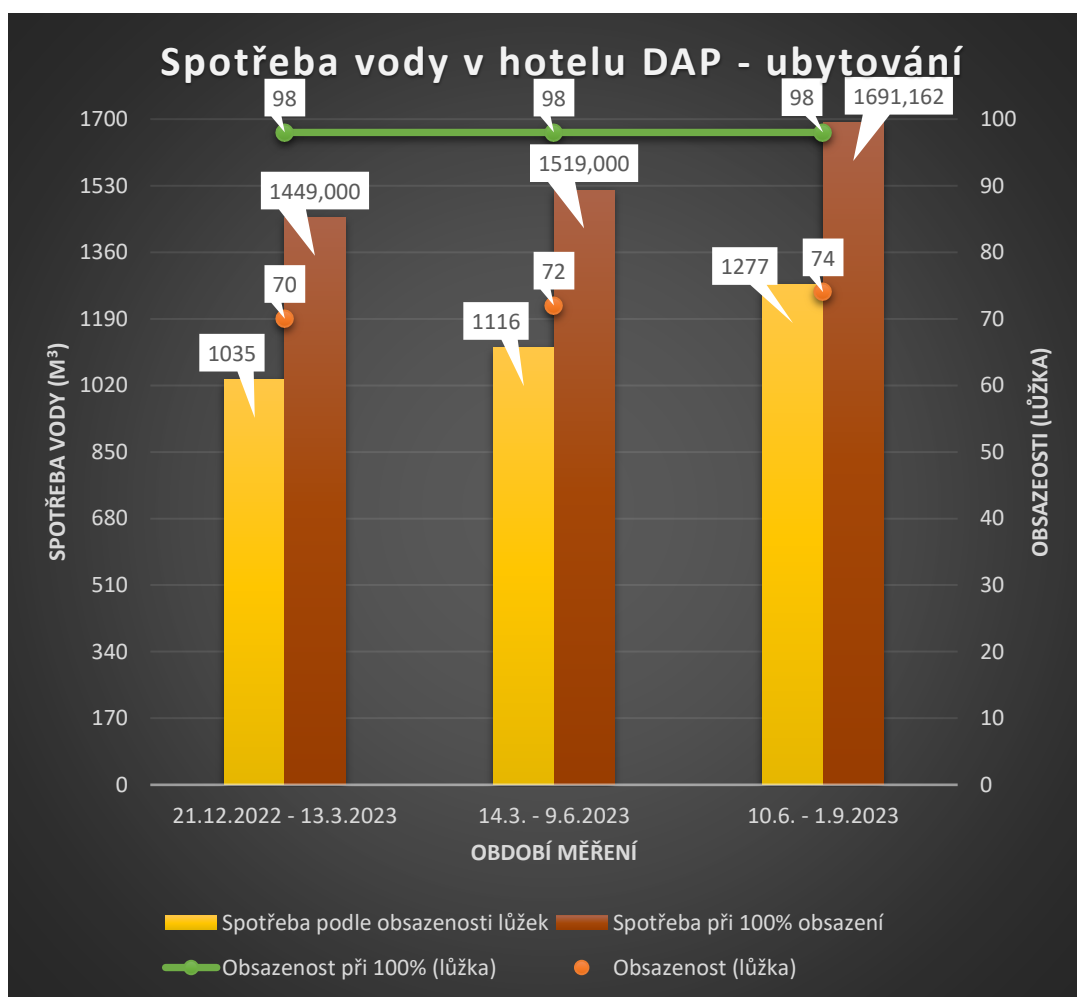
3) **Technického ředitele provozu hotelu DAP** (Dům armády Praha), Praha 6:

z jeho odpovědi, ve které mi sdělil konkrétní požadované údaje z provozu jím řízeného ubytovacího zařízení s 98 lůžky (kategorie 3,5*, s pokoji o velikosti 1 až 4 lůžek se samostatným, plně vybaveným sociálním zařízením). Za období 21.12.2022–13.3.2023, 14.3.2023–9.6.2023 a 10.6.2023–1.9.2023 jsem vybral provozní evidenci měření spotřeby vody na rozvodech v ubytovací části hotelu, tj. bez spotřeby provozních částí hotelu (technologie, wellness, kuchyně, restaurace, energocentrum apod.).

Hodnoty jsem zpracoval do tabulky a přehledného grafu s vazbou na průměrnou obsazenost objektu v daném období.

Období	Obsazenost (%)	Obsazenost (lůžka)	Spotřeba podle obsazenosti lůžek (m ³)	Průměrná spotřeba na 1 lůžko (m ³)	Obsazenost při 100 % (lůžka)	Spotřeba při 100 % obsazení (m ³)
21.12.2022 - 13.3.2023	71	70	1035	14,786	98	1449,000
14.3. - 9.6.2023	73	72	1116	15,500	98	1519,000
10.6. - 1.9.2023	75	74	1277	17,257	98	1691,162
	100	98				

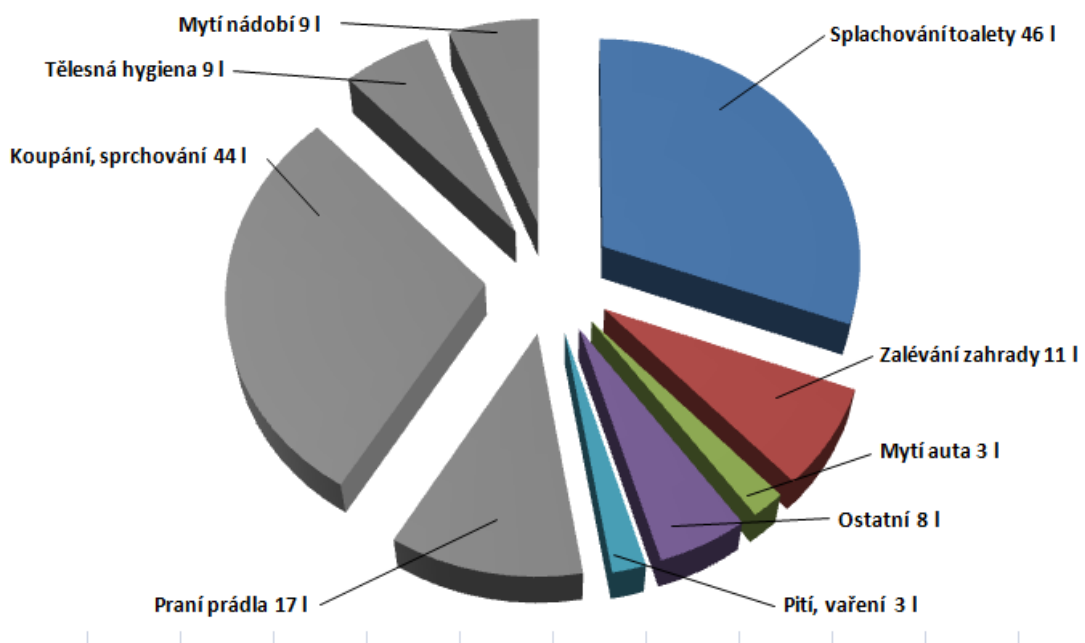
Tabulka 3 - Obsazenost a spotřeba vody v lůžkové části hotelu DAP v období 21.12.2022 – 1.9.2023



Obrázek 17 - Graf obsazenosti a spotřeba vody v lůžkové části hotelu DAP v období 21.12.2022 – 1.9.2023

3. Závěr

Denní produkce šedé vody v hotelových objektech středního standardu se v ČR pohybuje v rozmezí od 35 do 65 l/EO×den (některé zdroje uvádí až 100 l/EO×den). Tyto hodnoty kolísají zejména z důvodu různého stupně užití vody v konkrétním odběrném místě a jsou přímo svázány se stupněm hygienického standardu a lokální potřeby dané kategorie ubytování. Znovuvyužitím šedých vod se dá uspořit až 50 % denní spotřeby pitné vody. Přes skutečnost, že se uvedené statistické hodnoty odvozují ze spotřeb bytového fondu, lze toto rozdělení, s určitou mírou nepřesnosti, akceptovat i pro standardní hotelové provozy, zejména když cílené sledování statistik spotřeby vody v hotelových objektech není ve veřejných zdrojích šířeji publikováno. [32]



Obrázek 18 - Graf spotřeby vody v domácnostech [37]

Z grafu vyplývá, že množství vody pro koupání (44 l) a tělesnou hygienu (9 l), případně též denní potřeba vody pro mytí nádobí (9 l), plně (i s dostatečnou rezervou) pokrývá denní potřebu vody na splachování (46 l).

Aplikační část

1. Úvod

V této aplikační části se zaměřím na specifické řešení zpětného využití šedé vody. Popíšu čistírnu šedých vod a její princip. Představím různé typy výměníků pro rekuperaci tepla ze šedých vod, a kde se je vyplatí navrhovat. Dále představím jedno z tepelných čerpadel, které umožňuje odebírat energii z vody. Jako poslední uvedu provozní jednotku (čerpadlo), která bude rozvádět provozní („bílou“) vodu do rozvodů vody, pro splachování WC a pisoárů.

Na závěr shrnu výhody principu zpětného využití šedé vody.

2. Čistírny šedých vod

Čistírny šedých vod jsou určeny k čištění odpadních vod **bez obsahů fekálií a moči**, tzn. vody ze sprch, van a umývadel (+ případně z myček a dřezů). Tato technologie využívá aerobní biologické procesy a je vybavena membránovou technologií, která vyčištěnou vodu zbavuje většiny virů a bakterií. Vyčištěná šedá voda se nazývá „bílá“, je kvalitou srovnatelná s dešťovou vodou a použitelná především jako voda provozní, pro splachování toalet a zalévání. [32]

2.1. Popis technologie

Odpadní voda natéká přes filtr mechanických nečistot do vyrovnávací nádrže. Tato nádrž má funkci zachytit nerovnoměrnost vypouštění – akumulaci. Z vyrovnávací nádrže je voda čerpána čerpadlem do aktivační nádrže. V reakční nádrži se voda biologicky čistí. V aktivační nádrži je osazen **membránový modul**. V jeho spodní části se nachází **aerační systém**, který slouží ke vhánění kyslíku do aktivační nádrže a k čištění membrán. [32]

Nad membránovým modulem je umístěno čerpadlo, které pod tlakem odsává vodu přes filtrační membrány a **odvádí již vyčištěnou vodu do akumulární nádrže** vyčištěné vody. Voda z akumulární nádrže je čerpána pomocí automatické tlakové stanice s membránovou tlakovou nádobou do systému rozvodu provozní vody. Za čerpací stanicí je umístěna membránová tlaková nádoba. Jako poslední je zařazena UV lampa sloužící k dezinfekci vody. Všechny nádrže jsou opatřeny havarijním přepadem a možností doplňování pitnou vodou do akumulární nádrže vyčištěné vody v případě nedostatku šedých vod. [32]

2.2. Čistírna šedých vod ASIO AS-GW

S využitím výrobkové řady kompaktních jednotek AS-GW v jednom celku zajistíme:

- mechanické předčištění šedé vody,
- akumulaci vody,
- biologické čištění a filtraci,
- čerpání vody do rozvodného systému,
- doplňování pitné vody v případě nedostatku produkce šedých vod. [28]

2.2.1. Čistírna šedých vod AS-GW/AQUALOOP

Čistírna AS-GW/AQUALOOP je výrobek využívající technologii pro recyklaci a čištění šedé vody, která se používá v domácnosti, či větších objektech. Vyčištěná voda splňuje nejpřísnější standardy 350 Class C pro rodinné domy i komerční objekty dle americké normy NSF/ANSI 350–2014. Evropský standard DIN EN 12056-1 definuje šedé vody jako méně kontaminované odpadní vody bez fekálií a zahrnuje odpadní vodu, která odtéká z umyvadel, van, sprch, myček, dřezů a neobsahuje fekálie a moč. Úpravou šedé vody pak vzniká tzv. bílá voda vhodná pro zmiňované splachování záchodů, pisoárů, ale také případně k závlaze zeleně či jinému využití. [28]

Čistírna AS-GW/AQUALOOP prošla certifikací u německého partnera a úspěšně splnila parametry od NSF/ANSI Standard 350 Class C pro rodinné domy i komerční objekty.

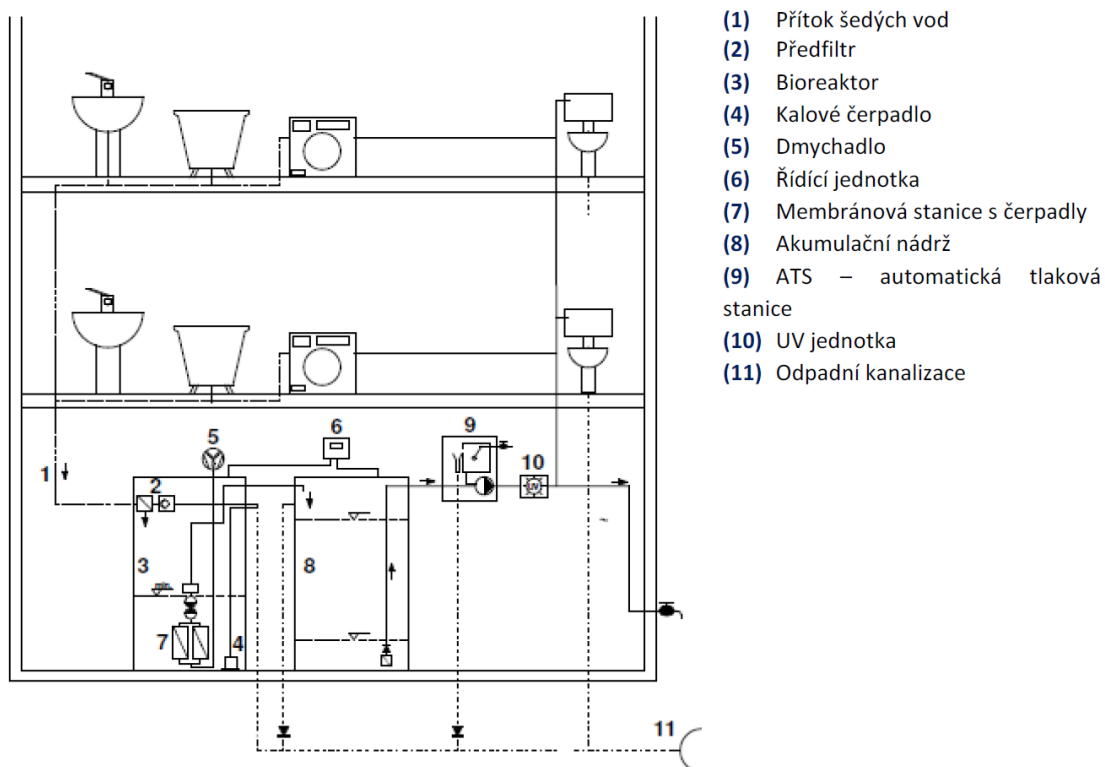
Parametr	Požadavky		Výsledky testování NSF	
	Průměrná hodnota	Bodová maximální hodnota	Výsledek průměrný	Bodový výsledek
BSK5 [mg/l]	10	25	6	17
TSS [mg/l]	10	30	2	8
Zákal [NTU]	2	5	0,5	4,0
E. Coli [KTJ/ 100 ml]	2,2	200	2,0	13
pH	6,0 – 9,0	X	6,7-8,0	X

Obrázek 19 - Garantované parametry kvality vyčištěné vody [28]

Typ ČOV	Počet EO	Rozměry Ø/H [mm] 2 nádrže	Maximální denní nátok [L/den]	Objem akumulace šedé vody [L]	Objem akumulace provozní vody [L]	Hmotnost v kg
AS-GW/AQUALOOP 6 P	6	1 000/1 500	300	300	300	150
AS-GW/AQUALOOP 12 P	12	1 200/1 500	600	600	600	180
AS-GW/AQUALOOP 18 P	18	1 400/1 500	900	900	900	240
AS-GW/AQUALOOP 24 P	24	1 600/1 500	1 200	1 200	1 200	270
AS-GW/AQUALOOP 36 P	36	1 500/2 000	1 800	1 800	1 800	360
AS-GW/AQUALOOP 54 P	54	1 800/2 000	2 700	2 700	2 700	390
AS-GW/AQUALOOP 72 P	72	2 100/2 000	3 600	3 600	3 600	470
AS-GW/AQUALOOP 96 P	96	2 400/2 000	4 800	4 800	4 800	580
AS-GW/AQUALOOP 126 P	126	2 400/2 300	6 300	6 300	6 300	680
AS-GW/AQUALOOP 162 P	162	2 500/2 500	8 100	8 100	8 100	780

Obrázek 20 - Velikosti AS-GW/AQUALOOP podzemní varianta [28]

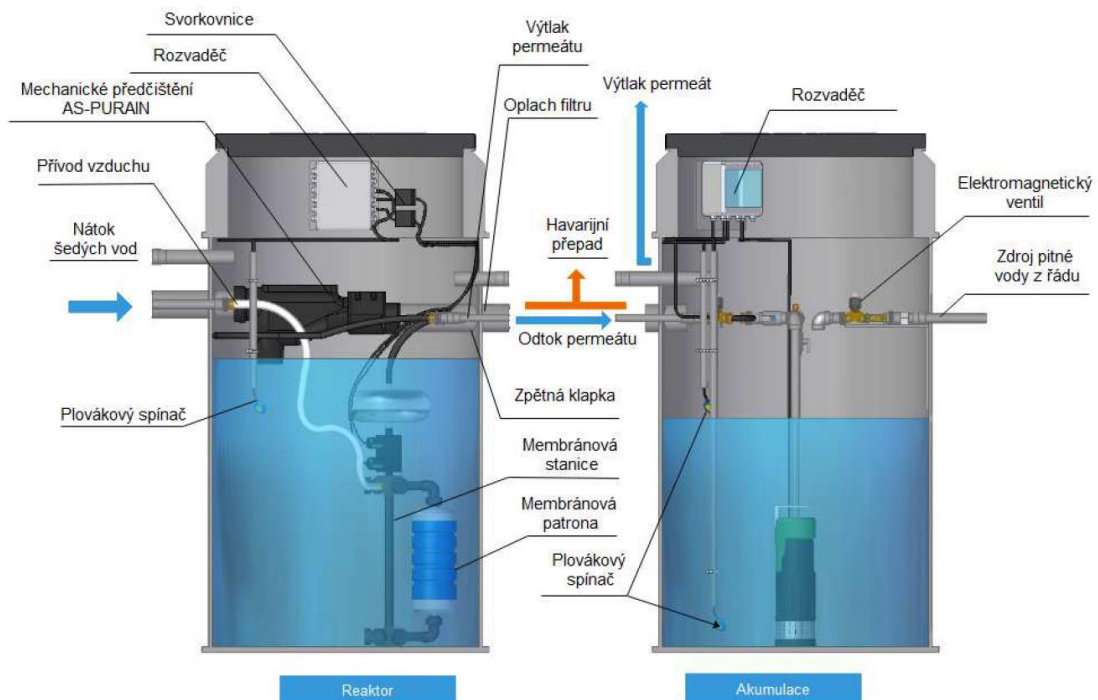
2.2.2. Princip technologie čistírny



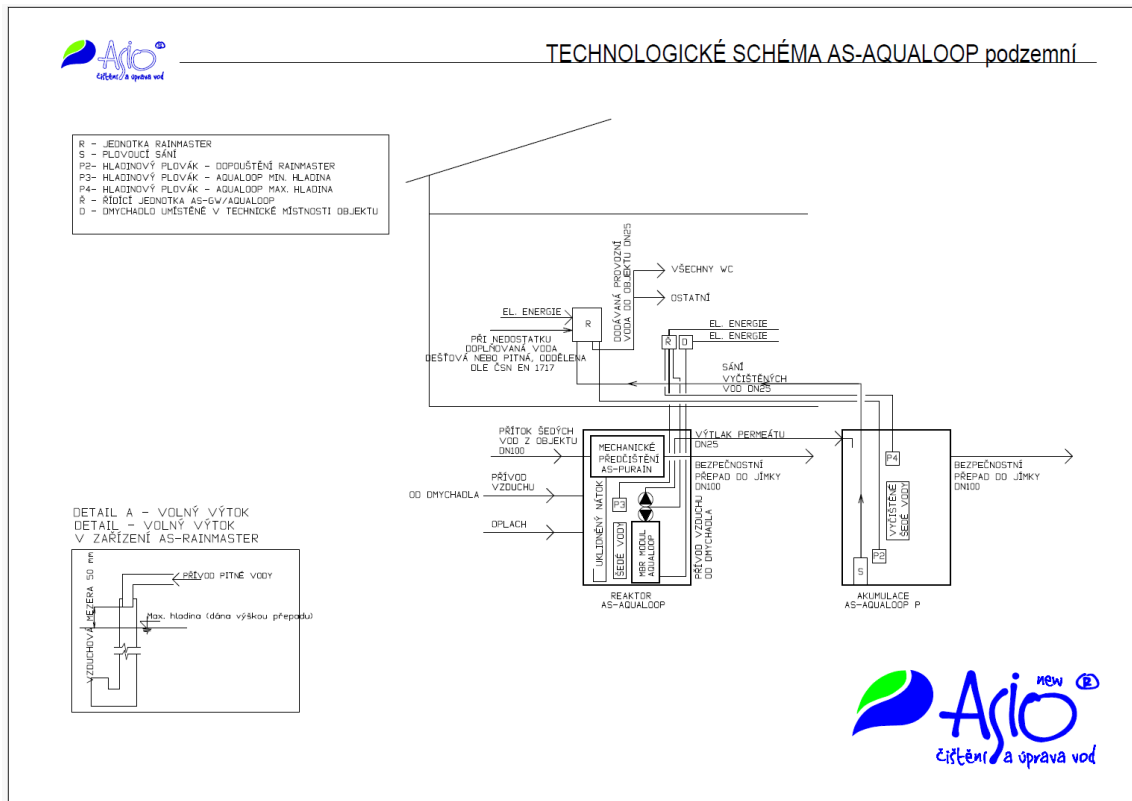
Obrázek 21 - Funkční schéma AS-GW/AQUALOOP [28]

Šedé vody (1) ze sprch, van a koupelnových umyvadel jsou mechanicky předčištěny na filtru (2) a následně natékají do nádrže bioreaktoru (3). V případě, že bioreaktor je naplněn, odpadní voda odtéká přepadem do kanalizace (11). Pokud je hladina v bioreaktoru na maximální úrovni, přebytečná voda přepadá do přepadu přes integrovaný skimmer, přes filtr

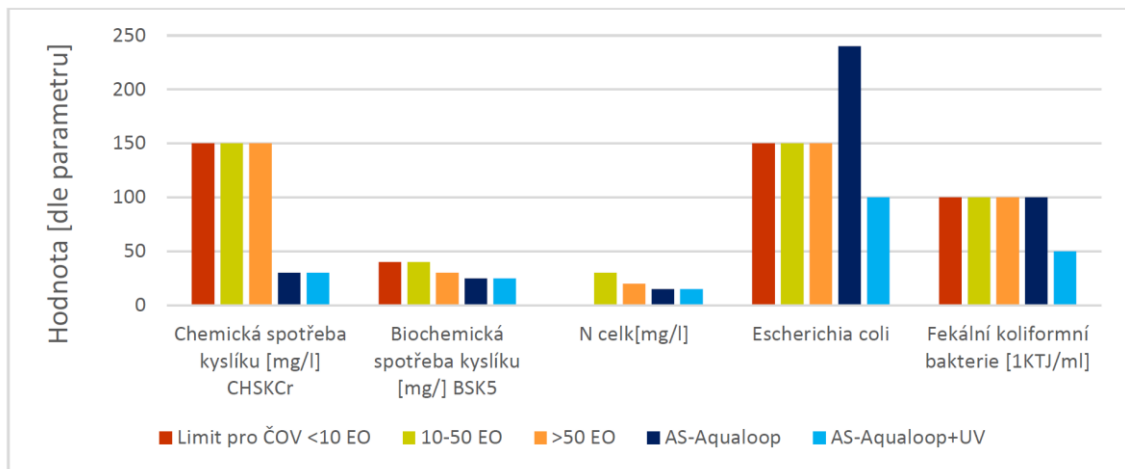
pro separaci plovoucí pěny/tuků a oleje z hladiny. Kalové čerpadlo je používáno pro pravidelné odtahování kalu ze systému. Kalové čerpadlo má zaústěn odtok do kanalizace přes přepad. V bioreaktoru jsou šedé vody čištěny biologicky za přispění aerace, která umožňuje růst mikroorganismů. Aeraci zajišťuje kompresor (5), který je časově spínán dle nastavení v řídicí jednotce AS-GW/AQUALOOP. Tento kompresor je spojen trubicou se spodní stranou membránové stanice (7). Druhou funkcí aerace je mechanické čištění povrchu membrán pomocí bublin. Po fázi biologického čištění přechází proces do fáze filtrace, kdy je vyčištěná voda filtrována přes ultrafiltrační membránu podtlakem do nádrže akumulace čisté vody. Filtrační proces je kombinace filtrace a zpětného proplachu, které zajišťují membrány čisté. Filtrace čisté vody probíhá až po dosažení minimální hladiny, která je hlídána plovákem. Proces filtrace je také pozastaven, pokud je v akumulární nádrži dosaženo maximální hladiny čisté vody. Samotný bioreaktor je větrán přes vstupní potrubí nebo samostatným potrubím. [28]



Obrázek 22 - Sestava AS-GW/AQUALOOP – podzemní varianta [28]



Obrázek 23 - Technologické obecné schéma AS-GW/AQUALOOP P [28]



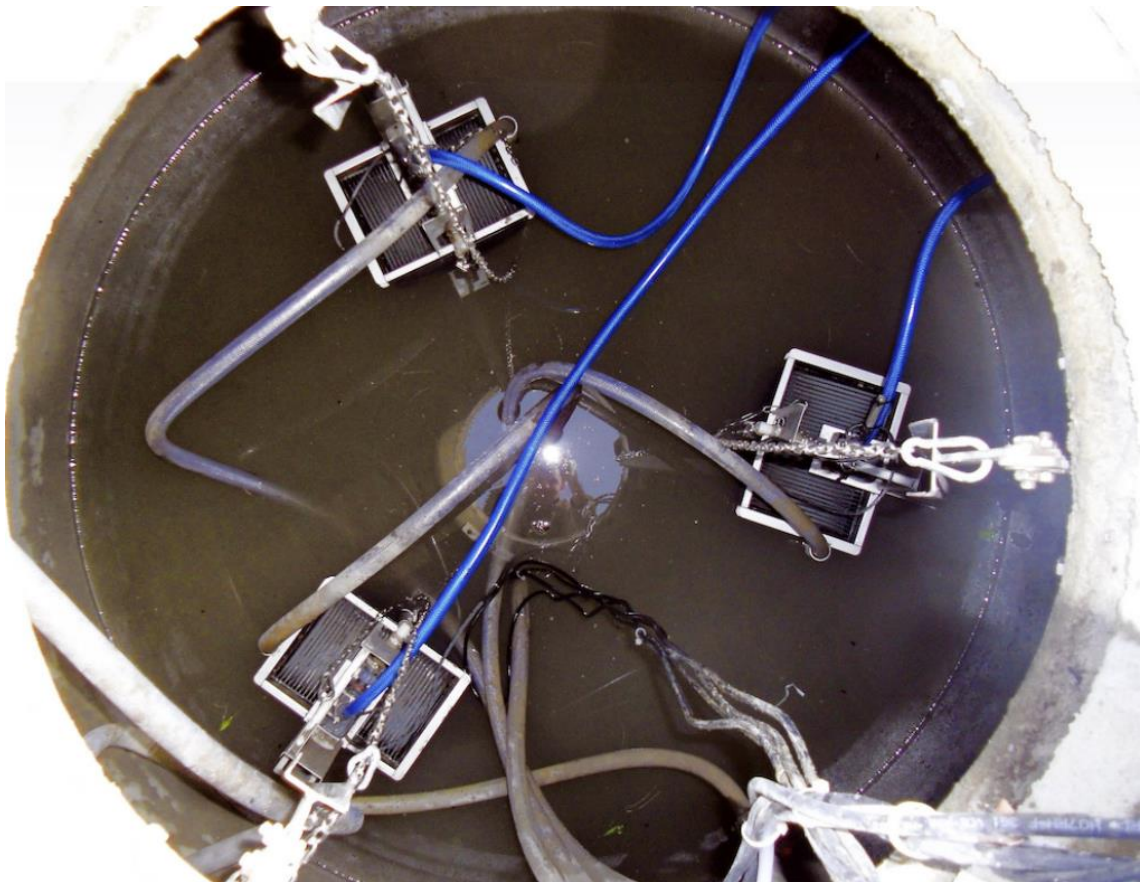
Obrázek 24 - Srovnání požadovaných a garantovaných parametrů pro zasakování do podzemních vod při použití AS-GW/AQUALOOP [28]

2.3. Čistírna šedých vod AS-GW/SiClaro

V současnosti postupně nahrazována technologií ASIO AS-AQUALOOP

Čistírny šedých vod AS-GW/SiClaro jsou navrženy na průtok od 1 do 30 m³/den. Tato technologie je vhodná jak pro novostavby, tak i pro rekonstrukce stávajících objektů. Recyklace šedé vody ze sprch, umývadel, praček a technologických procesů, tj. neobsahující fekálie a moč, produkuje vysoce kvalitní procesní vodu pro další využití. [38]

V současnosti jsou tyto typy čistíren postupně nahrazovány novou technologií AS-GW/AQUALOOP zejména s ohledem na složitější a ekonomicky náročnější servisní úkony na typech SiClaro. [38]



Obrázek 25 - Čistírna šedých vod AS-GW/SiClaro (pohled dovnitř) [38]

2.3.1. Popis technologie

Odpadní voda natéká přes filtr mechanických nečistot reakční nádrže, kde se voda biologicky čistí. V reakční nádrži je osazen membránový modul, v jehož spodní části je osazen aerační systém. Nad membránovým modulem je umístěno čerpadlo, které podtlakem odsává vodu přes membrány a odvádí již vyčištěnou vodu do akumulární nádrže vyčištěné vody. Voda z akumulární nádrže je čerpána do systému rozvodu provozní vody. Reakční nádrž je opatřena havarijním přepadem. Systém je možno doplňovat pitnou vodou. [38]

Typ ČOV	Počet EO	Maximální denní nátok [L/den]	Objem akumulace šedé vody [L]	Objem akumulace provozní vody [L]
AS-GW/SiClaro - 1	20	1 000	1 000	1000
AS-GW/SiClaro - 2	40	2 000	2 000	2 000
AS-GW/SiClaro - 5	100	5 000	5 000	5 000
AS-GW/SiClaro - 10	200	10 000	10 000	10 000
AS-GW/SiClaro - 20	400	20 000	20 000	20 000
AS-GW/SiClaro - 30	600	30 000	30 000	30 000

Obrázek 26 - Velikost AS-GW/SiClaro [38]

2.4. Proč využívat recyklaci šedé vody

Čištění šedých vod a jejich zpětné využití má široké, pozitivní dopady. Jedním z důležitých aspektů, zejména v současné době, je efektivnost využití vody, když dochází k neustálému nárůstu ceny vodného a stočného, takže recyklace šedé vody znamená obranu proti tomuto růstu cen pitné vody. Šedé vody lze s výhodou použít na splachování WC nebo pro zalévání zeleně. **Při opětovném využití šedých vod se navíc zlepšuje hodnocení dotčené budovy** v systémech LEED, BREEM a dalších. [35]

3. Využití tepelné energie ze šedé vody

3.1. Energie ze šedých vod

Dalším aspektem **využití odpadních šedých vod**, který nelze pominout, je značný tepelný potenciál obsažený v šedých vodách. Její využití se přímo nabízí. Důvody jsou hned dva – je v nich obsaženo více tepla než v jiných vodách a jsou relativně čisté. Minimalizuje se tak největší problém v této oblasti, a to usazování nečistot na výměnících. [24]

Teplota šedých vod je různá a je závislá na mnoha faktorech v rámci např. návštěvnosti zařízení, směnnosti provozu apod. Využití energie z těchto vod se přímo nabízí, za zvážení ale stojí, ve kterých případech to je vhodné a přínosné (z různých hledisek). Logické je, že ekonomičnost bude lepší tam, kde je větší produkce odpadních vod, vypouští se voda s vyšší teplotou a kde je i větší potřeba užitkové vody. K posouzení je třeba individuální posouzení každého objektu. [39]

Rekuperace tepla ze šedých vod je jedním ze způsobů, jak snížit náklady na ohřev TUV (teplá užitková vody), popřípadě na vytápění objektu. [24]

3.2. Metody odebírání tepelné energie

Odebírání tepla z odpadní vody lze provádět buď lokálně nebo centrálně. O vhodnosti každé varianty **rozhoduje průtok odpadní vody**. Pro menší aplikace a rodinné domy je investičně zajímavější lokální rekuperace tepla, která reaguje na aktuální spotřebu. U větších aplikací je možno **odpadní vodu akumulovat**, odebrat z ní potřebné teplo a až poté ji vypustit do stokové sítě nebo na čistírnu odpadních vod. [24]

Největšími zdroji tepelné energie mimo čistírny odpadních vod jsou hotely, školy, restaurace, ubytovny, administrativní budovy a další veřejná zařízení, také wellness centra, bazény, lázně a nemocnice. Ve všech těchto případech **je možné získat nezanedbatelné množství tepelné energie** díky opětovnému využití energetického potenciálu z odpadní (šedé) vody. [24]

3.3. Proč přemýšlet nad rekuperací tepla

Průměrná spotřeba energie na sprchování na osobu dosahuje např. v České republice přibližně 90 m³ zemního plynu za rok. Z tepla, které se vyrobí na sprchování, využijete ale jen 20 až 25 %. Největší část tepla odeče pryč do kanalizace. Se žlabem „AS-DRAINCHANNEL“ můžete znovu využít velkou část odpadního tepla. [40]

Co to je výměník?

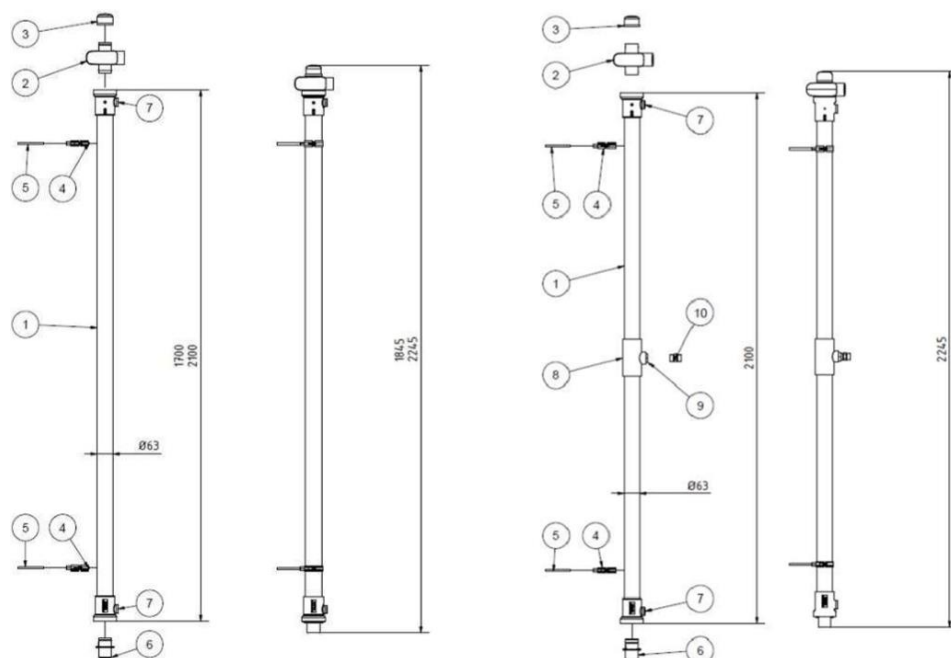
Jedná se o trubku či odtokový žlab s výměníkem, který se instaluje na odtoku ze sprchy a slouží k rekuperaci energie teplé odpadní vody. Teplá odpadní voda proteče výměníkem, předá teplo protiproudě protékající studené vodě a pokračuje pryč do kanalizace. [41]

Jak funguje sprchový výměník?

Rekuperace tepla obsaženého v odtékající vodě ze sprchování se uskutečňuje na protiproudém principu předání tepla. Odtékající voda stéká gravitací v tenké vrstvě po vnitřní stěně trubkového výměníku tepla. Teplo odtékající vody při sprchování se přitom předává studené vodě proudící v protiproudu vzhůru. Ta je oddělena dvojí stěnou výměníku od odtékající vody. Voda ohřáta z cca 10 °C na cca 27 °C proudí na „studanou stranu“ směšovací baterie (a k ohřívání vody) a spotřeba energie se tak velmi pohodlně a jednoduše sníží. [40]



Obrázek 28 - Trubkový výměník AS-SHOWER PIPE VX [42]



Obrázek 29 - Rozměrové schéma AS-SHOWER PIPE VX [42]

Technické specifikace a výkon

	VX 1700	VX 2100
Účinnost (KIWA, odpovídá NEN7120 / NTA8800; 9,2 l/min)	60,0 %	65,2 %
Účinnost (KIWA, odpovídá NEN7120 / NTA8800; 12,5 l/min)	55,5 %	62,5 %
Schválení BCRG	Ano	Ano
Tlaková ztráta (9,2 l/min)	0,26 baru	0,39 baru
Max. průtok pitné vody	15 l/min	15 l/min
Max. průtok odpadní vody	30 l/min	30 l/min
Obsah pitné vody	0,30 l	0,35 l
Max. tlak (strana pitné vody)		7,5 baru
Max. tlak (strana odpadní vody)		1,0 baru
Max. teplota		60 °C

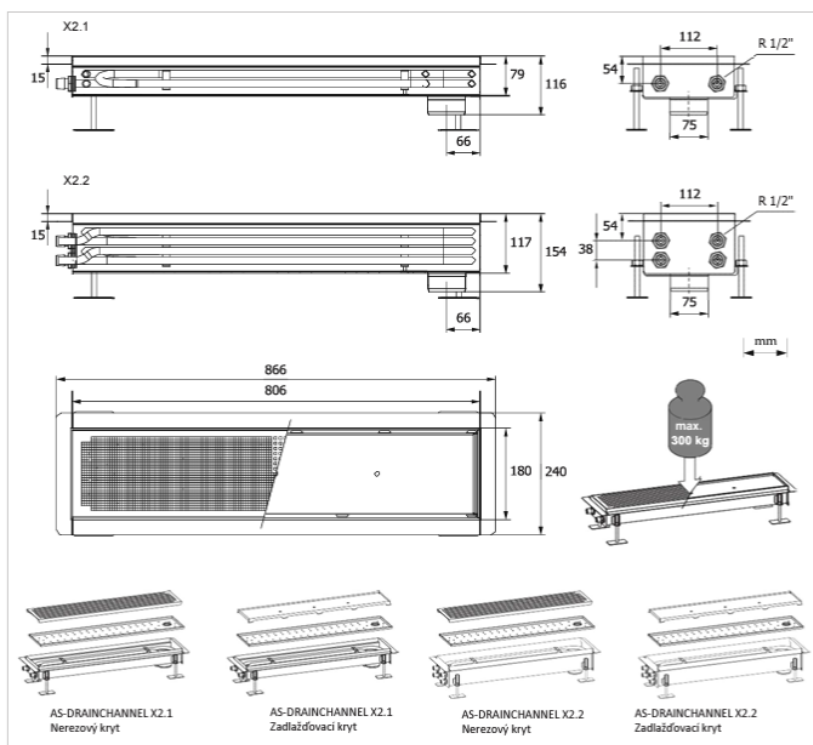
Obrázek 30 - Technické parametry AS-SHOWER PIPE VX [42]

Žlabové výměníky AS-DRAINCHANNEL

„AS-DRAINCHANNEL“ je odtokový žlab ze sprchy včetně výměníku tepla s velmi nízkou vestavnou výškou. Jeho instalace se uskuteční jednoduše v úrovni podlahy do roviny s dlažbou sprchy. Prakticky se jedná o stejnou instalaci jako u obyčejného sprchového žlabu, který musí být u každé sprchy. Sprchový žlab „AS-DRAINCHANNEL“ je možné spojit se zdrojem tepla (kotlem nebo zásobníkem tepla) a sprchou různými způsoby. Termostatická směšovací armatura není bezpodmínečně nutná, ale zajišťuje komfortní provoz, její instalace je doporučena. Jedná se o výměník, který je možný nainstalovat téměř všude. Bohužel výměník nelze řešit u van. [40]



Obrázek 31 - Žlabový výměník AS-DRAINCHANNEL X2 [40]



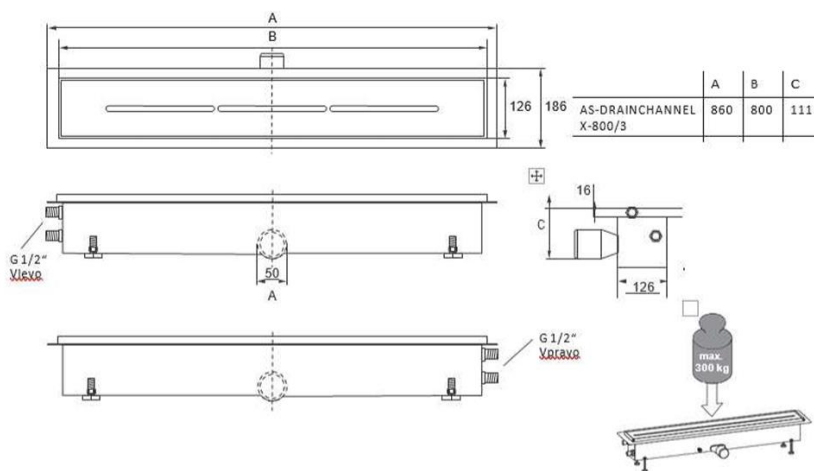
Obrázek 32 - Rozměrové schéma AS-DRAINCHANNEL X2 [40]

Průtok (l/min)	AS-DRAINCHANNEL X2.1		AS-DRAINCHANNEL X2.2	
	Účinnost NEN 7120 (%)	Tlaková ztráta (bar)	Účinnost NEN 7120 (%)	Tlaková ztráta (bar)
5,8	41,9	0,07	57,4	0,14
9,2	41,6	0,17	57,3	0,32
12,5	39,7	0,27	56,4	0,54

Obrázek 33 - Technické parametry AS-DRAINCHANNEL X2 [40]



Obrázek 34 - Žlabový výměník AS-DRAINCHANNEL X-800/3 [40]

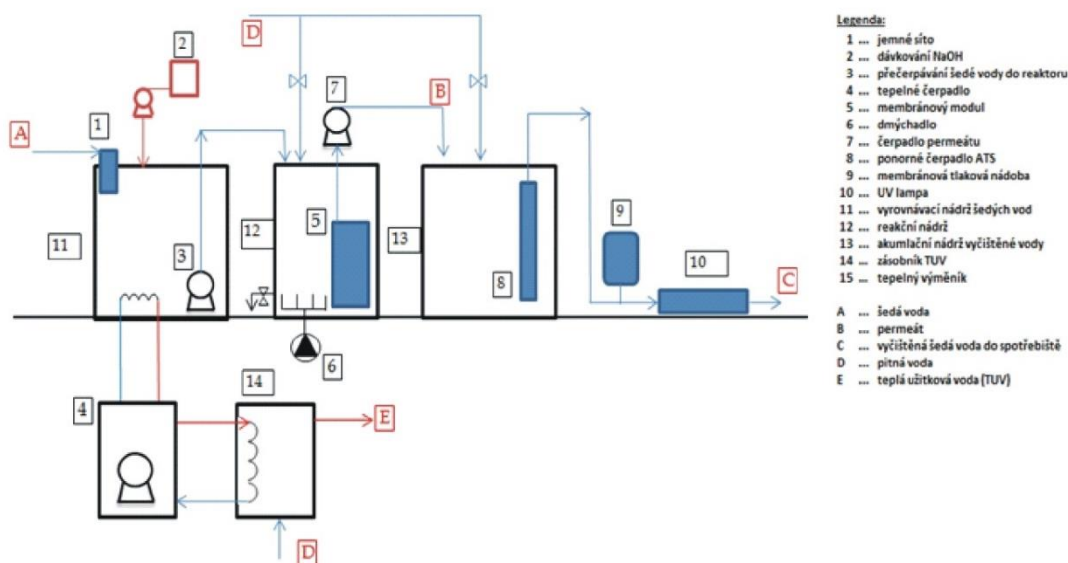


Obrázek 35 - Rozměrové schéma AS-DRAINCHANNEL X-800/3 [40]

Objemový průtok (l/min)	AS-DRAINCHANNEL X-800/3	
	Účinnost NEN 7120 (%)	Tlaková ztráta (bar)
5,8	39,5	0,07
9,2	38,1	0,16
12,5	36,4	0,25

Obrázek 36 - Technické parametry AS-DRAINCHANNEL X-800/3 [40]

3.4.2. Centrální odběr tepla



Obrázek 37 - Centrální odběr tepla z akumulace zařízení na čištění šedých vod [24]

Vložením výměníku do vyrovnávací nádrže (obr. 37) lze získat potřebné teplo buď pro přímý předehřev T_v nebo využití tepelného čerpadla a převedení tepla na vyšší teplotní parametry topné vody, která ohřeje T_v na potřebnou teplotu ($55\text{ }^{\circ}\text{C}$) a která může také sloužit jako zdroj topného systému o teplotě až $65\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ohřev na ještě vyšší teploty je z hlediska topného faktoru tepelného čerpadla neekonomický. [24]

Po stránce ekonomické je zřejmé, že největších efektů se dosáhne použitím systémů se současným využitím srážkových vod a šedých vod, a to u budov s velkou možnou spotřebou bílých, tedy provozních vod. Různé kombinace je třeba zvážit s ohledem na místní podmínky a cenu nakupované vody. [24]

3.5. Příklady výměníků tepla

Výměník tepla AKIRETHERM PROFI

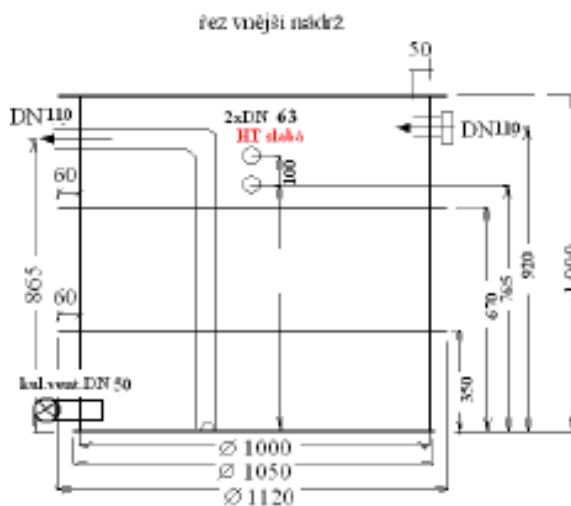
Rekuperační výměník AKIRETHERM PROFI je možné instalovat samostatně uvnitř nebo vně objektu. V případě potřeby také v sestavě spolu s přečerpávacím zařízením. Nejedná se o běžný protiproudý výměník, ale o vysoce účinné akumulační zařízení, které dokáže získat maximální množství tepla z odpadní vody i při nepravidelném provozu a potřebě teplé vody v objektu. Samotné zařízení nepotřebuje k funkci žádnou elektrickou energii, tudíž je maximálně ekologické i ekonomické. **Nevyžaduje žádnou obsluhu** a jeho údržba je velmi jednoduchá. Jeho využití je vhodné pro novostavby a **rekonstrukce bytových domů a objektů pro ubytování**. Účinnost je 82% , teplosměnná plocha nerezového vlnovce $6,3\text{ m}^2$, Φ vlnovce $5/4''$ hmotnost rekuperačního výměníku bez kapaliny $84,7\text{ kg}$ [43]

Výměník tepla AKIRETHERM MAX

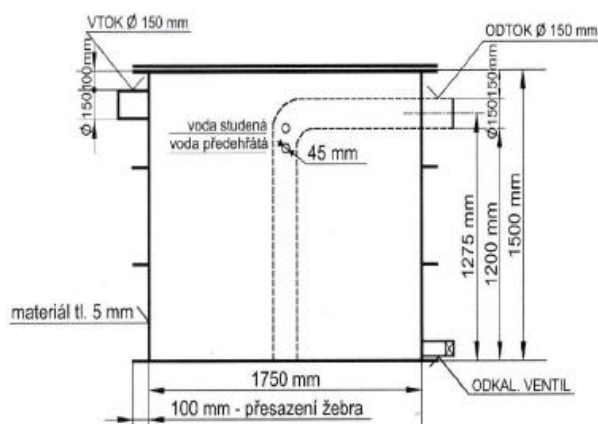
Pro novostavby a rekonstrukce **bytových domů a objektů pro ubytování** se nabízí systém ve verzi AKIRETHERM MAX. Zajišťuje získávání tepla z šedé odpadní vody u bytových domů s **velkým počtem bytových jednotek**. [43]



Obrázek 38 - Rekuperační výměník AKIRETHERM [43]

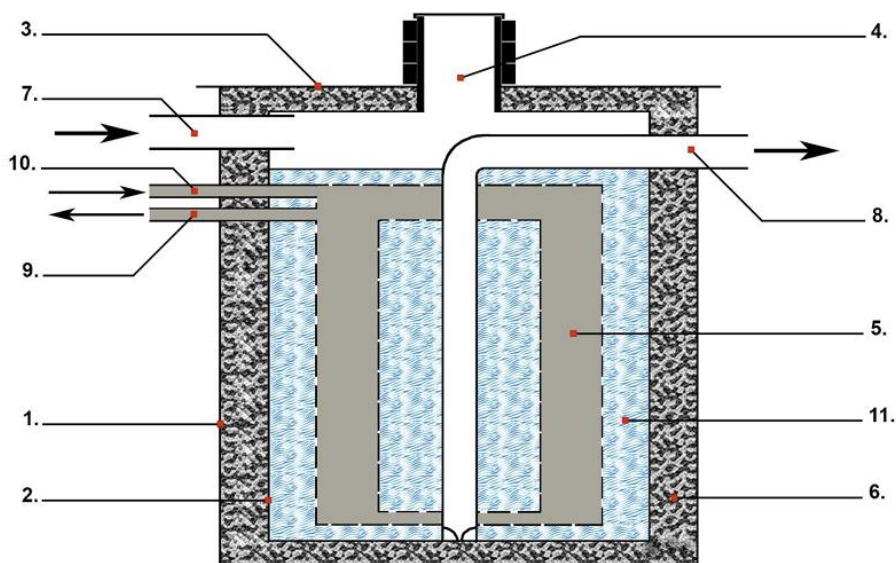


Obrázek 39 - RV AKIRETHERM PROFI [43]



Obrázek 40 - RV AKIRETHERM MAX [43]

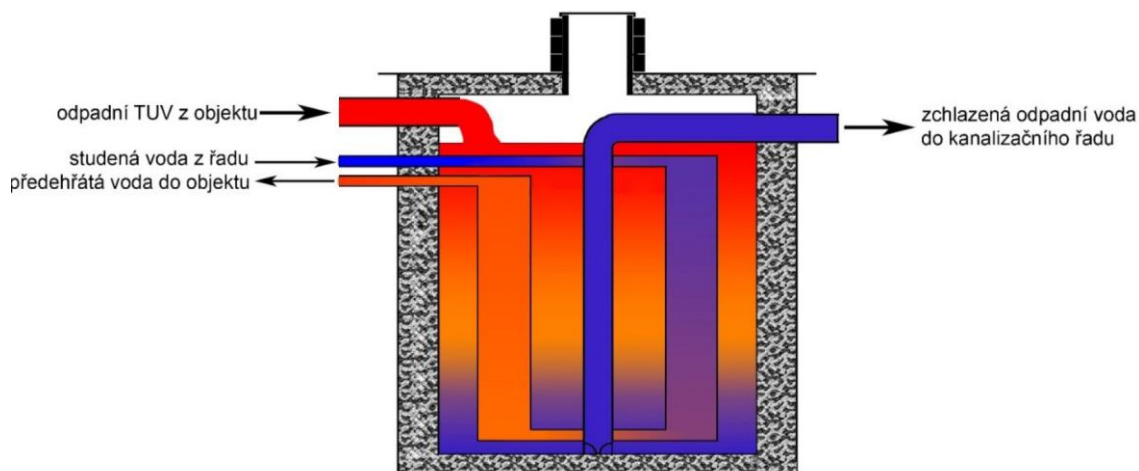
SCHEMATICKÝ ŘEZ REKUPERAČNÍM VÝMĚNÍKEM AKIRETHERM



Popis prvků obr.1

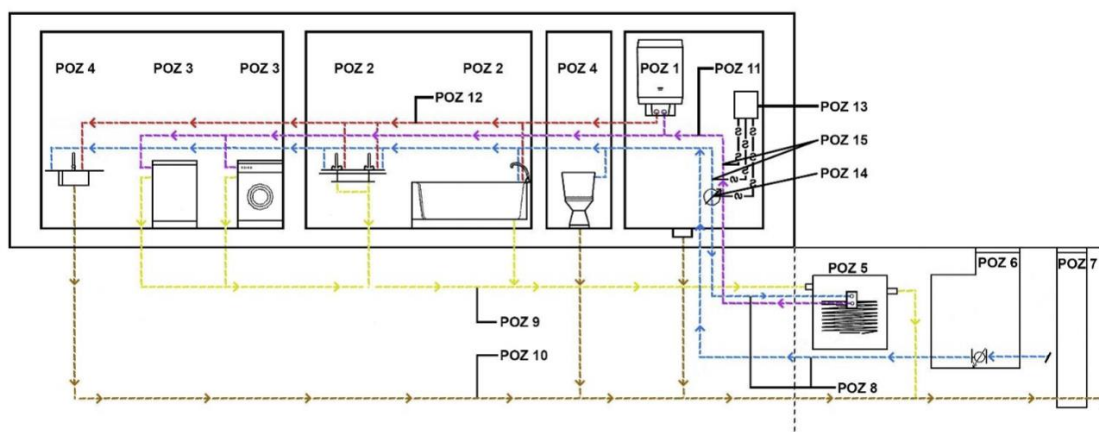
1. vnější plastová nádoba
2. vnitřní plastová nádoba
3. víko nádoby
4. vstupní čistící hrdlo
5. výměník (teplosměnná plocha)
6. tepelná izolace dvouplášťového skeletu
7. přívodní hrdlo odpadní TUV z objektu
8. odtok studené užitkové vody do kanalizačního řadu
9. výstup přehřáté pitné vody do objektu
10. vstup chladné pitné vody z řadu
11. akumulovaná TOV

Obrázek 41 - Schématický řez výměníkem AKIRETHERM [43]



Obrázek 42 - Schématické rozložení teplot ve výměníku AKIRETHERM [43]

SCHÉMA UMÍSTĚNÍ REKUPERAČNÍHO VÝMĚNÍKU AKIRETHERM VE VODOVODNÍM A KANALIZAČNÍM SYSTÉMU DOMU



Název pozic dle schématu - obr.2

POZ 1 - zdroj TUV (el. bojler, plynem ohřivaný zásobník)	POZ 9 - potrubí svodu odpadu TOV do nádoby výměníku (šedá voda)
POZ 2 - zdroje odpadní TOV (umyvadla, sprchy, vany)	POZ 10 - potrubí splaškové vody
POZ 3 - zdroje vysokopotenciální TOV (pračky, myčky nádobí, kondenzát ze sušiček prádla)	POZ 11 - rozvod přehřáté pitné vody z výměníku k jednotlivým spotřebám (bojler, pračka, myčka, atp.)
POZ 4 - zdroje splaškové vody (WC, podlahové vpustě, bidet, atp.)	POZ 12 - rozvod TUV z bojleru k místům spotřeby
POZ 5 - rekuperační výměník	POZ 13 - sdružené kalorimetrické měřidlo
POZ 6 - vodoměrná šachta	POZ 14 - indukční průtokoměr na studené pitné vodě vstupující do výměníku
POZ 7 - kanalizační revizní šachta	POZ 15 - snímače teploty (studená, teplá)
POZ 8 - potrubí přívodu pitné vody z vodoměrné šachty	

Obrázek 43 - Schéma napojení výměníku [43]

Výměník tepla ASIO AS-ReHeater

Výměníky firmy ASIO AS-ReHeater (provedení D – deskové, nebo S – spirálové) jsou speciální výměňkové jednotky zaměřené na rekuperaci odpadní vody bez nutnosti její úpravy, např. filtrací. Využití našich rekuperačních výměníků je jak v občanské vybavenosti, tak zejména v průmyslu a ve větších provozech, jako jsou potravinářské, textilní a technologické provozy, prádelny, lihovary, vývařovny, lázně, bazény, wellness, aquaparky a také větší kanalizační sítě a sítě s technologickou odpadní vodou.

Výhody:

- odolnost,
- rychlá instalace,
- návratnost (1–3 roky),
- nízké provozní náklady,
- vysoká účinnost a spolehlivost,
- dlouhá životnost (30–35 let),
- úspora 20–60 % nákladů vynaložených původně na ohřev vody. [44]

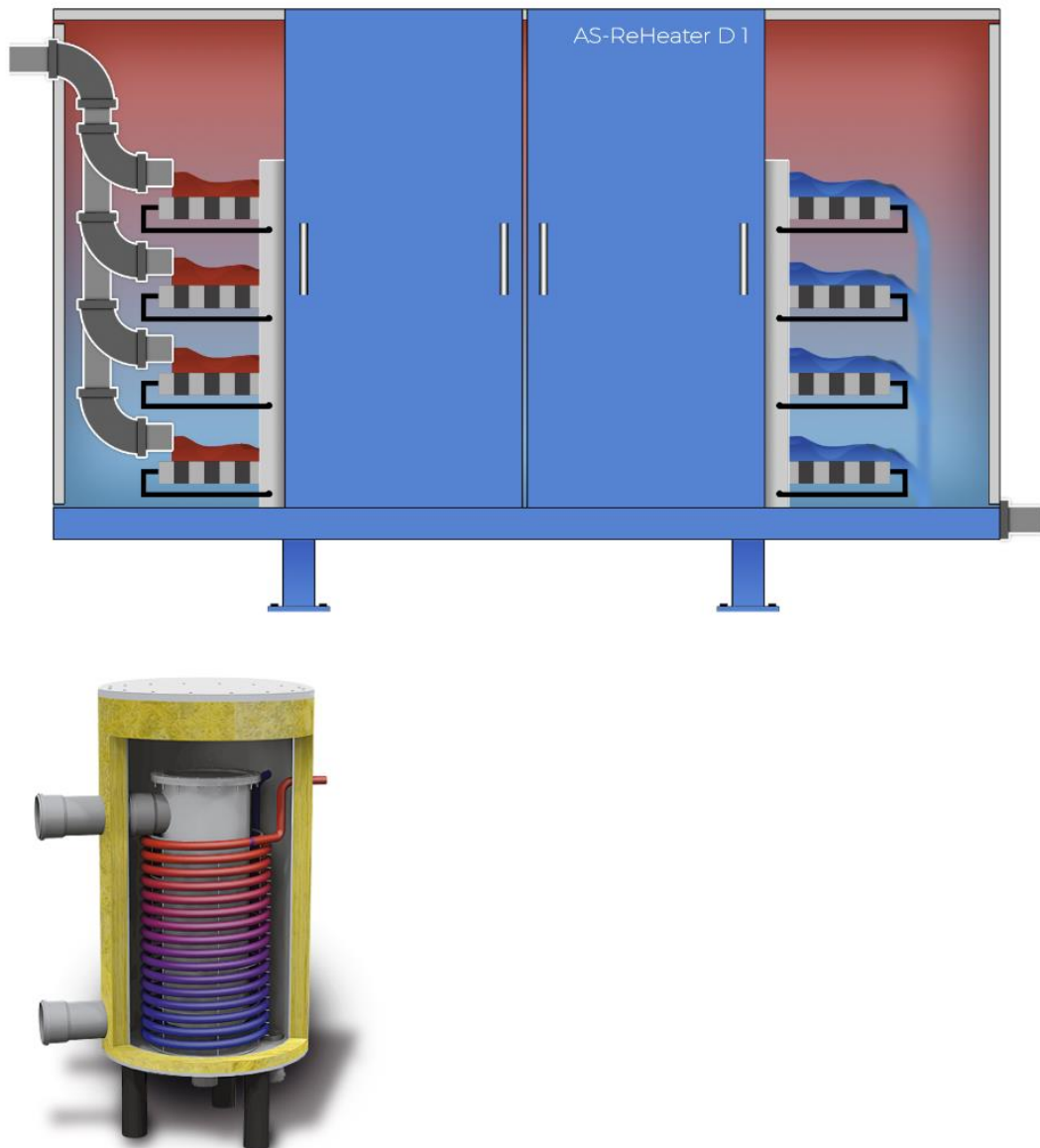
Přednosti AS-ReHeater

Zařízení jsou vyráběna v základní výkonové řadě pro průtoky od 0,2 l/s (podsprchové výměníky) až do výkonů 8 l/s (jednotky AS-ReHeater S a D), aby bylo možno plynule volit

výměník dle vteřinového průtoku odpadu. V ostatních případech (nad 40 m³/den), které není možno postihnout sériovou produkcí, se navrhují výměníky individuálně – jak velikostně, tak výkonově – přímo pro daný případ. [44]

Nízké provozní náklady

AS-ReHeater je vyráběný tak, aby byl svojí konstrukcí chráněný proti zanášení, aby se nečistoty co nejsnadněji odplavily přes výměníky do kanalizace. Tím se minimalizuje snižování účinnosti výměníků a prodlužuje se doba mezi servisními prohlídkami. [44]



Obrázek 44 - AS-ReHeater D (deskový) a AS-ReHeater S (spirálový) [44]

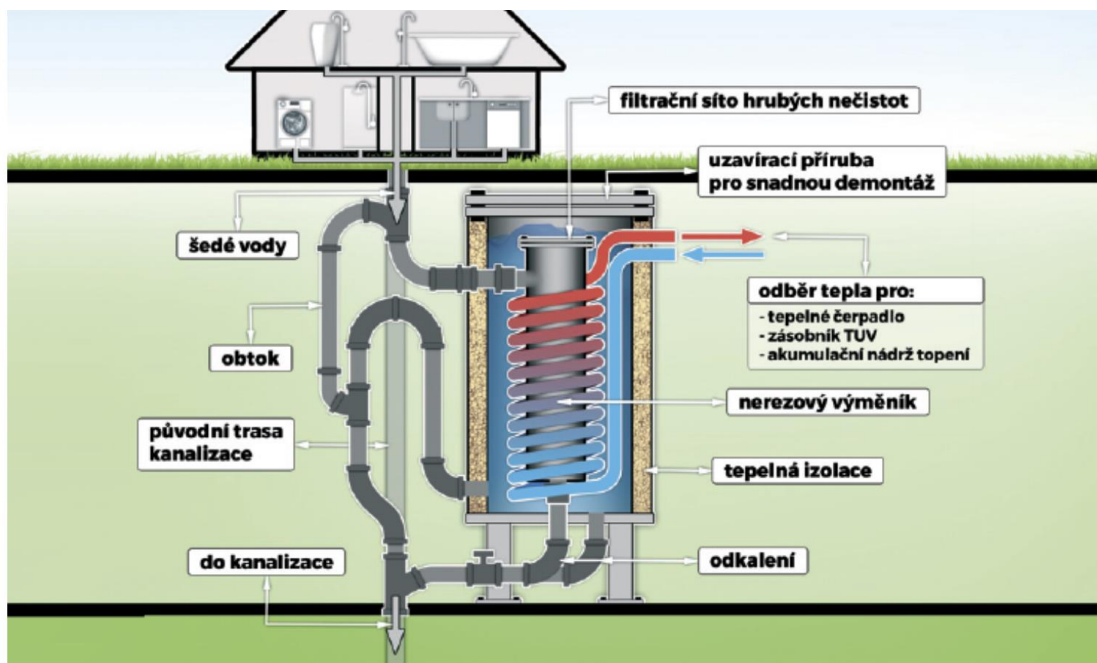
Popis procesu

Velká většina průmyslových provozů vypouští znečištěnou odpadní vodu, čímž dochází ke ztrátám tepelné energie. Tato voda se vypouští buď přímo do kanalizace, nebo se ještě před vypuštěním musí dokonce dochlazovat. Pro technologický proces se voda musí ohřát a vložený energetický potenciál následně skončí v kanalizační stoce. Tuto energii lze alespoň částečně získat zpět a vrátit ji do technologie. Jednak dojde k žádoucímu vychlazení odpadu, který je poté možno bez problémů vypustit do kanalizace, jednak také vrátíme částečně zpět energii, která byla potřebná k ohřevu technologické vody. [44]

Také existuje množství technologií, které vytváří odpadní teplo a toto teplo lze pak vrátit do procesu výroby, ať už pro ohřev T_v , technologické vody nebo i vytápění - např. pomocí tepelných čerpadel lze pak navýšit energetický potenciál odpadního tepla na vyšší úroveň o více jak 300 % (z 1 kW odpadního tepla získáme více jak 3 kW tepelné energie). [44]

S-ReHeater		Rozměry jednotky	Plocha výměníků	Počet	Délka výměníků	Množství vody
Spirálový	Deskový	d x š x v (mm)	(m ²)	(ks)	(m)	(l/s)
AS-ReHeater S1			5		37 ø 0,3	1,0
AS-ReHeater S2			10		74 ø 0,6	2,5
AS-ReHeater S3			15		111 ø 1,0	5,0
AS-ReHeater S IN			Individuální řešení			nad 8 l/s
	AS-ReHeater D1	1800 x 1090 x 400		2		0,2-1,0
	AS-ReHeater D2	1800 x 1090 x 1000		4		0,4-2,0
	AS-ReHeater D3	3255 x 1090 x 1105		8		0,6-4,0
	AS-ReHeater D4	3255 x 1090 x 1655		12		1,2-6,0
	AS-ReHeater D5	3255 x 1090 x 1655		16		1,2-8,0
	AS-ReHeater D IN		Individuální řešení			nad 8 l/s

Obrázek 45 - Základní technické parametry AS-ReHeater [29]



Obrázek 46 - Schéma zapojení výměníků AS-ReHeater S [44]

3.6. Tepelná čerpadla a šedé vody

Energie ze vzduchu je nejčastějším zdrojem pro primární část tepelného čerpadla. Dalšími variantami jsou energie země (geotermální vrty, plošné podzemní kolektory aj.), energie vody (vodní toky, nádrže, studny, odpadní voda), odpadní teplo z různých procesů (systémy využití odpadního tepla, chlazení). Šedá voda o teplotě 18–38 °C tak může být využita jako vhodné médium na primární straně tepelného čerpadla. [23]

Při zvažování využití energetického potenciálu šedé vody jsou důležité tyto parametry:

- kolik šedé vody se v objektu vyprodukuje denně/ročně,
- zda je produkce šedé vody kontinuální nebo nárazová a zda je prostor pro akumulaci této vody,
- jaká je teplota šedé vody v místě využití,
- kolik energie z této vody lze v objektu využít. [23]

Základním příkladem vhodnosti využití energie z šedé vody jsou koupelny a kuchyně v bytovém domě. **Produkce šedé vody je zde téměř souběžná s potřebou teplé vody** a lze tedy energii přímo transformovat. I teplotně se jedná o ideální variantu, neboť šedá voda má teplotu 18–38 °C a požadovaná teplota teplé vody je 55 °C. Obdobně lze uvažovat o wellness, bazénech a dalších sportovištích se sprchami nebo ubytovacích zařízeních typu hotel, ubytovna, kemp. Naopak příkladem nevhodného řešení je rodinný dům obývaný dvěma osobami. Produkce šedé vody je zde malá a technologie tepelného čerpadla je nevytížená. [23]

Teplota šedé vody je podstatným faktorem nejen pro účinnost systému, ale i pro technické řešení. Běžná tepelná čerpadla umí pracovat s teplotou na vstupu od 0 do 20 °C. Pokud je k dispozici šedá voda o teplotě až 35 °C, je potřeba teplotu nejprve snížit (např. směšováním, čímž se ale snižuje energetická účinnost tepelného čerpadla) nebo zvolit speciální tepelné čerpadlo, které umí pracovat s vyšší teplotou na vstupu (zde je na místě ekonomické porovnání obou variant). Ochlazení šedé vody by nemělo být pod 5 °C, aby bylo vyloučeno zamrznutí. [23]

3.6.1. Příklad tepelného čerpadla s využitím tepla ze šedé vody

Tepelné čerpadlo VISSMANN Vitocal 200-G pro nekomplikované zásobování teplem a vysoký komfort při přípravě (předehřevu) teplé vody. [45]

Podrobnosti o produktu:

Šířka: 600 mm

Hloubka: 680 mm

Výška: 980 mm

Celková výška: 1 081 mm

Hmotnost: 165 kg

Chladivo: R410A

Výkonové parametry produktu:

Jmenovitý tepelný výkon topení BO/W35: 17,35 kW

Chladicí výkon: 13,79 kW

COP: 4,51

Tepelný výkon průtokového ohřívače: 9 kW

Napětí: 400 V/3f

Akustický výkon: 47 dB [26]



Obrázek 47 - Pohled na tepelné čerpadlo [45]

Jmenovitý topný výkon (kW): 5,8 až 22,6 kW

Jmenovitý topný výkon (kW): Země/voda: 5,8 / 7,5 / 10,4 / 13,0 / 17,4 | Dle ČSN EN 14511, B0/W35, rozpětí 5 K

Koeficient výkonu ϵ (COP): Země/voda: 4,60 | 4,64 | 4,81 | 4,93 | 4,51 | Dle ČSN EN 14511, B0/W35, rozpětí 5 K

Třída energetické účinnosti: A+++/A++ | V souladu s nařízením Komise (EU) č. 813/2013 pro vytápění, průměrné klimatické podmínky - použití při nízkých teplotách (W35)/při středních teplotách (W55)

Oblast použití: Rodinné domy, novostavby, bytové objekty

Ovládání: Řídicí jednotka Vitotronic s textovým a grafickým displejem. Webové připojení přes Vitoconnect (příslušenství) pro obsluhu a servis prostřednictvím bezplatné aplikace ViCare.

Ohřev TV: Přidaný zásobník teplé vody je nutný, což vede k vysokému komfortu ohřevu teplé vody. [45]

Díky malým rozměrům je toto tepelné čerpadlo **vhodné zejména tam, kde je nedostatek místa** – oběhové čerpadlo solanky, čerpadlo topného okruhu a třícestný přepínací ventil jsou již integrovány v kompaktní skříni. [45]

Pro snadnou manipulaci a instalaci Vitocal 200-G lze nový modul chladicího okruhu díky zásuvným hydraulickým a elektrickým konektorům jednoduše vyjmout z tepelného čerpadla a v případě potřeby jej přepravovat samostatně. **Díky flexibilní koncepci připojení lze tepelné čerpadlo také rychle přizpůsobit instalační situaci na místě.** [45]

Tichý chod pro instalaci v blízkosti obytného prostoru. Kryt zcela chrání chladicí modul/hydraulický prostor před vnějším prostředím a ve spojení s trojrozměrnými antivibračními držáky minimalizuje provozní hluk. **Toto tepelné čerpadlo patří k nejtišším ve své kategorii**, protože generuje **hlučnost pouhých 49 dB(A)** (B0/W55). Viessmann Vitocal 200-G má certifikát KEYMARK pro tepelná čerpadla. [45]

Tepelné čerpadlo VIESSMANN Vitocal 200-G bude v rámci řešeného projektu propojeno se zásobníky ohřevu Tv pro spotřebu v objektu, osazené v kotelně, kde bude zajišťovat předeřev vody přiváděné do ohříváčů Tv.

4. Zařízení pro rozvod upravené šedé vody ke splachovačům WC a pisoárů

4.1. Provozní jednotka AS-RAINMASTER FAVORIT

Modely AS-RAINMASTER FAVORIT 20 a 40 jsou plně automatické provozní a monitorovací jednotky s čerpadlem, řídicí jednotkou a integrovaným systémem pro přepojení na pitnou vodu z řadu. Jednotka může být napojena na všechny spotřebiče vně i uvnitř budov, jako jsou například splachovací toalety, pračky, zavlažovací systémy nebo mycí linky, chladicí systémy a mnoho dalších zařízení. Pokud není k dispozici dostatečné množství dešťové nebo šedé vody, zásobuje AS-RAINMASTER FAVORIT 20 a 40 spotřebiče pitnou vodou automaticky přes integrovanou akumulaci. Dle Vašich potřeb může být instalováno více modelů AS-RAINMASTER FAVORIT, které lze vzájemně kombinovat:

- AS-RAINMASTER FAVORIT 20/40 - cenově výhodná standardní varianta. Ovládání jednotky přes kontrolní panel tlaku a průtoku,
- AS-RAINMASTER FAVORIT 20 SC/40 SC – místo kontrolního panelu tlaku a průtoku je nový AS-RAINMASTER FAVORIT SC vybaven řídicí jednotkou otáček motoru,
- 2 – 3x AS-RAINMASTER FAVORIT SC – Pro velké objekty, u kterých je potřeba zajistit nejvyšší možnou bezpečnost a komfort. [46]

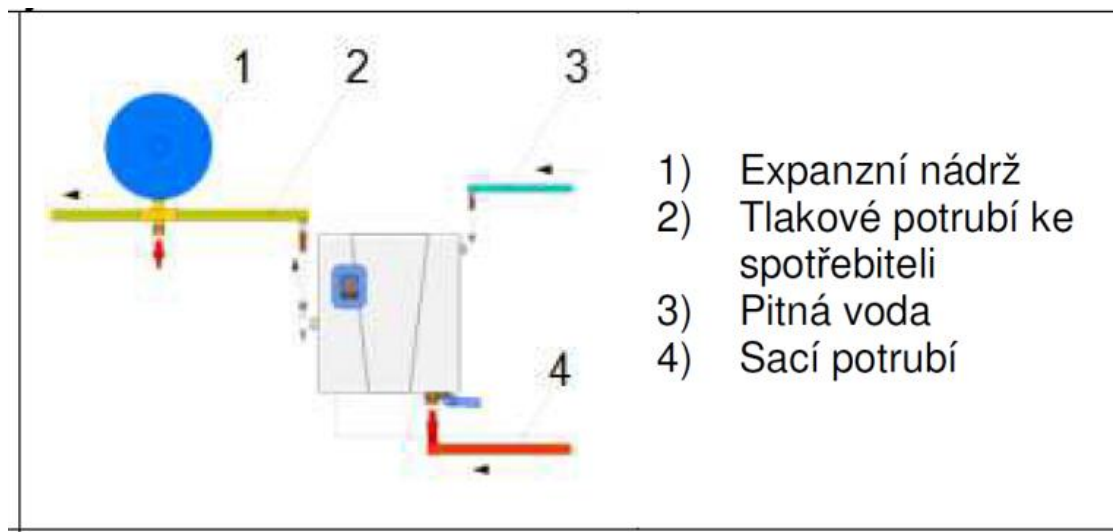
AS-RAINMASTER FAVORIT SC splňuje normy účinnosti evropských směrnic pro ekodesign u energetických spotřebičů a u výrobků (EuP). Pomocí řídicí jednotky otáček regulujeme výkon čerpadla jednotky AS-RAINMASTER FAVORITu SC v závislosti na skutečné potřebě. Většinou je současně v provozu jen několik spotřebičů a s použitím řídicí jednotky otáček se dá ušetřit až 40 % energie. [46]

Jednotka AS-RAINMASTER FAVORIT SC při provozu, kdy pouze doplňuje nádržku WC, emituje hladinu hluku cca 45 dB. Pokud by jednotka nebyla vybavena regulátorem otáček, tak by emitovalo hluchnost až 75 dB. Malý průtok, který je převážně v provozu nastaven, způsobuje významně nižší opotřebení elektronických komponentů a čerpadel. Zvýšení životnosti je odhadováno na 40 %. [46]

Při použití více jednotek AS-RAINMASTER FAVORIT SC, mohou jednotky spolu vzájemně komunikovat přes rozhraní bluetooth. V objektech, kde je potřeba obzvlášť velkých průtoků nebo kde jsou nastaveny vysoké požadavky na stálou provozní bezpečnost, mohou být paralelně instalovány až tři jednotky AS-RAINMASTER FAVORIT SC současně. Jednotky pracují společně díky komunikaci přes bluetooth, ale nejsou na sobě závislé, takže mohou pracovat samostatně, i když je jedna z jednotek vyřazena. Pokud například jedna jednotka selže, druhá ji může okamžitě nahradit. Tradiční systémy s více čerpadly disponují pouze jedním ovládaním a jedním napojením na pitnou vodu. Při poruše nebo výpadku zařízení nebude celá budova nebo objekt zásobován žádnou užitkovou vodou. Naproti tomu, při použití více jednotek

AS-RAINMASTER FAVORIT SC současně, disponuje každá jednotka vlastním ovládním a vlastním přívodem pitné vody. Pokud by zařízení bylo mimo provoz, pracují zbývající zařízení nezávisle dále. Jedná se o nový vylepšený systém. [46]

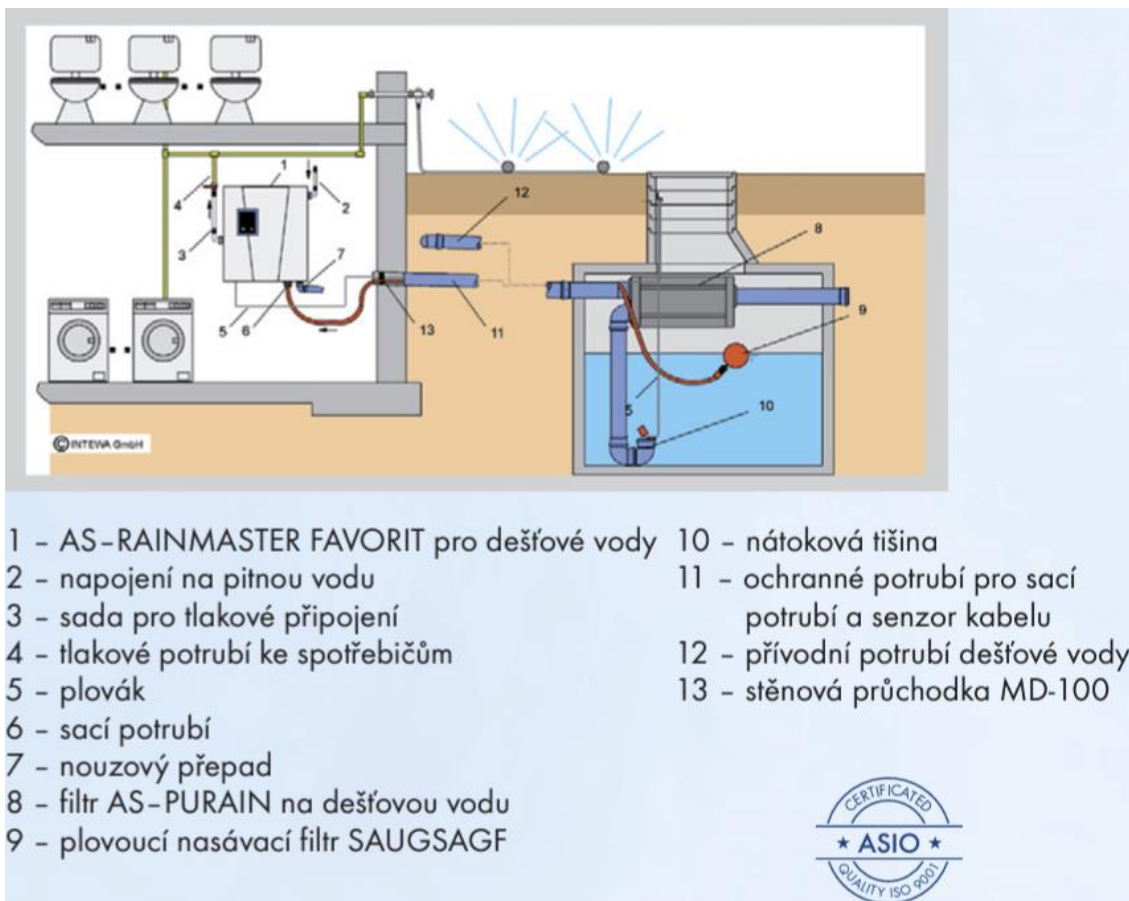
AS-RAINMASTER Favorit SC je koncipován speciálně pro využití dešťové a šedé vody, pro instalaci v domech s více bytovými jednotkami, provozovnách, hotelech a průmyslu. [46]



Obrázek 48 - Schéma provozní jednotky [46]

	RM Favorit 20	RM Favorit 40
Rozměry v x š x h	595 x 550 x 265 mm	595 x 550 x 265 mm
Hmotnost	32 kg	33 kg
Síťové napětí	230 V AC/50Hz	230 V AC/50Hz
Příkon	0,8 kW	1,25 kW
Spotřeba proudu	4 A	5,8 A
Kondenzátor motoru	12,5 µF	20 µF
Max. provozní tlak	4,5 bar	5,5 bar
Max. průtok	80 l/min	110 l/min
Hluková hladina	ca. 60 dBA	ca. 65 dBA
Nastavení tlaku čerpadla	1,0 - 2,2 bar	1,0 - 2,2 bar
	Výrobní nastavení 1,5 bar	Výrobní nastavení 1,5 bar
Typ ochrany	IP54	IP54
Tlak pitné vody	2,5 - 6 bar	2,5 - 6 bar
Max. výtlačná výška	15 m	15 m
Plovákový spínač/plovák	15 m x Ø9 mm	15 m x Ø9 mm
Typ ochrany plováku	IP68	IP68

Obrázek 49 - Technická data AS-RAINMASTER FAVORIT [46]

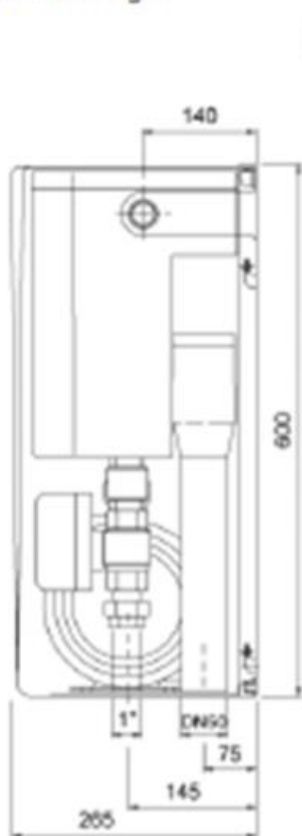


Obrázek 50 - Schéma užití recyklované šedé vody s AS-RAINMASTER FAVORIT [46]

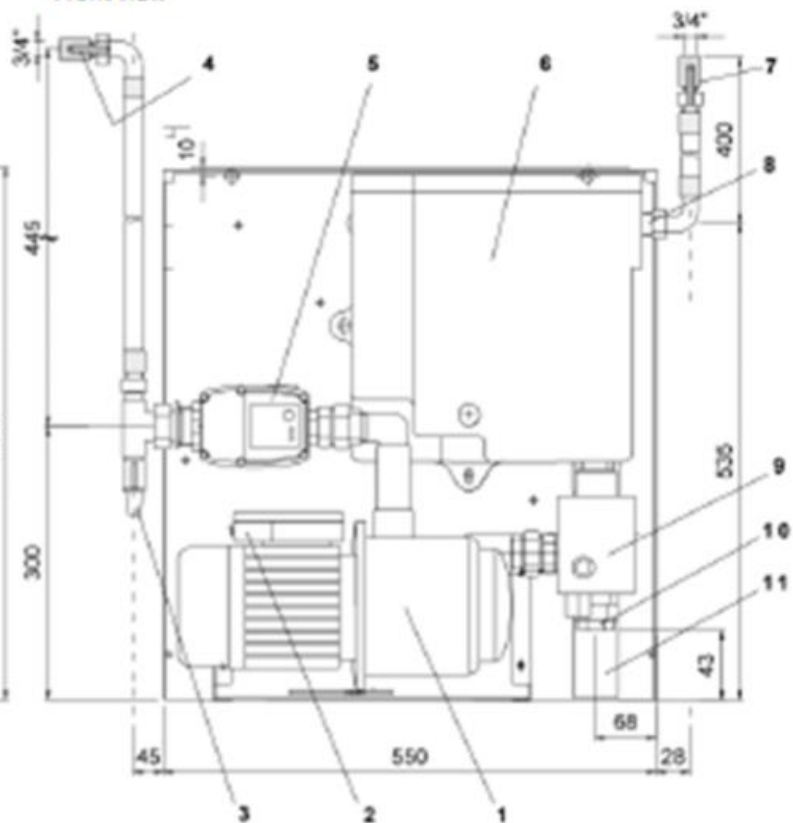


Obrázek 51 - Pohled na jednotku AS-RAINMASTER FAVORIT [46]

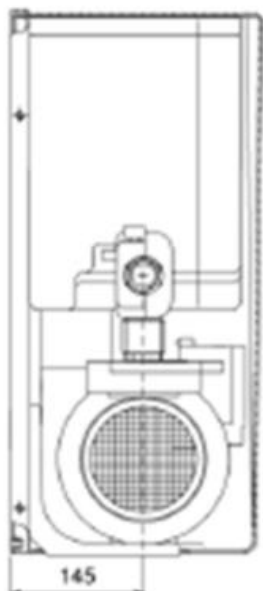
View from right



Front view



View from left



1. Vícetupňové odstředivé čerpadlo k zařízení RM Favorit 20/40
2. Svorkovnice čerpadla
3. Odvzdušňovací kohout
4. Tlakový uzavírací ventil (3/4")
5. Ovládání čerpadla
6. Zásobní nádržka
7. Uzavírací ventil pro pitnou vodu (3/4")
8. Ventil pro přívodu pitné vody
9. Třícestný kulový ventil
10. Napojení na sací potrubí (1")
11. Napojení na nouzový přepad (DN 50)

Obrázek 52 - Rozměrové schéma a popis jednotky [46]

4.2. Rozvodné potrubí

Potrubí musí být jasně rozpoznatelné (např. jinou barvou nebo identifikační páskou) a místa odběru musí být označena (slovně nebo symbolem podle normy ISO 7010-P005)). [23]



Obrázek 53 - Označení "nepitná voda" [23]

5. Závěrečné shrnutí výhod využití šedých vod

Jedním ze současných požadavků na výstavbu je tzv. udržitelnost což znamená, že je nutné odpovědně hospodařit se všemi zdroji, zejména s energií, vodou a **minimalizovat jejich spotřebu**. Využití odpadních vod je jednou z cest. [24]

Centrální systémy odběru zbytkového tepla jsou investičně náročnější. Teploty a efektivnost, které lze dosáhnout, jsou však daleko vyšší a hodí se i pro provozní aplikace. Ekonomická návratnost u těchto větších systému je kratší. [24]

Návrhy nádrží a výměníků jsou prováděny pomocí počítačového modelování, které zajistí minimalizaci investičních nákladů a co největší účinnosti systému. Kromě samotné likvidace odpadních vod tato zařízení můžeme použít i k opakovanému využití recyklované (bílé) vody, například pro splachování toalet, zalévání okolní zeleně včetně požitelných potravin, mytí automobilů, kropení sportovišť či ostatních zpevněných ploch a k mnoha dalším účelům. [24]

Program pro recyklaci šedých vod zajistí:

- ekologicky příznivé nakládání s vodou – snížení spotřeby vody až o 50 %,
- ekonomické přínosy – úspora nákladů na vodném a stočném,
- až o 50 % snížení nákladů na vyvážení odpadních vod,
- nízké nároky na prostor a na spotřebu elektrické energie,
- řešení likvidace odpadních vod i v případě nemožnosti napojení objektu na kanalizaci,
- zabezpečení dodávek provozní vody i bez napojení objektu na vodovodní síť či studnu.
- posouzení stávajícího systému užívání vod a energií a navržení vhodného technického řešení,
- detailní zpracování pořizovacích i provozních nákladů,
- ekonomické posouzení navrhovaných technologií včetně návratnosti navržené investice,
- zpracování projektové dokumentace,
- dodávku technologie včetně montáže a spuštění, a to včetně „dodávky na klíč“,
- záruční a pozáruční servis, pravidelnou regeneraci membrán. [47]

Výhody využívání technologie pro recyklaci šedých vod (AS-GW/AQUALOOP a AS-GW/SiClaro)

Recyklace šedé vody je umožněna využitím sofistikovaného řešení při kombinaci biologického čištění, ultrajemné filtrace a hygienického zabezpečení produkovaných vod. Vždy se jedná o kompaktní, téměř bezúdržbové řešení umístitelné jak do prostor objektu, tak pod úroveň terénu mimo objekt. Pro doplňování systému vodou při nedostatku šedé vody se užívá zařízení, které využívá vodu z vodovodního řádu, studniční vodu či vodu srážkovou. Čistírny

lze dimenzovat od 4 EO až po několik stovek EO, což umožňuje užití těchto technologií od rodinných či bytových domů přes hotely, penziony, wellness centra a sportoviště, až po velké průmyslové podniky a komerční budovy. Kromě opakovaného využití použité vody toto zařízení umožňuje využívat i odpadní teplo pro zabezpečení přehřevu teplé vody či jako primární okruh pro vytápění tepelným čerpadlem. [47]

Závěr

V rešerši popsané systémy a jednotlivé výrobky pro zpětné využití šedé vody pro objekt hotelového typu jsem použil v konkrétním návrhu projektové dokumentace ZTI (rozšířený projekt pro stavební povolení ZTI část „B“), kterou jsem dostal zadánu jako součást mé diplomové práce na katedře K 125 – Katedra technických zařízení budov, ČVUT Praha.

V projekční části své diplomové práce se věnuji projektu s názvem „Hotel AURUM – zdravotní technika“, kde zpracovávám „projektovou dokumentaci na úrovni rozšířené dokumentace pro stavební povolení ZTI (kanalizace, vodovod, plynovod)“. Objekt je situován v národním parku KRNP, v bývalé II. zóně ochrany území (v nadmořské výšce 680 m). Zároveň se v tomto hotelu uvažuje s vysokou produkcí šedé vody, která se dá ideálně využít zpětně nejen užitkově, ale i rekuperačně („zpětné získávání tepla“ ze šedé vody).

Do projektové dokumentace jsem použil komplexní systém pro sběr a recyklaci šedé vody z objektu hotelu AURUM od firmy ASIO, sestávající v osazení čistírny odpadních šedých vod AS-AQUALOOP 96 P v podpodlahovém provedení v kombinaci se systémem pro dopravu vyčištěné „bílé“ vody ke zpětnému využití pro napojení splachovačů WC a pisoárů v hotelu AS – RAINMASTER FAVORIT SC 20. S ohledem na požadavek efektivního využití tepelné energie z šedé vody přiváděné k recyklaci jsem do nátokového potrubí před čistírnu vřadil technologii od stejné firmy ASIO, a to rekuperační spirálový výměník AS-REHEATER S2 (v podpodlahovém provedení) pro rekuperaci tepelné energie ve spojení s tepelným čerpadlem VIESSMANN Vitocal 200-G pro přehřev vody v zásobníkových ohřivačích TV osazených v kotelně.

Do projektu jsem cíleně zvolil ucelený systém jednotlivých výrobků firmy ASIO zejména s ohledem na provázanost technologií a kompatibilitu ovládacích prvků systému měření a regulace. Vlastní aplikace těchto výrobků je patrná z výkresové dokumentace v části „B“ s popisem v technické zprávě.

Seznam použitých zdrojů

Seznam použité literatury

- [1] Konference OSN o vodě 2023 a Čistá voda je lidské právo [online]. United Nations. [vid. 28. 11. 2023]. Dostupné z: <https://osn.cz/konference-osn-o-vode-2023/> a <https://osn.cz/cista-voda-je-lidske-pravo/>
- [2] Udržitelný rozvoj [online]. Ministerstvo životního prostředí [vid. 18. 12. 2023]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/udrzitelny_rozvoj
- [3] Cíl 6: Pitná voda, kanalizace [online]. ADRA.cz [vid. 18. 12. 2023]. Dostupné z: <https://adra.cz/jak-pomahame/vzdelavani/vzdelavani-v-cesku/vzdelavani-v-cesku/cile-udrzitelneho-rozvoje/cil-6-pitna-voda/>
- [4] Česko má největší zásoby pitné vody v Polabí, Morava schne [online]. Nadační fond PRAVDA O VODĚ. [vid. 28. 11. 2023]. Dostupné z: <https://pravdaovode.cz/zasoby-pitne-vody/>
- [5] Technická norma ČSN 75 0161 Vodní hospodářství – Terminologie v inženýrství odpadních vod. Říjen 2008. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. [vid. 1. 12. 2023]. Dostupné z: <https://www.technicke-normy-csn.cz/csn-75-0161-750161-225428.html>
- [6] Technická norma ČSN 75 6780 Využití šedých a srážkových vod v budovách a na přilehlých pozemcích. Zář 2021. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. [vid. 1. 12. 2023]. Dostupné z: <https://www.technicke-normy-csn.cz/csn-75-6780-756780-244758.html>
- [7] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/118/ES ze 12. prosince 2006 o ochraně podzemních vod před znečištěním a zhoršováním stavu [online]. [vid. 28. 12. 2023]. Úřední věstník Evropské unie.
Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006L0118>
- [8] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2007/60/ES ze dne 23. října 2007 o vyhodnocování a zvládání povodňových rizik [online]. Úřední věstník Evropské unie. [vid. 28. 12. 2023].
Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32007L0060>
- [9] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES ze dne 23. října 2000, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky [online]. Úřední věstník Evropské unie. [vid. 28. 12. 2023].
Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32000L0060>

[10] Směrnice Rady ze dne 21. května 1991 o čištění městských odpadních vod (91/271/EHS) [online]. Úřední věstník Evropské unie. [vid. 28. 12. 2023]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:31991L0271>

[11] Směrnice Rady ze dne 17. prosince 1979 o ochraně podzemních vod před znečišťováním některými nebezpečnými látkami (80/68/EHS) [online]. Úřední věstník Evropské unie. [vid. 28. 12. 2023].

Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:31980L0068>

[12] Zákon č. 544/2020 Sb., kterým se mění zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony. Zákony pro lidi [online]. [vid. 28. 12. 2023]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-544>

[13] 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 [online]. [vid. 28. 12. 2023]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2013-275>

[14] Zákon č. 284/2021 Sb., kterým se mění některé zákony v souvislosti s přijetím stavebního zákona. Zákony pro lidi [online]. [vid. 28. 12. 2023].

Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2021-284>

[15] Zákon č. 312/2019 Sb., kterým se mění zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů, a zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů. Zákony pro lidi [online]. [vid. 28. 12. 2023].

Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2019-312>

[16] Vyhláška č. 256/2023 Sb., kterou se mění vyhláška č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů. Zákony pro lidi [online]. [vid. 28. 12. 2023].

Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2023-256>

[17] Vyhláška č. 50/2023 Sb., o plánech povodí a plánech pro zvládání povodňových rizik. Zákony pro lidi [online]. [vid. 28. 12. 2023].

Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2023-50>

[18] Vyhláška č. 244/2021 Sb., kterou se mění vyhláška č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů. Zákony pro lidi [online]. [vid. 28. 12. 2023].

Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2021-244>

- [19] Vyhláška č. 87/2021 Sb., kterou se mění vyhláška č. 252/2013 Sb., o rozsahu údajů v evidencích stavu povrchových a podzemních vod a o způsobu zpracování, ukládání a předávání těchto údajů do informačních systémů veřejné správy. Zákony pro lidi [online]. [vid. 28. 12. 2023]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2021-87>
- [20] Vyhláška č. 86/2021 Sb., kterou se mění vyhláška č. 471/2001 Sb., o technickobezpečnostním dohledu nad vodními díly, ve znění vyhlášky č. 255/2010 Sb. Zákony pro lidi [online]. [vid. 28. 12. 2023]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2021-86>
- [21] Vyhláška č. 448/2017 Sb., kterou se mění vyhláška č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů. Zákony pro lidi [online]. [vid. 28. 12. 2023]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2017-448>
- [22] Vyhláška č. 244/2021 Sb., kterou se mění vyhláška č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů. Zákony pro lidi [online]. [vid. 28. 12. 2023]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2021-244>
- [23] Publikace Ekonomika využití šedé vody (2021) [online]. Česká rada pro šetrné budovy CZECH GREEN BUILDING COUNCIL. [vid. 16. 11. 2023]. Dostupné z: <https://www.czgbc.org/cs/ke-stazeni> nebo <https://www.czgbc.org/files/2022/01/5a6939b042bdaafae6134cd9a117bd2b.pdf>
- [24] Energie šedých vod [online]. ASIO.cz. [vid. 21. 11. 2023]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/p/81.energie-sedych-vod>
- [25] Šedé vody – česká cesta (2. 12. 2022) [online]. ASIO.cz. [vid. 20. 11. 2023]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/news/sede-vody-ceska-cesta.1312>
- [26] Druhy odpadních vod [online]. Poradenství v životním prostředí trochu jinak. [vid. 1. 12. 2023]. Dostupné z: https://poradme.se/index.php?title=Druhy_odpadn%C3%ADch_vod
- [27] NASS – Nekonvenční aranžování sanitárních systémů [online]. tzbinfo. [vid. 1. 12. 2023]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/13478-nass-nekonvencni-aranzovani-sanitarnich-systemu>
- [28] HOFERKOVÁ, L. AS-AQUALOOP: Projekční podklady. Verze 1.0. 25. 3. 2021. ASIO, s.r.o. [vid. 2. 12. 2023]. Nepublikováno
- [29] Odpadní voda – odpad nebo poklad? [online]. tzbinfo. [vid. 20. 11. 2023]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/16057-odpadni-voda-odpad-nebo-poklad>
- [30] Využití šedé odpadní vody v domě, vyplatí se to? [online]. Vodarium.cz. [vid. 20. 11. 2021]. Dostupné z: <https://vodarium.cz/vyuziti-sede-odpadni-vody/>

- [31] Strategie NEW i pro TZB od společnosti ASIO [online]. tzbinfo. [vid. 4. 12. 2023]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/12108-strategie-new-i-pro-tzb-od-spolecnosti-asio>
- [32] Co je to šedá voda? [online]. Vodavdome.cz. [vid. 20. 11. 2023]. Dostupné z: <https://www.vodavdome.cz/co-je-to-seda-voda/>
- [33] Certifikace budov podle standardu LEED ® [online]. enerfis. [vid. 10. 12. 2023]. Dostupné z: <https://www.enerfis.cz/sluzby/zelene-budovy/certifikace-budov-breem-leed-sbtoolcz/certifikace-budov-leed>
- [34] Vodovody, kanalizace a vodní toky – 2022 [online]. Český statistický úřad. [vid. 11. 12. 2023]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/vodovody-kanalizace-a-vodni-toky-2022>
- [35] Znovuvyužití šedých a dešťových vod v budovách [online]. ASIO.cz. [vid. 12. 12. 2023]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/news/znovuvyuziti-sedych-a-destovych-vod-v-budovach.94>
- [36] Vyhláška č. 256/2023 Sb. Zákony pro lidi [online]. 1. 9. 2023. [vid. 13. 12. 2023]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2023-256/zneni-20230901>
- [37] Dešťová voda a její využití [online]. Modro-zelená infrastruktura. [vid. 15. 12. 2023]. Dostupné z: <https://www.mzi.cz/cz/novinky/destova-voda-a-jeji-vyuziti.12>
- [38] Čistírny šedých vod AS-GW/SiClaro [online]. ASIO.cz. [vid. 15. 12. 2023]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/p/143.cistirny-sedych-vod-as-gw-siclaro>
- [39] Využití tepla šedé vody [online]. STAVEBNÍ KLUB. [vid. 18. 12. 2023]. Dostupné z: <https://www.stavebniklub.cz/33/vyuziti-tepla-sede-vody-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4EvlcoRunmztNPNKotn835R-kukZUzLWmsA/>
- [40] Výměník do koupelny AS-DRAINCHANNEL [online]. ASIO.cz. [vid. 16. 12. 2023]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/p/77.vymenik-do-koupelny-as-drainchannel>
- [41] Sprchové výměníky, které spoří peníze ASIO.cz. [vid. 16. 12. 2023]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/news/sprchove-vymeniky-ktere-spori-penize.1375>
- [42] Výměník do koupelny AS-SHOWER PIPE [online]. ASIO.cz. [vid. 16. 12. 2023]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/p/76.vymenik-do-koupelny-as-shower-pipe>
- [43] Rekuperace AKIRETHERM PROFI [online]. AKIRE.cz. [vid. 4. 12. 2023]. Dostupné z: <https://www.akire.cz/rekuperace-tepla/rekuperace-akiretherm-profi/> nebo <https://www.akire.cz/rekuperace-tepla/navody-ke-stazeni/>
- [44] Výměníky AS-ReHeater [online]. ASIO.cz. [vid. 1. 12. 2023]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/p/79.vymeniky-as-reheater>

[45] VITOCAL 200-G Tepelné čerpadlo země/voda [online]. VISSMANN.cz. [vid. 6. 12. 2023]. Dostupné z: <https://www.viessmann.cz/cs/produkty/tepelna-cerpadla/vitocal-200-g.html>

[46] Provozní a monitorovací jednotka AS-RAINMASTER FAVORIT [online]. ASIO.cz. [vid. 6. 12. 2023]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/p/90.provozni-a-monitorovaci-jednotka-as-rainmaster-favorit>

[47] Čistírna šedých vod AS-GW/AQUALOOP [online]. ASIO.cz. [vid. 22. 11. 2023]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/p/142.cistirny-sedych-vod-as-gw-aqualoop>

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Grafické znázornění udržitelného rozvoje [2].....	9
Obrázek 2 - Cíl 6: Pitná voda, kanalizace; OSN [3]	10
Obrázek 3 - Přehled obnovitelných zdrojů vody [4].....	11
Obrázek 4 - Rozdělení vod v domácnosti [27].....	16
Obrázek 5 - Podrobné rozdělení splaškové odpadní vody ASIO [28]	17
Obrázek 6 - Cities of future – odvádění použitých vod a uplatnění přístupu NEW [31].....	20
Obrázek 7 - Titulní stránka [34].....	22
Obrázek 8 - Cena vodného a stočného v krajích [34]	23
Obrázek 9 - Fakturování vody celkem a domácnostem v ČR [34]	23
Obrázek 10 - Podíl obyvatel zásobované vodou a napojené na kanalizaci [34]	24
Obrázek 11 - Průměrné ceny fakturované vody a odpadní vody v ČR [34]	24
Obrázek 12 - Množství vypuštěných a čištěných odpadních vod v krajích [34]	25
Obrázek 13 - Monitoring spotřeby vody v hotelu 150 lůžek v období 16. 6. – 22. 6. 2015; autor: doc. Pospíchal	26
Obrázek 14 - Průměrná spotřeba vody v domácnosti [35].....	27
Obrázek 15 - Schéma uspořádání zařízení na čištění šedých vod [35]	29
Obrázek 16 - Směrná čísla roční potřeby vody, dodané od PVK.....	31
Obrázek 17 - Graf obsazenosti a spotřeba vody v lůžkové části hotelu DAP v období 21.12.2022 – 1.9.2023.....	32
Obrázek 18 - Graf spotřeby vody v domácnostech [37]	33
Obrázek 19 - Garantované parametry kvality vyčištěné vody [28].....	35
Obrázek 20 - Velikosti AS-GW/AQUALOOP podzemní varianta [28].....	36
Obrázek 21 - Funkční schéma AS-GW/AQUALOOP [28]	36
Obrázek 22 - Sestava AS-GW/AQUALOOP – podzemní varianta [28]	37
Obrázek 23 - Technologické obecné schéma AS-GW/AQUALOOP P [28].....	38
Obrázek 24 - Srovnání požadovaných a garantovaných parametrů pro zasakování do podzemních vod při použití AS-GW/AQUALOOP [28].....	38

Obrázek 25 - Čistírna šedých vod AS-GW/SiClaro (pohled dovnitř) [38]	39
Obrázek 26 - Velikost AS-GW/SiClaro [38]	40
Obrázek 27 - Lokální přehřev vody pro okamžitou spotřebu [24]	42
Obrázek 28 - Trubkový výměník AS-SHOWER PIPE VX [42]	43
Obrázek 29 - Rozměrové schéma AS-SHOWER PIPE VX [42].....	43
Obrázek 30 - Technické parametry AS-SHOWER PIPE VX [42]	43
Obrázek 31 - Žlabový výměník AS-DRAINCHANNEL X2 [40].....	44
Obrázek 32 - Rozměrové schéma AS-DRAINCHANNEL X2 [40].....	44
Obrázek 33 - Technické parametry AS-DRAINCHANNEL X2 [40]	45
Obrázek 34 - Žlabový výměník AS-DRAINCHANNEL X-800/3 [40].....	45
Obrázek 35 - Rozměrové schéma AS-DRAINCHANNEL X-800/3 [40]	45
Obrázek 36 - Technické parametry AS-DRAINCHANNEL X-800/3 [40].....	45
Obrázek 37 - Centrální odběr tepla z akumulace zařízení na čištění šedých vod [24].....	46
Obrázek 38 - Rekuperační výměník AKIRETHERM [43].....	47
Obrázek 39 - RV AKIRETHERM PROFI [43]	47
Obrázek 40 - RV AKIRETHERM MAX [43]	47
Obrázek 41 - Schématický řez výměníkem AKIRETHERM [43].....	48
Obrázek 42 - Schématické rozložení teplot ve výměníku AKIRETHERM [43].....	48
Obrázek 43 - Schéma napojení výměníku [43].....	49
Obrázek 44 - AS-ReHeater D (deskový) a AS-ReHeater S (spirálový) [44].....	50
Obrázek 45 - Základní technické parametry AS-ReHeater [29]	51
Obrázek 46 - Schéma zapojení výměníků AS-ReHeater S [44]	51
Obrázek 47 - Pohled na tepelné čerpadlo [45]	53
Obrázek 48 - Schéma provozní jednotky [46]	56
Obrázek 49 - Technická data AS-RAINMASTER FAVORIT [46]	56
Obrázek 50 - Schéma užití recyklované šedé vody s AS-RAINMASTER FAVORIT [46].....	57
Obrázek 51 - Pohled na jednotku AS-RAINMASTER FAVORIT [46].....	57
Obrázek 52 - Rozměrové schéma a popis jednotky [46]	58
Obrázek 53 - Označení "nepitná voda" [23]	59

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Produkce šedé vody ve vybraných evropských zemích [35].....	27
Tabulka 2 - Hodnoty BSK ₅ , CHSK, pH v šedých vodách [35].....	28
Tabulka 3 - Obsazenost a spotřeba vody v lůžkové části hotelu DAP v období 21.12.2022 – 1.9.2023.....	32