

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

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



VYUŽITÍ TEPLA ODPADNÍ VODY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vypracoval:

Jan Říha

Vedoucí práce:

doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.

2022/2023

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Říha	Jméno: Jan	Osobní číslo: 494016
Zadávající katedra: Katedra Technických zařízení budov		
Studijní program: Stavební inženýrství		
Studijní obor/specializace: Konstrukce pozemních staveb		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Vytápění bytového domu	
Název bakalářské práce anglicky: Heating systém of an apartment building	
Pokyny pro vypracování: Projekt vytápění zadané budovy bytového domu Textová část - technická zpráva, výpočet tepelných ztrát, návrh trasy soustavy vytápění, návrh dimenzí rozvodů, základní energetické výpočty. Výkresová část - půdorysy, svislý řez, řešení technické místnosti	
Studie na téma Využití tepla odpadní vody	
Seznam doporučené literatury: Kabele, Karel: TECHNICKÁ ZAŘÍZENÍ BUDOV. Vytápění. ČVUT. Praha 2014. ISBN 978-80-01-05203-7 ČSN EN 12831 - 1 Energetická náročnost budov - výpočet tepelného výkonu - Část 1: Tepelný výkon pro vytápění, Modul M3-3. ČSN EN 12828 A1 Tepelné soustavy v budovách - Navrhování teplovodních otopných soustav. Daniels, Klaus: Technika budov - Příručka pro architekty a projektanty. Jaga 2003. ISBN 80-88905-60-5.	
Jméno vedoucího bakalářské práce: doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.	
Datum zadání bakalářské práce: 22.2.2023	Termín odevzdání BP v IS KOS: 22. 5. 2023 <i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

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

Praha, 22. května 2023

.....

Poděkování:

Tímto bych rád vyjádřil svou vděčnost a poděkovat doc. Ing. Michalu Kabrhelovi, Ph.D. za jeho odborné vedení, rady a nápomocné poznámky během vypracování této bakalářské práce. Také bych chtěl poděkovat rodině, spolužákům a přátelům za podporu během mého studia.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se věnuje návrhu systému vytápění bytového domu. Projektová část obsahuje technickou zprávu, výpočet tepelných ztrát, návrh trasy potrubí, návrh dimenzí rozvodů, výkresy bytového domu se zadanou soustavou a schéma strojovny. Dále práce obsahuje studii na téma využití tepla odpadní vody.

Klíčová slova

Vytápění, bytový dům, plynový kotel, zpětné získávání tepla odpadní vody

Abstract

This bachelor's thesis deals with the designing of a heating system for an apartment building. The project contains a technical report, heat loss calculation, design of a piping system, its dimensioning, drawings of the apartment building including the designed system and a diagram of the engine room. This thesis also includes a study of the usage of wastewater heat.

Keywords

Heating, apartment building, gas boiler, waste-water heat recovery

Obsah

1. Úvod.....	6
2. Popis objektu	6
2.1. Základní popis objektu.....	6
3. Šedá voda v objektu	7
3.1. Lokální rekuperace.....	10
3.1.1. Systém „Trubka v trubce“	10
3.1.2. Výměník ve sprchové vaničce	12
3.1.3. Pro místnost	14
3.2. Centrální systémy objektu.....	15
3.2.1. Svod do akumulární nádrže.....	15
3.2.2. Deskové výměníky	16
3.2.3. Zásobníkové spirálové výměníky	18
3.2.4. Systém pro více znečištěnou vodu	19
4. Využití energie mimo objekty.....	20
4.1. Stoková síť.....	20
4.2. Čistírny odpadních vod	21
5. Závěr	22
6. Zdroje	23
7. Obrázky.....	24

1. Úvod

V současné době je velice řešeným tématem energetická úspora budov. Využívá se velkého množství různých opatření pro snížení tepelných ztrát objektů, mezi které patří například značná šířka tepelné izolace v obálce objektů, izolační dvojskla, trojskla i čtyřskla v oknech, rekuperace ve vzduchotechnice nebo využití obnovitelných zdrojů energie.

Použitím těchto opatření jsme schopni tepelnou ztrátu výrazně snížit, avšak mezi těmito opatřeními zůstávají stále ne příliš běžně využívané možnosti úspory. Mezi tyto možnosti patří právě využití tepelné energie odpadní vody.

Energie na ohřátí teplé užitné vody tvoří velkou část celkové spotřebované energie na provoz objektu, avšak je velice rychle spotřebována a její potenciál zůstává nevyužit. Přitom využitím systému pro zpětné získávání odpadního tepla můžeme zpět získat až 50 % této energie a znovu ji dále v objektu zužitkovat.

V této studii se zaměřím na různé varianty využití těchto systémů, a to jak pro bytové objekty, tak pro veřejné stavby a provozy nebo využití v čistírnách odpadních vod.

2. Popis objektu

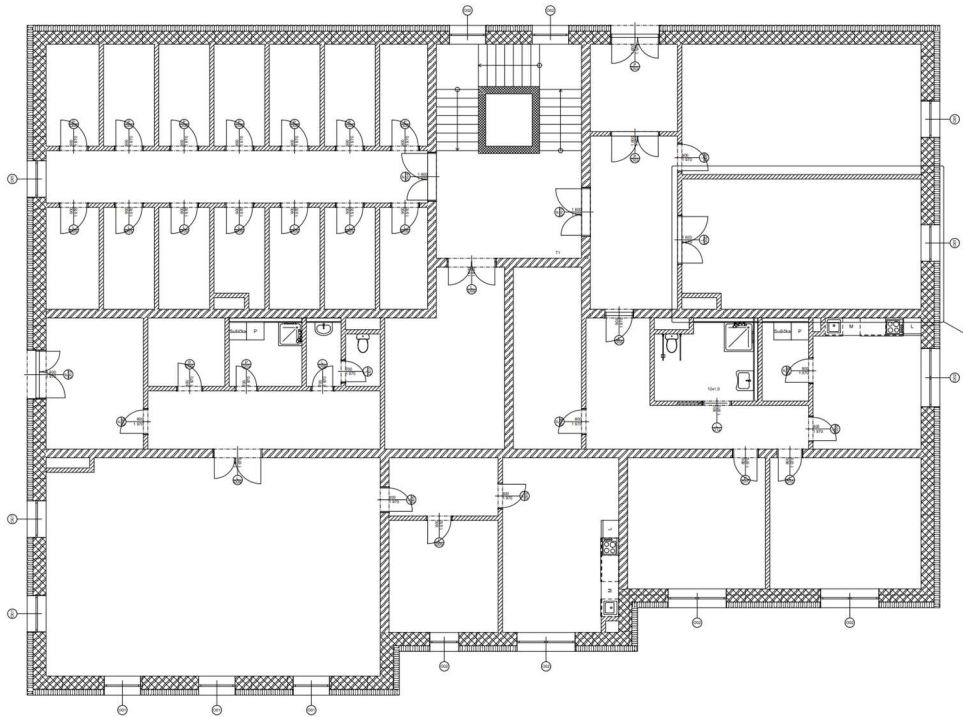
2.1. Základní popis objektu

Řešený objekt se nachází ve městě Zliv v Jihočeském kraji, poblíž Českých Budějovic, a jako vnější výpočtová teplota se tedy uvažuje -15°C . Jedná se o bytový dům o čtyřech nadzemních podlažích, ve kterém se nachází dvanáct běžných bytových jednotek v 2.NP až 4.NP a jedna bytová jednotka určená pro lidi s handicapem v 1.NP. Součástí objektu jsou také kancelářské prostory nacházející se v 1.NP, které mají samostatný vstup.

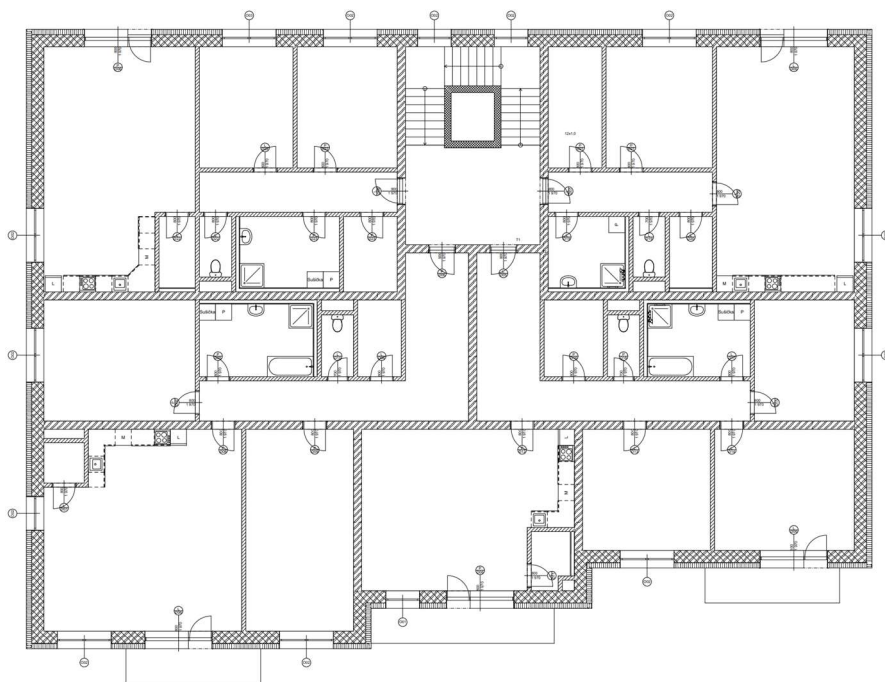
Objekt má obdélníkový tvar s postupně ustupující jižní stranou a plochou střechou. Jedná se o stěnový systém z keramických bloků, vodorovné nosné konstrukce jsou železobetonové desky.

Obsahem práce je rekonstrukce systému vytápění tohoto objektu, ale na základě zjištěných hodnot tepelných ztrát doporučuji i zřízení větracího systému s rekuperací. Tím by bylo možné zachytit značnou část tepelných ztrát větráním, které v objektu představují větší část celkových tepelných ztrát.

Pro vytápění objektu byl zvolen plynový kotel. Rozvody potrubí jsou řešeny jako horizontální systém, který je do jednotlivých pater přiváděn společnými stoupacími potrubími. V každém podlaží je dále rozvod do jednotlivých bytů vyřešen pomocí patrového rozdělovače a sběrače.



Obrázek 1 - Půdorys 1.NP



Obrázek 2 - Půdorys typického podlaží

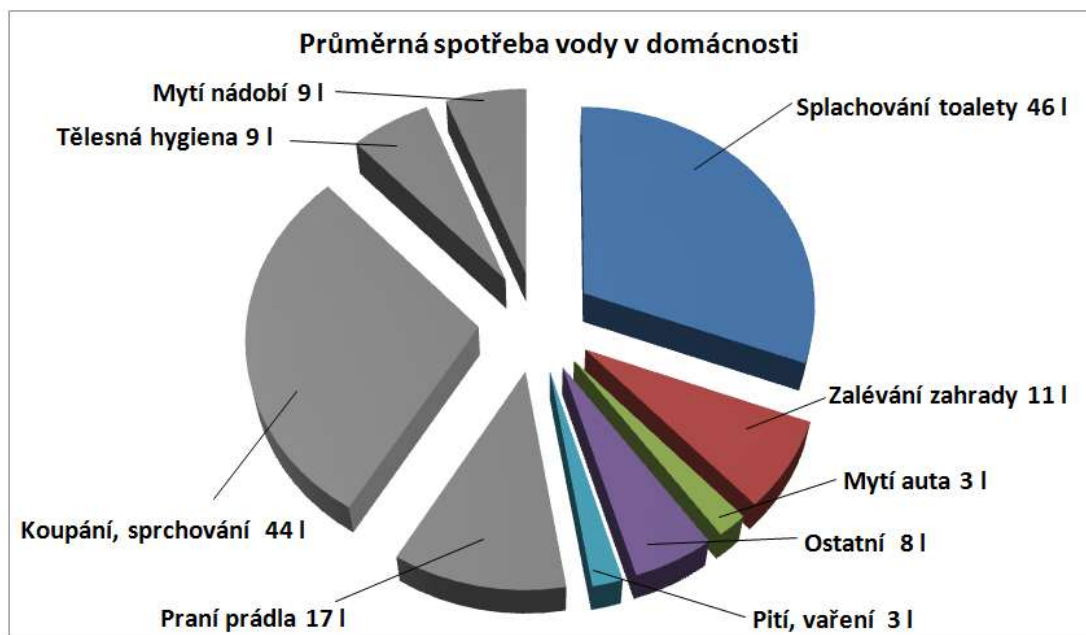
3. Šedá voda v objektu

Abychom se mohli začít zabývat systémem zpětného využití odpadní vody, je třeba nejdříve specifikovat, jaké odpadní vody jsou pro tento účel vhodné a zda je můžeme vůbec použít.

Odpadní voda se dělí na dva druhy – voda černá a šedá. Černá voda je označení pro vodu obsahující fekálie a moč, které jsou nositeli živin. Když jsou tyto složky nízko zředěny, dají se separovat a využít jako přírodní hnojivo.

Šedá voda je označení pro vodu, která naopak fekálie a moč neobsahuje. Tato voda se dá využít pro zpětné získání tepla nebo po úpravě na bílou vodu se v objektu dá znovu použít pro účely např. splachování WC, pisoárů nebo zalévání zahrad. Šedé vody mohou být využity až na 50 % spotřeby vody v objektu (viz. Obrázek 3).

Využitím bílé vody můžeme ušetřit jak pitnou vodu, tak i náklady na chod domácnosti – stočné nebo odvoz odpadních vod do ČOV.



Obrázek 3 - Graf spotřeby vody v domě

Zdrojem šedé vody jsou umyvadla, sprchy a vany, či výjimečně lze použít i vody z kuchyní, praček, myček a technologických procesů, jejichž využití je ovšem pro recyklaci podmíněné, zvýší totiž náročnost a stoupnou náklady na čištění.

K čištění šedé vody se používá dvojice nádrží. První z nádrží je vyrovnávací, jejíž funkcí je zachytit nerovnoměrnost akumulace. Z této nádrže je voda přečerpána do aktivační nádrže, v níž se voda biologicky čistí a je v ní osazen membránový a aerační modul. Následně je voda přečerpána do akumulární nádrže vyčištěné vody. Součástí soustavy je dále membránová tlaková nádoba a UV lampa pro dezinfekci vody. V případě nedostatku šedé vody může být do nádrže doplněna voda pitná.

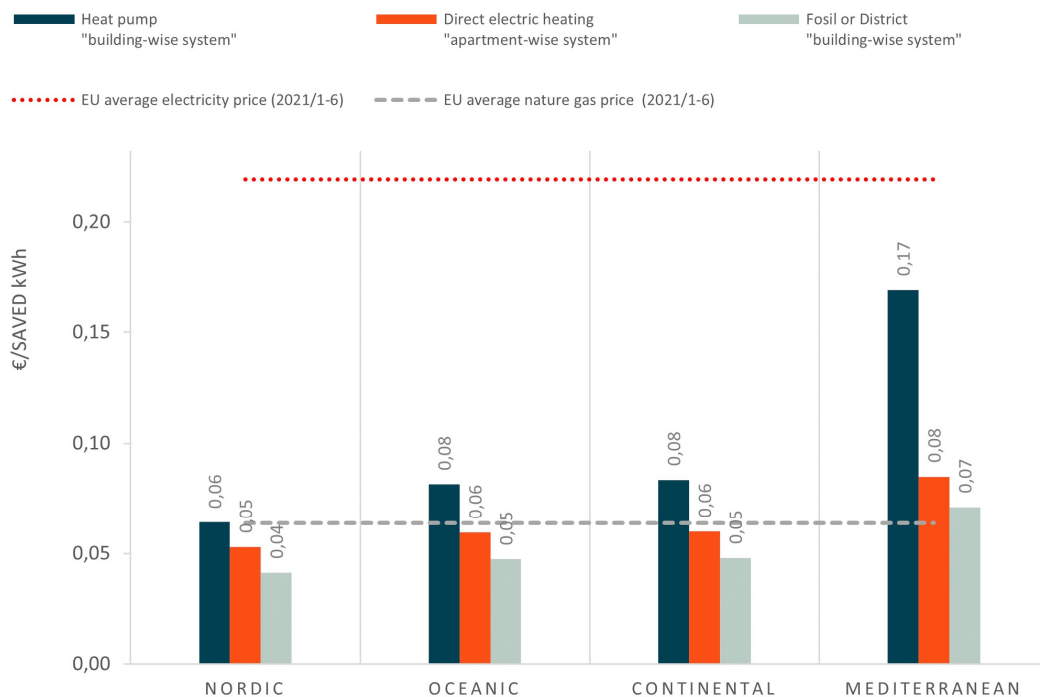
Šedá voda má také značný tepelný potenciál, vyšší než ostatní vody, a je relativně čistá, čímž se sníží usazování nečistot ve výměnících. K získávání tepla se používají výměníky, které mohou fungovat lokálně pro jedno zařízení, centrálně pro celý objekt nebo v stokové síti.

Zařízení pro získávání tepla je třeba dávat k zařizovacím předmětům, kde je aktivní průtok vody – sprchy a umyvadla. Ostatní zdroje teplé odpadní vody jako myčky nádobí nebo pračky je vhodné využívat pouze pokud je součástí systému i zásobník, kam bude ohřátou vodu možno uložit.

Využití předeřevu teplé užitkové vody snižuje spotřebu energie samotného ohřevu, která tvoří v závislosti na úspornosti objektu 25 - 75 % celkových nákladů na energii v domácnostech a 25 % v ostatních objektech. Úspora celkové potřebné energie může dosáhnout až 50 % proti původní spotřebě, včetně započítání ztrát distribucí a skladováním. Zároveň se využitím tohoto systému může snížit požadavek na velikost zásobníku TUV.

Na základě ceny investice a údržby se dá spočítat cena za každou ušetřenou kWh, kterou systém získá zpět během své celkové životnosti. Tato jednotka se dá vyjádřit jako €/kWh a vyjadřuje náklady na ušetření jedné kWh energie. Při kombinaci tohoto systému s různými zdroji tepla lze dosáhnout až na hodnotu 0,06 €/kWh pro ceny v EU za Q1 roku 2021 kdy průměrná cena elektřiny byla 0,232 €/kWh. Současná cena energií se však může lišit.

COST OF THE SAVED ENERGY WITH WWHR [€/kWh] IN COMBINATION WITH VARIOUS HOT WATER SYSTEMS



Obrázek 4 - Graf porovnávací šetřící ceny dle zdroje energie a lokace

Systém zpětného získávání tepla se nejvíce vyplatí v oblastech s nízkou teplotou země a v objektech, kde se často používají sprchy. Z toho vyplývá, že největší účinnost mají systémy např. v hotelech a na místech s vysokou úrovní turismu.

3.1. Lokální rekuperace

Nejjednodušším způsobem, jak využít tepelnou energii odpadní vody, je pomocí lokálního výměníku. Ten může být připojen pouze k jednomu zařízení a dodávat teplo pouze pro toto zařízení, nebo lze umístit společný výměník, který spojuje a využívá odpadní vodu celé místnosti.

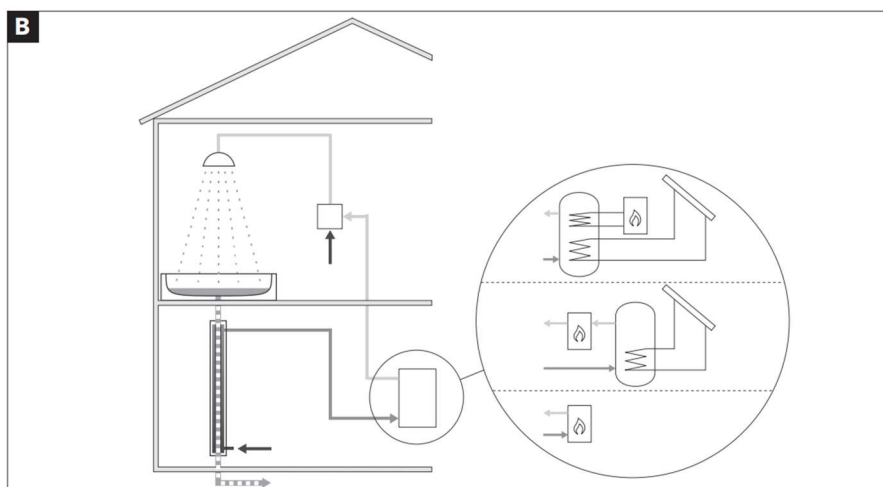
Tento způsob rekuperace není vhodný pro systémy, ve kterých je odběr studené a teplé vody relativně stejný a kde by mohly ve vodě být obsaženy oleje nebo tuky, které by se následně usazovaly na výměníku a tím ho poškodit. Proto se tento systém nedoporučuje pro kuchyně.

Mezi výhody lokálních systémů rekuperace patří jejich nenáročnost. Nevyžadují žádnou elektrickou energii a nejsou nijak technologicky složité, čímž zjednodušují jejich údržbu a případnou opravu.

3.1.1. Systém „Trubka v trubce“

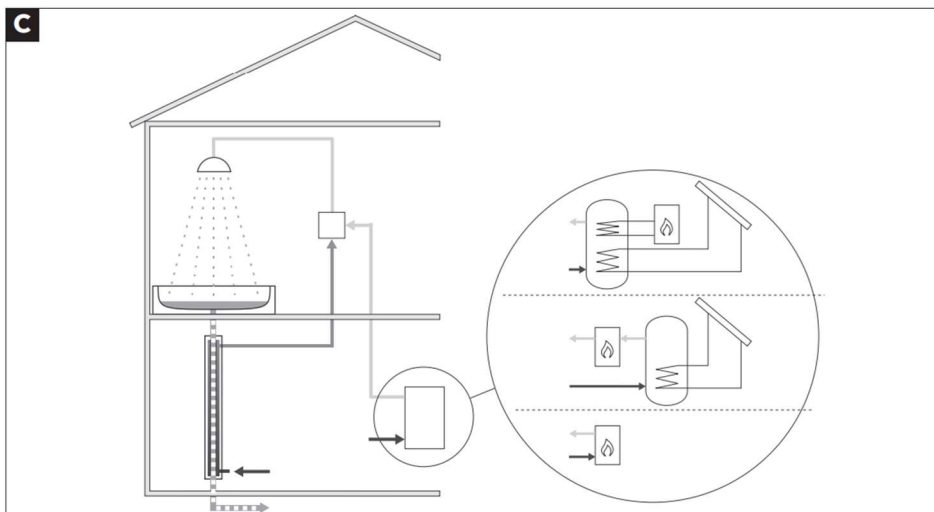
Prvním ze systémů zpětného získávání tepla je systém „trubka v trubce“. Do místnosti přímo pod zařizovací předmět je umístěn trubkový výměník, přes který je provedena odpadní voda a dále pokračuje do kanalizačního systému. Kolem trubky je zároveň omotáno druhé potrubí, kterým proudí studená voda a která se kontaktem s odpadní trubkou předeřeje.

Předeřtá voda odtud může být následně různě zapojena – buď pouze do zdroje tepla, kde se dořeje na požadovanou teplotu (viz. obrázek 4), do zařizovacího předmětu, kde se použije jako voda „studená“ (viz. obrázek 5), nebo obě možnosti zároveň (viz. obrázek 6). Zapojením do obou pak dosahujeme účinnosti 50 %, samostatná zapojení dosahují účinnosti přibližně 30 – 35 %. Předpokládaná doba návratnosti investice je v rozsahu 2,5 – 7 let v závislosti na frekvenci užívání zařizovacího předmětu.



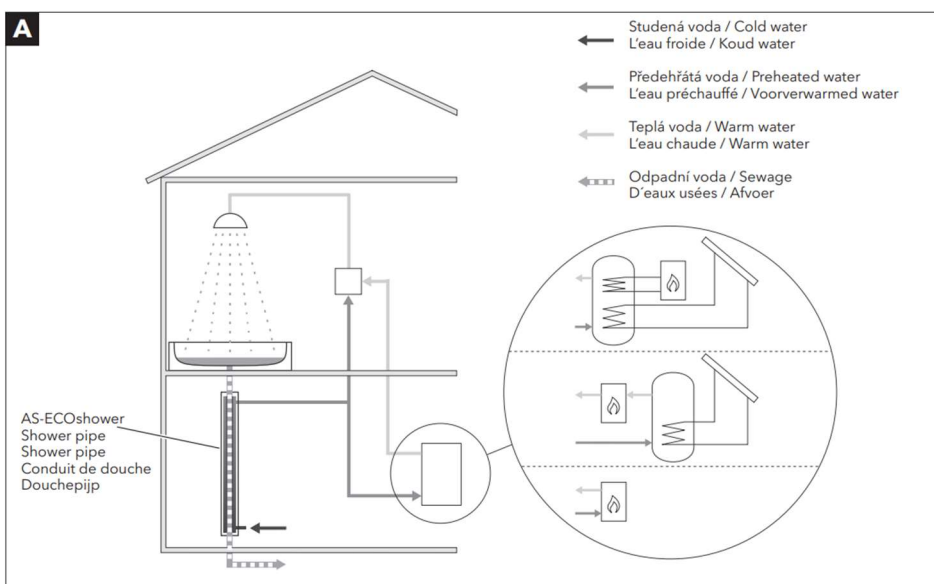
B Připojení na zdroj teplé vody / Connection to DHW generator / Raccord au chauffe-eau / Aansluiting op de boiler

Obrázek 5 - Schéma připojení systému pouze do zdroje tepla



C Připojení na sprchovou armaturu / Connection to shower armature/ Raccordement à l'armature de douche / Aansluiting op de koude zijde van de douchemengkraan

Obrázek 6 - Schéma napojení systému do zařizovacího předmětu

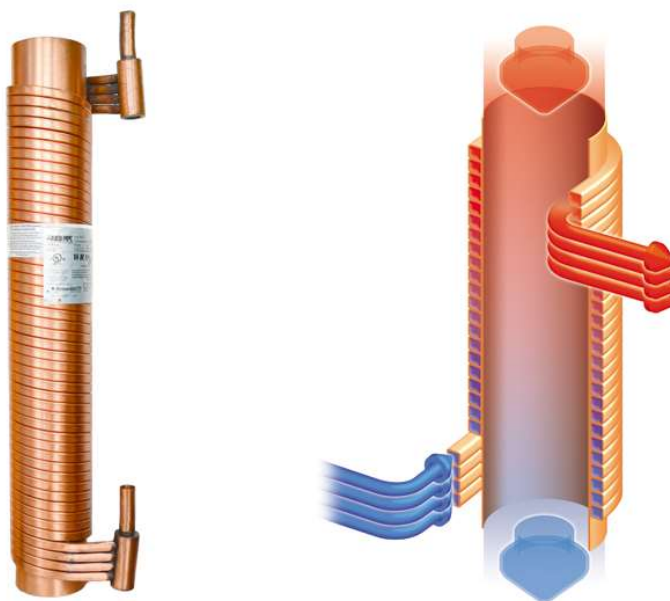


A Připojení na sprchovou armaturu a zdroj teplé vody / Connection to shower armature and DHW generator / Raccordement à l'armature de douche et au chauffe-eau Aansluiting zowel op de koude zijde van de douchemengkraan als ook op de boiler

Obrázek 7 - Schéma zapojení trubkového výměníku

Hlavními výhodami tohoto systému je jeho účinnost, je účinnější než výměník ve sprchové vaničce, a možnost připojení více zařizovacích předmětů na jeden výměník.

Nevýhoda tohoto výměníku je, že musí být v místnosti přímo pod daným zařizovacím předmětem, čímž zásadně omezuje dispozici objektu.



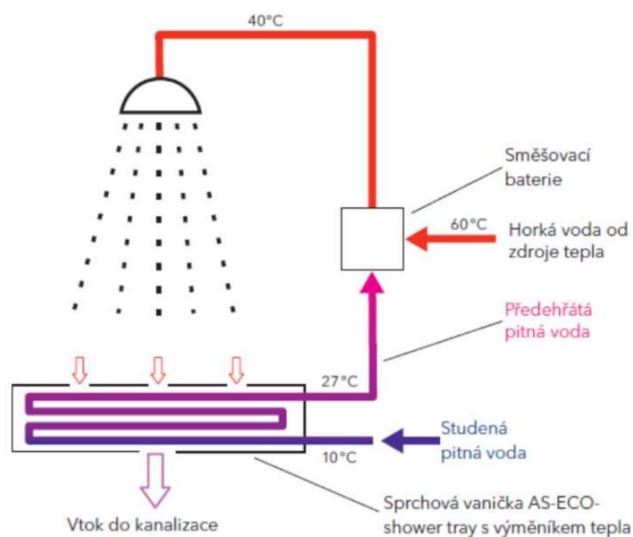
Obrázek 8 - Skutečný výrobek a schéma jeho funkce

3.1.2. Výměník ve sprchové vaničce

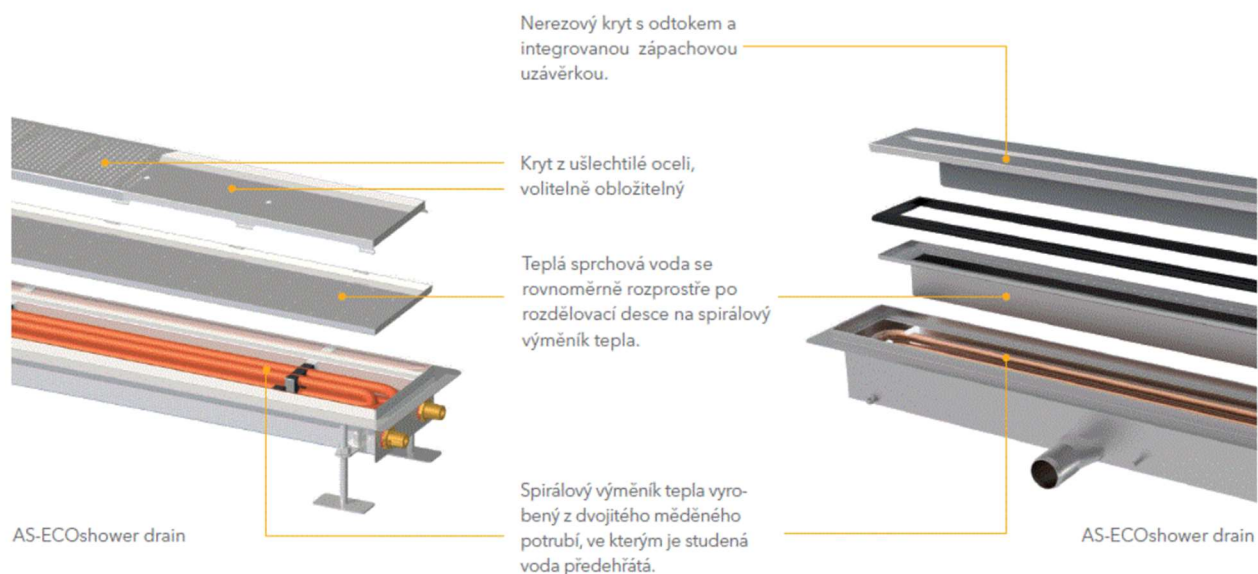
Druhým typem lokálního systému je speciální sprchová vanička nebo žlab. V těchto zařízeních je obdobně umístěn trubkový výměník, který se ale s teplotou odpadní vodou potkává kontaktem přes odtokovou plochu. Během sprchování voda nateče do žlabu (viz obrázek 10) nebo na desku (viz obrázek 11), v nichž se rovnoměrně rozprostře a kontaktem s potrubím výměníku dojde k potřebnému předání energie.

Samotný výměník je tvořen měděným potrubím, jímž je přiváděna studená voda k předehřevu. Je velice rychlý, jelikož obsah potrubí výměníku je méně než 1 litr, a proto je schopný vodu ohřát ve velice krátkém čase. Následně již předehřátá voda putuje do zařizovacího předmětu a do zdroje tepla. Zapojení může být obdobně jako u systému „trubka v trubce“ do obou zároveň, nebo pouze do jednoho z nich.

Při návrhu je důležité dbát na správnou volbu materiálů, je třeba zajistit správné spolupůsobení materiálu výměníku a celkového systému. Z tohoto důvodu se doporučuje výměníkovou sprchovou vaničkou použít v kombinaci s potrubím z mědi nebo vícevrstvého plastu.



Obrázek 9 - Schéma zapojení vaničkového výměníku



Obrázek 10 - Systém AS-ECOshower drain firmy ASIO

Tento typ výměníků se doporučuje navrhovat do rodinných domů, tělocvičen, veřejných bazénů nebo sociálních zařízení.

Mezi výhody patří snadná údržba výměníku a vysoká účinnost, která činí přes 48 % zpětně získané energie. Další výhodou je také dlouhá životnost samotného výměníku a snadná oprava.



Obrázek 11 - Deskový výměník kruhového tvaru

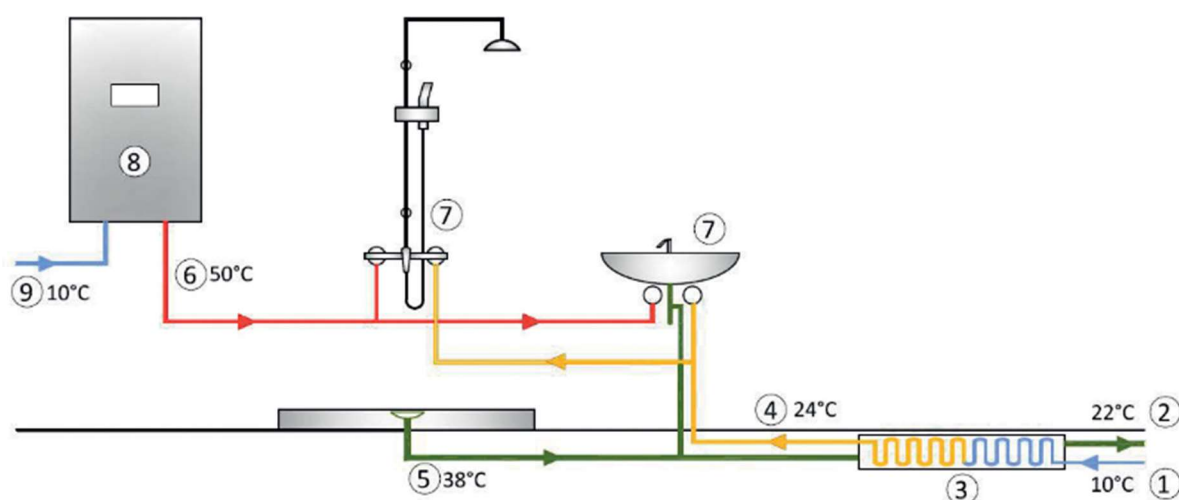
3.1.3. Pro místnost

Další možností, jak získávat teplo lokálně, je jeden společný výměník pro celou místnost. V podlaze místnosti je osazen jeden výměník, do kterého se svedou všechna odpadní potrubí z celé místnosti.

Tento systém, stejně jako předchozí lokální jednotky, využívá spirálového výměníku. Měděné potrubí vedoucí přehřívanou studenou vodu je omotáno kolem druhé trubky vedoucí pryč vodu odpadní.

Výhodou tohoto zařízení je možnost připojit všechny zařizovací předměty dohromady, čímž se sníží i pořizovací náklady proti využití zařízení pro každý zařizovací předmět zvlášť. Ze společného zařízení může opět být ohřátá voda dále vedena do zařizovacích předmětů a zdroje tepla.

Největší účinnosti tento systém dosahuje při zapojení do zařizovacích předmětů, které vyžadují více teplé vody než studené a mají delší dobu provozu, jinak by nemuselo být dosaženo jejich plného potenciálu. Z tohoto důvodu se tyto systémy používají hlavně v koupelnách, pro kuchyně nejsou vhodné. V kuchyni se také pracuje s oleji a tuky, jejichž přítomnost v odpadní vodě by mohla výměník znečistit a znehodnotit.



Obr. 1 Schéma rekuperačního systému na předehřev teplé vody v kombinaci se zásobníkem

- 1 – příívod studené vody, 2 – ochlazená odpadní voda, 3 – výměník tepla, 4 – předehřátá teplá voda,
- 5 – splašková voda od zařizovacího předmětu, 6 – teplá voda ze zásobníkového ohříváče,
- 7 – zařizovací předmět,
- 8 – zásobníkový ohříváče, 9 – příívod studené vody do zásobníkového ohříváče

Obrázek 12 - Schéma zapojení společného výměníku



Obrázek 13 - Podlahový výměník tepla

3.2. Centrální systémy objektu

Dalším způsobem provedení zpětného získávání tepla je systém centrální. Ten využívá všechnu vhodnou odpadní vodu najednou, čehož může dosáhnout pomocí akumulční nádrže spojující všechny lokální jednotky, nebo se dá využít různých centrálních jednotek.

Výhodou tohoto systému je možnost využít jednu jednotku pro celý objekt, kterou umístíme do technické místnosti. Toto výrazně snižuje pracnost a uvolňuje dispozici, jelikož není za potřebí řešit instalaci k jednotlivým zařizovacím předmětům.

Nevýhodou je však požadavek na složitější systém potrubí v objektu, pokud chceme využít předehřívání vody nejen pro zdroj tepla ale také zařizovací předměty. Instalace tohoto způsobu získávání tepla také vyžaduje jiné uspořádání potrubního systému, jenž je možné dosáhnout pouze u novostaveb nebo kompletních rekonstrukcí, což omezuje možnost jejich použití.

3.2.1. Svod do akumulční nádrže

Nejjednodušším řešením pro celoobjektový systém je svod ohřáté vody do akumulční nádrže. Zařazením akumulční nádrže do systému můžeme vyrovnat nedostatky lokálních systémů jako časovou současnost, předehřátou vodu bude tedy možné využít nezávisle na aktivitě zařizovacích předmětů, které odpadní vodu generují.

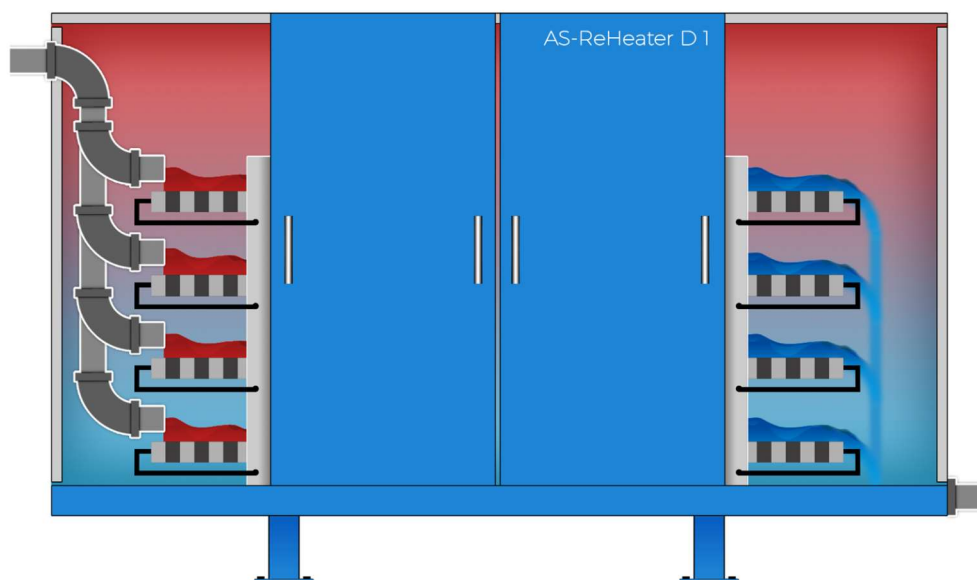
3.2.2. Deskové výměníky

Jedná se o speciální výměňkové jednotky, které mají využití pro velké množství odpadní vody. Jejich oblast využití může být například pro objekty občanské vybavenosti nebo zejména v průmyslových provozech, mezi které patří například potravinářství, prádelny, lihovary, lázně, veřejné bazény nebo i větší odpadní sítě s technologickou odpadní vodou.

Mezi jejich výhody patří vysoká odolnost, rychlá instalace, krátká doba návratnosti, nízké provozní náklady a jejich účinnost, která může snížit náklady na ohřev vody až o 20 – 60 %. Životnost těchto zařízení dosahuje až 35 let.

Deskové výměníky fungují na základě tepelné výměny. Uvnitř zařízení se nachází sada desek v různých výškových úrovních, skrz které prochází studená voda. Na tyto desky je následně pomocí potrubí přiváděna teplá odpadní voda, která přes ně přetéká a odevzdává jim svou energii. Tato již přehřátá voda může být dále využívána pro potřeby objektu.

Tento proces může být užitečný v procesech, kde je potřeba přehřevu vody nebo musí být voda po dokončení dokonce zchlazována, čímž zbytečně přichází o vloženou energii. V případě, že po průchodu odpadní vody ještě nebyl vyčerpán všechny její energetický potenciál, můžeme následně využít i tepelného čerpadla a tuto energii využít pro účely vytápění objektu. Tímto se energetický potenciál vlivem účinnosti tepelného čerpadla ztrojnásobí.



Obrázek 14 - Schéma deskového výměníku

Deskové výměníky dosahují průtokového výkonu až 8 l/s, ale v případech vyšších požadavků, například nad 40 m³/den, je třeba navrhnout zařízení individuálně.

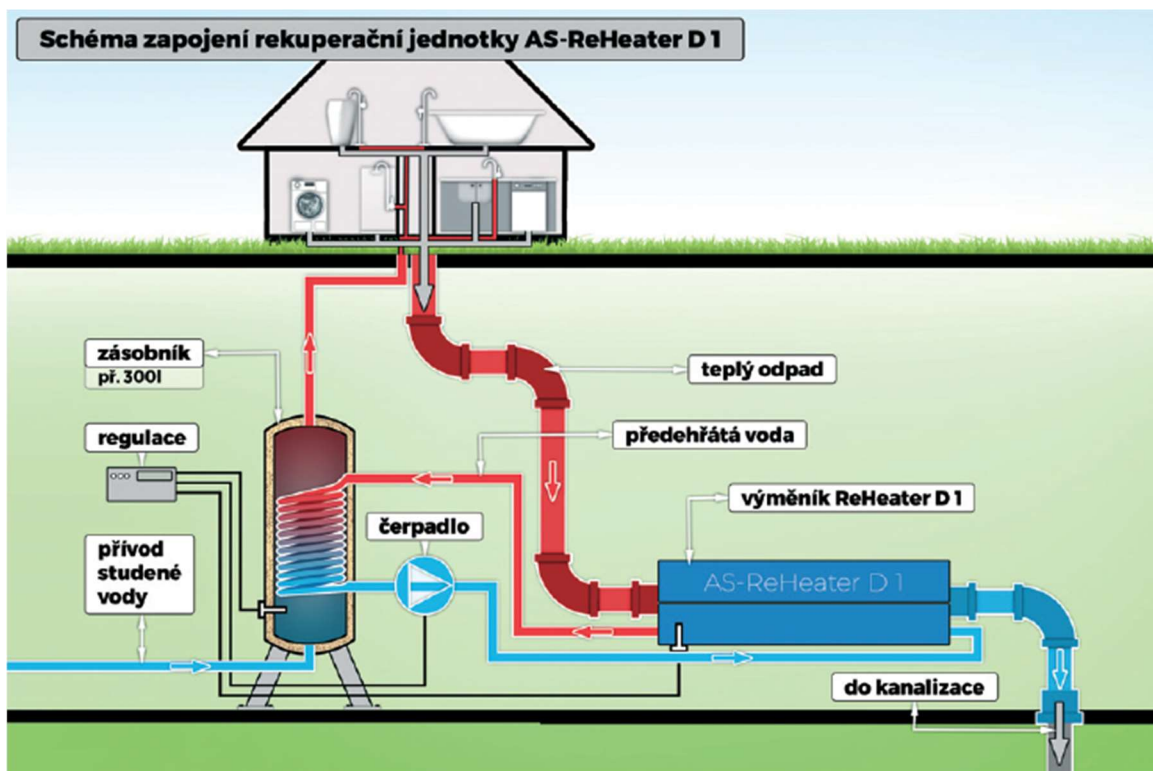


Obrázek 15 - Deskový výměník společnosti ASIO



Obrázek 16 - Deskový výměník v provozu

Předehřátá voda z destiček je součástí uzavřeného okruhu, který je propojen se zásobníkem TUV, uvnitř kterého se nachází spirála. Předehřátá voda při kontaktu s vodou v zásobníku předá svoji tepelnou energii, ochladí se a následně putuje zpět do výměníku na opětovné ohřátí (viz. obrázek 17).



Obrázek 17 - Schéma zapojení deskového výměníku

3.2.3. Zásobníkové spirálové výměníky

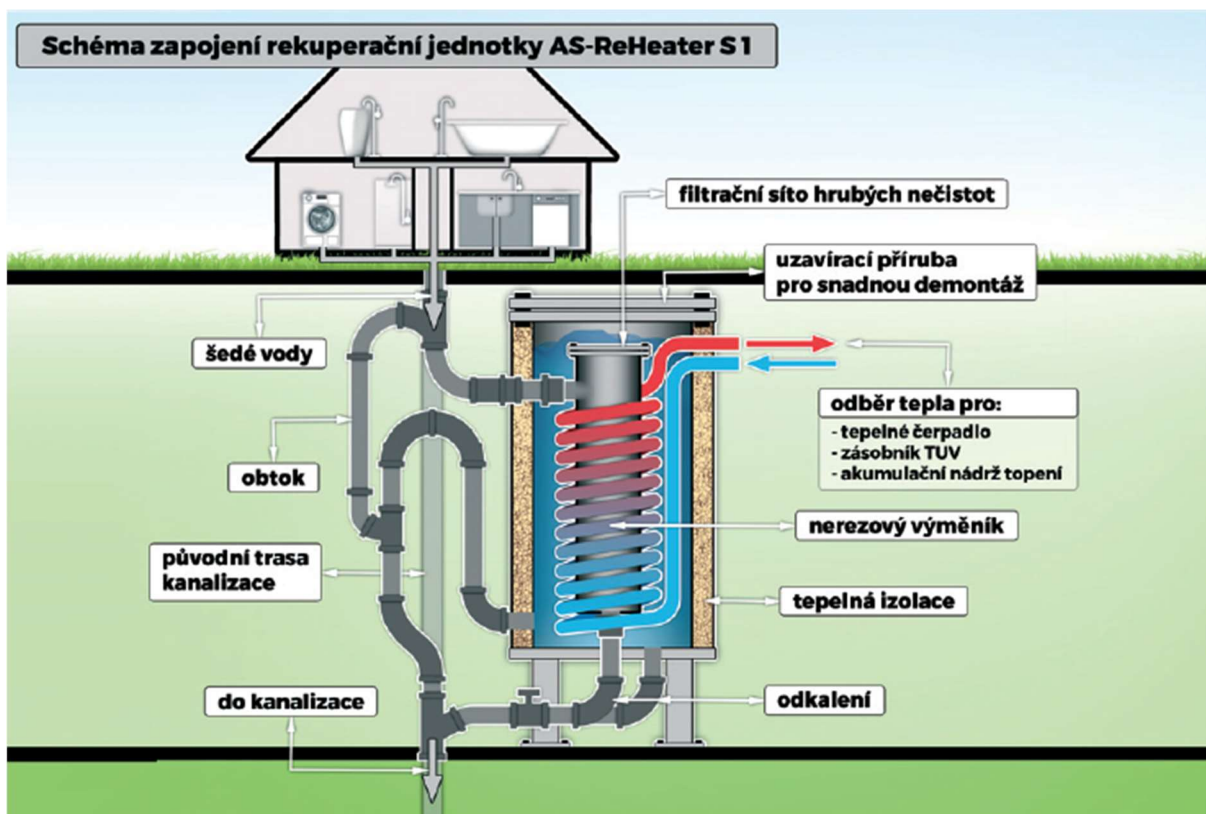
Jinou možností centrálního řešení je zásobníkový výměník. V tomto případě je šedá voda vedena do vnitřní části zásobníku, kde je pomocí filtračního síta hrubých nečistot zbavena nevhodných částic, které by se jinak v zásobníku mohly zachytit a znečistit ho. Tímto způsobem jsou od využívané vody odděleny a pomocí odkalovacího potrubí zavedeny zpět do kanalizace.

Pročištěná šedá voda se následně dostane do prostoru s nerezovým spirálovým výměníkem, kterému následně předá své teplo a odtéká zpět do kanalizační sítě. Voda ohřátá ve výměníku může být dále využita pro zásobování tepelného čerpadla, odvedena do zásobníku TUV nebo ji lze přivést do akumulární nádrže topení.

Obdobně jako u deskových výměníků, tyto výměníky mají vysokou životnost, až 30 let, a efektivitu až 60 %. Jejich údržba může být náročnější než u deskových výměníků, vzhledem k trubkovému odkalování.



Obrázek 18 - Vizualizace spirálového výměníku



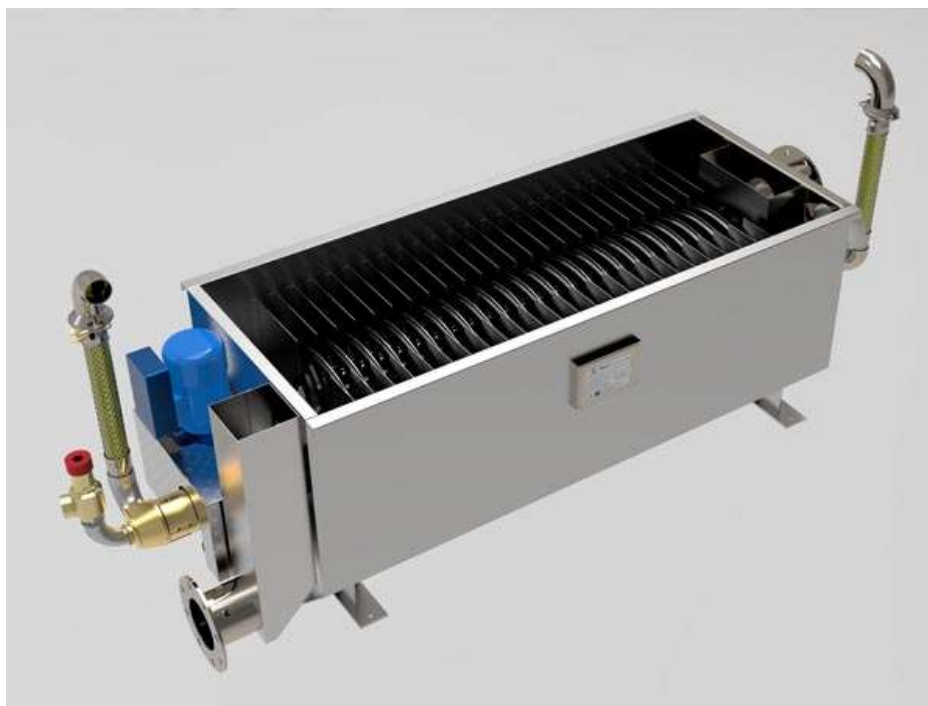
Obrázek 19 - Schéma zapojení spirálového výměníku

3.2.4. System pro více znečištěnou vodu

Předchozí systémy jsou velice účinné pro ne příliš znečištěnou odpadní vodu, tedy vodu, ve které se nevyskytují pevné části. Existuje však ale značné množství provozů, které produkují více znečištěné kapaliny, jenž ale obsahují velké množství potenciální využitelné tepelné energie. Tyto odpadní vody by však předchozí systémy mohly poškodit nebo je ucpat a tím snížit jejich účinnost.

S tímto problémem se však dá vypořádat rotačním systémem. Jedná se o sadu disků, které se konstantně otáčejí kolem středové trubky. Tyto disky tvoří výměňkové plochy a předávají tepelnou energii vodě, která proudí středovou trubkou. Rotační pohyb disků navíc vytváří turbulentní proudění, jenž urychluje proces termální výměny energie a odstředivá síla pomáhá znečištěné odpadní vodě v samotném průtoku zařízení a udržuje zařízení čisté.

Účinnost tohoto zařízení dle výrobce dosahuje až 70 % a je vhodné do náročných provozů jako textilní průmysl, barvírny, čistírny oblečení, koželužny, recyklační linky PET lahví, potravinářský průmysl nebo produkce latexu.



Obrázek 20 - Rotační výměník



Obrázek 21 - Kotouče rotačního výměníku

4. Využití energie mimo objekty

Zpětné využití tepla ale nemusíme řešit pouze pro jednotlivé objekty, můžeme totiž získávat energii i v mnohem větším měřítku, a to ze samotné stokové sítě či dokonce v čistíčkách odpadních vod samotných.

4.1. Stoková síť

V případě využití stokové sítě je systém obdobný tomu pro objekty. Odpadní voda je ze sítě přivedena do velkoprotokového výměníku, ve kterém voda odevzdá své teplo teplotonosné látce proudící uzavřeným systémem potrubí. Toto potrubí je následně připojeno na tepelné čerpadlo, pomocí kterého je energie znásobena a může být dále použita.

Následně je již zužitkovaná odpadní voda odvedena zpět do kanalizačního systému a pokračuje do čistícího zařízení. Tento způsob nabízí ekologickou formu zásobování teplem, která je zároveň velice efektivní.

Na tento systém můžeme připojit například části měst nebo veřejná koupaliště.



Obrázek 22 - Výměník pro stokovou síť

4.2. Čistírny odpadních vod

Odpadní voda obsahuje tepelnou a kinetickou energii, jejíž množství odpovídá hodnotě až devětkrát větší, než je množství energie potřebné k jejímu zpracování. I přes to na její zpracování energii musíme dodávat. Problémem čistíren je často i neoptimální energetický režim, který je způsoben často zastaralými elektrickými spotřebiči použitými v čistírnách.

Optimalizace by se mohlo docílit například pořízením nových účinnějších přístrojů a spotřebičů, změnou technologie nebo využitím tepelné energie zapojením tepelných čerpadel. Nabízí se zde i možnost produkce a využití bioplynu.

Zařízení pro recyklaci tvoří dvě části, a to tepelný výměník, který je umístěn přímo do kanalizace kde z ní získává teplo, a tepelné čerpadlo. U čistíren odpadních vod se výměník umísťuje na přítok nebo odtok. Při odběru na přítoku s vysokým průtokem je ochlazení protékající vody v řádu jednotek Kelvinů, čímž nijak výrazně neovlivní technologii čištění. Ochlazení vody za procesem čištění má dokonce pozitivní vliv na toky, do kterých se voda následně dostává.

Čistírny jsou z pravidla umísťovány ve větší vzdálenosti od zástavby, proto se získaná energie dá využít spíše pro stavby samotné čistírny. Zde ji lze aplikovat pro vytápění v zimním období a pro přípravu teplé vody.

Pro vytápění je možné využít i kal, který vniknul během procesu čištění. V závislosti na obsažené vlhkosti a jeho složení má po vysušení totiž vysoký palivový potenciál, kterým se dá uspořit až 30 – 40 % spotřebované energie na čistírnách.

5. Závěr

V této teoretické části bakalářské práce jsem se chtěl věnovat ekologickému způsobu využití odpadní vody. Využití šedé vody má velký potenciál jak z hlediska ekologického, kdy šetříme velice důležitou pitnou vodu, ale také pro snížení nákladů na provoz stavby.

Znovuvyužitím šedé vody můžeme ušetřit náklady na vodu, ale také na ohřev vody a vytápění objektu. Ve studii jsem se snažil představit různé způsoby, jakými těchto cílů můžeme dosáhnout, a ukázat, že se to skutečně vyplatí.

V projektové části práce jsem se věnoval návrhu systému vytápění objektu. Postup návrhu a výpočty jsou uvedeny v dalších částech práce.

6. Zdroje

[1] Využití energie šedých vod | ASIO.cz. ASIO - čištění a úprava vod, dešťové a šedé vody (online). [cit. 17.05.2023] Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/p/81.energie-sedych-vod>

[2] Využití tepla z šedých vod k ohřevu TUV - ASIO. ASIO - čištění a úprava vod, dešťové a šedé vody (online). [cit. 17.05.2023]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/news/vyuziti-tepla-z-sedych-vod-k-ohrevu-tuv.601>

[3] Výměník do koupelny AS-ECOshower pipe - ASIO. ASIO - čištění a úprava vod, dešťové a šedé vody (online). [cit. 18.05.2023]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/p/76.vyменik-do-koupelny-as-ecoshower-pipe>

[4] Drain-water Heat Recovery (online). [cit. 18.05.2023]. Dostupné z: <https://www.energy.gov/energysaver/drain-water-heat-recovery>

[5] New study confirming potential of wastewater heat recovery - Copper Alliance. Copper Alliance [online]. Dostupné z: <https://copperalliance.org/resource/new-study-confirming-potential-of-wastewater-heat-recovery/>

[6] Využití odpadního tepla z vnitřní kanalizace pro předohřev teplé vody | ASB Portal. ASB-portal.cz | odborný portál | architektura, stavebnictví, byznys [online]. Copyright © Jaga Media, s.r.o. Všechna práva vyhrazena. [cit. 18.05.2023]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/technicka-zarizeni-budov/energie/vyuziti-odpadniho-tepla-z-vnitri-kanalizace-pro-predohrev-teple-vody>

[7] Waste Water Heat Recovery (WWHR) - PHPI Online. Professional Heating & Plumbing Installer | PHPI magazine [online]. Copyright © Copyright [cit. 18.05.2023]. Dostupné z: <https://phpionline.co.uk/feature-articles/waste-water-heat-recovery-wwhr/>

[8] Výměníky AS-ReHeater - ASIO. ASIO - čištění a úprava vod, dešťové a šedé vody [online]. Copyright © 2023 ASIO, spol. s r.o. Všechna práva vyhrazena [cit. 21.05.2023]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/p/79.vyменiky-as-reheater>

[9] Výměník do koupelny AS-ECOshower tray - ASIO. ASIO - čištění a úprava vod, dešťové a šedé vody [online]. Copyright © 2023 ASIO, spol. s r.o. Všechna práva vyhrazena [cit. 21.05.2023]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/p/78.vyменik-do-koupelny-as-ecoshower-tray>

[10] Výměník do koupelny AS-ECOshower drain - ASIO. ASIO - čištění a úprava vod, dešťové a šedé vody [online]. Copyright © 2023 ASIO, spol. s r.o. Všechna práva vyhrazena [cit. 21.05.2023]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/p/77.vyменik-do-koupelny-as-ecoshower-drain>

[11] Zypho slim50-horizontal Waste Water Heat Recovery Device. Zypho shower waste water heat recovery system saves energy [online]. Copyright © 2023 Zypho UK. [cit. 21.05.2023]. Dostupné z: <https://zypho.uk/zypho-products/zypho-slim50-horizontal/>

[12] Recoup WWHRS - What is WWHRS and how does it work? Recoup WWHRS - Waste Water Heat Recovery for showers [online]. Dostupné z: <https://recoup.co.uk/wwhrs/>

[13] residential drain water heat recovery. Drain Water Heat Recovery - ThermoDrain by Ecoinnovation Technologies [online]. Copyright © EcoInnovation Technologies Incorporee, 2021 [cit. 21.05.2023]. Dostupné z: <https://ecoinnovation.ca/thermodrain-residential-resources/homeowner/>

[14] New study confirming potential of wastewater heat recovery - Copper Alliance. Copper Alliance [online]. Dostupné z: <https://copperalliance.org/resource/new-study-confirming-potential-of-wastewater-heat-recovery/>

[15] Dirty water heat recovery, waste heat recovery, waste water heat exchanger, heat recovery unit, heat recovery water. Pozzi Leopoldo s.r.l. - Italy. 301 Moved Permanently [online]. Copyright © All Rights Reserved. [cit. 21.05.2023]. Dostupné z: <http://www.pozzienergy.it/dirty-and-waste-water-heat-recovery.php>

[16] Jak využít teplo z kanalizace na přípravu teplé vody v budovách (“Diskuse ke článku: Jak využít teplo z kanalizace na přípravu teplé vody ...”) [online]. Dostupné z <https://voda.tzb-info.cz/uspory-voda-kanalizace/11807-jak-vyuzit-teplo-z-kanalizace-na-pripravu-teple-vody-v-budovach>

[17] RHeX® Rotating Heat Exchanger with enhanced performance. Pozzi Leopoldo Srl, Barlassina (MB). [online]. Copyright © Copyright Pozzi Leopoldo Srl. All rights reserved. P.IVA 06525320963 [cit. 21.05.2023]. Dostupné z: <https://www.pozzi.it/en/products.php?id=212>

7. Obrázky

[1] Obrázek 3 - Využití tepla z šedých vod k ohřevu TUV - ASIO. ASIO - čištění a úprava vod, dešťové a šedé vody (online). [cit. 17.05.2023]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/news/vyuziti-tepla-z-sedych-vod-k-ohrevu-tuv.601>

[2] Obrázek 4 – Návod k montáži AS-ECOshower pipe ASIO (online). [cit. 17.05.2023]. Dostupné z: https://www.asio.cz/download/_/materialy-as-ecoshower-pipe/as-ecoshower-pipe-_-navod-k-montazi.pdf

[3] Obrázek 5 – Návod k montáži AS-ECOshower pipe ASIO (online). [cit. 17.05.2023]. Dostupné z: https://www.asio.cz/download/_/materialy-as-ecoshower-pipe/as-ecoshower-pipe-_-navod-k-montazi.pdf

- [4] Obrázek 6 – Návod k montáži AS-ECOshower pipe ASIO (online). [cit. 17.05.2023]. Dostupné z: https://www.asio.cz/download/_/materialy-as-ecoshower-pipe/as-ecoshower-pipe-_navod-k-montazi.pdf
- [5] Obrázek 7 - Výměník do koupelny AS-ECOshower tray - ASIO. ASIO - čištění a úprava vod, dešťové a šedé vody (online). [cit. 18.05.2023]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/p/78.vymenik-do-koupelny-as-ecoshower-tray>
- [6] Obrázek 8 - Waste Water Heat Recovery (WWHR) - PHPI Online. Professional Heating & Plumbing Installer | PHPI magazine (online). Copyright © Copyright [cit. 18.05.2023]. Dostupné z: <https://phpionline.co.uk/feature-articles/waste-water-heat-recovery-wwhr/>
- [7] Obrázek 9 - Výměník do koupelny AS-ECOshower tray - ASIO. ASIO - čištění a úprava vod, dešťové a šedé vody (online). [cit. 18.05.2023]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/p/78.vymenik-do-koupelny-as-ecoshower-tray>
- [8] Obrázek 10 - Výměník do koupelny AS-ECOshower drain - ASIO. ASIO - čištění a úprava vod, dešťové a šedé vody (online). Copyright © 2023 ASIO, spol. s r.o. Všechna práva vyhrazena [cit. 18.05.2023]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/p/77.vymenik-do-koupelny-as-ecoshower-drain>
- [9] Obrázek 11 - Využití odpadního tepla z vnitřní kanalizace pro předohřev teplé vody | ASB Portal. ASB-portal.cz | odborný portál | architektura, stavebnictví, byznys (online). Copyright © Jaga Media, s.r.o. Všechna práva vyhrazena. [cit. 18.05.2023]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/technicka-zarizeni-budov/energie/vyuziti-odpadniho-tepla-z-vnitрни-kanalizace-pro-predohrev-teple-vody>
- [10] Obrázek 12 - Využití odpadního tepla z vnitřní kanalizace pro předohřev teplé vody | ASB Portal. ASB-portal.cz | odborný portál | architektura, stavebnictví, byznys (online). Copyright © Jaga Media, s.r.o. Všechna práva vyhrazena. [cit. 18.05.2023]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/technicka-zarizeni-budov/energie/vyuziti-odpadniho-tepla-z-vnitрни-kanalizace-pro-predohrev-teple-vody>
- [11] Obrázek 13 - Využití odpadního tepla z vnitřní kanalizace pro předohřev teplé vody | ASB Portal. ASB-portal.cz | odborný portál | architektura, stavebnictví, byznys (online). Copyright © Jaga Media, s.r.o. Všechna práva vyhrazena. [cit. 18.05.2023]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/technicka-zarizeni-budov/energie/vyuziti-odpadniho-tepla-z-vnitрни-kanalizace-pro-predohrev-teple-vody>
- [12] Obrázek 14 - Výměníky AS-ReHeater - ASIO. ASIO - čištění a úprava vod, dešťové a šedé vody [online]. Copyright © 2023 ASIO, spol. s r.o. Všechna práva vyhrazena [cit. 20.05.2023]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/p/79.vymeniky-as-reheater>

[13] Obrázek 15 - Výměníky AS-ReHeater - ASIO. ASIO - čištění a úprava vod, dešťové a šedé vody [online]. Copyright © 2023 ASIO, spol. s r.o. Všechna práva vyhrazena [cit. 20.05.2023]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/p/79.vymeniky-as-reheater>

[14] Obrázek 16 - Výměníky AS-ReHeater - ASIO. ASIO - čištění a úprava vod, dešťové a šedé vody [online]. Copyright © 2023 ASIO, spol. s r.o. Všechna práva vyhrazena [cit. 20.05.2023]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/p/79.vymeniky-as-reheater>

[15] Obrázek 17 - Výměníky AS-ReHeater - ASIO. ASIO - čištění a úprava vod, dešťové a šedé vody [online]. Copyright © 2023 ASIO, spol. s r.o. Všechna práva vyhrazena [cit. 20.05.2023]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/p/79.vymeniky-as-reheater>

[16] Obrázek 18 - Výměníky AS-ReHeater - ASIO. ASIO - čištění a úprava vod, dešťové a šedé vody [online]. Copyright © 2023 ASIO, spol. s r.o. Všechna práva vyhrazena [cit. 20.05.2023]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/p/79.vymeniky-as-reheater>

[17] Obrázek 19 - Výměníky AS-ReHeater - ASIO. ASIO - čištění a úprava vod, dešťové a šedé vody [online]. Copyright © 2023 ASIO, spol. s r.o. Všechna práva vyhrazena [cit. 20.05.2023]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/p/79.vymeniky-as-reheater>

[18] Obrázek 20 - Dirty water heat recovery, waste heat recovery, waste water heat exchanger, heat recovery unit, heat recovery water. Pozzi Leopoldo s.r.l. - Italy.. 301 Moved Permanently [online]. Copyright © All Rights Reserved. [cit. 20.05.2023]. Dostupné z: <http://www.pozzienergy.it/dirty-and-waste-water-heat-recovery.php>

[19] Obrázek 21 - RHeX® Rotating Heat Exchanger with enhanced performance. [online]. Copyright © Copyright Pozzi Leopoldo Srl. All rights reserved. P.IVA 06525320963 [cit. 20.05.2023]. Dostupné z: <https://www.pozzi.it/en/products.php?id=212>

[20] Obrázek 22 - Sewage Heat Recovery |Aerzen . Blowers, Compressors & Turbos – Made by AERZEN [online]. Copyright © Aerzen 2023 [cit. 21.05.2023]. Dostupné z: <https://www.aerzen.com/applications/water-and-waste-water-treatment/wastewater-performances/heat-recovery.html>

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

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



ENERGETICÉ VÝPOČTY

Vypracoval:

Jan Říha

Vedoucí práce:

doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.

2022/2023

Obsah

1	VÝPOČET PŘÍPRAVY TV – ZÁSOBNÍKOVÝ OHŘEV	3
a.	Potřeba TV za časovou periodu V_{2p}	3
b.	Potřeba tepla odebraného z ohřívače	3
c.	Graf.....	3
d.	Velikost zásobníku	4
2	TEPELNÁ ROČNÍ BILANCE.....	5
a.	Roční potřeba tepla pro přípravu teplé vody	5
b.	Roční potřeba tepla na vytápění	5
c.	Celková roční potřeba tepla	6
d.	Roční potřeba paliva	6
e.	Roční náklady na vytápění a přípravu TV	6
3	VÝPOČET VÝKONU PRO OHŘEV TV A VYTÁPĚNÍ	7
a.	Výkon potřebný na vytápění	7
b.	Výkon potřebný pro přípravu teplé vody	7
c.	Dosazení	7
4	VĚTRÁNÍ KOTELNY	8
a.	Přívod vzduchu pro spalování.....	8
b.	Minimální množství vzduchu V_i na odvod škodlivin	8
c.	Množství vzduchu na odvod tepelných zisků.....	8
d.	Vyhodnocení	8
e.	Velikost přívodního otvoru pro větrání kotelny	8
5	ODVOD SPALIN – KOMÍN.....	9
a.	Návrh dle nomogramu	9
6	EXPANZNÍ NÁDOBA.....	10
6	IZOLACE POTRUBÍ	11

1 VÝPOČET PŘÍPRAVY TV – ZÁSOBNÍKOVÝ OHŘEV

V řešeném objektu se uvažuje s ohřevem vody v zásobníku. Potřeba teplé vody se stanoví z počtu uživatelů objektu.

Počet uživatelů: 54

a. Potřeba TV za časovou periodu V_{2p}

Bytové domy: $V_{2p} = 0,060 * [m^3/osobu * den] = 60 * [l/osobu * den]$

$$V_{2p} = 0,06 * 54 = 3,24 \text{ m}^3/den$$

b. Potřeba tepla odebraného z ohříváče

$$E_{2p} = E_{2t} + E_{2z} \quad [Wh/den]$$

$$E_{2p} = 169,565 + 84,783 = 254,358 \text{ kWh/den}$$

Teoretické teplo pro ohřátí množství V_{2p}

$$E_{2t} = V_{2p} * \rho * c * (t_2 - t_1) \quad [Wh/den]$$

Kde: c měrná tepelná kapacita vody ($4\,182 \text{ J/kg.K} = 1,163 \text{ Wh/kg.K}$)

t_1 teplota studené vody (10° C)

t_2 teplota teplé vody (55° C)

ρ hustota vody ($1\,000 \text{ kg/m}^3$)

$$E_{2t} = 3,24 * 1000 * 1,163 * (55 - 10) = 169\,565 \text{ Wh/den} = 169,565 \text{ kWh/den}$$

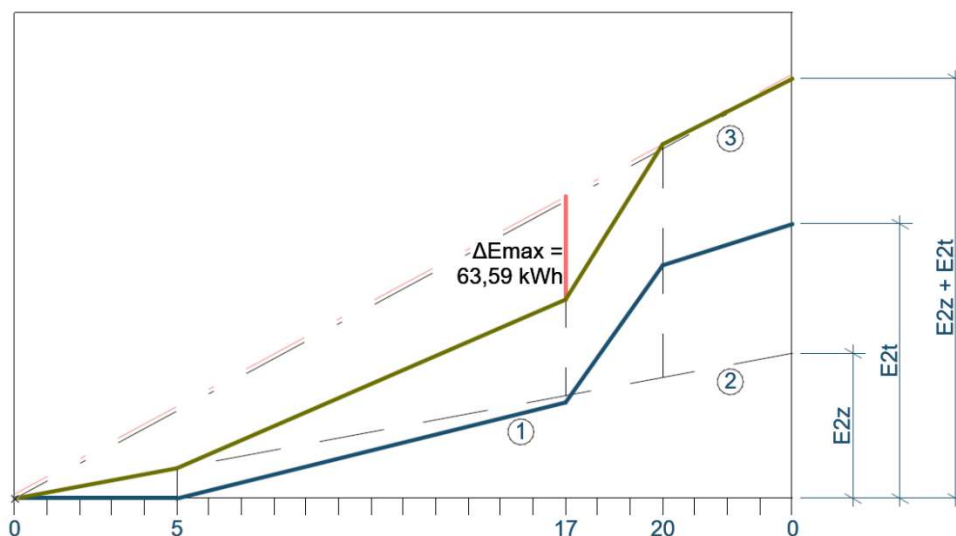
Teoretické teplo pro ohřátí množství V_{2p}

$$E_{2z} = E_{2t} * z \quad [Wh/den]$$

Kde: z ztráta tepla při ohřevu (0,5)

$$E_{2z} = 169,57 * 0,5 = 84,783 \text{ kWh/den}$$

c. Graf



d. Velikost zásobníku

$$V_z = \frac{\Delta E_{max}}{\rho * c * (t_2 - t_1)} \quad [m^3]$$

Kde:	V_z	objem zásobníku [m^3]
	c	měrná tepelná kapacita vody ($c = 1,163 \text{ Wh/kg.K}$)
	t_1	teplota studené vody (10° C)
	t_2	teplota teplé vody (55° C)
	ρ	hustota vody ($1\,000 \text{ kg/m}^3$)
	ΔE_{max}	odečteno z grafu ($63,59 \text{ kWh}$)

$$V_z = \frac{63\,590}{1\,000 * 1,163 * (55 - 10)} = 1,215 \text{ m}^3 = 1\,215 \text{ l}$$

Návrh: 1x zásobník Regulus ROBC 1500 (objem 1 500 l)

2 TEPELNÁ ROČNÍ BILANCE

a. Roční potřeba tepla pro přípravu teplé vody

$$Q_{TV,r} = Q_{TV,d} * d + 0,8 * Q_{TV,d} * \frac{55 - t_{svl}}{55 - t_{svz}} * (N - d) \quad [\text{Wh/rok}]$$

$$Q_{TV,d} = E'_{2p} = E'_{2t} + E'_{2z} \quad [\text{Wh}] \quad E'_{2t} = V'_{2p} * \rho * c * (t_2 - t_1) \quad [\text{Wh/den}]$$

$$V'_{2p} = n * 0,040 \quad [\text{m}^3/\text{den}] \quad E'_{2z} = E'_{2t} * z \quad [\text{Wh/den}]$$

Kde: $Q_{TV,d}$ denní potřeba tepla na přípravu TV (E'_{2p})

d počet dnů za rok s teplotou $< 13 \text{ }^\circ\text{C}$

0,8 součinitel zohledňující snížení spotřeby v létě

t_{svl} teplota studené vody v létě ($15 \text{ }^\circ\text{C}$)

t_{svz} teplota studené vody v zimě ($10 \text{ }^\circ\text{C}$)

N počet pracovních dní soustavy v roce (350-365)

$$V'_{2p} = n * 0,040 = 54 * 0,040 = 2,16 \text{ m}^3/\text{den}$$

$$E'_{2t} = 2,16 * 1000 * 1,163 * (55 - 10) = 113,044 \text{ kWh/den}$$

$$E'_{2z} = E'_{2t} * z = 113,044 * 0,5 = 56,522 \text{ kWh/den}$$

$$Q_{TV,d} = E'_{2p} = E'_{2t} + E'_{2z} = 113,044 + 56,522 = 169,566 \text{ kWh/den}$$

$$Q_{TV,r} = 169,566 * 216 + 0,8 * 169,522 * \frac{55 - 15}{55 - 10} * (365 - 216)$$

$$Q_{TV,r} = 54\,588,054 \text{ kWh/rok} = 54,588 \text{ MWh/rok}$$

b. Roční potřeba tepla na vytápění

$$Q_{VYT,r} = \frac{24 * Q_c * \varepsilon * D}{t_{is} - t_e} \quad [\text{Wh/rok}]$$

Kde: Q_c tepelná ztráta objektu (87 552 W)

t_{is} průměrná vnitřní výpočtová teplota ($18 \text{ }^\circ\text{C}$)

t_e vnější výpočtová teplota ($-15 \text{ }^\circ\text{C}$ – České Budějovice)

;

$$D = (t_{i,s} - t_{e,s}) * d \quad [\text{K.den}]$$

Kde: $t_{i,s}$ průměrná vnitřní výpočtová teplota ($18 \text{ }^\circ\text{C}$)

$t_{e,s}$ průměrná vnější výpočtová teplota ($3,8 \text{ }^\circ\text{C}$)

d počet dnů s teplotou $< 13 \text{ }^\circ\text{C}$ (244 dnů)

$$D = (18 - 3,8) * 244 = 3\,464,8 \text{ K.den}$$

$$\varepsilon = \frac{e_i * e_t * e_d}{\mu_o * \mu_r} \quad [-]$$

Kde: e_i nesoučasnost tepelné ztráty infiltrací a prostupem (0,9)
 e_t snížení teploty v místnosti během dne/noci (0,9)
 e_d zkrácení doby vytápění (1,0)
 μ_o účinnost obsluhy (1,0)
 μ_r účinnost rozvodu vytápění (0,95)

$$\varepsilon = \frac{0,9 * 0,9 * 1,0}{1,0 * 0,95} = 0,853$$

$$Q_{VYT,r} = \frac{24 * 87,552 * 0,853 * 3464,8}{18 - (-12)} = 207\,006,157 \text{ kWh/rok}$$

$$Q_{VYT,r} = 207,006 \text{ MWh/rok}$$

c. Celková roční potřeba tepla

$$Q_R = Q_{VYT,r} + Q_{TV,r} \quad [\text{MWh/rok}]$$

$$Q_R = 207,006 + 54,588 = 261,594 \text{ MWh/rok}$$

d. Roční potřeba paliva

$$B_R = \frac{Q_R * 3\,600}{\mu * H} \quad [\text{m}^3/\text{rok}]$$

Kde: Q_R roční potřeba tepla celkem [MWh/rok]

μ roční účinnost zařízení (0,80)

H výhřevnost paliva ($H_{ZPn} = 34 \text{ MJ/m}^3$)

$$B_R = \frac{261,594 * 3\,600}{0,8 * 34} = 34\,622,735 \text{ m}^3/\text{rok}$$

e. Roční náklady na vytápění a přípravu TV

Dle srovnávacího webu cen TZB-info.cz: 479 781 Kč/rok

3 VÝPOČET VÝKONU PRO OHŘEV TV A VYTÁPĚNÍ

Výpočet pomocí přípojných hodnot:

$$Q_{PRIP,1} = 0,7 * Q_{VYT,h} + Q_{TV,h} \quad [W]$$

$$Q_{PRIP,2} = Q_{VYT,h} \quad [W]$$

$$Q_{PRIP} = \max(Q_{PRIP,1}; Q_{PRIP,2})$$

a. Výkon potřebný na vytápění

$$Q_{VYT,h} = Q_c \quad [W]$$

Kde: $Q_{VYT,h}$ hodinová potřeba tepla na vytápění [W]

Q_c tepelná ztráta objektu [W]

$$Q_{VYT,h} = 87\,552\,W = 87,552\,kW$$

b. Výkon potřebný pro přípravu teplé vody

$$Q_{TV,h} = \frac{E_{2p}}{24} \quad [W]$$

$$Q_{TV,h} = \frac{254,348}{24} = 10,568\,kW$$

c. Dosažení

$$Q_{PRIP,1} = 0,7 * 87,552 + 10,568 = 71,854\,kW$$

$$Q_{PRIP,2} = 87,552\,kW$$

$$Q_{PRIP} = \max(71,854; 87,552) = 87,552\,kW$$

Návrh: 1x kotel Therm 90 KD.A

4 VĚTRÁNÍ KOTELNY

- a. Přívod vzduchu pro spalování

$$V_S = B_H * V_{S1} \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

Kde: B_H hodinová spotřeba paliva (9,52 [m³/h])

V_{S1} skutečné množství vzduchu na spalování (10,3 [m³/m³])

$$V_S = 9,52 * 10,3 = 98,056 \text{ m}^3/\text{h}$$

- b. Minimální množství vzduchu V_i na odvod škodlivin

$$V_i = i * O \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

Kde: V_i množství vzduchu pro odvod škodlivin [m³/h]

i doporučená intenzita větrání kotelny ($i = 0,5$ [l/h])

O vnitřní objem větracího prostoru kotelny ($O = 115,41$ [m³])

$$V_i = 0,5 * 115,41 = 57,705 \text{ m}^3/\text{h}$$

- c. Množství vzduchu na odvod tepelných zisků

$$V_Z = 0,0025 * \frac{Q_K}{\rho * c * \Delta t} \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

Kde: Q_K výkon kotle ($Q_{PRIP} = 87\,552$ [W])

ρ hustota vzduchu ($\rho = 1,2$ [kg/m³])

c měrná tep. kapacita vzduchu ($c = 1010$ [J/kg.K] = 0,28 [Wh/kg.K])

Δt rozdíl teplot vzduchu – $\Delta t_{\text{léto}} = (t_i - t_e) = (35^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C}) = 5 \text{ K}$

$\Delta t_{\text{zima}} = (t_i - t_e) = (5^\circ\text{C} - (-15^\circ\text{C})) = 20 \text{ K}$

$$V_{Z,\text{léto}} = 0,0025 * \frac{87\,552}{1,2 * 0,28 * 5} = 130,286 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_{Z,\text{zima}} = 0,0025 * \frac{87\,552}{1,2 * 0,28 * 20} = 32,571 \text{ m}^3/\text{h}$$

- d. Vyhodnocení

$$V_{MAX} = \max(V_S; V_i; V_{Z,\text{zima}}; V_{Z,\text{léto}}) \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

$$V_{MAX} = \max(98,056; 57,705; 32,571; 130,286) = 130,286 \text{ m}^3/\text{h}$$

- e. Velikost přívodního otvoru pro větrání kotelny

$$S = \frac{V_{MAX}}{3600 * v} \quad [\text{m}^2]$$

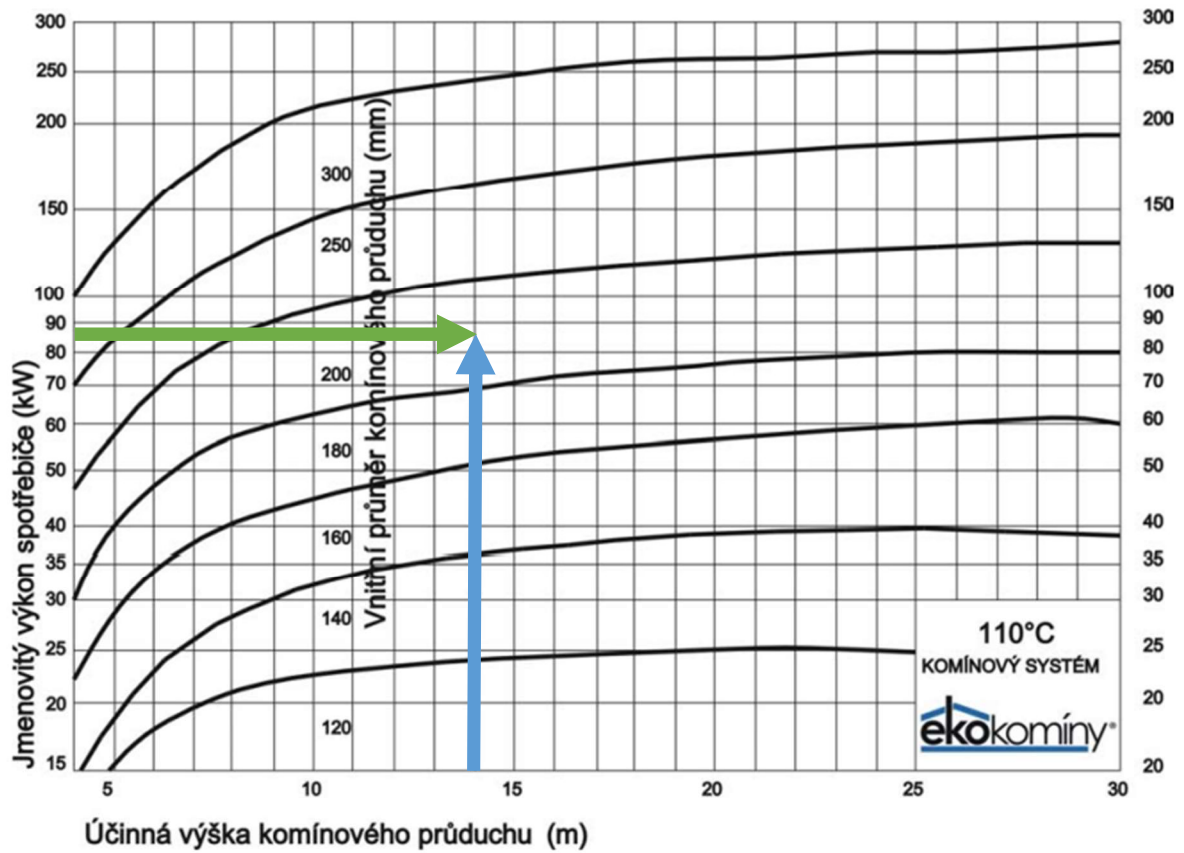
Kde: V_{MAX} maximální množství větracího vzduchu [m³/h]

v rychlost větracího vzduchu ($v = 0,5$ [m/s])

$$S = \frac{130,286}{3600 * 0,5} = 0,0724 \text{ m}^2 \quad \rightarrow \quad \text{Otvor: } 0,3 \times 0,3 \text{ m}$$

5 ODVOD SPALIN – KOMÍN

a. Návrh dle nomogramu



Obrázek 1 - nomogram Eko-komíny

Dle návrhu nomogramu: průměr 200 mm

6 EXPANZNÍ NÁDOBA

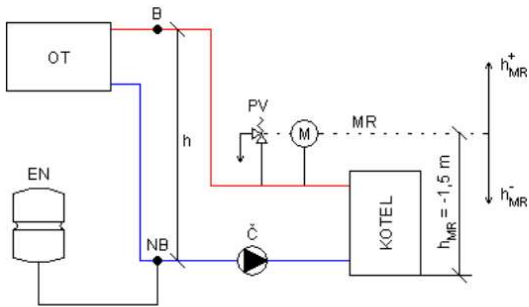
Návrh dle celkového objemu vodní soustavy

$$V_{soustava} = 1\,328,8\text{ l}$$

Výkon zdroje tepla - pojistný výkon $Q_p = 87$ kW

Maximální teplota otopné vody $t_{max} = 55$ °C

Součinitel zvětšení objemu při $(t_{max} - 10\text{ °C})$ $n = 0.0141$???



Zadejte nejnižší z těchto prvků soustavy

	Konstrukční přetlak P_{rx}	Výška nad MR h_{MR}
Čerpadlo	600 kPa	-1,5 m
Kotel	400 kPa	-1,5 m
Otopné těleso	400 kPa	-2,0 m
jiné zařízení		

Konstrukční přetlak soustavy (v MR) $p_k = 380$ kPa ???

Výška nejvyššího bodu otopné soustavy $h = 10.5$ m ???

Nejnižší přetlak soustavy $p_{d,dov} = 113$ kPa ???

Nejnižší pracovní přetlak soustavy $p_d = 143$ kPa ???

$p_d > p_{d,dov} \Rightarrow$ VYHOVUJE

Nejvyšší pracovní přetlak soustavy $p_{h,dov} = 360$ kPa ???

$p_k > p_{h,dov} \Rightarrow$ VYHOVUJE

Vodní objem otopné soustavy

Kotel $V_k = 0$ l

Potrubí $V_p = 1329$ l ???

Otopná tělesa $V_{OT} = 0$ l ???

Ostatní zařízení $V_{ost} = 0$ l

$$V = V_k + V_p + V_{OT} + V_{ost} = 1329\text{ l} \text{ ???}$$

Výsledky

Vypočítaný objem expanzní tlakové nádoby $V_{et} = 51.7$ l ???

Vnitřní průměr pojistného potrubí $d_v = 15.6$ mm ???

Požadovaný objem: 51,7 l

Návrh: Flexcon M-K/C (V = 110 l; vstupní přetlak 2,5 bar)

6 IZOLACE POTRUBÍ

Izolace - [podrobné technické informace](#)

PAROC > Section aluCoat T

Rozměry izolace - tl. 20

Tloušťka $s_{iz} = 20$ mm

Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.035$ W / m K

Trubka

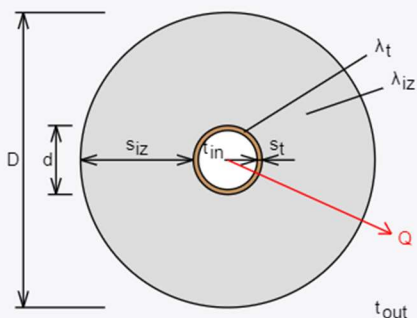
Měď

Rozměry trubky - 12x1

Průměr $d = 12$ mm

Tloušťka stěny $s_t = 1$ mm

Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K



$$D = d + 2 s_{iz} = 52 \text{ mm}$$



Izolační pouzdra PAROC Section AluCoat T jsou vhodná na většinu standardních průměrů potrubí i ventilačních proudů kruhových průřezů. Pro snazší montáž na potrubí jsou izolační pouzdra podélně rozříznuta. Při dobrém utěsnění spojů tvoří povrchová úprava parotěsnou zábranu

Rozsah provozních teplot: do 250 °C

Potrubí

Teplota média $t_{in} = 55$ °C

Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 20$ °C

Relativní vlhkost vzduchu $rh = 60$ % ???

Teplota rosného bodu $t_w = 12.4$ °C

Součinitel přestupu tepla

na vnějším povrchu $\alpha_e = 10$ W / m² K

Délka potrubí $l = 1$ m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)

DN 10 - DN 15 => $U_{o,193/2007} = 0.15$ W / m K

Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí

$U_o = 0.139 \leq 0.15$ W / m K => **VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007**

Povrchová teplota izolovaného potrubí

$t_{p,iz} = 23$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci

Tepelná ztráta potrubí bez izolace

$q_p = 13.2$ W/m

Tepelná ztráta potrubí s izolací

$q_{iz} = 4.9$ W/m

Energetická úspora izolovaného potrubí

63 %

Izolace - [podrobné technické informace](#)

PAROC > Section aluCoat T

Rozměry izolace - tl. 30

Tloušťka $s_{iz} = 30$ mm

Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.035$ W / m K

Trubka

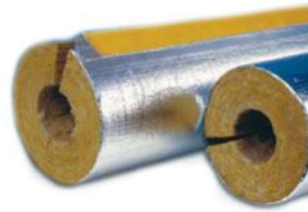
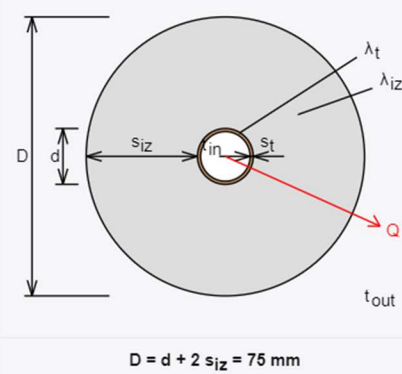
Měď

Rozměry trubky - 15x1

Průměr $d = 15$ mm

Tloušťka stěny $s_t = 1$ mm

Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K



Izolační pouzdra PAROC Section AluCoat T jsou vhodná na většinu standardních průměrů potrubí i ventilačních průduchů kruhových průřezů. Pro snazší montáž na potrubí jsou izolační pouzdra podélně rozříznuta. Při dobrém utěsnění spojů tvoří povrchová úprava parotěsnou zábranu

Rozsah provozních teplot: do 250 °C

Potrubí

Teplota média $t_{in} = 55$ °C

Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 20$ °C

Relativní vlhkost vzduchu $rh = 60$ % ???

Teplota rosného bodu $t_w = 12.4$ °C

Součinitel přestupu tepla

na vnějším povrchu $\alpha_e = 10$ W / m² K

Délka potrubí $l = 1$ m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)

DN 10 - DN 15 => $U_{O,193/2007} = 0.15$ W / m K

Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí

$U_O = 0.131 \leq 0.15$ W / m K => **VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007**

Povrchová teplota izolovaného potrubí

$t_{p,iz} = 21.9$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci

Tepelná ztráta potrubí bez izolace

$q_p = 16.5$ W/m

Tepelná ztráta potrubí s izolací

$q_{iz} = 4.6$ W/m

Energetická úspora izolovaného potrubí

72 %

Izolace - podrobné technické informace

PAROC > Section aluCoat T

Rozměry izolace - tl. 30

Tloušťka	$s_{iz} =$	30	mm
----------	------------	----	----

Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_{iz} =$	0.035	W / m K
-------------------------	------------------	-------	---------



Izolační pouzdra PAROC Section AluCoat T jsou vhodná na většinu standardních průměrů potrubí i ventilačních průduchů kruhových průřezů. Pro snazší montáž na potrubí jsou izolační pouzdra podélně rozříznuta. Při dobrém utěsnění spojů tvoří povrchová úprava parotěsnou zábranu

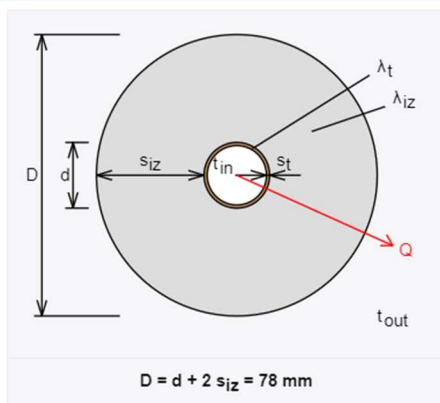
Rozsah provozních teplot: do 250 °C

Trubka

Měď

Rozměry trubky - 18x1

Průměr	$d =$	18	mm
Tloušťka stěny	$s_t =$	1	mm
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_t =$	372	W / m K



Potrubí

Teplota média	$t_{in} =$	55	°C
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} =$	20	°C
Relativní vlhkost vzduchu	$rh =$	60	% ???
Teplota rosného bodu	$t_w =$	12.4	°C
Součinitel přestupu tepla			
na vnějším povrchu	$\alpha_e =$	10	W / m ² K
Délka potrubí			
	$l =$	1	m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 10 - DN 15 => $U_{o,193/2007} = 0.15 \text{ W / m K}$
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_o = 0.143 \leq 0.15 \text{ W / m K} \Rightarrow$ VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 22 \text{ °C} > t_w \Rightarrow$ na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 19.8 \text{ W/m}$
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 5 \text{ W/m}$
Energetická úspora izolovaného potrubí	75 %

Izolace - [podrobné technické informace](#)

PAROC > Section aluCoat T

Rozměry izolace - tl. 30

Tloušťka $s_{iz} = 30$ mm

Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.035$ W / m K

Trubka

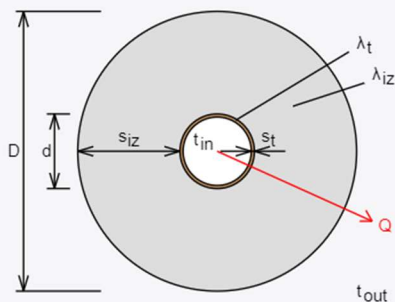
Měď

Rozměry trubky - 22x1

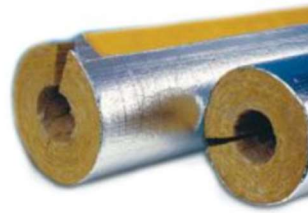
Průměr $d = 22$ mm

Tloušťka stěny $s_t = 1$ mm

Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K



$$D = d + 2 s_{iz} = 82 \text{ mm}$$



Izolační pouzdra PAROC Section AluCoat T jsou vhodná na většinu standardních průměrů potrubí i ventilačních průduchů kruhových průřezů. Pro snazší montáž na potrubí jsou izolační pouzdra podélně rozříznuta. Při dobrém utěsnění spojů tvoří povrchová úprava parotěsnou zábranu

Rozsah provozních teplot: do 250 °C

Potrubí

Teplota média $t_{in} = 55$ °C

Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 20$ °C

Relativní vlhkost vzduchu $rh = 60$ % ???

Teplota rosného bodu $t_w = 12.4$ °C

Součinitel přestupu tepla

na vnějším povrchu $\alpha_e = 10$ W / m² K

Délka potrubí $l = 1$ m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)

DN 20 - DN 32 => $U_{o,193/2007} = 0.18$ W / m K

Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí

$U_o = 0.159 \leq 0.18$ W / m K => **VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007**

Povrchová teplota izolovaného potrubí

$t_{p,iz} = 22.2$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci

Tepelná ztráta potrubí bez izolace

$q_p = 24.2$ W/m

Tepelná ztráta potrubí s izolací

$q_{iz} = 5.6$ W/m

Energetická úspora izolovaného potrubí

77 %

Izolace - [podrobné technické informace](#)

PAROC > Section aluCoat T

Rozměry izolace - tl. 40

Tloušťka $s_{iz} = 40$ mm

Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.035$ W / m K

Trubka

Měď

Rozměry trubky - 28x1.5

Průměr $d = 28$ mm

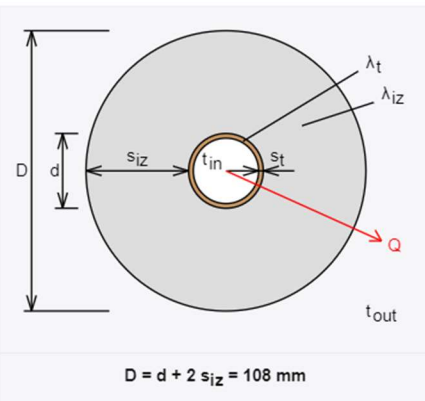
Tloušťka stěny $s_t = 1.5$ mm

Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K



Izolační pouzdra PAROC Section AluCoat T jsou vhodná na většinu standardních průměrů potrubí i ventilačních průduchů kruhových průřezů. Pro snazší montáž na potrubí jsou izolační pouzdra podélně rozříznuta. Při dobrém utěsnění spojů tvoří povrchová úprava parotěsnou zábranu

Rozsah provozních teplot: do 250 °C



Potrubí

Teplota média $t_{in} = 55$ °C

Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 20$ °C

Relativní vlhkost vzduchu $rh = 60$ % ???

Teplota rosného bodu $t_w = 12.4$ °C

Součinitel přestupu tepla

na vnějším povrchu $\alpha_e = 10$ W / m² K

Délka potrubí $l = 1$ m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)

DN 20 - DN 32 => $U_{O,193/2007} = 0.18$ W / m K

Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí

$U_o = 0.157 \leq 0.18$ W / m K => **VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007**

Povrchová teplota izolovaného potrubí

$t_{p,iz} = 21.6$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci

Tepelná ztráta potrubí bez izolace

$q_p = 30.8$ W/m

Tepelná ztráta potrubí s izolací

$q_{iz} = 5.5$ W/m

Energetická úspora izolovaného potrubí

82 %

Izolace - [podrobné technické informace](#)

PAROC > Section aluCoat T

Rozměry izolace - tl. 30

Tloušťka $s_{iz} = 30$ mm

Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.035$ W / m K

Trubka

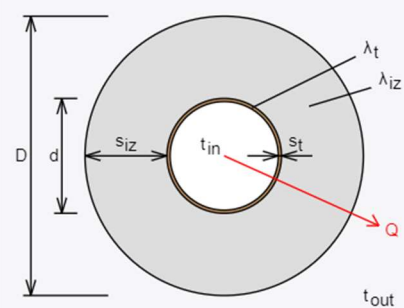
Měď

Rozměry trubky - 42x1.5

Průměr $d = 42$ mm

Tloušťka stěny $s_t = 1.5$ mm

Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K



$$D = d + 2 s_{iz} = 102 \text{ mm}$$



Izolační pouzdra PAROC Section AluCoat T jsou vhodná na většinu standardních průměrů potrubí i ventilačních proudů kruhových průřezů. Pro snazší montáž na potrubí jsou izolační pouzdra podélně rozříznuta. Při dobrém utěsnění spojů tvoří povrchová úprava parotěsnou zábranu

Rozsah provozních teplot: do 250 °C

Potrubí

Teplota média $t_{in} = 55$ °C

Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 20$ °C

Relativní vlhkost vzduchu $rh = 60$ % ???

Teplota rosného bodu $t_w = 12.4$ °C

Součinitel přestupu tepla

na vnějším povrchu $\alpha_e = 10$ W / m² K

Délka potrubí $l = 1$ m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)

DN 40 - DN 65 => $U_{o,193/2007} = 0.27$ W / m K

Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí

$U_o = 0.233 \leq 0.27$ W / m K => **VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007**

Povrchová teplota izolovaného potrubí

$t_{p,iz} = 22.5$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci

Tepelná ztráta potrubí bez izolace

$q_p = 46.2$ W/m

Tepelná ztráta potrubí s izolací

$q_{iz} = 8.1$ W/m

Energetická úspora izolovaného potrubí

82 %

Izolace - [podrobné technické informace](#)

PAROC > Section aluCoat T

Rozměry izolace - tl. 40

Tloušťka $s_{iz} = 40$ mm

Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.035$ W / m K



Izolační pouzdra PAROC Section AluCoat T jsou vhodná na většinu standardních průměrů potrubí i ventilačních průduchů kruhových průřezů. Pro snazší montáž na potrubí jsou izolační pouzdra podélně rozříznuta. Při dobrém utěsnění spojů tvoří povrchová úprava parotěsnou zábranu

Rozsah provozních teplot: do 250 °C

Trubka

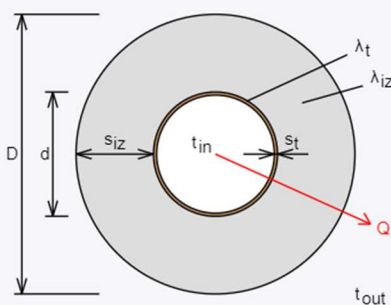
Měď

Rozměry trubky - 64x2

Průměr $d = 64$ mm

Tloušťka stěny $s_t = 2$ mm

Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K



$$D = d + 2 s_{iz} = 144 \text{ mm}$$

Potrubí

Teplota média $t_{in} = 55$ °C

Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 20$ °C

Relativní vlhkost vzduchu $rh = 60$ % ???

Teplota rosného bodu $t_w = 12.4$ °C

Součinitel přestupu tepla

na vnějším povrchu $\alpha_e = 10$ W / m² K

Délka potrubí $l = 1$ m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)

DN 40 - DN 65 => $U_{o,193/2007} = 0.27$ W / m K

Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí

$U_o = 0.259 \leq 0.27$ W / m K => **VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007**

Povrchová teplota izolovaného potrubí

$t_{p,iz} = 22$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci

Tepelná ztráta potrubí bez izolace

$q_p = 70.4$ W/m

Tepelná ztráta potrubí s izolací

$q_{iz} = 9.1$ W/m

Energetická úspora izolovaného potrubí

87 %

Izolace - [podrobné technické informace](#)

PAROC > Section aluCoat T

Rozměry izolace - tl. 40

Tloušťka $s_{iz} = 40$ mm

Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.035$ W / m K

Trubka

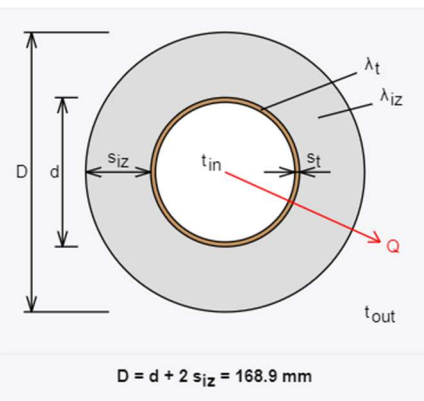
Měď

Rozměry trubky - 88.9x2.5

Průměr $d = 88.9$ mm

Tloušťka stěny $s_t = 2.5$ mm

Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K



Izolační pouzdra PAROC Section AluCoat T jsou vhodná na většinu standardních průměrů potrubí i ventilačních průduchů kruhových průřezů. Pro snazší montáž na potrubí jsou izolační pouzdra podélně rozříznuta. Při dobrém utěsnění spojů tvoří povrchová úprava parotěsnou zábranu

Rozsah provozních teplot: do 250 °C

Potrubí

Teplota média $t_{in} = 55$ °C

Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 20$ °C

Relativní vlhkost vzduchu $rh = 60$ % ???

Teplota rosného bodu $t_w = 12.4$ °C

Součinitel přestupu tepla

na vnějším povrchu $\alpha_e = 10$ W / m² K

Délka potrubí $l = 1$ m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)

DN 80 - DN 125 => $U_{o,193/2007} = 0.34$ W / m K

Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí

$U_o = 0.325 \leq 0.34$ W / m K => **VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007**

Povrchová teplota izolovaného potrubí

$t_{p,iz} = 22.1$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci

Tepelná ztráta potrubí bez izolace

$q_p = 97.7$ W/m

Tepelná ztráta potrubí s izolací

$q_{iz} = 11.4$ W/m

Energetická úspora izolovaného potrubí

88 %

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

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



TECHNICKÁ ZPRÁVA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vypracoval:

Jan Říha

Vedoucí práce:

doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.

2022/2023

Obsah

Úvod	2
1. Výchozí stav, napojení na inženýrské sítě.....	2
2. Tepelná bilance.....	2
3. Zdroj tepla	3
4. Otopná soustava	3
5. Otopné plochy	3
6. Příprava teplé vody.....	3
7. Regulace otopné soustavy	3
8. Požadavky na ostatní profese.....	3
9. Uvedení do provozu.....	4
10. Závěr.....	4
11. Bezpečnost při realizaci a užívání.....	4
4.3. Použité normy a související předpisy.....	5

Úvod

- V projektu je řešeno vytápění objektu rekonstrukce bytového domu ve městě Zliv poblíž Českých Budějovic.
- Řešený objekt se nachází ve městě Zliv v Jihočeském kraji, poblíž Českých Budějovic, a jedná se o bytový dům o čtyřech nadzemních podlažích.
- Nachází se v něm dvanáct běžných bytových jednotek v 2.NP až 4.NP a jedna bytová jednotka určená pro osoby s handicapem v 1.NP. Součástí objektu jsou také kancelářské prostory nacházející se v 1.NP, které mají samostatný vstup.
- Objekt má obdélníkový tvar s postupně ustupující jižní stranou a plochou střechou. Jedná se o stěnový systém z keramických bloků, vodorovné nosné konstrukce jsou železobetonové desky.

1. Výchozí stav, napojení na inženýrské sítě

- Podkladem pro vypracování projektu bylo architektonicko-stavební řešení objektu.
- Objekt je pro účely vytápění napojen na veřejný vodovod a veřejnou plynovodní síť.

2. Tepelná bilance

- Teplota v exteriéru je uvažována -15°C .
- Teplota jednotlivých místností je volena dle norem.
- Otopné období po dobu 244 dní. Průměrná venkovní teplota $3,8^{\circ}\text{C}$.

Rekapitulace tepelných výkonů

Vytápění

$$Q_{VYT,r} = 207,006 \text{ MWh/rok}$$

Příprava TV

$$Q_{TV,r} = 54\,588,054 \text{ kWh/rok} = 54,588 \text{ MWh/rok}$$

Roční potřeba tepla

$$Q_R = 261,594 \text{ MWh/rok}$$

Roční potřeba paliva

$$B_R = 34\,622,735 \text{ m}^3/\text{rok}$$

3. Zdroj tepla

- Zdrojem tepla je plynový kotel THERM 90 KD.A
- Přívod spalného vzduchu a odvod spalin je pomocí komínového tělesa
- Pojistné a zabezpečovací zařízení – v kotelně se nachází expanzní nádoba.
- Mezi další zařízení kotelny patří rozdělovač a sběrač a zásobník na TUV.
- Do místnosti je požadován přísun vzduchu navržený v části výpočtů. Jedná se o otvor minimálně 0,3 x 0,3 m.

4. Otopná soustava

- Horizontální soustava s teplotním spádem 55/45°C.
- Z kotelny je potrubí vedeno pod stropem do hlavních svislých rozvodů, na které se napojují patrové rozvaděče.
- Z patrových rozvaděčů k otopným tělesům je potrubí vedeno v podlaze
- Materiál otopné soustavy je měď, která je spojována kapilárním pájením
- Izolace potrubí je z materiálu PAROC Section aluCoat T, jednotlivé tloušťky jsou navrženy v části „Výpočty“. Kotvení není detailně řešeno.
- V soustavě jsou umístěny vypouštěcí ventily a uzávěry.

5. Otopné plochy

- Otopné plochy tvoří desková tělesa typu ventil kompakt a trubková tělesa společnosti Korado.
- Ve většině případů jsou otopná tělesa umístěna pod okny.

6. Příprava teplé vody

- Ohřev teplé vody probíhá v plynovém kotli, ze kterého je následně odvedena do zásobníku.

7. Regulace otopné soustavy

- Regulace otopné soustavy řídí průtok topné vody tělesem, čímž mění výkon tělesa v závislosti na potřebě.

8. Požadavky na ostatní profese

Stavební část:

- prostupy, kanálky a drážky pro vedení potrubí rozvodu UT
- zpětné dozdnění prostupů po montáži, stavební přípomoc

Elektro silnoproud:

- připojení plynového kotle
- zapojení regulačních a měřících prvků
- uzemnění kovových prvků

ZTI:

- přívod studené vody do technické místnosti – ukončeno kulovým ventilem DN 15 s hadicovým napojením
- zajištění odkapů od pojistných ventilů přes zápachové uzavírky do kanalizace
- podlahová vpust napojená na kanalizaci v technické místnosti
- napojení zásobníku teplé vody na SV, TV a cirkulaci

9. Uvedení do provozu

Po dokončení montážních prací je nutné systém důkladně propláchnout vodou. Ventily budou otevřené, čerpadla budou v provozu 24 hodin, jak požaduje ČSN 06 0310. Potom bude provedena zkouška těsnosti dle ČSN 06 0310. Po provedení této zkoušky se přistoupí ke zkouškám provozním. Nejdříve zkoušky dilatační dle ČSN 06 0310 a potom topná zkouška včetně seřízení a zaregulování otopné soustavy dle ČSN 06 0310. Tato zkouška má trvat 72 hodin bez provozních přestávek (ne delších než 60 minut celkem).

Součástí topné zkoušky je provedení hydronického vyvážení soustavy dle vyhl.193/2007 Sb. včetně vystavení příslušných protokolů. Tato činnost je povinností dodavatele a nedílnou součástí dodávky

10. Závěr

Projekt je zpracován v rozsahu projektu pro provedení stavby a v souladu s platnými předpisy. Projekt předpokládá, že provádění se bude řídit platnými předpisy a technickými předpisy výrobců jednotlivých materiálů. Stavba bude realizována autorizovanou prováděcí firmou. Všechny použité materiály jsou schváleny k použití v ČR pro daný účel, popř. na ně bylo vydáno prohlášení o shodě.

11. Bezpečnost při realizaci a užívání

Při realizaci projektu musí být dodrženy zásady bezpečnosti práce a zásady protipožární ochrany. Zpracovatel dodavatelské dokumentace musí v dokumentaci stanovit technologické a pracovní postupy všech jím prováděných stavebních prací a vytvořit podmínky k zajištění bezpečnosti práce ve smyslu zákona 309 /2006 Sb.

Při výstavbě i budoucím provozu technických zařízení musí být dodržovány všechny platné předpisy.

4.3. Použité normy a související předpisy

Pro zhotovení této dokumentace byly použity následující platné předpisy:

Nařízení vlády číslo 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací

Nařízení vlády číslo 361/2007Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci

Vyhláška č.193/2007 Sb. užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvody tepelné energie a chladu

Kromě toho bylo přihlédnuto k následujícím platným normám:

- ČSN 06 0320 „Příprava teplé vody - Navrhování a projektování“
- ČSN 06 0310 „Ústřední vytápění, projektování a montáž“
- ČSN 06 0830 „Zabezpečovací zařízení pro ústřední vytápění a ohřívání užitkové vody“
- ČSN 06 1101 „Otopná tělesa pro ústřední vytápění“
- ČSN 38 3350 „Zásobování teplem. Všeobecné zásady“
- ČSN 73 0540 „Tepelně technické vlastnosti budov“
- ČSN EN 12 831 „Tepelné soustavy v budovách - Výpočet tepelného výkonu“
- ČSN EN 12 828 „Tepelné soustavy v budovách – Navrhování teplovodních soustav“
- ČSN EN ISO 13 790 „Energetická náročnost budov – Výpočet potřeby energie na vytápění a chlazení“

a další zákonná ustanovení platná pro jednotlivé provozní celky.