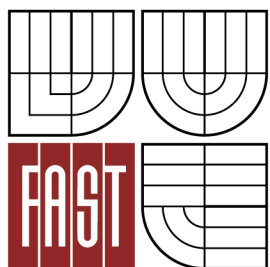


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

KOTELNA BYTOVÉHO DOMU

BOILER-ROOM APARTMENT HOUSE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Jan Lampa

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. IVAN VALIŠ

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 Lampa
Název Kotelna bytového domu
Vedoucí bakalářské práce Ing. Ivan Vališ
Datum zadání bakalářské práce 30. 11. 2011
Datum odevzdání bakalářské práce 25. 5. 2012
V Brně dne 30. 11. 2011



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

Podklady a literatura

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

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 nespecifikovaných 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), půdorysy (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. Ivan Vališ
Vedoucí bakalářské práce

Poděkování:

Děkuji za konzultaci a vedení při zpracování bakalářské práce
panu ing. Ivanu Vališovi.

Jan Lampa

Abstrakt

Úvod teoretické části se zabývá problematikou kondenzačních kotlů. Je zde uveden popis jednotlivých částí kotlů, způsobu spalování plynu, množství spalovacího vzduchu a celkově kondenzační provoz plynových kotlů.

Další části práce jsou věnovány otopným tělesům, termostatickým ventilům, pojišťovacími zařízeními, potrubí a oběhovými čerpadly.

Výpočtová část obsahuje ukázkový příklad návrhu systému vytápění bytového domu o 12 bytech.

Klíčová slova

kondenzační kotel, kaskádové řazení kotlů, otopné těleso, potrubí

Abstract

The introduction of the theoretical part of the thesis deals with condensing boilers. There is a description of the parts of boilers, gas combustion methods, the amount of combustion air and the overall running of condensing gas boilers.

Other parts of the paper describe radiators, thermostatic valves, safety relief systems, piping and circulating pumps.

The design section provides an illustrative example of the design of the heating system for a residential building with 12 apartments.

Keywords

condensing boiler, cascade configuration of boilers, radiators, pipes

...

Bibliografická citace VŠKP

LAMPA, Jan. *Kotelna bytového domu*. Brno, 2012. 63s., 6 výkresů. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Ivan Vališ.

Prohlášení:

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

V Brně dne 18.5.2012

.....
podpis autora

| | |
|---|-----------|
| Úvod..... | 10 |
| A. TEORETICKÁ ČÁST..... | 11 |
| A.1 Kondenzační kotle..... | 12 |
| A.1.1. Obecné informace..... | 12 |
| A.1.2. Hlavní díly kondenzačního kotle..... | 12 |
| A.1.3. Technický popis kotle..... | 13 |
| A.1.4. Kondenzační provoz..... | 13 |
| A.1.5. Hydraulické zapojování soustav s kondenzační technikou..... | 18 |
| A.1.6. Odvod kondenzátu..... | 19 |
| A.1.7. Přívod spalovacího vzduchu a odvod spalin | 19 |
| A.2, Otopná tělesa..... | 20 |
| A.2.1. Čláčková otopná tělesa..... | 20 |
| A.2.2. Desková otopná tělesa..... | 22 |
| A.2.3. Trubková otopná tělesa..... | 24 |
| A.2.4. Konvektory..... | 24 |
| A.3. Termostatické hlavice a ventily..... | 25 |
| A.4. Pojišřovací zařízení..... | 26 |
| A.5. Potrubí..... | 26 |
| A.5.1. Ocel..... | 27 |
| A.5.2. Měď..... | 27 |
| A.5.3. Plast..... | 28 |
| A.5.4. Vícevrstvé potrubí..... | 29 |
| A.6. Oběhová čerpadla..... | 29 |
| B VÝPOČTOVÁ ČÁST..... | 31 |
| B.1. Analýza objektu..... | 32 |
| B.2. Hodnoty součinitele prostupu tepla U..... | 33 |
| B.3. Výpočet tepelného výkonu..... | 34 |
| B.4. Energetický šřítek obálky budovy..... | 38 |
| B.5. Návrh otopných těles, návrh zdroje tepla..... | 40 |
| B.6. Dimenzování a hydraulické posouzení potrubí, návrh oběhových čerpadel..... | 43 |
| B.7. Návrh Zabezpečovacího zařízení..... | 48 |
| B.8. Tloušřka izolací..... | 50 |
| B.9. Potřeba tepla a paliva..... | 51 |
| C PROJEKT..... | 52 |
| C.1. Technická zpráva..... | 53 |

| | |
|---|----|
| Závěr..... | 55 |
| Seznam obrázků..... | 56 |
| Seznam použitých zdrojů..... | 57 |
| Seznam použitých zkratk a symbolů | 58 |
| Seznam příloh..... | 60 |

Úvod:

Cílem této bakalářské práce je řešení vytápění bytového domu. Jedná se o třípodlažní objekt s 12 byty, a jedním suterénem podlažím, kde je umístěna kotelna budovy.

Cílem je dosáhnout v jednotlivých místnostech stavu tepelné pohody, tj. stavu, kdy člověku v dané místnosti není ani teplo ani chladno. Návrh je proveden v souladu s platnými normami, právními předpisy a obecnými hygienickými požadavky.

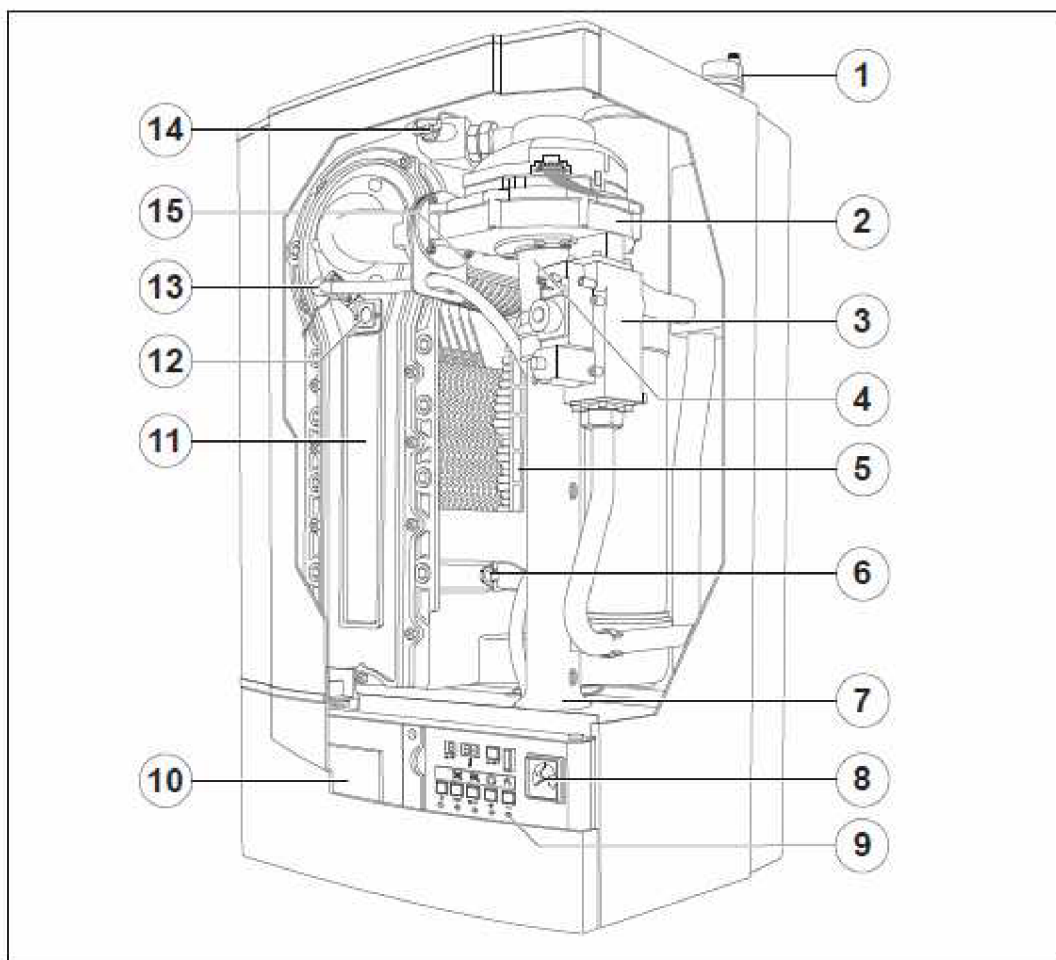
A. TEORETICKÁ ČÁST

A.1 Kondenzační kotle

A.1.1. Obecné informace

Kondenzační kotle slouží jako zdroj tepla. Nejčastěji jsou používány pro výrobu TUV a pro vytápění budov. Svou konstrukcí a kondenzačním chodem dosahují účinnosti až 110% čímž jsou velice úsporné.

A.1.2. Hlavní díly kondenzačního kotle



Obr. 01 Sestavení kotle*

110397_09

- | | |
|---------------------------------------|---|
| 1. Automatický odvzdušňovač | 9. Ovládací panel |
| 2. Ventilátor | 10. Možnost vestavěné ekvitermní regulace |
| 3. Kombinace plynového ventilu | 11. Přední odnímatelná strana výměníku |
| 4. Směšovací komora/Venturiho trubice | 12. Průzorové sklo |
| 5. Výměník kotle | 13. Zapalovací / Ionizační elektroda |
| 6. Čidlo teploty zpátečky | 14. Čidlo natápěcí teploty |
| 7. Trubka přívodu vzduchu - tlumič | 15. Předsměšovaný hořák |
| 8. Tlakoměr | |

obr. č. 1: kondenzační kotel

A.1.3. Technický popis kotle

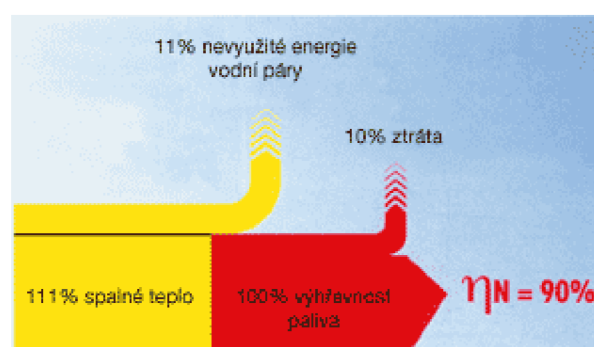
Kotle mohou být jak stacionární tak závěsné na stěnu.

Jako palivo se používá zemní plyn a propan. Kotle jsou vybaveny automatickým zapalováním a kontrolou hoření ionizační sondou, elektronickým řízením otáček ventilátoru pro regulaci výkonu kotle. Hořák je umístěn v horní části kotle a je otočen směrem dolů. Pod tímto hořákem je umístěn výměník který bývá z odolných a tepelně dobře vedoucích materiálů (slitiny hliníku, nerezová ocel). Při provozu vzniká velké množství vodního kondenzátu. Proto je ve spodní části kotle umístěn otvor pro odvod kondenzátu. Tento se musí napojit přes zápachovou uzávěrku to kanalizace. V horní části jsou otvory na přívod a odvod spalovaného vzduchu.

A.1.4. Kondenzační provoz

Kondenzační technika umožňuje při stejné tepelné pohodě a spotřebě TUV v domě redukovat spotřebu plynu až o 30 % a snížit emise škodlivin NO_x a CO až o 70 % oproti konvenčním zdrojům tepla.

Spaliny u konvenčního kotlu mají teplotu spalin okol 120 °C. Chemickou reakcí při spalování uhlovodíků vzniká voda, která se ovšem okamžitě v plameni přetvoří na vodní páru. Ta se bez využití odvádí do ovzduší a odnáší s sebou až 11 % (u zemního plynu) nevyužitou energii (tepla). Účelem kondenzační techniky je odebrat tuto vzácnou energii (tepla) ochlazením vodní páry ze spalin ve speciálním výměníku a teplo takto získané použít také pro ohřev vody pro vytápění. Nejvíce této energie získáme při takovém ochlazení spalin, kdy vodní pára, obsažená ve spalinách z kondenzuje, tj. při teplotách topné vody nižších, než rosný bod spalin, který se pohybuje kolem 57 °C.

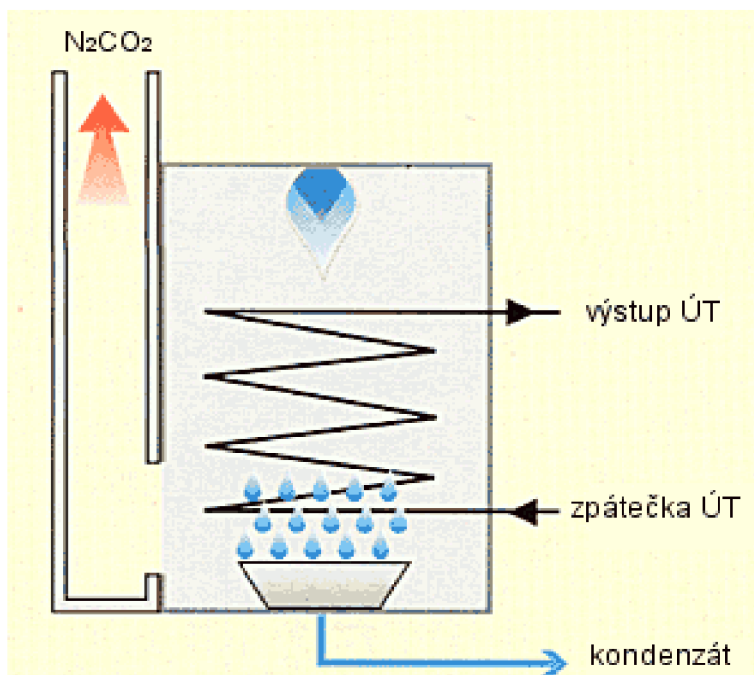
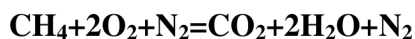


obr. č. 2: využitelnost spalného tepla

Proto u kondenzační techniky docílíme největšího efektu u podlahového topení, nebo systému s radiátory o větší ploše, ale ani u klasických systémů v přechodných obdobích s využitím ekvitermní regulace topné vody není tento zisk zanedbatelný. Platí jednoznačně, že čím nižší teploty topného

systému, tím vyšší využití kondenzačního principu. Při provozu kondenzačního kotle v pracovním režimu teplot 80/60 °C dochází k minimální kondenzaci vodní páry a účinnost kotle se pohybuje kolem 98 %. Rozdíl účinnosti v porovnání s klasickým kotlem (92%) není v tomto případě zásadní. Jiná situace ovšem nastane při snížení teplot topného systému na např. 50/30 °C. Zde se v plné míře uplatní kondenzační režim kotle, dochází k výrazné kondenzaci vodní páry a tím ke zvýšení účinnosti kotle na 106%, což je v porovnání s klasickým kotlem poměrně výrazný rozdíl. Pro plné využití kondenzačního kotle je tedy vhodné volit nižší pracovní teploty topného systému.

Rovnice spalování zemního plynu



obr. č. 3: princip spalování zemního plynu při kondenzačním ohřevu

Využití energie u kondenzační techniky

Spalné teplo plynu H_s [kWh/m³]

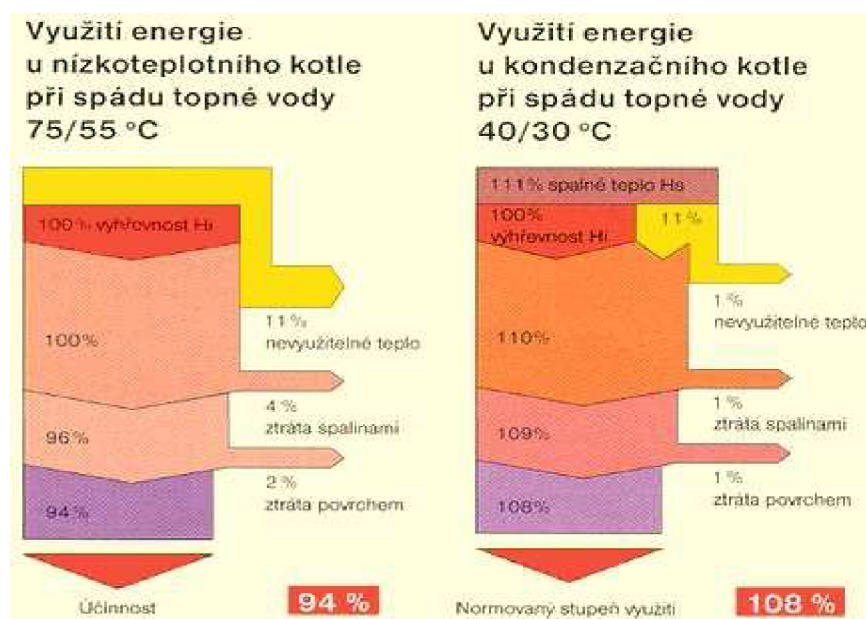
Je množství tepla, které se uvolní dokonalým spálením jednotkového množství plynu a stechiometrického množství kyslíku (o počátečních teplotách 25°C) při ochlazení spalin zpět na

teplotu 25°C. Jde tedy o veškeré množství tepla vzniklé spálením jednotkového množství paliva a zahrnuje i ve vodní páře vázané, tzv. latentní teplo.

Výhřevnost plynu H_i [kWh/m^3]

Výhřevnost plynu je rovna spalnému teplu, zmenšenému o teplo uvolněné kondenzací vodní páry ze spalin. Jde tedy o množství tepla, které energii obsaženou ve vodní páře spalin nezohledňuje (u klasických kotlů odchází toto teplo komínem do ovzduší). Právě z výhřevnosti se stanovuje účinnost spalovacích zařízení. U kondenzační techniky byl zaveden takzvaný normovaný stupeň využití, který nabývá hodnot nad 100% a v komerčních prospektech bývá často pro zjednodušení označován jako účinnost s hodnotou vyšší než 100%. Kdybychom však počítali účinnost kondenzačního kotle ze spalného tepla, dojdeme korektním fyzikálním postupem na hodnotu maximálně 97,5%.

Aby se však mohlo provést porovnání konvenčních a kondenzačních kotlů, stanovuje se normovaný stupeň využití u kondenzačních kotlů rovněž ve vztahu k výhřevnosti.



obr. č. 4: U kondenzačního kotle na otopném systému se spádem 75/60°C činí normovaný stupeň využití 104%.

Normovaný stupeň využití zahrnuje všechny ztráty kotle, které jsou závislé na teplotě topné vody a zatížení kotle.

| Teoretické využití latentního tepla | Zemní plyn | Propan | Topný olej |
|-------------------------------------|------------|--------|------------|
| Spalné teplo plynu H_s | 11,06 | 28,12 | 10,68 |

| | | | |
|--|-------------------|------------------|------------------|
| [kWh/m ³] | | | |
| Výhřevnost plynu H _i [kWh/m ³] | 9,97 | 25,89 | 10,08 |
| Podíl H _s /H _i | 1,109 (+10,9%) | 1,086 (+8,6%) | 105,9 (+5,9%) |

Teplota spalin, rosný bod a přebytek vzduchu.

Teplo, které lze získat z úplné kondenzace činí 11% výhřevnosti zemního plynu. Pokud ochlazujeme spaliny zemního plynu získané ideálním spalováním (bez přebytku vzduchu), začne pod teplotou rosného bodu (pod 57°C) ve spalinách kondenzovat vodní pára. Teplota spalin je provázána s teplotou vratné vody ze systému. Je požadováno, aby rozdíl mezi teplotou spalin a teplotou vratné vody byl 5K při jmenovitém výkonu kotle a alespoň 2K při výkonu minimálním. Pokud teplota vratné vody ze systému bude vyšší než teplota rosného bodu spalin, nedojde ke kondenzaci a uvolnění kondenzačního tepla. Kotel sice nebude využívat této své přednosti, ale stále bude pracovat s účinností nízkoteplotního kotle. Účinnost spalování ovlivňuje také takzvaný přebytek vzduchu ve spalinách. Je udáván součinitelem přebytku vzduchu λ .

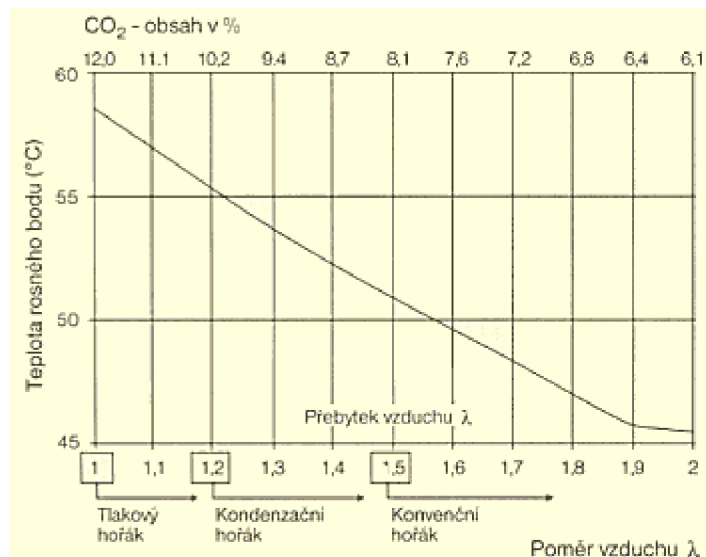
| Teoretické spalování $\lambda=1$ | Zemní plyn | Propan | Topný olej |
|--|-------------------|---------------|-------------------|
| Teplota kondenzace[°C] | 57 | 53 | 47 |

Součinitel přebytku vzduchu λ [-] je dán poměrem skutečného množství vzduchu, které bylo dopraveno do spalovacího prostoru k teoretickému, potřebnému pro ideální spalování. Spaliny bez přebytku vzduchu mají $\lambda=1$. Zvyšující se λ znamená horší účinnost spalování a u kondenzace způsobuje pokles teploty rosného bodu spalin. Například pro $\lambda=1$ je u ZP teplota rosného bodu spalin 57°C, ale pro $\lambda=2$ je to 45°C a pro $\lambda=3$ jen 38°C.

Rosný bod spalin v závislosti na přebytku vzduchu (ZP)

Z obr.3 je zřejmé, že kondenzační kotel pracuje s určitým přebytkem vzduchu (1,2-1,5) a skutečný rosný bod spalin se pro zemní plyn pohybuje mezi 50 a 55°C. Má-li docházet ke kondenzaci, musí se teplota vratné vody pohybovat pod touto hodnotou. Řízení směšovacího poměru vychází z konstrukčního řešení kotle a jeho seřízení. Teplotu vratné vody ovlivňuje vlastní otopná soustava a to:

- Teplotním spádem topné vody
- Hydraulickým zapojením a seřízením
- Způsobem provozu a regulace

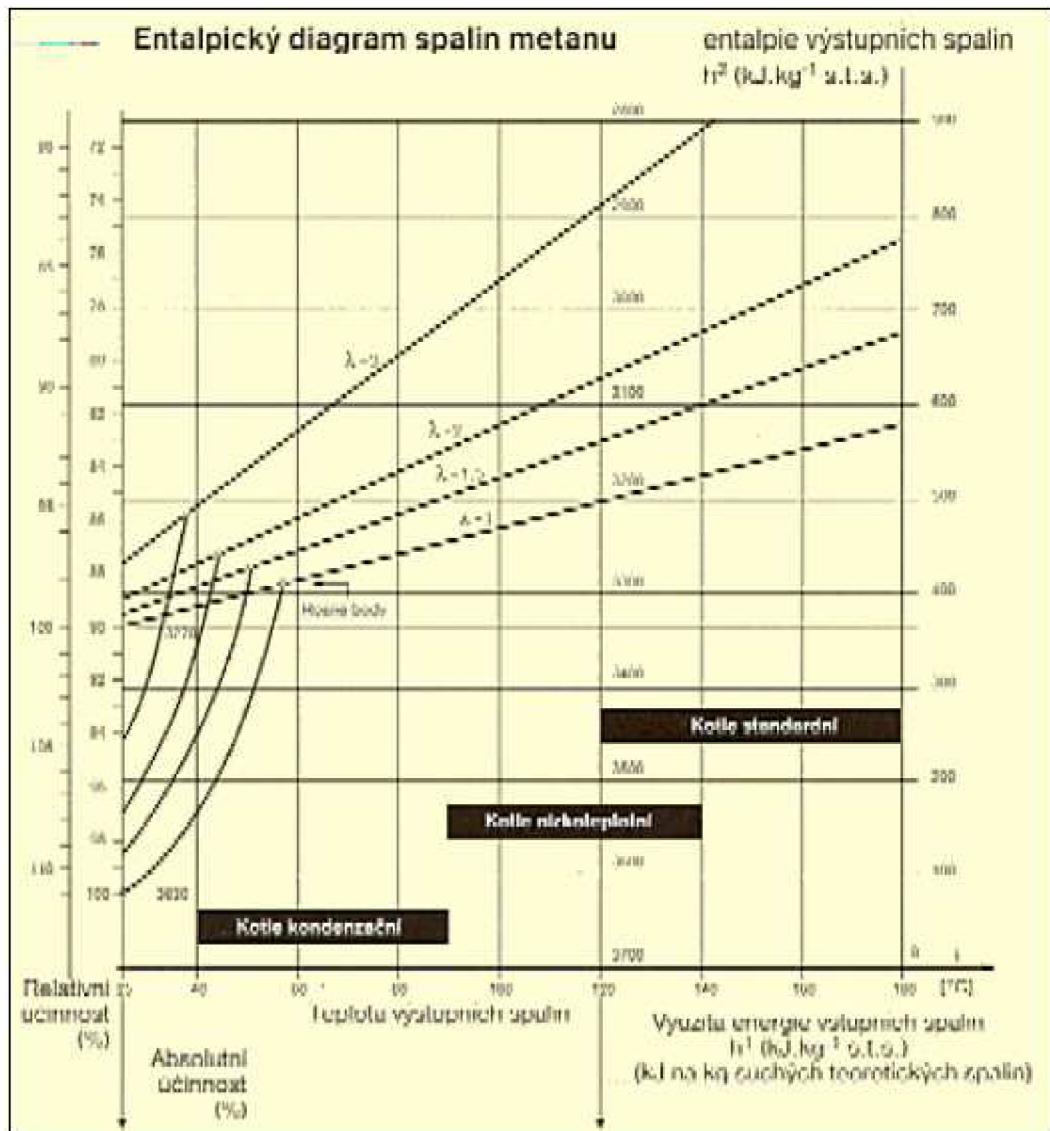


obr. č. 5: Rosný bod spalin v závislosti na přebytku vzduchu (ZP)

Teplotní spád topné vody

Ideální jsou systémy, u kterých je teplota vratné vody po celé topné období (tedy i při nejnižších venkovních teplotách) o 5°C nižší než skutečná teplota rosného bodu spalin. Pro soustavy s kondenzačním kotlem na zemní plyn je tak trvale zaručen nejvyšší normový stupeň využití ve spojení s teplovodními nízkoteplotními systémy se spády 40/30 až 55/45°C. Ke kondenzaci bude docházet po celou dobu provozu kotle, při každém stupni zatížení. Vhodnou otopnou plochu představují sálavé systémy se zabudovanými teplovodními trubními rozvody, neboli podlahové či stěnové vytápění.

Kondenzační techniku lze samozřejmě v našich klimatických podmínkách efektivně využívat i u soustav s vyššími teplotami topné vody. V určitém časovém období - při velmi nízkých venkovních teplotách bude teplota vratné vody překračovat rosný bod spalin, k využití tepla z kondenzace nedojde a normovaný stupeň využití kotle se sníží. U otopných soustav s návrhovými teplotami topné vody 90/70°C se toto omezení projeví výrazněji. Je však nutné podotknout, že dnes nejčastěji projektované dvoutrubkové soustavy s nuceným oběhem, se na tyto parametry již nesmí navrhovat a drtivá většina stávajících soustav s těmito návrhovými parametry se v praxi provozuje s mnohem nižšími teplotami topné vody a to i při nejvyšším stupni zatížení. Vyhláška 151/2001 Sb., platná pro nově zřizovaná zařízení a pro rekonstrukce zařízení (k nimž bylo vydáno stavební povolení po dni nabytí účinnosti vyhlášky), stanovuje v §5 odst.3 u nuceného oběhu požadavek na teplotu vody na přívodu do otopného tělesa do 75°C. V našich klimatických podmínkách pracují otopné systémy se spádem 75/60°C v kondenzačním režimu až po dobu 85% topné sezóny.



obr. č. 6: Entalpický diagram spalin metanu

A.1.5. Hydraulické zapojování soustav s kondenzační technikou.

- U kondenzačních kotlů jako samostatných zdrojů nebo v kotelnách s kaskádovým zapojením nesmí být použity prvky zvyšující teplotu vratné vody. Těmito prvky jsou zejména čtyřcestné směšovače a přepouštěcí armatury.
- Při použití termohydraulického rozdělovače v kotelnách může docházet k nežádoucímu zvyšování teploty vratné vody v primárním - kotlovém okruhu a to v případech, že není za všech provozních stavů zajišťován větší průtok vytápěcím okruhem oproti kotlovému. Problémům se lze vyhnout použitím termohydraulického rozdělovače vhodné konstrukce (např. pravidlo "3d" s rychlostí na vstupu do 0,9 m/s) nebo provedením akumulárního zkratu rozdělovače a sběrače.
- Aby byl celý systém využit na 100%, je nutné hydraulické sladění jednotlivých prvků (regulačních armatur, čerpadel ...). U termostatických ventilů a uzavíracích šroubení

otopných těles musí být bezpodmínečně provedeno nastavení druhé regulace. Aby byly teploty vratné vody blízké teplotám podle zpětné topné křivky, musí být také skutečný nejvyšší průtok roven průtoku výpočtovému. Teplotní spád snižuje předimenzované čerpadlo nebo špatné nastavení otáček u čerpadel s regulací. V provozu pak při uzavírání regulačních prvků dochází k nárůstu diferenčního tlaku a hlučnosti termostatických ventilů. Samozřejmě vzrůstá energetická spotřeba čerpadla.

A.1.6. Odvod kondenzátu.

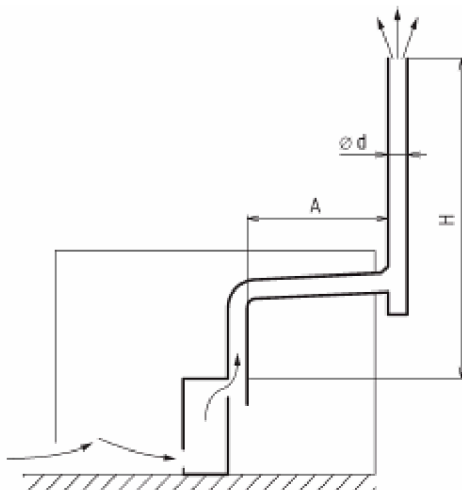
Každý kondenzační kotel vyžaduje trvalý odvod kondenzátu. Napojení odvodu kondenzátu na kanalizaci podléhá schválení správcem kanalizace. Kondenzát od spalín zemního plynu má kyselost odpovídající pH 5, což je hodnota shodná s dešťovou vodou. Kondenzát z jednotlivého kotle lze napojit přímo na kanalizační síť bez dalšího opatření. Tam, kde to správce kanalizace požaduje nebo u větších zařízení, se provádí neutralizace kondenzátu. Chemická neutralizace se uskutečňuje průtokem kondenzátu přes odkyselovací hmoty, na které se CO_2 váže (mramor, dolomit..). Neutralizační zařízení je tvořeno nádobou z plastické hmoty s náplní neutralizačního granulátu a může být i součástí příslušenství kotle. [2]

| | Zemní plyn | Propan | Topný olej |
|---------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Množství kondenzátu | 1,53 kg/m ³ | 3,37 kg/m ³ | 0,88 kg/m ³ |

A.1.7. Přívod spalovacího vzduchu a odvod spalín

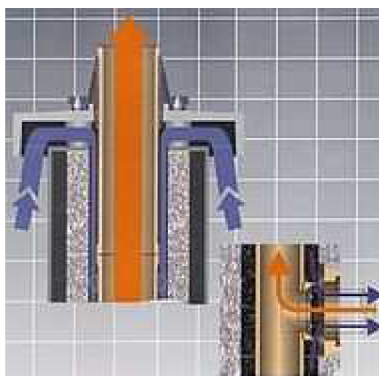
Kondenzační kotle mohou být spotřebiče typu B a C.

Spotřebiče typu B si berou spalovací vzduch přímo z místnosti ve které se nacházejí a proto je potřeba dbát na dostatečně velkých otvorech pro větrání místnosti a přívodu spalovaného vzduchu.



obr. č. 7: Schéma pro přívod spalovacího vzduchu spotřebiče typu B

Spotřebič typu C si bere vzduch z přímo z exteriéru a to díky přivodu stěnou nebo komínovým tělesem. Odvod spalin je rovněž komínovým tělesem do exteriéru.



*obr. č. 8: Nasávání vzduchu pro spalování
Odvod spalin*

Materiály kouřovodů musí odolávat působení vlhkosti a agresivnímu prostředí spalin.

Dimenze průduchu se stanoví:

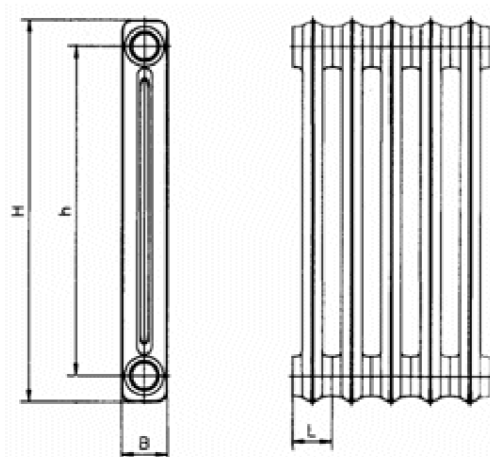
1. Výpočtem
2. Udává výrobce kotle
3. Udává tabulkovou hodnotou výrobce kouřovodů

A.2,Otopná tělesa

A.2.1.Článeková otopná tělesa

Jedná se o tělesa složená z jednotlivých článků, bez ohledu na jejich tvar. Jsou vyráběna z různých materiálů a různým technologickým postupem jako je např. lisování plechů, odlévání a tlakové lití. Nejčastěji používaným materiálem pro výrobu článkových těles je ocelový plech, litina a slitiny hliníku. Jednotlivé články se spojují do souprav buď závitovými vsuvkami s pravým a levým závitem nebo svařováním. Jednotlivé články se spojují u litinových článkových otopných těles vsuvkami. U ocelových článkových otopných těles se spojují vsuvkami svařované soupravy s počtem 3, 4, 5, 7 a 10 článků. Do obchodní sítě jsou tělesa dodávána ve skladebních celcích či v konečné velikosti, která je dána výrobní řadou.

Současná vyšší hmotnost a vodní obsah článkových otopných těles ovlivňují nepříznivě jejich pružnost při zátoku a chladnutí či rychlost odezvy na regulační zásah. U otopných soustav s pružným zdrojem tepla a citlivou automatickou regulací to můžeme považovat za nevýhodu.



obr. č. 9: Litinové článkové otopné těleso

Materiály:

- Slitiny hliníku
- Ocelové plechy
- Šedá litina

Slitiny hliníku

Vzhledem k velmi dobré tepelné vodivosti hliníku a snadnosti tlakového lití složitějších tvarů je vlastní otopná plocha provedena vždy jako rozšířená. Žebra probíhají vertikálně po výšce článku, či jsou uspořádána na sloupku a skloněna pod určitým úhlem od horizontální roviny. Další možností je kombinace obou předchozích, kdy se na článku objevují jak svislá, tak příčná žebra ve vzájemné kombinaci. Tloušťka stěny u částí přicházejících do styku s teplotonosnou látkou nesmí být menší než 1,1 mm. Při použití otopných těles ze slitin hliníku bychom měli obezřetně volit materiál potrubní sítě a zdroje tepla. Vzhledem k uzavřenému oběhu otopné vody v soustavě dochází při použití měděných trubek ke vzniku významného elektro-chemického článku, který podmiňuje urychlený vývoj koroze a s ním související provozní potíže. Pokud nechceme používat speciální inhibitory a pravidelně kontrolovat jejich chemické složení v soustavě, měli bychom se vyvarovat alespoň kombinace měděného potrubí s otopnými tělesy ze slitin hliníku v jedné otopné soustavě.

Ocelové plechy

Základem pro článek jsou dva svařené výlisky z ocelového plechu. Ty sestávají z horní a spodní komory, které jsou spojeny otopnou plochou tvořící prolisy pro kanály různých tvarů. V komorách jsou v místě náboje prostříženy otvory. V okolí otvorů je plocha mezikruží, která slouží k vzájemnému svaření článků do souprav či k přivaření nátrubků se závitem u koncových článků

souprav. Tloušťka plechu u částí přicházejících do styku s teplonosnou látkou nesmí být menší než 1,11 mm a splnění tohoto požadavku by se mělo ověřovat měřením.

Šedá litina

Otopná tělesa litinová musejí být vyráběna z litiny s lupínkovým grafitem podle ISO 185. Tloušťka stěny u částí, které přicházejí do styku s teplonosnou látkou nesmí být menší než 2,5 mm. Výrobce musí zajistit dodržení nejmenší tloušťky stěny pravidelnými kontrolami výrobního zařízení a každodenními náhodnými zkouškami výrobků.

Tepelný výkon q_{1cl} jednoho článku otopných těles litinových a ocelových při teplotě v místnosti $t_i = 20\text{ }^\circ\text{C}$

| Hlavní rozměry článku | | Plocha jednoho článku [m ²] | Tepelný výkon jednoho článku q_{1cl} [W] | |
|------------------------|-------------------------|---|---|---|
| Jmenovitá výška a [mm] | Stavební hloubka b [mm] | | při $t_m = 80\text{ }^\circ\text{C}$ (teplá voda) | při $t_m = 100\text{ }^\circ\text{C}$ (nízkotlaká pára) |
| Litinová tělesa | | | | |
| 300 | 200 | 0,18 | 93 | 136 |
| 500 | 100 | 0,14 | 76 | 110 |
| | 150 | 0,21 | 108 | 158 |
| | 200 | 0,27 | 134 | 195 |
| 600 | 100 | 0,16 | 85 | 124 |
| | 150 | 0,24 | 121 | 177 |
| | 200 | 0,31 | 151 | 221 |
| 1 000 | 100 | 0,25 | 128 | 187 |
| | 150 | 0,37 | 180 | 262 |
| | 200 | 0,49 | 229 | 335 |
| Ocelová tělesa | | | | |
| 300 | 200 | 0,175 | 87 | - |
| 500 | 150 | 0,205 | 102 | - |
| | 200 | 0,265 | 127 | - |
| 1 000 | 100 | 0,24 | 116 | - |
| | 150 | 0,35 | 163 | - |
| | 200 | 0,47 | 210 | - |

A.2.2. Desková otopná tělesa

Desková otopná tělesa dnes patří mezi nejčastěji používaná tělesa. Za desková otopná tělesa pokládáme souvislé hladké desky popř. se zvětšením povrchu zvlněním nebo konvekčním plechem v různém montážním uspořádání. Za deskové těleso však nelze pokládat těleso vyskládané z jednotlivých článků přesto, že výsledný výrobek vykazuje tvar desky.

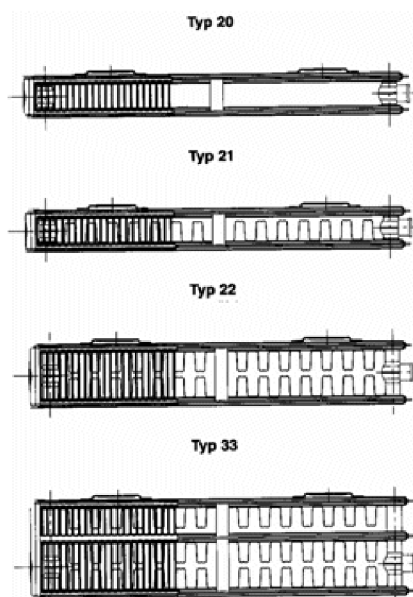


obr. č. 10: Deskové otopné těleso

Celé těleso tak tvoří dvě prolisované desky z ocelového plechu, které jsou po obvodě švově svařeny a mezi jednotlivými kanálky jsou svařeny bodově. Plech používaný na výlisky má tloušťku 1,25 až 1,3 mm. Pro připojení na potrubní rozvod mají tělesa buď osový nebo boční výstup se závitem. V případě tzv. kompaktního provedení mají tělesa zabudovány propojovací garnituru s ventilovou vložkou nebo přímo s ventilem s napojením spodem vlevo, vpravo či uprostřed. Mají malý vodní obsah, což umožňuje rychlou reakci na regulační zásah a rovněž tak mají i nižší hmotnost než tělesa článková. Kanálky jsou tvořeny vlny ve tvaru kosodélníků či kruhových úsečí.

Dělíme je na

- jednoduchá
- zdvojená
- ztrojená



obr. č. 11: Typy deskových otopných těles

A.2.3. Trubková otopná tělesa

Podstatou řešení trubkových těles jsou rozvodné a sběrné komory, navzájem spojené řadou trubek menších průřezů. Trubky jsou kruhového, čtvercového, obdélníkového či obecně kombinovaného průřezu.

V posledních letech si vydobyla jakousi vlastní samostatnou pozici trubková koupelňová otopná tělesa. Jsou určena k vytápění a současnému sušení textilií převážně v koupelnách, ale i šatnách, umývárkách apod.



obr. č. 12: Koupelňové trubkové otopné těleso

A.2.4. Konvektory

Konvektor je otopné těleso, které sdílí teplo do vytápěného prostoru převážně konvekcí. Skládá se obvykle z výměníku tepla a skříně, opatřené v horní části výdechovou mřížkou. Konvektory jsou pojmenovány podle toho, kde je umístěn otopný článek (výměník tepla).

Konvektory tak lze rozdělit na:

- skříňové, ty jsou dodávány jako celek, část jejich skříně může tvořit stěna stavební konstrukce nebo zařízení interiéru.
- soklové, které jsou situovány ve vytápěném prostoru u podlahy s nízkou skříní. Jelikož jsou umístěny pod nízký parapet průběžně v jeho plné délce, jsou často nazývány jako podparapetní.

- zapuštěné mají skříň v podobě součásti stavby. Je to většinou podlaha, kdy je žebrovka uložena v kanálu v podlaze pod oknem a zakrytá nášlapnou krycí rohoží. V tomto případě se jedná o podlahový konvektor. Stejně tak rozeznáváme i konvektor stropní. Tyto konvektory jsou často, vzhledem ke zvětšení jejich malého tepelného výkonu, opatřeny nuceným vybíjením tepla pomocí ventilátoru.

Úkolem výměníku je převést dodané teplo teplotonosnou látkou do vytápěného prostoru přes okolo proudící vzduch. Pohyb vzduchu probíhá buď díky přirozenému vztlaku či díky práci ventilátoru. Teplosměnná plocha se zvyšuje hliníkovými lamelami. [3]



obr. č. 13: Podlahový konvektor

A.3, Termostatické hlavice a ventily

Termostatické hlavice jsou určeny pro regulaci teploty okolního vzduchu v prostoru. Na základě nastavené požadované teploty regulují průtok otopného média skrze termostatický ventil a tím přívod otopného média do otopného tělesa. Aby tedy docházelo ke správné regulaci teploty v místnosti, musí být termostatická hlavice nasazena na termostatickém ventilu. Termostatické hlavice fungují na principu tepelné dilatace kapaliny, plynu, nebo pevné látky. Vlivem zvyšující se teploty prostředí okolo termostatické hlavice dochází k roztahování teplotně citlivé látky. Teplotně citlivá látka je obsažena v řídicím snímači, který je zabudován v termostatické hlavici. Pokud je termostatická hlavice nasazena na termostatický ventil, roztahování teplotně citlivé látky působí na vřeteno kuželky termostatického ventilu, a tím dochází k uzavírání či otevírání průtoku média. Vzhledem k tomu, že každé otopné těleso obsahuje jeden termostatický ventil a termostatickou hlavici, je tím plně zabezpečována individuální regulace každého otopného tělesa. Na termostatické hlavici se nachází stupnice (nejčastěji v rozsahu 1 - 5), jejíž hodnoty

odpovídají nastavené požadované teplotě vzduchu v prostoru. Nastavení požadované teploty, otočením termostatické hlavice na odpovídající hodnotu, provádí uživatel. Další regulace prostorové teploty je pak prováděna automaticky bez ohledu na přítomnost uživatele v bytě. Termostatická hlavice reaguje nejen na změnu venkovních podmínek (např. sluneční svit), ale i na případné tepelné zisky ve vytápěné místnosti (např. teplo produkované dalšími spotřebiči atd.). Podle potřeby přivírá nebo otevírá přívod teplotního média do otopného tělesa. [4]



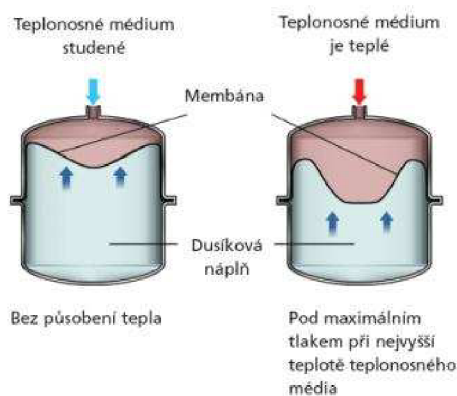
obr. č. 14: Termostatická hlavice



obr. č. 15: Řez termostatickým ventilem

A.4. Pojišťovací zařízení

Pro vyrovnávání objemových změn při zahřívání vody musí být na potrubí připojena expanzní nádoba a pojišťovací ventil. Expanzní nádoby mohou být otevřené a uzavřené. Uzavřené expanzní nádoby mají v sobě gumovou membránu. Při návrhu si musíme dát pozor, jak vysoká bude teplota vody, a jak vysoké teplotě odolává tato membrána.



obr. č. 16: Způsob fungování membránové expanzní nádoby

Pojišťovací ventil nám chrání soustavu před vznikem vysokých tlaků, při nichž by mohlo dojít k havárii některých částí. Při vysokém tlaku se ventil otevře a sníží tlak v soustavě odpuštěním části otopné vody.

A.5. Potrubí

Potrubí slouží k rozvodu teplotné látky (vody) z kotle do otopných ploch. Pohyb tekutiny v potrubí se zajišťuje 2 způsoby:

1. Samotížně – Voda se pohybuje díky rozdílu hustot (teplá stoupá nahoru). Nevýhodou jsou nutné velké dimenze potrubí, Výhodou je, že není potřeba oběhového čerpadla a tím úspora energie.
2. Nucené – Voda se v potrubí pohybuje díky čerpadlu. Výhodou jsou malé dimenze potrubí avšak čerpadlo je připojeno k el. síti.

Materiály:

1. ocel
2. měď
3. plast
4. vícevrstvé potrubí

A.5.1. ocel

Ocelové potrubí je tradičním materiálem, který se používá pro teplovodní vytápění. Na rozvody do DN50 se používá běžných závitových trubek ale pro větší dimenze je vhodné používat potrubí hladké bezešvé. Nevýhodou oceli je nízká odolnost proti kyslíkové korozi. Spojování potrubí se provádí svařováním obloukem nebo plamenem, spojování lze taky provádět rozebíratelným způsobem a to přes šroubení. Ocelové potrubí by mělo být opatřeno ochranným nátěrem proti korozi po celé jeho délce.



obr. č. 17: Ocelové potrubí

A.5.2. Měď

Nejrozšířenější formou spojování trubek je v dnešní době kapilární pájení. To se provádí měkkým nebo tvrdým pájením. Svařované spoje se používají zřídka, protože svařování měděných trubek vyžaduje velkou praxi (pro nízký bod tání a velkou tepelnou vodivost se trubka lehce propálí). Jen zřídka se používá šroubení se svěracím kroužkem, šroubení s řezným kroužkem, trubkové spojky, přírubové spoje, závitové spoje (jen pro pájené tvarovky se závitom). Dnes je nejvíc

rozšířeno spojování lisováním, které se dá provést velmi rychle (jeden spoj za 4-6 s).



obr. č. 18: Měděné potrubí

A.5.3. Plast

Plastové potrubní systémy se používají v průmyslu i ve stavebnictví pro rozvody různých tekutých médií. Výhodou potrubních rozvodů z plastů je především jejich vysoká chemická odolnost, dlouhá životnost a nízká hmotnost.“

Ke spojování plastového potrubí používáme různé metody:

- svařování na tupo
- svařování elektrotvarovkou
- svařování polyfúzí
- svařování extrudérem
- lepení
- přírubové spoje
- potrubní spojky Straub

Potrubní rozvody montujeme z ověřených konstrukčních prvků z různých modifikací plastů:

- polypropylen (PP)
- polyetylén (PE)
- polvinylchlorid (PVC)
- akrylonitril-butadien-styren (ABS)
- polyvinylidenfluorid (PVDF)



obr. č. 19: Plastové potrubí

A.5.4. Vícevrstvé potrubí

Vrstva hliníku uprostřed chrání otopnou soustavu proti difúzi kyslíku, nemají tak vysokou teplotní roztažnost jako normální plasty a přitom si zachovávají poměrně dobrou ohebnost a mechanickou odolnost. Nevýhodou je vyšší cena. Spojují se lisováním. [5]



obr. č. 20: Vícevrstvé potrubí

A.6. Oběhová čerpadla

Pro návrh cirkulačních čerpadel jsou nejdůležitější požadavky bezpečnosti a spolehlivosti a také základní technické parametry hmotného toku, tlakového spádu, teplotní a tlakové hladiny, za nichž čerpadlo pracuje.

Dnes se hojně využívají čerpadla s frekvenčním měničem, kterým se dá přesně regulovat množství vody a to i v návaznosti na kaskádové zapojení zdrojů tepla v domě.

Mělo by být namontováno tak aby šlo kdykoliv vyměnit. Před i za se navrhnou například kulové kohouty. Po jejich uzavření se čerpadlo vyjme bez toho aniž by se musela vypouštět celá soustava popř. větev.



obr. č. 21: Oběhové čerpadlo Grundfos UPS 25-40

B, Výpočtová část

B.1. Analýza objektu, koncepční řešení vytápění objektu, volba zdroje tepla

Objekt má 3 nadzemní podlaží, kde jsou umístěny byty, a jedno podzemní podlaží, kde je umístěna kotelna. Celý objekt je postaven z cihelného systému Porotherm. Obvodové stěny jsou tloušťky 365mm doplněny o 50 mm polystyrénu s přídavkem grafitu, jež zlepšuje tepelné vlastnosti. Fasáda je kontaktní. Vnitřní nosné stěny jsou tloušťky 300mm. Střešní plášť je tvořen stropem Porotherm tloušťky 270mm doplněn tepelnou izolací v podobě kamenné vlny v tloušťce 220mm. Spadová vrstva je vytvořena spádovými klíny. Podlaha na zemině je tepelně izolována 100mm polystyrénu. Okna jsou plastová se zasklením dvojskly. Všechny konstrukce jsou navrženy aby splňovaly požadavky normy ČSN 730540-2.

Vytápění je zvoleno pomocí deskových otopných ploch typu Radik. V koupelnách jsou navržena trubková otopná tělesa. Požadovaná výpočtová teplota v bytech je 20°C. Na schodišti 15°C. Potrubí je měděné a rozdělené do 5 větví. Každá větev má své stoupací potrubí, jež ústí do bytových jednotek umístěných nad sebou. Jedna větev slouží k vytápění schodiště. Větve jsou zaústěny do rozdělovače a sběrače.

Kotelna je umístěna v podzemním podlaží. Je větraná otvorem. Jsou zde umístěny 2 zdroje tepla. Navrženy jsou 2 kotle Berben Mastet Line 30. Tyto jsou kaskádově zapojeny a slouží pouze pro vytápění objektu.

Větrání je navrženo dle hygienických požadavků.

B.2. Hodnoty součinitele prostupu tepla U

| Konstrukce | U [W/(m ² K)] |
|-----------------------------------|--------------------------|
| Obvodová stěna | 0,213 |
| Vnitřní nosná stěna | 0,493 |
| Příčka tloušťky 125mm | 1,316 |
| Příčka tloušťky 100mm | 1,587 |
| Střecha | 0,163 |
| Podlaha na zemině | 0,341 |
| Podlaha nad nevytápěným suterénem | 0,314 |

Všechny konstrukce jsou navrženy aby splňovaly požadavky normy ČSN 730540-2.

Výpočet je uveden v příloze 1.

B.3. Výpočet tepelného výkonu

Výpočet byl proveden dle ČSN 12831. Uvádím zde jeden formulář pro ukázkou postupu mého vypočtu a dále už jen pak tabulku tepelných ztrát.

| Místnost č. 3.1.1 | | | | | | | |
|--|------------|----------------------------------|---------------|-----------------------------|------------------------------|--|------------------------------|
| Výpočet tepelné ztráty prostupem | | | | | | | |
| Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí | | | | | | | |
| Stavební konstrukce | | | | | | | |
| Č.k. | Popis | A_k | U_k | ΔU | U_{kc} | e_k | $A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ |
| S1 | Obv. Stěna | 25,8 | 0,213 | 0,05 | 0,263 | 1 | 6,7854 |
| O1 | Okno | 3,6 | 1,2 | 0 | 1,2 | 1 | 4,32 |
| S6 | Střecha | 16,6 | 0,163 | 0,05 | 0,213 | 1 | 3,5358 |
| | | | | | 0 | | 0 |
| Celková tepelná ztráta do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ | | | | | | | 14,6412 |
| Tepelné ztráty nevytápěným prostorem | | | | | | | |
| Stavební konstrukce | | | | | | | |
| Č.k. | Popis | A_k | U_k | ΔU | U_{kc} | b_u | $A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ |
| | | | | | 0 | | 0 |
| | | | | | 0 | | 0 |
| | | | | | 0 | | 0 |
| Celková tepelná ztráta nevytápěným prostorem $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ | | | | | | | 0 |
| Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty | | | | | | | |
| Stavební konstrukce | | | | | | | |
| Č.k. | Popis | A_k | U_k | f_{ij} | $A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ | | |
| | | | | | 0 | | |
| | | | | | 0 | | |
| Celková měrná tepelná ztráta do prost. s odl. tep $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ | | | | | | | 0 |
| Tepelné ztráty zeminou | | | | | | | |
| Stavební konstrukce | | | | | | | |
| Č.k. | Popis | A_k | $U_{equiv,k}$ | $A_k \cdot U_{equiv,k}$ | f_{g1} | f_{g2} | G_w |
| | | | | 0 | | | |
| | | | | 0 | | | |
| | | $(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k})$ | | 0 | | | |
| Celková tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$ | | | | | | | 0 |
| Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$ | | | | | | | 14,6412 |
| | | $\theta_{int,i}$ | θ_e | $\theta_{int,i} - \theta_e$ | $H_{T,j}$ | Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ (W) | |
| | | 20 | -15 | 35 | 14,6412 | 512,442 | |

| Tepelná ztráta větráním | | | | | |
|--|---------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|---|---------|
| Objem místnosti V_i (m ³) | 37,52 | Počet nechr. Otvorů | | | 2 |
| Výpočtová venkovní teplota θ_e | -15 | n_{50} | | | 4,5 |
| Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$ | 20 | Činitel zaclonění e | | | 0,03 |
| Hygien. požadavky | n (h ⁻¹) | 0,5 | Výškový kor. Souč. ϵ | | 1 |
| | $V_{min,i}$ (m ³ /h) | 18,76 | Množs. vz. infiltrací $V_{inf,i}$ | | 10,1304 |
| max z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$ | | $H_{v,i}$ | $\theta_{int,i} - \theta_e$ | Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,j}$ (W) | |
| 18,76 | | 6,3784 | 35 | 223,244 | |

Celkové tepelné ztráty budovy

| Místnost číslo | Tepelný výkon pro tepelné ztráty prostupem $\Phi_{T,i}$ (W) | Tepelný výkon pro tepelné ztráty větráním $\Phi_{V,i}$ (W) | Zátopný tepelný výkon $\Phi_{RH,i}$ (W) | Celkový tepelný výkon $\Phi_{HL,i}$ (W) |
|----------------|---|--|---|---|
| 1.1.1. | 501,54 | 223,24 | 0,00 | 724,78 |
| 1.1.2. | 125,12 | 121,14 | 0,00 | 246,27 |
| 1.1.3. | 235,15 | 56,64 | 0,00 | 291,79 |
| 1.1.4. | 121,15 | 464,10 | 0,00 | 585,25 |
| 1.1.5. | -13,65 | 595,00 | 0,00 | 581,35 |
| 1.1.6. | 720,52 | 1000,31 | 0,00 | 1720,84 |
| 1.2.1. | 239,56 | 219,44 | 0,00 | 459,00 |
| 1.2.2. | 228,91 | 157,26 | 0,00 | 386,17 |
| 1.2.3. | 238,29 | 464,10 | 0,00 | 702,39 |
| 1.2.4. | -11,31 | 595,00 | 0,00 | 583,69 |
| 1.2.5. | 674,19 | 899,64 | 0,00 | 1573,83 |
| 1.2.6. | 442,01 | 223,24 | 0,00 | 665,26 |
| 1.2.7. | 22,56 | 0,00 | 0,00 | 22,56 |
| 1.3.1. | 112,65 | 663,00 | 0,00 | 775,65 |
| 1.3.2. | 36,00 | 119,00 | 0,00 | 155,00 |
| 1.3.3. | 148,01 | 219,44 | 0,00 | 367,44 |
| 1.3.4. | 25,95 | 0,00 | 0,00 | 25,95 |
| 1.3.5. | 334,40 | 223,24 | 0,00 | 557,65 |
| 1.3.6. | 726,46 | 899,64 | 0,00 | 1626,10 |
| 1.3.7. | -15,83 | 595,00 | 0,00 | 579,17 |
| 1.4.1. | 501,54 | 223,24 | 0,00 | 724,78 |
| 1.4.2. | 125,12 | 121,14 | 0,00 | 246,27 |
| 1.4.3. | 235,15 | 56,64 | 0,00 | 291,79 |
| 1.4.4. | 121,35 | 464,10 | 0,00 | 585,45 |
| 1.4.5. | -13,65 | 595,00 | 0,00 | 581,35 |
| 1.4.6. | 720,52 | 1000,31 | 0,00 | 1720,84 |
| 2.1.1. | 388,69 | 223,24 | 0,00 | 611,93 |
| 2.1.2. | 71,90 | 223,24 | 0,00 | 295,14 |
| 2.1.3. | 178,84 | 56,64 | 0,00 | 235,49 |

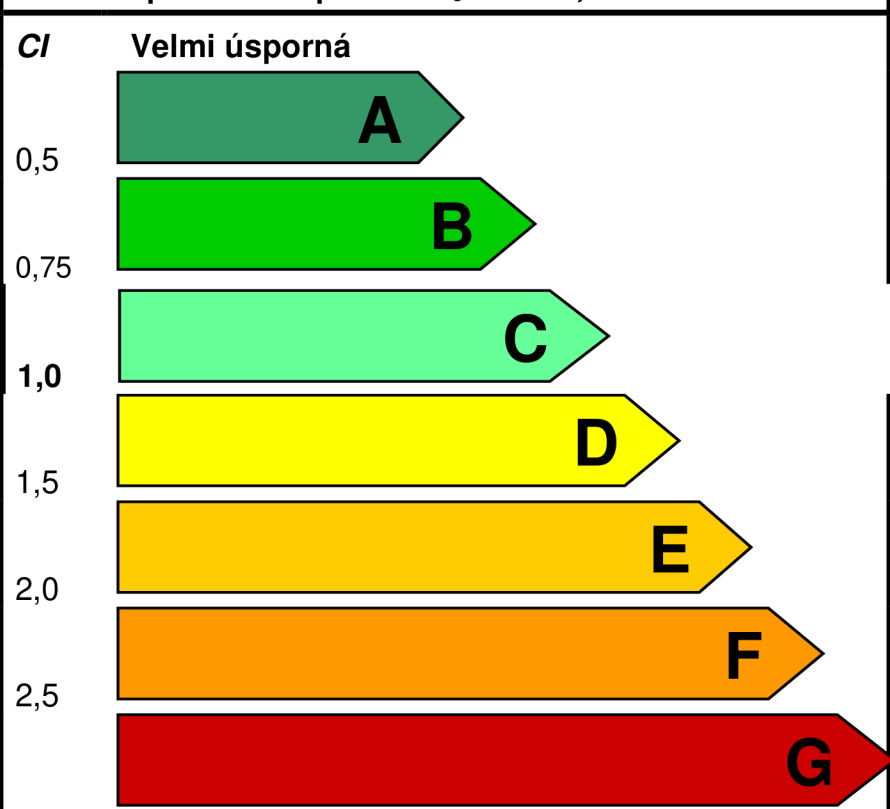


| | | | | |
|--------|--------|---------|------|---------|
| 2.1.4. | 91,71 | 464,10 | 0,00 | 555,81 |
| 2.1.5. | -30,95 | 595,00 | 0,00 | 564,05 |
| 2.1.6. | 706,02 | 1000,31 | 0,00 | 1706,33 |
| 2.2.1. | 143,88 | 219,44 | 0,00 | 363,32 |
| 2.2.2. | 160,20 | 157,26 | 0,00 | 317,46 |
| 2.2.3. | 178,64 | 464,10 | 0,00 | 642,74 |
| 2.2.4. | -29,61 | 595,00 | 0,00 | 565,39 |
| 2.2.5. | 428,42 | 899,64 | 0,00 | 1328,06 |
| 2.2.6. | 196,25 | 223,24 | 0,00 | 419,49 |
| 2.2.7. | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2.3.1. | 75,09 | 663,00 | 0,00 | 738,09 |
| 2.3.2. | 3,13 | 119,00 | 0,00 | 122,13 |
| 2.3.3. | 111,95 | 219,44 | 0,00 | 331,38 |
| 2.3.4. | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2.3.5. | 196,25 | 223,24 | 0,00 | 419,49 |
| 2.3.6. | 523,37 | 899,64 | 0,00 | 1423,01 |
| 2.3.7. | -30,95 | 595,00 | 0,00 | 564,05 |
| 2.4.1. | 388,69 | 223,24 | 0,00 | 611,93 |
| 2.4.2. | 71,90 | 121,14 | 0,00 | 193,04 |
| 2.4.3. | 178,84 | 56,64 | 0,00 | 235,49 |
| 2.4.4. | 91,71 | 464,10 | 0,00 | 555,81 |
| 2.4.5. | -30,95 | 595,00 | 0,00 | 564,05 |
| 2.4.6. | 706,02 | 1000,31 | 0,00 | 1706,33 |
| 3.1.1. | 512,44 | 223,24 | 0,00 | 735,69 |
| 3.1.2. | 131,54 | 223,24 | 0,00 | 354,78 |
| 3.1.3. | 219,10 | 56,64 | 0,00 | 275,74 |
| 3.1.4. | 120,37 | 464,10 | 0,00 | 584,47 |
| 3.1.5. | -13,81 | 595,00 | 0,00 | 581,19 |
| 3.1.6. | 993,04 | 1000,31 | 0,00 | 1993,35 |
| 3.2.1. | 261,30 | 219,44 | 0,00 | 480,74 |
| 3.2.2. | 242,95 | 157,26 | 0,00 | 400,21 |
| 3.2.3. | 235,62 | 464,10 | 0,00 | 699,72 |
| 3.2.4. | -8,74 | 595,00 | 0,00 | 586,26 |
| 3.2.5. | 824,29 | 899,64 | 0,00 | 1723,93 |
| 3.2.6. | 351,31 | 223,24 | 0,00 | 574,55 |
| 3.2.7. | 22,37 | 0,00 | 0,00 | 22,37 |
| 3.3.1. | 119,94 | 663,00 | 0,00 | 782,94 |
| 3.3.2. | 47,86 | 119,00 | 0,00 | 166,86 |
| 3.3.3. | 161,35 | 219,44 | 0,00 | 380,79 |
| 3.3.4. | 25,72 | 0,00 | 0,00 | 25,72 |
| 3.3.5. | 344,60 | 223,24 | 0,00 | 567,84 |
| 3.3.6. | 344,60 | 899,64 | 0,00 | 1244,24 |
| 3.3.7. | -3,37 | 595,00 | 0,00 | 591,63 |
| 3.4.1. | 512,44 | 223,24 | 0,00 | 735,69 |
| 3.4.2. | 131,54 | 121,14 | 0,00 | 252,68 |
| 3.4.3. | 219,10 | 56,64 | 0,00 | 275,74 |
| 3.4.4. | 120,37 | 464,10 | 0,00 | 584,47 |
| 3.4.5. | -13,81 | 595,00 | 0,00 | 581,19 |

| | | | | |
|-------------------|-----------------|-----------------|-------------|-----------------|
| 3.4.6. | 993,04 | 1000,31 | 0,00 | 1993,35 |
| 1.5. | 1616,19 | 257,04 | 0,00 | 1873,23 |
| 2.5. | 1446,66 | 257,04 | 0,00 | 1703,70 |
| 3.5. | 1640,22 | 257,04 | 0,00 | 1897,26 |
| CELKEM [W] | 22948,99 | 31571,98 | 0,00 | 54520,98 |

B.4. Protokol k energetickému štítku obálky budovy

| Referenční budova | | | | | Hodnocená budova | | | | |
|--|--|--|--------------------|---|----------------------------|--|--------------------|---|--|
| Konstrukce | Plocha A [m ²] | Součinitel prostupu tepla U [W/(m ² K)] | Redukční činitel b | Měrná ztrata prostupem tepla H _T | Plocha A [m ²] | Součinitel prostupu tepla U [W/(m ² K)] | Redukční činitel b | Měrná ztrata prostupem tepla H _T | |
| Obvodová stěna | 763,29 | 0,30 | 1,00 | 228,99 | 763,29 | 0,21 | 1,00 | 162,58 | |
| Okna | 175,60 | 1,50 | 1,00 | 263,40 | 175,60 | 1,20 | 1,00 | 210,72 | |
| Dveře | 14,00 | 1,50 | 1,00 | 21,00 | 14,00 | 1,50 | 1,00 | 21,00 | |
| Střecha | 397,87 | 0,24 | 1,00 | 95,49 | 397,87 | 0,16 | 1,00 | 64,85 | |
| Strop nad 1S | 78,20 | 0,60 | 1,00 | 46,92 | 78,20 | 0,31 | 1,00 | 24,53 | |
| Podlaha | 319,67 | 0,45 | 0,43 | 61,88 | 319,67 | 0,34 | 0,43 | 46,87 | |
| Celkem | 1748,63 | | | 717,68 | 1748,63 | | | 530,58 | |
| Tepelné vazby | | | | 34,97 | | | | 10,61 | |
| Celková měrná ztrata prostupem tepla | | | | 752,62 | | | | 541,19 | |
| Průměrný součinitel prostupu tepla podle 5.3.4 a tabulky 5 | $U_{\text{cel}} = \sum(U_{i,j} \cdot A_{i,j}) / \sum A_i + 0,02$ | | | požadována hodnota: 0,43 | 596,47/1871,63 | | | 0,31 | |
| | 0,45 | | | doporučená: 0,32 | | | | vynovuje požadované hodnotě | |
| Klasifikační třída obálky dle přílohy | | | | 0,51/0,45=0,72 | Třída B - vyhovující | | | | |

ERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY

| | | | |
|---|------|--------------------------------------|---|
| Typ budovy, místní označení: bytový dům | | Hodnocení obálky | |
| Adresa budovy: | | budovy | |
| Celková podlahová plocha $A_c = 1748,63 \text{ m}^2$ | | stávající | doporučení |
| <p>CI Velmi úsporná</p>  <p style="text-align: center;">Mimořádně neekonomická</p> | | |   |
| Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} ve $W/(m^2.K)$ $U_{em}=H_T/A$ | | 0,31 | |
| Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73 0540-2 $U_{em,N}$ ve $W/(m^2.K)$ | | | 0,43 |
| Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty U_{em} | | | |
| CI | 0,5 | 0,75 | 1,00 |
| U_{em} | 0,21 | 0,32 | 0,42 |
| CI | 1,5 | 2,0 | 2,50 |
| U_{em} | 0,63 | 0,84 | 1,1 |
| Platnost štítku do: 4.5.2022 | | Datum: 5.4.2012 | |
| Štítek vypracoval: | | Jméno a příjmení: Jan Lampa | |
| | | Klasifikace: Budova spadá do třídy B | |

B.5. Návrh otopných těles, návrh zdroje tepla

Návrh otopných těles

| Místnost číslo | Tepelná ztíta Místnosti $\Phi_{HL,i}(W)$ | Z ₁ | Z ₂ | Z ₃ | φ | Typ otopného tělesa | Tabulkový výkon (W) | Skutečný výkon (W) |
|----------------|--|----------------|----------------|----------------|-----------|-----------------------|---------------------|--------------------|
| 1.1.1. | 724,78 | 1 | 1 | 1,0 | 1 | Radik typ 21 600/800 | 830 | 830,0 |
| 1.1.2. | 246,27 | 1 | 1 | 1,0 | 1 | Radik typ 21 600/400 | 415 | 415,0 |
| 1.1.3. | 291,79 | 1 | 1 | 0,9 | 1 | Radik typ 21 600/400 | 415 | 373,5 |
| 1.1.4. | 585,25 | 1 | 1 | 0,9 | 1 | KLM 1500.750 | 799 | 719,1 |
| 1.1.5. | 581,35 | 1 | 1 | 0,9 | 1 | Radik typ 21 600/700 | 726 | 653,4 |
| 1.1.6. | 1720,84 | 1 | 1 | 1,0 | 1 | Radik typ 21 600/1800 | 1867 | 1867,0 |
| 1.2.1. | 459,00 | 1 | 1 | 1,0 | 1 | Radik typ 21 600/700 | 726 | 726,0 |
| 1.2.2. | 386,17 | 1 | 1 | 0,9 | 1 | Radik typ 21 600/500 | 519 | 467,1 |
| 1.2.3. | 702,39 | 1 | 1 | 0,9 | 1 | KLM 1820.750 | 976 | 878,4 |
| 1.2.4. | 583,69 | 1 | 1 | 0,9 | 1 | Radik typ 21 600/700 | 726 | 653,4 |
| 1.2.5. | 1573,83 | 1 | 1 | 1,0 | 1 | Radik typ 21 600/1600 | 1660 | 1660,0 |
| 1.2.6. | 665,26 | 1 | 1 | 1,0 | 1 | Radik typ 21 600/900 | 934 | 934,0 |
| 1.2.7. | 22,56 | 1 | 1 | 0,9 | 1 | Radik typ 10 300/400 | 168 | 151,2 |
| 1.3.1. | 775,65 | 1 | 1 | 0,9 | 1 | KLM 1820.750 | 976 | 878,4 |
| 1.3.2. | 155,00 | 1 | 1 | 0,9 | 1 | Radik typ 21 600/400 | 415 | 373,5 |
| 1.3.3. | 367,44 | 1 | 1 | 1,0 | 1 | Radik typ 21 600/700 | 726 | 726,0 |
| 1.3.4. | 25,95 | 1 | 1 | 0,9 | 1 | Radik typ 10 300/400 | 168 | 151,2 |
| 1.3.5. | 557,65 | 1 | 1 | 1,0 | 1 | Radik typ 21 600/900 | 934 | 934,0 |
| 1.3.6. | 1626,10 | 1 | 1 | 1,0 | 1 | Radik typ 21 600/1800 | 1867 | 1867,0 |
| 1.3.7. | 579,17 | 1 | 1 | 0,9 | 1 | Radik typ 21 600/700 | 726 | 653,4 |
| 1.4.1. | 724,78 | 1 | 1 | 1,0 | 1 | Radik typ 21 600/900 | 934 | 934,0 |
| 1.4.2. | 246,27 | 1 | 1 | 1,0 | 1 | Radik typ 21 600/400 | 415 | 415,0 |
| 1.4.3. | 291,79 | 1 | 1 | 0,9 | 1 | Radik typ 21 600/400 | 415 | 373,5 |
| 1.4.4. | 585,45 | 1 | 1 | 0,9 | 1 | KLM 1500.750 | 799 | 719,1 |
| 1.4.5. | 581,35 | 1 | 1 | 0,9 | 1 | Radik typ 21 600/700 | 726 | 653,4 |
| 1.4.6. | 1720,84 | 1 | 1 | 1,0 | 1 | Radik typ 21 600/1800 | 1867 | 1867,0 |
| 2.1.1. | 611,93 | 1 | 1 | 1,0 | 1 | Radik typ 21 600/700 | 726 | 726,0 |
| 2.1.2. | 295,14 | 1 | 1 | 1,0 | 1 | Radik typ 21 600/400 | 415 | 415,0 |
| 2.1.3. | 235,49 | 1 | 1 | 0,9 | 1 | Radik typ 21 600/400 | 415 | 373,5 |
| 2.1.4. | 555,81 | 1 | 1 | 0,9 | 1 | KLM 1500.750 | 799 | 719,1 |
| 2.1.5. | 564,05 | 1 | 1 | 0,9 | 1 | Radik typ 21 600/700 | 726 | 653,4 |
| 2.1.6. | 1706,33 | 1 | 1 | 1,0 | 1 | Radik typ 21 600/1800 | 1867 | 1867,0 |
| 2.2.1. | 363,32 | 1 | 1 | 1,0 | 1 | Radik typ 21 600/700 | 726 | 726,0 |
| 2.2.2. | 317,46 | 1 | 1 | 0,9 | 1 | Radik typ 21 600/400 | 415 | 373,5 |
| 2.2.3. | 642,74 | 1 | 1 | 0,9 | 1 | KLM 1820.750 | 976 | 878,4 |
| 2.2.4. | 565,39 | 1 | 1 | 0,9 | 1 | Radik typ 21 600/700 | 726 | 653,4 |
| 2.2.5. | 1328,06 | 1 | 1 | 1,0 | 1 | Radik typ 21 600/1400 | 1452 | 1452,0 |
| 2.2.6. | 419,49 | 1 | 1 | 1,0 | 1 | Radik typ 21 600/900 | 934 | 934,0 |
| 2.2.7. | 0,00 | 1 | 1 | 1,0 | 1 | | | 0,0 |
| 2.3.1. | 738,09 | 1 | 1 | 0,9 | 1 | KLM 1820.750 | 976 | 878,4 |

| | | | | | | | | |
|--------------------------------|---------|---|---|------------|---|-------------------------|--------|----------------|
| 2.3.2. | 122,13 | 1 | 1 | 0,9 | 1 | Radik typ 21 600/400 | 415 | 373,5 |
| 2.3.3. | 331,38 | 1 | 1 | 1,0 | 1 | Radik typ 21 600/700 | 726 | 726,0 |
| 2.3.4. | 0,00 | 1 | 1 | 1,0 | 1 | | | 0,0 |
| 2.3.5. | 419,49 | 1 | 1 | 1,0 | 1 | Radik typ 21 600/900 | 934 | 934,0 |
| 2.3.6. | 1423,01 | 1 | 1 | 1,0 | 1 | Radik typ 21 600/1600 | 1660 | 1660,0 |
| 2.3.7. | 564,05 | 1 | 1 | 0,9 | 1 | Radik typ 21 600/700 | 726 | 653,4 |
| 2.4.1. | 611,93 | 1 | 1 | 1,0 | 1 | Radik typ 21 600/900 | 934 | 934,0 |
| 2.4.2. | 193,04 | 1 | 1 | 1,0 | 1 | Radik typ 21 600/400 | 415 | 415,0 |
| 2.4.3. | 235,49 | 1 | 1 | 0,9 | 1 | Radik typ 21 600/400 | 415 | 373,5 |
| 2.4.4. | 555,81 | 1 | 1 | 0,9 | 1 | KLM 1500.750 | 799 | 719,1 |
| 2.4.5. | 564,05 | 1 | 1 | 0,9 | 1 | Radik typ 21 600/700 | 726 | 653,4 |
| 2.4.6. | 1706,33 | 1 | 1 | 1,0 | 1 | Radik typ 21 600/1800 | 1867 | 1867,0 |
| 3.1.1. | 735,69 | 1 | 1 | 1,0 | 1 | Radik typ 21 600/800 | 830 | 830,0 |
| 3.1.2. | 354,78 | 1 | 1 | 1,0 | 1 | Radik typ 21 600/400 | 415 | 415,0 |
| 3.1.3. | 275,74 | 1 | 1 | 0,9 | 1 | Radik typ 21 600/400 | 415 | 373,5 |
| 3.1.4. | 584,47 | 1 | 1 | 0,9 | 1 | KLM 1500.750 | 799 | 719,1 |
| 3.1.5. | 581,19 | 1 | 1 | 0,9 | 1 | Radik typ 21 600/700 | 726 | 653,4 |
| 3.1.6. | 1993,35 | 1 | 1 | 1,0 | 1 | Radik typ 21 600/2300 | 2386 | 2386,0 |
| 3.2.1. | 480,74 | 1 | 1 | 1,0 | 1 | Radik typ 21 600/700 | 726 | 726,0 |
| 3.2.2. | 400,21 | 1 | 1 | 1,0 | 1 | Radik typ 21 600/500 | 519 | 519,0 |
| 3.2.3. | 699,72 | 1 | 1 | 0,9 | 1 | KLM 1820.750 | 976 | 878,4 |
| 3.2.4. | 586,26 | 1 | 1 | 0,9 | 1 | Radik typ 21 600/700 | 726 | 653,4 |
| 3.2.5. | 1723,93 | 1 | 1 | 1,0 | 1 | Radik typ 21 600/1800 | 1867 | 1867,0 |
| 3.2.6. | 574,55 | 1 | 1 | 1,0 | 1 | Radik typ 21 600/900 | 934 | 934,0 |
| 3.2.7. | 22,37 | 1 | 1 | 0,9 | 1 | Radik typ 10 300/400 | 168 | 151,2 |
| 3.3.1. | 782,94 | 1 | 1 | 0,9 | 1 | KLM 1820.750 | 976 | 878,4 |
| 3.3.2. | 166,86 | 1 | 1 | 0,9 | 1 | Radik typ 21 600/400 | 415 | 373,5 |
| 3.3.3. | 380,79 | 1 | 1 | 1,0 | 1 | Radik typ 21 600/700 | 726 | 726,0 |
| 3.3.4. | 25,72 | 1 | 1 | 0,9 | 1 | Radik typ 10 300/400 | 168 | 151,2 |
| 3.3.5. | 567,84 | 1 | 1 | 1,0 | 1 | Radik typ 21 600/900 | 934 | 934,0 |
| 3.3.6. | 1244,24 | 1 | 1 | 1,0 | 1 | Radik typ 21 600/1400 | 1452 | 1452,0 |
| 3.3.7. | 591,63 | 1 | 1 | 0,9 | 1 | Radik typ 21 600/700 | 726 | 653,4 |
| 3.4.1. | 735,69 | 1 | 1 | 1,0 | 1 | Radik typ 21 600/900 | 934 | 934,0 |
| 3.4.2. | 252,68 | 1 | 1 | 1,0 | 1 | Radik typ 21 600/400 | 415 | 415,0 |
| 3.4.3. | 275,74 | 1 | 1 | 0,9 | 1 | Radik typ 21 600/400 | 415 | 373,5 |
| 3.4.4. | 584,47 | 1 | 1 | 0,9 | 1 | KLM 1500.750 | 799 | 719,1 |
| 3.4.5. | 581,19 | 1 | 1 | 0,9 | 1 | Radik typ 21 600/700 | 726 | 653,4 |
| 3.4.6. | 1993,35 | 1 | 1 | 1,0 | 1 | Radik typ 21 600/2300 | 2386 | 2386,0 |
| 1.5. | 1873,23 | 1 | 1 | 1,0 | 1 | 2xRadik typ 21 600/1100 | 2x1141 | 2282,0 |
| 2.5. | 1703,70 | 1 | 1 | 1,0 | 1 | 2xRadik typ 21 600/900 | 2x934 | 1868,0 |
| 3.5. | 1897,26 | 1 | 1 | 1,0 | 1 | 2xRadik typ 21 600/1100 | 2x1141 | 2282,0 |
| Instalovaný výkon těles | | | | | | | | 69019,7 |
| | | | | [W] | | | | |

Návrh: 2xKotel Bergen Master Line 30

Technická data kotle

| Typ kotle Bergen Master Line | | 30 | 45 | 65 | 85 | 115 |
|--|-----------------|------------------------------------|------------|-------------|-------------|--------------|
| Obecně | | | | | | |
| CE-identifikační číslo | | 0063BM3043 | 0063BL3253 | | | |
| Regulace výkonu | | modulačně, zap./vyp., dvoustupňově | | | | |
| Jmenovitý výkon (75/60°C) | kW | 5,6 - 28,0 | 8,0 - 40,0 | 12,0 - 61,0 | 14,1 - 84,2 | 16,6 - 107,0 |
| Jmenovitý výkon (50/30°C) | kW | 5,9 - 29,6 | 8,9 - 43,0 | 13,3 - 65,0 | 15,6 - 89,5 | 18,4 - 114,0 |
| Jmenovitý příkon (H) | kW | 5,7 - 28,5 | 8,2 - 41,2 | 12,2 - 62,0 | 14,6 - 86,0 | 17,2 - 111,0 |
| Účinnost | | | | | | |
| Účinnost kotle (H _c) | | | | | | |
| 75/60°C (vysoký/nízký výkon) | % | až 98 | až 99 | až 99 | až 98 | až 97 |
| 40/30°C (vysoký/nízký výkon) | % | až 108 | až 110 | až 110 | až 108 | až 103 |
| Plynové připojení a odvod spalin | | | | | | |
| Vstupní tlak zemního plynu (E & LL) | mbar | 18 - 25 | 18 - 25 | 18 - 25 | 17 - 30 | 17 - 30 |
| Vstupní tlak propanu | mbar | 50 | | | 37 - 50 | - |
| Nominální vstup zemního plynu | mbar | 20 | | | | |
| Emise (podle EN-287A3) | NO _x | mg/kWh | | | < 27 | < 45 |
| | CO | mg/kWh | | | < 20 | < 31 |
| Údaje pro dimenzování odvodu spalin | | | | | | |
| Připojovací průměr spalin / vzduchu | mm | 80 / 80 | 80 / 80 | 100 / 100 | 100 / 100 | 100 / 100 |
| Přetlak na hrdle spalin - plný výkon | Pa | 100 | 150 | 100 | 160 | 220 |
| Přetlak na hrdle spalin - nízký výkon | Pa | 10 | 10 | 10 | 10 | 15 |
| Hmotnostní tok spalin - plný výkon | kg/s | 0,0133 | 0,0192 | 0,0268 | 0,0383 | 0,0515 |
| Hmotnostní tok spalin - nízký výkon | kg/s | 0,0028 | 0,0039 | 0,0058 | 0,0063 | 0,0081 |
| Teplota spalin - plný výkon (75/60°C) | °C | 74 | 65 | 65 | 66 | 68 |
| Teplota spalin - nízký výkon (75/60°C) | °C | 55 | 60 | 60 | 56 | 60 |
| Připojení na topný systém | | | | | | |
| Max. teplota vody (havarijní) | °C | 110 | | | | |
| Provozní teplota | °C | 20 - 90 | | | | |
| Minimální provozní tlak | bar | 0,8 | | | | |
| Pojistný tlak | bar | 3,0 | 4,0 | | | |
| Objem vody v kotli | L | 3,0 | 5,5 | 6,5 | 7,5 | 7,5 |
| Připojovací průměr topné soustavy | inch | 3/4 ext. | 1 1/4 ext. | 1 1/4 ext. | 1 1/4 ext. | 1 1/4 ext. |
| Hydraulický odpor (ΔT = 20°C) | mbar (kPa) | 140 (14) | 90 (9) | 130 (13) | 140 (14) | 250 (25) |
| Elektrické parametry | | | | | | |
| Příkon kotle včetně ext. čerpadla | W | 48 - 100 | 30 - 85 | 30 - 90 | 22 - 125 | 40 - 240 |
| Třída krytí | IP | 20 (X0C) | | | | |
| Další údaje | | | | | | |
| Montážní hmotnost | kg | 48 | 57 | 64 | 72 | 74 |
| Max. produkce kondenzátu (40/30°C) | l/h | 3,9 | 5,7 | 7,5 | 8,8 | 9,2 |
| Výška | mm | 940 | | | | |
| Šířka | mm | 500 | | | | |
| Hloubka | mm | 350 | | | | 452 |
| Hlučik 1 m od kotle | dB(A) | < 44 | < 48 | < 48 | < 52 | < 52,5 |

**B.6. Dimenzování potrubí, tlakové ztráty
větev A,D**

Byt číslo 1 ve SNP
Teplotní spád 70/55°C

| Č.ú | Q (W) | M (kg/h) | l (m) | DN Dat | R (Pa/m) | w (m/s) | RL (Pa) | Σζ (-) | Z (Pa) | Δp _{tv} (Pa) | RL+Z+Δp _{tv} (Pa) | Δp _{sk} (Pa) |
|--|--------|----------|-------|--------|----------|---------|---------|--------|---------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|
| Dimenzování základního okruhu větve číslo 1 | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 830 | 47,58 | 7,5 | 15x1 | 18 | 0,104 | 135 | 5,6 | 30,28 | TRV(4) 2000 | 2165,28 | 2165,28 |
| 2 | 1618 | 92,75 | 3,5 | 15x1 | 55 | 0,2 | 192,5 | 2,2 | 44,00 | 0 | 236,50 | 2401,78 |
| 3 | 2337 | 133,96 | 2,6 | 15x1 | 100 | 0,282 | 260 | 2,2 | 87,48 | 0 | 347,48 | 2749,26 |
| 4 | 4723 | 270,74 | 3,5 | 18x1 | 130 | 0,382 | 455 | 4,8 | 350,22 | 0 | 805,22 | 3554,48 |
| 5 | 5376,5 | 308,20 | 8,8 | 22x1 | 60 | 0,288 | 528 | 5,1 | 211,51 | 0 | 739,51 | 4293,99 |
| 6 | 10172 | 583,05 | 6,5 | 28x1,5 | 60 | 0,338 | 390 | 2,2 | 125,67 | 0 | 515,67 | 4809,65 |
| 7 | 15030 | 861,56 | 35 | 28x1,5 | 120 | 0,5 | 4200 | 12,9 | 1612,50 | | 5812,50 | 10622,15 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|-----|------|----|------|-----|------|-------|---|--------|---------|
| 8 | 415 | 23,79 | 2,5 | 10x1 | 50 | 0,13 | 125 | 11,4 | 96,33 | 0 | 221,33 | 2165,28 |
| 9 | 788,5 | 45,20 | 0,5 | 15x1 | 16 | 0,1 | 8 | 2,2 | 11,00 | 0 | 19,00 | 240,33 |

Návrh přednastavení ventilu u OT 3.1.2. 2165,285-240,33= 1924,9548 Pa Přednastavení z diagramu (3)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|-------|-------|-----|------|----|-------|-----|-----|-------|---|--------|---------|
| 10 | 373,5 | 21,41 | 3,2 | 10x1 | 45 | 0,145 | 144 | 8,8 | 92,51 | 0 | 236,51 | 2165,28 |
| 9 | 788,5 | 45,20 | 0,5 | 15x2 | 16 | 0,1 | 8 | 2,2 | 11,00 | 0 | 19,00 | 255,51 |

Návrh přednastavení ventilu u OT 3.1.3. 2165,285-254,80= 1909,7748 Pa Přednastavení z diagramu (3)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|-----|-------|---|------|----|-------|-----|-----|-------|-----------|--------|---------|
| 12 | 719 | 41,22 | 3 | 12x1 | 45 | 0,147 | 135 | 8,5 | 91,84 | UŠ(4) 100 | 326,84 | 2401,78 |
|----|-----|-------|---|------|----|-------|-----|-----|-------|-----------|--------|---------|

Návrh přednastavení ventilu u OT 3.1.4. 2401,785-326,84= 2074,9455 Pa Přednastavení V-exakt z diagramu (5)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|-------|-------|-----|------|---|--------|-----|-----|-------|---|-------|---------|
| 13 | 653,4 | 37,45 | 0,5 | 15x1 | 7 | 0,0798 | 3,5 | 5,6 | 17,83 | 0 | 21,33 | 3554,48 |
|----|-------|-------|-----|------|---|--------|-----|-----|-------|---|-------|---------|

Návrh přednastavení ventilu u OT 3.1.5. 3554,48-21,330= 3533,14829 Pa Přednastavení z diagramu (4)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|--------|--------|-----|------|----|-------|-----|-----|--------|---|--------|---------|
| 14 | 2385,0 | 136,77 | 9,6 | 18x1 | 40 | 0,194 | 384 | 8,5 | 159,95 | 0 | 543,95 | 2749,26 |
|----|--------|--------|-----|------|----|-------|-----|-----|--------|---|--------|---------|

Návrh přednastavení ventilu u OT 3.1.6. 2749,26 2205,3082 Pa Přednastavení z diagramu (5)

Byt číslo 1 ve SNP
Teplotní spád 70/55°C

Tlaková ztráta v místě připojení bytu na stoupační potrubí 2843,986 Pa

| Č.ú | Q (W) | M (kg/h) | l (m) | DN Dat | R (Pa/m) | w (m/s) | RL (Pa) | Σζ (-) | Z (Pa) | Δp _{tv} (Pa) | RL+Z+Δp _{tv} (Pa) | Δp _{sk} (Pa) |
|--|--------|----------|-------|--------|----------|---------|---------|--------|--------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|
| Dimenzování základního okruhu větve číslo 1 | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 726 | 41,617 | 7,5 | 15x1 | 14 | 0,0594 | 105 | 5,6 | 9,88 | 0 | 114,88 | 114,88 |
| 16 | 1556 | 89,195 | 3,5 | 15x1 | 55 | 0,2 | 192,5 | 2,2 | 44,00 | 0 | 236,50 | 351,38 |
| 17 | 2275 | 130,41 | 2,6 | 15x1 | 100 | 0,282 | 260 | 2,2 | 87,48 | 0 | 347,48 | 698,86 |
| 18 | 4147 | 237,72 | 3,5 | 18x1 | 110 | 0,347 | 385 | 4,8 | 288,98 | 0 | 673,98 | 1372,84 |
| 19 | 4795,4 | 274,85 | 2,3 | 22x1 | 45 | 0,26 | 103,5 | 5,1 | 172,38 | 0 | 275,88 | 1648,72 |

Návrh přednastavení ventilu u OT 2.1.2. 4293,986-1941,217 2645,26859 Pa Přednastavení z diagramu (3)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|-------|--------|-----|------|----|------|-----|------|-------|---|--------|---------|
| 20 | 415 | 23,789 | 2,5 | 10x1 | 50 | 0,13 | 125 | 11,4 | 96,33 | 0 | 221,33 | 4293,99 |
| 21 | 788,5 | 45,195 | 0,5 | 15x2 | 16 | 0,1 | 8 | 2,2 | 11,00 | 0 | 19,00 | 240,33 |

Návrh přednastavení ventilu u OT 2.1.2. 4293,986-1773,58= 2519,818 Pa Přednastavení z diagramu (3)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|-------|--------|-----|------|----|-------|-----|-----|-------|---|--------|--------|
| 22 | 373,5 | 21,41 | 3,2 | 10x1 | 45 | 0,145 | 144 | 8,8 | 92,51 | 0 | 236,51 | 114,88 |
| 23 | 788,5 | 45,195 | 0,5 | 15x2 | 16 | 0,1 | 8 | 2,2 | 11,00 | 0 | 19,00 | 255,51 |

Návrh přednastavení ventilu u OT 2.1.3. 4293,986-1788,6= 2504,638 Pa Přednastavení z diagramu (3)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|-----|--------|---|------|----|-------|-----|-----|-------|-----------|--------|---------|
| 24 | 719 | 41,215 | 3 | 12x1 | 45 | 0,147 | 135 | 8,5 | 91,84 | UŠ(4) 100 | 326,84 | 4293,99 |
|----|-----|--------|---|------|----|-------|-----|-----|-------|-----------|--------|---------|

Návrh přednastavení ventilu u OT 2.1.4. 4293,986-1624,14= 2669,80975 Pa Přednastavení V-exakt z diagramu (5)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|-------|--------|-----|------|---|--------|-----|-----|-------|---|-------|---------|
| 25 | 653,4 | 37,455 | 0,5 | 15x1 | 7 | 0,0798 | 3,5 | 5,6 | 17,83 | 0 | 21,33 | 1372,84 |
|----|-------|--------|-----|------|---|--------|-----|-----|-------|---|-------|---------|

Návrh přednastavení ventilu u OT 2.1.5. 4293,986-589,7= 3996,77549 Pa Přednastavení z diagramu (3)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|--------|--------|------|------|----|-------|-------|-----|-------|---|--------|--------|
| 26 | 1867,0 | 107,02 | 10,6 | 18x1 | 26 | 0,151 | 275,6 | 8,5 | 96,90 | 0 | 372,50 | 698,86 |
|----|--------|--------|------|------|----|-------|-------|-----|-------|---|--------|--------|

Návrh přednastavení ventilu u OT 2.1.6. 4293,986-1558,7= 2971,62015 Pa Přednastavení z diagramu (5)

Byt číslo 1 ve 1NP

Teplotní spád 70/55°C

Tlaková ztráta v místě připojení bytu na stoupační potrubí 4809,654 Pa

| Č.ú | Q (W) | M (kg/h) | l (m) | DN Dat | R (Pa/m) | w (m/s) | RI (Pa) | Σξ (-) | Z (Pa) | Δp _v (Pa) | RI+Z+Δp _v (Pa) | Δp _{tot} (Pa) |
|---|--------|----------|-------|--------|-------------------|---------|-------------|--------|------------------------------|----------------------|---------------------------|------------------------|
| Dimenzování základního okruhu větve číslo 1 | | | | | | | | | | | | |
| 27 | 830 | 47,578 | 7,5 | 15x1 | 17 | 0,1 | 127,5 | 5,6 | 28,00 | 0 | 155,50 | 155,50 |
| 28 | 1618,5 | 92,777 | 3,5 | 15x1 | 55 | 0,2 | 192,5 | 2,2 | 44,00 | 0 | 236,50 | 392,00 |
| 29 | 2337,5 | 133,99 | 2,6 | 15x1 | 100 | 0,282 | 260 | 2,2 | 87,48 | 0 | 347,48 | 739,48 |
| 30 | 4204,5 | 241,01 | 3,5 | 18x1 | 110 | 0,347 | 385 | 4,8 | 288,98 | 0 | 673,98 | 1413,46 |
| 31 | 4857,9 | 278,47 | 2,3 | 22x1 | 50 | 0,26 | 115 | 5,1 | 172,38 | 0 | 287,38 | 1700,84 |
| Návrh přednastavení ventilu u OT 1.1.1. | | | | | 4809,654-2025,838 | | 3108,816 Pa | | Přednastavení z diagramu (3) | | | 4809,65 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|--------|-----|------|-------------------|------|-------------|------|------------------------------|---|--------|---------|
| 32 | 415 | 23,788 | 2,5 | 10x1 | 50 | 0,13 | 125 | 11,4 | 96,33 | 0 | 221,33 | 221,33 |
| 33 | 788,5 | 45,195 | 0,5 | 15x2 | 16 | 0,1 | 8 | 2,2 | 11,00 | 0 | 19,00 | 240,33 |
| Návrh přednastavení ventilu u OT 1.1.2. | | | | | 4809,654-1785,67- | | 3023,986 Pa | | Přednastavení z diagramu (2) | | | 4809,65 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|--------|-----|------|--------------------|-------|-------------|-----|------------------------------|---|--------|---------|
| 34 | 373,5 | 21,41 | 3,2 | 10x1 | 45 | 0,145 | 144 | 8,8 | 92,51 | 0 | 236,51 | 236,51 |
| 35 | 788,5 | 45,195 | 0,5 | 15x2 | 16 | 0,1 | 8 | 2,2 | 11,00 | 0 | 19,00 | 255,51 |
| Návrh přednastavení ventilu u OT 1.1.3. | | | | | 4809,654-1800,8,98 | | 3008,806 Pa | | Přednastavení z diagramu (2) | | | 4809,65 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|-----|--------|---|------|-------------------|-------|--------------|-----|--------------------------------------|-----------|--------|---------|
| 36 | 719 | 41,215 | 3 | 12x1 | 45 | 0,147 | 135 | 8,2 | 88,60 | UŠ(4) 100 | 323,60 | 4809,65 |
| Návrh přednastavení ventilu u OT 1.1.4. | | | | | 4809,654-1632,38- | | 3177,2191 Pa | | Přednastavení V-exakt z diagramu (4) | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|--------|-----|------|------------------|--------|---------------|-----|------------------------------|---|-------|---------|
| 37 | 653,4 | 37,458 | 0,5 | 15x1 | 7 | 0,0798 | 3,5 | 5,6 | 17,83 | 0 | 21,33 | 1413,46 |
| Návrh přednastavení ventilu u OT 1.1.5. | | | | | 4809,654-308,71- | | 4500,94349 Pa | | Přednastavení z diagramu (3) | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|--------|--------|------|------|-------------------|-------|---------------|-----|------------------------------|---|--------|--------|
| 38 | 1867,0 | 107,02 | 10,6 | 18x1 | 26 | 0,151 | 275,6 | 8,5 | 96,90 | 0 | 372,50 | 739,48 |
| Návrh přednastavení ventilu u OT 1.1.6. | | | | | 4809,654-1333,86- | | 3475,78815 Pa | | Přednastavení z diagramu (6) | | | |

Větev B,E

Byt číslo 2 ve 3NP

Teplotní spád 70/55°C

| Č.ú | Q (W) | M (kg/h) | l (m) | DN Dat | R (Pa/m) | w (m/s) | RI (Pa) | Σξ (-) | Z (Pa) | Δp _v (Pa) | RI+Z+Δp _v (Pa) | Δp _{tot} (Pa) |
|---|---------|----------|-------|--------|----------|---------|---------|--------|--------|----------------------|---------------------------|------------------------|
| Dimenzování základního okruhu větve číslo 1 | | | | | | | | | | | | |
| 39 | 1867 | 107,02 | 8,9 | 15x1 | 70 | 0,23 | 623 | 10,8 | 285,66 | TRV(4) 1700 | 2608,66 | 2608,66 |
| 40 | 2952,2 | 169,23 | 2,4 | 18X1 | 60 | 0,245 | 144 | 2,5 | 75,03 | 0 | 219,03 | 2827,69 |
| 41 | 5009,2 | 287,14 | 3,3 | 22x1 | 50 | 0,259 | 165 | 4,8 | 160,99 | 0 | 325,99 | 3153,69 |
| 42 | 5728,2 | 328,36 | 8,8 | 22x1 | 65 | 0,302 | 572 | 4,5 | 205,21 | 0 | 777,21 | 3930,89 |
| 43 | 10745,5 | 615,96 | 6,5 | 28x1,5 | 70 | 0,369 | 455 | 2,5 | 170,20 | 0 | 625,20 | 4556,10 |
| 44 | 16215,4 | 929,52 | 25 | 35x1,5 | 45 | 0,342 | 1125 | 12,9 | 754,42 | 0 | 1879,42 | 6435,51 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|--------|--------|------|------|-----------------|-------|--------------|-----|------------------------------|---|--------|---------|
| 45 | 1085,2 | 62,207 | 9,4 | 15x1 | 28 | 0,153 | 263,2 | 2,2 | 25,75 | 0 | 288,95 | 2608,66 |
| 46 | 934 | 53,54 | 7,64 | 15x1 | 22 | 0,117 | 168,08 | 5,6 | 38,33 | 0 | 206,41 | 495,36 |
| Návrh přednastavení ventilu u OT 3.2.6. | | | | | 2608,66-495,35- | | 2113,3009 Pa | | Přednastavení z diagramu (4) | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|--------|--------|-----|------|------------------|-------|--------------|-----|------------------------------|---|--------|---------|
| 45 | 1085,2 | 62,207 | 9,4 | 15x1 | 28 | 0,153 | 263,2 | 2,2 | 25,75 | 0 | 288,95 | 2608,66 |
| 47 | 151,2 | 8,6672 | 3,6 | 6X1 | 170 | 0,184 | 612 | 9,4 | 159,12 | 0 | 771,12 | 1060,07 |
| Návrh přednastavení ventilu u OT 3.2.7. | | | | | 2608,66-1060,07- | | 1548,5869 Pa | | Přednastavení z diagramu (2) | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|------|--------|-----|------|-------------------|-------|--------------|-----|--------------------------------------|--|--------|---------|
| 48 | 726 | 41,617 | 7,8 | 12x1 | 50 | 0,155 | 390 | 8,5 | 102,11 | | 492,11 | 492,11 |
| 49 | 1245 | 71,367 | 4 | 15x1 | 36 | 0,156 | 144 | 4,1 | 49,89 | | 293,89 | 786,00 |
| 50 | 2123 | 121,7 | 5 | 18x1 | 33 | 0,173 | 165 | 4,8 | 71,83 | | 336,83 | 1122,82 |
| Návrh přednastavení ventilu u OT 3.2.1. | | | | | 2827,69-1119,221- | | 1704,8666 Pa | | Přednastavení V-exakt z diagramu (4) | | | 2827,69 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|------|--------|-----|------|----------------|-------|---------------|-----|------------------------------|---|--------|---------|
| 51 | 519 | 29,751 | 0,5 | 12x1 | 25 | 0,11 | 12,5 | 5,9 | 35,70 | 0 | 48,20 | 48,20 |
| 49 | 1245 | 71,367 | 4 | 15x1 | 36 | 0,156 | 144 | 4,1 | 49,89 | 0 | 293,89 | 342,08 |
| 50 | 2123 | 121,7 | 5 | 18x1 | 33 | 0,173 | 165 | 4,8 | 71,83 | 0 | 336,83 | 678,91 |
| Návrh přednastavení ventilu u OT 3.2.2. | | | | | 2827,7-678,91- | | 2148,77785 Pa | | Přednastavení z diagramu (3) | | | 2827,69 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|------|-------|-----|------|-----------------|-------|---------------|------|------------------------------|---------|--------|---------|
| 52 | 879 | 50,33 | 0,5 | 15x1 | 19 | 0,107 | 9,5 | 10,8 | 61,82 | UŠ(100) | 171,32 | 171,32 |
| 50 | 2123 | 121,7 | 5 | 18x1 | 33 | 0,173 | 165 | 4,8 | 71,83 | | 336,83 | 508,15 |
| Návrh přednastavení ventilu u OT 3.2.3. | | | | | 2827,7-508,154- | | 2319,53705 Pa | | Přednastavení z diagramu (5) | | | 2827,69 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|-----|--------|-----|------|----------------|-------|---------------|-----|------------------------------|---|-------|---------|
| 53 | 653 | 37,432 | 0,5 | 12x1 | 40 | 0,136 | 20 | 5,5 | 54,56 | 0 | 74,56 | 74,56 |
| Návrh přednastavení ventilu u OT 3.2.4. | | | | | 3253,69-74,56- | | 3079,12245 Pa | | Přednastavení z diagramu (3) | | | 3153,69 |

Byt číslo 2 ve ZNP

Teplotní spád 70/55°C

Tlaková zátěž v místě připojení bytu na stoupací potrubí 3930,9 Pa

| Č.ú | Q (W) | M (kg/h) | l (m) | DN Dst | R (Pa/m) | w (m/s) | R.I (Pa) | Σξ (-) | Z (Pa) | ΔP _w (Pa) | R.I+Z+ΔP _w (Pa) | ΔP _{úsk} (Pa) |
|---|--------|----------|-------|--------|-----------------|---------|--------------|--------|------------------------------|----------------------|----------------------------|------------------------|
| 54 | 1452 | 83,233 | 8,9 | 15x1 | 45 | 0,178 | 400,5 | 10,8 | 171,09 | 0 | 571,59 | 571,59 |
| 55 | 2386 | 136,77 | 2,4 | 18X1 | 40 | 0,194 | 96 | 2,5 | 47,05 | 0 | 143,05 | 714,64 |
| 56 | 4363,9 | 250,15 | 3,3 | 22x1 | 40 | 0,228 | 132 | 4,8 | 124,76 | 0 | 256,76 | 971,40 |
| 57 | 5017,3 | 287,61 | 2,4 | 22x1 | 50 | 0,259 | 120 | 4,5 | 150,93 | 0 | 270,93 | 1242,33 |
| Návrh přednastavení ventilu u OT 2.2.5. | | | | | 3939,89-1242,3= | | 2688,5622 Pa | | Přednastavení z diagramu (5) | | | 3930,89 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|--------|--------|------|------|------------------|-------|---------------|-----|------------------------------|---|--------|---------|
| 58 | 934 | 53,54 | 17,2 | 15x1 | 22 | 0,117 | 378,4 | 2,5 | 17,11 | 0 | 395,51 | 395,51 |
| 55 | 2386 | 136,77 | 2,4 | 18X1 | 40 | 0,194 | 96 | 2,5 | 47,05 | 0 | 143,05 | 538,56 |
| 56 | 4363,9 | 250,15 | 3,3 | 22x1 | 40 | 0,228 | 132 | 4,8 | 124,76 | 0 | 256,76 | 795,32 |
| 57 | 5017,3 | 287,61 | 2,4 | 22x1 | 50 | 0,259 | 120 | 4,5 | 150,93 | 0 | 270,93 | 1066,25 |
| Návrh přednastavení ventilu u OT 2.2.6. | | | | | 3939,89-1066,25= | | 2864,64455 Pa | | Přednastavení z diagramu (4) | | | 3930,89 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|--------|--------|-----|------|------------------|-------|---------------|-----|--------------------------------------|---|--------|---------|
| 59 | 726 | 41,617 | 7,8 | 12x1 | 50 | 0,155 | 390 | 8,5 | 102,11 | 0 | 492,11 | 492,11 |
| 60 | 1245 | 71,367 | 4 | 15x1 | 36 | 0,156 | 144 | 4,1 | 49,89 | 0 | 293,89 | 786,00 |
| 61 | 2123 | 121,7 | 5 | 18x1 | 33 | 0,173 | 165 | 4,8 | 71,83 | 0 | 336,83 | 1122,82 |
| 56 | 4363,9 | 250,15 | 3,3 | 22x1 | 40 | 0,228 | 132 | 4,8 | 124,76 | 0 | 256,76 | 1379,59 |
| 57 | 5017,3 | 287,61 | 2,4 | 22x1 | 50 | 0,259 | 120 | 4,5 | 150,93 | 0 | 270,93 | 1650,52 |
| Návrh přednastavení ventilu u OT 2.2.1. | | | | | 3939,89-1650,52= | | 2280,37615 Pa | | Přednastavení V-exakt z diagramu (5) | | | 3930,89 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|--------|--------|-----|------|------------------|-------|--------------|-----|------------------------------|---|--------|---------|
| 62 | 519 | 29,751 | 0,9 | 12x1 | 28 | 0,11 | 14 | 5,9 | 35,70 | 0 | 49,70 | 49,70 |
| 63 | 1245 | 71,367 | 4 | 15x1 | 36 | 0,156 | 144 | 4,1 | 49,89 | 0 | 293,89 | 343,58 |
| 64 | 2123 | 121,7 | 5 | 18x1 | 33 | 0,173 | 165 | 4,8 | 71,83 | 0 | 336,83 | 680,41 |
| 56 | 4363,9 | 250,15 | 3,3 | 22x1 | 40 | 0,228 | 132 | 4,8 | 124,76 | 0 | 256,76 | 937,18 |
| 57 | 5017,3 | 287,61 | 2,4 | 22x1 | 50 | 0,259 | 120 | 4,5 | 150,93 | 0 | 270,93 | 1208,11 |
| Návrh přednastavení ventilu u OT 2.2.2. | | | | | 3939,89-1208,11= | | 2722,7874 Pa | | Přednastavení z diagramu (3) | | | 3930,89 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|--------|--------|-----|------|------------------|-------|--------------|------|------------------------------|---------|--------|---------|
| 65 | 878 | 50,33 | 0,5 | 15x1 | 19 | 0,107 | 9,5 | 10,8 | 61,82 | UŠ(100) | 171,32 | 171,32 |
| 66 | 2123 | 121,7 | 5 | 18x1 | 33 | 0,173 | 165 | 4,8 | 71,83 | 0 | 336,83 | 508,15 |
| 56 | 4363,9 | 250,15 | 3,3 | 22x1 | 40 | 0,228 | 132 | 4,8 | 124,76 | 0 | 256,76 | 764,92 |
| 57 | 5017,3 | 287,61 | 2,4 | 22x1 | 50 | 0,259 | 120 | 4,5 | 150,93 | 0 | 270,93 | 1035,85 |
| Návrh přednastavení ventilu u OT 2.2.3. | | | | | 3939,89-1035,85= | | 2895,0466 Pa | | Přednastavení z diagramu (5) | | | 3930,89 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|--------|--------|-----|------|----------------|-------|---------------|-----|------------------------------|---|--------|---------|
| 67 | 653 | 37,432 | 0,5 | 12x1 | 40 | 0,136 | 20 | 5,9 | 54,56 | 0 | 74,56 | 74,56 |
| 57 | 5017,3 | 287,61 | 2,4 | 22x1 | 50 | 0,259 | 120 | 4,5 | 150,93 | 0 | 270,93 | 345,50 |
| Návrh přednastavení ventilu u OT 2.2.4. | | | | | 3939,89-345,5= | | 3856,33145 Pa | | Přednastavení z diagramu (3) | | | 3930,89 |

Byt číslo 2 ve 1NP

Teplotní spád 70/55°C

Tlaková zátěž v místě připojení bytu na stoupací potrubí 4556,1 Pa

| Č.ú | Q (W) | M (kg/h) | l (m) | DN Dst | R (Pa/m) | w (m/s) | R.I (Pa) | Σξ (-) | Z (Pa) | ΔP _w (Pa) | R.I+Z+ΔP _w (Pa) | ΔP _{úsk} (Pa) |
|---|--------|----------|-------|--------|-------------------|---------|--------------|--------|------------------------------|----------------------|----------------------------|------------------------|
| 68 | 1660 | 95,156 | 8,9 | 15x1 | 60 | 0,21 | 534 | 10,8 | 238,14 | 0 | 772,14 | 772,14 |
| 69 | 2745 | 157,35 | 2,4 | 18X1 | 50 | 0,22 | 120 | 2,5 | 60,50 | 0 | 180,50 | 952,64 |
| 70 | 4816,5 | 276,1 | 3,3 | 22x1 | 50 | 0,259 | 165 | 4,8 | 160,99 | 0 | 325,99 | 1278,63 |
| 71 | 5469,9 | 313,55 | 2,4 | 22x1 | 60 | 0,288 | 144 | 4,5 | 186,62 | 0 | 330,62 | 1609,26 |
| Návrh přednastavení ventilu u OT 1.2.5. | | | | | 4556,096-1609,26= | | 2946,8375 Pa | | Přednastavení z diagramu (5) | | | 4556,10 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|--------|--------|------|------|-------------------|-------|---------------|-----|------------------------------|---|--------|---------|
| 72 | 1085,2 | 62,207 | 9,4 | 15x1 | 28 | 0,153 | 263,2 | 2,2 | 25,75 | 0 | 288,95 | 288,95 |
| 73 | 934 | 53,54 | 17,2 | 15x1 | 22 | 0,117 | 378,4 | 2,5 | 17,11 | 0 | 395,51 | 684,46 |
| 69 | 2745 | 157,35 | 2,4 | 18X1 | 50 | 0,22 | 120 | 2,5 | 60,50 | 0 | 180,50 | 864,96 |
| 70 | 4816,5 | 276,1 | 3,3 | 22x1 | 50 | 0,259 | 165 | 4,8 | 160,99 | 0 | 325,99 | 1190,96 |
| 71 | 5469,9 | 313,55 | 2,4 | 22x1 | 60 | 0,288 | 144 | 4,5 | 186,62 | 0 | 330,62 | 1521,58 |
| Návrh přednastavení ventilu u OT 1.2.6. | | | | | 4556,096-1521,58= | | 3034,51635 Pa | | Přednastavení z diagramu (4) | | | 4556,10 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|--------|--------|-----|------|-------------------|-------|--------------|-----|------------------------------|---|--------|---------|
| 74 | 151,2 | 8,6672 | 3,6 | 6x1 | 170 | 0,184 | 612 | 9,4 | 159,12 | 0 | 771,12 | 771,12 |
| 72 | 1085,2 | 62,207 | 9,4 | 15x1 | 28 | 0,153 | 263,2 | 2,2 | 25,75 | 0 | 288,95 | 1060,07 |
| 69 | 2745 | 157,35 | 2,4 | 18x1 | 50 | 0,22 | 120 | 2,5 | 60,50 | 0 | 180,50 | 1240,57 |
| 70 | 4816,5 | 276,1 | 3,3 | 22x1 | 50 | 0,259 | 165 | 4,8 | 160,99 | 0 | 325,99 | 1566,57 |
| 71 | 5469,9 | 313,55 | 2,4 | 22x1 | 60 | 0,288 | 144 | 4,5 | 186,62 | 0 | 330,62 | 1897,19 |
| Návrh přednastavení ventilu u OT 1.2.7. | | | | | 4556,096-1897,19= | | 2658,9044 Pa | | Přednastavení z diagramu (2) | | | 4556,10 |

| | | | | | | | | | | | | |
|----|--------|--------|-----|------|----|-------|-----|-----|--------|---|--------|---------|
| 75 | 726 | 41,617 | 7,8 | 12x1 | 50 | 0,155 | 390 | 8,5 | 102,11 | 0 | 492,11 | 492,11 |
| 76 | 1193,1 | 68,392 | 4 | 15x1 | 33 | 0,148 | 132 | 4,1 | 44,90 | 0 | 276,90 | 769,01 |
| 77 | 2071,5 | 118,74 | 5 | 18x1 | 33 | 0,173 | 165 | 4,8 | 71,83 | 0 | 336,83 | 1105,84 |

| | | | | | | | | | | | | |
|----|--------|--------|-----|------|----|-------|------|-----|--------|---|--------|---------|
| 78 | 467,1 | 26,776 | 0,5 | 12x1 | 25 | 0,1 | 12,5 | 5,5 | 29,50 | 0 | 42,00 | 42,00 |
| 76 | 1193,1 | 68,392 | 4 | 15x1 | 33 | 0,148 | 132 | 4,1 | 44,90 | 0 | 276,90 | 318,90 |
| 77 | 2071,5 | 118,74 | 5 | 18x1 | 33 | 0,173 | 165 | 4,8 | 71,83 | 0 | 336,83 | 655,73 |
| 70 | 4816,5 | 276,1 | 3,3 | 22x1 | 60 | 0,259 | 165 | 4,8 | 160,99 | 0 | 325,99 | 881,73 |
| 71 | 5469,9 | 313,55 | 2,4 | 22x1 | 60 | 0,288 | 144 | 4,5 | 186,62 | 0 | 330,62 | 1312,35 |

Návrh přednastavení ventilů u OT 1.2.2. 4556,096-1312,35- 3243,7447 Pa Přednastavení z diagramu (3) 4556,10

| | | | | | | | | | | | | |
|----|--------|--------|-----|------|----|-------|-----|------|--------|---------|--------|---------|
| 79 | 878 | 50,33 | 0,5 | 15x1 | 19 | 0,107 | 9,5 | 10,8 | 61,82 | UŠ(100) | 171,32 | 171,32 |
| 77 | 2071,5 | 118,74 | 5 | 18x1 | 33 | 0,173 | 165 | 4,8 | 71,83 | 0 | 336,83 | 508,15 |
| 70 | 4816,5 | 276,1 | 3,3 | 22x1 | 60 | 0,259 | 165 | 4,8 | 160,99 | 0 | 325,99 | 834,15 |
| 71 | 5469,9 | 313,55 | 2,4 | 22x1 | 60 | 0,288 | 144 | 4,5 | 186,62 | 0 | 330,62 | 1164,77 |

Návrh přednastavení ventilů u OT 1.2.3. 4556,096-1164,1- 3391,3233 Pa Přednastavení z diagramu (4) 4556,10

| | | | | | | | | | | | | |
|----|--------|--------|-----|------|----|-------|-----|-----|--------|---|--------|--------|
| 80 | 653 | 37,432 | 0,5 | 12x1 | 40 | 0,136 | 20 | 5,5 | 54,56 | 0 | 74,56 | 74,56 |
| 71 | 5469,9 | 313,55 | 2,4 | 22x1 | 60 | 0,288 | 144 | 4,5 | 186,62 | 0 | 330,62 | 405,19 |

Návrh přednastavení ventilů u OT 1.2.4. 4556,096-405,19- 4150,9087 Pa Přednastavení z diagramu (3) 4556,10

Větev C

schodiště

Teplotní spád 70/55°C

| Č.0 | Q (W) | M (kg/h) | l (m) | DN Dst | R (Pa/m) | w (m/s) | R.l (Pa) | Σξ (-) | Z (Pa) | Δp _v (Pa) | R.l+Z+Δp _v (Pa) | Δp _{tot} (Pa) |
|--|-------|----------|-------|--------|----------|---------|----------|--------|--------|----------------------|----------------------------|------------------------|
| Dimenzování základního okruhu větve číslo 1, OT 3.5.1. | | | | | | | | | | | | |
| 81 | 1141 | 65,406 | 18 | 15x1 | 30 | 0,14 | 540 | 8,2 | 80,36 | TRV(5) 600 | 1220,36 | 1220,36 |
| 82 | 2282 | 130,81 | 8,5 | 15x1 | 100 | 0,282 | 850 | 7,4 | 294,24 | 0 | 1144,24 | 2364,60 |
| 83 | 4564 | 261,62 | 6,5 | 18x1 | 120 | 0,365 | 780 | 2,5 | 166,53 | 0 | 946,53 | 3311,13 |
| 84 | 6846 | 392,43 | 15 | 22x1 | 90 | 0,363 | 1350 | 12,9 | 849,91 | 0 | 2199,91 | 5511,04 |

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|--------|-----|------|----|------|-----|-----|-------|---|--------|--------|
| 85 | 1141 | 65,406 | 6,4 | 15x1 | 30 | 0,14 | 192 | 5,6 | 54,88 | 0 | 246,88 | 246,88 |
|----|------|--------|-----|------|----|------|-----|-----|-------|---|--------|--------|

Návrh přednastavení ventilů u OT 3.5.2. 1220,36-246,88- 973,48 Pa Přednastavení z diagramu (6) 1220,36

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|--------|-----|------|-----|-------|-----|-----|-------|---|--------|--------|
| 86 | 934 | 53,54 | 18 | 15x1 | 22 | 0,117 | 396 | 8,2 | 56,12 | 0 | 452,12 | 452,12 |
| 87 | 1868 | 107,08 | 1,5 | 15x1 | 170 | 0,184 | 255 | 4,8 | 81,25 | 0 | 336,25 | 788,38 |

Návrh přednastavení ventilů u OT 2.5.1. 2364,6-788,60- 1576,22 Pa Přednastavení z diagramu (5) 2364,60

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|--------|-----|------|-----|-------|-------|-----|-------|---|--------|--------|
| 88 | 934 | 53,54 | 6,4 | 15x1 | 22 | 0,117 | 140,8 | 5,6 | 38,33 | 0 | 179,13 | 179,13 |
| 87 | 1868 | 107,08 | 1,5 | 15x1 | 170 | 0,184 | 255 | 4,8 | 81,25 | 0 | 336,25 | 515,38 |

Návrh přednastavení ventilů u OT 2.5.2. 2364,6-515,38- 1849,22 Pa Přednastavení z diagramu (4) 2364,60

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|--------|-----|------|-----|-------|-----|-----|--------|---|--------|--------|
| 89 | 1141 | 65,406 | 18 | 15x1 | 30 | 0,14 | 540 | 8,2 | 80,36 | 0 | 620,36 | 620,36 |
| 90 | 2282 | 130,81 | 1,5 | 15x1 | 100 | 0,282 | 150 | 4,8 | 190,86 | 0 | 340,86 | 961,22 |

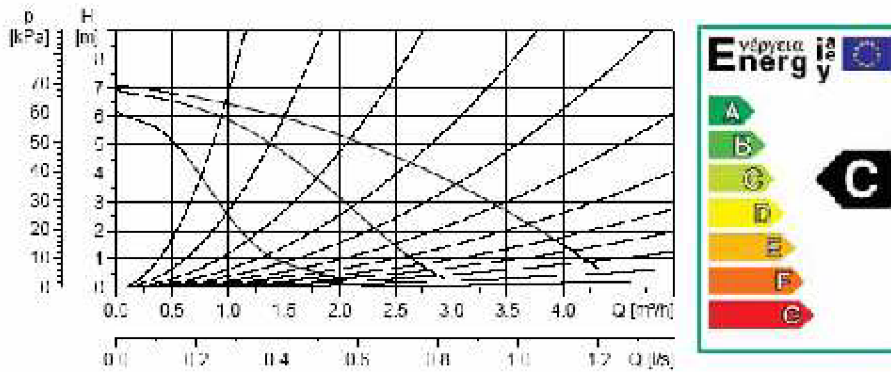
Návrh přednastavení ventilů u OT 1.5.1. 3311,13-961,22- 2349,91 Pa Přednastavení z diagramu (5) 3311,13

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|--------|-----|------|-----|-------|-----|-----|--------|---|--------|--------|
| 89 | 1141 | 65,406 | 6,4 | 15x1 | 30 | 0,14 | 192 | 5,6 | 54,88 | 0 | 246,88 | 246,88 |
| 90 | 2282 | 130,81 | 1,5 | 15x1 | 100 | 0,282 | 150 | 4,8 | 190,86 | 0 | 340,86 | 587,74 |

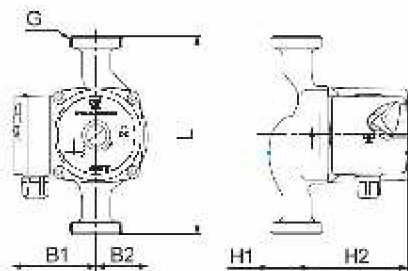
Návrh přednastavení ventilů u OT 1.5.2. 3311,13-687,74- 2723,39 Pa Přednastavení z diagramu (4) 3311,13

Návrh čerpadel: Na všech větvích bude namontováno čerpadlo Grundfos ups 26-70 130

Charakteristické křivky



Rozm•rové n•ar•tky



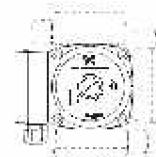
Certifikáty



Motorová ochrana
Externí motorová ochrana není nutná.

Třída krytí
IP 44

Poloha svorkovnice



Rozm•ry

| | |
|---------|-------|
| L [mm] | 130 |
| H1 [mm] | 62 |
| H2 [mm] | 102 |
| D1 [mm] | 75 |
| B2 [mm] | 61 |
| G | 1 1/2 |

Teplota •erpané kapaliny
+2°C až +95 °C (TF 95)

Standartní p•ipojka
- šroubení a ventily Rp 3/4 - Rp 1

Hmotnosti a objem

| | |
|----------------------|-------|
| Netto (kg) | 2,4 |
| Brutto (kg) | 2,6 |
| P•epravní objem (m³) | 0,004 |

Elektrické údaje 1 x 230 V, 50 Hz

| | | |
|--------|--------------------|----------------------|
| Otá•ky | P _i [W] | I _{1/1} [A] |
| 3 | 140 | 0,62 |
| 2 | 120 | 0,56 |
| 1 | 95 | 0,45 |



1,Objem vody v soustavě

Otopná tělesa

| Typ | Počet (ks) | Vodní objem 1 tělesa (l) | Objem celkem (l) |
|-----------------------|------------|--------------------------|------------------|
| Radik typ 10 300/400 | 4 | 0,76 | 3,04 |
| Radik typ 21 600/400 | 18 | 2,32 | 41,76 |
| Radik typ 21 600/500 | 2 | 2,9 | 5,80 |
| Radik typ 21 600/700 | 18 | 4,06 | 73,08 |
| Radik typ 21 600/800 | 2 | 4,64 | 9,28 |
| Radik typ 21 600/900 | 10 | 5,22 | 52,20 |
| Radik typ 21 600/1100 | 4 | 6,38 | 25,52 |
| Radik typ 21 600/1400 | 2 | 8,12 | 16,24 |
| Radik typ 21 600/1600 | 2 | 9,28 | 18,56 |
| Radik typ 21 600/1800 | 6 | 10,44 | 62,64 |
| Radik typ 21 600/2300 | 2 | 13,34 | 26,68 |
| KLM 1500.750 | 6 | 13 | 78,00 |
| KLM 1820.750 | 6 | 15,9 | 95,40 |
| | | | 508,20 |

Potrubí

| Rozměr | Délka (m) | Vodní objem 1m (l) | Objem celkem (l) |
|--------|-----------|--------------------|------------------|
| 6x1 | 21,6 | 0,013 | 0,281 |
| 10x1 | 34,2 | 0,050 | 1,710 |
| 12x1 | 70,8 | 0,079 | 5,593 |
| 15x1 | 255,0 | 0,133 | 33,915 |
| 18x1 | 129,5 | 0,201 | 26,030 |
| 22x1 | 88,8 | 0,314 | 27,883 |
| 28x1.5 | 94,0 | 0,491 | 46,154 |
| 35x1,5 | 33,0 | 0,804 | 26,532 |
| | | | 168,098 |

Potrubí v kotelně

| | | | |
|--------|----|-------|-------------|
| 42x1,5 | 20 | 1,195 | 23,9 |
|--------|----|-------|-------------|

| | |
|-------|-----------|
| R+S | 18 |
| HVDT | 2 |
| Kotle | 20 |

| | |
|------------------------------|------------------|
| Objem vody v soustavě | 740,198 l |
|------------------------------|------------------|

Výška otopn soustavy

10,25 m

MR je 1m nad podlahou kotelny

2,Expanzní nádoba

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

$$p_{ddov} \geq 1,1 \cdot 10,25 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} + 20 \text{ kPa} = 130 \text{ kPa}$$

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

$$p_{hdov} \leq 400 - 1 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3}$$

$$p_{hdov} \leq 390 \text{ (volím otevírací přetlak 350 kPa)}$$

$$n=0,0323$$

$$V_e=1,3 \cdot V_0 \cdot n=1,3 \cdot 740,2 \cdot 0,0323=$$

$$31,1 \text{ l}$$

$$V_{ep}=(V_e \cdot (p_{hp}+100))/(p_{hp}-p_d)=$$

$$63,6 \text{ l}$$

Návrh: Tlaková expanzní nádoba Reflex EN 80/3

Průměr expanzního potrubí

$$d_p=10+0,6 \cdot Q_p^{0,5}=10+0,6 \cdot 60^{0,5}=$$

14,6mm volím **Cu15x1**

3, Pojistný ventil

průřez sedla pojistného ventilu je stanoven ze vztahu:

$$S_0 = \frac{2 \cdot Q_p}{\alpha_w \cdot \sqrt{p_{ot}}} \quad (\text{mm}^2)$$

$$Q_p=Q_n=60\text{kW}$$

$$S_0=14,4\text{mm}^2$$

$$\alpha_w=0,444$$

$$p_{ot}=350\text{kPa}$$

Návrh: Duco Meibes 1/2"x3/4" KD

$$S_0=113\text{mm}^2$$

$$D_1=15\text{mm}$$

$$D_2=15\text{mm}$$

vnitřní průměr pojistného potrubí:

$$d_v = 10 + 0,6 \cdot \sqrt{Q_p}$$

$d_v=14,6\text{mm}$ volím **Cu15x1**

B.8. Izolace Potrubí

| Rozměr měděného potrubí | Typ izolace | Tloušťka |
|-------------------------|------------------------|----------|
| 6x1 | De Witky Isoform | 13mm |
| 10x1 | De Witky Isoform | 20mm |
| 12x1 | De Witky Isoform | 25mm |
| 15x1 | De Witky Isoform | 25mm |
| 18x1 | De Witky Isoform | 25mm |
| 22x1 | Rockwool PIPO/PIPO ALS | 30mm |
| 28x1,5 | Rockwool PIPO/PIPO ALS | 40mm |
| 35x1,5 | Rockwool PIPO/PIPO ALS | 25mm |
| 42x1,5 | Rockwool PIPO/PIPO ALS | 30mm |

Tloušťky izolací byly navrženy dle vyhl. 193/2007.

B.9. Potřeba tepla a paliva

Potřeba tepla pro vytápění a ohřev teplé vody

| | | |
|--|---|---|
| Lokalita (Tabulka) | | <input type="radio"/> $t_{em} = 12 \text{ }^\circ\text{C}$ <input checked="" type="radio"/> $t_{em} = 13 \text{ }^\circ\text{C}$ <input type="radio"/> $t_{em} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$??? |
| Město: <input type="text" value="Ostrava"/> | Délka topného období: $d = $ <input type="text" value="223"/> [dny] | |
| Venkovní výpočtová teplota $t_e = $ <input type="text" value="-15"/> $^\circ\text{C}$ | Prům. teplota během otopného období: $t_{es} = $ <input type="text" value="4"/> $^\circ\text{C}$ | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Vytápění | | <input type="checkbox"/> Ohřev teplé vody |
| Tepelná ztráta objektu: $Q_c = $ <input type="text" value="54.5"/> kW | $t_1 = $ <input type="text"/> $^\circ\text{C}$??? | $\rho = $ <input type="text"/> kg/m^3 ??? |
| Průměrná vnitřní výpočtová teplota: $t_{is} = $ <input type="text" value="20"/> $^\circ\text{C}$??? | $t_2 = $ <input type="text"/> $^\circ\text{C}$??? | $c = $ <input type="text"/> J/kgK ??? |
| Vytápěcí denostupně $D = d \cdot (t_{is} - t_{es}) = 3664 \text{ K.dny}$ | $V_{2p} = $ <input type="text"/> m^3/den ??? | $z = $ <input type="text"/> ??? |
| Opravné součinitele a účinnosti systému $e_j = $ <input type="text" value="0.85"/> ??? $\eta_o = $ <input type="text" value="1"/> ??? $e_t = $ <input type="text" value="0.90"/> ??? $\eta_r = $ <input type="text" value="0.95"/> ??? $e_d = $ <input type="text" value="1.00"/> ??? | Denní potřeba tepla pro ohřev teplé vody $Q_{TUV,d} = (1+z) \cdot \frac{\rho \cdot c \cdot V_{2p} \cdot (t_2 - t_1)}{3600} = 25.7 \text{ kWh}$ | |
| Opravný součinitel ϵ ??? <input checked="" type="radio"/> $\epsilon = e_j \cdot e_t \cdot e_d = 0.765$ <input type="radio"/> $\epsilon = $ <input type="text" value="0.765"/> | Teplota studené vody v létě: $t_{svl} = $ <input type="text"/> $^\circ\text{C}$ Teplota studené vody v zimě: $t_{svz} = $ <input type="text"/> $^\circ\text{C}$ Počet pracovních dní soustavy v roce: $N = $ <input type="text"/> [dny] | |
| $Q_{VYT,r} = \frac{\epsilon}{\eta_o \cdot \eta_r} \cdot \frac{24 \cdot Q_c \cdot D}{(t_{is} - t_e)} \cdot 3,6 \cdot 10^{-3}$ $Q_{VYT,r} = $ <input type="text" value="396.9"/> GJ/rok $Q_{VYT,r} = $ <input type="text" value="110.3"/> MWh/rok Náklady | $Q_{TUV,r} = Q_{TUV,d} \cdot d + 0,8 \cdot Q_{TUV,d} \cdot \frac{t_2 - t_{svl}}{t_2 - t_{svz}} \cdot (N - d)$ $Q_{TUV,r} = $ <input type="text" value="0"/> GJ/rok $Q_{TUV,r} = $ <input type="text" value="0"/> MWh/rok Náklady | |
| Celková roční potřeba energie na vytápění a ohřev teplé vody | | |
| $Q_r = Q_{VYT,r} + Q_{TUV,r} = $ <input type="text" value="396.9"/> GJ/rok $Q_r = $ <input type="text" value="110.3"/> MWh/rok Náklady | | |

Celková roční potřeba paliva

Výhřevnost zemního plynu

$H = 35 \text{ Mj/kg}$ $Q_r = 110,3 \text{ MWh/rok}$

Spotřeba paliva

$E = 3600 \cdot (Q_r / H) = 1611,30 \text{ m}^3/\text{rok}$

Přepočítání: $16,92 \text{ MWh/rok}$

$1 \text{ m}^3 = 10,50 \text{ kWh}$

Cena za MWh = $1190,18 \text{ Kč}$

Stály měsíční plat = $559,76 \text{ Kč}$

Celkové náklady na roční potřebu paliva

$26853,32 \text{ Kč/rok}$

C. PROJEKT

C.1. Technická zpráva vytápění

1. Tepelně technické posouzení objektu

Tepelné ztráty byly počítány dle ČSN 12831. Výpočtová vnější teplota byla stanovena na -15°C.

2. Součinitel prostupu tepla

Průměrný součinitel prostupu tepla je nižší než doporučený. Energetický štítek obálky budovy byl zařazen do skupiny B, $U=0,31 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

3. Tepelné ztráty

Teplená ztráta objektu činí 54,52 kW, z toho 22,95 kW prostupem a 31,6 kW větráním.

4. Zdroj tepla

Jako zdroj tepla byl navržen kondenzační kotel 2xBERGEN MASTER LINE 30. Tyto jsou umístěny v suterénu v místnosti kotelna. Nejedná se však o kotelnu podle Vhl. 91/1993 Sb.,. Kotel neobsahuje objehové čerpadlo a proto je na zpětném potrubí umístěno čerpadlo Grundfos ups 25-70 130. U každého kotle musí být zpětná klapka aby v případě že jede pouze jeden kotel, neproudila voda zbytečně i do kotle druhého. Na spalinových cestách od kotle ke komínu je navržena komínová sada Brilon DN80 a DN 110. Komíny budou zavěšeny na samostatném rámu. Aby kotle fungovali, je navržena regulace Cervax určená přímo pro kotle Master Line. Do kotelny musí být zřízené odběrné místo na el. energii 230V. Kotle budou sloužit pouze pro vytápění objektu

5, Otopná tělesa

V celém objektu jsou navržena desková otopná tělesa Radik 21VKU s výjimkou koupelen kde jsou umístěna trubková otopná tělesa Koralux KLM. Všechna tělesa jsou dále opatřena odvzdušňovacími ventily, jelikož jsou zapojena spodním rozvodem a není možné aby vzduch utíkal do výše položených míst v soustavě.

Na všech tělesech bude umístěna termostatická hlavice, u těles KLM se musí dodat i termostatický ventil, který není součástí tělesa.

Tělesa budou zavěšena na zdech pomocí konzol (stěnová jednoduchá uzlová konzola) 54mm od stěny.

Po zapojení musí být hydraulicky vyregulována dle výkresu.

6. Potrubí otopné soustavy

Potrubí otopné soustavy je navrženo z mědi pájena na tvrdo. V ležatých částech nadzemních podlahách bude vedeno v podlahách v izolačních vrstvách opatřeno izolací dle návrhu.

V podzemním podlaží bude vedeno pod strop opět opatřeno izolací příslušné dimenze a po 2 metrech bude opevněno pomocí objímek ke stropu. Ve stoupací části jsou podmínky jako v suterénu.

Před připojením ostatních prvků k potrubí (kotle, OT, EN ...) bude provedená tlaková zkouška.

Potrubí bude vzdorovat v nejvyšším místě soustavy tlaku 500 kPa po dobu 24 hodin. Ke zkoušce bude přizván zodpovědný projektant a bude zhotoven zápis.

7. Rozdělovač sběrač

Je umístěn v kotelně přibližně půl metru nad podlahou. Je navržen jako 2 trubkový modul 80, připojovací potrubí od anuloidu je DN 42x1,5. K R+S je připojeno 5 větví, 4 větve jsou do bytů a 1 je pro schodiště. Sestavy a dimenze armatur jsou uvedeny ve výkresech. Na potrubí připojených k R+S budou nalepeny šipky proudění teplonosné látky a popisy jednotlivých větví pro jistou a rychlou orientaci v potrubí.

8. HVDT-Anuloid

Je navržen výšky 450mm a průměru 65mm. Nahoře bude umístěn odvzdušňovací ventil a dole vypouštěcí ventil. Bude umístěn asi pul metru nad podlahou, ve stejné výšce jako R+S.

9. Pojistný ventil

Je navržen Duco Meibes 1/2"x3/4" KD, $p_{ot}=350\text{kPa}$. Mezi kotly a pojistným ventilem musí být otevřeny všechny kulové kohouty a zbaveny ovládacích prvků aby bylo zamezeno jejím uzavření.

10. Expanzní nádoba

Tlaková expanzní nádoba Reflex EN 80/3. Maximální teplota která může nastat na gumové membráně je 70°C a proto je umístěná na vratném potrubí kde toto nehrozí. Expanzní potrubí je DN 15x1 a nemusí být izolováno. Maximální provozní přetlak jsou 3 Bary

11. Oběhové čerpadlo

Všechna čerpadla jsou navržena jako Grundfos ups 25-70 130. Musí být možnost jejich demontáže a to díky kulovým kohoutům z obou stran. Jsou připojena k regulaci Cenvax.

12. Větrání

Z důvodu minimálního větrání a těsnosti moderních oken, bude nutno zřídit větrání pouze základní, 0,5 nás., větracím otvorem velikosti 0,2/0,6m.

13. Ohřev teplé vody

V každém bytě budou umístěny lokální elektrické ohřívače teplé vody.

14. Kotelna

Podlaha bude opatřena vpustí a bude vyspárována 1% k této v pustí. Nášlapná vrstva bude protiskluzná. Bude zde nouzové větrání a osvětlení, dveře protipožární. Označeny únikové cesty.

15. Předání

Před předáním celého díla bude provedena tlaková zkouška. Soustava bude natlakována na 330kPa po dobu 24 hodin. O zkoušce bude zapsán protokol a bude přizván hlavní projektant.

Závěr

V rámci této bakalářské práce bylo v zadaném bytovém domě vytápění. Jako otopné plochy byly navrženy otopná desková tělesa typu Korado Radik 21VKU a 10VKU a dále pak trubková otopná tělesa Korado Koralux KLM. Všechny jsou opatřeny termostatickými ventily. Systém je rozdělen na rozdělovači a sběrači do 5 okruhů. Z toho jsou 4 pro vytápění bytů a 1 pro vytápění schodiště. Jako zdroj tepla byly navrženy 2 kondenzační kotle Bergen Master Line 30. Kotle jsou zapojeny kaskádově a k řízení soustavy je použit systém Cenvax. Návrh byl proveden v souladu s platnými normami, právními předpisy a návody výrobců.

Seznam obrázků

| | | |
|---------|--|---------|
| Obr. 1 | Sestavení kotle | str. 12 |
| Obr. 2 | Využitelnost spalného tepla | str. 13 |
| Obr. 3 | Princip spalování zemního plynu při kondenzačním ohřevu | str. 14 |
| Obr. 4 | U kondenzačního kotle na otopném systému se spádem 75/60°C činí normovaný stupeň využití 104%. | str. 15 |
| Obr. 5 | Rosný bod spalin v závislosti na přebytku vzduchu | str. 17 |
| Obr. 6 | Entalpický diagram spalin metanu | str. 18 |
| Obr. 7 | Schéma pro přívod spalovacího vzduchu spotřebiče typu B | str. 19 |
| Obr. 8 | Nasávání vzduchu pro spalování, odvod spalin | str. 20 |
| Obr. 9 | Litínové článkové otopné těleso | str. 21 |
| Obr. 10 | Deskové otopné těleso | str. 23 |
| Obr. 11 | Tyty deskových otopných těles | str. 23 |
| Obr. 12 | :Koupelnové trubkové otopné těleso | str. 24 |
| Obr. 13 | Podlahový konvektor | str. 25 |
| Obr. 14 | Termostatická hlavice | str. 26 |
| Obr. 15 | Řez termostatickým ventilem | str. 26 |
| Obr. 16 | Způsob fungování membránové expanzní nádoby | str. 26 |
| Obr. 17 | Ocelové potrubí | str. 27 |
| Obr. 18 | Měděné potrubí | str. 28 |
| Obr. 19 | Plastové potrubí | str. 29 |
| Obr. 20 | Vícevrstvé potrubí | str. 29 |
| Obr. 21 | Oběhové čerpadlo Grundfos UPS 25-40 | str. 30 |

Seznam použitých zdrojů

- [1] *Bergen Master Line* [online]. 2012 [cit. 2012-05-22]. Dostupné z:
http://www.bergen.cz/files/23/23_navod.pdf
- [2] VALIŠ, ing Ivan, *Ing. Ivan Vališ* [online]. 2012 [cit. 2012-05-22]. Dostupné z
<http://ivan.valisovi.com/>
- [3] BAŠTA, ing Jiří, *Otopné plochy (II) - Druhy otopných těles* [online]. 2006 [cit. 2012-05-22].
Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/3064-otopne-plochy-ii-druhy-otopnych-teles>
- [4] MARTZ, ing Václav, *Využití termostatických ventilů a termostatických hlavic pro regulaci vytápění: Termostatické hlavice* [online]. 2009 [cit. 2012-05-22]. Dostupné z:
<http://vytapani.tzb-info.cz/mereni-a-regulace/5917-vyuziti-termostatickych-ventilu-a-termostatickych-hlavic-pro-regulaci-vytapani>
- [5] VAVŘIČKA, ing Roman, *Kurz vytápění: Materiály rozvodu* [online]. 2012 [cit. 2012-05-22].
Dostupné z: <http://www.fsid.cvut.cz/~vavrirom/Kurz%20Vytapani/Sylabus%20-%20Otopne%20soustavy%20teplovodni%20-%20%20Kurz%20vytapani.pdf>

Seznam použitých zkratk a symbolů

| | | |
|---------------|---|--------------|
| A, A_k | Plocha místnosti | $[m^2]$ |
| A_C | Celková podlahová plocha objektu | $[m^2]$ |
| b, b_i, b_u | Činitel teplotní redukce | $[-]$ |
| c | Měrná tepelná kapacita vody | $[kWh/m^3K]$ |
| DN | Dimenze potrubí | $[Dxt]$ |
| e | Stínící součinitel | $[-]$ |
| e_k | Korekční součinitel zahrnující exponování | $[-]$ |
| f_{g1} | Opravný součinitel zahrnující vliv roční změny teploty | $[-]$ |
| f_{g2} | Opravný součinitel zahrnující rozdíl mezi průměrnou a výpočtovou teplotou | $[-]$ |
| f_{ig} | Součinitel teplotní redukce | $[-]$ |
| H_T | Celková měrná tepelná ztráta místnosti | $[W]$ |
| $H_{T,i}$ | Celková měrná tepelná ztráta prostupem | $[W]$ |
| $H_{T,ie}$ | Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí | $[W]$ |
| $H_{T,ig}$ | Celková měrná tepelná ztráta zeminou | $[W]$ |
| $H_{T,ij}$ | Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou | $[W]$ |
| $H_{T,iue}$ | Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor | $[W]$ |
| $H_{V,i}$ | Celková měrná tepelná ztráta větráním | $[W]$ |
| l | Délka potrubí | $[m]$ |
| M | Hmotnostní průtok | $[kg/h]$ |
| n | Minimální počet výměn vzduchu | $[-]$ |
| n_{50} | Stupeň těsnosti obvodového pláště | $[-]$ |
| p_{ddov} | Nejnižší provozní dovolený přetlak | $[Pa]$ |
| p_{hdov} | Horní provozní dovolený přetlak | $[Pa]$ |
| R | Tlaková ztráta třením na metr délky potrubí | $[Pa/m]$ |
| R | Odpor konstrukce | $[m^2K/W]$ |
| R_i | Odpor jednotlivých vrstev konstrukce | $[m^2K/W]$ |
| R_{se} | Odpor při přestupu tepla na vnější straně | $[m^2K/W]$ |
| R_{si} | Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně | $[m^2K/W]$ |
| R_{tot} | Celkový odpor konstrukce při přestupu tepla | $[m^2K/W]$ |
| t_1 | teplota vody přívodní | $[°C]$ |
| t_2 | teplota vody vratní | $[°C]$ |
| U | Součinitel prostupu tepla konstrukce | $[W/m^2K]$ |
| $U_{N,20}$ | Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla | $[W/m^2K]$ |
| $U_{rec,20}$ | Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla | $[W/m^2K]$ |
| U_{em} | Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy | $[W/m^2K]$ |
| $U_{em,N}$ | Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla obálky budovy | $[W/m^2K]$ |
| U_k | Skutečná hodnota součinitele prostupu tepla | $[W/m^2K]$ |

| | | |
|------------------|---|--------------|
| U_{kc} | Celkový průměrný vliv tepelných vazeb | $[W/m^2K]$ |
| V_e | Expanzní objem | $[m^3]$ |
| V_{ep} | Předběžný obehm expanzní nádoby | $[m^3]$ |
| V_i | Objem místnosti | $[m^3]$ |
| $V_{min,i}$ | Minimální množství větraného objemu vzduchu místnosti | $[m^3]$ |
| w | Rychlost proudění vody v potrubí | $[m/s]$ |
| Z | Tlaková ztráta třením | $[Pa]$ |
| z_1 | Součinitel na úpravu okolí | $[-]$ |
| z_2 | Součinitel na počet článků | $[-]$ |
| z_3 | Součinitel na umístění tělesa v místnosti | $[-]$ |
| Δp_{DIS} | Celková tlaková ztráta | $[Pa]$ |
| Δp_{rv} | Navržená tlaková ztráta přednastavením ventilu | $[Pa]$ |
| Δt | Rozdíl teplot přívodní a vratné vody | $[^\circ C]$ |
| ΔU | Celkový průměrný vliv tepelných vazeb | $[W/m^2K]$ |
| θ_e | Výpočtová venkovní teplota | $[^\circ C]$ |
| $\theta_{int,i}$ | Výpočtová teplota interiéru | $[^\circ C]$ |
| λ | Součinitel tepelné vodivosti | $[W/mK]$ |
| $\Sigma \xi$ | Součet součinitelů vřazených odporů | $[-]$ |
| φ | Součinitel způsobu připojení | $[-]$ |
| Φ_{Tj} | Tepelné ztráty prostupem | $[W]$ |
| Φ_{Vj} | Tepelné ztráty větráním | $[W]$ |
| $\Phi_{RH,i}$ | Zátopný tepelný výkon | $[W]$ |
| $\Phi_{HL,I}$ | Celkový tepelný výkon | $[W]$ |

Seznam příloh:

- 1. Výpočet součinitelů prostupu tepla**
- 2. Půdorys 1NP**
- 3. Půdorys 2NP**
- 4. Půdorys 3NP**
- 5. Svislé schéma zapojení otopných těles**
- 6. Půdorys kotelny a svislý řez**
- 7. Schéma zapojení elektroinstalace v kotelně**

Příloha č. 1: Výpočet součinitelů prostupu tepla

Obvodová stěna

| NÁZEV VRSTVY | TL | λ | R |
|----------------------|-------|---------------------|--------------|
| VENKOVNÍ OMÍTKA | 0,005 | 1,000 | 0,005 |
| TEPELNÁ IZOLACE | 0,050 | 0,031 | 1,613 |
| TVÁRNICE POROTHERM | 0,365 | - | 2,880 |
| VNITŘNÍ OMÍTKA | 0,020 | 0,800 | 0,025 |
| | | R | 4,523 |
| | | R _{si} | 0,130 |
| | | R _{se} | 0,040 |
| TEPELNÝ ODPOR KCE | | R _{tot} | 4,693 |
| SOUČINITEĽ TEP. VOD. | | U | 0,213 |
| | | U _{N,20} | 0,300 |
| | | U _{rec,20} | 0,250 |

Příčka tloušťky 125 mm

| NÁZEV VRSTVY | TL | λ | R |
|----------------------|-------|---------------------|--------------|
| VNITŘNÍ OMÍTKA | 0,020 | 0,800 | 0,025 |
| TVÁRNICE POROTHERM | 0,115 | - | 0,450 |
| VNITŘNÍ OMÍTKA | 0,020 | 0,800 | 0,025 |
| | | R | 0,500 |
| | | R _{si} | 0,130 |
| | | R _{si} | 0,130 |
| TEPELNÝ ODPOR KCE | | R _{tot} | 0,760 |
| SOUČINITEĽ TEP. VOD. | | U | 1,316 |
| | | U _{N,20} | 2,700 |
| | | U _{rec,20} | 1,800 |

Vnitřní nosná stěna

| NÁZEV VRSTVY | TL | λ | R |
|----------------------|-------|---------------------|--------------|
| VNITŘNÍ OMÍTKA | 0,020 | 0,800 | 0,025 |
| TVÁRNICE POROTHERM | 0,300 | - | 1,720 |
| VNITŘNÍ OMÍTKA | 0,020 | 0,800 | 0,025 |
| | | R | 1,770 |
| | | R _{si} | 0,130 |
| | | R _{si} | 0,130 |
| TEPELNÝ ODPOR KCE | | R _{tot} | 2,030 |
| SOUČINITEĽ TEP. VOD. | | U | 0,493 |
| | | U _{N,20} | 2,700 |
| | | U _{rec,20} | 1,800 |

Příčka tloušťky 100mm

| NÁZEV VRSTVY | TL | λ | R |
|---------------------|-------|--------------|--------------|
| VNITŘNÍ OMÍTKA | 0,020 | 0,800 | 0,025 |
| TVÁRNICE POROTHERM | 0,080 | - | 0,320 |
| VNITŘNÍ OMÍTKA | 0,020 | 0,800 | 0,025 |
| | | R | 0,370 |
| | | Rsi | 0,130 |
| | | Rsi | 0,130 |
| TEPELNÝ ODPOR KCE | | Rtot | 0,630 |
| SOUČINTEL TEP. VOD. | | U | 1,587 |
| | | $U_{N,20}$ | 2,700 |
| | | $U_{rec,20}$ | 1,800 |

Střecha

| NÁZEV VRSTVY | TL | λ | R |
|---------------------|-------|--------------|--------------|
| TEPELNÁ IZOLACE | 0,220 | 0,039 | 5,641 |
| STROP POROTHERM | 0,270 | - | 0,330 |
| VNITŘNÍ OMÍTKA | 0,020 | 0,800 | 0,025 |
| | | R | 5,996 |
| | | Rsi | 0,100 |
| | | Rse | 0,040 |
| TEPELNÝ ODPOR KCE | | Rtot | 6,136 |
| SOUČINTEL TEP. VOD. | | U | 0,163 |
| | | $U_{N,20}$ | 0,240 |
| | | $U_{rec,20}$ | 0,160 |

Podlaha na zemině

| NÁZEV VRSTVY | TL | λ | R |
|---------------------|-------|--------------|--------------|
| PODKLADNÍ BETON | 0,100 | 1,300 | 0,077 |
| KRYCÍ BETON | 0,040 | 1,300 | 0,031 |
| TI POLYSTYREN | 0,100 | 0,039 | 2,564 |
| ROZNÁŠECÍ BETON | 0,045 | 1,300 | 0,035 |
| DŘEVĚNNÉ VLIŠY | 0,015 | 0,180 | 0,083 |
| | | R | 2,790 |
| | | Rsi | 0,100 |
| | | Rse | 0,040 |
| TEPELNÝ ODPOR KCE | | Rtot | 2,930 |
| SOUČINTEL TEP. VOD. | | U | 0,341 |
| | | $U_{N,20}$ | 0,450 |
| | | $U_{rec,20}$ | 0,300 |

Strop nad nevytápěným suterénem

| NÁZEV VRSTVY | TL | λ | R |
|----------------------|-------|---------------------|--------------|
| VC OMÍTKA | 0,020 | 0,800 | 0,025 |
| STROP POROTHERM | 0,300 | | 0,340 |
| TI POLYSTYREN | 0,100 | 0,039 | 2,564 |
| ROZNÁŠECÍ BETON | 0,045 | 1,300 | 0,035 |
| DŘEVĚNNÉ VLIŠY | 0,015 | 0,180 | 0,083 |
| | | R | 3,047 |
| | | Rsi | 0,100 |
| | | Rse | 0,040 |
| TEPELNÝ ODPOR KCE | | Rtot | 3,187 |
| SOUČINITEL TEP. VOD. | | U | 0,314 |
| | | U _{N,20} | 0,600 |
| | | U _{rec,20} | 0,400 |