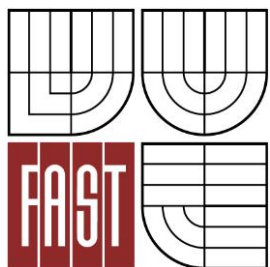




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VYTÁPĚNÍ HOTELU

HEATING OF HOTEL

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

JAN BATRLA

VEDOUcí PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. HELENA WIERZBICKÁ

BRNO 2012



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

| | |
|--------------------------------|---|
| Studijní program | B3607 Stavební inženýrství |
| Typ studijního programu | Bakalářský studijní program s prezenční formou studia |
| Studijní obor | 3608R001 Pozemní stavby |
| Pracoviště | Ústav technických zařízení budov |

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

| | |
|---|------------------------|
| Student | Jan Batrla |
| Název | Vytápění hotelu |
| Vedoucí bakalářské práce | Ing. Helena Wierzbická |
| Datum zadání bakalářské práce | 30. 11. 2011 |
| Datum odevzdání bakalářské práce | 25. 5. 2012 |

V Brně dne 30. 11. 2011

.....
doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální legislativa ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

Zásady pro vypracování

- práce bude zpracována v souladu s platnými předpisy (zákony, vyhláškami, normami) pro navrhování zařízení techniky staveb

- obsah a uspořádání práce dle směrnice FAST:

- a) titulní list,
- b) zadání VŠKP,
- c) licenční smlouva podepsaná autorem VŠKP,
- d) abstrakt v českém a anglickém jazyce, klíčová slova v českém a anglickém jazyce,
- e) bibliografická citace VŠKP dle ČSN ISO 690,
- f) prohlášení autora o původnosti práce, podpis autora,
- g) poděkování (nepovinné),
- h) obsah,
- i) úvod,
- j) vlastní text práce s touto osnovou:
 - A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu, rozsah 15 až 20 stran
 - B. Výpočtová část
 - ♣ analýza objektu – koncepční řešení vytápění objektu, volba zdroje tepla,
 - ♣ výpočet tepelného výkonu,
 - ♣ energetický štítek obálky budovy,
 - ♣ návrh otopných ploch,
 - ♣ návrh zdroje tepla,
 - ♣ návrh přípravy teplé vody, event. dalších spotřebičů tepla,
 - ♣ dimenzování a hydraulické posouzení potrubí, návrh oběhových čerpadel
 - ♣ návrh zabezpečovacího zařízení,
 - ♣ návrh výše nespécifikovaných zařízení, jsou – li součástí soustavy
 - ♣ roční potřeba tepla a paliva
 - C. Projekt – úroveň prováděcího projektu: půdorysy + legenda, 1:50 (1:100), schéma zapojení otopných těles - / 1:50 (1:100), půdorys (1:25, 1: 20) a schéma zapojení zdroje tepla, technická zpráva.
- k) závěr,
- l) seznam použitých zdrojů,
- m) seznam použitých zkratk a symbolů,
- n) seznam příloh,
- o) přílohy – výkresy

Vše bude svázáno pevnou vazbou. Volné dokumenty (metadata, posudky, výsledky obhajoby) budou vloženy do kapsy na předních deskách, výkresy budou poskládány a uloženy jako příloha v kapse na zadní straně desek. Na posledním listě bude vlepeno CD.

Předepsané přílohy

Licenční smlouva o zveřejňování vysokoškolských kvalifikačních prací

.....
Ing. Helena Wierzbická
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt v českém jazyce

Projekt bakalářské práce řeší návrh vytápění hotelu. Hlavním úkolem projektu je vhodné zvolení návrhu vytápění a jeho návrh, tak aby bylo zajištěno bezproblémové a co nejefektivnější fungování celého topného systému.

Abstrakt v anglickém jazyce

This bachelor works describes the design of heating the hotel. The main task of this project is to select the appropriate design of heating and its design so as to ensure smooth and effective functioning of what the entire heating system.

Klíčová slova v českém jazyce

Vytápění, hotel, tepelný výkon, teplovodní soustavy, zdroj tepla, dimenzování potrubí, měděné potrubí, kondenzační plynový kotel, analýza objektu, hydraulické posouzení, oběhové čerpadlo.

Klíčová slova v anglickém jazyce

Heating, hotel, thermal output, hot water systém, heat source, pipe dimensioning, copper pipe, condensing gas boiler, analysis of object, hydraulic assessment, circulation pump.

Bibliografická citace VŠKP

BATRLA, Jan. *Vytápění hotelu*. Brno, 2012. 59 stran, 8 výkresů a 40 stran příloh
Bakalářské práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických
zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Helena Wierzbická.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně, a že jsem uvedl všechny použité, informační zdroje.

V Brně dne 20.5.2012

.....

podpis autora

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval všem, kteří mi při vypracování bakalářské práce pomáhali. Zejména chci poděkovat vedoucí práce Ing. Heleně Wierzbické za její pomoc při vypracování a užitečné rady.

Obsah

| | |
|---|----|
| A. Teoretická část | 1 |
| 1. Úvod | 1 |
| 2. Vytápění | 1 |
| 3. Tepelný výkon | 2 |
| 4. Šíření tepla..... | 3 |
| 5. Druhy vytápění | 3 |
| 5.1 Teplovodní soustavy | 4 |
| 6. Otopné plochy | 5 |
| 7. Materiály a armatury potrubních rozvodů | 7 |
| 8. Zdroje tepla..... | 8 |
| 8.1 Elektrické vytápění | 9 |
| 8.1.1 Lokální topidla (přímotopy) | 9 |
| 8.1.2. Elektrické vytápění ústřední..... | 9 |
| 8.2 Plynové vytápění..... | 10 |
| 8.2.1 Lokální plynové vytápění..... | 10 |
| 8.2.2 Kotle pro plynové ústřední vytápění | 11 |
| 8.3 Centralizované zásobování teplem | 12 |
| 8.4 Vytápění biomasou | 12 |
| 8.4.1 Teplovodní kotle na pelety | 14 |
| 8.5 Vytápění tepelným čerpadlem | 14 |
| 8.5.1 Tepelná čerpadla ZEMĚ / VODA - zemní kolektor | 16 |
| 8.5.2 Tepelná čerpadla ZEMĚ / VODA – vrt | 16 |
| 8.5.3 Tepelná čerpadla ZEMĚ / VODA – větrací vzduch | 17 |
| 8.5.4 Tepelná čerpadla ZEMĚ / VODA – vodní plocha | 17 |
| 8.5.5 Tepelná čerpadla VODA / VODA | 17 |
| 8.5.6 Tepelná čerpadla VZDUCH / VODA | 18 |

| | |
|---|----|
| 8.5.7 Tepelná čerpadla VZDUCH / VZDUCH | 18 |
| B. Výpočtová část..... | 19 |
| 9. Analýza objektu..... | 19 |
| 10. Návrh tepelného výkonu..... | 19 |
| 11. Energetický štítek obálky budovy | 27 |
| 12. Návrh otopných ploch | 30 |
| 13. Návrh zdroje tepla | 35 |
| 14. Návrh přípravy teplé vody..... | 36 |
| 15. Dimenzování a hydraulické posouzení potrubí | 37 |
| 16. Návrh zabezpečovacího zařízení | 42 |
| 16.1 Návrh expanzní nádoby | 42 |
| 16.2 Návrh pojistného zařízení | 43 |
| 17. Roční potřeba tepla a paliva pro vytápění | 44 |
| 18. Závěr..... | 46 |
| 19. Seznam použitých zdrojů..... | 47 |
| 20 Seznam použitých zkratk a symbolů | 49 |
| 21. Seznam příloh..... | 50 |
| 22. Výkresová dokumentace..... | 50 |

A. Teoretická část

1. Úvod

Jako první ústřední vytápění můžeme označit soustavu k vytápění podlahy pomocí kouřových plynů, přibližně v 80. letech před našim letopočtem v římských vilách. Později se použilo vytápění pomocí kouřových plynů vedených v dutinách stěn. Autor této myšlenky byl Sergius Orata.

Na začátku našeho letopočtu se začalo také v Číně využívat kouřových plynů k vytápění. Spalovalo se dřevo i uhlí. Technické nedostatky, které byly způsobeny netěsnostmi kanálů, zhoršovaly hygienu vytápěných prostor, a proto se od tohoto vytápění upustilo.

Na našem území se začalo využívat otopných soustav v letech 1890 až 1910 jednalo se zejména o dvoutrubkové teplovodní soustavy samotížné s otevřenou expanzní nádobou. Hlavní rozvoj ústředního vytápění na našem území začal až po roku 1945. Vzhledem ke zvýšení bytové výstavby se musela změnit i koncepce zdrojů tepla. Z kotelen pro jeden objekt se staly kotelny pro celé areály. Dálkové vytápění a rostoucí výška budov upevnila postavení teplovodních soustav s nuceným oběhem. [1]

2. Vytápění

Největší množství spotřebované energie ze všech energií na objektu je pro vytápění. Teplota je určena na základě dlouhodobých meteorologických pozorování. Pro Českou republiku platí pro vytápění hodnoty venkovních výpočtových teplot v zimním období $t_e = -12^{\circ}\text{C}$; -15°C ; -18°C podle klimatické oblasti.

Hlavní úkol vytápění je zajistit tepelnou pohodu člověka. To znamená vytvořit takový stav prostředí, kdy člověk nepocítuje teplo ani chlad a cítí se příjemně. Z tohoto důvodu je důležité mít kvalitně zpracovaný návrh pro vytápění. Největším problémem je, abychom dosáhli vyrovnaného stavu, kdy dodáváme na vytápění tolik energie, kolik v daný okamžik objekt potřebuje, a zamezit přetopení nebo naopak nedostatečnému vytopení objektu.

Tepelné soustavy se dělí podle teplotnosné látky na parní nebo vodní.

Vodní soustavy : - teplovodní (do 110°C)
 - teplovodní nízkoteplotní do 65°C
 - horkovodní (nad 110°C)

Parní soustavy: - podtlakové
 - nízkotlaké (přetlak do 0,05 MPa)
 - středotlaké (přetlak 0,05 - 1,6MPa)

[2]

3. Tepelný výkon

Jde o výkon, který musíme dodat do jednotlivých místností, abychom dosáhli tepelné pohody prostředí. Výpočet se provádí dle ČSN EN 12831 - Tepelné soustavy v budovách – výpočet tepelného výkonu. Tepelný výkon počítáme pro každou místnost zvlášť a po součtu všech tepelných výkonů jednotlivých místností zjistíme přesnou tepelnou ztrátu objektu. Tepelná ztráta objektu se skládá ze dvou hlavních částí, z tepelné ztráty prostupem a tepelné ztráty větráním.

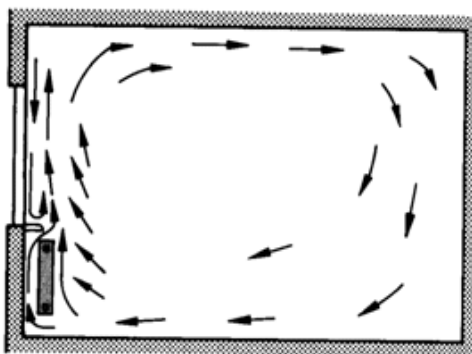
Tepelná ztráta prostupem nejvíce záleží na skladbě jednotlivých konstrukcí objektu a na venkovním klimatu. Proto platí, že čím více klade ochlazovaná konstrukce tepelný odpor tím menší je únik tepla prostupem.

Tepelná ztráta větráním se posuzuje ze dvou hledisek a to netěsnostmi spár oken, dveří a dále nutnou hygienickou výměnou vzduchu jednotlivých místností. V dnešní době jsou vyráběná okna a dveře velmi těsná, proto je jejich součinitel spárové průvzdušnosti takřka zanedbatelný. Nutné je zajistit z hygienického hlediska výměnu vzduchu, která je dána dle účelu místnosti hodnotou n což je výměna vzduchu za hodinu, kterou nám určuje zákon. Tepelná ztráta větráním se může částečně snížit použitím nuceného větrání se zpětným získáváním tepla.

4. Šíření tepla

Šíření neboli sdílení tepla je jeden ze způsobu přenosu energie. Šíření probíhá třemi základními způsoby vedením, prouděním a sáláním. Vedení tepla je nejčastější způsob šíření tepla v pevných tělesech, například vedení tepla stěnou.

Proudění tepla jako jeden ze způsobů šíření tepla v kapalinách a plynech, není možné u pevných látek. Ve srovnání s vedením tepla může být proudění tepla rychlejší. Při samovolném proudění teplo stoupá vzhůru na základě rozdílných hustot. [3]



obr. č. 3.1. Šíření tepla v místnosti od otopného tělesa [6]

Sálání neboli tepelné záření probíhá u všech těles, které mají vyšší teplotu než okolí (vyzařuje teplo) a každé těleso s nižší teplotou než okolí (pohlcuje teplo).

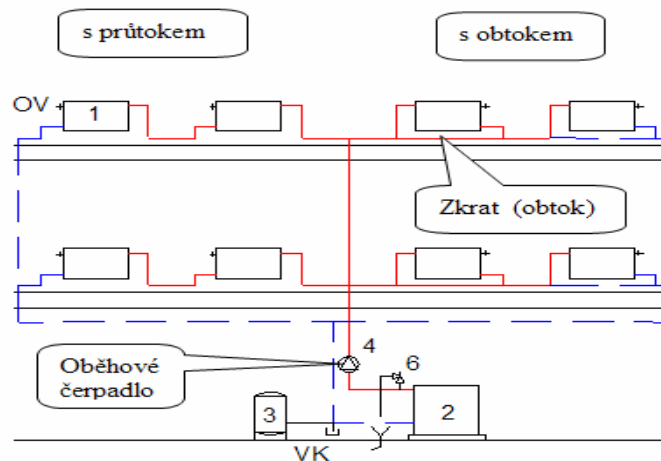
5. Druhy vytápění

V obytných budovách se nejčastěji používá Teplovodní vytápění. Naopak u objektů například skladů nebo velkoprůmyslových hal, kde je nutné zajistit velký přívod vzduchu, je vhodnější použít Teplovzdušné vytápění. Teplovzdušné vytápění má své výhody, mezi něž patří možnost s již zavedeným přívodem vzduchu objekt vytápět nebo využít zpětného získávání tepla v rekuperačních výměnících. Vzduch, přiváděný do objektu je již zbaven škodlivin, které jsou odstraněny filtrem umístěným v jednotce na přívodu vzduchu. V letním období se následně může přivádět ochlazený vzduch.

U Teplovodního vytápění se nejčastěji k přestupu tepla používají otopná tělesa nebo podlahové vytápění. Otopná tělesa předávají teplo především konvekcí, tj. ohříváním vzduchu, který proudí kolem teplosměnné plochy otopného tělesa a částečným sáláním přední strany tělesa. U podlahového vytápění dochází k přestupu tepla pomocí sálání.

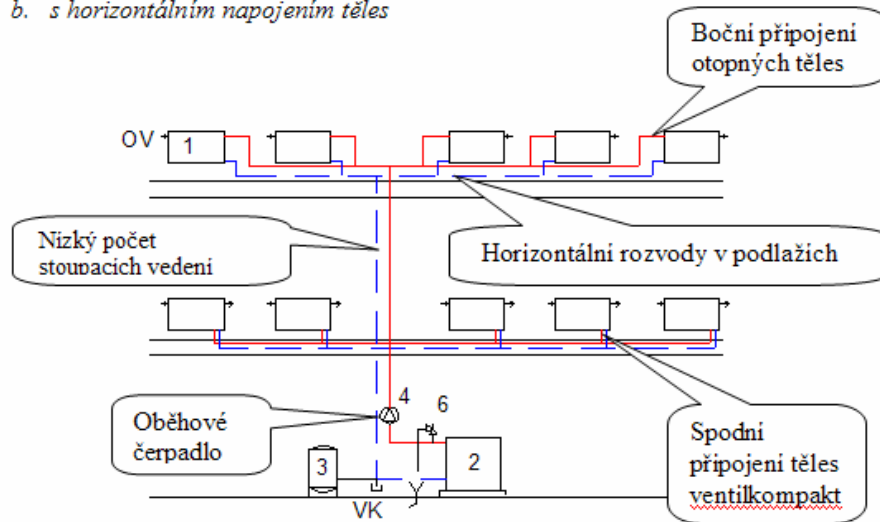
5.1 Teplovodní soustavy

Pro přenos tepla se užívá voda, která se v kotli ohřívá na požadovanou teplotu vstupující do otopného systému, kde se v koncových elementech předává do prostoru a poté ochlazená se vrací zpět ke zdroji tepla a proces se opakuje. Dříve se používaly otevřené soustavy s přirozeným oběhem vody, které fungovaly samotížně na principu rozdílných hustot topné přívodní a vratné vody. V soustavě vzniká přetlak a ten způsobuje pohyb vody v topném okruhu. V dnešní době se ale téměř nevyužívají a to z hlediska vysokých pořizovacích nákladů, velkých průměrů potrubí a nevýhodě umístění otopných těles, které musí být výše než zdroj tepla, popřípadě ve stejné výšce. Dnes jsou nejvíce používané otopné soustavy uzavřené s nuceným oběhem vody, kde je teplotná látka poháněna pomocí oběhového čerpadla. Tyto soustavy jsou schopny přenést mnohonásobně vyšší tlakové ztráty než soustavy samotížné, průměry potrubí vychází menší, je také možnost použití vyšších rychlostí proudění topné vody a jejich hlavní výhodou je, že zdroj tepla nemusí být v nejnižším místě soustavy. Soustava nám také umožňuje rozsáhlé možnosti regulace a rychlý zátop. Uzavřené otopné soustavy s nuceným oběhem je možné rozdělit na jednotrubkové a dvoutrubkové s horním nebo dolním rozvodem s napojením horizontálním nebo vertikálním. [5]



obr. č. 4.1. Otopná soustava s nuceným oběhem vody, uzavřená, jednotrubková, horizontální [5]

b. s horizontálním napojením těles



LEGENDA: 1 – otopné těles, 2 – kotel, 3 – tlaková expanzní nádoba, 4 – oběhové čerpadlo, 6 – pojistný ventil, OV – odvzdušňovací ventil, VK – vypouštěcí kohout

obr. č. 4.2. Otopná soustava s nuceným oběhem vody, uzavřená, dvoutrubková, se spodním rozvodem, horizontální napojení OT. [5]

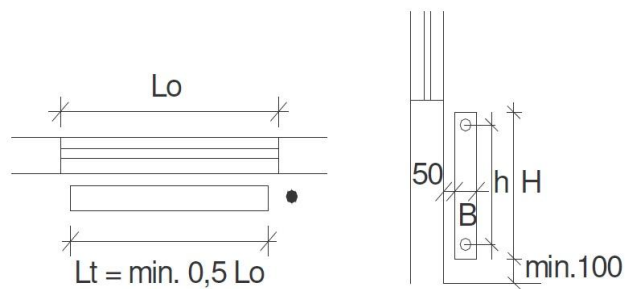
6. Otopné plochy

Úkolem otopné plochy je dodat do vytápěného prostoru takové množství tepla a takovým způsobem, aby v něm byla vytvořena tepelná pohoda. Veličiny, které mají hlavní vliv na tepelnou pohodu lze ovlivnit druhem, velikostí a způsobem instalace otopné plochy. Hlavní je pak ovlivnění:

- směru a rychlosti proudění vzduchu ve vytápěném prostoru
- rozložení teplot ve vytápěném prostoru
- povrchových teplot okolních ploch vzhledem k jejich sálavému účinku

Jako teplosměnná plocha se nejčastěji používají otopná tělesa, která se dělí na článkové, deskové, trubkové a konvektory.

Skutečný výkon otopného tělesa nebo součet výkonů otopných těles v jedné místnosti musí pokrývat tepelnou ztrátu místnosti. Otopné těleso se volí z hlediska tepelné ztráty, teplosměnné plochy, stavebního provedení místnosti a požadavku investora. Otopná tělesa se umísťují na nejvíce ochlazovanou stěnu pod výplně otvorů. [5] [6]



$Lt \geq 0,8 Lo$ obytné místnosti

obr. č. 5.1. Určení velikosti otopného tělesa [5]

Článeková otopná tělesa jsou tělesa vyrobená z jednotlivých článků spojených pomocí závitových vsuvek. Tato tělesa se vyrábějí nejčastěji z šedé litiny, ocelového plechu nebo slitiny hliníku. Litinová tělesa mají nejdélší životnost a to i přes 50 let.

Otopná tělesa desková jsou v dnešní době nejpoužívanějšími otopnými tělesy, a to z důvodu ceny, a také proto, že tato tělesa obsahují malé množství vody a tím umožňují rychle reagovat na potřebu tepla. Základní přestupní plocha je tvořena tvarovanou deskou s horizontálně a vertikálně uspořádanými kanálky, kterými protéká topná voda. Tělesa jsou vyráběna v jednoduchém, zdvojeném nebo tří deskovém provedení. Tato tělesa se používají pro teplovodní soustavy s nuceným oběhem.

Trubková otopná tělesa jsou tvořena z hladkých trubek ve tvaru hada (vodorovným nebo svislým), registrem ze svislých hladkých trubek nebo registrem z žebrových trubek. Tyto tělesa máme navržené buď individuálně a to pomocí hladkých nebo žebrových trubek, nebo tělesa vyrobené průmyslově. Mezi ně patří koupelnová tělesa (tzv. žebříky).

Konvektor je skříň z ocelového plechu, dole a nahoře prostupná, v jejíž spodní části je osazen výměník, tj. otopná trubka s lamelami nebo žebry. Komínový účinek skříně má za následek zrychlení proudění vzduchu skříní. Konvektory mohou být opatřeny i ventilátorem, ale většina používaných pracuje s přirozenou cirkulací vzduchu. Nejčastěji se umísťují do podlahy pod okno, lze ale také použít povrchově umístěné na nebo nad úroveň podlahy.

Sálavé otopné plochy mohou být podlahové, stropní a stěnové. Nejpoužívanější jsou podlahové topení. Podlahové vytápění se řadí mezi velkoplošné sálavé vytápění. Díky teplu, které vstupuje do místnosti přes podlahu, nám pro tepelnou pohodu člověka stačí

teplota v obytné místnosti o 2 - 4°C nižší, než při použití klasických konvekčních soustav. Tento systém je nízkoteplotní a pracuje s teplotou topné vody do 50°C.



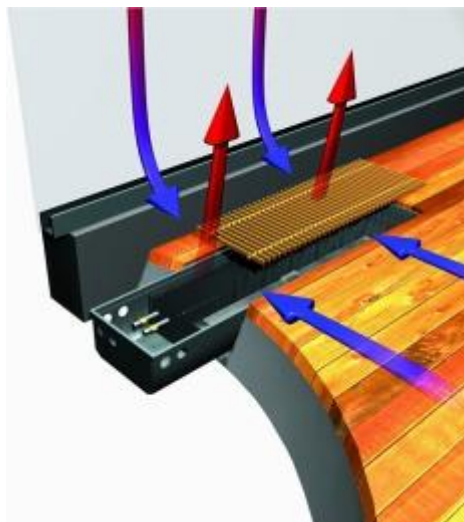
obr. č. 5.2. Litinové otopné těleso [5]



obr. č. 5.3. Deskové otopné těleso [5]



obr. č. 5.4 Trubkové otopné těleso [5]



obr. č. 5.5 Podlahový konvektor [7]

7. Materiály a armatury potrubních rozvodů

Jako materiály potrubních rozvodů se používá potrubí z oceli, mědi a z plastu. Ocelové potrubí je tradičním materiálem. Používáme ocelové závitové bezešvé trubky, ocelové svařované trubky a ocelové bezešvé trubky hladké.

Měděné potrubí musí splňovat podle použití požadavky EN 1057 pro vytápění, sanitární techniku a plyn, pro tvarovky EN 1254. Potrubí vyrobené podle této normy

obsahuje 99,9% čisté mědi. Dále tyto potrubí rozdělujeme dle tvrdosti a to na měkké potrubí (tvrdost 220-250Nmm⁻², ruční ohýbání), polotvrdé potrubí (tvrdost 250-290Nmm⁻², strojní ohýbání) a tvrdé potrubí (tvrdost 290Nmm⁻², ohýbání za tepla). Tloušťku stěny pod 1 mm lze použít pouze pro otopné systémy. Pro ostatní rozvody (voda, plyn) musí být tloušťka stěny minimálně 1 mm.

Plastové potrubí se nejčastěji používá ze síťovaného polyetylen (PE-X), polybutenu (PB), statického polypropylenu (PP-R, PP-3) a potrubí vrstvené s kovovou nebo hliníkovou vložkou, které zvyšují pevnost a zmenšují tepelnou roztažnost potrubí. Plastové potrubí se nevede volně, bývá umístěno v konstrukcích podlah, drážkách a soklových lištách. V podlahách jsou většinou vedeny jako trubka v trubce.

Armatury trubních rozvodů se rozdělují na automaticky nebo ručně ovládané. Uzavírací armatury uzavírají manuálně průtok a dělí se na kohouty, klapky, šoupata a ventily. Dále můžeme armatury rozdělit na armatury pojistné (pojistné ventily), zpětné (zpětné klapky a ventily), filtry, kompenzátory, vypouštěcí armatury, odvzdušňovací armatury, regulační armatury, směšovací a rozdělovací armatury a měřicí armatury (teploměry, tlakoměry, průtokoměry a měřiče odebraného tepla). [8]

8. Zdroje tepla

V našich klimatických podmínkách je velice důležité, aby každý objekt měl nějaké vytápění. Existují také pasivní domy, které díky svému řešení nepotřebují vlastní zdroj tepla a všechny potřebné energie pro vytápění dodává slunce a obyvatelé objektu. Toto je zatím ve většině případů ekonomicky nevýhodné. Proto navrhujeme zdroje tepla.

Systémy pro vytápění můžeme dělit dle různých kritérií. Zde uvádím rozdělení podle umístění vytápěcího zařízení v objektu, podle zdroje energie a druhu paliva. Druhy paliva můžeme rozdělit na plynná, kapalná, pevná a elektrickou energii.

K vytápění v objektu může být použito ústřední vytápění, kde je jako jediné topidlo kotel, odtud se teplo rozvádí do jednotlivých místností pomocí vhodného média (voda nebo vzduch). Další možností může být vytápění pomocí lokálních topidel, které se umísťují přímo v jednotlivých místnostech.

Jednotlivým druhům vytápění bude věnována následující část. [4]

8.1 Elektrické vytápění

Díky téměř 100% dostupnosti elektrické energie se tento druh vytápění může používat téměř ve všech objektech. Velice snadno se přeměňuje na teplo a dá se jednoduše rozvádět po celém objektu. Mohou se použít lokální topidla (pro každou místnost zvlášť). Jejich hlavní nevýhodou je poměrně vysoká cena elektrické energie. Z tohoto důvodu se tento typ vytápění používá, pokud nelze zajistit jiný vhodnější zdroj vytápění, nebo se jedná o objekt s malou tepelnou ztrátou. [4]

8.1.1 Lokální topidla (přímotopy)

Konvektory jsou jednoduchá elektrická topná tělesa, která se zpravidla umísťují na stěnu a předávají teplo do prostoru převážně konvekcí. Snadno se reguluje teplota v místnosti.

Topné kabely se používají pro podlahové vytápění. Nutností je izolace podlahy ze spodu, aby nedocházelo k úniku mimo místnost. Další z možností je použít topné fólie. Fólie se neukládají do podlahy místností, ale ukládají se do podhledů, nebo stěn místností pod sádkartonové desky.

8.1.2. Elektrické vytápění ústřední

Elektrokotel je malá kompaktní jednotka, ve které se nachází topná vložka, která je opatřena termostatem, oběhovým čerpadlem a poté zapojena do rozvodu topení.

Jistou nevýhodou oproti lokálním elektrickým topidlům je ztráta tepla v rozvodech a v kotelně (většinou sklep), kde není potřebné vytápět.

Někdy bývá výhodné kombinovat tento druh vytápění i s dalším zdrojem tepla, například kotel na dřevo, kde se umísťuje elektrická topná vložka přímo do kotle na dřevo.

Při použití akumulční nádrže je možnost využít nízkých nočních tarifů elektrické energie, díky možnosti uložení tepla do akumulčních nádrží a poté během dne toto teplo odebírat.

Také při tomto druhu vytápění je dobré tento typ kombinovat s dalším zdrojem vytápění například elektřina-dřevo.

8.2 Plynové vytápění

Zemní plyn je díky rozsáhlé plynofikaci dostupný v téměř všech větších městech, ve spoustě menších měst a obcích na našem území. V současnosti je zemní plyn velmi oblíbený jako zdroj pro vytápění. Z hlediska fosilních paliv má nejmenší výlučnost škodlivých emisí. Je snadno regulovatelný a oproti elektřině i levnější. [4]

8.2.1 Lokální plynové vytápění

Plyn se dá rozvést skoro tak jednoduše jako elektřina, jistý problém ale představuje nutnost odvést spaliny mimo vytápěný prostor. To se většinou děje přes obvodovou stěnu, kudy bývá zajištěn i přívod vzduchu nebo musí být možnost napojení na komín.

Lokální plynová topidla se používají pro vytápění velkých prostor, mají vysokou povrchovou teplotu nad 600°C. Výhodou je jejich malá velikost a vysoký příkon. Jejich nevýhoda je, že spaliny odcházejí do vytápěného prostoru, pálí se na nich prach a tím vzniká nebezpečí požáru.



obr. č. 7.1 Infračervený plynový zářič [4]

8.2.2 Kotle pro plynové ústřední vytápění

Kotle pro plynové ústřední vytápění lze rozdělit na kotle ohřívající vzduch (teplovzdušné) a kotle ohřívající vodu (tepl vodní). Teplovzdušné kotle se u nás téměř nepoužívají. Při používání teplovzdušného vytápění se používá teplovodní kotel a výměník voda-vzduch.

Teplovodní plynové kotle jsou nejrozšířenější a na trhu je spousta výrobců s různými variantami a výkony kotlů. Rozdělujeme je podle provedení na stacionární (stojící na podlaze) a na závěsné (na stěně).

Stacionární kotle se vyrábějí z větších výkonů, mohou být těžší než závěsné a proto se většinou pro jejich delší životnost použije litinové kotlové těleso.

Závěsné kotle jsou lehčí a menší a většinou se používají pro vytápění objektů s menšími tepelnými ztrátami. Kombinují se také s ohřevem teplé vody.

Plynové kotle dělíme podle odvodu spalin na kotle s odvodem spalin do komína a turbokotle, které mají vyústění ven přes fasádu pomocí ventilátoru.

Kondenzační plynové kotle při spalování zemního plynu (metanu CH_4) nebo propanu (C_3H_8), vzniká určité množství vody, která se hořením ohřívá. Ta potom v podobě vodní páry s oxidem uhličitým tvoří spaliny a odchází. Spaliny sebou nesou část skryté energie (latentní teplo). Pokud spaliny ochladíme na teplotu rosného bodu, dojde ke změně skupenství (kondenzaci) vodní páry a následnému uvolnění latentního tepla. V kondenzačním kotli se použije tato energie k předehřevu vratné vody ze systému.

Spalné teplo H_s je množství tepla, které se uvolní dokonalým spálením jednotkového množství plynu a stechiometrického množství kyslíku o počáteční teplotě 25°C , při ochlazení spalin zpět na 25°C . Jde tedy o veškeré teplo vzniklé spálením paliva a zahrnuje i ve vodní páře vázané teplo.

Výhřevnost plynu H_i je rovna spalnému teplu, které je zmenšeno o teplo uvolněné kondenzací vodní páry ze spalin. Jde tedy o teplo, které energii obsaženou ve vodní páře spalin nezohledňují. U normálních kotlů toto latentní teplo odchází se spalinami pryč - bez využití. Účinnost spalovacích zařízení se stanovuje z výhřevnosti, a proto díky zavedení normového stupně využití u kondenzační techniky, nabývá hodnot nad 100%. Pokud ale budeme počítat tuto účinnost ze spalného tepla, dojdeme maximálně na hodnotu 97,5%.

Teplu z úplné kondenzace činí 11% výhřevnosti zemního plynu. Pokud tedy ochladíme spaliny získané na ideálním spalování, bez přebytku vzduchu, začne pod teplotou rosného bodu 57°C ve spalinách kondenzovat vodní pára. K využití tepla z kondenzace dojde k přehřívání vratné vody ze systému, a je požadováno, aby rozdíl mezi spalinami a vratnou vodou byl 5K při jmenovitém výkonu kotle, a 2K při minimálním výkonu. Pokud by byla teplota vratné vody vyšší, než teplota rosného bodu spalin, nedojde ke kondenzaci a k uvolnění kondenzačního tepla. Kotel ale bude i nadále pracovat s účinností nízkoteplotního kotle.

Vhodné je navrhovat systémy, které po celé topné období pracují s teplotami o 5°C nižšími než je skutečná teplota rosného bodu spalin. Je tedy dobré navrhovat systémy s teplotním spádem 55/45°C a nižší.

Kondenzační kotle můžeme také efektivně využívat i pro vyšší teplotní spády, ale při nízkých venkovních teplotách, teplota vratné vody překročí teplotu rosného bodu a nedojde ke kondenzaci. Je spočítáno, že v našich klimatických podmínkách při zvoleném teplotním spádu 75/65°C pracují otopné systémy v kondenzačním režimu až po dobu 85% topné sezóny. Ideální je navrhovat tento systém u rodinných domů s podlahovým vytápěním, pro které se musí použít nízkoteplotní spád. Kondenzační kotle jsou vybaveny přetlakovými hořáky nebo hořáky atmosférickými. [4] [9]

8.3 Centralizované zásobování teplem

Jedná se o teplo vyrobené v teplárnách, nebo se v některých lokalitách využívá odpadní teplo z elektráren. Pro uživatele je tento typ vytápění velice pohodlný, protože se nemusí starat o provoz kotelny, ale pouze odebírají teplo, které je jim dodáváno z teplárny, a oni si tak pouze regulují teplotu v jednotlivých místnostech a navíc se minimalizuje lokální znečištění. Na dálkových rozvodech má tento druh vytápění docela velké tepelné ztráty, i když je izolován. [4]

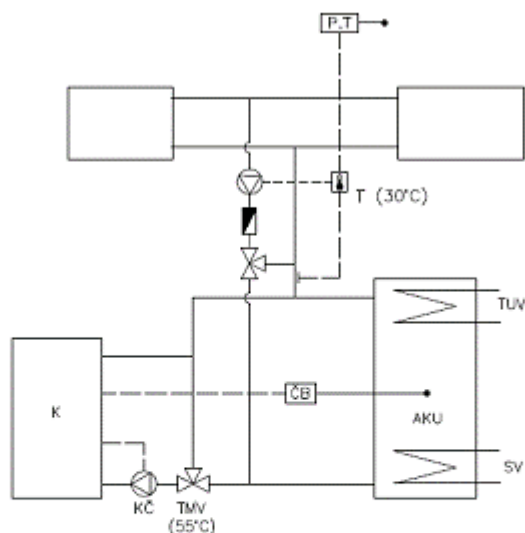
8.4 Vytápění biomasou

Pojem biomasa znamená, že se jedná o hmotu, která je biologického původu. Biomasa je obnovitelný zdroj energie např. dřevo, dřevní odpad, piliny, sláma, obilí, komunální odpad atd. Má minimální negativní vliv na životní prostředí a malý obsah

popela. Výhřevnost biomasy v suchém stavu je přibližně 18 MJ/kg. Je ovlivněna obsahem vody. U dřeva se například doporučuje vysušovat aspoň po dobu dvou let (pod přístřeškem), aby dostatečně vyschlo.

Teplovodní kotle na dřevo používají pyrolýzní spalování, kde dřevo v násypce odhořívá s omezeným množstvím primárního vzduchu. Díky tomu, že tepelný rozklad dřeva prochází vysokými teplotami, tak při nominálním výkonu vylučují tyto kotle málo škodlivých látek. Pokud ale výkon kotle poklesne pod 40%, kotel začíná vypouštět rapidně více škodlivých emisí a účinnost klesne. Tyto kotle dosahují velmi vysokých teplot otopné vody, a proto se používají s akumulacími nádobami, které umožňují ukládat teplo do těchto nádob. Tímto umožní optimální provozování kotle při optimálním výkonu. Po nahřátí je možné dům vytápat pouze z nádrží, dokud se nevybijí a proces se bude opakovat.

[4]



K kotel VERNER A251 (A501)
 B boiler
 R regulátor
 AKU akumulční nádrž
 P.T pokojový termostat
 SČ systémové čerpadlo
 KČ kotlové čerpadlo
 ČB řídící teploty

TMV termostatický míšící ventil
 uzavírací armatura
 T termostat
 M servopohon ventilu
 TUV teplá užitková voda
 SV solární výměník

obr. č 7.2. Schéma zapojení kotle na dřevo s akumulacími nádrží do otopného systému [4]

8.4.1 Teplovodní kotle na pelety

Peletky jsou oproti dřevu, vždy vysušené (pokud ne, rozpadají se), a mají velkou výhřevnost. Řeší problém nedostatku místa pro dřevo a jeho přípravu. Sklad pro peletky musí být blízko kotle. Doprava peletek je automatická a s pomocí šnekového nebo pneumatického dopravníku se dopravuje do kotle, nebo může mít kotel vlastní zásobník, který se doplňuje manuálně z pytlů. Kotle jsou vybaveny automatikou, která si sama řídí potřebný přísun peletek dle potřeby. Vzhledem k pohodlnosti používání, kdy nám při větším skladu peletek stačí naplnit sklad například na začátku topné sezóny, můžeme tyto kotle přirovnat ke kotlům na zemní plyn. [4]



obr. č. 7.3 Peletky [4]



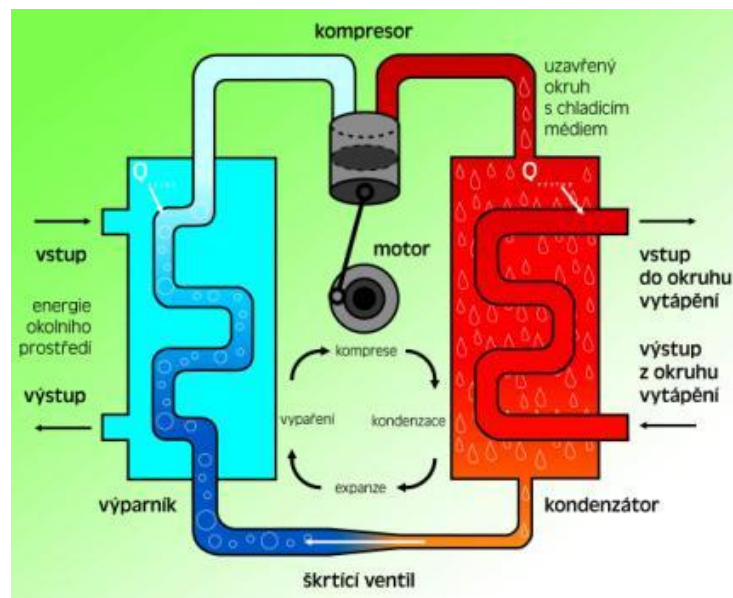
obr. č. 7.4 Automatický kotel na peletky [4]

8.5 Vytápění tepelným čerpadlem

Tepelné čerpadlo odebírá teplo z chladnějšího tělesa (země, voda, vzduch) a přenáší je na teplejší těleso (topná voda). K tomuto procesu musíme dodat energii, která pohání kompresor. Zpravidla se pro pohon používá elektrická energie, ale existují také tepelné čerpadla, která jsou poháněna zemním plynem. Ty jsou pro provoz dražší než elektrická a jsou také nákladnější.

Základní části tepelného čerpadla jsou:

- kompresor - stlačuje chladivo a zvyšuje teplotu
- kondenzátor - tepelný výměník, chladivo kondenzuje a předává teplo do systému
- Výparník - chladivo se odpařuje a odebírá teplo z okolí
- regulační systém
- pomocné vytápění pro přitápění



obr. 7.5 Schéma energetických toků v tepelném čerpadle [4]

Tepelné čerpadlo funguje na stejném principu jako chladnička pouze obráceně. Účinnost tepelného čerpadla posuzujeme pomocí topného faktoru, který udává kolik kWh tepla tepelné čerpadlo vyrobí, oproti tomu kolik kWh elektrické energie tepelné čerpadlo spotřebuje. Topný faktor dále závisí na rozdílu teplot mezi místem, odkud teplo bereme a místem, kam teplo dodáváme. Topný faktor by se měl pohybovat mezi 2 až 4. To znamená že na jednu kWh spotřebované energie vyrobíme dvakrát až čtyřikrát více energie pro vytápění. Náklady na pořízení jsou ale docela vysoké a pohybují se v rozmezí 200 000 Kč až 300 000 Kč na rodinný domek. Vzhledem k tomu že s rostoucím výkonem tepelného čerpadla roste také jeho cena, protože musí být použity dražší a větší kompresory, výměníky, expanzní ventily apod. se tepelné čerpadlo nenavrhuje na celkovou tepelnou ztrátu objektu, ale navrhne se poddimenzované o 15-20%. Tato zbylá energie musí být doplněna jiným zdrojem tepla. Většinou se použije elektrický kotel, který může být osazen přímo v tepelných čerpadlech nebo vedle. Tento elektrický kotel se automaticky zapne,

pokud venkovní teplota klesne pod teplotu, na kterou je nadimenzované tepelné čerpadlo a dodává zbylý potřebný výkon. [4] [10]

8.5.1 Tepelná čerpadla ZEMĚ / VODA - zemní kolektor

Tento typ tepelného čerpadla odebírá teplo z plochy zahrady. Na zahradě jsou umístěny pod povrchem zeminy plastové trubky, které fungují jako zemní kolektor a jsou naplněny nemrznoucí směsí, kde tato směs přenáší teplo mezi zemí a tepelným čerpadlem. Tepelné čerpadlo odebírá téměř veškerou energii ze zeminy nad kolektorem, kde je zemina akumulovaná od slunce a jen nepatrné množství pod ním. Výhodami tepelných čerpadel se zemním kolektorem jsou nižší investiční náklady, spotřeba energie je přibližně o 30% nižší než u tepelných čerpadel odebírající teplo ze vzduchu. Nevýhody jsou naopak při použití země / voda se zemním kolektorem. Je potřebná velká plocha zahrady okolo 200 - 400 m² podle výkonu tepelného čerpadla, dále kvalita zeminy, která musí umožňovat uložit kolektor do požadované hloubky a rozmístění kolektoru na plochu zahrady, kde neplánujeme žádnou budoucí stavbu (garáž, kůlna, bazén). Při výběru plochy musíme také dbát nato, aby pozemek byl nejvhodněji na rovině, popřípadě mírně z kopce směrem od kotelny. [10]

8.5.2 Tepelná čerpadla ZEMĚ / VODA – vrt

Tento typ tepelného čerpadla, odebírá teplo z hloubky. Průměr vrtu bývá 12 až 16 cm, ve kterém je osazena plastová sonda, která přenáší teplo mezi zemí a tepelným čerpadlem. Vrty se provádí do hloubky 80 až 150 m a podle potřeby se vyvrtá jeden nebo více vrtů. Vyhody vrtu je vysoký topný faktor tepelného čerpadla, který je stálý i při velmi nízkých teplotách, spotřeba elektřiny je přibližně srovnatelná jako při použití zemního kolektoru a díky malým potřebám na plochu pozemku lze použít téměř u většiny staveb. Nevýhodou je ale vysoká cena prováděného vrtu. [10]

8.5.3 Tepelná čerpadla ZEMĚ / VODA – větrací vzduch

Tento typ tepelného čerpadla kombinuje teplo odpadního vzduchu z domu a teplo zemního kolektoru nebo vrtu. Pokud není nutnost odebírat teplo pro vytápění nebo ohřev teplé vody, tak se přebytečné teplo ukládá do podzemního kolektoru a díky tomu se udržuje vysoká teplota kolektoru a tepelné čerpadlo může pracovat celoročně s vysokým topným faktorem. Výhodou je malý nárok na plochu kolektoru, ale naopak nevýhodou je vhodnost použití tohoto systému pouze pro nízkoenergetické domy. [10]

8.5.4 Tepelná čerpadla ZEMĚ / VODA – vodní plocha

Tento typ tepelného čerpadla odebírá teplo z vodní plochy. Na dno vodní plochy (rybník, řeka) se umístí plastové hadice, které jsou naplněny nemrznoucí směsí, která přenáší teplo mezi vodou a tepelným čerpadlem. Výhody jsou nízké náklady na provoz a nízké náklady pro vybudování kolektoru. Nevýhodou je možnost použití pouze u objektu, kde se nachází vodní plocha a nutnost povolení umístění kolektoru od správce povodí. [10]

8.5.5 Tepelná čerpadla VODA / VODA

Tepelné čerpadla VODA/VODA odebírá teplo ze spodní vody. Ve většině případů se teplo odebírá ze studny, odkud předává teplo výměníku tepelného čerpadla a následně je voda vrácena do země. Tepelné čerpadlo voda/voda dosahuje nejvyšších topných faktorů a v porovnání s tepelnými čerpadly s vrty mají nižší investiční náklady. Využití je pouze v místech s dostatkem spodní vody. Nevýhoda je, že systém pracuje ve většině případů s otevřeným systémem. Ten potřebuje pravidelnou údržbu filtrů a výměníků. [10]

8.5.6 Tepelná čerpadla VZDUCH / VODA

Tento typ tepelného čerpadla odebírá teplo přímo z venkovního vzduchu a je nasáván do tepelného čerpadla. Získané teplo se předává pro ohřev vody v topném systému nebo pro ohřev teplé vody.

Instalace tohoto systému se provádí jednoduše a rychle a mají malý nárok na prostor. Značná nevýhoda tepelných čerpadel vzduch/voda je v našich podmínkách v zimě, kdy teplota venkovního vzduchu značně klesá a s tím také klesá i topný faktor. V zimním období díky nízkým teplotám přiváděného vzduchu mají tyto tepelné čerpadla snížený výkon a systém pracuje s nízkou teplotou topné vody. Proto je vhodné tento typ využít pro domy s podlahovým topením. [10]

8.5.7 Tepelná čerpadla VZDUCH / VZDUCH

Tepelná čerpadla VZDUCH/VZDUCH odebírají teplo z venkovního vzduchu a nasávají do tepelného čerpadla. Získané teplo je následně použito pro ohřev vzduchu uvnitř budovy. Tepelné čerpadlo vzduch/vzduch má většinou jen jednu vnitřní jednotku, která funguje jako krb. Vytápí se pouze jedna místnost ale teplo se nám pochopitelně šíří po celém domě. Díky tomu, že toto čerpadlo ohřívá vzduch bez použití topného systému, dosahuje lepších topných faktorů než jiná tepelná čerpadla. Instalace je velmi snadná, rychlá a investiční náklady jsou nižší než u použití jiných typů tepelných čerpadel. Tento typ se většinou používá v rodinných domech, které nemají mnoho malých místností vzhledem k tomu, že jsou opatřeny pouze jednou vnitřní jednotkou. Nevýhodou je, že se tepelným čerpadlem vzduch/vzduch nedá ohřívát teplá voda. [10]

B. Výpočtová část

9. Analýza objektu

Pro tuto práci jsem si zvolil objekt, který byl postaven v roce 1952 za účelem ubytování osob. V roce 1998 objekt vyhořel a byl prodán. Nový majitel se rozhodl objekt zcela zrekonstruovat a využívat jako hotel. Objekt má čtyři nadzemní podlaží, které budou využívána pro ubytování, dále podkroví, které se zatím nebude využívat a jedno podzemní podlaží, kde se bude nacházet restaurace. Konstrukce objektu je vyžděná z plných pálených cihel a bude zateplena pěnovým polystyrenem o tloušťce 150mm. Dále se provede rekonstrukce stávajících oken za nová plastová okna a zatepleno bude také podkroví.

Požadavek investora je návrh vhodného typu vytápění a zdroje tepla. Objekt je situován v zastavěném území a je připojen na další budovu. Kolem vede hlavní komunikace a není zde místo pro další stavbu. Z tohoto důvodu jsem vyloučil využití obnovitelných zdrojů energie.

Nejlepším řešením v tomto případě je zvolení zemního plynu, který vede kolem budovy. Proto jsem se obrátil na distributora plynu, zda bude možné tento objekt připojit. Zvolil jsem plynový zdroj tepla, protože jsem dostal od distributora plynu souhlasné stanovisko.

Další krok je zvolení rozvodu tepla po objektu. Zde je možné volit ze dvou variant a to buď teplovodní rozvody, nebo rozvody vzduchu. Na žádost investora jsem zvolil teplovodní rozvody. Z důvodu návrhu kondenzačního kotle je navržen nízkoteplotní spád soustavy 55/45°C. Při tomto teplotním spádu nám kotel zaručí vyšší účinnost, díky možnosti využívání kondenzačního tepla po celou topnou sezónu. Vzhledem k tomu, že obsazenost hotelu se bude neustále měnit, by byla neefektivní centrální příprava teplé vody. Z tohoto důvodu budou po objektu rozmístěny elektrické zásobníkové ohřívače.

10. Návrh tepelného výkonu

Výpočet je proveden dle platné normy ČSN EN 12 831 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu. Tepelné ztráty jsem počítal pro každou místnost samostatně a jejich součet nám udává přesnou tepelnou ztrátu objektu. Slouží nám pro

návrh jednotlivých otopných ploch v místnostech a také pro návrh zdroje tepla. Jako první jsem musel spočítat součinitel prostupu tepla přes konstrukci, který jsem prováděl ručním výpočtem. Pro názornost jsem zde vložil postup výpočtu prostupu tepla konstrukcí, který je uveden v tabulce 10.1. Zbylé součinitele prostupu konstrukcemi jsou volženy jako příloha 1.

Výpočet tepelného výkonu jsem prováděl pro všechny místnosti ručně. V tabulce 10.2. je znázorněn výpočet. Další výpočty místností jsou součástí přílohy 2. Místnosti, které se nacházejí vně dispozice, nebo nemají okna, budou větrány pomocí ventilátorů nebo vzduchotechnických rozvodů.

V restauraci a v kuchyni je z hlediska velké požadované výměny vzduchu spočítána tepelná ztráta pouze prostupem a jednonásobnou výměnou vzduchu. Zbytek tepelné ztráty pokryje vzduchotechnická jednotka s vlastním zdrojem tepla, která zároveň zajistí nutný přívod i odvod vzduchu z hlediska počtu osob. Vzduch bude v jednotce ohříván. Tímto se nezabývá projekt vytápění, ale tuto problematiku řeší samostatný projekt vzduchotechniky. [18]

Tabulka 10.1. – Výpočet prostupu tepla konstrukcí

Obvodová stěna SO1

| Skladba | d (m) | λ (Wm/K) |
|------------------------|-------|------------------|
| Omítka vápenná | 0,02 | 0,800 |
| Cihla plna CP | 1,00 | 1,66 |
| Polystyren EPS 70 F | 0,15 | 0,039 |
| Omítka vápenocementová | 0,02 | 0,900 |

$$R = \sum(d/\lambda) = 0,02/0,8 + 1/1,66 + 0,15/0,039 + 0,02/0,9 = 4,496 \text{ m}^2\text{K}^{-1}\text{W}^{-1}$$

$$R_T = R_{Si} + R + R_{Se} = 0,13 + 4,496 + 0,04 = 4,666 \text{ m}^2\text{K}^{-1}\text{W}^{-1}$$

$$U = 1/R_T = 1/4,666 = \underline{\underline{0,214 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}}}$$

Tabulka 10.2 – Výpočet tepelného výkonu pro místnosti č.112, 113 a 401

| Místnost č.112 - pokoj | | | | | | | |
|--|----------------|-------|-------|------------|----------|-------|------------------------------|
| Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí | | | | | | | |
| Stavební konstrukce | | | | | | | |
| Č.k. | Popis | A_k | U_k | ΔU | U_{kc} | e_k | $A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ |
| SO1 | Venkovní stěna | 17,25 | 0,214 | 0,1 | 0,314 | 1 | 5,42 |
| OZ1 | okno zdvojené | 1,65 | 1,2 | 0 | 1,2 | 1 | 1,98 |
| Σ | | | | | | | 7,40 |

Tepelná ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

| Stavební konstrukce | | | | | | | |
|----------------------------|---------------|-------|-------|----------|------------------------------|--|--------------|
| Č.k. | Popis | A_k | U_k | f_{ij} | $A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ | | |
| DN | dveře | 1,6 | 1,8 | 0,143 | 0,41 | | |
| DN | dveře | 1,4 | 1,8 | -0,114 | -0,29 | | |
| SN4 | stěna vnitřní | 9,25 | 2,5 | -0,114 | -2,64 | | |
| SN4 | stěna vnitřní | 1,4 | 2,5 | 0,143 | 0,50 | | |
| Σ | | | | | | | -2,01 |

Celková tep. Ztráta prostupem

| | θ_i | θ_e | $\theta_i - \theta_e$ | $H_{T,i}$ | Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ (W) |
|--|------------|------------|-----------------------|-----------|---|
| | 20 | -15 | 35 | 5,39 | 188,49 |

Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání

| Objem místnosti V (m ³) | Výpočtová venkovní teplota θ_e | Výpočtová vnitřní teplota θ_i | Hygienické požadavky | |
|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|--|
| | | | n (h-1) | V _{min,i} (m ³ /h) |
| 38,22 | -15 | 20 | 0,5 | 19,11 |
| Počet nechr. otvorů | n50 | Činitel zaclonění e | Výškový korekční činitel | Množství vzduchu infiltrace V _{inf,i} (m ³ /h) |
| 1 | 4,5 | 0,03 | 1 | 10,3194 |

Výpočet tepelné ztráty větráním

| max. z V _{min} V _{inf} | H _{v,i} | $\theta_i - \theta_e$ | Návrhová tep. Ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ (W) |
|---|------------------|-----------------------|---|
| 19,11 | 6,4974 | 35 | 227,409 |

| | |
|------------------------|---------------|
| Návrhový tepelný výkon | 415,89 |
|------------------------|---------------|

| Místnost č.113 koupelna | | | | | | | |
|--|----------------|-------|-------|------------|----------|-------|------------------------------|
| Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí | | | | | | | |
| Stavební konstrukce | | | | | | | |
| Č.k. | Popis | A_k | U_k | ΔU | U_{kc} | e_k | $A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ |
| SO1 | Venkovní stěna | 4,95 | 0,214 | 0,1 | 0,314 | 1 | 1,55 |
| Σ | | | | | | | 1,55 |

Tepelná ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

| Stavební konstrukce | | | | | | | |
|---------------------|---------------------|-------|-------|----------|------------------------------|--|-------------|
| Č.k. | Popis | A_k | U_k | f_{ij} | $A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ | | |
| Pdl | Podlaha | 2,7 | 1,44 | 0,231 | 0,90 | | |
| SN4 | stěna | 8,5 | 2,5 | 0,103 | 2,19 | | |
| DN | Dveře neochlazované | 1,4 | 2,8 | 0,103 | 0,40 | | |
| SN1 | stěna | 4,8 | 1,096 | 0,103 | 0,54 | | |
| Σ | | | | | | | 4,03 |

Celková tep. Ztráta prostupem

| | θ_i | θ_e | $\theta_i - \theta_e$ | $H_{T,i}$ | Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ (W) |
|--|------------|------------|-----------------------|-----------|---|
| | 24 | -15 | 39 | 5,59 | 217,89 |

Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání

| Objem místnosti V (m ³) | Výpočtová venkovní teplota θ_e | Výpočtová vnitřní teplota θ_i | Hygienické požadavky | |
|--|---------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|---|
| | | | n (h ⁻¹) | $V_{min,i}$ (m ³ /h) |
| 8,16 | -15 | 24 | 1,5 | 12,24 |
| Počet nechr. otvorů | n_{50} | Činitel zaclonění e | Výškový korekční činitel | Množství vzduchu infiltrace $V_{inf,i}$ (m ³ /h) |
| | 4,5 | 0,03 | 1 | 2,2032 |

Výpočet tepelné ztráty větráním

| max. z V_{min} V_{inf} | $H_{v,i}$ | $\theta_i - \theta_e$ | Návrhová tep. Ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ (W) |
|-------------------------------|-----------|-----------------------|---|
| 12,24 | 4,1616 | 39 | 162,30 |

| | |
|------------------------|---------------|
| Návrhový tepelný výkon | 380,19 |
|------------------------|---------------|

| Místnost č.401 - pokoj | | | | | | | |
|--|----------------|-------|-------|------------|----------|-------|------------------------------|
| Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí | | | | | | | |
| Stavební konstrukce | | | | | | | |
| Č.k. | Popis | A_k | U_k | ΔU | U_{kc} | e_k | $A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ |
| SO3 | Venkovní stěna | 31,49 | 0,22 | 0,1 | 0,32 | 1 | 10,08 |
| OZ1 | okno zdvojené | 8,25 | 1,2 | 0 | 1,2 | 1 | 9,90 |
| Σ | | | | | | | 19,98 |

Tepelná ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

| Stavební konstrukce | | | | | | | |
|---------------------|---------------|-------|-------|----------|------------------------------|--|--------------|
| Č.k. | Popis | A_k | U_k | f_{ij} | $A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ | | |
| DN | dveře | 1,4 | 1,8 | -0,114 | -0,29 | | |
| SN3 | stěna vnitřní | 2 | 1,72 | -0,114 | -0,39 | | |
| SN4 | stěna vnitřní | 10,15 | 2,5 | -0,114 | -2,89 | | |
| Σ | | | | | | | -3,57 |

Tepelná ztráty nevytápěným prostorem

| Stavební konstrukce | | | | | | | |
|---------------------|---------------|-------|-------|------------|----------|-------|------------------------------|
| Č.k. | Popis | A_k | U_k | ΔU | U_{kc} | b_u | $A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ |
| str | strop do půdy | 27 | 0,35 | 0,1 | 0,45 | 0,7 | 8,51 |
| Σ | | | | | | | 8,51 |

Celková tep. Ztráta prostupem

| | θ_i | θ_e | $\theta_i - \theta_e$ | $H_{T,i}$ | Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ (W) |
|--|------------|------------|-----------------------|-----------|---|
| | 20 | -15 | 35 | 24,91 | 871,84 |

Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání

| Objem místnosti V (m ³) | Výpočtová venkovní teplota θ_e | Výpočtová vnitřní teplota θ_i | Hygienické požadavky | |
|--|---------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|---|
| | | | n (h ⁻¹) | $V_{min,i}$ (m ³ /h) |
| 81,18 | -15 | 20 | 0,5 | 40,59 |
| Počet nechr. otvorů | n_{50} | Činitel zaclonění e | Výškový korekční činitel | Množství vzduchu infiltrace $V_{inf,i}$ (m ³ /h) |
| 1 | 4,5 | 0,05 | 1,2 | 43,8372 |

Výpočet tepelné ztráty větráním

| max. z V_{min} V_{inf} | $H_{v,i}$ | $\theta_i - \theta_e$ | Návrhová tep. Ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ (W) |
|-------------------------------|-----------|-----------------------|---|
| 40,59 | 13,8006 | 35 | 483,021 |

| | |
|------------------------|----------------|
| Návrhový tepelný výkon | 1354,86 |
|------------------------|----------------|

Nejprve jsem musel spočítat jednotlivé plochy konstrukcí a jejich součinitele prostupu tepla v dané místnosti. Dále jsem místnost rozdělil podle toho, o jakou stěnu se jedná. Při ztrátě prostupem se může jednat o tepelnou ztrátu, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí, tepelnou ztrátu do nevytápěného prostoru, tepelnou ztrátu do zeminy a tepelnou ztrátu do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou. Celková ztráta prostupem se vypočte dle vztahu 10.1

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) * (\theta_{int,i} - \theta_e) \quad (W) \quad (10.1)$$

kde

$H_{T,ie}$ - tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí

$H_{T,iue}$ - tepelná ztráta do nevytápěného prostoru

$H_{T,ig}$ - tepelná ztráta do zeminy

$H_{T,ij}$ - tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou

$\theta_{int,i}$ - návrhová vnitřní teplota místnosti

θ_e - výpočtová venkovní teplota

Tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí se provádí pro konstrukce na hranici vytápěného prostoru a exteriéru (stěny, okna, dveře). Tato ztráta se skládá ze ztráty prostupem konstrukcemi a ztráty prostupem přes tepelné mosty. Při lineárním tepelném mostu lze vypočítat zjednodušeným způsobem a to korekcí součinitele prostupu tepla. dle vztahu 10.2. Poté můžeme vypočítat celkovou ztrátu do venkovního prostředí dle vztahu 10.3.

$$U_{kc} = U_k + \Delta_u \quad (W/m^2K) \quad (10.2)$$

$$H_{T,ie} = \sum(A_k * U_{kc} * e_k) \quad (W/K) \quad (10.2)$$

kde

U_k - součinitel prostupu tepla konstrukce

Δ_u - korekční součinitel

A_k - plocha konstrukce

U_{kc} - opravný součinitel prostupu tepla zahrnující lineární tepelné mosty

e_k - korekční činitel zahrnující exponování, klimatické podmínky

Tepelná ztráta do nevytápěného prostoru se provede pro přestup tepla do místností, které nebudou vytápěny (půdy, suterén, další nevytápěné prostory) dle vztahu 10.3. Známe-li teplotu v nevytápěném prostoru lze pro stanovení součinitele redukce teploty použít vztah 10.4.

$$H_{T,iue} = \sum(A_k * U_{kc} * b_u) \quad (\text{W/K}) \quad (10.3)$$

$$b_u = (\theta_{int,i} - \theta_u) / (\theta_{int,i} - \theta_e) \quad (-) \quad (10.4)$$

kde

b_u – součinitel redukce teploty

θ_u – teplota v nevytápěném prostoru

Tepelná ztráta do zeminy se vypočte pro konstrukce podlah nebo stěn v kontaktu se zeminou. Hodnota může být stanovena přesně podle EN ISO 131370 nebo zjednodušeným způsobem dle vztahu 10.5.

$$H_{t,ig} = f_{g1} * f_{g2} * \sum(A_k * U_{equie,k}) * G_w \quad (\text{W/K}) \quad (10.5)$$

kde

f_{g1} – opravný součinitel uvažující vliv roční změny průběhu venkovní teploty (1,45)

f_{g2} – opravný teplotní součinitel zahrnující mezi roční průměrnou teplotou ($\theta_{m,e}$) a výpočtovou venkovní teplotou viz vztah 10.5

G_w – opravný součinitel na vliv spodní vody

$U_{equie,k}$ – ekvivalentní součinitel prostupu tepla konstrukce v kontaktu se zeminou (s vlivem zeminy)

$$f_{g2} = (\theta_{int,i} - \theta_{m,e}) / (\theta_{int,i} - \theta_e) \quad (-) \quad (10.5)$$

Tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou se vypočte pro konstrukce které přiléhají k vytápěným místnostem s jinou teplotou než je teplota interiéru dané místnosti dle vztahu 10.6.

$$H_{T,ij} = \sum(f_{ij} * A_k * U_k) \quad (\text{W/K}) \quad (10.6)$$

kde

f_{ij} – součinitel redukce teploty, který zahrnuje rozdíl mezi teplotou přilehlého prostoru a venkovní výpočtovou teplotou

$$f_{ij} = (\theta_{\text{int},i} - \theta_j) / (\theta_{\text{int},i} - \theta_e) \quad (-) \quad (10.7)$$

Dále musíme spočítat tepelnou ztrátu větráním vypočtenou dle vztahu 10.8. Místnost dle účelu musí splňovat požadovanou minimální výměnu vzduchu z hygienických důvodů. Proto nelze tuto ztrátu zanedbat. U místnosti jsem si nejprve spočítal její objem, a určil množství výměny vzduchu za hodinu. Poté jsem si vypočítal objemový tok vzduchu, který se stanoví jako vyšší z hodnot infiltrací (proudění vzduchu štěrbinami a spárami pláště budovy) a nejmenší požadované množství vzduchu z hygienických důvodů dle vztahu 10.10. Dále stupeň těsnosti obvodového pláště n_{50} viz vztah 10.11, zaclonění oken e , a výškový korekční součinitel ϵ , který se určí dle výšky budovy od terénu.

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} * (\theta_{\text{int},i} - \theta_e) \quad (\text{W}) \quad (10.8)$$

kde

$H_{V,i}$ – tepelná ztráta větráním

$$H_{V,i} = V_i * \rho * c \quad (\text{W} * \text{K}^{-1}) \quad (10.9)$$

$$V_{\text{min},i} = n_{\text{min}} * V \quad (\text{m}^3/\text{h}) \quad (10.10)$$

$$V_{\text{inf},i} = 2 * V_m * n_{50} * \epsilon_i * \epsilon_i \quad (-) \quad (10.11)$$

Návrhový tepelný výkon pro místnost jsem stanovil na základě součtu tepelných ztrát všech konstrukcí ohraničujících místnost a větráním, dle vztahu 10.12

$$\Phi_{\text{HL},i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} \quad (\text{W}) \quad (10.12)$$

11. Energetický štítek obálky budovy

Energetický štítek obálky budovy a protokol k energetickému štítku obálky budovy jsou přehledné dokumenty, které nám slouží pro jednoduché a jasné zhodnocení budovy z hlediska její energetické náročnosti. Umožňuje srovnání budov z hlediska kvality obalových konstrukcí a nároku na energii.

Energetický štítek obálky budovy je grafickým vyjádřením stavebně-energetických vlastností konstrukcí domu. Klasifikuje nám budovy do sedmi různých kategorií A-G, od velmi úsporných (A) až po nevhodné (G). Rozhodujícím faktorem pro klasifikaci objektu je průměrný součinitel prostupu tepla.

Energetický štítek obálky budovy jsem prováděl dle platné normy ČSN 73 0540-2 (2011) Tepelná ochrana budov – požadavky, která nahrazuje normu ČSN 73 0540-2 z dubna 2007.

Protokol musí obsahovat identifikaci budovy, identifikaci vlastníka nebo stavebníka. Dále objem vytápěné zóny V, celkovou plochu ochlazovaných konstrukcí A, objemový faktor budovy A/V, klimatické podmínky budovy, charakteristiku parametrů teplosměnných konstrukcí, údaje o prostupu obálkou budovy a údaje o zpracování.

Výpočet se skládá z referenční budovy, která používá pro výpočet normové hodnoty součinitelů prostupu tepla a hodnocené budovy, kde se vkládají součinitele prostupu tepla počítané budovy. Jako první jsem si rozdělil budovu na jednotlivé konstrukce obalující budovu a určil jejich plochu A, součinitel prostupu tepla U, redukční činitel b. Poté jsem vypočetl měrnou ztrátu prostupem H_T . Pro referenční budovu jsem určil tepelné vazby konstantní přírážkou 0,02, a pro hodnocenou budovu jsem stanovil vliv tepelných vazeb výpočtem v souladu s ČSN 73 0540-4. Celkovou měrnou ztrátu prostupem jsem určil jako součet H_T + tepelné vazby jak pro referenční tak pro hodnocenou budovu. Dále jsem vypočetl průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} , dle vztahu 11.1. Nakonec jsem provedl klasifikační zatřídění obálky budovy jako C-vyhovující. V tabulce 11.1 je protokol k energetickému štítku obálky budovy a energetický štítek obálky budovy. [21]

$$U_{em} = \sum(U_{ni} * A_i * b_i) / \sum A_i \quad (W/m^2K) \quad (11.1)$$

kde

U_{ni} – Součinitel prostupu tepla

A_i – plocha konstrukce

b_i – redukční činitel

Tabulka 11.1 – energetický štítek obálky budovy

Protokol k energetickému štítku obálky budovy

Identifikační údaje

| | |
|---|---|
| Druh stavby Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ) Katastrální území a katastrální číslo Provozovatel, popř. budoucí provozovatel | Hotel Valašské Meziříčí, Palackého 156, 757 01, 1128 , č.kat. 128 Petr Ambrousek |
| Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník Adresa Telefon | Aleš Plašil Valašské Meziříčí, Králova 1062 +420 737 448 491 |

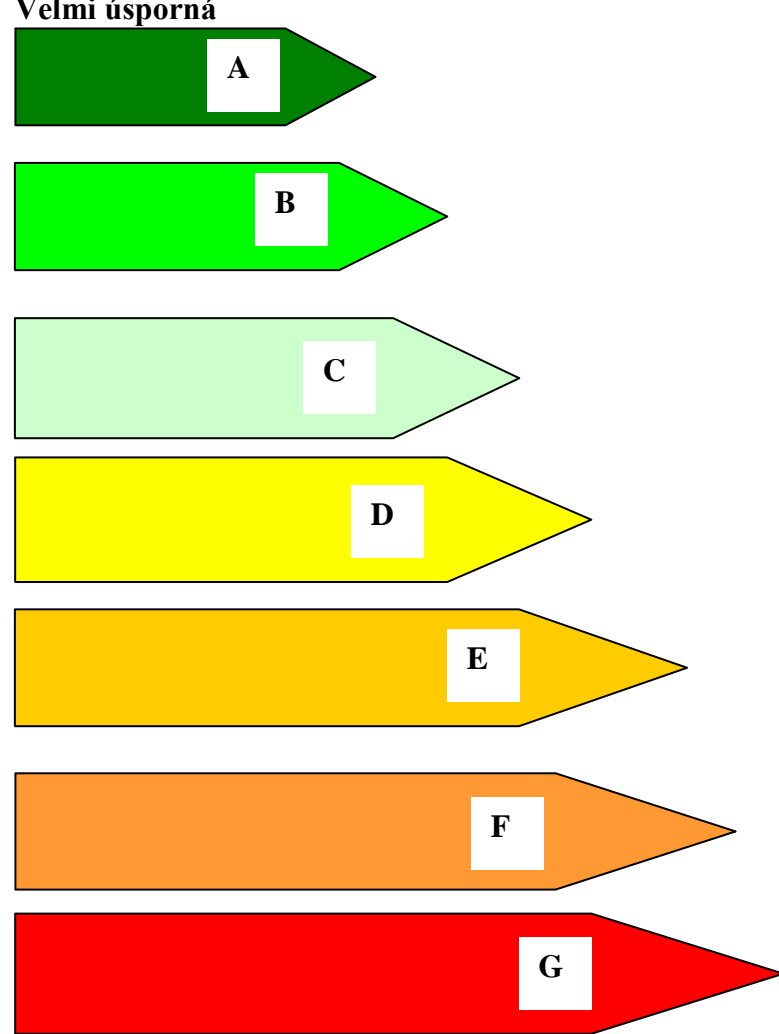
Charakteristika budovy

| | |
|---|---------------------|
| Objem budovy V – vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy | 3648 m ³ |
| Celková plocha A – součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy | 1543 m ² |
| Objemový faktor tvaru budovy A/V | 0,42 |
| Převažující vnitřní teplota v otopném období θ_{in} | 20°C |
| Vnější návrhová teplota v zimním období θ_e | -15 °C |

Charakteristika energeticky významných údajů ochlazovaných konstrukcí

| konstrukce | REFERENČNÍ BUDOVA | | | | HODNOCENÁ BUDOVA | | | |
|---|-------------------|-------------------------------|------------------|------------------------|-----------------------------|---------------------------|------------------|------------------------|
| | plocha | součinitel prostupu tepla | redukční činitel | ztráta prostupem tepla | plocha | součinitel prostupu tepla | redukční činitel | ztráta prostupem tepla |
| | A | U | b | H _T | A | U | b | H _T |
| | (m ²) | (W/(m ² .K)) | (-) | | (m ²) | (W/(m ² .K)) | (-) | |
| SO1 | 161 | 0,3 | 1 | 48,30 | 161 | 0,214 | 1 | 34,45 |
| SO2 | 19,5 | 0,3 | 1 | 5,85 | 19,5 | 0,226 | 1 | 4,41 |
| SO3 | 466 | 0,3 | 1 | 139,80 | 466 | 0,22 | 1 | 102,52 |
| SO4 | 58 | 0,3 | 1 | 17,40 | 58 | 0,236 | 1 | 13,69 |
| okno + dveře | 95 | 1,5 | 1 | 142,50 | 95 | 1,1 | 1 | 104,50 |
| střecha | 240 | 0,24 | 0,7 | 40,32 | 240 | 0,186 | 0,7 | 31,25 |
| stěna k terénu | 263 | 0,45 | 0,431 | 51,01 | 263 | 0,22 | 0,431 | 24,94 |
| podlaha k terénu | 240 | 0,45 | 0,431 | 46,55 | 240 | 0,53 | 0,431 | 54,82 |
| celkem | 1542,5 | | | 491,73 | 1542,5 | | | 370,58 |
| tepelné vazby | | (1542,5*0,02) | | 30,85 | | | | 27,46 |
| celková měrná ztráta prostupem | | | | 522,58 | | | | 398,03 |
| průměrný součinitel prostupu tepla | | $U_{em}=522,58/(1542,5+0,02)$ | | 0,34 | | $U_{em}=398,03/1542,5$ | | 0,26 |
| klasifikační třída obálky budovy | | | | 0,26/0,34= 0,765 | Třída C - vyhovující | | | |

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY

| | | | | | | |
|---|------|--|--|------|------|------|
| Typ budovy, místní označení Hotel Adresa budovy Valašské Meziříčí, Palackého 156, PSČ 757 01 | | Hodnocení obálky budovy | | | | |
| Celková podlahová plocha $A_c = 1080 \text{ m}^2$ | | stávající | doporučení | | | |
| <p>CI Velmi úsporná</p>  <p style="text-align: center;">Mimořádně neekonomická</p> | | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">0,765</div> | <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; display: inline-block;">0,27</div> | | | |
| Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{em} (\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1})$ | | 0,26 | 0,34 | | | |
| Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty U_{em} pro $A/V = 0,42 \text{ m}^2/\text{m}^3$ | | | | | | |
| CI | 0,5 | 0,75 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 |
| U_{em} | 0,17 | 0,255 | 0,34 | 0,51 | 0,68 | 0,85 |
| Platnost štítku | | Datum | | | | |
| Štítek vypracoval: Jan Batrla | | Jméno a příjmení | | | | |
| | | Klasifikace | | | | |

12. Návrh otopných ploch

Pro přenos tepla do jednotlivých obytných místností jsem zvolil desková otopná tělesa od firmy KORADO řadu Radik VK, tyto tělesa mají pravé spodní připojení a budou opatřeny termostatickou hlavicí od firmy HEIMEIER, jsou z ocelového plechu a lisováním je zde dosažen správný tvar. Při použití teplotního spádu 55/45°C nebyl problém s návrhem, protože tento teplotní spád je v katalogu s otopnými tělesy a jejich jednotlivými výkony. Do koupelny jsem navrhl žebříková otopná tělesa také od firmy KORADO, řadu Koralux comfort se středním připojením otopného tělesa, tyto tělesa budou doplněna o elektrické topné těleso s integrovaným regulátorem teploty a bude možné těleso využívat i mimo topnou sezónu. Tělesa od firmy KORADO jsem zvolil, protože je jednoduchá a rychlá montáž otopných těles a také jsou cenově dostupná. Další výhodou je rychlá reakce na změnu teploty.



obr.č. 12.1 deskové otopné těleso Radik VK [14]



obr.č. 12.2 Žebříkové těleso Koralux linear comfort [13]

Tabulka 12.1 Návrh otopných těles pro 1.NP

| NÁVRH OTOPNÝCH TĚLES | | | | | | | | | |
|----------------------|---------------|----------------|---------|----------|--------|------------------------|-------|-------|---------------|
| m.č | typ místnosti | tepelná ztráta | t1/t2 | počet OT | výška | typ OT | délka | výkon | celkový výkon |
| | | (W) | °C | ks | H (mm) | | L(mm) | (W) | (W) |
| 101 | vstupní hala | 1548 | 55 / 45 | 5 | 600 | Radik 10 VK | 1000 | 312 | 1560 |
| 102 | archiv | 63 | 55 / 45 | 1 | 300 | Radik 10 VK | 400 | 67 | 67 |
| 103 | šatna | 0 | | | | | | | |
| 104 | tech. M | 409 | 55 / 45 | 1 | 600 | Radik 11 VK | 800 | 410 | 410 |
| 105 | WC | 0 | | | | | | | |
| 106 | pokoj | 366 | 55 / 45 | 1 | 600 | Radik 20 VK | 800 | 402 | 402 |
| 107 | koupelna | 340 | 55 / 45 | 1 | 1500 | Koralux Linear comfort | 600 | 352 | 352 |
| 108 | pokoj | 351 | 55 / 45 | 1 | 600 | Radik 20 VK | 800 | 402 | 402 |
| 109 | koupelna | 340 | 55 / 45 | 1 | 1500 | Koralux Linear comfort | 600 | 352 | 352 |
| 110 | pokoj | 345 | 55 / 45 | 1 | 600 | Radik 20 VK | 800 | 402 | 402 |
| 111 | koupelna | 335 | 55 / 45 | 1 | 1500 | Koralux Linear comfort | 600 | 352 | 352 |
| 112 | pokoj | 416 | 55 / 45 | 1 | 600 | Radik 20 VK | 900 | 453 | 453 |
| 113 | koupelna | 380 | 55 / 45 | 1 | 1500 | Koralux Linear comfort | 750 | 430 | 430 |
| 114 | WC | 39 | 55 / 45 | 1 | 300 | Radik 10 VK | 400 | 67 | 67 |
| 115 | koupelna | 407 | 55 / 45 | 1 | 1500 | Koralux Linear comfort | 750 | 430 | 430 |
| 116 | pokoj | 272 | 55 / 45 | 1 | 600 | Radik 10 VK | 900 | 281 | 281 |
| 117 | pokoj | 533 | 55 / 45 | 1 | 600 | Radik 21 VK | 900 | 587 | 587 |
| 118 | koupelna | 355 | 55 / 45 | 1 | 1500 | Koralux Linear comfort | 750 | 430 | 430 |
| 119 | koupelna | 370 | 55 / 45 | 1 | 1500 | Koralux Linear comfort | 750 | 430 | 430 |
| 120 | pokoj | 531 | 55 / 45 | 1 | 600 | Radik 21 VK | 900 | 587 | 587 |
| 121 | pokoj | 298 | 55 / 45 | 1 | 600 | Radik 10 VK | 1000 | 312 | 312 |
| 122 | koupelna | 416 | 55 / 45 | 1 | 1500 | Koralux Linear comfort | 750 | 430 | 430 |
| 123 | chodba | -335 | | | | | | | |
| 124 | chodba | -415 | | | | | | | |
| | celkem | 7365 | | | | | | | |
| | | | | | | výkon OT v 1.NP | | | 8736 |

Tabulka 12.2 Návrh otopných těles pro 2.NP

| m.č | typ místnosti | tepelná ztráta | t1/t2 | počet OT | výška | typ OT | délka | výkon OT | celkový výkon OT |
|-----|---------------|----------------|---------|----------|--------|------------------------|-------|----------|------------------|
| | | (W) | °C | ks | H (mm) | | L(mm) | (W) | (W) |
| 201 | pokoj | 1057 | 55 / 45 | 5 | 600 | Radik 10 VK | 800 | 249 | 1245 |
| 202 | koupelna | 340 | 55 / 45 | 1 | 1500 | Koralux Linear comfort | 600 | 352 | 352 |
| 203 | pokoj | 254 | 55 / 45 | 1 | 600 | Radik 10 VK | 900 | 281 | 281 |
| 204 | koupelna | 317 | 55 / 45 | 1 | 1500 | Koralux Linear comfort | 600 | 352 | 352 |
| 205 | pokoj | 402 | 55 / 45 | 1 | 600 | Radik 20 VK | 800 | 402 | 402 |
| 206 | koupelna | 346 | 55 / 45 | 1 | 1500 | Koralux Linear comfort | 600 | 352 | 352 |
| 207 | pokoj | 346 | 55 / 45 | 1 | 600 | Radik 20 VK | 800 | 402 | 402 |
| 208 | koupelna | 356 | 55 / 45 | 1 | 1500 | Koralux Linear comfort | 750 | 430 | 430 |
| 209 | pokoj | 334 | 55 / 45 | 1 | 600 | Radik 20 VK | 800 | 402 | 402 |
| 210 | koupelna | 386 | 55 / 45 | 1 | 1500 | Koralux Linear comfort | 750 | 430 | 430 |
| 211 | pokoj | 493 | 55 / 45 | 1 | 600 | Radik 20 VK | 1000 | 503 | 503 |
| 212 | koupelna | 360 | 55 / 45 | 1 | 1500 | Koralux Linear comfort | 750 | 430 | 430 |
| 213 | úklidová m | 49 | 55 / 45 | 1 | 300 | Radik 10 VK | 400 | 67 | 67 |
| 214 | koupelna | 379 | 55 / 45 | 1 | 1500 | Koralux Linear comfort | 750 | 430 | 430 |
| 215 | pokoj | 284 | 55 / 45 | 1 | 600 | Radik 10 VK | 1000 | 312 | 312 |
| 216 | pokoj | 483 | 55 / 45 | 1 | 600 | Radik 20 VK | 1000 | 503 | 503 |
| 217 | koupelna | 236 | 55 / 45 | 1 | 1500 | Koralux Linear comfort | 450 | 272 | 272 |
| 218 | koupelna | 296 | 55 / 45 | 1 | 1500 | Koralux Linear comfort | 600 | 352 | 352 |
| 219 | pokoj | 425 | 55 / 45 | 1 | 600 | Radik 20 VK | 900 | 453 | 453 |
| 220 | pokoj | 256 | 55 / 45 | 1 | 600 | Radik 10 VK | 900 | 281 | 281 |
| 221 | koupelna | 443 | 55 / 45 | 1 | 1820 | Koralux Linear comfort | 750 | 528 | 528 |
| 222 | pokoj | 247 | 55 / 45 | 1 | 600 | Radik 10 VK | 900 | 281 | 281 |
| 223 | zádveří | 142 | 55 / 45 | 1 | 300 | Radik 11 VK | 400 | 145 | 145 |
| 224 | chodba | -388 | | | | | | | |
| 225 | chodba | -415 | | | | | | | |
| | celkem | 7428 | | | | výkon OT v 2.NP | | | 9205 |

Tabulka 12.3 Návrh otopných těles pro 3.NP

| m.č | typ místnosti | tepelná ztráta | t1/t2 | počet OT | výška | typ OT | délka | výkon OT | celkový výkon OT |
|-----|---------------|----------------|---------|----------|--------|------------------------|-------|----------|------------------|
| | | (W) | °C | ks | H (mm) | | L(mm) | (W) | (W) |
| 301 | pokoj | 1057 | 55 / 45 | 5 | 600 | Radik 10 VK | 800 | 249 | 1245 |
| 302 | koupelna | 323 | 55 / 45 | 1 | 1500 | Koralux Linear comfort | 600 | 352 | 352 |
| 303 | pokoj | 254 | 55 / 45 | 1 | 600 | Radik 10 VK | 900 | 281 | 281 |
| 304 | koupelna | 302 | 55 / 45 | 1 | 1500 | Koralux Linear comfort | 600 | 352 | 352 |
| 305 | pokoj | 402 | 55 / 45 | 1 | 600 | Radik 20 VK | 800 | 402 | 402 |
| 306 | koupelna | 346 | 55 / 45 | 1 | 1500 | Koralux Linear comfort | 600 | 352 | 352 |
| 307 | pokoj | 346 | 55 / 45 | 1 | 600 | Radik 20 VK | 800 | 402 | 402 |
| 308 | koupelna | 356 | 55 / 45 | 1 | 1500 | Koralux Linear comfort | 750 | 430 | 430 |
| 309 | pokoj | 334 | 55 / 45 | 1 | 600 | Radik 20 VK | 800 | 402 | 402 |
| 310 | koupelna | 386 | 55 / 45 | 1 | 1500 | Koralux Linear comfort | 750 | 430 | 430 |
| 311 | pokoj | 493 | 55 / 45 | 1 | 600 | Radik 20 VK | 1000 | 503 | 503 |
| 312 | koupelna | 360 | 55 / 45 | 1 | 1500 | Koralux Linear comfort | 750 | 430 | 430 |
| 313 | úklidová m. | 49 | 55 / 45 | 1 | 300 | Radik 10 VK | 400 | 67 | 67 |
| 314 | koupelna | 379 | 55 / 45 | 1 | 1500 | Koralux Linear comfort | 750 | 430 | 430 |
| 315 | pokoj | 284 | 55 / 45 | 1 | 600 | Radik 10 VK | 1000 | 312 | 312 |
| 316 | pokoj | 483 | 55 / 45 | 1 | 600 | Radik 20 VK | 1000 | 503 | 503 |
| 317 | koupelna | 236 | 55 / 45 | 1 | 1500 | Koralux Linear comfort | 450 | 272 | 272 |
| 318 | koupelna | 296 | 55 / 45 | 1 | 1500 | Koralux Linear comfort | 600 | 352 | 352 |
| 319 | pokoj | 425 | 55 / 45 | 1 | 600 | Radik 20 VK | 900 | 453 | 453 |
| 320 | pokoj | 256 | 55 / 45 | 1 | 600 | Radik 10 VK | 900 | 281 | 281 |
| 321 | koupelna | 443 | 55 / 45 | 1 | 1820 | Koralux Linear comfort | 750 | 528 | 528 |
| 322 | pokoj | 247 | 55 / 45 | 1 | 600 | Radik 10 VK | 900 | 281 | 281 |
| 323 | zádveří | 142 | 55 / 45 | 1 | 300 | Radik 11 VK | 400 | 145 | 145 |
| 324 | chodba | -388 | | | | | | | |
| 325 | chodba | -415 | | | | | | | |
| | celkem | 7396 | | | | výkon OT v 3.NP | | | 9205 |

Tabulka 12.4 Návrh otopných těles pro 4.NP a 1S

| m.č | typ místnosti | tepelná ztráta (W) | t1/t2 °C | počet OT ks | výška H (mm) | typ OT | délka L(mm) | výkon OT (W) | celkový výkon OT (W) |
|-------------------------|------------------|-------------------------|-------------|----------------|-----------------|------------------------|----------------|-----------------|-------------------------|
| 401 | pokoj | 1355 | 55 / 45 | 5 | 600 | Radik 10 VK | 900 | 281 | 1405 |
| 402 | koupelna | 358 | 55 / 45 | 1 | 1500 | Koralux Linear comfort | 750 | 430 | 430 |
| 403 | pokoj | 386 | 55 / 45 | 1 | 600 | Radik 20 VK | 800 | 402 | 402 |
| 404 | koupelna | 334 | 55 / 45 | 1 | 1500 | Koralux Linear comfort | 600 | 352 | 352 |
| 405 | pokoj | 592 | 55 / 45 | 1 | 600 | Radik 21 VK | 900 | 587 | 587 |
| 406 | koupelna | 387 | 55 / 45 | 1 | 1500 | Koralux Linear comfort | 750 | 430 | 430 |
| 407 | pokoj | 513 | 55 / 45 | 1 | 600 | Radik 11 VK | 1000 | 513 | 513 |
| 408 | koupelna | 393 | 55 / 45 | 1 | 1500 | Koralux Linear comfort | 750 | 430 | 430 |
| 409 | pokoj | 501 | 55 / 45 | 1 | 600 | Radik 11 VK | 1000 | 513 | 513 |
| 410 | koupelna | 426 | 55 / 45 | 1 | 1500 | Koralux Linear comfort | 750 | 430 | 430 |
| 411 | pokoj | 664 | 55 / 45 | 1 | 600 | Radik 22 VK | 900 | 661 | 661 |
| 412 | koupelna | 393 | 55 / 45 | 1 | 1500 | Koralux Linear comfort | 750 | 430 | 430 |
| 413 | úklidová m. | 59 | 55 / 45 | 1 | 300 | Radik 10 VK | 400 | 67 | 67 |
| 414 | koupelna | 412 | 55 / 45 | 1 | 1500 | Koralux Linear comfort | 750 | 430 | 430 |
| 415 | pokoj | 359 | 55 / 45 | 1 | 600 | Radik 20 VK | 800 | 402 | 402 |
| 416 | pokoj | 611 | 55 / 45 | 1 | 600 | Radik 21 VK | 1000 | 652 | 652 |
| 417 | koupelna | 341 | 55 / 45 | 1 | 1500 | Koralux Linear comfort | 600 | 352 | 352 |
| 418 | koupelna | 336 | 55 / 45 | 1 | 1500 | Koralux Linear comfort | 600 | 352 | 352 |
| 419 | pokoj | 631 | 55 / 45 | 1 | 600 | Radik 21 VK | 1000 | 652 | 652 |
| 420 | pokoj | 364 | 55 / 45 | 1 | 600 | Radik 20 VK | 800 | 402 | 402 |
| 421 | koupelna | 481 | 55 / 45 | 1 | 1820 | Koralux Linear comfort | 750 | 528 | 528 |
| 422 | pokoj | 315 | 55 / 45 | 1 | 600 | Radik 20 VK | 800 | 402 | 402 |
| 423 | zádveří | 182 | 55 / 45 | 1 | 600 | Radik 10 VK | 600 | 187 | 187 |
| 424 | chodba | -313 | | | | | | | |
| 425 | chodba | -304 | | | | | | | |
| | celkem | 9778 | | | | výkon OT v 4.NP | | | 11009 |
| m.č | typ místnosti | tepelný výkon (W) | t1/t2 °C | počet OT ks | výška H (mm) | typ OT | délka L(mm) | výkon OT (W) | celkový výkon OT (W) |
| S01 | restaurace + bar | 5405 | 55 / 45 | 4 | 600 | Radik 21 VK | 1800 | 1174 | 4696 |
| | | | | 1 | 600 | Radik 21 VK | 1100 | 718 | 718 |
| S02 | úklidová m. | 155 | 55 / 45 | 1 | 500 | Radik 10 VK | 600 | 158 | 158 |
| S03 | chodba | 134 | 55 / 45 | 1 | 500 | Radik 10 VK | 600 | 158 | 158 |
| S04 | WC | 386 | 55 / 45 | 1 | 600 | Radik 11 VK | 800 | 410 | 410 |
| S05 | kuchyně | 1157 | 55 / 45 | 3 | 600 | Radik 21 VK | 600 | 391 | 1173 |
| S06 | chodba | 145 | 55 / 45 | 1 | 500 | Radik 10 VK | 600 | 158 | 158 |
| S07 | ech. Místnos | 117 | 55 / 45 | 1 | 500 | Radik 10 VK | 600 | 158 | 158 |
| S08 | WC | 49 | 55 / 45 | 1 | 300 | Radik 10 VK | 400 | 67 | 67 |
| S09 | chodba | 48 | 55 / 45 | 1 | 300 | Radik 10 VK | 400 | 67 | 67 |
| S10 | WC | 154 | 55 / 45 | 1 | 500 | Radik 10 VK | 600 | 158 | 158 |
| | celkem | 7750 | | | | výkon OT v 1.PP | | | 7921 |
| Celkový výkon OT | | 46076 | W | | | | | | |

13. Návrh zdroje tepla

Zdroj tepla pro objekt jsem zvolil podle celkového tepelného výkonu otopných těles. Vybral jsem kondenzační plynový kotel od firmy GEMINOX typu THRi 10-50C o maximálním výkonu 49kW. [12]

Kotel bude zavěšen na stěně pomocí dodávané montážní lišty. Byla ověřena nosnost zdi, která v našem případě vyhověla.

V kotli je zabudované oběhové čerpadlo od firmy grundfos typu UPER 15-70, které nám na tlakovou ztrátu v potrubí vyhoví.

Připojení přívodu plynu na kotel se provede dle návodu výrobce. Před kotlem se nainstaluje uzavírací kohout pro bezproblémové odstavení kotle. Provozní tlak plynu se musí pohybovat v rozmezí 17-25mbar.

Odvod kondenzátu bude zajištěn vývodem sifónu z kotle, zaústěným trvale do kanalizace. Musíme dodržet minimální spád potrubí 5°.

Připojení vody se provede dle příslušného schématu daného typu. Před vstup vody do kotle se nainstaluje kulový uzávěr a pojišťovací ventil se zpětnou klapkou.

Před napojením kotle na systém ústředního topení se musí provést řádné propláchnutí systému a odstranění případných nečistot aby se zabránilo poškození kotle a tím i snížení délky jeho životnosti. Před výstup a zpátečku kotle ústředního topení se musí nainstalovat uzavírací kohouty. Dále se na zpátečku musí nainstalovat filtr a další uzavírací kohout pro snadné čištění

Zapojení odvodu spalin bude provedeno vyvločkováním stávajícího komínového tělesa. Přívod vzduchu bude zajištěn taktéž komínovým tělesem. Výrobce udává maximální účinnou výšku komína pro přívod vzduchu a odvod spalin 20m. Tato výška je pro náš objekt zcela dostačující a nebudeme muset řešit jiný přívod spalovacího vzduchu.

Přívod elektrické energie musí být zajištěn maximálně 1m od kotle, kde musí být samostatně jištěna (10A) síťovou zásuvkou 230V)/50Hz.

Kotel je opatřen řízením spalovacího procesu, řízením výkonu a ekvitermní regulací topného okruhu, která je integrovaná v kotlové elektronice LMU64 a bude dodána s příslušenstvím kotle.

Podle doporučení výrobce jsem pro měření venkovní teploty použil venkovní čidlo od firmy Siemens QAC 34, které se nainstaluje na nejchladnější zeď domu (severní). Čidlo

nesmí být vystaveno přímému slunečnímu záření, proto bude schováno pod plastovým krytem. Ve většině případů se doporučuje umístění ve středu domu, nejméně však 2,5m nad úrovní terénu. Čidlo se nesmí osazovat nikde, kde by jeho funkci ovlivňovaly jiné zdroje tepla jako jsou okna dveře ventilace apod. Přívod ke kotli se provede stíněným vodičem o maximální délce 80m.

Navržen je také klimatický regulátor Siemens QAA 73, který se nainstaluje na vnitřní stěnu referenční místnosti podle pokynů uvedeným výrobcem. Přístroj nesmí být vystaven působení tepla a nesmí být ochlazován vzniklým prouděním vzduchu, které by mohlo nastat například otevřením oken. Pomocí tohoto přístroje se určí topná křivka, protože v sobě má zabudované teplotní čidlo. Přívod ke kotli se provede taktéž stíněným vodičem o maximální délce 50m.

V úseku u zdroje tepla bude osazen trojcestný směšovací ventil ESBE VRG131 50-40 DN 50, opatřen servopohonem řady ARA (ESBE). [12]

14. Návrh přípravy teplé vody

Ohřev teplé vody rozdělujeme na přímý a nepřímý. Přímý ohřev vzniká přímo v zařízení ohříváče (například v elektrickém nebo plynovém ohříváči). Nepřímý ohřev je předáváním tepla z teplotnosné látky. Podle místa ohřevu dělíme ohřev na ústřední, kdy je voda připravována pro celý dům a místní ohřev. Při použití místního ohřevu je voda připravována pro výtokovou jednotku nebo jejich skupinu a ohříváč se nachází v místě spotřeby. Podle konstrukce zařízení a způsobu ohřevu zařízení rozlišujeme ohřev zásobníkový (akumulační), průtočný a smíšený.

Akumulační ohřev se navrhuje na určitý časový úsek a vyznačuje se velkým objemem vody v zásobníku.

Průtočný ohřev vychází z přípravy teplé vody ve speciálních výměnících pomocí průtoku zařízením. Tento způsob se vyznačuje vysokým výkonem zdroje.

Smíšený ohřev je kombinací průtočného a akumulačního ohřevu. Při použití tohoto ohřevu je zásobník navržen na překonání odběrových špiček a při odběru je voda dohřívána i průtokem. V tomto případě je menší zásobníkový ohřev než při akumulaci teplé vody.

Volba způsobu je závislá na typu objektu a jeho potřebách teplé vody. Dále také dle rozložení odběru během dne. Metodika návrhu teplé vody je podrobně uvedena v ČSN-060320 – ohřívání užitkové vody.

Na žádost investora budou v objektu instalovány elektrické ohříváče vody, které budou umístěny v jednotlivých místnostech (Koupelny, WC, kuchyně...), tedy bude použit místní přímý ohřev. Vzhledem k nesteromnému obsazování hotelu během roku se tato varianta jeví výhodněji než použití akumulčního ohřevu, kde by docházelo k velkým ztrátám systému. Jednotlivými velikostmi ohříváčů jejich umístěním a typem se projekt vytápění nezabývá. Bude podrobně řešen v projektu zdravotechiky.

15. Dimenzování a hydraulické posouzení potrubí

Materiál pro návrh potrubí jsem zvolil měď. S ohledem na dlouhou životnost, rychlou montáž a nízký součinitel vnitřního tření. Při návrhu bylo nutné také respektovat délkovou roztažnost potrubí, aby se zamezilo poškození potrubí. Přímé úseky budou kompenzovány pomocí změn potrubí v trase a nepřesáhnou délku 5 m. Horizontální rozvody po jednotlivých patrech jsou vedeny v podlaze a jsou tepelně izolovány. Ocelové potrubí jsem zavrhnul z důvodu pracnosti montáže. Stejně tak jsem vyloučil použití plastového potrubí vzhledem k jeho velké teplotní roztažnosti.

Před začátkem dimenzování potrubí je třeba zvolit místo, kde dojde k největším tlakovým ztrátám. Obvykle se jedná o nejnepříznivěji položené otopné těleso, které je nejvzdálenější a nejvýše položené od oběhového čerpadla. V tomto případě se jedná o otopné těleso v místnosti č. 414. Nyní je nutné rozdělit celý systém na jednotlivé úseky a provést jejich očíslování. Jako první úsek zvolíme nejnepříznivěji položené těleso s největší tlakovou ztrátou a pokračujeme s číslováním hlavní větve až k čerpadlu. Nyní určíme hmotnostní průtoky m , které protékají jednotlivými úseky dle vztahu 15.1. To znamená, že s dalšími úseky se bude navyšovat hmotnostní průtok, protože se navyšuje tepelný výkon, který protéká danými úseky. Dále určíme délky úseků, které odečteme z výkresů. Pokud máme všechny tyto hodnoty, můžeme začít dimenzovat průměry potrubí. Tento krok se provede podle tabulek pro zvolený materiál, v tomto případě měď a teploty vody, která bude proudit potrubím. Z tabulek odečítám podle hmotnostního průtoku dimenze potrubí, tak aby rychlost v potrubí w u otopných těles byla do 0,2 m/s. Postupně

nechávám rychlost v potrubí narůstat, tak aby v úseku u kotle nepřesahovala rychlost 0,6 m/s a tlaková ztráta třením R by neměla přesahovat 110 Pa/m. Dále musíme spočítat součinitel vřazených odporů $\sum \xi$ (-), který se provede součtem všech vřazených odporů (kolena, T-kusy, otopné tělesa...) v daném úseku. Pro názornost postupu je vloženo v tabulce 15.1 prvních pět úseků se součtem vřazených odporů. Poté nám ještě zbývá vypočítat tlakovou ztrátu vřazenými odpory Z (Pa) dle vztahu 15.2. Podle tabulky si určím tlakovou ztrátu regulačního ventilu na prvním úseku Δp_{rv} (Pa). Nakonec jsem si spočítal tlakovou ztrátu a zde je patrné jak postupně narůstá Δp_{DIS} (Pa). Na tlakovou ztrátu hlavního úseku je navrženo oběhové čerpadlo. V tabulce 15.2 je přiložen příklad postupu pro dimenzování potrubí na zadaném objektu, který se prováděl podle výše popsaného postupu. V příloze č.3 se nachází zbylý výpočet dimenzí potrubí. Hydraulické seřízení otopné soustavy se provede pomocí přednastavení ventilu, který je součástí otopných těles v tomto případě Ventil kompak a přednastavení stupně1-6. Jednotlivé otopné tělesa se seřídí podle tlakové ztráty a stupeň přednastavení se provede z grafu výrobce, na kterém pomocí hmotnostního průtoku a tlakové ztráty odečítáme stupeň přednastavení. Toto nastavení ventilu musí být respektováno montážní firmou při osazování otopných těles.

Návrh oběhové čerpadla se provede pomocí objemového průtoku vody a tlakové ztráty základního okruhu. Objemový průtok topné vody určíme dle vztahu 15.3 a z tlakové ztráty okruhu určíme dopravní výšku H (m). Jeden metr dopravní výšky odpovídá 0,098 bar.

$$m = Q / (c * \Delta t) \quad (\text{kg/h}) \quad (15.1)$$

$$Z = \sum \xi * (w^2 / 2) * \rho \quad (\text{Pa}) \quad (15.2)$$

$$V = m / \rho \quad (\text{m}^3/\text{h}^{-1}) \quad (15.3)$$

Výpočet oběhového čerpadla:

$$\text{Objemový průtok topné vody } V = 3962 / 988 = 4 \text{ m}^3/\text{h}^{-1}$$

Tlaková ztráta okruhu $\Delta p = 10,336 \text{ kPa}$, což odpovídá dopravní výšce $H = 1,1 \text{ m}$

Na objemový průtok a dopravní výšku se provede návrh čerpadla dle podkladů výrobce a určí se jeho typ. V našem případě je čerpadlo již obsaženo v kotli, proto se provede pouze kontrola, zda čerpadlo Grundfos UPER 15-70 vyhoví výpočtovým požadavkům, které

udává výrobce. Čerpadlo vyhovuje, a proto není nutné provádět návrh dalšího oběhového čerpadla.

Tabulka 15.1 Součinitel vřazených odporů pro úseky 1-5

Použité hodnoty ξ

| | | |
|---------|--|---|
| úsek 1: | otopné těleso koralux 2x koleno 15° 4x koleno | 9,3 2 x 0,05 <u>4 x 1,5</u> 15,4 |
| úsek 2: | T-kus pravoúhlý (odbočka - spojení) T-kus pravoúhlý (odbočka – rozdělení) redukce zúžení | 1 0,2 <u>1</u> 2,2 |
| úsek 3: | T-kus pravoúhlý (odbočka – spojení protiproud) T-kus pravoúhlý (odbočka – rozdělení protiproud) redukce zúžení | 8 3 <u>1</u> 12 |
| úsek 4: | T-kus pravoúhlý (odbočka – spojení) T-kus pravoúhlý (odbočka – rozdělení) 4x koleno | 1 0,2 <u>4 x 1,5</u> 7,2 |

Tabulka 15.2 dimenzování potrubí

| DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|----------------------|-------------------|-------------|---------------------|---------------------------------|--|-------|------------|------|-----------------|-----------------------------|------------------|
| Venkovní teplota -15°C | | | | | STAVBA: HOTEL Valašské Meziříčí | | | | | | | |
| OT místnost č 414 , 1500/750/50 | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Úsek | Tepelný výkon | Průtočné množství | Délka úseku | Průměr potrubí | w | R | R . l | $\sum \xi$ | Z | Δp_{pv} | R . L + Z + Δp_{kv} | Δp_{dis} |
| Q | m | l | d | | | | | | | | | |
| W | kg . h ⁻¹ | m | Dxt | m . s ⁻¹ | Pa . m ⁻¹ | Pa | | | Pa | Pa | Pa | Pa |
| 1 | 430 | 37 | 4,70 | 12x1 | 0,13 | 24,7 | 116,1 | 15,4 | 127 | 300 (6) | 243 | 1443 |
| 2 | 832 | 72 | 3,20 | 15x1 | 0,15 | 34,2 | 109,4 | 2,2 | 12 | | 123 | 1566 |
| 3 | 1484 | 128 | 7,70 | 18x1 | 0,18 | 37,5 | 288,8 | 12 | 174 | | 463 | 2029 |
| 4 | 1551 | 133 | 12,80 | 18x1 | 0,19 | 41,2 | 527,4 | 7,2 | 168 | | 695 | 2724 |
| 5 | 2642 | 227 | 0,60 | 22x1 | 0,2 | 33,8 | 20,3 | 4,5 | 23 | | 44 | 2768 |
| 6 | 3155 | 271 | 1,10 | 22x1 | 0,24 | 46,6 | 51,3 | 1,2 | 34 | | 85 | 2853 |
| 7 | 3585 | 308 | 6,70 | 22x1 | 0,28 | 61,2 | 410,0 | 7,2 | 276 | | 686 | 3539 |
| 8 | 4098 | 352 | 1,10 | 28x1,5 | 0,2 | 25,4 | 27,9 | 2,2 | 23 | | 51 | 3590 |
| 9 | 4528 | 389 | 6,80 | 28x1,5 | 0,22 | 30,1 | 204,7 | 7,2 | 170 | | 375 | 3965 |
| 10 | 5545 | 477 | 7,95 | 28x1,5 | 0,27 | 43,2 | 343,4 | 7,2 | 257 | | 600 | 4565 |
| 11 | 6299 | 542 | 2,00 | 28x1,5 | 0,31 | 55,2 | 110,4 | 1,2 | 56 | | 167 | 4732 |
| 12 | 11009 | 947 | 6,60 | 35x1,5 | 0,33 | 45,3 | 299,0 | 12 | 586 | | 885 | 5617 |
| 13 | 20214 | 1738 | 6,60 | 42x1,5 | 0,41 | 52,2 | 344,5 | 1,2 | 99 | | 443 | 6060 |
| 14 | 29419 | 2530 | 5,60 | 42x1,5 | 0,6 | 104,3 | 584,1 | 1 | 176 | | 760 | 6820 |
| 15 | 46076 | 3962 | 6,00 | 54x2 | 0,57 | 69,8 | 418,8 | 19,5 | 3097 | | 3516 | 10336 |
| OT místnost č 415 , 20/600/800 | | | | | | | | | | | | |
| 16 | 402 | 35 | 0,80 | 12x1 | 0,13 | 24,7 | 19,8 | 5 | 41 | 1382 (4) | 61 | 1443 |
| přednastavení ventilu pro m.č. 415 | | | | | | | | | | | | |
| 1443 - 61 = 1382 Pa, 35kg/h | | | | | | přednastavení Ventil kompak z diagramu (4) | | | | | | |
| OT místnost č 416 , 21/600/1000 | | | | | | | | | | | | |
| 17 | 652 | 56 | 1,30 | 12x1 | 0,2 | 81,5 | 106,0 | 8 | 156 | 1304 (5) | 262 | 1566 |
| přednastavení ventilu pro m.č. 416 | | | | | | | | | | | | |
| 1566 -262 = 1304 Pa, 56kg/h | | | | | | přednastavení Ventil kompak z diagramu (5) | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|--|------|----|------|------|------|------|-------|------|-----|----------|-----|------|
| OT místnost č 413 , 10/300/400 | | | | | | | | | | | | |
| 18 | 67 | 6 | 7,00 | 10x1 | 0,03 | 7,5 | 52,5 | 8 | 4 | 1973 (1) | 56 | 2029 |
| přednastavení ventilu pro m.č. 413 | | | | | | | | | | | | |
| 2029 - 56 = 1973 Pa, 6kg/h přednastavení Ventil kompak z diagramu (1) | | | | | | | | | | | | |
| OT místnost č 411 , 22/600/900 | | | | | | | | | | | | |
| 19 | 661 | 57 | 2,00 | 12x1 | 0,2 | 81,5 | 163,0 | 8 | 156 | 1999 (5) | 319 | 2318 |
| přednastavení ventilu pro m.č. 411 | | | | | | | | | | | | |
| 2318 - 319 = 1999 Pa, 57kg/h přednastavení Ventil kompak z diagramu (5) | | | | | | | | | | | | |
| OT místnost č 412 , 1500/750/50 | | | | | | | | | | | | |
| 20 | 430 | 37 | 7,40 | 12x1 | 0,13 | 24,7 | 182,8 | 12,3 | 102 | 2034 (3) | 284 | 2318 |
| 21 | 1091 | 94 | 6,50 | 15x1 | 0,2 | 58,9 | 382,9 | 1,2 | 23 | | 406 | |
| přednastavení ventilu pro m.č. 412 | | | | | | | | | | | | |
| 2318 - 284 = 2034 Pa, 37kg/h přednastavení Ventil kompak z diagramu (3) | | | | | | | | | | | | |
| OT místnost č 409 , 11/600/1000 | | | | | | | | | | | | |
| 22 | 513 | 44 | 2,00 | 12x1 | 0,16 | 43,7 | 87,4 | 5 | 63 | 2618 (4) | 150 | 2768 |
| přednastavení ventilu pro m.č. 409 | | | | | | | | | | | | |
| 2768 - 150 = 2618 Pa, 44kg/h přednastavení Ventil kompak z diagramu (4) | | | | | | | | | | | | |
| OT místnost č 410 , 1500/750/50 | | | | | | | | | | | | |
| 23 | 430 | 37 | 7,40 | 10x1 | 0,13 | 24,7 | 182,8 | 12,3 | 102 | 2569 (3) | 284 | 2853 |
| přednastavení ventilu pro m.č. 410 | | | | | | | | | | | | |
| 2853 - 284 = 2569 Pa, 37kg/h přednastavení Ventil kompak z diagramu (3) | | | | | | | | | | | | |
| OT místnost č 407 , 11/600/1000 | | | | | | | | | | | | |
| 24 | 513 | 44 | 0,80 | 12x1 | 0,16 | 43,7 | 35,0 | 5 | 63 | 3441 (3) | 98 | 3539 |
| přednastavení ventilu pro m.č. 407 | | | | | | | | | | | | |
| 3539 - 98 = 3441 Pa, 44kg/h přednastavení Ventil kompak z diagramu (3) | | | | | | | | | | | | |
| OT místnost č 408 , 1500/750/50 | | | | | | | | | | | | |
| 25 | 430 | 37 | 8,20 | 10x1 | 0,13 | 24,7 | 202,5 | 12,3 | 102 | 3286 (3) | 304 | 3590 |
| přednastavení ventilu pro m.č. 408 | | | | | | | | | | | | |
| 3590 - 3286 Pa, 37kg/h přednastavení Ventil kompak z diagramu (3) | | | | | | | | | | | | |
| OT místnost č 405 , 21/600/900 | | | | | | | | | | | | |
| 26 | 587 | 50 | 2,00 | 12x1 | 0,18 | 60,7 | 121,4 | 5 | 79 | 3764 (4) | 201 | 3965 |
| přednastavení ventilu pro m.č. 405 | | | | | | | | | | | | |
| 3965 - 201 = 3764 Pa, 50 kg/h přednastavení Ventil kompak z diagramu (4) | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|-----|----|-------|------|------|------|-------|------|-----|----------|-----|------|
| OT místnost č 406 , 1500/750/50 | | | | | | | | | | | | |
| 27 | 430 | 37 | 10,80 | 10x1 | 0,13 | 24,7 | 266,8 | 12,3 | 102 | 3597 (3) | 368 | 3965 |
| přednastavení ventilu pro m.č. 406 | | | | | | | | | | | | |
| přednastavení Ventil kompakt z diagramu 3965 - 368 = 3597 Pa, 37kg/h (3) | | | | | | | | | | | | |
| OT místnost č 403 , 20/600/800 | | | | | | | | | | | | |
| 28 | 402 | 35 | 3,60 | 10x1 | 0,2 | 85,9 | 309,2 | 5 | 98 | 4158 (3) | 407 | 4565 |
| přednastavení ventilu pro m.č. 403 | | | | | | | | | | | | |
| přednastavení Ventil kompakt z diagramu 4565 - 407 = 4128 Pa, 35kg/h (3) | | | | | | | | | | | | |
| OT místnost č 404 , 1500/600/50 | | | | | | | | | | | | |
| 29 | 352 | 30 | 6,70 | 10x1 | 0,17 | 54,7 | 366,5 | 5 | 71 | 4128 (3) | 437 | 4565 |
| přednastavení ventilu pro m.č. 404 | | | | | | | | | | | | |
| přednastavení Ventil kompakt z diagramu 4565 - 437 = 4128 Pa, 30kg/h (3) | | | | | | | | | | | | |

16. Návrh zabezpečovacího zařízení

16.1 Návrh expanzní nádoby

Celkový objem vody v systému je $V_o = 1,082 \text{ m}^3$. Této hodnoty jsem dosáhl výpočtem objemu vody v otopných tělesech, kotli a také podle délky a průměru potrubí. Soustava je dvoutrubková s nuceným oběhem. Výška otopné soustavy je 13,2m.

Výpočet expanzní nádoby

Pro výpočet expanzní nádoby si nejprve musím určit hodnotu n (tj. součinitel zvětšení objemu vody při jejím ohřátí z 10°C na topnou teplotu 55°C). Poté spočítám expanzní poměr pro poměrné zvětšení vody V_e ze vztahu 16.1. Výrobce kotle udává pro tyto hodnoty zásah pojistného ventilu 4 bar a maximální přetlak okruhu topení 4 bar. Určím tedy nejnižší provozní přetlak p_{dov} dle vztahu 16.2. a horní provozní přetlak p_{hdv} dle vztahu 16.3. Poté provedu návrh expanzní nádoby viz 16.4.

$$V_e = 1,3V_o \cdot n \quad (\text{m}^3) \quad (16.1)$$

$$V_{ep} = V_e \cdot (p_{\text{hp}} + 100) / (p_{\text{hp}} - p_{\text{hd}}) \quad (\text{m}^3) \quad (16.4.)$$

$$p_{ddov} \geq 1,1 \cdot h \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3} (+\Delta p_z) \quad (\text{Pa}) \quad (16.2)$$

$$p_{hdov} \leq p_k - (h_{MR} \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3}) \quad (\text{Pa}) \quad (16.3)$$

kde

Δp_z - ztráta tlaku rozvodu mezi neutrálním a nejvyšším bodem

p_{hp} – předběžný nejvyšší provozní přetlak

p_d - nejnižší provozní přetlak

Výpočet:

$$n = 0,012$$

$$V_e = 1,3 \cdot 1,082 \cdot 0,012 = 0,01688 \text{ m}^3$$

$$V_{ep} = 0,01688 \cdot (350 + 100) / (350 - 150) = 0,049 \text{ m}^3$$

$$p_{ddov} \geq 1,1 \cdot 13,2 \cdot 991,8 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} + 0 \text{ kPa}$$

$$p_{ddov} \geq 141 \text{ kPa (volím 150 kPa)}$$

$$p_{hdov} \leq 400 - 1 \cdot 991,8 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3}$$

$$p_{hdov} \leq 385 \text{ (volím otevírací přetlak 350 kPa)}$$

Navrhuji expanzní nádobu Reflex NG50 o objemu 50 l a provozním přetlaku 6 bar.

Průměr expanzního potrubí:

$$d_p = 10 + 0,6 \cdot Q_p^{0,5} \quad (16.7)$$

$$d_p = 10 + 0,6 \cdot 49^{0,5} = 14,2 \text{ mm}$$

Navrhuji potrubí Cu 15x1

16.2 Návrh pojistného zařízení

Kotle jsou skupina B a proto se dimenzování pojistného zařízení provádí dle zásad pro páru. Průřez sedla pojistného ventilu spočítám dle vztahu 16.4. Z výsledné hodnoty si přepočtu na průměr kruhu a určím průřez ideálního pojistného sedla d_i (mm), poté si určím průměr sedla skutečného ventilu d_o ze vztahu 16.5. Nakonec jsem navrhl profil (vnitřní průměr) pojistného potrubí dle vztahu 16.6.

$$A_o = Q_p / (\alpha_v \cdot K) \quad (\text{mm}^2) \quad (16.4)$$

$$d_o = a \cdot d_i \quad (\text{mm}) \quad (16.5)$$

$$d_p = 15 + 1,4 \cdot Q_p^{0,5} \quad (\text{mm}) \quad (16.6)$$

Výpočet

$$A_o = 49 / (0,693 \cdot 1,12) = 63,13 \text{mm}^2$$

$$A_o = 8,96 \text{ mm}$$

$$d_o = 1,26 \cdot 8,96 = 11,28 \text{mm}$$

$$d_p = 15 + 1,26 \cdot 49^{0,5} = 23,82 \text{mm (DN25)}$$

Návrh dle podkladů výrobce:

PV DN 15 (průřez sedla 12mm), 1/2" x 3/4". Otevírací přetlak 350 kPa

17. Roční potřeba tepla a paliva pro vytápění

V současnosti pro roční potřebu tepla je nejužívanější denostupňová metoda, která aplikuje počet denostupňů a umožňuje určení teoretické roční potřeby tepla dle vztahu 17.1. Pro určení skutečné potřeby tepla je nutné do teoretické roční potřeby započítat ztráty, které vzniknou účinností kotle, účinností obsluhy a účinností rozvodů dle vztahu 17.2. Účinnost rozvodů je závislá na délce trubního systému a kvalitě izolace.

Pokud známe roční potřebu tepla pro vytápění a výhřevnost daného paliva můžeme vypočítat roční potřebu paliva dle vztahu 17.3. [11]

$$Q_{\text{vyt,teor}} = 24 \cdot 3600 \cdot Q_c \cdot Q_c \cdot \frac{d \cdot (t_{is} - t_{es})}{20 - (-15)} \cdot \varepsilon \cdot e_t \cdot e_d \quad (\text{MJ}) \quad (17.1)$$

kde

$Q_{\text{vyt,teor}}$ - teoretická potřeba tepla pro vytápění

Q_c - celková tepelná ztráta objektu

d - počet dnů otopného období

t_{is} - průměrná vnitřní teplota objektu

t_{es} - průměrná venkovní teplota za otopné období

- t_e - výpočtová venkovní teplota
 ϵ - součinitel vyjadřující nesoučasnost přírážek pro tepelné ztráty
 e_t - součinitel na snížení vnitřní teploty při přerušení vytápění
 e_d - součinitel na zkrácení doby provozu soustavy při přerušovaném vytápění

$$Q_{vyt} = \frac{Q_{vyt,teor}}{\eta_r * \eta_o * \eta_k} \quad (MJ) \quad (17.2)$$

kde

- Q_{vyt} - skutečná potřeba paliva
 η_r - účinnost rozvodu tepelné energie
 η_o - účinnost obsluhy
 η_k - účinnost zdroje tepla

$$U_{skut} = \frac{Q_{vyt}}{Hu} \quad (m^3) \quad (17.3)$$

kde

- U_{skut} - potřeba paliva
 Hu - výhřevnost paliva

výpočet

$$Q_{vyt,teor} = 24 * 3600 * 46076 * \frac{236 * (20 - 3,6)}{20 - (-15)} * 0,85 * 0,9 * 1$$

$$Q_{vyt,teor} = 336\,774 \text{ MJ}$$

$$Q_{vyt} = 336774 / (0,96 * 0,97 * 0,95)$$

$$Q_{vyt} = \underline{380\,690 \text{ MJ}}$$

$$U_{skut} = 380690 / 35,87$$

$$U_{skut} = \underline{10613 \text{ m}^3}$$

18. Závěr

Úkolem bakalářské práce bylo aplikovat vhodné řešení vytápění na objekt hotelu nacházejícího se ve Valašském Meziříčí. Výpočet tepelného výkonu, návrh otopných těles, dimenzování potrubí, hydraulické posouzení a návrh zabezpečovacího zařízení.

Topný systém byl navržen nový. Rozvody potrubí jsou z mědi. Horizontální potrubí je v jednotlivých podlažích rozváděno v podlaze a je tepelně izolováno. Navrhnuta jsou do bytových místností desková otopná tělesa firmy Korado, typ Radik VK. Otopná tělesa mají pravé spodní připojení armaturami ventil kompakt a jsou opatřena termostatickými hlavicemi od firmy Heimeier. V koupelnách jsou navrženy žebříkové otopné tělesa koralux linear comfort se středním připojením taktéž opatřena termostatickou hlavicí.

Po provedení návrhu topného systému jsem zvolil zdroj tepla od firmy Geminox typ THRi 10-50C o výkonu kotle do 49kW. Jedná se o plynový kondenzační kotel, který bude provozován při teplotním spádu 55/45°C

Dále jsem provedl dimenzování potrubí otopné soustavy a její hydraulické posouzení s následným seškrcením otopných těles. Oběhové čerpadlo je již osazeno v kotli (Grundfos UPER 15-70), proto jsem provedl pouze kontrolu, zda čerpadlo vyhoví. Podle podkladů výrobce jsem zjistil, že kotlové čerpadlo je na tlakovou ztrátu a dopravní výšku dostačující a nemusím navrhovat další.

Proveden byl také návrh zabezpečovacího zařízení. Pro uzavřenou soustavu bylo potřeba navrhnout tlakovou expanzní nádobu. Navržena je tlaková expanzní nádoba Reflex NG 50 o provozním přetlaku 6 bar.

Dále je navržena ekvitermní regulace kotle a podle doporučení výrobce bude použito venkovní čidlo od firmy siemens QAC 34 které bude nainstalováno na nejchladnější stěnu objektu. Je také navržen klimatický regulátor siemens QAA 73, který nám pomáhá s nastavením topné křivky.

Nakonec jsem vypočítal roční potřebu tepla a paliva.

19. Seznam použitých zdrojů

- [1] LÁZŇOVSKÝ, M, M KUBÍN a P FIŠER. *Vytápění rodinných domků*. Praha: T.Malina, 1996.
- [2] POČÍNKOVÁ, Marcela. [Http://www.fce.vutbr.cz/TZB/pocinkova.m/](http://www.fce.vutbr.cz/TZB/pocinkova.m/) [online].2009 Dostupné z WWW: <http://www.fce.vutbr.cz/TZB/pocinkova.m/BT01_P2.pdf>.
- [3] Šíření tepla. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 5.5.2003, 25.3.2012 [cit. 2012-05-20]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/šíření_tepla
- [4] <http://hestia.energetika.cz/encyklopedie/6.htm> [online].2008. WWW.hestia.energetika.cz. Dostupné z WWW:<www.hestia.energetika.cz>
- [5] POČÍNKOVÁ, Marcela. [Http://www.fce.vutbr.cz/TZB/pocinkova.m/](http://www.fce.vutbr.cz/TZB/pocinkova.m/) [online].2009 Dostupné z WWW: <http://www.fce.vutbr.cz/TZB/pocinkova.m/BT01_P3.pdf>.
- [6] BAŠTA, Jiří. *Otopné plochy-úvod do problematiky* [online]. ČVUT v Praze, Ústav techniky prostředí, 2008 [cit. 5.5.2012]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/3052-otopne-plochy-uvod-do-problematiky>
- [7] ROHANOVÁ, Alexandra. *Konvektory na mnoho způsobů* [online]. 2008 [cit. 5.5.2012]. Dostupné z: <http://www.bydleniprokazdeho.cz/konvektory-na-mnoho-zpusobu.php>
- [8] POČÍNKOVÁ, Marcela. [Http://www.fce.vutbr.cz/TZB/pocinkova.m/](http://www.fce.vutbr.cz/TZB/pocinkova.m/) [online].2009 Dostupné z WWW: <http://www.fce.vutbr.cz/TZB/pocinkova.m/BT01_P4.pdf>.
- [9] FUČÍK, Zdeněk. *Stručná teorie kondenzace u kondenzačních plynových kotlů* [online]. 2004 [cit. 5.5.2012]. Dostupné z: <http://www.bydleniprokazdeho.cz/konvektory-na-mnoho-zpusobu.php>
- [10] *Tepelná čerpadla* [online]. © Copyright IVT 2003-2012 [cit. 5.5.2012]. Dostupné z: <http://www.cerpadla-ivt.cz/cz/tepelná-čerpadla>
- [11] VAVŘIČKA, Roman. *Výpočet potřeby tepla a paliva: denostupňová metoda* [online]. 2011 [cit. 18.5.2012]. Dostupné z: http://www.fsid.cvut.cz/~vavrirom/Vytapeni/VYT_cv_2_2011.pdf
- [12] *THRi 10-50C* [online]. copyright (c) 2007-2012 Geminox [cit. 19.5.2012]. Dostupné z: <http://www.geminox.cz/cz/thri-10-50-c>

- [13] *Korado Koralux: trubková otopná tělesa* [online]. 2012 [cit. 10.5.2012]. Dostupné z: <http://www.korado.cz/file/cms/cs/vyrobky/koralux/katalogy/korado-01-koralux.pdf?v=20120201134048>
- [14] *Korado Radik: desková otopná tělesa* [online]. 2012 [cit. 10.5.2012]. Dostupné z: <http://www.korado.cz/file/cms/cs/vyrobky/radik/katalogy/korado-radik-2011.pdf?v=20120330093255>
- [15] GRUNDFOS, s.r.o., Čajkovského 21/1209, 779 00 Olomouc
- [16] REFLEX s.r.o ,Sezemická 2757/2, 193 00 Praha 9 – Horní Počernice
- [17] HIRŠ, Jiří, Gunter GEBAUER a Marcela POČÍNKOVÁ. *Technická zařízení budov: Ústřední vytápění I*. Brno: Cerm, s.r.o Brno, 1998.
- [18] POČÍNKOVÁ, Marcela. *TZB II - Vytápění budov: Tepelné ztráty budov*. Brno, 2006
- [19] POČÍNKOVÁ, Marcela. *TZB II-Vytápění budov:Tepelné soustavy budov*. Brno, 2006.
- [20] POČÍNKOVÁ, Marcela. *TZB II - Vytápění budov: zařízení a prvky tepelných soustav*. Brno, 2006.
- [21] ČSN 73 0540. *Tepelná ochrana budov: požadavky*. Praha: UNMZ, 2011.

20 Seznam použitých zkratek a symbolů

| | | |
|-----------------|--|-----------------------|
| t | teplota | [K] |
| Q | tepelný výkon | [W] |
| m | hmotnostní průtok | [kg/h] |
| Δp | střední hodnota pro tlak | [Pa] |
| n | násobná výměna vzduchu za hodinu | [m ³ /h] |
| H _s | spalné teplo | [kWh/m ³] |
| H _i | výhřevnost plynu | [kWh/m ³] |
| A | plocha | [m ²] |
| U | součinitel prostupu tepla konstrukcí | [W/m ² .K] |
| U _{em} | střední hodnota prostupu tepla | [W/m ² .K] |
| e | korekční součinitel | [-] |
| H | měrná tepelná ztráta | [W/K] |
| f | součinitel redukce teploty | [-] |
| G | opravný součinitel na vliv spodní vody | [-] |
| θ | teplota | [°C] |
| Φ | návrhová tepelná ztráta | [W] |
| ε | výškový korekční činitel | [-] |
| V | objem místnosti | [m ²] |
| n ₅₀ | stupeň těsnosti obvodového pláště budovy | [-] |
| l | délka | [m] |
| R | tlaková ztráta | [Pa] |
| w | rychlost | [m/s] |
| $\Sigma \xi$ | suma vřazených odporů | [-] |
| Z | tlaková ztráta vřazených oporů | [Pa] |
| ρ | hustota | [kg/m ³] |
| c | měrná tepelná kapacita | [J/kg.K] |
| t | střední hodnota tepla | [K] |
| h | výška | [m] |
| g | tíhové zrychlení | [m/s ²] |
| d | průměr | [mm] |

| | | |
|----|--------------------------|---------------------|
| k | objemový průtok armatury | [m ³ /h] |
| DN | dimenze potrubí | [mm] |
| Hu | výhřevnost paliva | [MJ/kg] |

21. Seznam příloh

Příloha č.1 – Výpočet součinitele prostupu tepla

Příloha č.2 – Výpočet tepelných ztrát

Příloha č.3 – Výpočet dimenzí potrubí

Příloha č.4 – Technická zpráva

22. Výkresová dokumentace

Výkres č.1 – Půdorys 1.NP

Výkres č.2 – Půdorys 2.NP

Výkres č.3 – Půdorys 3.NP

Výkres č.4 – Půdorys 4.NP

Výkres č.5 – Půdorys 1S

Výkres č.6 – Schéma zapojení otopných těles

Výkres č.7 – Půdorys zapojení zdroje tepla

Výkres č.8 – Schéma zapojení zdroje tepla