

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

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



**NÁVRH SYSTÉMU VYTÁPĚNÍ
V BUDOVĚ HOTELU**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vypracovala:

Lucie Janoušková

Vedoucí práce:

doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.

2022/2023

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Janoušková Jméno: Lucie Osobní číslo: 484462
Zadávající katedra: K125 - Katedra technických zařízení budov
Studijní program: Stavební inženýrství
Studijní obor/specializace: Konstrukce pozemních staveb

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Návrh systému vytápění v budově hotelu
Název bakalářské práce anglicky: Design of heating system in the hotel building
Pokyny pro vypracování:
Projekt vytápění zadané budovy hotelu.
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 Vytápění rekreačních objektů
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
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku
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)

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Návrh systému vytápění v budově hotelu“ vypracovala samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který tvoří přílohu této práce.

V Praze dne

Podpis studenta

Obsah práce

- I. Textová část – studie
- II. Výpočtová část
- III. Projektová část

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá výběrem nejvhodnějšího řešení a návrhem vytápění budovy hotelu a studií, která pojednává o druzích vytápění, jeho dělení a různých způsobech vytápění rekreačních objektů. Práce je rozdělena do tří částí. První část je teoretická, která popisuje detailněji danou studii a možnosti vytápění již postavených rekreačních objektů s porovnáním jejich výhod a nevýhod. Další část je výpočtová, kde jsou zpracovány potřebné výpočty pro zvolenou budovu hotelu, dle kterých je navržena otopná soustava. Poslední část je projektová, která obsahuje veškerou výkresovou dokumentaci vytápění řešeného hotelu a potřebné technické parametry s technickou zprávou.

Klíčová slova

Vytápění, otopná soustava, otopná tělesa, rekreační objekty

Abstract

The bachelor thesis deals with the selection of the most appropriate solution and design of heating system in the hotel building and a study, which is about types of heating systems, its division into categories and various options of heating in recreational buildings. The work is divided to three parts. The first is theoretical part which describes the study more into details and shows what possibilities for the heating system we have. It also compares advantages and disadvantages for that chosen heating system of already built recreational buildings. Next is the calculation part, where all essential calculations for chosen hotel building are made, based on which was the heating system designed. The last project part consists of drawing documentation of the hotel building and all needed technical parameters with a technical report.

Key words

Heating, heating system, heating elements, recreational buildings

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

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



**NÁVRH SYSTÉMU VYTÁPĚNÍ
V BUDOVĚ HOTELU**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Textová část – studie

Vypracovala:

Lucie Janoušková

Vedoucí práce:

doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.

2022/2023

OBSAH

1	Úvod	9
2	Rozdělení vytápění	9
2.1	Podle umístění zdroje tepla	9
2.1.1	Místní	9
2.1.2	Etážové	9
2.1.3	Ústřední	10
2.1.4	Dálkové	10
2.2	Podle zdroje tepla	11
2.2.1	Kachlová kamna a krby – historický vývoj	11
2.2.2	Plynový kotel	12
2.2.3	Elektrický kotel	12
2.2.4	Kotel na tuhá paliva	13
2.2.5	Kotel na tekutá paliva	14
2.2.6	Tepelné čerpadlo	14
2.2.7	Solární zdroj tepla	16
2.3	Podle způsobu odevzdání tepla	16
2.3.1	Kondukce	16
2.3.2	Konvekce	17
2.3.3	Sálání	17
2.4	Druhy vytápění	17
2.4.1	Otopná tělesa	17
2.4.2	Velkoplošné sálavé vytápění	22
2.4.3	Lokální topidla	24
2.5	Podle teplotního média	25
3	Rekreační objekty	25
3.1	Chaty a chalupy	26
3.2	Hotely a penziony	26
3.3	Příklady postavených rekreačních objektů	26
3.3.1	Horská chata v Beskydech	26
3.3.2	Penzion Stanský mlýn	27
3.3.3	Hotel Fusion v Praze	27
4	Studie řešeného hotelového objektu	27

5	Seznamy	29
5.1	Seznam literatury a zdrojů	29
5.2	Seznam obrázků	32

1 Úvod

Vytápění je činnost, během které je nutné udržovat vnitřní teplotu na takové hodnotě, aby byla dosažena tepelná pohoda člověka. Dnes se setkáváme s vysokými požadavky nejen ze strany zákazníků, ale i s požadavky vyplývajícími z norem na energetickou náročnost budov. Podle toho se odvíjí i výběr samotného systému vytápění, který bude tyto požadavky splňovat, nebude narušovat životní prostředí a bude šetřit finance. Více roste zájem investorů o alternativní zdroje energie než o častěji používanou elektrickou energii, zemní plyn či uhlí.

Proto jsem se v rámci teoretické části bakalářské práce rozhodla rozebrat jednotlivé druhy vytápění a jejich využití v rekreačních objektech.

2 Rozdělení vytápění

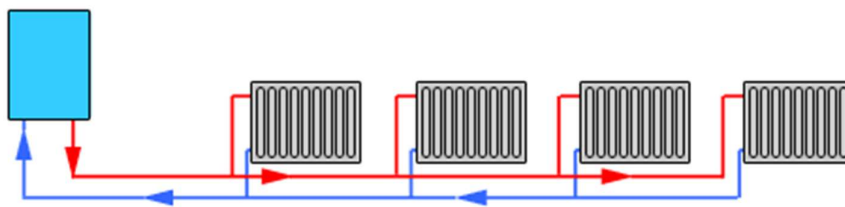
2.1 Podle umístění zdroje tepla

2.1.1 Místní

Zdroj tepla je přímo ve vytápěné místnosti. Je jedním z nejjednodušších a často nejvhodnějších systémů vytápění jedné či více místností. S tímto způsobem vytápění se můžeme nejčastěji setkat v menších objektech jako jsou rekreační chaty, historické objekty, objekty pod památkovou ochranou nebo tam, kde nejsou zavedeny inženýrské sítě. Za místní topidla považujeme například krby, kamna a přímotopy, viz samostatná kapitola 2.4.3. Obsluha místního vytápění není náročná, je vcelku levná na pořízení, ale zato má nákladný provoz. [1]

2.1.2 Etážové

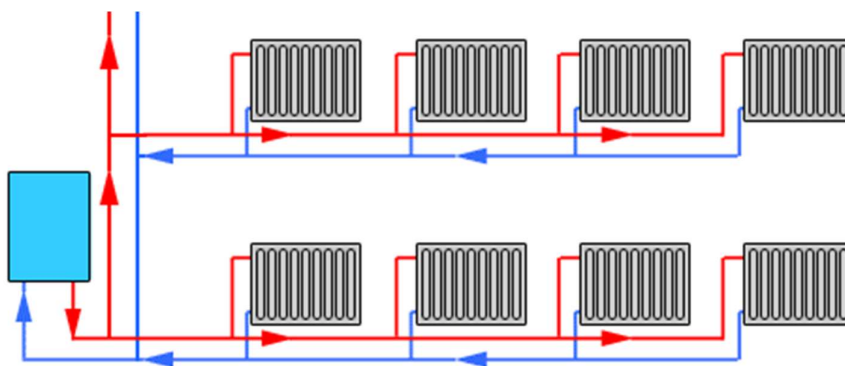
Většinou užíváno na vytápění jednoho poschodí. Kotel (zdroj tepla) je umístěn spolu s otopnými tělesy v jedné rovině. Zdroj tepla se nachází mimo obývané místnosti a tím zamezuje jejich znečištění. Díky vhodnému návrhu je tento systém vytápění velmi efektivní v období topné sezóny. Má nízké tepelné ztráty, snadnou regulaci tepla a sám spotřebitel si určuje požadovanou teplotu v místnostech. [1]



Obr. 1 Etážové vytápění [1]

2.1.3 Ústřední

Kotel nebo jiný zdroj tepla je umístěn mimo vytápěnou místnost, většinou má svoji vlastní, která se nachází ve sklepě nebo v prvním nadzemním podlaží. Teplo je distribuováno skrz celý několikapatrový objekt teplovodními stoupačkami do otopných těles. Přenos tepla probíhá vyzařováním a konvekcí. Tento systém vytápění je vhodný pro objekty s jediným vlastníkem. Servis probíhá centrálně v kotelně a tím neobtěžuje obyvatele objektu. Tento systém má též malé tepelné ztráty, avšak složitější regulaci tepla pro vzdálenější otopná tělesa. Velkou nevýhodou je čerpání tepla bez ohledu na ostatní obyvatele a při poruše odstavení celé větve. [1]



Obr. 2 Ústřední vytápění [1]

2.1.4 Dálkové

Zdroj tepla je umístěn mimo vytápěnou budovu. S takovým systémem se můžeme setkat na sídlištích, mezi řadovými domky, ve školách, nemocnicích a rekreačních zařízeních. Úspora nákladů za provoz mnoha topidel a jejich následné obsluhy je jednou z výhod, avšak velmi

velkou nevýhodou jsou vysoké tepelné ztráty při transportu tepla na několikakilometrové vzdálenosti. Ve speciálně zřízených objektech jako jsou například teplárny, se nachází více zdrojů tepla a do provozu se uvádí určitý počet dle aktuální venkovní teploty. [1]

2.2 Podle zdroje tepla

2.2.1 Kachlová kamna a krby – historický vývoj

Historický původ zdroje tepla pochází ze dřeva, či dřevěného uhlí, které si předci byli schopni už v prehistorické době sami vyrobit.

Římané vařili na otevřených topeništích bez odvodu kouře, který se hromadil v dané místnosti anebo k jeho odvodu byl využit otvor ve střeše. V pozdější době však umístili do kuchyní kouřící ohniště. Do obytných prostor byly pak umístěny tzv. pánve na oheň. Pánve byly velmi hojně využívány, jak mezi Římany, Řeky, Feničany, ale i například mezi Číňany a Japonci. V pánvích se topilo dřevěným uhlím a některé pánve dosahovaly až průměru 2 m. Další vývoj nastal tehdy, kdy dno pánve bylo opatřeno otvory a vzduch mohl proudit skrz, zlepšilo se spalování a vznikl první rošt. Nad pánev se umístil dýmník, který vyústil v podkroví a různými otvory se vzduch dostával ven z objektu.

Dalším vývojovým krokem bylo zhotovení železné válcovité nádoby s perforovaným dnem, tím vznikla první kamna a topilo se v nich nově objeveným černým uhlím. Vršek nádoby byl spojen s kouřovodem ústícím do půdních prostor. Tam byla postavena věžovitá nástavba vyčnívající nad střechu, ze které se později vyvinul komín.

V Anglii došlo ke spojení otevřených ohnišť s komínem, a tak vznikly první krby. Krby byly používány v celé Evropě, bohužel si je však mohla dovolit pouze bohatší vrstva obyvatel. Chudší vrstva obyvatel využívala otevřená topeniště vyrobená z hlíny, ze kterých se později vyvinuly kachlové pece.

Během rozvoje dolování uhlí se začaly také rozvíjet různé typy kamen, například ocelová a kachlová. Největší rozmach zaznamenaly v 18. a 19. století kachlová kamna, obsahující ocelovou vložku, mající válcovitý tvar a nejčastěji nacházející se na zámcích, kde byla obsluhována z chodby. [2]

2.2.2 Plynový kotel

V nynější době existují tři druhy plynů, kterými se topí. První z nich je zemní plyn, dále pak propan-butan a propan. Ve 20. století se u nás používal svítiplyn, který byl postupně nahrazován elektřinou nebo zemním plynem a jeho výměna za bezpečnější variantu skončila v roce 1996.

Plynový kotel funguje na principu spalování plynných paliv, při kterém dochází k produkci tepla a ohřevu teplonosné látky. Plynový kotel je rovněž jedním z úsporných typů vytápění a ohřívání vody. Plyn spadá mezi nejvýhřejší paliva a také k ekologickému a efektivnímu způsobu vytápění.

Plynový kotel oplývá mnoha výhodami, například během spalování nevznikají žádné nespálené částice nebo nebezpečné sloučeniny, jeho emise jsou zanedbatelné, má vysokou účinnost a při použití zemního plynu odpadá nutnost skladovat palivo. Mezi jeho nevýhody patří vyšší pořizovací cena, omezenost pohybu na pozemku z důvodu ochranné zóny a samostatného zásobníku na propan nebo propan-butan, každoroční čištění a revize kotle, dostatečný přívod vzduchu a odvod spalin do komína, který musí taktéž podléhat pravidelným kontrolám. [3] [4] [5]

2.2.3 Elektrický kotel

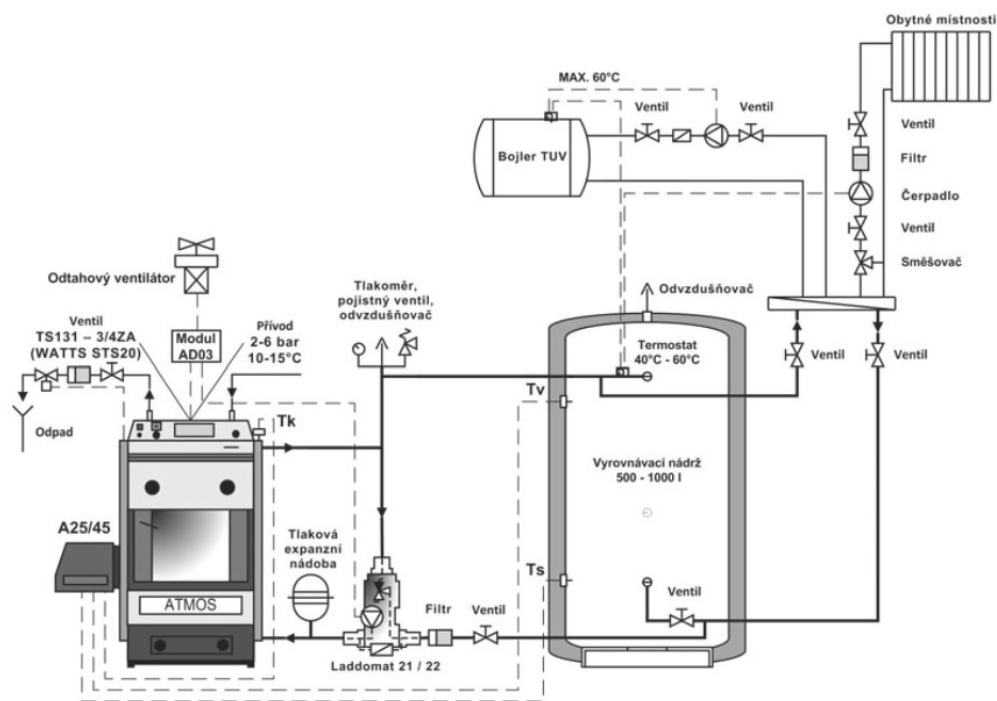
Vyrábí se jako menší závěsné zařízení ve výkonech 4 kW – 60 kW a je napojen na trojfázové vedení. Jeho provoz je možný pouze po schválení příslušným elektrozávodem. K otopnému systému ho lze napojit s přímým, akumulacním nebo smíšeným ohřevem topné vody. Pro přímotopný způsob se dodávka energie rovná odběru tepla. Během akumulacního ohřevu se za snížené sazby energie kotel nabíjí, což znamená, že ohřívá topnou vodu v akumulacní nádrži. V soustavě topné vody požaduje oběhové čerpadlo, naštěstí většina elektrokotlů se s ním a zároveň s tlakovým spínačem již dodává.

Z důvodu vysokých nákladů se elektrokotel používá spíše v objektech, které nemají tak vysokou tepelnou ztrátu, případně jako druhý zdroj tepla ke kotli na tuhé palivo nebo k obnovitelnému zdroji energie jako je tepelné čerpadlo či solární energie. Mezi jeho přednosti patří zejména ekologičnost, neboť při provozu elektrokotle nevznikají žádné nebezpečné plyny. S tím se pojí i minimální nároky na jeho obsluhu, jelikož nepotřebuje žádný komín pro odvod spalin. Jednou z dalších jeho předností je velmi vysoká účinnost, a to až 99 %. [3] [6]

2.2.4 Kotel na tuhá paliva

Jeden z klasických kotlů na vytápění s nízkou pořizovací cenou a velkým množstvím paliv, kterými můžeme topit. Mezi tyto paliva spadá dřevo, uhlí, biomasa, či další různé kombinace. Můžeme mít kotel automatický, který je úspornější, ale potřebuje přívod elektřiny nebo kotel s ručním přikládáním paliva. Starší kotle produkují více odpadních látek oproti těm novějším, které spalují palivo s malým množstvím popela a produkují méně zplodin. Jeho velkou nevýhodou je, že musí být umístěn v samostatné místnosti, v kotelně. Kotelna musí být větraná přirozeně nebo přetlakově, aby nedošlo k akumulaci škodlivin uvnitř objektu.

Z důvodu životnosti kotle by teplota vratné vody neměla spadnout pod 65 °C, pokud by se tak stalo, mohlo by se zvýšit množství kondenzujících dehtů a kyselin. Abychom se tomuto problému vyvarovali, je nutné zřídit kotlový okruh s čerpadlem a napojit se na systém přes čtyřcestný směšovací ventil nebo využít zařízení zvané Laddomat. [3] [7]



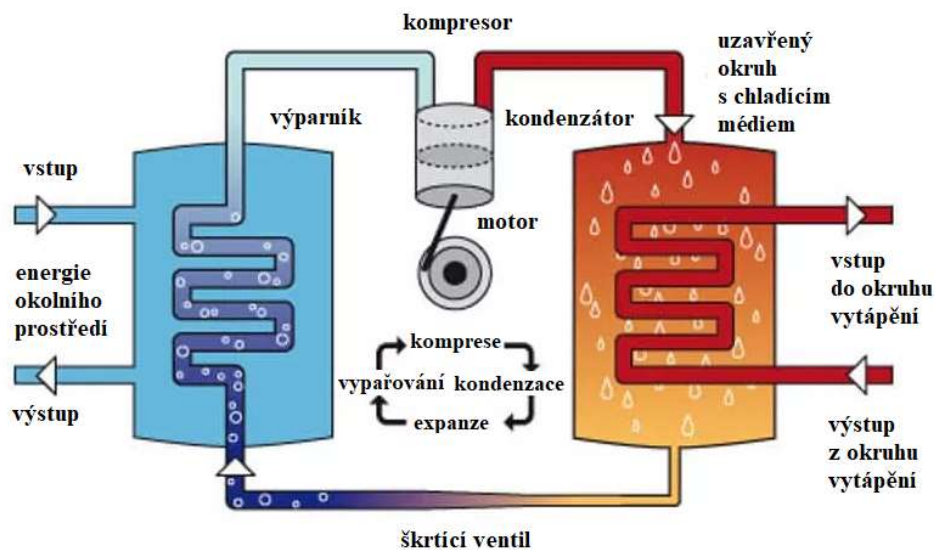
Obr. 3 Schéma zapojení kotelny s Laddomat 21/22 [8]

2.2.5 Kotel na tekutá paliva

Používají se na těžko dostupných místech, kam by bylo těžké dopravit jiný typ paliva nebo tam, kde se nevyplatí výstavba inženýrských sítí. Palivem může být lehký topný olej jako jsou deriváty ropy nebo nafta samotná. Topení naftou je u nás velmi výjimečné. Značnou nevýhodou jsou vyšší pořizovací náklady a hrozba výbuchu výparů při nedodržení podmínek skladování paliva. Na druhou stranu výhodou je možnost regulovat topení bez zásahu obsluhy, relativně levný provoz a vysoká výhřevnost. [17]

2.2.6 Tepelné čerpadlo

Tepelné čerpadlo převádí přírodní teplo na teplo, které je vhodné pro vytápění, ohřev vody nebo pro větrání. Přírodní teplo neboli nízkopotenciální teplo je obnovitelný ekologický zdroj, který se nachází v přírodě. Může být obsaženo v zemi, v podzemní i povrchové vodě nebo v okolním vzduchu. [3]



Obr. 4 Princip tepelného čerpadla [25]

2.2.6.1 Voda/voda

Tento způsob použití tepelného čerpadla není v našich podmínkách úplně obvyklý, jelikož se u nás nenachází tolik vhodných lokalit s trvalým a dostatečně vydatným zdrojem podzemní vody. Teplo se odebírá v podzemní nebo povrchové vodě a je nutné mít maximální vzdálenost 15 m od tepelného čerpadla. Voda musí vykazovat potřebnou čistotu a vhodné

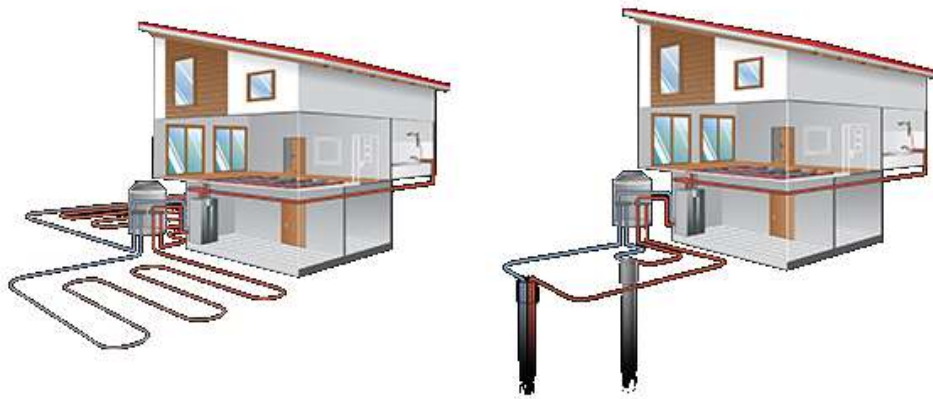
složení. Nejčastěji je využívána voda podzemní neboli studniční. Součástí tohoto principu jsou dvě studny, jedna odběrová a druhá vsakovací. Minimální teplota odebírané vody je 8 °C a po odebrání tepla se musí vypouštět zpět do přírody v dostatečné vzdálenosti od studny odběrové do studny vsakovací, nejlépe ve směru toku podzemních vod, aby byla schopna se dohřát a mohla být znovu použita ve studně odběrové. [3]

2.2.6.2 Vzduch/voda

Zdrojem tepla je okolní vzduch, který je neomezený a nejpřístupnější, jeho přívod zajišťuje nemrznoucí kapalina nebo voda. Nevýhodou je velká proměnlivost teploty vzduchu, která ovlivňuje nejen samotné tepelné čerpadlo, ale i topný faktor. Efektivně lze tento typ čerpadla využít při teplotách větších než -15 °C. Nízkopotenciální teplo je odebíráno ze vzduchu za pomoci výparníku. Vzduch je do výparníku vháněn ventilátorem, přičemž samotný výparník je umístěn volně v prostoru. Při poklesu teploty vzduchu na přibližně 7 °C se objevují komplikace způsobené kondenzací vzdušné vlhkosti a následným namrzáním výparníku. Tento proces se dá zvrátit reverzací funkce tepelného čerpadla nebo elektrickým ohřevem a následným odvodem kondenzátu. [3]

2.2.6.3 Země/voda

Využití geotermálního tepla nebo tepla ze země a vody, které bylo naakumulované vlivem slunečního záření. Uzavřený okruh pro odběr tepla se nazývá kolektor, skládající se z polyethylenových nebo měděných trubek umístěných pod povrchem země. V potrubí se nachází teplotonosná kapalina, směs vody a nemrznoucí kapaliny, která se v zemi ohřeje a ochladí na výparníku. Pro horizontální kolektor potřebujeme velký pozemek a trubky se ukládají do hloubky 1,2 až 2 m a zároveň minimálně 2 m od základů domu z důvodu promrzání zeminy. Pokud nevlastníme velký pozemek, můžeme kolektor uložit do vertikálních vrtů, které dosahují hloubky až 150 m. Tepelné čerpadlo země/voda je nejtišší ze všech typů a je schopné nejen vytápět a ohřívat vodu, ale i chladit. [3] [16]



Obr. 5 Vlevo tepelné čerpadlo typu země-voda s plošnými kolektory a vpravo se zemním vrtem [16]

2.2.6.4 Vzduch/vzduch

Nejčastěji využívané v rodinných domech nebo menších provozech pro větrání. Snižuje energetickou náročnost objektu a zajišťuje nucené větrání. V místě křížení přívodního vzduchu s vratným je rekuperátor, který předává teplo čerstvému studenému vzduchu. V řadě za rekuperátorem je na přívodu kondenzátor a na odvodu výparník. Pokud přiváděný vzduch nemá dostatečnou teplotu, spustí se čerpadlo, které ochlazuje vratný vzduch a teplem z kompresoru dohřívá vzduch čerstvý. [3]

2.2.7 Solární zdroj tepla

Nevyčerpatelný zdroj tepla ze sluneční energie má v České republice vcelku vhodné podmínky. Největší význam má v období od dubna do října. Za rok dopadne na 1 m² plochy 800 až 1250 kWh energie. Solární soustavy, které se používají pro sběr sluneční energie jsou ekologická a velmi hospodárná zařízení. Tyto soustavy jsou plněny nemrznoucí směsí pro celoroční provoz a nejčastěji jsou využívány jako podpůrný systém pro vytápění nebo ohřev teplé vody. [3]

2.3 Podle způsobu odevzdání tepla

2.3.1 Konduktce

Jinak řečeno vedení. Probíhá v pevném skupenství při srážení molekul. Tepelná energie se šíří z oblasti s vyšší kinetickou energií do oblasti s nižší kinetickou energií. K vedení dochází

dotykem a je nejčastějším způsobem přenosu tepla. Vedení tepla závisí na mnoha faktorech, na teplotním spádu, délce dráhy přenosu tepla, průřezu materiálu a na fyzikálních vlastnostech materiálu. [18]

2.3.2 Konvekce

Konvekce neboli proudění funguje na principu ohřevu tekutiny, vzduchu nebo vody, která proudí od zdroje s obsaženou tepelnou energií. Tekutina – její molekuly, se při ohřátí rozpínají, ztrácí hustotu, okolní horký vzduch stoupá a žene hustší chladnější vzduch dolů. [18]

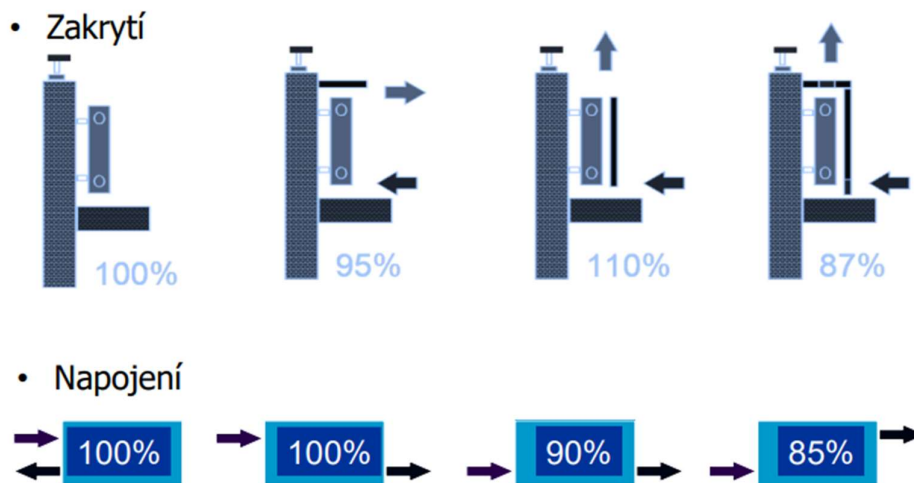
2.3.3 Sálání

Probíhá ve všech třech skupenstvích, i ve vakuu. Čím teplejší těleso máme, tím více tepla vyzařuje. K tomuto přenosu tepla dochází vyzařováním elektromagnetických vln, které unášejí tepelnou energii od tělesa pryč. Množství energie předávané sáláním se řídí Stefan-Boltzmannovým zákonem. [18]

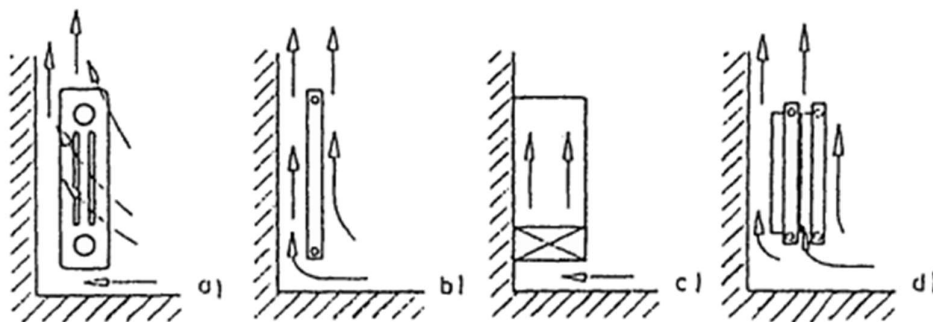
2.4 Druhy vytápění

2.4.1 Otopná tělesa

Otopná tělesa jsou otopné plochy, které se přímo nachází v místnostech objektu. Jsou rozmístěny tak, aby byly schopny pokrýt tepelnou ztrátu dané místnosti. Samotné otopné těleso vydává teplo a ohřívá tím jeho okolní vzduch. Při umístění do objektu řešíme faktory, které ovlivňují výkon tělesa – zakrytí a napojení tělesa.



Obr. 6 Faktory ovlivňující výkon tělesa [10]



Obr. 7 Formy proudění vzduchu u otopných těles typů [2]

- Proudění mezi články s velkoplošným natékáním vzduchu (ocelová, litinová a článková otopná tělesa)
- Proudění otevřenou šachtou mezi otopným tělesem a obvodovou konstrukcí s volnou konvekcí na přední straně tělesa (jednoduchá desková otopná tělesa)
- Proudění uzavřenou šachtou s proudem nasávaným od podlahy (konvektory)
- Kombinované proudění – kombinace všech předchozích

2.4.1.1 Článeková otopná tělesa

Nazývají se tak tělesa, která jsou složena z článků, vyrobených z různých materiálů jako je například ocelový plech, litina a slitiny hliníku. Abychom dali vzniku článkovému tělesu, je třeba ho smontovat dohromady za pomoci závitových vsuvek, svařením či lisováním. Tím zajistíme propojení horní a dolní komory, kterou protéká topné médium, obvykle voda. Články jsou dutá žebra s co největší plochou zaručující maximální přesun tepla sáláním. Zároveň

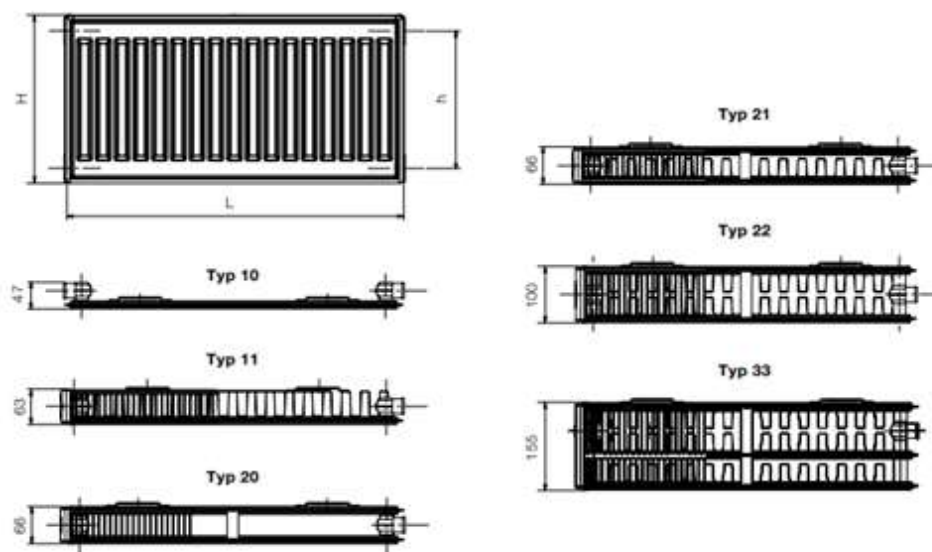
dochází i k ohřevu vzduchu mezi články samotnými. Tento typ otopného tělesa má vysokou účinnost, dlouhou životnost a zajišťuje dobrou cirkulaci teplého vzduchu. Jedná se také o velmi robustní konstrukci, která má vysoký podíl vnitřního objemu. Nejlepší umístění článkového tělesa je pod okny, minimálně 10 cm nad podlahou a 10 cm pod parapetem. [2] [8] [9]



Obr. 8 Ilustrační foto článkového otopného tělesa [10]

2.4.1.2 Desková otopná tělesa

Dnes spadají mezi nejčastěji používané typy otopných těles. Označujeme tak otopná tělesa s hladkou souvislou deskou, někdy i se zvlněnou kvůli dosažení větší výhřevné plochy. Součástí tohoto tělesa může být i více desek, nejčastěji dvou až tří, kterými protéká otopné médium. Tyto desky jsou spojeny teplovzdušnou komorou. Čím více desek otopné těleso obsahuje, tím rychleji vytopí místnost. Stejně jako článková otopná tělesa musí být i desková umístěna minimálně 10 cm nad podlahou, 10 cm pod parapetem a rovněž dosahují nejlepší účinnosti při umístění pod okny. Snadno se montují, jsou nenápadná, jednoduše se čistí a díky malé tepelné kapacitě se rychle ohřejí. Z hlediska prevence úrazů patří desková otopná tělesa mezi bezpečná, neboť jsou jejich veškeré ostré hrany zakryty. [2] [9]

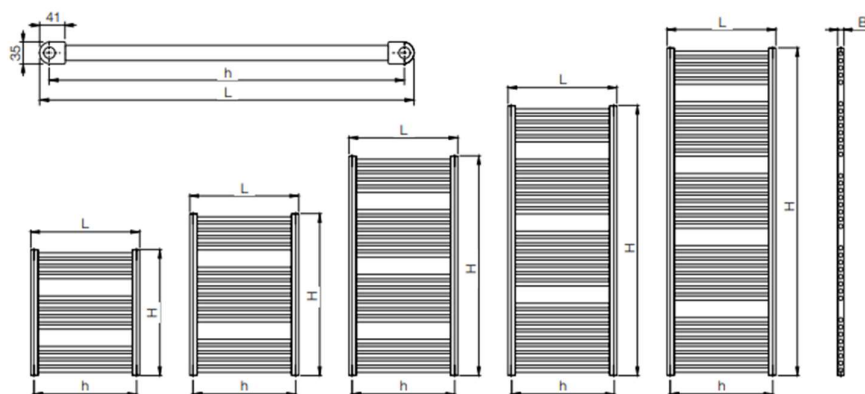


Obr. 9 Ilustrační foto deskového otopného tělesa a jeho možných typů [11]

2.4.1.3 Trubková otopná tělesa

Trubková otopná tělesa, jak jejich název naznačuje, se skládají ze systému trubek kruhových, čtvercových nebo obdélníkových, které spojují rozvodné a sběrné komory. Boční svislá komora plní úlohu rozdělovače a druhá sběrače. Vývod pro připojení bývá možný ve všech rozích samotného tělesa, což umožňuje více způsobů připojení. Dělí se uspořádáním trubek do tří hlavních kategorií: trubky ve tvaru meandru, registr s vodorovnými trubkami a registr se svislými trubkami.

Nejčastější umístění je v koupelnách, kde je těleso využíváno k vysoušení ručníků nebo v místech, kde nedochází k přirozené cirkulaci teplého vzduchu. Jejich účinnost není tak vysoká, jsou však vhodná jako doplňková tělesa pro zvýšení teploty v místnostech a pro vytopení místností v libovolné denní době nezávisle na zbytku objektu. [2] [9]



Obr. 10 Ilustrační foto variant trubkových otopných těles [12]

2.4.1.4 Konvektory

Konvektory jsou otopná tělesa, která sdílí teplo konvekcí, což znamená, že při jejich použití dochází k proudění ohřátého vzduchu, který svou cirkulací rychle ohřeje vzduch v místnosti. Cirkulace vzduchu probíhá tak, že se vzduch v konvektoru prudce ohřeje a následně dochází k jeho rozpínání a vzlínání skrz mřížku směrem ke stropu. Během cesty teplý vzduch chladne a zároveň tlačí studený vzduch dolů, který je následně opět nasáván mřížkou. Pro zvýšení cirkulace vzduchu jsou některé konvektory vybaveny ventilátorem. Existuje více druhů konvektorů, například skříňové, soklové či zapuštěné. Dělí se rovněž dle principu ohřevu na teplovzdušné a teplovodní. Jejich výhodou je vysoká účinnost, nízká spotřeba energie, rychlý a rovnoměrný ohřev místnosti. Zároveň jsou vhodné do místností s francouzskými okny, neboť tolik nenarušují interiér. [2] [13]



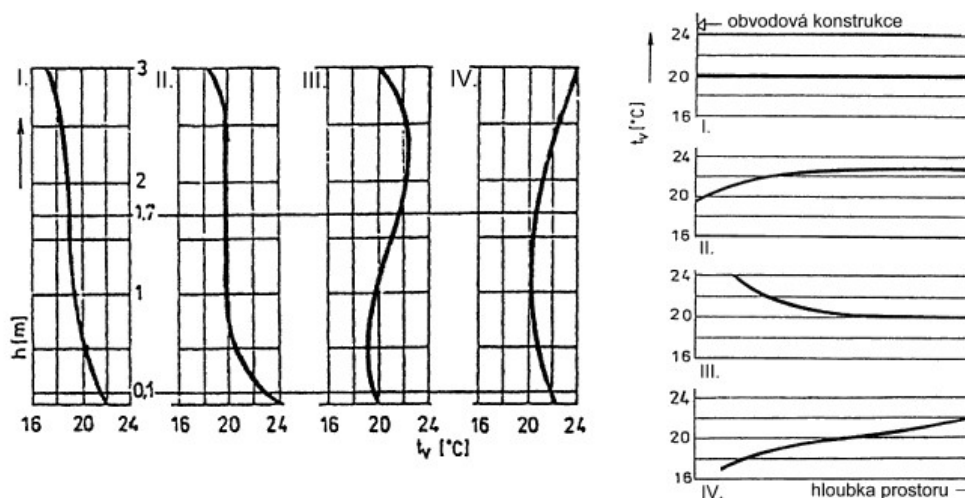
Obr. 11 Ilustrační foto podlahového konvektoru [13]

2.4.2 Velkoplošné sálavé vytápění

Jak již jeho název napovídá, využívá velkých ploch k přenosu tepla sáláním. Sálavá plocha může být součástí konstrukce nebo se v objektu nachází jako samostatná plocha. Různé typy sálavých ploch disponují odlišnou povrchovou teplotou, teplonosnou látkou a odlišným konstrukčním řešením. Otopná plocha je zahřívána teplou vodou, teplým vzduchem nebo elektricky. Podíl tepelného toku je nejvyšší u stropního vytápění a to přibližně 80 %, u stěnového pak 65 % a podlahového 55 %. [14]

2.4.2.1 Podlahové vytápění

Rozlišujeme dva typy podlahového vytápění: teplovodní a elektrické. Povrchová teplota podlahového vytápění se pohybuje v rozmezí 25 až 34 °C. Pro osoby dlouhodobě sedící se doporučuje optimální teplota podlahy 25 °C, pro osoby chodící teplota 23 °C a průměrná teplota podlahy by neměla překročit 29 °C. Zároveň se snažíme dosáhnout takových poměrů, při nichž člověk nepocituje ani chlad, ani přílišné teplo. Při návrhu podlahového vytápění je nutné promyslet skladbu podlahy a její finální vrstvu tak, aby vedla dobře teplo. Nespornou výhodou podlahového vytápění je výsledné rovnoměrné rozložení teploty v místnosti. [14]



Obr. 12 Vertikální průběh (vlevo) a horizontální (vpravo) teploty vzduchu ve vytápěné místnosti při jejím způsobu vytápění I. Ideální stav, II. Podlahové, III. Článekové OT, IV. Stropní [14]

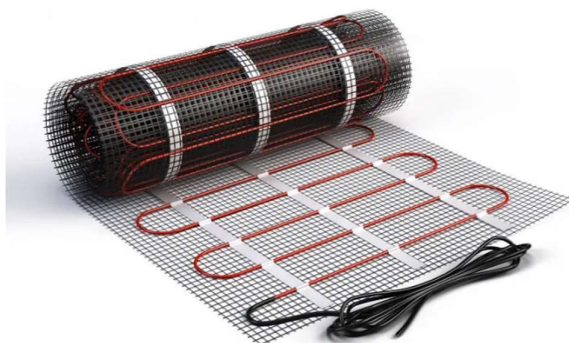
Pro teplovodní podlahové vytápění existuje více způsobů vytvoření otopné plochy. Z důvodu vyššího výkonu a jednodušší montáže jsou nejčastěji využívány tzv. mokré systémy. Teplota přívodní vody se v těchto případech pohybuje v rozmezí 35–55 °C. Potrubí pro mokrý systém je ukládáno do hloubky 4 až 5 cm a je zalito anhydridem nebo betonem o tloušťce 5 až

6 cm. Naproti tomu se suché systémy využívají na místech, kde potřebujeme pouze temperovat, kde je nutná nižší hmotnost stropu a kde se požaduje nízká konstrukční výška. Teplota vody v suchém systému se pohybuje mezi 40–70 °C a má menší tepelný výkon. [14]



Obr. 13 Ilustrační fotografie podlahového vytápění mokrým systémem [19]

Princip elektrického podlahového vytápění spočívá v ohřevu v podlaze zabudovaných vytápěcích kabelů, rohoží či fólií pomocí napojení na elektrickou síť. Na rozdíl od teplovodního je nákladnější na provoz, zato má delší životnost. [14] [15]

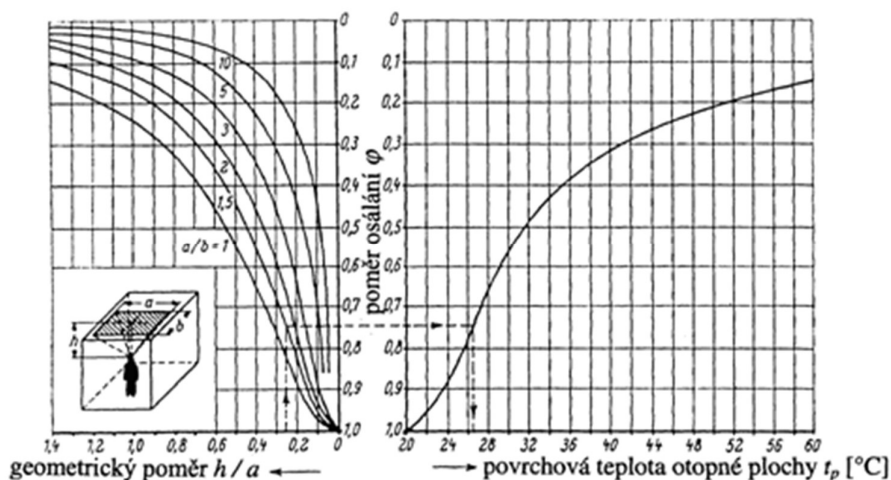


Obr. 14 Elektrická podlahová rohož [15]

2.4.2.2 Stropní panely

Stropní vytápění má více možností provedení. Můžeme soustavu trubek zalít do stropu, otopná plocha může být tvořena lamelami, sálavými panely a pásy nebo namontovaná v dutém podhledu. Povrchová teplota stropních panelů musí korespondovat s tepelnou pohodou člověka

a neměla by překročit 200 W/m^2 v oblasti temene hlavy. Jejich převážná montáž se realizuje u průmyslových staveb. Stropní panely jsou skvělou možností jak pro vytápění v chladných obdobích, tak pro chlazení v letních měsících. Pozor si musíme dát při chlazení, aby povrchová teplota chladicí plochy byla větší než teplota rosného bodu vzduchu proudícího kolem. [14]



Obr. 15 Přípustná povrchová teplota stropu pro různé výšky při teplotě vzduchu 20 °C [14]

2.4.2.3 Stěnové panely

Otopné potrubí se ukládá na stěnu pod omítku a může mít podstatně větší teplotní spád než topení podlahové. Na stěnu je aplikováno ve formě suchého i mokrého systému. Pro zděné stavby a rekonstrukce se spíše hodí mokrý systém. Suchý systém je vhodnější pro montované a nízkoenergetické domy. Při návrhu je doporučení montovat nejspodnější horizontální trubku minimálně 10 cm od podlahy a nejvýše umístěná horizontální trubka by měla lemovat horní hranu okna. V rozích by oblouky měly být vzdáleny minimálně 15 cm od kolmé stěny. [14]

2.4.3 Lokální topidla

Lokální topidla jsou určena k přímému vytápění místností. Existují topidla na plynná paliva, pevná paliva a elektrickou energii. Svým výkonem odpovídá tepelné ztrátě místnosti. Uplatnění nacházíme spíše v objektech s občasným užíváním jako jsou například chaty a chalupy.

2.4.3.1 Krby a krbová kamna

V současné době jsou krby a krbová kamna využívány jako doplňkový zdroj tepla, který zlepšuje estetiku dané místnosti. Zajišťují rychlou dodávku tepla, avšak po vyhasnutí rychle chladnou z důvodu malé akumulační schopnosti. Vhodným palivem je dřevo, brikety, pelety

a biomasa. Odvod spalin je zajištěn komínem. Do této podkategorie spadají sporáky i kachlová kamna. Ty díky své velké tepelné setrvačnosti hřejí poměrně dlouho i po vyhasnutí, ale trvá jim delší dobu se nahřát. [3]

2.4.3.2 Přímotopy

Použití přímotopů je vhodné pro okamžité vytopení místností. Elektrické přímotopy jsou kompaktní a výhodou je jejich možný snadný přenos do místnosti jiné. Mezi úsporné přímotopy spadají i infrazářiče. Dále pak existují i přímotopy bez možnosti přenosu, a to různé typy akumulčních kamen a krbů. [3]



Obr. 16 Přenosný elektronický přímotop (vlevo) [26], elektrická akumulční kamna (vpravo) [27]

2.5 Podle teplotního média

Teplotním médiem se nazývá látka, která je schopna přenášet a předávat teplo. Pro dálkové vytápění je zpravidla využívána pára nebo horká voda. Místní, etážové a ústřední vytápění využívá horkou vodu nebo vzduch. U zemního kolektoru je jako teplotní médium použita nemrznoucí směs. [20]

3 Rekreační objekty

Rekreační objekty jsou objekty, které slouží k rekreačním účelům. Mohou být dvojího typu. První z nich zahrnuje stavby určené pro individuální rekreaci, k čemuž jsou využívány vlastní chaty nebo chalupy. Druhým typem jsou objekty pro více rekreačních ve stejném časovém období – například hotely a penziony.

3.1 Chaty a chalupy

Vytápění chat a chalup bylo dříve realizováno krbem, kamny nebo kotlem na tuhá paliva. V dnešní době je doporučováno vytápět elektrokotlem a nechat daný objekt temperovat na 5 až 10 °C, což moderní elektrokotle zvládnou udržovat automaticky. Nejnovější kotle se ovládají za pomoci SMS a můžeme tak přijet rovnou do již vytopeného objektu. Pro menší objekty postačí elektrokotel jako jediný zdroj, pro větší je elektrokotel jako zdroj doplňkový. [21]

Avšak různým možným návrhům se meze nekladou, vždy je potřeba zvolit vhodné řešení, závisící například na lokalitě vytápěného objektu, dostupnosti inženýrských sítí a finančních prostředcích spotřebitele.

3.2 Hotely a penziony

Jak již bylo řečeno v předchozí kapitole, tak i pro hotely a penziony existuje nepřehledné množství způsobů vytápění. Při volbě typu vytápění je nejdůležitějším krokem stanovení vlastních preferencí, dle kterých se vybere výsledný návrh. Celkové náklady na vytápění bývají jednou z největších položek v rozpočtu. Zároveň je nutné klást důraz na pohodlí budoucích hostů a na možnosti stavby samotné.

Pro hotely a penziony se nabízí levné a energeticky úsporné řešení například ve formě infrapanelů. Tyto panely jsou napájeny elektrickou energií, tudíž není potřeba budovat žádný komín ani zajišťovat přípojku do objektu. Avšak jejich nevýhodou může být nadměrně dlouhá doba ohřevu vzduchu v místnosti. Nejdříve se musí ohřát samotný panel na vyšší teplotu než vzduch a až posléze se začne ohřívat vzduch samotný. [22]

Nejčastějšími zdroji vytápění jsou stále plynový kotel, kotel na tuhá paliva a elektrokotel. V horských oblastech, kde nejsou natažené inženýrské sítě pro připojení plynu, je velmi často užíván uhelný kotel. Samozřejmě doba a dopad na životní prostředí nás nutí používat ekologičtější způsoby vytápění, zejména tepelná čerpadla nebo solární panely. Ty bývají vždy vhodnou volbou jako doplňkový zdroj tepelné energie. [23]

3.3 Příklady postavených rekreačních objektů

3.3.1 Horská chata v Beskydech

Jakožto vysokohorská chata, kde se udržuje delší dobu sních, potřebuje úsporné vytápění. Její kapacita činí 20 lůžek s rozlohou 450 m². Je vytápěna systémem tepelného čerpadla,

kterému dostačuje příkon 3 kW při venkovní teplotě 5 °C. Použité čerpadlo má v sobě zabudovaný desuperheater, který zajišťuje efektivní ohřev vody až na 65 °C. Cenově tento typ vytápění vychází přibližně na 20 000 – 30 000 Kč za rok. Obdobný typ chaty s elektrickým vytápěním může vyjít až na 200 000 Kč ročně. [23]

3.3.2 Penzion Stanský mlýn

Z ekologických i finančních důvodů penzion přestal topit dřevem. Dřevoplynový kotel byl náročný i z hlediska obsluhy, protože se topilo dřevem. Jeho roční spotřeba činila 70 m³. Díky instalaci tepelného čerpadla se penzion dostal do ekonomické smyčky, kdy sice čerpadlo jede na plný výkon, avšak zvládá celý objekt vytopit. Pokud by bylo nutné, je zde možnost použití druhého čerpadla. [23]

3.3.3 Hotel Fusion v Praze

Pro hotel v centru hlavního města nemá smysl instalovat tepelné čerpadlo, proto byl zvolen systém plynových kotlů. Při výběru systému vytápění byl totiž kladen důraz na hluk, emise i finanční prostředky spotřebitele. V dnešních době se snažíme dosáhnout co nejmenšího dopadu na životní prostředí, a proto má v sobě nainstalovaný kotel zabudované monitorování spalín. [24]

4 Studie řešeného hotelového objektu

Řešený hotel je situován v podhorské oblasti u města Trutnov. Jedná se o tříhvězdičkový hotel s kapacitou 34 lůžek a s restaurací určenou pouze pro zákazníky a personál hotelu. Restaurace funguje v provozu snídaně – obědy – večeře.

Hotel má 3 nadzemní podlaží. V prvním podlaží se nachází zázemí pro zaměstnance hotelu, recepce, kancelář, úschovna zavazadel a jiné prostory viz výkresová dokumentace. Největší plochu prvního podlaží zabírá restaurace a s tím spojená kuchyň, umývárna nádobí a sklady potravin. Ve druhém a třetím podlaží se nachází jednotlivé pokoje. Pokoje jsou rozděleny na jednolůžkové, dvoulůžkové, apartmá pro 2+2 osoby a pokoj pro ZTP.

V důsledku války na Ukrajině došlo během krátkého období ke zvýšení cen elektřiny a plynu. Kvůli nejisté situaci na trhu s energiemi a dalšímu možnému růstu cen bylo zvoleno vytápění objektu pomocí kotle na pelety.

Původní návrh vytápění hotelu měl obsahovat stropní panely, desková a trubková otopná tělesa. Avšak z důvodu odlišného teplotního spádu, tudíž potřeby vlastního okruhu jak pro stropní panely, tak pro desková a trubková otopná tělesa, byl zamítnut. Varianta se stropními panely byla zvažovaná kvůli možnosti nejen vytápění, ale i chlazení v letním období. Aktuální návrh obsahuje pouze desková otopná tělesa a trubková otopná tělesa v koupelnách, obojí od stejného výrobce Korado.

Spalování biomasy je jedním z ekologických způsobů, jak v dnešní době vytápět. Největší výhoda použití biomasy spočívá v tom, že kotel je schopen si sám přikládat palivo a není tak potřeba, aby byl často obsluhován. Součástí kotle bývá zásobník, který automaticky dávkuje množství pelet do kotle. Na tento automatický kotel je možné získat dotaci ve výši až 130 000 Kč. Hotelová kotelná disponuje automatickým zásobníkem, který musí být kontrolován a doplňován dle úbytku spalování pelet, aby kotel nevyhasl. Volba biomasy byla upřednostněna před tepelným čerpadlem z důvodu možnosti použití vyššího teplotního spádu. [28] [29]

Udává se, že použití biomasy vychází levněji než vytápění elektrinou nebo zemním plynem. Výhodou je možnost nakoupení pelet před otopnou sezónou, kdy bývají zpravidla levnější. V blízkosti hotelu v podhorské oblasti je možné počítat s vybudováním jiného skladovacího místa na pelety, které by pokrylo roční spotřebu. [28]

Vytápění kotlem na pelety nemá mnoho nevýhod. Někdy lze za nevýhodu považovat nutnost zajištění dostatku místa pro skladování pelet. To však v našem případě odpadá. Další nevýhodou mohou být vyšší nároky na údržbu. [28]

5 Seznamy

5.1 Seznam literatury a zdrojů

- [1] Systémy vytápění – Topení topenáři. *Topení – Topení topenáři* [online]. Copyright © 2018 [cit. 19.05.2023]. Dostupné z: <https://www.topeni-topenari.eu/topeni/systemy-vytapeni/>
- [2] BAŠTA, Jiří. *Otopné plochy – otopná tělesa*. 2. přepracované vydání. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2016. ISBN 9788001059432.
- [3] POČINKOVÁ, Marcela a Lea TREUOVÁ. *Vytápění*. Brno: Computer Press, 2011. Stavíme. ISBN 9788025133293.
- [4] *Tzb-info.cz – Vytápíme plynem* [online]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/vytapime-plynem>
- [5] 5 důvodů, proč přejít na vytápění plynem - Plyn.cz. *Plyn.cz - vše co potřebujete vědět v oblasti energetiky - Plyn.cz* [online]. Copyright © 2023 [cit. 18.05.2023]. Dostupné z: <https://www.plyn.cz/proc-prejit-na-vytapeni-plynem>
- [6] *Elektrina.cz - vše co potřebujete vědět v oblasti energetiky a technologií* [online]. Copyright © [cit. 18.05.2023]. Dostupné z: <https://www.elektrina.cz/jak-vybrat-vhodny-elektrokotel>
- [7] Kotle na tuhá – pevná paliva za akční ceny! | TOPENILEVNE.CZ. *Topení, Voda, Plyn, Sanita, Kanalizace, Domácnost | TOPENILEVNE.CZ* [online]. Dostupné z: <https://www.topenilevne.cz/kotle-na-tuha-paliva-c2/>
- [8] Automatické kotle na pelety – ATMOS. *Úvod – ATMOS* [online]. Copyright © 2023 [cit. 18.05.2023]. Dostupné z: <https://www.atmos.eu/produkt/automaticke-kotle-na-pelety/>
- [9] KABELE, Karel. Přednáška č. 7: T1 Úvod do vytápění, přehled systémů, teoretický základ – aplikovaná termokinetika, tepelný komfort. Praha, 2023. Dostupné také z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/?mod=vyuka&kod=125TZ01>
- [10] Otopná tělesa – Topení topenáři. *Topení – Topení topenáři* [online]. Copyright © 2018 [cit. 18.05.2023]. Dostupné z: <https://www.topeni-topenari.eu/topeni/otopna-telesa/>
- [11] FLIP PDF PLUS PRO. *Index of /* [online]. Dostupné z: http://ekatalogy.korado.cz/katalogy/CZ_KATALOGY_ONLINE/CZ_Katalog_RADIK/CZ_Katalog_RADIK.html

- [12] FLIP PDF PLUS PRO. Index of / [online]. Dostupné z: http://ekatalogy.korado.cz/katalogy/CZ_KATALOGY_ONLINE/CZ_katalog%20KORALUX/
- [13] Konvektory – Topení topenáři. *Topení – Topení topenáři* [online]. Copyright © 2018 [cit. 18.05.2023]. Dostupné z: <https://www.topeni-topenari.eu/topeni/otopnatelesa/konvektory/>
- [14] BAŠTA, Jiří. *Velkoplošné sálavé vytápění: podlahové, stěnové a stropní vytápění a chlazení*. Praha: Grada, 2010. Stavitel. ISBN 9788024735245.
- [15] Podlahové topení v bytě – je lepší elektrické či teplovodní? - Mojepodlaha.cz. *Podlahy Praha - mojepodlaha.cz - kvalitní plovoucí podlahy Praha* [online]. Copyright © 2023 MojePodlaha.cz, [cit.19.05.2023]. Dostupné z: <https://www.mojepodlaha.cz/blog/podlahove-topeni-v-byte-je-lepsi-elektricke-ci-teplovodni/>
- [16] Tepelná čerpadla země–voda | alpha-innotec.cz. *Německá tepelná čerpadla | alpha-innotec.cz* [online]. Dostupné z: <https://www.alpha-innotec.cz/tepelna-cerpadla/tepelna-cerpadla-zeme-voda/>
- [17] Kotle na kapalná paliva – Topení topenáři. *Topení – Topení topenáři* [online]. Copyright © 2018 [cit. 19.05.2023]. Dostupné z: <https://www.topeni-topenari.eu/topeni/topidla-klasicka/kotle-na-kapalna-paliva/>
- [18] Jaký je rozdíl mezi přenosem tepla vedením, prouděním a sáláním? - Portál pro strojní konstruktéry. *Portál pro strojní konstruktéry* [online]. Copyright © 2013 [cit. 19.05.2023]. Dostupné z: <https://e-konstrukter.cz/novinka/jaky-je-rozdil-meziprenosem-tepla-vedenim-proudenim-a-salanim>
- [19] Co je to mokré a suché podlahové topení? - KvalitniPodlahovka.cz. Úvodní stránka - KvalitniPodlahovka.cz [online]. Dostupné z: <https://kvalitnipodlahovka.cz/co-je-to-mokre-a-suche-podlahove-topeni/>
- [20] Teoretická část. *ePubli webová knihovna* [online]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/177/02.html>
- [21] Jak zajistit vytápění chat a chalup? - Thermona. *Plynové kondenzační kotle, elektrokotle a kaskádové kotelny – Thermona* [online]. Copyright © 2017 Thermona, spol. s.r.o. [cit. 19.05.2023]. Dostupné z: <https://www.thermona.cz/aktuality/jak-zajistit-vytapeni-chat-a-chalup>
- [22] INFRATOPENÍ | Infrapanely | V bytových domech, penziencech, hotelích. *INFRATOPENÍ | Infrapanely Heatell | Princip sálavého vytápění* [online]. Dostupné z:

- <https://heatwell.cz/princip/vytapeni-infrapanely-penziony-hotely-nemecke-heatwell-popis/>
- [23] Příklady vytápění penzionů, horských chat a hotelů - JakBydlet.cz. *Jak bydlet - časopis o bydlení* [online]. Copyright © 2023 JakBydlet.cz [cit. 19.05.2023]. Dostupné z: https://www.jakbydlet.cz/clanek/541_nejuspornejsi-vytapeni-penzionu-hotelu-a-horskych-chat.aspx
- [24] Jak utratit méně za vytápění a teplou vodu ve vašem hotelu? Najděte energeticky účinné způsoby! | Hoval. (n.d.). Hoval: S odpovědností k energii a životnímu prostředí | Hoval. [online]. Copyright © 2023 [cit. 19.05.2023]. Dostupné z: <https://www.hoval.cz/blog/cz/jak-utratit-mene-za-vytapeni-a-horkou-vodu-ve-vasem-hotelu-najdete-energeticky-ucinne-zpusoby-jak-usetrit-za-horkou-vodu-a-vytapeni?mobile=false>
- [25] Tepelné čerpadlo - jak to funguje? - Informace OZE. Informace OZE – Nejnovější zprávy ze světa ekologie [online]. Copyright © Všechna práva vyhrazena [cit. 20.05.2023]. Dostupné z: <https://informaceoze.cz/tepelne-cerpadlo-jak-to-funguje/>
- [26] Konvektor přímotopný elektrický Fenix CH2000B Turbo 2 000 W. Stavebniny DEK [online]. Copyright © 2023 DEK a.s. [cit. 20.05.2023]. Dostupné z: <https://www.dek.cz/produkty/detail/8500045720-fenix-el-primot-konvektor-ch2000bturbo-2000w>
- [27] Akumulační kamna M 30 AK. Elektro S.M.S. - E-Shop od kabelu po svítidla [online]. Copyright © Copyright ELEKTRO S.M.S., spol s r.o., Všechna práva vyhrazena. [cit. 20.05.2023]. Dostupné z: <https://shop.elektrosms.cz/cs/akumulacni-kamna-m-30-ak-zadny-vyrobce-skl000036364>
- [28] Vytápění biomasou. Na kolik vyjde? Vyplatí se? – Nazeleno.cz. *Nazeleno.cz – Chytrá řešení pro každého* [online]. Copyright © 2018 [cit. 22.05.2023]. Dostupné z: <https://www.nazeleno.cz/vytapeni-biomasou.na-kolik-vyjde-vyplati-se/>
- [29] Kotlíkové dotace 2023 - jaké jsou podmínky a co musíte splnit? | KADRIA. *Kotle na tuhá paliva | KADRIA* [online]. Copyright © Copyrights Kadria s.r.o. [cit. 22.05.2023]. Dostupné z: <https://kadria-kotle.cz/dotace-na-kotle/>

5.2 Seznam obrázků

Obr. 1 Etážové vytápění [1]	10
Obr. 2 Ústřední vytápění [1]	10
Obr. 3 Schéma zapojení kotelny s Laddomat 21/22 [8]	13
Obr. 4 Princip tepelného čerpadla [25]	14
Obr. 5 Vlevo tepelné čerpadlo typu země-voda s plošnými kolektory a vpravo se zemním vrtem [16]	16
Obr. 6 Faktory ovlivňující výkon tělesa [10]	18
Obr. 7 Formy proudění vzduchu u otopných těles typů [2]	18
Obr. 8 Ilustrační foto článkového otopného tělesa [10]	19
Obr. 9 Ilustrační foto deskového otopného tělesa a jeho možných typů [11]	20
Obr. 10 Ilustrační foto variant trubkových otopných těles [12]	21
Obr. 11 Ilustrační foto podlahového konvektoru [13]	21
Obr. 12 Vertikální průběh (vlevo) a horizontální (vpravo) teploty vzduchu ve vytápěné místnosti při jejím způsobu vytápění I. Ideální stav, II. Podlahové, III. Článkové OT, IV. Stropní [14]	22
Obr. 13 Ilustrační fotografie podlahového vytápění mokrým systémem [19]	23
Obr. 14 Elektrická podlahová rohož [15]	23
Obr. 15 Přípustná povrchová teplota stropu pro různé výšky při teplotě vzduchu 20 °C [14]	24
Obr. 16 Přenosný elektronický přímotop (vlevo) [26], elektrická akumulční kamna (vpravo) [27]	25

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

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



**NÁVRH SYSTÉMU VYTÁPĚNÍ
V BUDOVĚ HOTELU**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Výpočtová část

Vypracovala:

Lucie Janoušková

Vedoucí práce:

doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.

2022/2023

OBSAH

Seznam použitých symbolů.....	3
1 Součinitel prostupu tepla.....	5
2 Tepelné ztráty.....	5
2.1 Výsledné hodnoty.....	5
3 Návrh otopných těles.....	6
4 Příprava teplé vody.....	6
4.1 Výpočet přípravy teplé vody – zásobníkový ohřev.....	6
4.2 Potřeba teplé vody za časovou periodu.....	6
4.3 Teoretické teplo pro ohřátí množství V_{2p}	7
4.4 Teplo ztracené při ohřevu a dopravě teplé vody.....	8
4.5 Potřeba tepla odebraného z ohřívače.....	9
4.6 Velikost zásobníku.....	9
5 Tepelná roční bilance.....	12
5.1 Roční potřeba tepla na přípravu teplé vody.....	12
5.2 Roční potřeba tepla na vytápění – denostupňová metoda.....	14
5.3 Celková roční potřeba tepla.....	15
5.4 Roční potřeba paliva.....	15
5.5 Roční náklady na vytápění a přípravu teplé vody.....	16
6 Výpočet výkonu a počet kotlů pro ohřev TV a vytápění.....	16
6.1 Výkon potřebný na vytápění.....	16
6.2 Výkon potřebný pro přípravu teplé vody (pro kontinuální ohřev).....	16
6.3 Výkon potřebný pro úpravu vzduchu $Q_{VET,h}$	16
6.4 Návrh výkonu kotle prováděný na tzv. přípojnou hodnotu.....	17
7 Komín – odvod spalin.....	18
8 Expanzní nádoba.....	18
9 Izolace potrubí.....	19
10 Seznam.....	29
10.1 Seznam zdrojů.....	29
10.2 Seznam obrázků.....	29
10.3 Seznam tabulek.....	30
10.4 Seznam grafů.....	30

Seznam použitých symbolů

U	W/m^2K	součinitel prostupu tepla
R	m^2K/W	tepelný odpor
λ	$W/m.K$	součinitel tepelné vodivosti
d	m	tloušťka konstrukce
f	osoba, jídlo	počet měrných jednotek
V_{2p}	m^3/den	specifická potřeba teplé vody za den
ρ	kg/m^3	hustota
c	$J/kg.K$	měrná tepelná kapacita
t_1	$^{\circ}C$	teplota studené vody
t_2	$^{\circ}C$	teplota teplé vody
z	–	ztráta tepla při ohřevu
E_{2p}	Wh/den	potřeba tepla odebraného z ohříváče
E_{2t}	Wh/den	teoretické teplo pro ohřátí množství V_{2p}
E_{2z}	Wh/den	teplo ztracené při ohřevu a dopravě TV
ΔE_{max}	Wh	max. rozdíl mezi dodanou a potřebnou energií
V_z	m^3	velikost zásobníku
$Q_{TV,d}$	Wh/den	denní potřeba tepla na přípravu TV
$0,8$	–	součinitel zohledňující snížení potřeby TV v létě
t_{svl}	$^{\circ}C$	teplota studené vody v létě
t_{svz}	$^{\circ}C$	teplota studené vody v zimě
N	den	počet pracovních dní soustavy v roce
$Q_{TV,r}$	Wh/den	roční potřeba tepla na přípravu TV
ε	–	opravný součinitel na snížení teploty, zkrácení doby vytápění, nesoučasnost, tepelné ztráty

		infiltrací
e_i	–	nesoučasnost tepelné ztráty infiltrací a tepelné ztráty prostupem
e_t	–	snížení teploty v místnosti během dne, respektive noci
e_d	–	zkrácení doby vytápění u objektu s přestávkami v provozu
η_o	–	účinnost obsluhy, resp. možnosti regulace soustavy
η_r	–	účinnost rozvodu vytápění
$t_{i,s}$	°C	průměrná teplota v budově
$t_{e,s}$	°C	průměrná venkovní teplota v otopném období
d	den	počet dnů za rok s teplotou < 13 °C
Q_c	kW	tepelná ztráta objektu
t_{is}	°C	průměrná vnitřní výpočtová teplota
t_e	°C	vnější výpočtová teplota
D	K.den	počet denostupňů
Q_R	kW/rok	celková roční potřeba tepla na vytápění a ohřev teplé vody
$Q_{VYT,r}$	kW/rok	roční potřeba tepla na vytápění
$Q_{TV,r}$	kW/rok	roční potřeba tepla na ohřev teplé vody
B_R	kg/rok	roční potřeba paliva
η	–	roční účinnost zařízení
H	J/kg	výhřevnost paliva
$Q_{VYT,h}$	W	hodinová potřeba tepla na vytápění

1 Součinitel prostupu tepla

Výpočet byl proveden v programu TechCON za použití knihovny materiálu vybraného programu.

Název	Součinitel prostupu tepla U [W.m ⁻² .K ⁻¹]
Obvodová stěna 0,45 m	0,231
Stěna vnitřní 0,3 m	0,691
Stěna vnitřní 0,2 m	1,302
Stěna vnitřní 0,15 m	1,639
Stěna vnitřní 0,1 m	1,639
Podlaha – dlažba na zemi	0,381
Podlaha – dlažba	0,877
Podlaha – laminát	0,803
Strop – dlažba	0,915
Strop – laminát	0,831
Střecha	0,182
Okna – euro	1,3
Dveře interiér – plné	2
Dveře int. – s jedním sklem	3,497
Dveře exteriérové	1,3

Tab. 1 Souhrn součinitelů prostupu tepla

2 Tepelné ztráty

Tepelná ztráta je množství tepla, kterou objekt ztratí při extrémních návrhových venkovních teplotách pro danou oblast. Výpočet byl též proveden v programu TechCON. Tento program je schopen je rozdělit na ztráty větráním a ztráty prostupem tepla konstrukcí. Z původního výpočtu tepelných ztrát větráním, které nadměrně převyšovaly ztráty skrz konstrukci, uvažují, že řešený objekt bude vybaven rekuperací s 80 % účinností.

2.1 Výsledné hodnoty

Tepelná ztráta větráním: 28 454 W

Tepelná ztráta prostupem: 10 523 W

Celková tepelná ztráta: 38 977 W

Podrobný výpočet viz Přílohy.

3 Návrh otopných těles

Pro objekt byl navržen ústřední systém vytápění s deskovými a trubkovými otopnými tělesy. Pro návrh a výpočet dimenzí byl použit program TechCON. Otopná tělesa byla zvolena od výrobce Korado. Desková typu Radik VK a trubková typu Koralux linear comfort. Desková otopná tělesa byla zvolena s konstantní výškou 600 mm a v pokojích s výškou 300 mm kvůli estetickému hledisku a sjednocení.

4 Příprava teplé vody

Výpočet byl proveden za pomoci podkladů z předmětu 125TZ01. Veškerá příprava teplé vody bude probíhat v kotelně hotelu. V systému bude zapojen zásobník teplé vody a akumulací nádrž. [1]

4.1 Výpočet přípravy teplé vody – zásobníkový ohřev

Celkem pokojů: 20

Počet typických podlaží: 2

Počet pokojů v přízemí: 0

Typy pokojů: 2 čtyřlůžková apartmá, 10 dvojlůžkových pokojů, 4 jednolůžkové pokoje, 2 pokoje pro ZTP

Celkem osob: 34 hostů, 10 zaměstnanců (3 kuchaři, 2 servírky, 2 recepční, 2 uklízečky, správce)

4.2 Potřeba teplé vody za časovou periodu

Tříhvězdičkový hotel bez prádelny: $V_{2p} = 97 \text{ l / (lůžko.den)}$

Restaurace: $V_{2p} = 15 \text{ l / (jídlo.den)}$

Uvažuji, že sprchy budou využívat denně všichni zaměstnanci hotelu a hotelovou restauraci budou navštěvovat pouze hosté hotelu a jeho zaměstnanci s provozem snídaně – obědy – večere. [2]

Výpočet potřeby teplé vody pro hotel a jeho zaměstnance:

$$V_{2p,hotel} = \frac{V_{2p} \cdot f}{1000}$$

$$V_{2p,hotel} = \frac{97 \cdot 44}{1000}$$

$$V_{2p,hotel} = 4,268 \text{ m}^3/\text{den}$$

Výpočet potřeby teplé vody pro hotelovou restauraci:

$$V_{2p,restaurace} = \frac{V_{2p} \cdot f}{1000}$$

$$V_{2p,restaurace} = \frac{15 \cdot 44 \cdot 3}{1000}$$

$$V_{2p,restaurace} = 1,98 \text{ m}^3/\text{den}$$

kde: f počet měrných jednotek
 V_{2p} specifická potřeba teplé vody za den [m^3/den]

4.3 Teoretické teplo pro ohřátí množství V_{2p}

Výpočet teoretického tepla pro hotel

$$E_{2t,hotel} = V_{2t} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1)$$

$$E_{2t,hotel} = 4,268 \cdot 1000 \cdot 1,163 \cdot (55 - 10)$$

$$E_{2t,hotel} = 223\,365,78 \text{ Wh/den}$$

$$E_{2t,hotel} = 223,37 \text{ kWh/den}$$

Výpočet teoretického tepla pro restauraci

$$E_{2t,restaurace} = V_{2t} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1)$$

$$E_{2t,restaurace} = 1,98 \cdot 1000 \cdot 1,163 \cdot (55 - 10)$$

$$E_{2t,restaurace} = 100\,683 \text{ Wh/den}$$

$$E_{2t,restaurace} = 100,68 \text{ kWh/den}$$

Součet výpočtů teoretického tepla:

$$E_{2t} = E_{2t,hotel} + E_{2t,restaurace}$$

$$E_{2t} = 223,37 + 100,68$$

$$E_{2t} = 324,05 \text{ kWh/den}$$

kde: c měrná tepelná kapacita vody $4182 \text{ J/kg.K} = 1,163 \text{ [Wh/kg.K]}$
 t_1 teplota studené vody ($10 \text{ }^\circ\text{C}$)
 t_2 teplota teplé vody ($55 \text{ }^\circ\text{C}$)
 ρ hustota vody (1000 kg/m^3)

4.4 Teplo ztracené při ohřevu a dopravě teplé vody

Výpočet ztraceného tepla pro hotel

$$E_{2z,hotel} = E_{2t,hotel} \cdot z$$

$$E_{2z,hotel} = 223,37 \cdot 0,5$$

$$E_{2z,hot} = 111,69 \text{ kWh/den}$$

Výpočet ztraceného tepla pro restauraci

$$E_{2z,restaurace} = E_{2t,restaurace} \cdot z$$

$$E_{2z,restaurace} = 100,68 \cdot 0,5$$

$$E_{2z,restaurace} = 50,34 \text{ kWh/den}$$

Součet výpočtu ztraceného tepla pro restauraci

$$E_{2z} = E_{2t} \cdot z$$

$$E_{2z} = 324,05 \cdot 0,5$$

$$E_{2z} = 162,03 \text{ kWh/den}$$

kde: z ztráta tepla při ohřevu = 0,5

4.5 Potřeba tepla odebraného z ohřivače

Výpočet potřeby tepla odebraného z ohřivače pro hotel

$$E_{2p,hotel} = E_{2t,hotel} + E_{2z,hotel}$$

$$E_{2p,hotel} = 223,37 + 111,69$$

$$E_{2p,hotel} = 335,06 \text{ kWh/den}$$

Výpočet potřeby tepla odebraného z ohřivače pro restauraci

$$E_{2p,restaurace} = E_{2t,restaurace} + E_{2z,restaurace}$$

$$E_{2p,restaurace} = 100,68 + 50,34$$

$$E_{2p,restaurace} = 151,02 \text{ kWh/den}$$

4.6 Velikost zásobníku

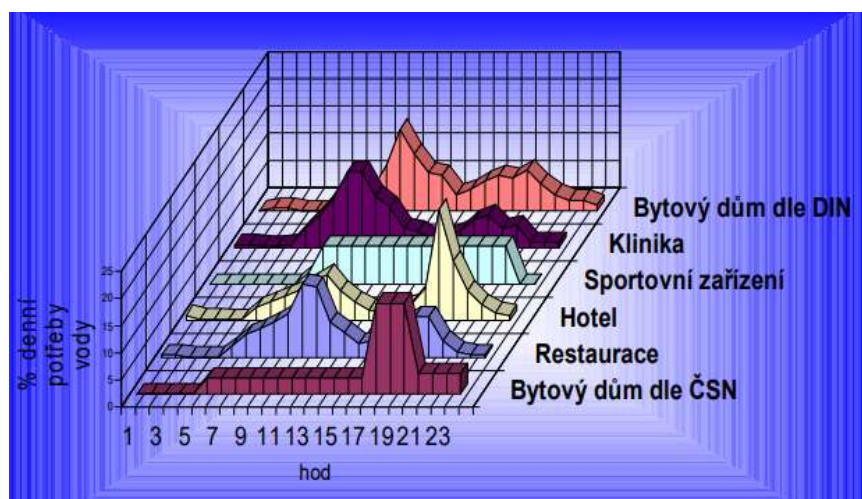
$$V_z = \frac{\Delta E_{max}}{\rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1)}$$

$$V_z = \frac{98\,470}{1000 \cdot 1,163 \cdot (55 - 10)}$$

$$V_z = 1,882 \text{ m}^3$$

$$V_z = 1\,882 \text{ l}$$

kde: ΔE_{max} maximální rozdíl mezi dodanou a potřebnou energií [Wh] – odečteno z grafu 1



Obr. 1 Graf odběru vody dle typu provozu [3]

Na základě výše zobrazeného grafu jsem vytvořila přesnou denní spotřebu teplé vody a energie na její ohřev během celého dne. Hodnoty odečtené z grafu jsou zobrazeny na následujících třech tabulkách (Tab. 1-3). První dvě tabulky jsou pro jednotlivé provozy a ve třetí je zobrazen součet obou provozů.

Časové rozmezí pro hotel	Denní spotřeba vody [%]	Vypočtená hodnota spotřeby vody [kWh/den]
0-5	0	0
5-7	3	6,70
7-9	5	11,17
9-12	6	13,40
12-15	3	6,70
15-16	4	8,93
16-17	5	11,17
17-18	7	15,64
18-19	20	44,67
19-20	10	22,34
20-21	5	11,17
21-22	3	6,70
22-23	2	4,67
23-24	1	2,23

Tabulka 1 Denní spotřeba teplé vody v hotelu

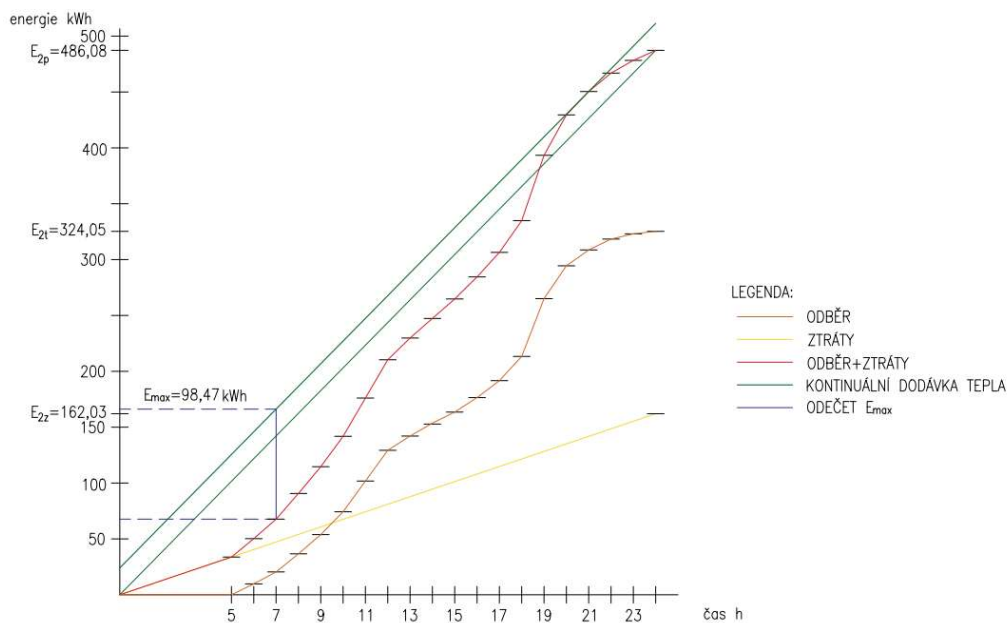
Časové rozmezí pro restauraci	Denní spotřeba vody [%]	Vypočtená hodnota spotřeby vody [kWh/den]
0-5	0	0
5-6	3	3,02
6-7	4	4,03
7-8	5	5,03
8-9	6	6,04
9-10	7	7,05
10-12	14	14,10
12-13	6	6,04
13-17	4	4,03
17-18	6	6,04
18-20	7	7,05
20-22	3	3,02
22-24	0	0

Tab. 2 Denní spotřeba teplé vody v restauraci

Časové rozmezí pro celý hotel	Vypočtená hodnota spotřeby vody [kWh/den]
0-5	0
5-6	9,72
6-7	10,73
7-8	16,20
8-9	17,21
9-10	20,45
10-11	27,50
11-12	27,50
12-13	12,74
13-14	10,73
14-15	10,73
15-16	12,96
16-17	15,20
17-18	21,68
18-19	51,72
19-20	29,39
20-21	14,19
21-22	9,72
22-23	4,67
23-24	2,23

Tab. 3 Součet spotřeby vody pro oba provozy

Za pomoci sestrojeného grafu jsem získala hodnotu ΔE_{\max} , díky které mohu stanovit velikost zásobníku teplé vody.



Graf 1 Potřeba a dodávka tepla

Na základě vypočítaného minimálního objemu zásobníku teplé vody pro kontinuální ohřev by byl vhodný zásobník Regulus RBC 2000–1977 l, díky poznatku z praxe volím přerušovaný ohřev s vyšším odběrem tepla pro zásobník teplé vody a poloviční kapacitou zásobníku teplé vody. Navrhuji použít zásobník TUV Dražice OKC 1000 NTR/HP s objemem 945 l, který zároveň dopomůže k úspoře místa v kotelně. Z výše uvedeného grafu je patrné, že pro 2000 l zásobník je potřeba výkon kotle 25 kW pro kontinuální ohřev. Pro přerušovaný ohřev teplé vody v polovičním zásobníku volím dvojnásobný výkon 50 kW.

5 Tepelná roční bilance

5.1 Roční potřeba tepla na přípravu teplé vody

$$Q_{TV,r} = Q_{TV,d} \cdot d + 0,8 \cdot Q_{TV,d} \cdot \frac{55 - t_{svl}}{55 - t_{svz}} \cdot (N - d)$$

kde: $Q_{TV,d}$ denní potřeba tepla na přípravu TV = E_{2p}

Pro můj výpočet jsem zredukovala hodnotu 97 l na lůžko na hodnotu 70 l na lůžko, protože předpokládám, že hotel nebude plně obsazen všechny dny v roce.

$$V_{2p'} = n \cdot 0,070 + n \cdot 0,015 \cdot 3$$

$$V_{2p'} = 44 \cdot 0,070 + 44 \cdot 0,015 \cdot 3$$

$$V_{2p'} = 5,06 \text{ m}^3/\text{den}$$

$$E_{2t'} = V_{2p'} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1)$$

$$E_{2t'} = 5,06 \cdot 1000 \cdot 1,163 \cdot (55 - 10)$$

$$E_{2t'} = 264\,815,1 \text{ Wh/den}$$

$$E_{2z'} = E_{2t'} \cdot z$$

$$E_{2z'} = 264\,815,1 \cdot 0,5$$

$$E_{2z'} = 132\,407,6 \text{ Wh/den}$$

$$Q_{TV,d} = E_{2p'}$$

$$Q_{TV,d} = E_{2t'} + E_{2z'}$$

$$Q_{TV,d} = 264\,815,1 + 132\,407,6$$

$$Q_{TV,d} = 397\,222,7 \text{ Wh}$$

$$Q_{TV,d} = 397,2 \text{ kWh}$$

$$Q_{TV,r} = Q_{TV,d} \cdot d + 0,8 \cdot Q_{TV,d} \cdot \frac{55 - t_{svl}}{55 - t_{svz}} \cdot (N - d)$$

$$Q_{TV,r} = 397,2 \cdot 257 + 0,8 \cdot 397,2 \cdot \frac{55 - 15}{55 - 5} \cdot (365 - 257)$$

$$Q_{TV,r} = 129\,534,9 \text{ kWh/rok}$$

kde:	d	počet dnů za rok s teplotou < 13 °C, tj. počet dní otopných. období – pro Trutnov 257 dní
	$0,8$	součinitel zohledňující snížení potřeby TV v létě
	t_{svl}	teplota studené vody v létě (15 °C)
	t_{svz}	teplota studené vody v zimě (5 až 10 °C)
	N	počet pracovních dní soustavy v roce (350 – 365)

5.2 Roční potřeba tepla na vytápění – denostupňová metoda

$$Q_{VYT,r} = \frac{24 \cdot Q_c \cdot \varepsilon \cdot D}{t_{is} - t_e}$$

kde:	ε	opravný součinitel na snížení teploty, zkrácení doby vytápění, nesoučasnost, tepelné ztráty infiltrací [-] (0,7 – 0,8)
------	---------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

$$\varepsilon = \frac{e_i \cdot e_t \cdot e_d}{\eta_o \cdot \eta_r}$$

$$\varepsilon = \frac{0,8 \cdot 0,9 \cdot 1}{1 \cdot 0,97}$$

$$\varepsilon = 0,742$$

kde:	e_i	nesoučasnost tepelné ztráty infiltrací a tepelné ztráty prostupem (0,8-0,9)
	e_t	snížení teploty v místnosti během dne, respektive noci (0,8-1,0)
	e_d	zkrácení doby vytápění u objektu s přestávkami v provozu
	η_o	účinnost obsluhy, resp. možnosti regulace soustavy
	η_r	účinnost rozvodu vytápění (0,95 – 0,98 podle provedení)

$$D = (t_{is} - t_{es}) \cdot d$$

$$D = (18,7 - 3,3) \cdot 257$$

$$D = 3\,957,8$$

kde:	$t_{i,s}$	průměrná teplota v budově [°C]; 18,7 °C
	$t_{e,s}$	průměrná venkovní teplota v otopném období [°C] – Trutnov 3,3 °C
	d	počet dnů za rok s teplotou < 13 °C, tj. počet dní otopných období – Trutnov 257 dní

$$Q_{VYT,r} = \frac{24 \cdot Q_c \cdot \varepsilon \cdot D}{t_{is} - t_e}$$

$$Q_{VYT,r} = \frac{24 \cdot 38\,977 \cdot 0,742 \cdot 3\,957,8}{18,7 - (-18)}$$

$$Q_{VYT,r} = 74\,853\,366,3 \text{ Wh/rok}$$

$$Q_{VYT,r} = 74,9 \text{ MWh/rok}$$

kde:	Q_c	tepelná ztráta objektu [W]
	t_{is}	průměrná vnitřní výpočtová teplota [°C] – pro hotel 18,7 °C
	t_e	vnější výpočtová teplota [°C] – dle oblasti, Trutnov -18 °C
	D	počet denostupňů [K.den]

5.3 Celková roční potřeba tepla

$$Q_R = Q_{VYT,r} + Q_{TV,r}$$

$$Q_R = 74,9 + 129,5$$

$$Q_R = 204,4 \text{ MWh/rok}$$

kde:	Q_R	celková roční potřeba tepla na vytápění a ohřev teplé vody [Wh/rok]
	$Q_{VYT,r}$	roční potřeba tepla na vytápění [Wh/rok]
	$Q_{TV,r}$	roční potřeba tepla na ohřev teplé vody [Wh/rok]

5.4 Roční potřeba paliva

$$B_R = \frac{Q_R \cdot 3600}{\eta \cdot H}$$

$$B_R = \frac{204,4 \cdot 3600}{0,916 \cdot 17}$$

$$B_R = 47\,254 \text{ kg/rok}$$

kde:	Q_R	roční potřeba tepla celkem (VYT+TV) [Wh/časový úsek] tj. [Wh/rok]
	η	roční účinnost zařízení $\eta = 0,916$ (Atmos D85 P)
	H	výhřevnost paliva $H_{ZP} = 17$ [MJ/kg]

5.5 Roční náklady na vytápění a přípravu teplé vody

Cena jednoho kilogramu pelet se nyní pohybuje okolo 10 Kč/kg. Při nynější ceně pelet bychom zaplatili 472 540 korun za rok.

6 Výpočet výkonu a počet kotlů pro ohřev TV a vytápění

6.1 Výkon potřebný na vytápění

$$Q_{VYT,h} = Q_c$$

$$Q_{VYT,h} = 38,977 \text{ kW}$$

kde: $Q_{VYT,h}$ hodinová potřeba tepla na vytápění [Wh/h \rightarrow W];
 Q_c tepelná ztráta objektu [W]

6.2 Výkon potřebný pro přípravu teplé vody (pro kontinuální ohřev)

$$Q_{TV,h} = \frac{E_{2p}}{24}$$

$$Q_{TV,h} = \frac{486,08}{24}$$

$$Q_{TV,h} = 20,25 \text{ kW}$$

kde: E_{2p} potřeba tepla odebraného z ohřívače [Wh]

6.3 Výkon potřebný pro úpravu vzduchu $Q_{VET,h}$

V objektu se sice nachází centrální VZT, ale tepelné ztráty jsou řešeny rekuperací a případný dohřev vzduchu bude řešen pomocí elektrické energie.

6.4 Návrh výkonu kotle prováděný na tzv. přípojnou hodnotu

$$Q_{PRIP,1} = 0,7 \cdot Q_{VYT,h} + 0,7 \cdot Q_{VET,h} + Q_{TV,h}$$

$$Q_{PRIP,1} = 0,7 \cdot 38,977 + 0,7 \cdot 0 + 20,25$$

$$Q_{PRIP,1} = 47,534 \text{ kW}$$

$$Q_{PRIP,2} = Q_{VYT,h} + Q_{VET,h}$$

$$Q_{PRIP,2} = 38,977 + 0$$

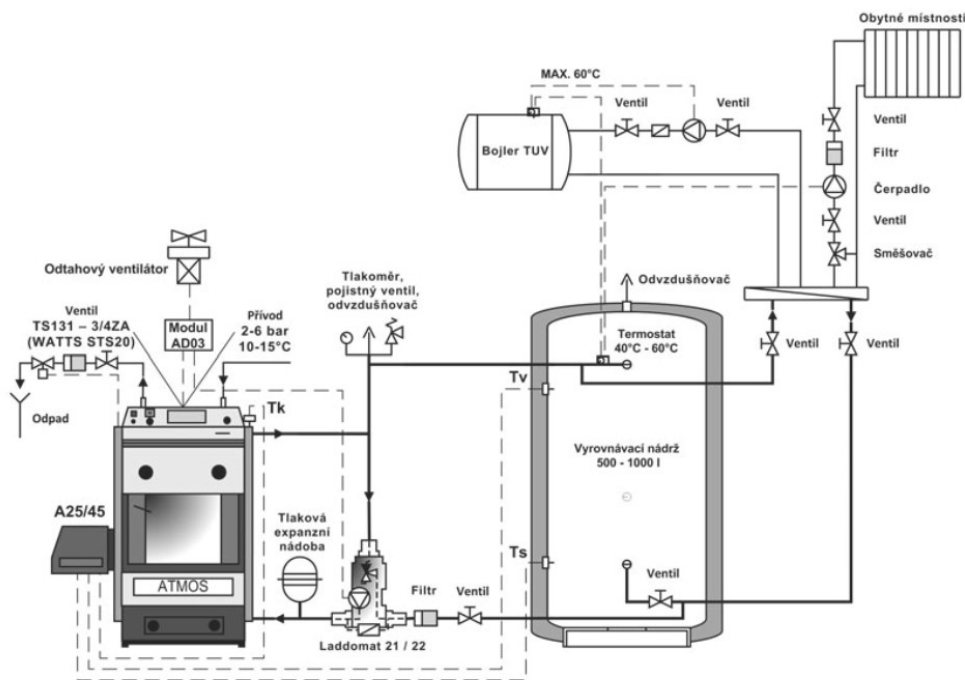
$$Q_{PRIP,2} = 38,977 \text{ kW}$$

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

$$Q_{PRIP} = \max(47,534; 38,977)$$

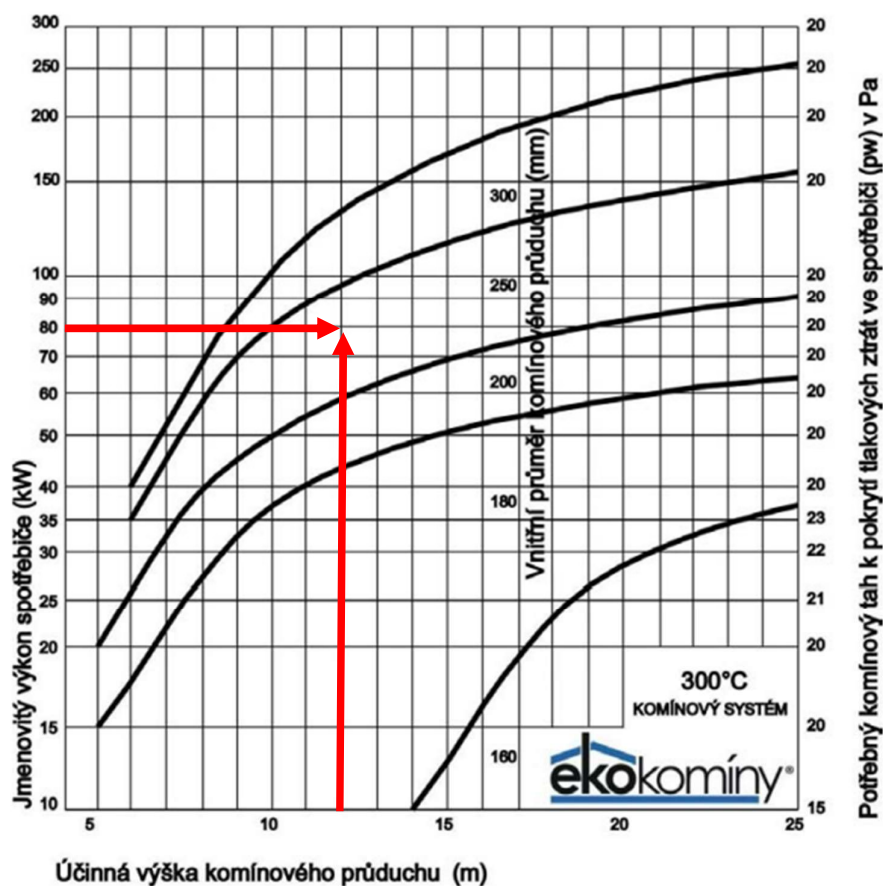
$$Q_{PRIP} = 47,534 \text{ kW}$$

Dle vypočítaných hodnot navrhuji kotel Atmos D 85 P. Umístění kotle a dalších na něj napojených součástí pro ohřev teplé vody a vytápění bylo do půdorysu kotelný zakresleno dle schématu níže.



Obr. 2 Schéma zapojení kotelný [4]

7 Komín – odvod spalin



Graf 2 Volba vnitřního průměru komína pro kotel na pelety [5]

Za pomoci grafu volím vnitřní průměr komína $d=250$ mm. Navrhuji komín od výrobce Eko-komíny, a to EKO Combi Universal – DN250. Velikost přívodního otvoru pro větrání kotelny navrhuji 250 x 500 mm.

8 Expanzní nádoba

K výpočtu objemu expanzní nádoby byl použit interaktivní výpočet na stránkách vytapeni.tzb-info.cz. Celkový objem vodní soustavy je 637,7 l. Report výpočtu viz Přílohy.

Na základě výpočtu byla vybrána expanzní nádoba o objemu 200 l, Aquasystem VRV 200 8 bar. [6]

9 Izolace potrubí

V projektu bylo nadimenzované potrubí od velikosti 10x1,0 mm až do velikosti 64x2,0 mm. Kvůli velké variabilitě potrubí v různých místnostech byla zvolena průměrná hodnota okolí vzduchu na 18,7 °C jakožto teplotní průměr celé budovy. Pro relativní vlhkost vzduchu byla zvolena hodnota 60 %, která je optimální pro člověka. Veškeré potrubí je zaizolováno dle platné vyhlášky, podrobný výpočet byl zhotoven za pomoci stránek tzb-info.cz. [7]

Souhrnná tabulka pro tloušťku izolace:

Měděné potrubí	Typ a tloušťka izolace
10 x 1,0	PAROC Section AluCoat T 20 mm
12 x 1,0	PAROC Section AluCoat T 20 mm
15 x 1,0	PAROC Section AluCoat T 30 mm
18 x 1,0	PAROC Section AluCoat T 30 mm
22 x 1,0	PAROC Section AluCoat T 30 mm
28 x 1,0	PAROC Section AluCoat T 40 mm
35 x 1,5	PAROC Section AluCoat T 50 mm
54 x 2,0	PAROC Section AluCoat T 50 mm
64 x 2,0	PAROC Section AluCoat T 50 mm

Tab. 4 Přehled zvolených izolací

TechCON používá jiné dimenze, než jsou navolené na stránkách tzb-info.cz, ale zachovávám vypočtené dimenze z programu TechCON.

Izolace - [podrobně technické informace](#)

PAROC > Section aluCoat T

Rozměry izolace - tl. 20

Tloušťka	$s_{iz} =$	20	mm
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_{iz} =$	0.036	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 spojuj tvoří povrchová úprava parotěsnou zábranu

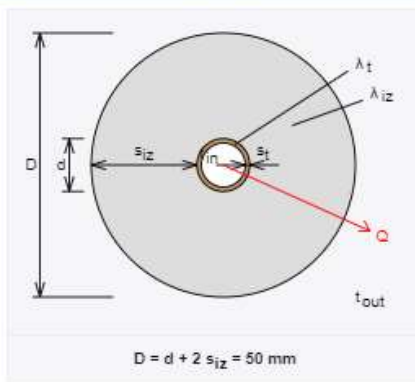
Rozsah provozních teplot: do 250 °C

Trubka

Měď

Rozměry trubky - 10x1

Průměr	$d =$	10	mm
Tloušťka stěny	$s_t =$	1	mm
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_t =$	372	W / m K



Potrubí

Teplota média	$t_{in} =$	75	°C
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} =$	18,7	°C
Relativní vlhkost vzduchu	$\rho_h =$	60	% ???
Teplota rosného bodu	$t_w =$	11.1	°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	$U_o = 0.13 \leq 0.15 \text{ W / m K} \Rightarrow$ VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 23.4 \text{ °C} > t_w \Rightarrow$ na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 17.7 \text{ W/m}$
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 7.3 \text{ W/m}$
Energetická úspora izolovaného potrubí	59 %
Sřední spotřeba izolace	0.0942 m ² - platí pro plošnou izolaci

Obr. 3 Výpočet izolace pro měděnou trubku 10x1,0

Izolace - **podrobné technické informace**

PAROC > Section aluCoat T

Rozměry izolace - tl. 20

Tloušťka	$s_{iz} =$	20	mm
----------	------------	----	----

Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_{iz} =$	0.036	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

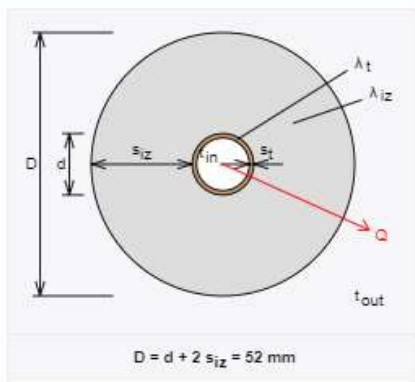
Rozsah provozních teplot: do 250 °C

Trubka

Měď

Rozměry trubky - 12x1

Průměr	$d =$	12	mm
Tloušťka stěny	$s_t =$	1	mm
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_t =$	372	W / m K



Potrubí

Teplota média	$t_{in} =$	75	°C
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} =$	18,7	°C
Relativní vlhkost vzduchu	$\rho_h =$	60	% ???
Teplota rosného bodu	$t_w =$	11.1	°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	$U_o = 0.142 \leq 0.15 \text{ W / m K} \Rightarrow$ VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 23.6 \text{ °C} > t_w \Rightarrow$ na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 21.2 \text{ W/m}$
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 8 \text{ W/m}$
Energetická úspora izolovaného potrubí	62 %
Sřední spotřeba izolace	0.1005 m ² - platí pro plošnou izolaci

Obr. 4 Výpočet izolace pro měděnou trubku 12x1,0

Izolace - podrobné technické informace

PAROC > Section aluCoat T

Rozměry izolace - tl. 30

Tloušťka $s_{iz} = 30$ mm

Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.036$ W / m K

Trubka


Měď

Rozměry trubky - 15x1

Průměr $d = 15$ mm

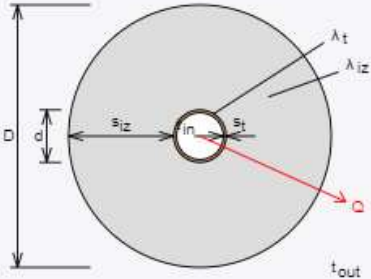
Tloušťka stěny $s_t = 1$ mm

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 spojují tvoří povrchová úprava parotěsnou zábranu

Rozsah provozních teplot: do 250 °C



$D = d + 2 s_{iz} = 75$ mm

Potrubí			
Teplota média	$t_{in} =$	75	°C
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} =$	18,7	°C
Relativní vlhkost vzduchu	$rh =$	60	% 222
Teplota rosného bodu	$t_w =$	11,1	°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 => $U_{o,193/2007} = 0.15$ W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_o = 0.134 \leq 0.15$ 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	$q_p = 26.5$ W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 7.5$ W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí	72 %
Střední spotřeba izolace	
	0.1414 m ² - platí pro plošnou izolaci

Obr. 5 Výpočet izolace pro měděnou trubku 15x1,0

Izolace - [podrobné technické informace](#)

PAROC > Section aluCoat T

Rozměry izolace - tl. 30

Tloušťka $s_{iz} = 30$ mm

Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.036$ W / m K



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

Rozsah provozních teplot: do 250 °C

Trubka

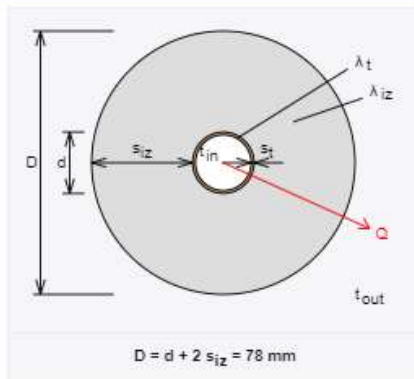
Měď

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	$t_{in} =$	75 °C
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} =$	18,7 °C
Relativní vlhkost vzduchu	rh =	60 % 222
Teplota rosného bodu	$t_w =$	11.1 °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 => $U_{o,193/2007} = 0.15$ W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_o = 0.146 \leq 0.15$ 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	$q_p = 31.8$ W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 8.2$ W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí	74 %
Sřední spotřeba izolace	0.1508 m ² - platí pro plošnou izolaci

Obr. 6 Výpočet izolace pro měděnou trubku 18x1,0

Izolace - podrobné technické informace

PAROC > Section aluCoat T

Rozměry izolace - tl. 30

Tloušťka $s_{iz} = 30$ mm

Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.036$ W / m K

Trubka

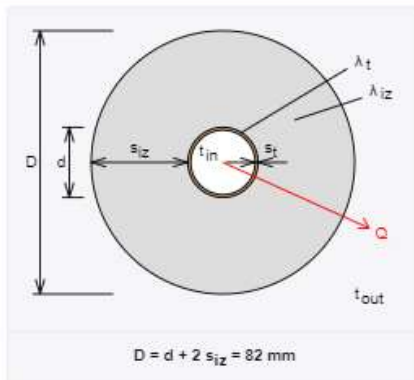
Měď

Rozměry trubky - 22x1

Průměr $d = 22$ mm

Tloušťka stěny $s_t = 1$ mm

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



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 spojují tvoří povrchová úprava parotěsnou zábranu

Rozsah provozních teplot: do 250 °C

Potrubí		
Teplota média	$t_{in} =$	75 °C
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} =$	18,7 °C
Relativní vlhkost vzduchu	rh =	60 % ???
Teplota rosného bodu	$t_w =$	11,1 °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 20 - DN 32 => $U_{0,193/2007} = 0.18$ W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_0 = 0.163 \leq 0.18$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 22.3$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 38.9$ W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 9.2$ W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí	76 %
Střední spotřeba izolace	0.1634 m² - platí pro plošnou izolaci

Obr. 7 Výpočet izolace pro měděnou trubku 22x1,0

Izolace - [podrobné technické informace](#)

PAROC > Section aluCoat T

Rozměry izolace - tl. 40

Tloušťka $s_{iz} = 40$ mm

Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.036$ 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 spojují tvoří povrchová úprava parotěsnou zábranu

Rozsah provozních teplot: do 250 °C

Trubka

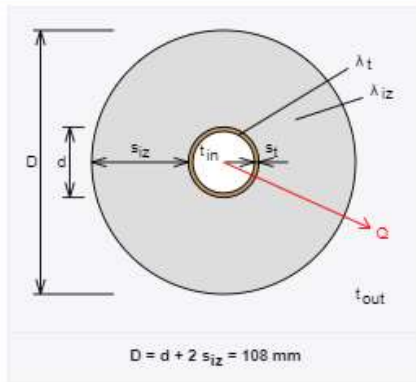
Měď

Rozměry trubky - 28x1.5

Průměr $d = 28$ mm

Tloušťka stěny $s_t = 1.5$ mm

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



Potrubí

Teplota média	$t_{in} =$	75 °C
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} =$	18,7 °C
Relativní vlhkost vzduchu	rh =	60 % ???
Teplota rosného bodu	$t_w =$	11.1 °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 20 - DN 32 $\Rightarrow U_{O,193/2007} = 0.18$ W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_O = 0.161 \leq 0.18$ W / m K \Rightarrow VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 21.4$ °C $> t_w \Rightarrow$ na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 49.5$ W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 9.1$ W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí	82 %

Střední spotřeba izolace 0.2136 m² - platí pro plošnou izolaci

Obr. 8 Výpočet izolace pro měděnou trubku 28x1,0

Izolace - [podrobné technické informace](#)

PAROC > Section aluCoat T

Rozměry izolace - tl. 50

Tloušťka	$s_{iz} =$	50	mm
----------	------------	----	----

Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_{iz} =$	0.036	W / m K
-------------------------	------------------	-------	---------



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 rozřiznuta. Při dobrém utěsnění spoju tvoří povrchová úprava parotěsnou zábranu

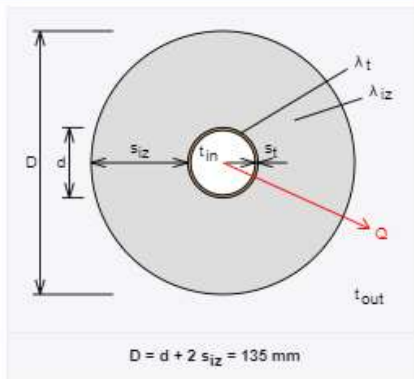
Rozsah provozních teplot: do 250 °C

Trubka

Měď

Rozměry trubky - 35x1.5

Průměr	$d =$	35	mm
Tloušťka stěny	$s_t =$	1.5	mm
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_t =$	372	W / m K



Potrubí			
Teplota média	$t_{in} =$	75	°C
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} =$	18,7	°C
Relativní vlhkost vzduchu	$\rho_h =$	60	% ???
Teplota rosného bodu	$t_w =$	11.1	°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 20 - DN 32 => $U_{O,193/2007} = 0.18 \text{ W / m K}$
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_O = 0.162 \leq 0.18 \text{ W / m K} \Rightarrow$ VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 20.9 \text{ °C} > t_w \Rightarrow$ na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 61.9 \text{ W/m}$
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 9.1 \text{ W/m}$
Energetická úspora izolovaného potrubí	85 %
Střední spotřeba izolace	0.267 m² - platí pro plošnou izolaci

Obr. 9 Výpočet izolace pro měděnou trubku 35x1,5

Izolace - podrobné technické informace

PAROC > Section aluCoat T

Rozměry izolace - tl. 50

Tloušťka	$s_{iz} =$	50	mm
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_{iz} =$	0.036	W / m K

Trubka

Měď

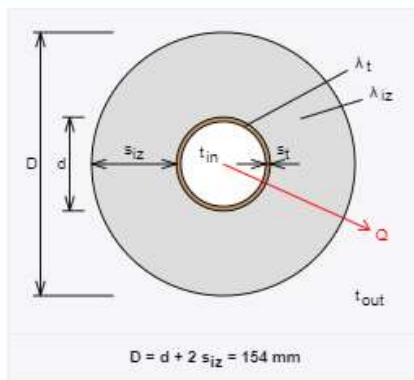
Rozměry trubky - 54x2

Průměr	$d =$	54	mm
Tloušťka stěny	$s_t =$	2	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 proudů kruhových průřezů. Pro snazší montáž na potrubí jsou izolační pouzdra podélně rozříznuta. Při dobrém utěsnění spojí tvoří povrchová úprava parotěsnou zábranu

Rozsah provozních teplot: do 250 °C



Potrubí

Teplota média	$t_{in} =$	75	°C
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} =$	18,7	°C
Relativní vlhkost vzduchu	$rh =$	60	% ???
Teplota rosného bodu	$t_w =$	11.1	°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 40 - DN 65 => $U_{o,193/2007} = 0.27 \text{ W / m K}$
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_o = 0.208 \leq 0.27 \text{ W / m K} \Rightarrow$ VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 21.1 \text{ °C} > t_w \Rightarrow$ na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 95.5 \text{ W/m}$
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 11.7 \text{ W/m}$
Energetická úspora izolovaného potrubí	88 %

Střední spotřeba izolace 0.3267 m^2 - platí pro plošnou izolaci

Obr. 10 Výpočet izolace pro měděnou trubku 54x2,0

Izolace - podrobné technické informace

PAROC > Section aluCoat T

Rozměry izolace - tl. 50

Tloušťka	$s_{iz} =$	50	mm
----------	------------	----	----

Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_{iz} =$	0.036	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 spojují tvoří povrchová úprava parotěsnou zábranu

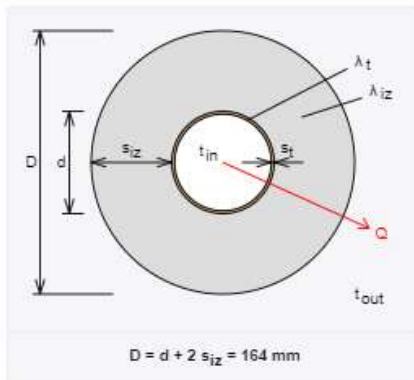
Rozsah provozních teplot: do 250 °C

Trubka

Měď

Rozměry trubky - 64x2

Průměr	$d =$	64	mm
Tloušťka stěny	$s_t =$	2	mm
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_t =$	372	W / m K



Potrubí

Teplota média	$t_{in} =$	75	°C
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} =$	18,7	°C
Relativní vlhkost vzduchu	rh =	60	% ???
Teplota rosného bodu	$t_w =$	11,1	°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 40 - DN 65 => $U_{0,193/2007} = 0.27 \text{ W / m K}$
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_0 = 0.231 \leq 0.27 \text{ W / m K} \Rightarrow$ VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 21.2 \text{ °C} > t_w \Rightarrow$ na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 113.2 \text{ W/m}$
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 13 \text{ W/m}$
Energetická úspora izolovaného potrubí	88 %

Střední spotřeba izolace	0.3581 m ² - platí pro plošnou izolaci
--------------------------	---------------------------------------------------

Obr. 11 Výpočet izolace pro měděnou trubku 64x2,0

10 Seznam

10.1 Seznam zdrojů

- [1] Úloha č.6: 125TZ01 – Technické zařízení budov. Praha, ČVUT Fsv, 2023. Dostupné z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/?mod=vyuka&kod=125TZ01&u=6>
- [2] *Tzb-info.cz – Potřeba vody a tepla pro přípravu teplé vody* [online]. Dostupné z: <https://m.tzb-info.cz/energeticka-narocnost-budov/6839-potreba-vody-a-tepla-pro-pripravu-teple-vody>
- [3] KABRHELOVÁ, Hana. Příprava teplé vody. Praha, ČVUT Fsv 2023. Dostupné také z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/?mod=vyuka&kod=125YNST>
- [4] Automatické kotle na pelety – ATMOS. *Úvod – ATMOS* [online]. Copyright © 2023 [cit. 18.05.2023]. Dostupné z: <https://www.atmos.eu/produkt/automaticke-kotle-na-pelety/>
- [5] *Eko-kominy.cz* [online]. Eko universal – příručka. Copyright © 2023 [cit. 21.05.2023]. Dostupné z :https://www.eko-kominy.cz/cms/upload/dokumenty/ekouniversalprirucka2011_1303456813.pdf
- [6] *Vytapeni.tzb-info.cz*: Výpočet objemu tlakové expanzní nádoby pro vytápění [online]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/60-vypocet-objemu-tlakove-expanzni-nadoby-pro-vytapeni>
- [7] *Vytapeni.tzb-info.cz*: Výpočet tepelné ztráty potrubí s izolací [online]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/44-vypocet-tepelne-ztraty-potrubi-s-izolaci>

10.2 Seznam obrázků

Obr. 1 Graf odběru vody dle typu provozu	10
Obr. 2 Schéma zapojení kotelny	17
Obr. 3 Výpočet izolace pro měděnou trubku 10x1,0	20
Obr. 4 Výpočet izolace pro měděnou trubku 12x1,0	21
Obr. 5 Výpočet izolace pro měděnou trubku 15x1,0	22
Obr. 6 Výpočet izolace pro měděnou trubku 18x1,0	23
Obr. 7 Výpočet izolace pro měděnou trubku 22x1,0	24
Obr. 8 Výpočet izolace pro měděnou trubku 28x1,0	25
Obr. 9 Výpočet izolace pro měděnou trubku 35x1,5	26
Obr. 10 Výpočet izolace pro měděnou trubku 54x2,0	27
Obr. 11 Výpočet izolace pro měděnou trubku 64x2,0	28

10.3 Seznam tabulek

Tab. 1 Souhrn součinitelů prostupu tepla.....	5
Tab. 2 Denní spotřeba teplé vody v restauraci	11
Tab. 3 Součet spotřeby vody pro oba provozy	11
Tab. 4 Přehled zvolených izolací	19

10.4 Seznam grafů

Graf 1 Potřeba a dodávka tepla	12
Graf 2 Volba vnitřního průměru komína pro kotel na pelety.....	18

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

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



**NÁVRH SYSTÉMU VYTÁPĚNÍ
V BUDOVĚ HOTELU**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Technická zpráva

Vypracovala:

Lucie Janoušková

Vedoucí práce:

doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.

2022/2023

OBSAH

1	Úvod	3
1.1	Popis a umístění objektu	3
1.2	Počet osob	3
1.3	Provoz objektu	3
2	Podklady a použitý software	3
3	Údaje pro výpočet	4
4	Energetická bilance	5
5	Kotelna – zdroj tepla a jeho příslušenství	6
6	Otopná soustava	6
6.1	Rozvody potrubí	6
6.2	Materiál potrubí	7
6.3	Izolace	7
6.4	Otopná tělesa	7
7	Ochrana zdraví a ochrana proti hluku a vibracím	8
8	Protipožární opatření	8
9	Ochrana životního prostředí	8
10	Požadavky na ostatní profese	8
10.1	Měření a regulace	8
10.2	Elektroinstalace	8
10.3	Stavební část	9
10.4	Zdravotechnika	9
11	Bezpečnost práce a požadavky na provádění	9
12	Závěr	9

1 Úvod

Cílem této bakalářské práce bylo vytvořit návrh vytápění daného hotelu, umístěného v blízkosti Trutnova.

1.1 Popis a umístění objektu

Objekt disponuje 3 nadzemními podlažími a žádným podzemním. Je zděný z cihel Porotherm s tepelnou izolací. První nadzemní podlaží slouží jako vchod do samotného hotelu s restaurací, kuchyní a zařízením pro zaměstnance. Následují dvě typická podlaží, každé obsahuje 9 pokojů, členěné pro ZTP, jednu, dvě a čtyři osoby.

1.2 Počet osob

V obytné části se nachází tyto typy pokojů: 2 čtyřlůžková apartmá, 10 dvojlůžkových pokojů, 4 jednolůžkové pokoje a 2 pokoje pro ZTP. Standardní ubytovací kapacita hotelu je tedy 34 osob. Dále hotel obývá i personál, který tvoří celkem 10 zaměstnanců (3 kuchaři, 2 servírky, 2 recepční, 2 uklízečky a správce).

1.3 Provoz objektu

Uvažuji, že objekt bude mít celoroční provoz s občasnými, či minimálními přestávkami.

2 Podklady a použitý software

Návrh byl zpracován za pomoci programů RAUCAD TechCON, Microsoft Word, Autodesk AutoCAD 2018 a těchto podkladů:

- Webové stránky katedry TZB
- Webové stránky TZB INFO
- Katalogy výrobců
- Normy
 - ČSN EN 12 831-1 – Energetická náročnost budov – Výpočet tepelného výkonu – část 1 Tepelný výkon pro vytápění

- ČSN EN ISO 52016-1 – Energetická náročnost budov – Potřeba energie na vytápění a chlazení, vnitřní teploty a citelné a latentní tepelné výkony – Část 1: Výpočtové postupy
- ČSN 06 0310 – Tepelné soustavy v budovách – projektování a montáž
- ČSN 38 3350 – Zásobování teplem, všeobecné zásady
- ČSN 73 0540 (1-4) – Tepelná ochrana budov

3 Údaje pro výpočet

Vstupní údaje byly stanoveny na základě platných ČSN a dispozičního řešení hotelu.

Vnitřní výpočtové teploty:

Obytné místnosti: 20 °C

Restaurace: 20 °C

Koupelny: 24 °C

Chodby a schodiště: 15 °C

Venkovní výpočtové teploty a otopná období:

Teplota vzduchu: -18 °C

Délka trvání topné sezóny: 257 dní

Průměrná teplota během otopného období: 3,3 °C

V objektu se uvažuje rovnotlaké větrání s rekuperací, s nuceným přívodem i odvodem vzduchu. Pro výpočet tepelných ztrát byly použity tyto hodnoty dle knihovny materiálu programu TechCON:

Název	Součinitel prostupu tepla U [W.m ⁻² .K ⁻¹]
Obvodová stěna 0,45 m	0,231
Stěna vnitřní 0,3 m	0,691
Stěna vnitřní 0,2 m	1,302
Stěna vnitřní 0,15 m	1,639
Stěna vnitřní 0,1 m	1,639
Podlaha – dlažba na zemi	0,381
Podlaha – dlažba	0,877
Podlaha – laminát	0,803
Strop – dlažba	0,915
Strop – laminát	0,831
Střecha	0,182
Okna – euro	1,3
Dveře interiér – plné	2
Dveře int. – s jedním sklem	3,497
Dveře exteriérové	1,3

Tab. 1 Souhrn součinitelů prostupu tepla

Výsledek výpočtu tepelných ztrát:

Tepelná ztráta větráním: 28 454 W

Tepelná ztráta prostupem: 10 523 W

Celková tepelná ztráta: 38 977 W

4 Energetická bilance

Veškeré výpočty roční potřeby tepla a paliva viz druhá část bakalářské práce pojmenované Výpočty. Zde zveřejněny výsledky.

Roční potřeba tepla:

Vytápění: 74,9 MWh/rok

Ohřev teplé vody: 129,5 MWh/rok

Celkem: 204,4 MWh/rok

Roční potřeba paliva, v tomto případě pelet, vychází na 47 254 kg/rok.

Potřebný výkon kotle byl stanoven na základě tzv. přípojně hodnoty, a to ve výši 47,534 kW.

5 Kotelna – zdroj tepla a jeho příslušenství

Jako zdroj tepla pro vytápění a ohřev teplé vody byl navržen kotel na pelety od firmy Atmos. Přesněji Atmos D 85 P o výkonu 80 kW. Kotel bude umístěn v kotelně, kde k němu bude připojen zásobník, expanzní nádoba, vyrovnávací nádrž a Laddomat 22, který nahrazuje zapojení klasických dílů jako je termoregulační ventil, čerpadlo, zpětná klapka, kulový ventil a teploměry. Teplotní spád byl navržen na 75/65 °C.

Zásobník TUV Dražice typu OKC 1000 NTR/HP s objemem 945 l bude zajišťovat dostatečné množství teplé vody pro hosty hotelu. Expanze vytápění je zajištěna expanzní nádobou Aquasystem VRV 200 8 bar. Dalšími napojenými prvky jsou: vyrovnávací nádrž od firmy Atmos typu AN 1000 o objemu 1000 l a Laddomat 22, jehož funkce byla zmíněna výše.

Odvod spalin je řešen komínem od výrobce Eko-komíny typu EKO Combi Universal – DN250. Velikost přírodního otvoru pro větrání kotelny navrhuji 250 x 500 mm.

6 Otopná soustava

Navržená otopná soustava je etážová s deskovými a trubkovými otopnými tělesy s teplotním spádem 75/65 °C.

6.1 Rozvody potrubí

Potrubí je vedeno z kotelny v 1NP podhledem do jednotlivých šachet. V podhledu je potrubí kotveno za pomoci objímek. V objektu se nachází sedm šachet, které rozvádí stoupací potrubí do dalších dvou podlaží. Ve 2NP a 3NP jsou potrubní rozvody vedeny v zemi. Potrubí pro šest deskových otopných těles umístěných na schodištích jsou nejdříve vedena po stěně a za pomoci svislého potrubí jsou svedeny podlahy. Dimenze potrubí byly stanoveny za pomoci programu TechCON o velikostech 10x1,0 mm až 64x2,0 mm. Avšak dimenze potrubí 10x1,0 mm může být nahrazena 12x1,0 mm z ekonomických důvodů. V části Přílohy –

Výpočty dimenzí bylo nahráno pouze 20 okruhů. Zbylé okruhy byly vypočítány analogickým postupem, ale z důvodu již vysoké obsáhlosti bakalářské práce zde nejsou uvedeny.

6.2 Materiál potrubí

Pro tento typ vytápění bylo zvoleno měděné potrubí pro veškeré rozvody po celém hotelu. Spojení potrubí bude realizováno svařováním a změny dimenzí budou řešeny různým typem tvarovek ze stejného materiálu.

6.3 Izolace

Potřebná tloušťka izolací byla navržena ve výpočtové části bakalářské práce dle interaktivního výpočtu na stránkách tzb-info.cz.

Souhrnná tabulka pro tloušťku izolace:

Měděné potrubí	Typ a tloušťka izolace
10 x 1,0	PAROC Section AluCoat T 20 mm
12 x 1,0	PAROC Section AluCoat T 20 mm
15 x 1,0	PAROC Section AluCoat T 30 mm
18 x 1,0	PAROC Section AluCoat T 30 mm
22 x 1,0	PAROC Section AluCoat T 30 mm
28 x 1,0	PAROC Section AluCoat T 40 mm
35 x 1,5	PAROC Section AluCoat T 50 mm
54 x 2,0	PAROC Section AluCoat T 50 mm
64 x 2,0	PAROC Section AluCoat T 50 mm

Tab. 2 Přehled zvolených izolací

6.4 Otopná tělesa

Pro koupelny byla zvolena trubková otopná tělesa od výrobce Korado, přesněji typu Koralux linear comfort se šířkou 600 mm a různou výškou z důvodu pokrytí tepelných ztrát. Pro ostatní místnosti byla zvolena desková otopná tělesa od stejného výrobce typu Radik VK s konstantní výškou 300 mm pro pokoje a s výškou 600 mm pro ostatní místnosti. Konstantní šířka u trubkových těles a konstantní výška u deskových těles byla zvolena z estetického hlediska a sjednocení.

7 Ochrana zdraví a ochrana proti hluku a vibracím

Během instalace zařízení a provádění rozvodů potrubí musí být dodrženo nařízení vlády č.272/2011 Sb. „O ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací“. Veškerá zařízení, která by mohla být zdrojem hluku či vibrací, musí být opatřena tlumícími prostředky. Eliminaci hluku čerpadel zajistíme kompenzátory, další stroje a zařízení odhlučníme využitím silentbloků. Potrubí procházející skrz konstrukci pružně oddělíme.

8 Protipožární opatření

Prostupy rozvodů potrubí požárně dělicími konstrukcemi musí být utěsněny tak, aby nedošlo k šíření požáru mezi požárními prostory. (max. 90 min pro VII. stupeň požární bezpečnosti požárního úseku)

9 Ochrana životního prostředí

Zvolená zařízení a jejich provoz byl vybrán s co nejmenším dopadem na životní prostředí.

10 Požadavky na ostatní profese

10.1 Měření a regulace

- Monitorování provozu a signalizace poruch
- Regulace topného systému

10.2 Elektroinstalace

- Zajistit přívod elektřiny k veškerým zařízením
- Vodivé spojení potrubí a jeho uzemnění

10.3 Stavební část

- Vytvoření otvorů pro průchod potrubí dle projektové dokumentace a jejich začištění
- Protipožární utěsnění vytvořených otvorů
- Zajištění vhodné povrchové úpravy v kotelně

10.4 Zdravotechnika

- Přívod studené vody z inženýrské sítě

11 Bezpečnost práce a požadavky na provádění

V průběhu výstavby musí být dodrženy zásady bezpečnosti práce a zásady protipožární ochrany. Veškerá montáž zařízení bude instalována kvalifikovanými pracovníky dané firmy. Tito pracovníci musí respektovat technologické postupy a návody výrobců.

Potrubí pro vytápění musí být vodivě spojeno a uzemněno proti účinkům statické elektřiny.

Je nutno dodržet všechny požadavky vyhlášky Českého úřadu bezpečnosti práce.

Před uvedením do provozu musí být potrubí propláchnuto, naplněno vodou a odvzdušněno. Po těchto úkonech jsou provedeny zkoušky těsnosti a zkoušky provozní dle ČSN 06 0310 a sepsán protokol.

12 Závěr

Použitá zařízení byla namontována a uvedena do provozu dle výrobcem předepsaných pracovních postupů. Veškeré práce byly provedeny dle příslušných norem, předpisů a vyhlášek s dodržáním pravidel na bezpečnost a ochranu zdraví.