


# **TECHNICKÁ ZPRÁVA**

## **ČÁST B: ZTI (kanalizace, voda) s recyklací šedé vody**



Zpracoval Bc. Martin Kounovský	Vedoucí bakalářské práce Ing. Ilona Koubková, Ph.D.	Školní rok 2023-2024	Fakulta stavební <b>ČVUT</b> 
Diplomová práce - Katedra technických zařízení budov			
Název: Zpětné využití šedé vody v hotelu AURUM Černý Důl			Datum 12/2023
Příloha: Technická zpráva - část B: ZTI s recyklací šedé vody			Meřítko Číslo výkresu 1 šv Konzultant Ing. Ilona Koubková, Ph.D.

## Úvod:

V rámci zadání mojí diplomové práce jsem zpracoval rešerši na téma recyklace šedé vody s využitím zbytkového energetického potenciálu z šedých vod. Pro doložení reálnosti využití systémů pro úsporu pitné vody jsem do projektové dokumentace na úrovni rozšířené dokumentace pro stavební povolení ZTI (řešeno v části „A“) doplnil systém recyklace šedé vody. Tento sestává ze sběru šedých odpadních vod z umývadel, van a sprch a z jejich akumulace, čištění a zpětného využití v rozvodu „bílé (užitkové) vody“ s napojením splachovačů WC a pisoárů v celém objektu. Součástí akumulace šedé vody je navržen systém pro využití zbytkového energetického potenciálu (tepelné energie) s napojením do systému ohřevu Tv – jako přehřevu přívodů Sv do výměníku/ohříváčů Tv.

Zároveň v této části „B“ dokumentace jsem provedl příslušnou úpravu rozvodů ZTI řešených v části „A“, sestávající zejména z redukce dimenzí splaškové kanalizace (pro odvod „černých vod“ od WC, pisoárů a ze dřezů a technologie hotelového provozu, které nejsou vhodné k recyklaci). Oproti běžné technické zprávě k projektu pro stavební povolení v části ZTI jsem zvolil, v souladu se zadáním, „rozšířenou“ formu technické zprávy, kde kromě technického popisu ve výkresové dokumentaci navržených systémů, jsou uvedeny též vyobrazení a odkazy na jednotlivé hlavní výrobky formou funkčních a rozměrových schémat. Dále jsou do technické zprávy, začleněny popisy funkčnosti propojení jednotlivých prvků v navržených systémech pro recyklaci šedé vody a využití zbytkového energetického potenciálu odpadní (šedé) vody, které jsem po konzultacích obdržel od technických poradců firem vyrábějících navržené komponenty jako katalogové listy a bilanční informace.

Části z technické zprávy „A“ (Stavebně technické údaje, 1. Všeobecné údaje a identifikační údaje) jsou beze změny, kapitoly kanalizace a rozvody vody jsou v dílčích částech upraveny (zejména redukce dimenzí) a doplněny o nové trubní rozvody kanalizace šedé vody a rozvody bílé (užitkové) vody. Část 4. Rozvody plynu není v této dokumentaci „B“ řešena, zůstává beze změny dle části „A“. Nově je popsán systém pro sběr, akumulaci a recyklaci šedé vody včetně systému rozvodu bílé vody ke splachovačům. Popsané změny jsou zapracovány do výkresové dokumentace, která je samostatnou přílohou (výkresy shodného číslování jako u základního návrhu ZTI v části „A“ jsou v části „B“ indexovány příponou „šv“).

Nově je řešena:

- **vnitřní kanalizace pro odvod „šedé odpadní vody“** (samostatný trubní systém HT, KG od zařizovacích předmětů van, sprch a umývadel z ubytovací části hotelu a z obslužných provozů hotelu);
- **rozvod „bílé vody“** (samostatný trubní rozvod z PEX recyklované šedé vody) ke splachovačům WC a pisoárů v celém hotelu;
- **technologie sběru a recyklace šedé vody** (čištění a recyklace na bílou vodu);
- **zařízení pro rozvody bílé vody** po hotelu;
- **zařízení pro zpětné využití energie ze šedých odpadních vod** se zařazením přehřevu do systému ohřevu Tv v kotelně.

**Předmětem řešené dokumentace ZTI v části „B“ v diplomové práci je: „zpracování projektové dokumentace na úrovni rozšířené dokumentace pro stavební povolení ZTI (kanalizace, vodovod)“ s aplikací systémů na sběr a recyklaci šedé vody a systémů na zpětné využití energie ze šedé vody, které jsem řešil v rešeršní části své diplomové práce.**

## **2. Kanalizace:**

### **a) kanalizace – svodné a odpadní potrubí**

Projektová dokumentace v části „B“ řeší nově, oproti dokumentaci v části „A“, návrh provedení vnitřní kanalizace pro odvod šedé odpadní vody. Nová kanalizace bude provedena z potrubí HT a KG, plastové kanalizační potrubí bude typ. uloženo pod podlahou nebo vedeno v instalačních šachtách dle návrhu výkresové dokumentace – výkresy s indexací „šv“. Navržené trasy jsou v souběhu s kanalizací černé (odpadní) vody a tukové kanalizace z gastroprovozu viz. část „A“. Veškerá nová kanalizace bude po realizaci odzkoušena na těsnost dle požadavků příslušných předpisů, norem a technologických požadavků výrobce a dodavatele systémů kanalizace. Návrh kanalizace byl zpracován a dimenzování potrubí bylo provedeno v souladu s požadavky platných ČSN (zejm. 75 6101, 73 6005, 75 6760, EN 1610 (75 6114) aj.) a technologických předpisů výrobců navržených systémů a výrobků. Souběh a křížení bude řešen v souladu s požadavky normy ČSN 73 6005.

### **b) vnitřní kanalizace šedé vody**

Projektová dokumentace v části ZTI řeší návrh nové vnitřní gravitační splaškové kanalizace pro odvod šedé vody od určených zařizovacích předmětů z celého objektu. Vnitřní splaškovou kanalizací budou odváděny odpadní (šedé) vody běžného typu vznikající v apartmánech a společných prostorách v sociálních zařízeních v objektu. Dle doporučení konzultanta firmy ASIO a dle praktických zkušeností publikovaných ve veřejně dostupných zdrojích k problematice recyklace šedé vody bude využito odpadů z umývadel, van a sprch. Tyto odpadní vody jsou minimálně znečištěné a jsou vhodné pro recyklaci na bílou vodu k dalšímu využití v objektu pro napojení splachovačů WC a pisoárů. Jednotlivé vyjmenované zařizovací předměty budou napojeny přes zápachové uzávěrky přípojovacím potrubím na samostatné svodné a odpadní potrubí, které bude provedeno z plastových trub (systému HT a KG, např. systému Rehau apod.). Přípojovací potrubí bude provedeno v drážkách ve zdech a v předstěnách, odpadní a svodné bude vedeno v instalačních šachtách, v drážkách ve zdech a pod podlahou 1.PP. Veškeré svody budou vedeny paralelně s odpadním potrubím černé vody (případně tukové kanalizace) v jednotném spádu (pod podlahou 1.PP) se vzájemným převýšením pro možnost křížení jednotlivých tras systémů kanalizace. Kanalizace z provozu gastro v 1.NP a 1.PP bude provedena z materiálu s teplotní odolností 90 °C dle podkladů gastro.

Zakončení veškerých vertikálních (nevětraných) svodů bude provedeno pod stropem přivětrávací hlavicí HL, větrané kanalizační potrubí bude nad střechou zakončeno v rámci integrované šachty větraným krytem – detail vyústění viz. stavební část. Umístění odvětrání bude koordinováno se zakončením dalších rozvodů technického vybavení, zejm. VZT, nad střechou. Pro zajištění možnosti pročištění jednotlivých úseků kanalizace šedé vody (horizontálních i vertikálních) budou na vertikálních svodech osazeny čistící kusy v úrovni cca 1m nad podlahou. Přístup k čistícím kusům bude řešen v rámci jednotných vstupních dvířek k uzávěrům – řešeno ve stavební části.

Typy zařizovacích předmětů jsou určeny dle dodaných standardů vybavení sociálních zařízení na základě výběru investora a v souladu s architektonickým řešením jednotlivých prostor (jsou uvažovány typy zařizovacích předmětů středního nebo vyššího standardu – viz. část „A“). Odpadní vody z prostoru gastroprovozu a dešťové vody – beze změny viz. část „A“.

### **3. Rozvody bílé (užitkové) vody:**

Dodávka pitné vody je zajištěna ze stávajícího funkčního veřejného vodovodního řadu vedeného v přilehlé komunikaci stávající funkční vodovodní přípojkou DN 80 (stávající stav) – viz. část „A“. Vnitřní rozvody po objektu jsou řešeny v části „A“.

#### vnitřní rozvody bílé vody

Jednotlivá samostatná odběrná místa s napojením na samostatný rozvod bílé vody jsou splachovače WC a pisoárů – specifikace je určena dle dodaných standardů vybavení sociálních zařízení na základě výběru investora a v souladu s architektonickým řešením jednotlivých prostor. Nové vnitřní rozvody bílé (užitkové) vody budou v celé délce opatřeny náplekovou izolací v tl. dle vyhl.č.193/2007 Sb. Nové rozvody budou provedeny z potrubí z plastů s mechanickým spojováním (např. PEX Rehau Rautitan apod.). Potrubí užitkové vody a výtokové armatury budou označeny v souladu s požadavky normy. 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).



Projekt rozvodů vody byl zpracován v souladu s požadavky příslušných ČSN (zejm. 06 0320, 73 0873, 73 6660, 75 5411, 73 6005) a technologických požadavků výrobce uvažovaného systému. Celý rozvod bude po realizaci odzkoušen a provedena desinfekce a proplach v souladu s požadavky příslušných hyg. předpisů a norem.

#### **4. Rozvody plynu: (beze změny dle části „A“)**

#### **5. Návrh technologie sběru, čištění a recyklace „šedých odpadních vod“, využití „bílé vody“ pro splachování + návrh systému využití zbytkového energetického potenciálu „šedé odpadní vody“:**

Do projektové dokumentace části „B“ 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 dodávku vyčištěné „bílé vody“ ke zpětnému využití pro napojení splachovačů WC a pisoárů **AS – RAINMASTER FAVORIT SC 20**. S ohledem na požadavek efektivního využití zbytkové tepelné energie ze šedé vody přiváděné k recyklaci jsem do nátokového potrubí před čistírnu navrhl vřadit 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. Podklady a parametry k jednotlivým navrženým prvkům, použitým v projektové dokumentaci části „B“, jsou převzaty z firemních materiálů uvedených též v rešeršní části mé diplomové práce včetně příslušných odkazů na zdroje.

#### **5.1. Návrh technologie akumulace a čištění „šedé vody“ a technologie dodávky vyčištěné „bílé vody“ k využití pro splachování WC a pisoárů s využitím systémů firmy ASIO** (návrh jednotlivých prvků byl konzultován s technickým poradcem firmy, který mi zároveň poskytl technické podklady a cenné informace o navržených výrobcích ASIO, které s jeho svolením prezentuji v této části technické zprávy).

##### **5.1.1. Výchozí údaje:**

- zdrojem šedých vod jsou sprchy, vany a umývadla z ubytovací části hotelu Aurum
- vyrovnávací reaktor, čistírna a technologie jsou umístěny pod podlahou technické místnosti v 1.PP
- přečištěná šedá voda se bude využívat výhradně na splachování WC a pisoárů
- nátok šedých vod – 7 851 l/den (max. 8 000 l/den)

##### **5.1.2. Návrh:**

- navrhované množství vody pro recyklaci využitě ke splachování: 4 696 l/den (max. 5 000 l/den) – rozdíl nátoků a odtoku šedé vody je zaústěn gravitačně do ČŠ
- nádrže provedeny jako atyp. dvouplášťové k vybetonování
- čistírna šedé vody **AS-AQUALOOP 96 P** + čerpací stanice **AS-RAINMASTER FAVORIT 20 SC DUO (DUPLEX)**

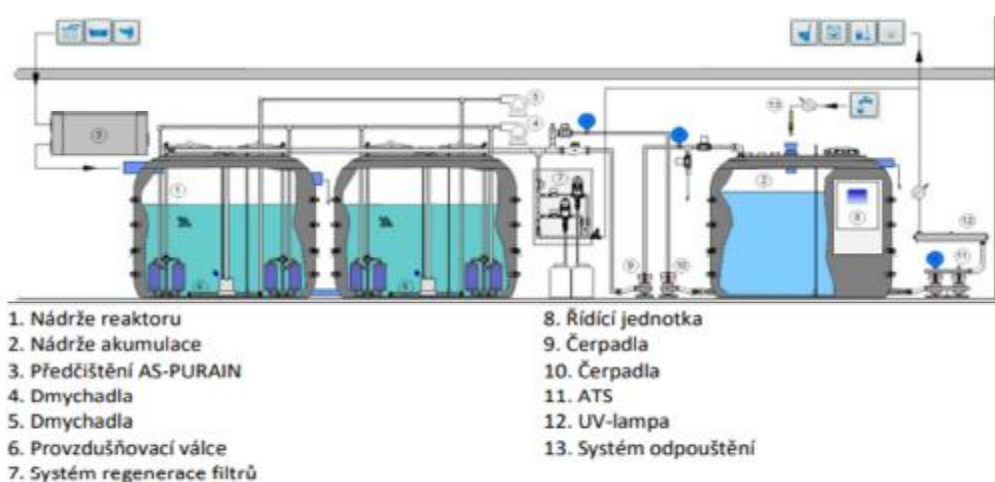
##### **5.1.3. Popis technologie recyklace šedé vody:** (AS – AQUALOOP 96 + AS – RAINMASTER FAVORIT 20 SC) – převzato z podkladů ASIO

Odpadní voda ze sprch, umývadel a van gravitačně natéká přes mechanické předčištění AS-PURAIN do vyrovnávací nádrže a následně do biologického reaktoru. Nádrže jsou

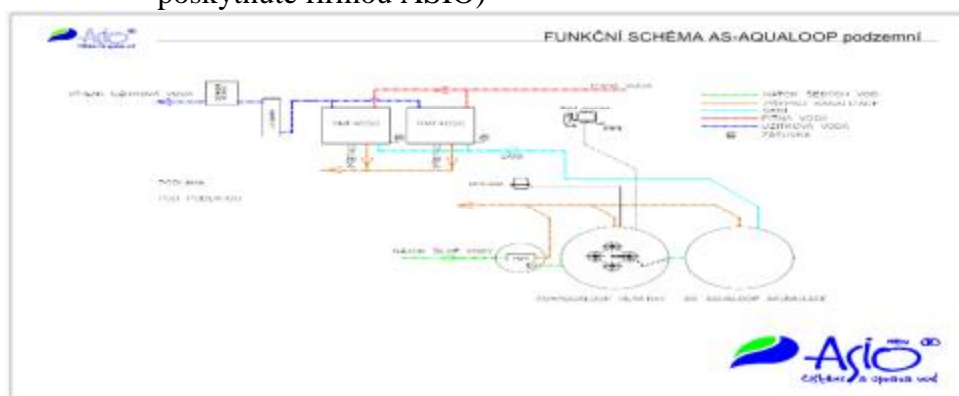
gravitačně napojeny bezpečnostním přepadem do splaškové kanalizace. V nádrži bude umístěna filtrační membránová vestavba AQUALOOP 96. Vestavba je osazena sacím a proplachovacím čerpadlem pro zpětný proplach membrán. Nádrž je provzdušňována dmyhadlem (vše je umístěno pod podlahou technické místnosti v prostoru po bývalé zrušené akumulaci/čerpací jímce odpadní vody objemu cca 60 m<sup>3</sup>). Z reaktoru je voda čerpána do skladovací nádrže. Tato nádrž slouží k akumulaci vyčištěné vody. V nádrži je osazeno kalové čerpadlo s Pe výtlačkem do splaškové gravitační kanalizace. Řídící a ovládací systém této technologie je umístěn v rozvaděči v technické místnosti. Na výtlačku je osazena expanzní tlaková nádoba a UV-lampa pro dodatečnou hygienizaci „bílé vody“. Do této nádrže je napojen systém dopouštění pitné vody z vnitřního rozvodu vody. Dopouštění je řešeno přes hladinové snímače a el. mag. ventil se ZK. Výtok pitné (dopouštěné) vody je nad úrovní max. hladiny v jímce, tudíž nemůže dojít ke zpětnému nasátí užitkové vody z nádrže do potrubí a ke kontaminaci rozvodů pitné vody v objektu hotelu, ani ve veřejném řadu.

Dle čl. 4.5 ČSN 75 6780 (doplňkový/záložní přívod vody) - vodovod nepitné vody nesmí být v žádném případě a za jakéhokoliv provozního stavu přímo propojen s vodovodem pitné vody nebo jiné vody pro doplňkový přívod. Doplnění pitné nebo jiné vody do vodovodu nepitné vody musí být řešeno v souladu s ČSN EN 1694-1 a -2 tak, aby v žádném případě nemohlo dojít ke kontaminaci vodovodu pitné vody nebo doplňované vody jakoukoliv nepitnou vodou. Ovládání případného dopouštění je integrováno do řídicí jednotky AT stanice (dopouštění proběhne pouze v době nedostatku „bílé vody“ z recyklace, případně v době odstávky/poruchy systému recyklace šedé vody) a je součástí AT stanice AS – RAINMASTER. Vystrojení čistírny zahrnuje i poloautomatickou regeneraci filtračních membrán. Celý certifikovaný komplet je funkčně propojen a odzkoušen. Dodávka technologie je doplněna provozní dokumentací, včetně provozního řádu a certifikátu o shodě.

#### 5.1.4. Ilustrativní schéma a popis systému: (materiály poskytnuté firmou ASIO)



### 5.1.5. Funkční schéma AS-AQUALOOP podzemního provedení: (materiály poskytnuté firmou ASIO)



### 5.1.6. Funkční schéma AS-AQUALOOP podzemního provedení s popisem:

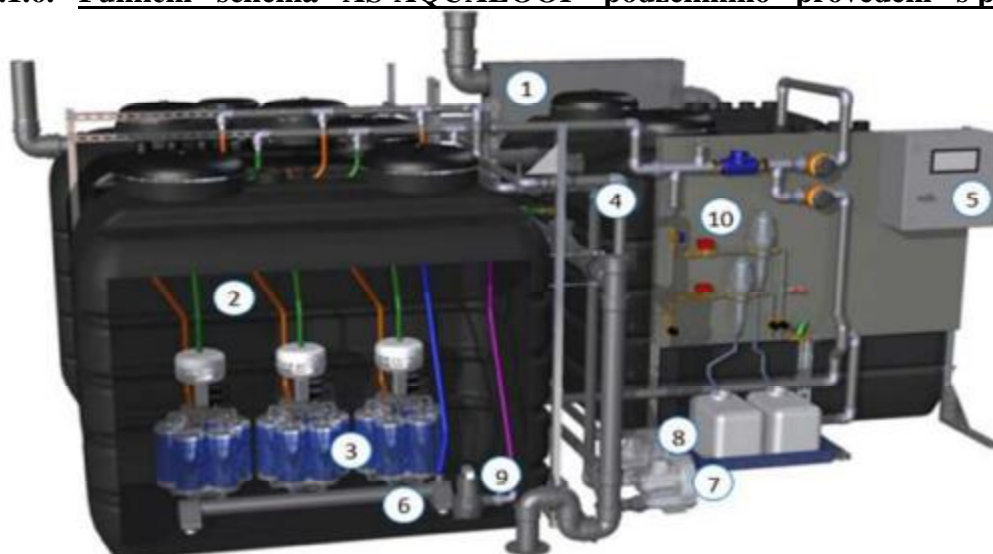
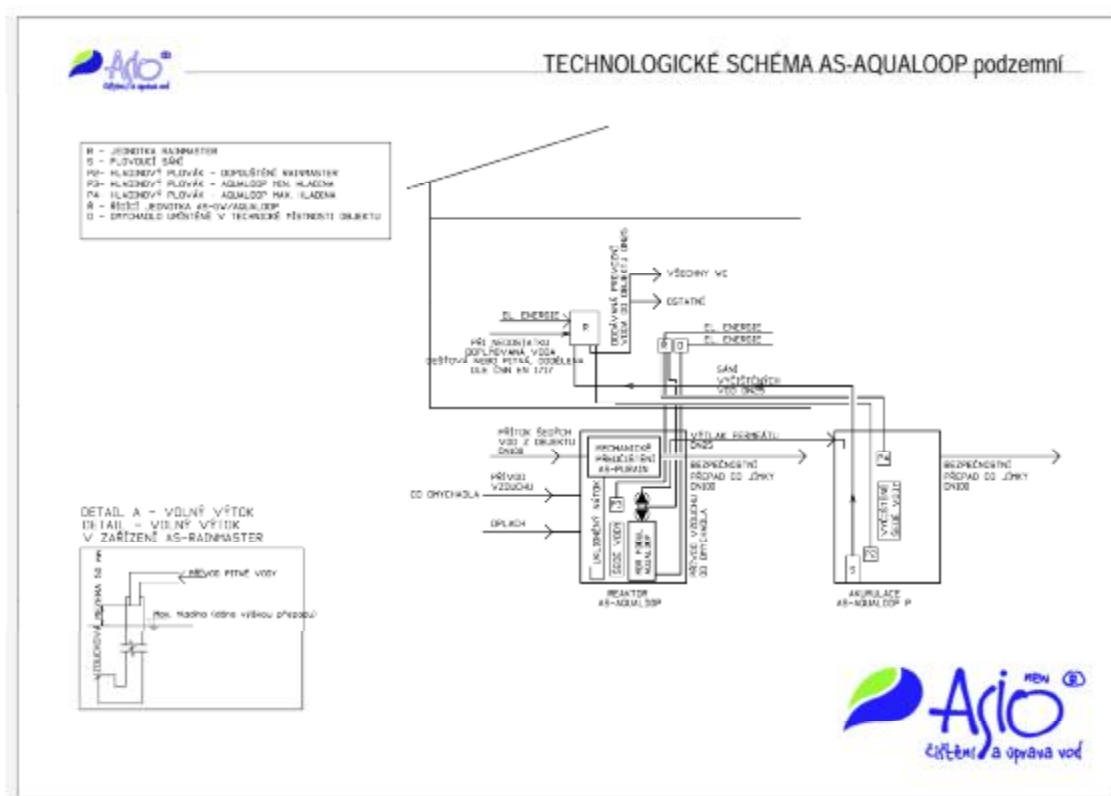


Schéma s popisem znázorněno pro nadzemní provedení, jelikož k podzemní variantě nejsou grafické modely zpracovány. Technologie je osazena do atyp. podzemních nádrží, principem zůstává vše stejné jako při osazení do typ. podzemních plastových nádrží (materiály poskytnuté firmou ASIO).

Předfiltrace a bioreaktor jsou v kompletních systémech pro recyklaci šedé vody AS-AQUALOOP užívány prefabrikované, stabilní, neprůhledné a vyztužené vnitřní nádrže. S ohledem na prostorové potřeby je navržena individuální výroba nádrží. Šedá voda ze sprch, van a umývadel je před vstupem do bioreaktoru (2) předfiltrována přes vysoce účinný filtr AS-PURAIN (1). Nečistoty zachycené ve filtru PURAIN jsou pravidelně splachovány zpět do kanalizace pomocí zpětné trysky. V jádru zařízení, bioreaktoru, probíhá nepřetržitá biodegradace. K tomu slouží trubkový difuzor (6) umístěný ve spodní části zařízení a nosiče biomasy ve vodě. Tento difuzor s jemnými trubkami, který je zásobován kyslíkem pomocí dmychadla (7), vytváří provzdušněné fluidní lože, které je předpokladem pro růst bakterií v šedé vodě. Kalové čerpadlo (9), které je rovněž umístěno na dně, pravidelně odstraňuje veškerý vzniklý sediment (kal). Membránová stanice a ovládání: Bioreaktor obsahuje také membránovou filtrační stanici AS-AQUALOOP (3), která filtruje šedou vodu do zásobníku čisté vody (4). Díky malé velikosti pórů membrány 0,02  $\mu\text{m}$  jsou částice, bakterie a viry ultrafiltrací zadržovány. Membrány se pravidelně čistí zpětným proplachem a hrubými vzduchovými bublinami. Systém o kapacitě 5000 l/d je zde řízen pomocí regulátoru

AQUALOOP (5). Membránová stanice je předinstalována s hadicovou přípojkou pro instalaci dmychadla (8). Dodávaný vzduch čistí vlákna ultrafiltrační membrány a také dodává kyslík pro biologické zpracování odpadní vody. Membrány se pravidelně čistí zpětným proplachem a hrubými vzduchovými bublinami. Systém je vybaven řídicím systémem I-CONNECT (5) s možností prohlížení a technologií automatického chemického čištění ICON-ADS (10). To umožňuje ještě hospodárnější a bezúdržbový provoz zejména u větších systémů. V závislosti na požadavcích, může být nádrž na čistou vodu (4) vybavena také samostatným výměníkem tepla. Jeho prostřednictvím lze přebytečnou tepelnou energii odebírat z nádrže na čistou vodu pomocí tepelného čerpadla a znovu ji využít pro přípravu teplé vody. Čistá užitková voda je čerpána do samostatného rozvodu užitkové (nepitné) vody systémem AS-RAINMASTER. Tato voda bude použita výhradně pro splachovače WC a pisořů. Aby bylo dosaženo co největší bezpečnosti, prochází již vyčištěná užitková voda jako posledním stupněm sanitací UV-lampou.

### 5.1.7. Technologické schéma AS-AQUALOOP podzemního provedení: (materiály poskytnuté firmou ASIO)



### 5.1.8. Hlavní komponenty čistírny:

- filtr AS-PURAIN – vysoce účinný samočisticí filtr s integrovaným přepadem je instalován uvnitř nádrže bioreaktoru. Je vybaven tryskou zpětného proplachu pro automatické čištění.
- nádrže reaktoru a akumulace – se používají i pro bioreaktor a nádrž na čistou vodu. Jsou v maximální možné míře předinstalovány. Různé velikosti a provedení nádrží vedou k nejvhodnější konfiguraci pro systém šedé vody.
- membránová stanice AS-AQUALOOP – se skládá z nosiče pro montáž membrán, integrováno je filtrační čerpadlo, čerpadlo pro zpětné proplachování, nádrž pro



zpětné proplachování a přípojka pro dmychadlo. Specializovaná dutá membránová vlákna s velikostí pórů 0,02  $\mu\text{m}$  spolehlivě zabraňují průniku bakterií a virů. Každá membránová patrona má filtrační plochu 6  $\text{m}^2$ . Inovativní konstrukce a design umožňují dlouhotrvající provoz až 10 let pouze s minimálními nároky na údržbu. Membránová vlákna AQUALOOP jsou chráněná kazetou, která umožňuje vyšší toky a chrání vlákna před častým zanášením pomocí čištění vzduchem. Vlákna AQUALOOP a kazety umožňují rovnoměrnější rozložení aplikovaných tlaků a průtoků, protože se pohybují v malém rozmezí hydrostatického tlakového rozdílu (jen asi 40 mbar ve srovnání s tlakovým rozdílem až 200 mbar u jiných systémů). Manipulace s kazetami AQUALOOP je uživatelsky přívětivá a lze je zvedat mnohem snadněji než běžné systémy s deskami nebo dutými vlákny.

- řídicí jednotka – automatická ovládací jednotka čistírny
- vzdálená správa AQUALOOP
- provzdušňovací element – pro zajištění co nejúčinnějšího biologického rozkladu/čištění je instalován provzdušňovací element.
- dmychadlo – vhání vzduch do provzdušňovacího elementu. U technologie AS-AQUALOOP je vzduch přiváděn dmychadlem, které plní několik funkcí současně:
  - čištění membránových vláken vytvářením turbulence skrz vlákna
  - čištění růstových těles
  - přivádění kyslíku
- kalové čerpadlo – slouží k automatickému odstraňování kalu z bioreaktoru.
- nosiče biomasy – jsou speciální tělesa s velkou plochou, na kterých se usazují bakterie a umožňují biologické čištění.
- řízení – zařízení na recyklaci šedé vody pomocí systému I-CONNECT umožňuje transparentní a monitorovaný průběh procesu. Řídicí systém zahrnuje regulaci dmychadel membránových stanic a potrubních difuzorů a monitorování jejich tlaku, jakož i procesní řízení filtračních čerpadel a čerpadel zpětného proplachu, kalových čerpadel, ventilu pro čištění předfiltru a hladinových sond pro záznam hladin v zásobní nádrži membrán a v zásobní nádrži čisté vody. Připojení automatické dávkovací stanice a její automatické čištění snižuje nároky na údržbu a zvyšuje průtok. Integrovaný dotykový displej slouží k nastavení a zobrazení celého systému.

S volitelnou licencí I-CONNECT mají uživatelé přístup ke stejnému zobrazení systému a nastavení parametrů prostřednictvím webové aplikace nebo mobilní aplikace. Výstrahy jsou zasílány přímo uživateli. To nabízí výhodu – lze přesněji provádět údržbu.

Základním předpokladem správné funkce čistírny je, že do ní nebudou vypouštěny tuky, zbytky jídel, fekálie, moč, kondenzáty a jiné technické/průmyslové vody. Nevhodné jsou kuchyňské dřezky, myčky, čajové kuchyňky, pračky, přepady z tech. zařízení, výlevky a všude tam, kde nelze zajistit dostatečnou kvalitu šedé vody. Pro zaručení správného fungování čistírny a kvalitu výstupní vody je nutné, aby nátoková šedá voda odpovídala níže uvedeným hodnotám a nepřekročila stanovené limity (materiály poskytnuté firmou ASIO):

Tabulka: Požadavky na kvalitu vstupní šedé vody

Parametry	Maximální hodnoty/Rozpětí
CHSK (mg/L)	< 400
BSK <sub>5</sub> (mg/L)	< 180
NL (mg/L)	< 160
Zákal (NTU)	< 100
Teplota	25 - 35 °C
E. coli (cfu/100 mL)	< 10 <sup>3</sup>
pH	6.5 - 8.0
Celkový fosfor - P <sub>celk</sub> (mg/L)	< 3.0
Celkový dusík podle Kjeldahla - N <sub>k</sub>	< 5.0
Celkový organický uhlík (TOC)	< 100
Celkové koliformní bakterie	< 10 <sup>4</sup>
Tuky a oleje (mg/L)	< 37
Stupeň tvrdosti (°dH)	< 7.3

Schválení NSF kvality odpadních vod: Během certifikačního procesu produkuje systém recyklace šedé vody AS-AQUALOOP čistou vodu, která úspěšně splňuje požadavky normy NSF/ANSI 350 třídy C pro obytné nebo komerční objekty (materiály poskytnuté firmou ASIO):

Tabulka: Požadavky na odpadní vody a výsledky certifikace pro AS-AQUALOOP

Měření	NSF/ANSI 350 třída C Žádost		třída C AQUALOOP výsledky testu NSF schválení Certifikát No.: C0241944 - 01	
	Testovací průměr Average	Jeden vzorek maximum	Průměr výsledků	Jeden vzorek maximum
BSK <sub>5</sub> (mg/L)	10	25	6	17
NL (mg/L)	10	30	2	8
Zákal (NTU)	2	5	0.5 <sup>1</sup>	4.0
E. coli <sup>2</sup> (MPN/100 mL)	2.2 <sup>2</sup>	200	2.0 <sup>2</sup>	13.0
pH (SU)	6.0 - 9.0	NA <sup>3</sup>	6.7 - 8.0	NA1
Barva	MR <sup>4</sup>	NA <sup>3</sup>	MR <sup>4</sup>	NA1
Vůně	Bez zápachu	NA <sup>3</sup>	Bez zápachu	NA1
Mastný film a pěna	Nezjistitelný	Nezjistitelný	Nezjistitelné	Nezjistitelný

1 medián, 2 geometrický průměr, 3 NA: nepoužije se, 4 MR: pouze měřené a indikované

### **5.1.8. Odhadované náklady na pořízení, provoz a servis systému pro recyklaci šedé vody za časové období 30 let:**

Ve spolupráci s úsekem technické podpory firmy ASIO jsem na závěr zpracoval orientační přehled nákladů na pořízení systému pro sběr, čištění a recyklaci (zpětné využití) odpadní šedé vody. Jako časový interval pro ekonomické vyhodnocení investice a provozu bylo na doporučení technického konzultanta firmy ASIO zvoleno 30-ti leté období, které je výrobcem uvažováno jako tzv. "ekonomická životnost systému", kdy po této době je výhodnější celý systém nahradit novým, v té době aktuálně vyráběným systémem s vyšší účinností a efektivitou. Přesné investiční náklady na pořízení systému by byly zpracovány v případě realizace zakázky jako nabídková cena kompletní dodávky v aktuálním čase a cenách. V odhadu jsou uvažovány pouze standardní provozní a servisní činnosti, nikoliv řešení případných poruch nebo havarijních stavů.

**Provozní náklady a servis (30 let):****AS-RAINMASTER FAVORIT 20 SC (DUO)**

U čerpacích a doplňovacích jednotek není stanoven žádný servisní interval, tzn. není potřeba nic měřit, měnit či kontrolovat. Pozornost je třeba věnovat související technologii – filtrům, zpětným klapkám a podobně. Jednou za cca pět let se vymění těsnění (nákladově se jedná o nižší stokoruny včetně montáže). Žádný komponent nemá výrobcem danou limitní životnost.

Spotřeba el. energie: příkon 2x 1,25 kW, čerpadla mají regulaci otáček dle průtoku, odhadovaná spotřeba v průměru cca 50 % uváděného příkonu x hodiny chodu.

Odhad servisního výjezdu: 16 Kč/km + 600 Kč/hodina servisu

Orientační ceny některých náhradních dílů:

- čerpadlo – 9900 Kč bez DPH
- tlakové čidlo – 3000 Kč bez DPH
- frekvenční měnič – 19 900 Kč bez DPH
- třicestný ventil – 5500 Kč bez DPH
- plovák – 1200 Kč bez DPH

V rámci 30-ti let lze uvažovat cca 2x výměnu čerpadel, plováků a cca 3-5 sad těsnění + celkem cca 3 servisní výjezdy.

**AS-AQUALOOP 96 P**

U čistírny je nutná pravidelná údržba a tři komponenty mají omezenou životnost.

Čistění filtru

- manuální vyjmutí nečistot z filtru provádí obsluha.

Membrány

- životnost membrány je odhadovaná na 15 let, cena jedné membrány je cca 20 000 Kč bez DPH.

Čerpadla

- čerpadla permeátu mají životnost cca 20 000 provozních hodin. Provozní hodiny se liší dle průtoku membrán a mnoha dalších faktorů. Průměrnou životnost lze odhadnout na cca 10 let. Cena čerpadel je cca 8 500 Kč bez DPH.

Dmychadla

- u dmychadel se mění 1x za 2 roky membrány (limitní doba je max. 5 let), cena náhradních membrán je cca 3 000 Kč bez DPH.

UV-lampa

- životnost zářivky je cca 10 000 hodin (tzn. 1 rok), zářivky stojí 3000 Kč bez DPH.

Spotřeba el. energie

- u dané velikosti je spotřeba el. energie 1 kWh/m<sup>3</sup> vyčištěné vody.

Licence (při vzdálené správě)

- 5 000 Kč bez DPH/rok.

**Servis/servisní výjezd/provozní náklady (30 let):**

- provozní náklady jsou stanoveny na cca 20 Kč/m<sup>3</sup> vyčištěné vody (v této ceně jsou započítané též provozní kapaliny na regeneraci membrán)
  - běžný servis může provádět obsluha. Odborný servis by měl být cca 1x za dva roky (odhadem 3 hodiny)
- Odhad servisní výjezd: 16 Kč/km + 600 Kč/hodina servisu (3 x 600 = 1 800 Kč)

Provozní náklady na 30 let:

- provoz: 5 m<sup>3</sup> x 10950 dní x 20 Kč = 1 095 000 Kč
- spotřeba el. energie: 1 kWh x 5 m<sup>3</sup> x 10950 dní = 54 750 kWh x 4 Kč = 219 000 Kč
- dmychadla: 10 x 3 000 Kč = 30 000 Kč
- výměna membrány 1x: 6 kusů x 20 000 Kč = 120 000 Kč

**Celkem provoz a servis: 1 464 000 Kč + servisní výjezdy** (odhad nákladů bez DPH)

**Pořízení technologie: 1 300 000,- Kč** (odhad investice nákladů bez DPH)

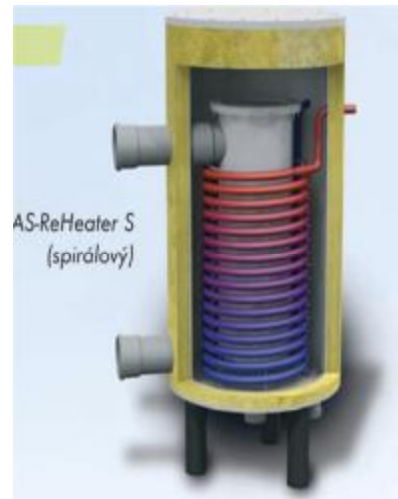
**5.2. Návrh technologie pro využití energie z šedé vody pro předehřev zásobníků**

**Tv s využitím systémů firmy ASIO a VISSMANN:** (návrh prvků ASIO byl konzultován s technickým poradcem firmy, který mi zároveň poskytl technické podklady a informace o navržených výrobcích ASIO, které s jeho svolením prezentuji v této části technické zprávy)

<https://www.czgbc.org/files/2022/01/5a6939b042bdaafae6134cd9a117bd2b.pdf>

**5.2.1. Výchozí údaje:**

- zdrojem šedých vod jsou sprchy, vany a umývadla z ubytovací části hotelu Aurum
- průměrný denní nátok šedé vody je cca 7 851 l/den (max. 8 000 l/den)
- průměrný předaný výkon na 1m<sup>3</sup> vody je 18,3 kW/m<sup>3</sup>
- celkový denní výkon je cca 143,67 kW/ den (max. 146,4 kW/den)
- teplota nátoku šedých vod z oblasti van, sprch a umývadel kolísá mezi 18 – 38 °C v závislosti na délce kanalizačního potrubí (pro hygienické účely je používána Tv)
- přečištěná šedá voda se bude využívat výhradně na splachování WC a pisoárů

**5.2.2. Návrh:**

- navrhované množství vody pro recyklaci: 7 851 l/den (max. 8 000 l/den)
- nádrže atyp. dvouplášťové k vybetonování
- navrhuji rekuperační spirálový výměník **AS-REHEATER S2** v podpodlahovém provedení pro rekuperaci tepelné energie ve spojení s tepelným čerpadlem **VISSMANN Vitocal 200-G** pro předehřev vody v zásobníkových ohřivačích Tv osazených v kotelně.

**5.2.3. Popis technologie rekuperace tepla z odpadní šedé vody: spirálový výměník (AS – REHEATER S2)**

AS – REHEATER je speciální výměňková jednotka zaměřená na rekuperaci odpadní vody bez nutnosti její úpravy např. filtrací. Využití rekuperačních výměníků

AS – REHEATER S a D je v občanské vybavenosti, hotelech a v průmyslu ve větších provozech, jako jsou potravinářské, textilní a technologické provozy, prádelny, lihovary, vývařovny, bazény, wellness, lázně, aquaparky a také větší kanalizační sítě a sítě s technologickou odpadní vodou. <https://www.nano-detox.com/produkt/as-reheater/>

Dle čl. 12.2 ČSN 75 6480 - Způsoby přenosu tepelné energie z šedé vody:

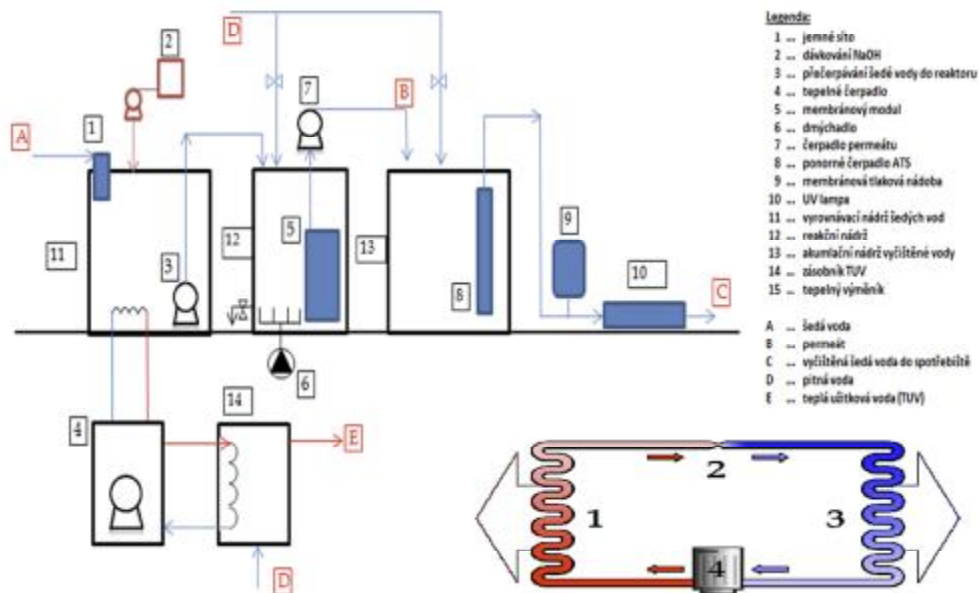
Teplo z šedé vody může být ohřívání látky (vodě) předáváno:

a) přímo pomocí výměníku s dvojitou dělicí stěnou (viz ČSN EN 1717);

b) prostřednictvím teplotnosné látky ve vloženém okruhu.

Přenosu tepelné energie vloženým okruhem se využívá zejména v případech, kde je šedá voda zdrojem tepelné energie zpětně získávané tepelným čerpadlem. Teplotnosná látka ve vloženém okruhu může být třídy tekutiny 1, 2 nebo 3 podle ČSN EN 1717 a ČSN 75 5409.

## Recyklace vody + TČ

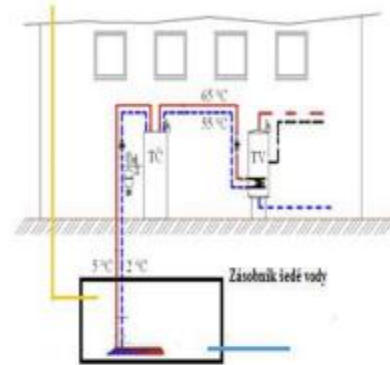


Zdroj: „Využití tepla z šedých vod k ohřevu TUV Ing. Karel Plotěný, Ing. Vladimír Jirmus, Ing. Stanislav Piňos“

# Centrální systémy rekuperace tepla

## • Možné zapojení okruhu s tepelným čerpadlem

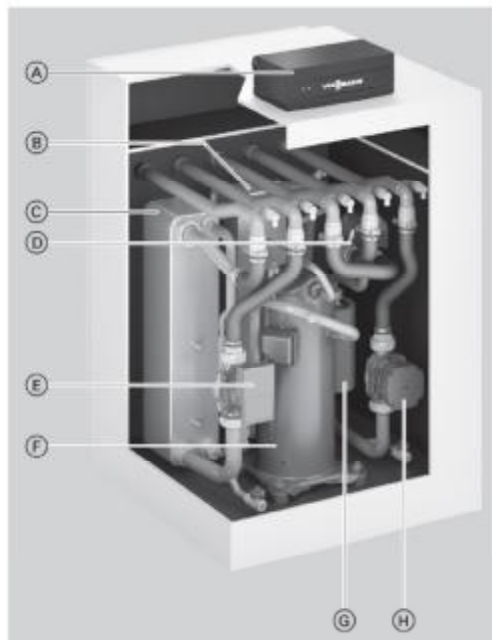
- wellness centra
- bazény
- administrativní budovy
- lázně
- hotely
- nemocnice
  
- návratnost investice v řádu let (4-7 let)



Zdroj: „Využití tepla z šedých vod k ohřevu TUV Ing. Karel Plotěný, Ing. Vladimír Jirmus, Ing. Stanislav Piňos“

### 5.2.4. Popis technologie tepelného čerpadla: VIESSMANN Vitocal 200-G

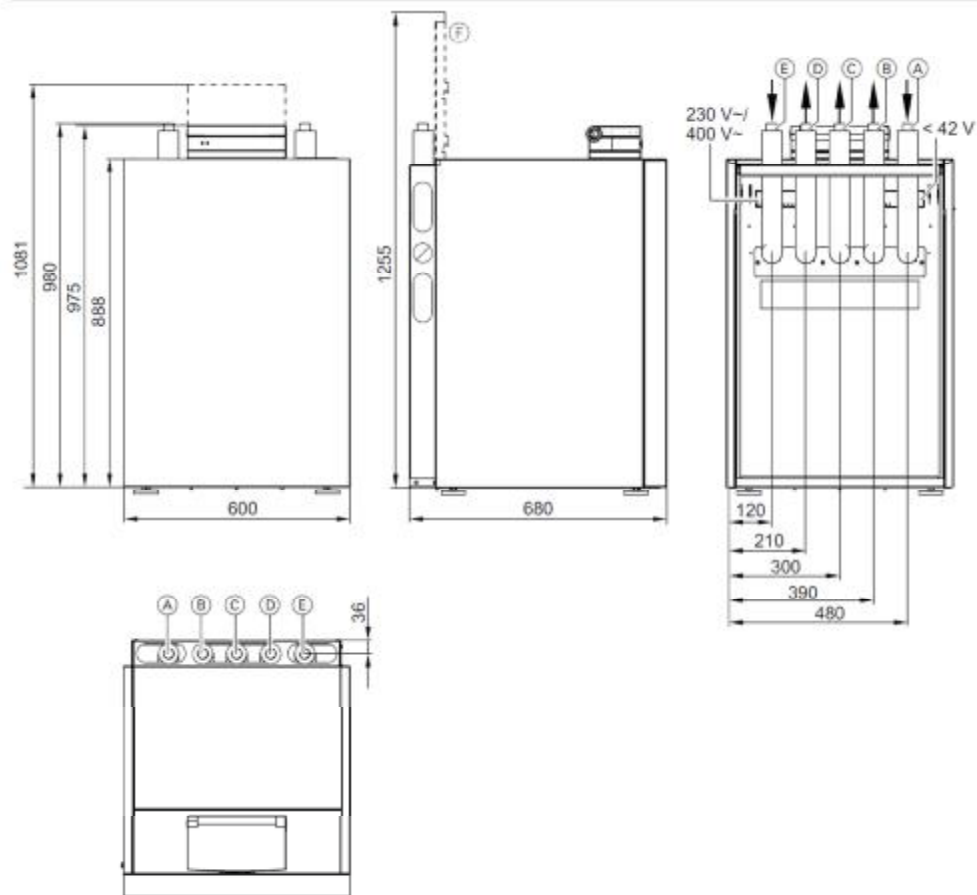
(zdroj: katalogový list VIESSMANN Vitocal 200-G)



- (A) Ekvitermně řízená digitální regulace tepelného čerpadla Vitotronic 200
- (B) Kondenzátor
- (C) Výparník
- (D) 3-cestný přepínací ventil
- (E) Primární čerpadlo (solanka), vysoce efektivní oběhové čerpadlo
- (F) Kompresor
- (G) Průtokový ohříváč topné vody
- (H) Sekundární čerpadlo (topná voda), vysoce efektivní oběhové čerpadlo

(zdroj: katalogový list VIESSMANN Vitocal 200-G)

## Rozměry



(zdroj: katalogový list VIESSMANN Vitocal 200-G)

## Technické údaje tepelných čerpadel voda/voda

## 400 V-přístroje

Typ BWC ve spojení s „přestavovací sadou tepelného čerpadla voda/voda“

Výkonové parametry topení podle ČSN EN 14511 (W10/W35, 5 K teplotní spád)

		201.B06	201.B08	201.B10	201.B13	201.B17
Jmenovitý tepelný výkon	kW	7,53	9,80	13,41	16,89	22,59
Chladicí výkon	kW	5,80	8,52	11,61	14,46	19,17
Elektrický příkon	kW	1,23	1,57	2,11	2,61	3,68
Topný faktor $\epsilon$ (COP)		6,11	6,24	6,37	6,46	6,15
<b>Solanka (primární mezikruh)</b>						
Obsah	l	3,3	3,3	3,9	4,5	5,9
Minimální objemový tok	l/h	1440	2120	2880	3300	4450
Zbytková dopravní výška při min. objemovém toku	mbar	570	300	770	624	290
	kPa	57,0	30,0	77,0	62,4	29,0
Max. teplota přívodní větve (vstup solanky)	°C	25	25	25	25	25
Min. teplota přívodní větve (vstup solanky)	°C	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
<b>Topná voda (sekundární okruh)</b>						
Obsah	l	3,3	3,5	3,8	4,6	5,7
Minimální objemový tok	l/h	650	850	1160	1450	1990
Zbytková dopravní výška při min. objemovém toku	mbar	610	680	625	660	540
	kPa	61,0	68,0	62,5	66,0	54,0
Max. teplota přívodní větve	°C	65	65	65	65	65

(zdroj: katalogový list VIESSMANN Vitocal 200-G)

Chladicí okruh		R410A	R410A	R410A	R410A	R410A
Chladivo		A1	A1	A1	A1	A1
- Pojistná skupina	kg	1,40	1,95	1,95	2,15	2,40
- Plnicí množství		1924	1924	1924	1924	1924
- Potenciál globálního oteplování (GWP)**						
- Ekvivalent CO <sub>2</sub>	t	2,7	3,8	4,6	4,1	4,6
Připustný provozní tlak						
- Strana vysokého tlaku	bar	45	45	45	45	45
	MPa	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
- Strana nízkého tlaku	bar	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
	MPa	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
Kompressor						
Olej v kompresoru	Typ			pině hermetický Scroll		
	Typ			Emkarate RL32 3MAF		
Množství oleje v kompresoru	l	0,74	1,24	1,24	1,24	1,89
Rozměry						
Celková délka	mm	680	680	680	680	680
Celková šířka	mm	600	600	600	600	600
Celková výška (obslužná jednotka vykloněná nahoru)	mm	1081	1081	1081	1081	1081
Hmotnost						
Celková hmotnost	kg	145	148	152	158	165
Modul tepelného čerpadla	kg	74	77	81	87	94
Připust. provozní tlak						
Primární okruh (solanka)	bar	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
	MPa	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Sekundární okruh, topná voda	bar	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
	MPa	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Připojky						
Přívod/vratná větev primárního okruhu	mm	Cu 28x1,5	Cu 28x1,5	Cu 28x1,5	Cu 28x1,5	Cu 28x1,5
Přívod sekundárního okruhu (topné okruhy)	mm	Cu 28x1,5	Cu 28x1,5	Cu 28x1,5	Cu 28x1,5	Cu 28x1,5
Přívod sekundárního okruhu (zásobníkový ohřivač vody)	mm	Cu 28x1,5	Cu 28x1,5	Cu 28x1,5	Cu 28x1,5	Cu 28x1,5
Vratná větev sekundárního okruhu (topné okruhy a zásobníkový ohřivač vody)	mm	Cu 28x1,5	Cu 28x1,5	Cu 28x1,5	Cu 28x1,5	Cu 28x1,5
Akustický výkon (měření podle ČSN EN 12102/ČSN EN ISO 9614-2) Vyhodnocená součtová hladina akustického výkonu při B0***/nW35**						
- Při jmenovitém tepelném výkonu	dB(A)	40	42	44	44	47
Třída energetické účinnosti podle nařízení EU č. 813/2013						
Vytápění, průměrné klimatické podmínky						
- Aplikace nízké teploty (W35)		A***	A***	A***	A***	A***
- Aplikace střední teploty (W55)		A**	A**	A**	A**	A**
Výkonové parametry vytápění podle předpisu EU č. 813/2013 (průměrné klimatické podmínky)						
Aplikace nízké teploty (W35)						
- Energetická účinnost $\eta_{25}$	%	186	201	204	204	185
- Jmenovitý tepelný výkon $P_{rated}$	kW	7	9	12	13	17
- Sezónní topný faktor (SCOP)		4,86	5,23	5,32	5,31	4,82
Aplikace střední teploty (W55)						
- Energetická účinnost $\eta_{25}$	%	134	143	150	148	140
- Jmenovitý tepelný výkon $P_{rated}$	kW	6	8	11	12	16
- Sezónní topný faktor (SCOP)		3,56	3,79	3,97	3,90	3,71
Hladina akustického výkonu podle ErP (B0/W55)	dB(A)	40	44	46	49	48

(zdroj: katalogový list VIESSMANN Vitocal 200-G)

Jmenovitý topný výkon pro provoz voda/voda 7,5 až 22,6 kW. Využití s různými zdroji energie: nejlepší zdroj tepla v konkrétním případě závisí na místních podmínkách a potřebě tepla. Tepelná čerpadla Viessmann mohou využívat různé zdroje energie včetně odpadního tepla. Roční pracovní číslo, jako parametr pro plánování zařízení, se musí posuzovat pravděpodobný provoz po dobu jednoho roku. K tomu je třeba porovnat odevzdané množství tepla s celkovou elektrickou prací tepelného čerpadla. Přitom se zohledňují i podíly elektřiny pro čerpadla, regulace atd. Výsledek se označuje jako roční pracovní číslo (COP = Coefficient of Performance). Roční pracovní číslo je poměr odevzdaného tepla k odebíranému výkonu. Čím větší je toto číslo, tím účinněji pracuje tepelné čerpadlo.

Nejmodernější technika kompresorů pro maximální účinnost: rozhodující pro účinnost tepelného čerpadla je proces stlačování. Viessmann k tomu používá nejmodernější komponenty. Vyznačují se tichým bezúdržbovým provozem bez vibrací a s dlouhou životností. K výrobě tepla se odebírá teplo obsažené v přírodě a tím se odpařuje chladivo, které vře již při nízké teplotě. Kompressor stlačuje vznikající plyn a převádí na vyšší úroveň. Výměník tepla přenáší energii z ohřátého plynu do topného okruhu. Přitom se znovu zkapalňuje chladivo, které je pod tlakem a uvolňuje se v expanzním ventilu. Potom začíná oběh znovu. Zdroj: katalogový list VIESSMANN Vitocal 200-G



**6. Bilance:****potřeba bílé vody a produkce šedých odpadních vod:**

viz. výpočtová příloha k části „B“

**7. Závěr:**

Při provádění veškerých prací na nových rozvodech vody a kanalizace je nutno dodržet ustanovení příslušných norem a ostatních technologických předpisů. Při veškerých pracích je nutno dodržet zásady BOZ a požadavky na odstupové vzdálenosti a ochranná pásma jednotlivých sítí v souladu s ČSN 73 6005. Montážní práce a zkoušky budou prováděny autorizovanou firmou.

## SEZNAM PŘÍLOH – ČÁST „B“

číslo výkresu		obsah	měřítko
část B: DOKUMENTACE ZTI (kanalizace, voda) s recyklací šedé vody			
1	šv	Technická zpráva – části ZTI s recyklací šedé vody	
2	šv	Koncepce ZTI s recyklací šedé vody	1 : 50
1 Ks	šv	Splašková kanalizace – půdorys 2.PP s recyklací šedé vody	1 : 100
2 Ks	šv	Splašková kanalizace (od zařizováků) - půdorys 1.PP s recyklací šedé vody	1 : 100
3 Ks	šv	Splašková kanalizace (pod podlahou) - půdorys 1.PP s recyklací šedé vody	1 : 100
4 Ks	šv	Splašková kanalizace – půdorys 1.NP s recyklací šedé vody	1 : 100
5 Ks	šv	Splašková kanalizace – půdorys 2.NP s recyklací šedé vody	1 : 100
6 Ks	šv	Splašková kanalizace – půdorys 3.NP s recyklací šedé vody	1 : 100
7 Ks	šv	Splašková kanalizace – půdorys podkroví s recyklací šedé vody	1 : 100
8 Ks	šv	Splašková kanalizace – půdorys střechy (odvětrání) s recyklací šedé vody	1 : 100
9 Ks	šv	Rozvinutý řez kanalizace s recyklací šedé vody	1 : 100
4 Ks-v	šv	Výsek půdorysu kanalizace 1.NP s recyklací šedé vody	1 : 50
5 Ks-v	šv	Výsek půdorysu kanalizace 2.NP s recyklací šedé vody	1 : 50
6 Ks-v	šv	Výsek půdorysu kanalizace 3.NP s recyklací šedé vody	1 : 50
7 Ks-v	šv	Výsek půdorysu podkroví s recyklací šedé vody	1 : 50
1 V	šv	Vodovod – půdorys 2.PP s recyklací šedé vody	1 : 100
2 V	šv	Vodovod – půdorys 1.PP s recyklací šedé vody	1 : 100
3 V	šv	Vodovod – půdorys 1.NP s recyklací šedé vody	1 : 100
4 V	šv	Vodovod – půdorys 2.NP s recyklací šedé vody	1 : 100
5 V	šv	Vodovod – půdorys 3.NP s recyklací šedé vody	1 : 100
6 V	šv	Vodovod – půdorys podkroví s recyklací šedé vody	1 : 100

3 V-v	šv	Výsek půdorysu vodovod 1.NP s recyklací šedé vody	1 : 50
4 V-v	šv	Výsek půdorysu vodovod 2.NP s recyklací šedé vody	1 : 50
5 V-v	šv	Výsek půdorysu vodovod 3.NP s recyklací šedé vody	1 : 50
6 V-v	šv	Výsek půdorysu vodovod podkroví s recyklací šedé vody	1 : 50
det.1	šv	Detail půdorysu technické místnosti a čistírny šedé vody	1 : 50
det.2	šv	Schéma systému recyklace šedé vody	1 : 50

Výpočtová příloha k části „B“