



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VYTÁPĚNÍ BYTOVÉHO DOMU

HEATING OF FLAT HOUSE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Václav Zajíček

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAN TOPIČ, Ph.D.

BRNO 2019



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608T001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Václav Zajíček
Název	Vytápění bytového domu
Vedoucí práce	Ing. Jan Topič, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2018
Datum odevzdání	11. 1. 2019

V Brně dne 31. 3. 2018

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

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

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

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

Obsah a uspořádání práce dle směrnice FAST:

- a) titulní list,
- b) zadání VŠKP,
- c) abstrakt v českém a anglickém jazyce, klíčová slova v českém a anglickém jazyce,
- d) bibliografická citace VŠKP dle ČSN ISO 690,
- e) prohlášení autora o původnosti práce, podpis autora,
- f) poděkování (nepovinné),
- g) obsah,
- h) úvod,
- i) 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), půdorys (1:25, 1: 20) a schéma zapojení zdroje tepla, technická zpráva.

- j) závěr,
- k) seznam použitých zdrojů,
- l) seznam použitých zkratk a symbolů,
- m) seznam příloh,
- n) přílohy – výkresy

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

Abstrakt

Diplomová práce je složena ze tří částí teoretické, výpočtové a projektové. V teoretické části je řešeno sdílení tepla vedením, prouděním a sáláním. Výpočtová část je zaměřena na celkový výpočet otopné soustavy, aby fungovala plynule a spolehlivě. Jako zdroj tepla jsou navrženy tři plynová kondenzační kotle. Ohřev teplé vody je řešen jako zásobníkový, který má svůj zdroj tepla a to jeden plynový kondenzační kotel. Projektová část obsahuje technickou zprávu a projektovou dokumentaci na stupni prováděcí dokumentace.

Klíčová slova

Sdílení tepla, vedení tepla, tepelný tok, Fourieruv zákon, součinitel prostupu tepla, nestacionární vedení tepla, stacionární vedení tepla proudění tepla, součinitel přestupu tepla, záření, emisivita, tepelná izolace, kritická tloušťka.

Abstract

The thesis is composed of three parts - theoretical, computational and a project part.

The theoretical part deals with heat sharing through conduction, flow and radiation.

The computational part is focused on the overall calculation of the heating system to operate smoothly and reliably. Three gas condensing boilers are designed as a source of heat. The heating of the water is solved as a reservoir. It's source of heat is one gas condensation boiler.

The project part contains a technical report and the project documentation on the stage of the implementation dossier.

Keywords

Heat Sharing, Heat Management, Heat Flow, Fourier Law, Heat Transfer Factor, non-stationary heat conduction, stationary heat conduction of heat flow, coefficient heat transfer, radiation, emissivity, thermal insulation, critical thickness.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Václav Zajíček *Vytápění bytového domu*. Brno, 2019. 123 s., !!YY!! s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Jan Topič, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Vytápění bytového domu* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 9. 1. 2019

Bc. Václav Zajíček
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Vytápění bytového domu* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 9. 1. 2019

Bc. Václav Zajíček
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval svému vedoucímu mé diplomové práce panu Ing. Janu Topiči, Ph.D. za trpělivost, schovívavost, a obětavost při vypracování bakalářské práce.

Obsah

A. Textová část.....	17
1. Úvod.....	1
2. Přenos tepla.....	2
2.1. Přenos tepla vedením.....	2
2.1.1. Stacionární vedení tepla.....	2
2.1.2. Nestacionární vedení tepla.....	8
2.2. Přenos tepla prouděním.....	8
2.2.1. Přirozené proudění.....	9
2.2.2. Nucená konvekce.....	10
2.3. Bezrozměrná kritéria.....	11
2.4. Přenos tepla sáláním.....	12
3. Izolace potrubí a jejich vlastnosti.....	13
3.1. Návrh tepelné izolace.....	14
1.1. Základní fyzikální veličiny.....	15
1.2. Zásady a principy pro návrh a provádění izolací.....	17
B. Výpočtová část.....	19
1. Skladby konstrukcí.....	20
1.1. Svislá obvodová konstrukce.....	20
1.2. Svislé vnitřní konstrukce.....	20
1.3. Podlaha na zemině.....	22
1.4. Vodorovné vnitřní konstrukce.....	22
1.5. Střešní konstrukce.....	23
1.6. Výplně otvorů.....	24
2. Stanovení tepelných ztrát objektu podrobným výpočtem.....	24

2.1.	Okrajové podmínky.....	24
2.2.	Postup výpočtu.....	24
2.3.	Tepelné ztráty jednoho bytu.....	26
2.4.	Tepelné ztráty jednotlivých místností.....	39
3.	Štítek obálky budovy	47
4.	Návrh otopných těles.....	48
4.1.	Postup výpočtu otopných těles.....	48
4.2.	Otopné plochy.....	48
4.2.1.	Popis otopných těles Radik VK.....	48
4.2.2.	Popis trubkových otopných těles Koralux.....	48
5.	Návrh zásobníku na teplou vodu	51
6.	Návrh plynového kotle.....	53
7.	Návrh spalinové cesty.....	55
7.1.	Přívod spalovacího vzduchu	55
7.2.	Odvod spalin.....	55
8.	Dimenzování a hydraulické posouzení potrubí	57
8.1.	Větev sever V01.....	58
8.2.	Větev sever V02.....	62
8.3.	Větev jih V03.....	66
8.4.	Větev jih V04.....	72
8.5.	Kotlový okruh.....	76
8.6.	Opálkova 8	76
9.	Návrh oběhových čerpadel.....	77
9.1.	Čerpadlo č. 1 větev jih	77
9.2.	Čerpadlo č. 2 větev sever	78
9.3.	Opálkova 8	79

10.	Zabezpečovací zařízení.....	80
10.1.	Návrh expanzního automatu.....	80
10.2.	Alternativa k expanznímu automatu.....	80
10.3.	Pojistný ventil.....	81
10.4.	Expanzní nádoba pro teplou vodu.....	81
11.	Návrh rozdělovače a sběrače.....	82
12.	Návrh hydraulického vyrovnávače dynamických tlaků.....	82
13.	Doplňování vody.....	83
14.	Vyvažovací ventily.....	84
15.	Třícestné ventily.....	86
15.1.	Větev V01.....	86
15.2.	Větev V02	87
16.	Návrh tepelné izolace.....	88
15.	Větrání kotelny na zemní plyn	89
16.	Roční potřeba tepla.....	91
16.1.	Příprava teplé vody.....	91
16.2.	Vytápění	92
17.	Výměník tepla	93
C.	Projekt.....	94
1.	ÚVOD	97
1.1.	PŘEDMĚT PROJEKTU	97
1.2.	PODKLADY PRO PROJEKT	97
1.3.	ROZSAH DOKUMENTU.....	97
1.4.	Klimatické poměry	97
2.	TECHNOLOGIE ZDROJE TEPLA.....	97
2.1.	Tepelně technické vlastnosti konstrukcí.....	97

2.2.	BILANCE POTŘEB	98
2.3.	PARAMETRY ZDROJE TEPLA A TOPNÉHO SYSTÉMU	98
2.4.	POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ ZDROJE TEPLA.....	99
2.5.	SYSTÉM ROZVODU VYTÁPĚNÍ.....	100
2.6.	POPIS PRVKŮ A OPATŘENÍ.....	100
2.6.1.	POTRUBÍ	100
2.6.2.	Armatury	100
2.6.3.	Otopné plochy.....	100
2.6.4.	Kvalita topné plochy	100
2.6.5.	Izolace a nátěry.....	101
3.	OCHRANA PROTI KOROZI A BAREVNÉ OZNAČENÍ	101
4.	IZOLACE PROTI TEPELNÝM ZTRÁTÁM.....	101
5.	ZKOUŠKY ZAŘÍZENÍ.....	101
6.	MONTÁŽNÍ A BEZPEČNOSTNÍ POKYNY.....	102
7.1.	STAVEBNÍ ČÁST	102
7.2.	ELEKTRO INSTALACE, MAR.....	102

A. Textová část

1. Úvod

Tato bakalářská práce řeší vhodnou koncepci otopné soustavy, která splňuje požadavky na náročnost provozů.

Teoretická část (A) problematiku sdílení tepla prouděním, vedením a sáláním. Primárním úkolem je seznámení s různými druhy sdílení tepla nastínit jejich výpočet a praktický návrh tepelné izolace na potrubí.

Výpočtová část (B) řeší samotný návrh vytápění a ohřev teplé vody bytového domu v Brně na ulici Opálkova 8, s ohledem na ekonomiku provozu.

Projektová část (C) obsahuje technickou zprávu k zadanému projektu, seznam použité literatury a citací a seznam všech výkresů.

2. Přenos tepla

Přenos nebo také sdílení tepla je složitý děj. Při jeho popisu zavádíme řadu zjednodušení, která nám pak usnadní tvorbu modelů pro matematicky popis sledovaných dějů.^[2]

Obecně se přenos tepla uskutečňuje:

Vedením (konvekci) – způsob šíření tepla ve vybraném kusu látky, spočívá v tom, že částice s vyšší kinetickou rychlostí předávají část své energie, prostřednictvím vzájemných srážek, částicím s nižší střední kinetickou rychlostí. Vedení tepla můžeme rozdělit také na:

Ustálené (stacionární) vedení tepla – při stacionárním vedení tepla není teplotní rozdíl závislý na čase

Neustálené (nestacionární) vedení tepla – při nestacionárním vedení tepla postupně dochází k vyrovnávání teplot v jednotlivých částech tělesa

Prouděním (kondukcí) – šíření tepla, kdy dochází k proudění hmoty o různé teplotě, uplatňuje se pouze u tekutin (kapalin nebo plynů). Obecně lze říci, že šíření tepla prouděním je téměř vždy spojeno s vedením tepla. Proudění tekutin závisí na rozdílu hustot.

Sáláním (radiací) – přenos tepla spočívá ve vysílání záření a jeho následném pohlcování, jež vede ke zvýšení vnitřní energie v látce, která záření absorbuje.

2.1. Přenos tepla vedením

Základním předpokladem je existující teplotní pole respektive teplotní gradient (rozdíl teplot). Matematicky ho můžeme popsat: $t = f(x, y, z, \tau)$.

2.1.1. Stacionární vedení tepla

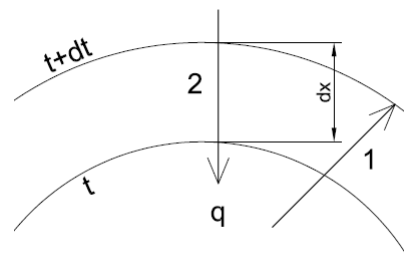
Šíření tepla vedením se uskutečňuje především v pevných tělesech, zatímco v kapalinách a plynech pouze za jistých podmínek.

Základní zákon vedení tepla – Fourierův zákon

$$q = -\lambda \cdot \frac{dt}{dx} \quad [\text{W/m}^2]$$

Rovnice 1 Základní Fourierova rovnice

Veličina q v rovnici vyjadřuje množství tepla v joulech [J] proteklého za jednotku času a nazývá se hustota tepelného toku. Vzhledem k tomu, že množství tepla prošlého za jednotku času je výkon a jednotkou výkonu je watt [W], lze hustotu tepelného toku vyjádřit v $[\text{W/m}^2]$.



Obrázek 1 Náčrt teplotního gradientu [3]
1 – směr teplotního gradientu
2 – směr tepelného toku

Poměr dt/dx se nazývá teplotní gradient – označuje poměr přírůstku teploty dt ke vzdálenosti dx mezi izotermními plochami (izotermní plocha je geometrické místo bodů o stejné teplotě) ve směru rovnováhy.^[3]

$$\text{grad } t = \frac{dt}{dx} \quad [\text{K/m}^1]$$

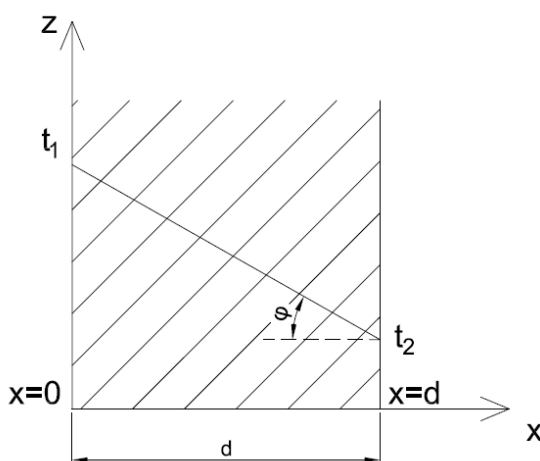
Rovnice 2 Teplotní gradient

Vedení tepla jednoduchou stěnou

Jednorozměrné vedení tepla nastává u nekonečně veliké rovinné desky s konstantními teplotami povrchových ploch. Vzhledem k tomu že součinitel tepelné vodivosti materiálu desky λ [W/m.K] je stálý, povrchové plochy stěny jsou udržovány na stálých teplotách t_1 a t_2 , jsou izotermické plochy v jednorozměrném teplotním poli roviny kolmé k ose x .^[3]

Pro matematické vyjádření vyjdeme z Fourierova zákona:

$$q = -\lambda \cdot \frac{dt}{dx} = -\lambda \cdot \left(-\frac{t_1 - t_2}{d} \right) = \lambda \cdot \frac{t_1 - t_2}{d}$$



Obrázek 2 Jednoduchá rovinná stěna [3]

Množství tepla Q proteklého jednoduchou rovinnou stěnou a ploše A [m²] za dobu τ [s] je dáno rovnicí:

$$Q = q \cdot A \cdot \tau = \frac{t_1 - t_2}{R} \cdot A \cdot \tau \quad [\text{J}]$$

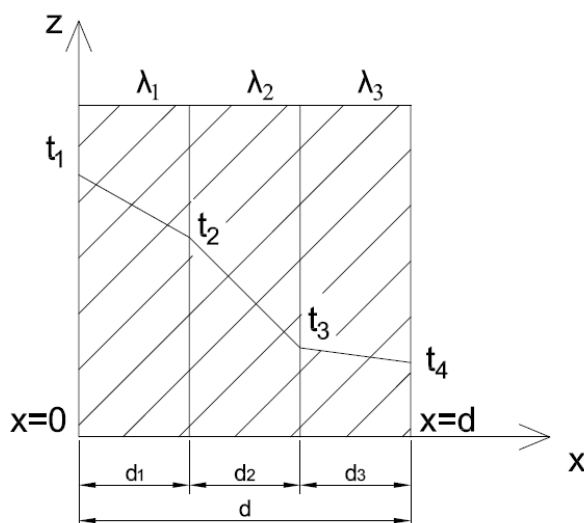
Rovnice 3 množství tepla

Tepelný odpor R [m²/K.W] dostaneme poměrem tloušťky materiálu [m] a součinitelem tepelné vodivosti [W/m.K]

$$R = \frac{d}{\lambda} \quad [\text{m}^2\text{K/W}]$$

Rovnice 4 Tepelný odpor

Vedení tepla složenou rovinnou stěnou



Obrázek 3 Složená rovinná stěna [3]

Při stacionárním vedení tepla stěnou je hustota tepelného toku stálá pro všechny vrstvy. Proto rovnice pro jednoduchou stěnu musí platit

$$q = \frac{\lambda_1}{d_1} (t_1 - t_2) = \frac{\lambda_2}{d_2} (t_2 - t_3) = \frac{\lambda_3}{d_3} (t_3 - t_4) [W \cdot m^2]$$

Rovnice 5 Tepelný tok

Z tohoto jednoduše stanovíme teplotní spád

$$(t_1 - t_2) = \frac{d_1}{\lambda_1} \cdot q; (t_2 - t_3) = \frac{d_2}{\lambda_2} \cdot q; (t_3 - t_4) = \frac{d_3}{\lambda_3} \cdot q$$

Rovnice 6 Teplotní spád

Sečtením jednotlivých spádů dostaneme teplotní rozdíl

$$(t_1 - t_4) = q \cdot \left(\frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3} \right) = q \cdot (R_1 + R_2 + R_3)$$

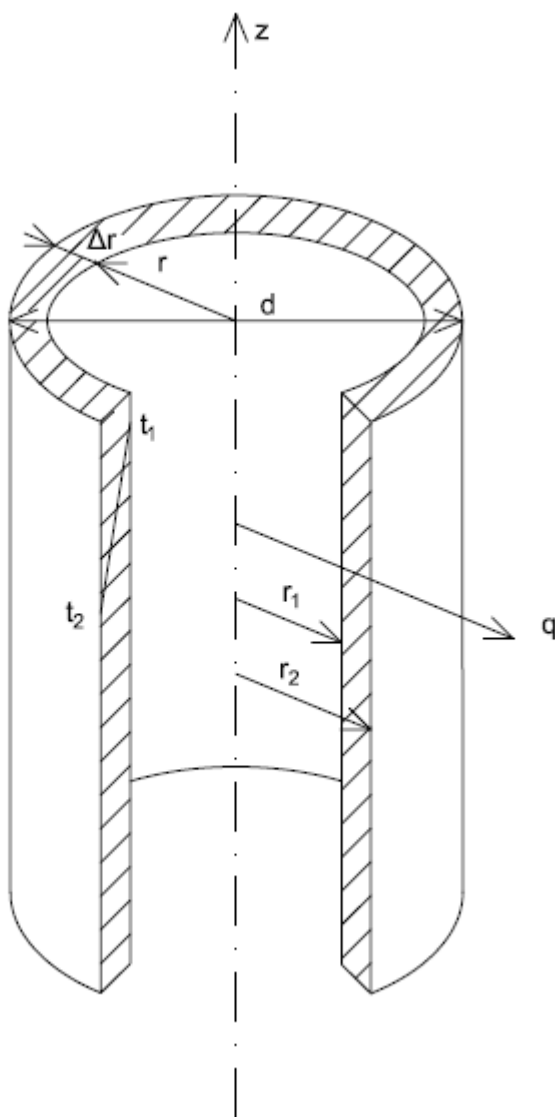
Rovnice 7 Tepelný spád

Hustota tepelného toku pro stěnu složenou z n vrstev je dána vztahem

$$q = \frac{t_1 - t_{n+1}}{\frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_n}{\lambda_n}} [W/m^2]$$

Rovnice 8 Hustota tepelného toku

Vedení tepla jednoduchou válcovou stěnou



Obrázek 4 Vedení tepla jednoduchou válcovou stěnou

Uvažujme jednoduchou válcovou stěnu s vnitřním poloměrem r_1 a vnějším poloměrem r_2 (viz obrázek 4). Předpokládejme, že součinitel tepelné vodivosti λ a povrchové teploty t_1 a t_2 jsou po celé výšce stálé, přičemž $t_1 > t_2$. Teplota se mění jen ve směru osy z , pro hovoříme o jednorozměrném teplotním poli. Vytněme si ve vzdálenost poloměru vrstvu Δr . Množství tepla protečeného za časovou jednotku je podle Fourierova zákona:

$$Q = q \cdot A = -\lambda \cdot \frac{dt}{dr} \cdot A = -\lambda \cdot \frac{dt}{dr} \cdot 2 \cdot \pi \cdot r \cdot l \quad [\text{W}]$$

Rovnice 9 množství protečeného tepla

Dosadíme-li za t povrchovou teplotu t_1 pro $r = r_1$, nebo t_2 pro $r = r_2$, dostáváme rozdíl teplot dt

$$dt = t_1 - t_2 = -\frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot l} \cdot (\ln r_1 - \ln r_2) = -\frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot l} \cdot \ln \frac{r_2}{r_1}$$

Rovnice 10 Rozdíl teplot

Množství tepla za časovou jednotku bude:

$$Q = \frac{2 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot l}{\ln \frac{r_2}{r_1}} \cdot (t_1 - t_2) = \frac{2 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot l}{\ln \frac{d_2}{d_1}} \cdot (t_1 - t_2)$$

Rovnice 11 Množství tepla za časovou jednotku

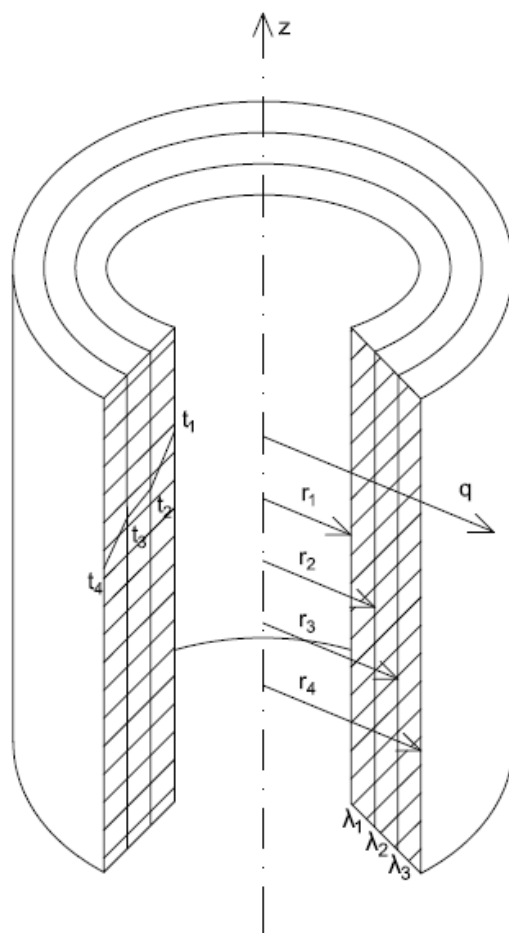
Teplotu v libovolném místě r od středu válce dostaneme ze vztahu

$$t = t_1 - \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot l} \cdot \ln \frac{r}{r_1}$$

Rovnice 12 teplota v libovolném místě

Vedení tepla složenou válcovou stěnou

Analogicky, jako při odvozování rovnice vedení tepla vícevrstvou rovinnou stěnou, je možno odvodit rovnici vedení tepla vícevrstvou válcovou stěnou. Předpokládáme-li dokonalý styk jednotlivých vrstev, jsou povrchové teploty stýkajících se vrstev stejné pro obě sousední vrstvy. Průměry a tepelné vodivosti jednotlivých vrstev jsou naznačeny na obrázku 5. jsou dány povrchové teploty t_1 a t_4 na vnitřním a vnějším povrchu válce. Teploty styčných ploch t_2 a t_3 jsou neznámé. Při stacionárním vedení tepla je množství tepla protékající jednotlivými vrstvami stejné a konstantní. [3]



Obrázek 5 Vedení tepla složenou válcovou stěnou [3]

$$q = \frac{Q}{l} = \frac{2 \cdot \pi \cdot (t_1 - t_2)}{\frac{1}{\lambda_1} \cdot \ln \frac{d_2}{d_1}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot (t_2 - t_3)}{\frac{1}{\lambda_2} \cdot \ln \frac{d_3}{d_2}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot (t_3 - t_4)}{\frac{1}{\lambda_3} \cdot \ln \frac{d_4}{d_3}}$$

Rovnice 13 Tepelný tok složenou válcovou stěnou

Z těchto rovnic lze určit změnu teploty pro každou vrstvu

$$t_1 - t_2 = \frac{q}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{1}{\lambda_1} \cdot \ln \frac{d_2}{d_1}$$

Rovnice 14 Rozdíl teplot ve vrstvě 1 a 2

$$t_2 - t_3 = \frac{q}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{1}{\lambda_2} \cdot \ln \frac{d_3}{d_2}$$

Rovnice 15 Rozdíl teplot ve vrstvě 2 a 3

$$t_3 - t_4 = \frac{q}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{1}{\lambda_3} \cdot \ln \frac{d_4}{d_3}$$

Rovnice 16 Rozdíl teplot ve vrstvě 3 a 4

Součet jednotlivých teplotních rozdílů stanoví celkový teplotní rozdíl

$$t_1 - t_4 = \frac{q}{2 \cdot \pi} \cdot \left(\frac{1}{\lambda_1} \cdot \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\lambda_2} \cdot \ln \frac{d_3}{d_2} + \frac{1}{\lambda_3} \cdot \ln \frac{d_4}{d_3} \right)$$

Rovnice 17 Celkový teplotní rozdíl

Pro známý teplotní rozdíl $t_1 - t_4$ je možno stanovit z této rovnice množství tepla, které projde za časovou jednotku uvažovanou složenou válcovou stěnou

$$q = \frac{2 \cdot \pi \cdot (t_1 - t_4)}{\frac{1}{\lambda_1} \cdot \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\lambda_2} \cdot \ln \frac{d_3}{d_2} + \frac{1}{\lambda_3} \cdot \ln \frac{d_4}{d_3}}$$

Rovnice 18 Celkový tepelný tok složenou válcovou stěnou

2.1.2. Nestacionární vedení tepla

Druhým Fourierovým zákonem nazýváme Fourierovu rovnici vedení tepla, která bude řešením vztahu $t = f(x, y, z, \tau)$. To znamená, že budeme uvažovat, jak se teplo šíří tělesem v čase (nestacionární vedení tepla). Určíme si tedy rovnici, která bude postihovat fyzikální děj vedení tepla v látkách v průběhu času.

Pro určení Fourierovy vedení tepla budeme vycházet z těchto předpokladů, které jsou zároveň zjednodušení:

- Tuhé těleso, které vede teplo, je homogenní a izotropní
- Fyzikální vlastnosti tělesa jsou konstantní. Např. hustota, měrná tepelná kapacita, apod.
- Vnitřní objemové tepelné zdroje jsou rozmístěny rovnoměrně
- Děj vedení tepla probíhá za konstantního tlaku (isobarický děj)

Pro odvození rovnice uvažujeme isobarický děj, kdy změna entalpie tělesa dI je rovna součtu tepla, které je za čas t do objemu přivedeno v důsledku tepelné vodivosti dQ_λ a teplo, které za stejný čas uvolní objemové zdroje dQ_v , tedy^[2]

$$dI = dQ_\lambda + dQ_v \quad [J]$$

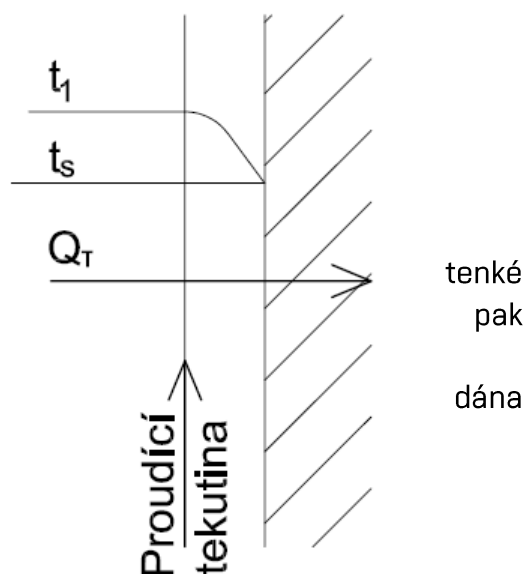
Rovnice 19 Změna entalpie

2.2. Přenos tepla prouděním

Ke sdílení (přenosu) tepla prouděním dochází například při styku kapaliny nebo plynu s pevnou stěnou. Při tom dochází k ochlazení nebo ohřívání vrstvy tekutiny při stěně. Vzniklý rozdíl teplot vrstev způsobuje přirozené proudění. Rovnice, která vyjadřuje tepelný tok při sdílení tepla prouděním, je vztahem

$$Q_\tau = \alpha \cdot A \cdot \Delta t$$

Rovnice 20 Tepelný tok



Obrázek 6 Sdílení tepla prouděním [6]

Kde Q_T označuje tepelný tok ve wattech, A označuje plochu stěny v m^2 , Δt označuje rozdíl teplot tekutiny v kelvinech, α je součinitel přestupu tepla ve $W/m^2.K$. Součinitel přestupu tepla α udává tepelný tok přestupující z kapaliny do stěny (nebo naopak). Velikost součinitele přestupu tepla α nelze obecně vyjádřit jednoduchým početním vztahem, ale je nutné ho pro různé situace počítat, velmi často odhadovat empiricky. Je to dáno tím, že velikost α je ovlivněna celou řadou faktorů jako je rychlost proudění tekutiny, tvar, rozměry, tepelná vodivost, tlak atd. pro jednoduché případy však stačí α pro zadané podmínky vyhledat v odborné literatuře.

Součinitel přestupu tepla α závisí jednak na typu proudění a jednak na geometrii kanálu a je obsažen v Nusseltově bezrozměrném kritériu [5]:

$$Nu = \frac{\alpha \cdot l}{\lambda_a} [-]$$

Rovnice 21 Nusseltovo kritérium

$$\alpha = \frac{Nu \cdot \lambda_a}{l} [W/(m^2K)]$$

Rovnice 22 Součinitel přestupu tepla

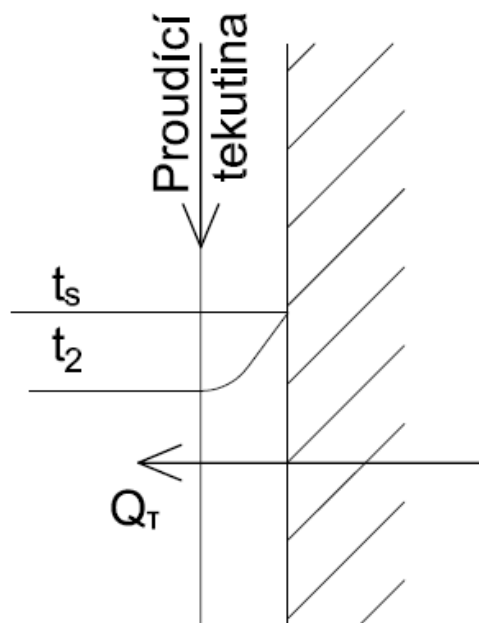
2.2.1. Přirozené proudění

Při volném proudění, které je vyvoláno rozdílem hustot tekutiny a teplosměnné plochy a v jádru tekutiny (vlivem rozdílných teplot), je střední rychlost tekutiny rovna nule. Probíhá cirkulace tekutiny, na jejíž intenzitě je v tomto případě závislý přenos tepla prouděním.

Intenzitu volné cirkulace tekutiny vyjádříme nepřímo pomocí těch veličin, které jsou pro cirkulaci rozhodující. Především se zde uplatňuje rozdíl teplot mezi jádrem tekutiny a povrchem teplosměnné plochy. Tento rozdíl teplot vyvolá rozdíl hustot tekutiny $\Delta \rho = \rho_w - \rho$ u teplosměnné plochy a v jádru tekutiny. Souvislost mezi oběma veličinami lze vyjádřit pomocí koeficientu teplotní objemové roztažnosti. [6]

$$\beta = \frac{1}{v} \cdot \frac{dv}{dt} = -\frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dt}$$

Rovnice 23 Objemová roztažnost



Obrázek 7 Sdílení tepla prouděním [6]

Kde v značí objem

Je-li volné proudění vyvoláno pouze rozdílem teplot a pokud je prostor, kde k němu dochází, relativně velký, pak je pro hodnotu Nusseltova kritéria rozhodující součin Grashofova a Prandtllova kritéria:

$$Nu = C \cdot (Gr \cdot Pr)^n$$

Rovnice 24 Nusseltovo kritérium

Tabulka 1 Konkrétní vyjádření je dáno hodnotami konstanty C a exponentu n

Gr.Pr	C	N
$<10^{-3}$	0,5	0
$<1 \cdot 10^{-3}; 5 \cdot 10^2>$	1,18	1/8
$<5 \cdot 10^2; 2 \cdot 10^7>$	0,54	1/4
$<2 \cdot 10^7; 1 \cdot 10^{13}>$	0,135	1/3

Z tabulky je vidět, že při zvlášť nízkých hodnotách Gr.Pr platí $n=0$ a hodnota Nu je konstantní $Nu=0,5$ [Gr.Pr $< 10^{-3}$]

2.2.2. Nucená konvekce

Podstatně vyšší intenzity přestupu tepla než při volném proudění lze docílit nuceným prouděním. Charakter nuceného proudění je obvykle vyjadřován Reynoldsovým kritériem Re, kde $l=d_{KRIT}$ a kde v je střední rychlost v průtočném průřezu.

Při pomalém proudění, tj. při laminárním režimu, se může na nucené proudění ještě superponovat významnou měrou volné proudění, které Gr (když $Re < 2\,300$ a $Gr \cdot Pr > 5 \cdot 10^5$). Existují kritériální rovnice pro výpočet Nu při nuceném proudění v ustáleném stavu:

$$Nu = f(Re, Gr, \Gamma_1, \Gamma_2, \dots)$$

Nebo

$$Nu = f(Re, Gr, Pr, \Gamma_1, \Gamma_2, \dots)$$

Veličiny Γ_1, Γ_2 představují bezrozměrné simplex, tj. poměry veličin téhož druhu, např. d/L a Pr/Pr_w respektive η/η_w , kde d a L jsou průměr a délka potrubí, Pr a Pr_w je Prandtlovo kritérium pro teplotu v jádru a u stěny, resp. η a η_w , je dynamická viskozita tekutiny v jádru a u stěny.^[6]

Pokud $Re > 2\,300$ nebo $Gr \cdot Pr < 5 \cdot 10^5$, neuplatňuje se významně vliv volné konvekce na přestup tepla a kritérium Gr není ve vztazích obsaženo.

Nejjednodušší rovnice pro přestup tepla nucenou konvekcí byly získány při intenzivním turbulentním proudění v potrubí, tj. při $Re \geq 10^4$, a se stabilizovaným rychlostním profilem ($L/d \geq 50$). Příkladem takového vztahu je Dittusova-Boelterova rovnice^[6]:

$$Nu = 0,023 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,4} \quad [Re \geq 10^4]$$

Rovnice 25 Nusseltovo kritérium pro Re větší než 10^4

Příkladem vztahu, který platí při laminárním proudění ($Re \leq 2,3 \cdot 10^3$) a při stabilizovaném rychlostním profilu, je rovnice [6]:

$$Nu = 0,17 \cdot Re^{0,33} \cdot Pr^{0,43} \cdot Gr^{0,10} \cdot \left(\frac{Pr}{Pr_w}\right)^{0,25}$$

Rovnice 26 Nusseltovo kritérium pro Re menší než $2,3 \cdot 10^3$

2.3. Bezrozměrná kritéria

Grashofovo číslo (Gr) – podobnostní číslo v dynamice tekutin a přenosu tepla, které udává poměr vztlaku a viskózní síly působící na kapalinu

$$Gr = \frac{g \cdot \beta \cdot L^3 \cdot (T_s - T_\infty)}{\nu^2}$$

Rovnice 27 Grashofovo kritérium

Kde g – gravitační zrychlení, T_s – teplota povrchu stěny, T_∞ – teplota tekutiny mimo teplotní mezní vrstvu, L – charakteristický rozměr, β – součinitel teplotní objemové roztažnosti, ν – kinematická viskozita

Nusseltovo číslo (Nu) – poměr rychlosti přestupu tepla mezi fázovou plochou a rychlosti konduktivního přenosu tepla

$$Nu = \frac{\alpha \cdot S \cdot \frac{\Delta T}{V}}{\lambda \cdot \nabla^2 \cdot T} = \frac{\alpha \cdot \frac{\Delta T}{L}}{\lambda \cdot \frac{\Delta T}{L^2}} = \frac{\alpha \cdot L}{\lambda}$$

Rovnice 28 Nusseltovo kritérium

Kde α – součinitel přestupu tepla, L – charakteristický rozměr, λ – tepelná vodivost tekutiny

Prandtlovo číslo (Pr) – vyjadřuje míru podobnosti mezi rychlostním a teplotním polem

$$Pr = \frac{\nu}{a}$$

Rovnice 29 Prandtlovo kritérium

Kde a – teplotní vodivost, ν – kinematická viskozita

Reynoldsovo číslo (Re) – určuje charakter proudění, je to poměr mezi setrvačnými silami a viskózními silami

$$Re = \frac{v_s \cdot d}{\nu}$$

Rovnice 30 Reynoldsovo kritérium

Kde v_s – střední hodnota rychlosti proudění kapaliny v daném průřezu, ν – kinematická viskozita, d – hydraulický průměr

Biotovo číslo (Bi) – poměr mezi odpory vůči přenosu tepla vedením a konvekcí

$$Bi = \frac{\alpha \cdot L}{\lambda}$$

Rovnice 31 Biotovo kritérium

Kde α – součinitel přestupu tepla, L – charakteristický rozměr, λ – tepelná vodivost pevné fáze otékané tekutinou

2.4. Přenos tepla sáláním

Pro výměnu tepla sáláním mezi dvěma šedými povrchy (rozlišenými indexy i a j) platí vztah

$$\dot{Q} = \varphi_{i-j} \cdot A_i \cdot \varepsilon_n \cdot C \left[\left(\frac{T_i}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_j}{100} \right)^4 \right]$$

Rovnice 32 Výměna tepla sáláním

Tohoto vztahu se používá k přibližným výpočtům i pro reálná tělesa. Jako šedá tělesa se chová většina stavebních materiálů, matné nátěry a zkorodované kovy. Lesklé kovové povrchy a průhledné materiály se naopak svým radiačním chováním od představy šedého tělesa výrazně liší. Jediné běžně se vyskytující téměř dokonale průteplivé prostředí je vzduch. A_i je sálající povrch tělesa i , φ_{i-j} úhlový součinitel osálání, ε_n úhrnná relativní sálavost T_i a T_j teploty povrchů, mezi nimiž dochází k výměně tepla sáláním vyjádřené v kelvinech. $C=10^8 C_0$, kde C_0 je emisní konstanta absolutně černého tělesa, která se rovná $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$. Hodnota úhrnné relativní sálavosti se vypočte z relativních sálavostí obou těles, které lze nalézt v Chemicko-inženýrských tabulkách. Tvar vztahu pro výpočet úhrnné relativní sálavosti i hodnota úhlového součinitele osálání závisí výhradně na geometrické konfiguraci a lze je najít v příručkách. Dále uvádíme pouze dva nejjednodušší případy.^[5]

- a) Jedno těleso bez vydutých ploch je úplně obklopeno druhým tělesem bez vydutých ploch se rozumí takové těleso, které „nevidí samo na sebe“.

Index i je těleso uzavřené, j je těleso uzavírající. Platí

$$\varphi_{i-j} = 1$$

$$\varepsilon_n = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_i} + \left(\frac{A_i}{A_j} \right) \cdot \left(\frac{1}{\varepsilon_j} - 1 \right)}$$

Rovnice 33 Úhrnná relativní sálavost

kde A_i a A_j jsou povrchy těles i a j .

- b) Dvě velmi rozlehlé rovnoběžné rovinné desky libovolného tvaru umístěné přesně proti sobě.

$$\varphi_{i-j} = 1$$

$$\varepsilon_n = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_i} + \frac{1}{\varepsilon_j} - 1}$$

Rovnice 34 Úhrnná relativní sálavost

Vztahu lze použít, se zanedbatelnou chybou v hodnotě φ_{ij} , je-li čtverec kolmé vzdálenosti mezi deskami menší než 1% plochy jedné desky. Předcházející údaj ovšem nic neříká o celkové chybě vypočteného tepelného toku, ta v podstatné míře závisí na tom, jak souhlasí s realitou tabelované hodnoty relativní sálavosti.^[5]

3. Izolace potrubí a jejich vlastnosti

Snižování energetické náročnosti stavebních objektů jako celku nespočívá pouze v omezování ztrát skrz obvodové konstrukce budov. Ale také ve snižování tepelných ztrát technických zařízení budov. U budov občanské výstavby se jedná o izolace energetických zařízení zajišťujících vytápění a izolace rozvodných kanálů, potrubí a armatur. Konkrétně jsou to například izolace trubních rozvodů vody, vzduchotechnických kanálů a tak podobně.

U průmyslových zařízení a inženýrských sítí je použití tepelných izolací důležitým předpokladem pro racionální přepravu energie i pro hospodárnost výroby. Nejčastější důvody jsou:

- Udržení maximální, nebo minimální teploty
 - Medií dopravovaných potrubím (teplá voda, parovody, chladicí směsi a tak dále)
 - Potřebné k udržení podmínek ve výrobních či skladovacích zařízeních nebo nezbytných pro bezporuchový chod chemických procesů v tancích či reakčních nádobách
- Chránit zaměstnance a okolní prostory, před účinky teploty
- Šetřit energetické a provozní náklady, tím že se omezí únik energie do okolí.^[1]

3.1. Návrh tepelné izolace

Tepelná ztráta potrubí kruhového průřezu je způsobena vedením tepla jednotlivými vrstvami potrubí a přestupem tepla do okolního prostředí. Její velikost ovlivňuje součinitel prostupu tepla válcovou stěnou (materiál trubky, materiál izolace, přestup tepla mezi povrchem potrubí a okolního prostředí), délka potrubí a rozdíl teploty média uvnitř potrubí a teploty v jeho okolí. Výpočet určuje také energetickou úsporu izolovaného potrubí a střední spotřebu izolace.^[7]

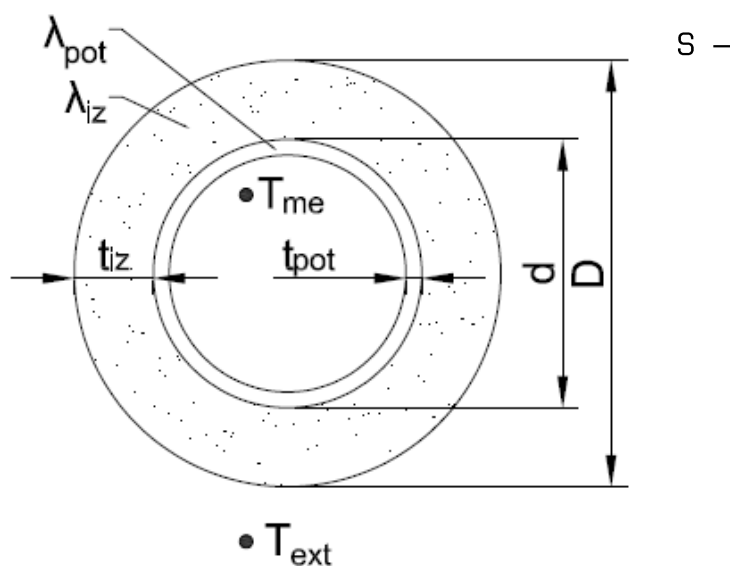
3.1.1. Teorie výpočtu

$$Q_{ZTR} = U \cdot S \cdot \Delta t \quad [W]$$

Rovnice 35 Ztrátový tepelný výkon

Kde U – součinitel prostupu tepla, charakteristický rozměr (v tomto případě délka potrubí), Δt – rozdíl teplot média a exteriéru

$\Delta t = T_{me} - T_{ext}$ Pro výpočet součinitele prostupu tepla U budeme vycházet z rovnice:



Obrázek 8 Návrh tepelné izolace

$$U = \frac{\pi}{\frac{1}{\alpha_i \cdot (d - 2 \cdot t_{pot})} + \frac{1}{2 \cdot \lambda_{pot}} \cdot \ln \frac{d}{d - 2 \cdot t_{pot}} + \frac{1}{2 \cdot \lambda_{iz}} \cdot \ln \frac{D}{d} + \frac{1}{\alpha_e \cdot D}} \quad [W/mK]$$

Rovnice 36 Součinitel prostupu tepla složenou válcovou stěnou

Kde D – vnější průměr potrubí (s izolací), d – vnější průměr potrubí (bez izolace), t_{iz} – tloušťka tepelné izolace, t_{pot} – tloušťka potrubí, T_{me} – teplota média, T_{ext} – teplota okolí potrubí, λ_{pot} – součinitel tepelné vodivosti potrubí, λ_{iz} – součinitel tepelné vodivosti izolace. Pro zjednodušení v inženýrské praxi, můžeme zanedbat součinitel přestupu tepla na vnitřní straně mezi médiem a stěnou potrubí, protože tento součinitel relativně malý. Jelikož výpočet součinitele přestupu tepla na vnější straně α_e , je početně velmi náročné proto, můžeme bezpečně uvažovat 10 W/m²K. Z toho to zjednodušení vyplývá vzorec pro výpočet součinitele prostupu tepla, kdy nám odpadne první člen:

$$U = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot \lambda_{pot}} \cdot \ln \frac{d}{d - 2 \cdot t_{pot}} + \frac{1}{2 \cdot \lambda_{iz}} \cdot \ln \frac{D}{d} + \frac{1}{\alpha_e \cdot D}} \quad [W/mK]$$

Rovnice 37 Zjednodušený výpočet součinitele prostupu tepla složenou stěnou

Vyhláška č. 193/2007 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu, určuje (s určitými výjimkami) opatřit potrubní rozvody tepelnou izolací a definuje tzv. určující hodnoty součinitelů prostupu tepla vztažených na dimenzi potrubí viz tab. 2^[8].

Tabulka 2 tabulka součinitele prostupu tepla vtažený na dimenzi

Dimenze potrubí DN	Součinitel prostupu tepla U [W/mK]
10 až 15	0,15
20 až 32	0,18
40 až 65	0,27
80 až 125	0,34
150 až 200	0,40

Kritická tloušťka izolace

Označíme symbolem d vnější průměr izolace, λ její tepelnou vodivost a α koeficient přestupu tepla mezi vnějším povrchem izolace a okolní tekutinou. Pak při $d < d_{KRIT}$, kde $d_{KRIT} = \frac{2 \cdot \lambda}{\alpha}$

Klesá celkový tepelný odpor izolace a konvekce do okolí s růstem tloušťky izolace, teprve po překročení kritického průměru daného rovnicí, začne zase stoupat. Vztah je odvozen za předpokladu, že koeficient přestupu tepla se s růstem nemění^[9].

1.1. Základní fyzikální veličiny

Tepelná vodivost

Součinitel tepelné vodivosti patří k nejdůležitějším tepelně-technickým parametrům u stavebních materiálů. Charakterizuje schopnost látek vést teplo. Hodnota součinitele tepelné vodivosti je obecně závislá na mnoha vnějších i vnitřních vlivech, které daný materiál ovlivňují. Hodnota součinitele tepelné vodivosti je závislá na vlastnostech materiálu. Přičemž součinitel tepelné vodivosti materiálu lze vyjádřit obecně následujícím vztahem:^[12]

$$\lambda = \frac{Q \cdot d}{(\theta_1 - \theta_0) \cdot S \cdot \tau}$$

Rovnice 38 Tepelná vodivost

Kde:

λ Součinitel tepelné vodivosti [W/(m.K)]

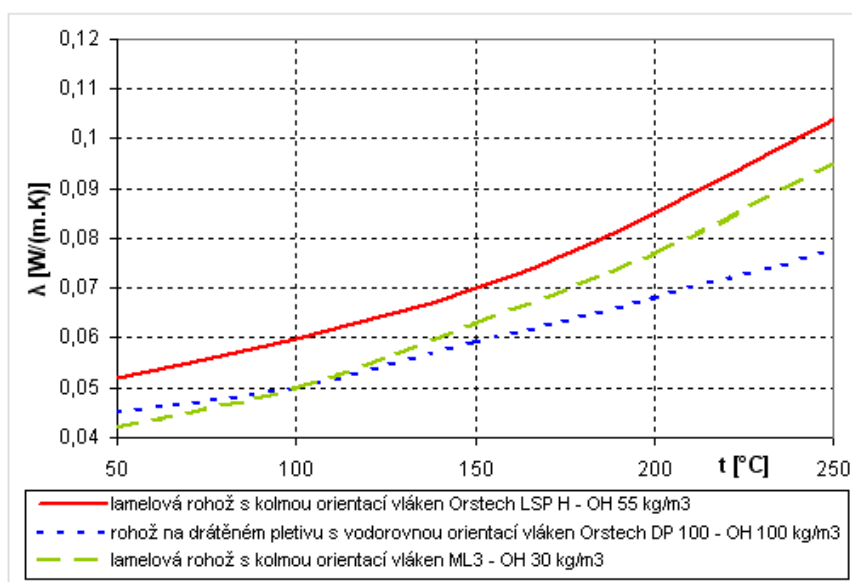
Q Množství prošlého tepla [J]

θ_1, θ_0 Teplota mezi dvěma body, mezi kterými dochází k šíření tepla [°C]

d Vzdálenost [m]

S Plocha [m²]

τ čas [s]



Obrázek 9 Tepelná vodivost různých izolačních výrobků [14]

Měrná tepelná kapacita

Měrná tepelná kapacita materiálu vyjadřuje množství tepla, které je nutné pro zvýšení teploty 1 kg materiálu o 1 K. Měrná tepelná kapacita při konstantním tlaku se označuje se c_p , při konstantním objemu potom c_v . Jednotkou je [J/(kg.K)]^[13]

1.2. Zásady a principy pro návrh a provádění izolací

Minimální vzdálenosti mezi izolovanými objekty

Izolovaný objekt mění vlastnosti blízkého okolí, mění teplotu a rychlost vzduchu v těsné blízkosti objektu a vyzařuje kolem sebe teplo sáláním. Při nedodržení minimálních vzdáleností mezi objekty ke sčítání těchto vlivů. Při výpočtu návrhu izolace se předpokládá, že izolovaný objekt je obklopen vzdušným prostředím a dané návrhové teplotě, vlhkosti a rychlosti proudění vzduchu. Aby byl tento požadovaný předpoklad splněn musí být dodrženy minimální vzájemné vzdálenosti mezi izolovanými a neizolovanými objekty. Tyto minimální vzdálenosti jsou závislé na geometrii, teplotě objektů, a vlastnostech okolí, ale také na vlastnostech vlastního materiálu izolace. Minimální vzdálenosti pro typické konstrukce, jako jsou potrubí, nádrže a kolony, většinou stanovuje výrobce materiálu v technické dokumentaci.^[1]

Opláštění izolace

Opláštění chrání izolaci proti mechanickému poškození, povětrnostními vlivy, chemickému napadení agresivními látkami a zlepšuje požárně technické vlastnosti konstrukce. Nasákavé izolace je třeba zvlášť důkladně chránit před možným vnikáním vody do materiálu izolace.^[1]

Použití parozábrany

Pokud je na izolaci umístěna parozábrana, je třeba ji při instalaci opláštění chránit před poškozením. I malá perforace parozábrany může způsobit její veliké funkční problémy. Proto se mezi parozábranu a opláštění umísťuje ochranná podkladní vrstva. Izolace objektů u nichž by mohlo docházet ke srážení vody, se musí konstruovat tak, aby zkondenzovaná voda mohla volně odtékat. Někdy se navrhuje pro udržení suché izolace větraná mezera mezi opláštěním a izolací. Toto řešení však může u lehce průvzdušných izolací znehodnocovat tepelně izolační účinek izolace vlivem průvzdušnosti. Mezera se vytváří pomocí distančních kroužků, nebo opěrné konstrukce.

Základním problémem při navrhování parozábran je použitá hodnota faktoru difúzního odporu. Tato laboratorně získaná hodnota předpokládá dokonalou plošnou celistvost parozábrany, bez jakýchkoliv perforací a netěsností vy stycích a v okolí prostupů nosných konstrukcí. Zajištění těchto předpokladů je však při zabudování parozábrany do konstrukce komplikované. Pomineme-li technologickou nekázeň, je v praxi obtížné dokonale parotěsně vyřešit napojení parozábrany na prostupující konstrukce. Zajistit reálnou parotěsnost parozábrany je tedy nelehké a použití parotěsné fóliové vrstvy může být z tohoto pohledu riskantní.^[1]

Ochrana proti korozi

Poklad, na který se izolace aplikují, nesmí izolační hmoty korozně napadat. Je proto třeba dbát i na takové materiálové vlastnosti jako je např. u minerálních vln působení sulfidů na běžnou

ocel a chloridů na ocel chromniklovou. Izolace z minerálních vln vyráběné pro speciální použití na určitých ocelích, těmto požadavkům na nulový obsah sulfidů a nízký obsah chloridů vyhovují. Výrobci často vyrábějí tyto izolace v tzv. AS-kvalitě. Některé izolační trubice a lamelové rohože jsou vybaveny vysokou alkalitou, čímž pomáhají chránit podkladní ocel před korozí. Dalšími vlastnostmi důležitými pro ochranu před korozí je nízká nasákavost a vysoký difúzní odpor izolační vrstvy zabraňující průchodu vodních par do míst kde by mohly kondenzovat.^[1]

Ochrana proti hluku

U potrubí a vzduchotechnických zařízení může tepelná izolace zároveň plnit i funkci ochrany, proti hluku šířícího se potrubím. Při potřebě snížit hladinu zvuku na určitou úroveň je potřeba provést zvláštní výpočet návrhu akustické izolace. Pro účely ochrany proti hluku jsou vhodné zejména elastické izolační hmoty se zvýšenou pevností v tlaku, které nepotřebují žádné podpůrné konstrukce a u menších průměrů lze úchyty a podpěry potrubí upínat na vnější povrch těchto izolací potrubí. Tím, že nejsou tyto prvky přímo spojeny s potrubím, nemůže se přenášet hluk do ostatních konstrukcí.^[1]

B. Výpočtová část

1. Skladby konstrukcí

Skladby konstrukcí byly realizovány dle zadané projektové dokumentace. U konstrukce podlaha na zemině nevyhoví součinitel prostupu tepla na požadovanou hodnotu, protože se jedná o rekonstrukci a nebyla možnost tuto konstrukci dodatečně zateplit. Strop nad prvním podlažím byl dodatečně zateplen minerální vatou tloušťky 120 mm.

1.1. Svislá obvodová konstrukce

Tabulka 3 Výpočet součinitele prostupu tepla pro obvodovou konstrukci

Obvodová stěna S01					
Číslo vrstvy	Název materiálu	λ [W/m.K]	tl. [m]	R [m²K/W]	
1	Vápenocementová omítka	0,450	0,010	0,022	
2	Konstrukce panelu	1,740	0,270	0,155	
3	Polystyrén EPS 70 F	0,022	0,140	6,364	
4	Silikonová omítka	0,450	0,010	0,022	$R_{si} = 0,130 \text{ m}^2\text{K/W}$
					$R_{se} = 0,040 \text{ m}^2\text{K/W}$
					$\Sigma R = 6,733 \text{ m}^2\text{K/W}$
					$U = 0,149 \text{ W/m}^2\text{K}$

1.2. Svislé vnitřní konstrukce

Tabulka 4 Výpočty součinitele prostupu tepla pro svislé vnitřní konstrukce

Vnitřní příčka SN1					
Číslo vrstvy	Název materiálu	λ [W/m.K]	tl. [m]	R [m²K/W]	
1	Vápenocementová omítka	0,450	0,010	0,022	
2	Cihla dutá	0,340	0,150	0,441	$R_{si} = 0,130 \text{ m}^2\text{K/W}$
3	Silikonová omítka	0,450	0,010	0,022	$R_{se} = 0,130 \text{ m}^2\text{K/W}$
					$\Sigma R = 0,746 \text{ m}^2\text{K/W}$
					$U = 1,341 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vnitřní příčka SN2					
Číslo vrstvy	Název materiálu	λ [W/m.K]	Tl. [m]	R [m²K/W]	
1	Vápenocementová omítka	0,450	0,010	0,022	
2	Konstrukce panelu	1,740	0,080	0,046	
3	Silikonová omítka	0,450	0,010	0,022	$R_{si} = 0,130 \text{ m}^2\text{K/W}$
					$R_{se} = 0,130 \text{ m}^2\text{K/W}$
					$\Sigma R = 0,350 \text{ m}^2\text{K/W}$
					$U = 2,854 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vnitřní příčka SN3					
Číslo vrstvy	Název materiálu	λ [W/m.K]	Tl. [m]	R [m²K/W]	
1	Vápenocementová omítka	0,450	0,010	0,022	
2	Konstrukce panelu	1,740	0,050	0,029	$R_{si} = 0,130 \text{ m}^2\text{K/W}$
3	Silikonová omítka	0,450	0,010	0,022	$R_{se} = 0,130 \text{ m}^2\text{K/W}$
					$\Sigma R = 0,333 \text{ m}^2\text{K/W}$
					$U = 3,001 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vnitřní příčka SN4					
Číslo vrstvy	Název materiálu	λ [W/m.K]	Tl. [m]	R [m²K/W]	
1	Vápenocementová omítka	0,450	0,010	0,022	
2	Konstrukce panelu	1,740	0,200	0,115	
3	Vápenocementová omítka	0,450	0,010	0,022	$R_{si} = 0,130 \text{ m}^2\text{K/W}$
					$R_{se} = 0,130 \text{ m}^2\text{K/W}$
					$\Sigma R = 0,419 \text{ m}^2\text{K/W}$
					$U = 2,384 \text{ W/m}^2\text{K}$

1.3. Podlaha na zemině

Tabulka 5 Výpočet součinitele prostupu tepla pro podlahu na zemině

Podlaha na zemině PDL1					
Číslo vrstvy	Název materiálu	λ [W/m.K]	Tl. [m]	R [m²K/W]	
1	Keramická dlažba	1,010	0,008	0,008	
2	Betonový potěr	1,050	0,060	0,057	
3	Tepelná izolace	0,040	0,030	0,750	
4	Beton slabě vyztužený	1,050	0,150	0,143	$R_{si} = 0,170 \text{ m}^2\text{K/W}$
					$R_{se} = 0,000 \text{ m}^2\text{K/W}$
					$\Sigma R = 1,128 \text{ m}^2\text{K/W}$
					$U = 0,887 \text{ W/m}^2\text{K}$

1.4. Vodorovné vnitřní konstrukce

Tabulka 6 Výpočet součinitele prostupu tepla pro vnitřní vodorovné konstrukce

Strop nad 1. NP STR1					
Číslo vrstvy	Název materiálu	λ [W/m.K]	Tl. [m]	R [m²K/W]	
1	Laminátová podlaha	0,130	0,007	0,054	
2	Betonový potěr	1,240	0,050	0,040	
3	Kročejová izolace	0,030	0,020	0,667	
4	Železobeton	1,750	0,140	0,080	
5	Tepelná izolace	0,040	0,120	3,000	
6	Vápenocementová omítka	0,450	0,005	0,011	$R_{si} = 0,100 \text{ m}^2\text{K/W}$
					$R_{se} = 0,100 \text{ m}^2\text{K/W}$
					$\Sigma R = 4,052 \text{ m}^2\text{K/W}$
					$U = 0,247 \text{ W/m}^2\text{K}$

Strop mezi podlažími STR2					
Číslo vrstvy	Název materiálu	λ [W/m.K]	Tl. [m]	R [m²K/W]	
1	Laminátová podlaha	0,130	0,007	0,054	
2	Betonový potěr	1,240	0,050	0,040	
3	Kročejová izolace	0,030	0,020	0,590	
4	Železobeton	1,750	0,140	0,080	
6	Vápenocementová omítka	0,450	0,010	0,022	$R_{si} = 0,100 \text{ m}^2\text{K/W}$
					$R_{se} = 0,100 \text{ m}^2\text{K/W}$
					$\Sigma R = 0,986 \text{ m}^2\text{K/W}$
					$U = 1,014 \text{ W/m}^2\text{K}$

1.5. Střešní konstrukce

Tabulka 7 Výpočet součinitele prostupu tepla pro střešní konstrukci

Střešní konstrukce SCH1					
Číslo vrstvy	Název materiálu	λ [W/m.K]	Tl. [m]	R [m²K/W]	
1	Střešní fólie	0,160	0,002	0,009	
2	Tepelná izolace	0,040	0,250	6,250	
3	Asfaltový pás	0,210	0,004	0,590	
4	Polsid	0,040	0,050	1,250	
5	Železobeton	1,740	0,140	0,080	
6	Vápenocementová omítka	0,450	0,010	0,022	$R_{si} = 0,100 \text{ m}^2\text{K/W}$
					$R_{se} = 0,040 \text{ m}^2\text{K/W}$
					$\Sigma R = 8,342 \text{ m}^2\text{K/W}$
					$U = 0,120 \text{ W/m}^2\text{K}$

1.6. Výplně otvorů

Okna

Tabulka 8 Výpočet součinitele prostupu tepla pro výplně okna

Označení	Délka [m]	Šířka [m]	Součinitel prostupu tepla U_w [W/(m ² .K)]
OJT1	1,60	0,60	1,10
OJT2	1,23	1,97	1,10
OJT3	0,80	0,60	1,10
OJT4	2,10	1,60	1,10
OJT5	1,20	1,60	1,10

Dveře

Tabulka 9 Výpočet součinitele prostupu tepla pro výplně dveří

Označení	Název	Výška	Šířka	Součinitel prostupu tepla U_D [W/(m ² .K)]
D01	Dveře ochlazované	1970	1600	1,10
D02	Dveře ochlazované	1970	3150	1,10
DN1	Dveře neochlazované	1970	800	2,0
DN2	Dveře neochlazované	1970	700	2,0
DN3	Dveře neochlazované	1970	600	2,0
DN4	Dveře neochlazované	1970	15000	2,0

2. Stanovení tepelných ztrát objektu podrobným výpočtem

2.1. Okrajové podmínky

Místo: Brno

Teplota exteriéru: -12 °C

Systém větrání: přirozené

2.2. Postup výpočtu

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}$$

Rovnice 39 Celková tepelná ztráta

$\Phi_{HL,i}$ – Celková tepelná ztráta

$\Phi_{T,i}$ – Tepelná ztráta prostupem

$\Phi_{V,i}$ - Tepelná ztráta větráním

Tepelná ztráta prostupem

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

Rovnice 40 Tepelná ztráta prostupem

$H_{T,ie}$ – je měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]

$$H_{T,ie} = \Sigma (A_K \cdot U_{KC})$$

A_K – Plocha konstrukce [m²]

U_{KC} – Součinitel prostupu tepla i s korekcí na tepelné mosty [W/m²K]

$H_{t,iue}$ – je měrná tepelná ztráta do nevytápěného prostoru [W/K]

$$H_{t,iue} = \Sigma (A_K \cdot U_K \cdot b_u)$$

Rovnice 41 Měrná tepelná ztráta do nevytápěného prostoru

b_u – součinitel redukce teploty [-]

$H_{T,ig}$ – je měrná tepelná ztráta do zeminy [W/K]

$$H_{T,ig} = f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot (\Sigma A_K \cdot U_{equie,k}) \cdot G_w$$

Rovnice 42 Měrná tepelná ztráta do zeminy

f_{g1} – opravný součinitel na vliv venkovní teploty (1,45)

f_{g2} – opravný součinitel na vliv roční změny průběhu venkovní teploty

G_w – opravný součinitel na vliv spodní vody

$H_{T,ij}$ - je měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou [W/K]

$$H_{t,iue} = \Sigma (A_K \cdot U_K \cdot f_u)$$

Rovnice 43 Měrná tepelná ztráta do prostoru s odlišnou teplotou

f_u – součinitel redukce teploty [-]

$\theta_{int,i}$ – teplota interiéru

θ_e – teplota v exteriéru

Tepelná ztráta přirozeným větráním

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{int,e} - \theta_e) \text{ [W]}$$

Rovnice 44 tepelná ztráta přirozeným větráním

$H_{v,i}$ – měrná tepelná ztráta větráním

$$H_{v,i} = V_{i,p} \cdot c = V_{i,0,34} \text{ [W/K]}$$

Rovnice 45 Měrná tepelná ztráta větráním

$V_{inf,i}$ – proudění vzduchu štěrbinami a spárami obvodového pláště [m^3/h]

$V_{min,i}$ – minimální požadovaná výměna vzduchu [m^3/h]

2.3. Tepelné ztráty jednoho bytu

Tabulka 10 Ruční výpočet tepelných ztrát jednoho bytu

Tabulka 10 Kuchň výpočet tepelných ztrát jedného bytu

Místnost:	201	Výp. t. místnosti	20,00				
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	e _k	A _k ·U _{kc} ·e _k
SO1	Obvodová stěna	7,76	0,15	0,02	0,17	1,00	1,31
OJT4	Okno 2100x1600	3,36	1,10	0,00	1,10	1,00	3,70
SO1	Obvodová stěna	4,06	0,15	0,02	0,17	1,00	0,69
SO1	Obvodová stěna	17,84	0,15	0,02	0,17	1,00	3,01
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí H _{T,ie} =							8,71
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	b _k	A _k ·U _{kc} ·e _k
-	-	-	-	-	-	-	-
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. H _{T,ij} =							0,00
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A _k	U _k	f _{ij}	A _k ·U _{kc} ·f _{ij}		
SN1	Příčka 150	5,66	1,21	0,00	0,00		
DN1	Dveře 800	1,58	1,10	0,00	0,00		
SN4	Příčka 200	4,63	2,39	-0,13	-1,38		
SN4	Příčka 200	2,52	2,39	0,00	0,00		
SN1	Příčka 150	2,29	1,21	0,00	0,00		
DN1	Dveře 800	1,58	1,10	0,00	0,00		
SN1	Příčka 150	7,69	1,21	0,00	0,00		
STR2	Strop mezi patry	25,29	1,01	0,00	0,00		
STR1	Strop nad 1.NP	25,29	0,25	0,31	1,95		
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. H _{T,ij} =							0,57

Tepelné ztráty zeminou						
Stavební konstrukce						
Č.k.	Popis		A _k	U _k	f _{ij}	A _k ·U _k ·f _{ij}
-	-		-	-	-	-
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl.				H _{T,ij} =		0,00
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i} = H _{T,ie} + H _{T,iue} + H _{T,ij} + H _{T,ig}					9,28	
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e	H _{T,i}	Návrhová ztráta prostupem Φ _{T,i} (W)		
20,00	-12,00	32,00	9,28	296,81		
Tepelná ztráta větráním – přirozené větrání						
Objem místnosti V _i (m ³)	Výpočtová v. teplota θ _e	Výpočtová v. teplota θ _{int,i}	Hygienické požadavky			
			n (h ⁻¹)	V _{min,i} (m ³ /h)		
52,3	-12,00	20	0,5	26,15		
Počet nechráněných otvorů	Výškový korekční činitel ε	Činitel zatloučení e	n ₅₀	Množství vzduchu infiltrací V _{inf,i} (m3/h)		
				V _{inf,i} (m3/h)		
1	1	0,02	4,5	9,41		
Výpočet tepelné ztráty větráním						
max. z V _{min,i} , V _{inf,i}		H _{v,i}	θ _{int,i} - θ _e	Ná. te. ztráta větráním Φ _{V,i} (W)		
26,15		8,89	32,00	284,51		
Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost			201		581,32	
			Φ _{HL,i} = Φ _{T,i} + Φ _{V,i} + Φ _{RH} =			

Místnost:	202	Výp. t. místnosti	20,00				
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	e _k	A _k ·U _{kc} ·e _k
SO1	Obvodová stěna	7,56	0,15	0,02	0,17	1,00	1,28
OJT4	Okno 2100x1600	3,36	1,10	0,00	1,10	1,00	3,70
SO1	Obvodová stěna	4,19	0,15	0,02	0,17	1,00	0,71
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí H _{T,ie} =							4,97
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	b _k	A _k ·U _{kc} ·e _k
STR1	Strop mezi podlažími	12,28	0,35	0,00	0,35	0,50	2,13
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. H _{T,ij} =							2,13
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A _k	U _k	f _{ij}	A _k ·U _{kc} ·f _{ij}		
SN1	Příčka 150	5,65	1,21	0,00	0,00		
DN1	Dveře 800	1,58	1,10	0,00	0,00		
SN3	Příčka 50	3,86	3,00	-0,13	-1,45		
DN3	Dveře 600	1,18	1,10	-0,13	-0,16		
SN3	Příčka 50	4,63	3,00	-0,13	-1,74		
SN3	Příčka 50	2,66	3,00	0,00	0,00		
SN3	Příčka 50	4,22	3,00	0,00	0,00		
DN2	Dveře700	1,38	1,10	0,00	0,00		
SN1	Příčka 150	10,77	1,21	0,16	2,04		
STR2	Strop mezi patry	12,28	1,01	0,00	0,00		
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. H _{T,ij} =							-1,31
Tepelné ztráty zeminou							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A _k	U _k	f _{ij}	A _k ·U _{kc} ·f _{ij}		
-	-	-	-	-	-		
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. H _{T,ij} =							0,00
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i} = H _{T,ie} + H _{T,iue} + H _{T,ij} + H _{T,ig}							5,79
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e	H _{T,i}	Návrhová ztráta prostupem Φ _{T,i} (W)			

20,00	-12,00	32,00	5,79	185,37	
Tepelná ztráta větráním – přirozené větrání					
Objem místnosti V_i (m^3)	Výpočtová v. teplota θ_e	Výpočtová v. teplota $\theta_{int,i}$	Hygienické požadavky		
			n (h^{-1})	$V_{min,i}$ (m^3/h)	
31,8	-12,00	20	0,5	15,90	
Počet nechráněných otvorů	Výškový korekční činitel ϵ	Činitel zaclonění e	n_{50}	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m^3/h)	
				$V_{inf,i}$ (m^3/h)	
1	1	0,02	4,5	5,72	
Výpočet tepelné ztráty větráním					
max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i}- \theta_e$	Ná. te. ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ (W)		
15,9	5,41	32,00	172,99		
Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost			202	358,37	
			$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH} =$		

Místnost:	203	Výp. t. místnosti	24,00				
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	e _k	A _k ·U _{kc} ·e _k
-	-	-	-	-	-	-	-
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí H _{T,ie} =							0,00
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	b _k	A _k ·U _{kc} ·e _k
STR1	Strop mezi podlažími	2,99	0,35	0,00	0,35	0,56	0,57
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. H _{T,ij} =							0,57
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A _k	U _k	f _{ij}	A _k ·U _{kc} ·f _{ij}		
SN4	Příčka 200	4,65	2,39	0,11	1,23		
SN3	Příčka 50	3,86	3,00	0,11	1,29		
DN3	Dveře 600	1,18	1,10	0,11	0,14		
SN3	Příčka 50	4,65	3,00	0,11	1,55		
SN3	Příčka 50	3,86	3,00	0,11	1,29		
DN3	Dveře 600	1,18	1,10	0,11	0,14		
STR2	Strop mezi patry	2,99	1,01	0,11	0,34		
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. H _{T,ij} =							5,98
Tepelné ztráty zeminou							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A _k	U _k	f _{ij}	A _k ·U _{kc} ·f _{ij}		
-	-	-	-	-	-		
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. H _{T,ij} =							0,00
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i} = H _{T,ie} + H _{T,iue} + H _{T,ij} + H _{T,ig}					6,56		
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e	H _{T,i}	Návrhová ztráta prostupem Φ _{T,i} (W)			
24,00	-12,00	36,00	6,56	236,00			
Tepelná ztráta větráním – přirozené větrání							
				Hygienické požadavky			

Objem místnosti V_i (m^3)	Výpočtová v. teplota θ_e	Výpočtová v. teplota $\theta_{int,i}$	n (h^{-1})	$V_{min,i}$ (m^3/h)
6,1	-12,00	24	0,5	3,05
Počet nechráněných otvorů	Výškový korekční činitel ϵ	Činitel zaclonění e	n_{50}	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m^3/h)
0	0	0	4,5	0,00
Výpočet tepelné ztráty větráním				
max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i}- \theta_e$	Ná. te. ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ (W)	
3,05	1,04	-4	-4,15	
Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost			203	231,85
			$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH} =$	

Místnost:	204	Výp. t. místnosti	20,00				
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	e _k	A _k ·U _{kc} ·e _k
-	-	-	-	-	-	-	-
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí H _{T,ie} =							0,00
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	b _k	A _k ·U _{kc} ·e _k
STR1	Strop mezi podlažími	1,62	0,35	0,00	0,35	0,50	0,28
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. H _{T,ij} =							0,28
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A _k	U _k	f _{ij}	A _k ·U _{kc} ·f _{ij}		
SN4	Příčka 200	2,52	2,39	0,00	0,00		
SN3	Příčka 50	2,52	3,00	0,00	0,00		
SN3	Příčka 50	3,86	3,00	-0,13	-1,45		
DN3	Dveře 600	1,18	1,10	-0,13	-0,16		
SN3	Příčka 50	3,86	3,00	0,00	0,00		
DN3	Dveře 600	1,18	1,10	0,00	0,00		
STR2	Strop mezi patry	1,62	1,01	0,00	0,00		
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. H _{T,ij} =							-1,61
Tepelné ztráty zeminou							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A _k	U _k	f _{ij}	A _k ·U _{kc} ·f _{ij}		
-	-	-	-	-	-		
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. H _{T,ij} =							0,00
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i} = H _{T,ie} + H _{T,iue} + H _{T,ij} + H _{T,ig}					-1,33		
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e	H _{T,i}	Návrhová ztráta prostupem Φ _{T,i} (W)			
20,00	-12,00	32,00	-1,33	-42,52			
Tepelná ztráta větráním – přirozené větrání							
				Hygienické požadavky			

Objem místnosti V_i (m^3)	Výpočtová v. teplota θ_e	Výpočtová v. teplota $\theta_{int,i}$	n (h^{-1})	$V_{min,i}$ (m^3/h)
2,4	-12,00	20	0,5	1,20
Počet nechráněných otvorů	Výškový korekční činitel ϵ	Činitel zaclonění e	n_{50}	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m^3/h)
0	0	0	4,5	0,00
Výpočet tepelné ztráty větráním				
max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i}- \theta_e$	Ná. te. ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ (W)	
1,2	0,41	0,00	0,00	
Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost			204	
			$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH} =$	
			-42,52	

Místnost:	205	Výp. t. místnosti	20,00				
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	e _k	A _k ·U _{kc} ·e _k
-	-	-	-	-	-	-	-
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí H _{T,ie} =							0,00
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	b _k	A _k ·U _{kc} ·e _k
STR1	Strop mezi podlažími	5,18	0,35	0,00	0,35	0,44	0,78
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. H _{T,ij} =							0,78
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A _k	U _k	f _{ij}	A _k ·U _{kc} ·f _{ij}		
SN1	Příčka 150	2,29	1,21	0,00	0,00		
DN1	Dveře 800	1,58	1,10	0,00	0,00		
SN3	Příčka 50	4,22	3,00	0,00	0,00		
DN2	Dveře700	1,38	1,10	0,00	0,00		
SN3	Příčka 50	3,30	3,00	0,00	0,00		
DN3	Dveře 600	1,18	1,10	0,00	0,00		
SN1	Příčka 150	5,04	1,21	0,00	0,00		
SN1	Příčka 150	5,68	1,21	0,00	0,00		
SN1	Příčka 150	3,86	1,21	0,16	0,73		
STR2	Strop mezi patry	5,18	1,01	0,00	0,00		
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. H _{T,ij} =							0,73
Tepelné ztráty zeminou							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A _k	U _k	f _{ij}	A _k ·U _{kc} ·f _{ij}		
-	-	-	-	-	-		
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. H _{T,ij} =							0,00
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i} = H _{T,ie} + H _{T,iue} + H _{T,ij} + H _{T,ig}					1,52		
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e	H _{T,i}	Návrhová ztráta prostupem Φ _{T,i} (W)			
20,00	-12,00	32,00	1,52	48,52			

Tepelná ztráta větráním – přirozené větrání				
Objem místnosti V_i (m^3)	Výpočtová v. teplota θ_e	Výpočtová v. teplota $\theta_{int,i}$	Hygienické požadavky	
			n (h^{-1})	$V_{min,i}$ (m^3/h)
10,5	-12,00	20	0,5	5,25
Počet nechráněných otvorů	Výškový korekční činitel ϵ	Činitel zatloučení e	n_{50}	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m^3/h)
0	0	0	4,5	0,00
Výpočet tepelné ztráty větráním				
max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Ná. te. ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ (W)	
5,25	1,79	0,00	0,00	
Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost			48,52	
205 $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH} =$				

Místnost:	216	Výp. t. místnosti	20,00				
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	e _k	A _k ·U _{kc} ·e _k
-	-	-	-	-	-	-	-
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí H _{T,ie} =							0,00
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	b _k	A _k ·U _{kc} ·e _k
STR1	Strop mezi podlažími	7,61	0,35	0,00	0,35	0,41	1,07
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. H _{T,ij} =							1,07
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A _k	U _k	f _{ij}	A _k ·U _{kc} ·f _{ij}		
SN1	Příčka 150	5,68	1,21	0,00	0,00		
SN1	Příčka 150	9,40	1,21	0,16	1,78		
DN1	Dveře 800	1,58	1,10	0,16	0,27		
SN1	Příčka 150	5,68	1,21	0,00	0,00		
SN2	Příčka 80	8,92	2,86	0,00	0,00		
DN1	Dveře 800	1,58	1,10	0,00	0,00		
STR2	Strop mezi patry	7,61	1,01	0,00	0,00		
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. H _{T,ij} =							2,05
Tepelné ztráty zeminou							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A _k	U _k	f _{ij}	A _k ·U _{kc} ·f _{ij}		
-	-	-	-	-	-		
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. H _{T,ij} =							0,00
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i} = H _{T,ie} + H _{T,iue} + H _{T,ij} + H _{T,ig}					3,12		
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e	H _{T,i}	Návrhová ztráta prostupem Φ _{T,i} (W)			
20,00	-12,00	32,00	3,12	99,97			
Tepelná ztráta větráním – přirozené větrání							
				Hygienické požadavky			

Objem místnosti V_i (m^3)	Výpočtová v. teplota θ_e	Výpočtová v. teplota $\theta_{int,i}$	n (h^{-1})	$V_{min,i}$ (m^3/h)
16,1	-12,00	20	0,5	8,05
Počet nechráněných otvorů	Výškový korekční činitel ϵ	Činitel zatloučení e	n_{50}	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m^3/h)
0	0	0	4,5	0,00
Výpočet tepelné ztráty větráním				
max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Ná. te. ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ (W)	
8,05	2,74	0,00	0,00	
Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost				99,97
216 $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH} =$				

Místnost:	217	Výp. t. místnosti	20,00					
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	e _k	A _k ·U _{kc} ·e _k	
SO1	Obvodová stěna	5,37	0,15	0,02	0,17	1,00	0,91	
DO2	Dveře 900	1,77	1,10	0,00	1,10	1,00	1,95	
OJT4	Okno 2100x1600	3,36	1,10	0,00	1,10	1,00	3,70	
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí H _{T,ie} =							6,55	
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	b _k	A _k ·U _{kc} ·e _k	
STR1	Strop mezi podlažími	16,46	0,35	0,00	0,35	0,41	2,32	
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. H _{T,ij} =							2,32	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A _k	U _k	f _{ij}	A _k ·U _{kc} ·f _{ij}			
SN1	Příčka 150	7,70	1,21	0,00	0,00			
SN1	Příčka 150	5,04	1,21	0,00	0,00			
SN2	Příčka 80	8,92	2,86	0,00	0,00			
DN1	Dveře 800	1,36	1,10	0,00	0,00			
SN1	Příčka 150	12,29	1,21	0,00	0,00			
STR2	Strop mezi patry	16,46	1,01	0,00	0,00			
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. H _{T,ij} =							0,00	
Tepelné ztráty zeminou								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A _k	U _k	f _{ij}	A _k ·U _{kc} ·f _{ij}			
-	-	-	-	-	-			
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. H _{T,ij} =							0,00	
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i} = H _{T,ie} + H _{T,iue} + H _{T,ij} + H _{T,ig}								8,87
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e	H _{T,i}	Návrhová ztráta prostupem Φ _{T,i} (W)				
20,00	-12,00	32,00	8,87	283,80				
Tepelná ztráta větráním – přirozené větrání								
				Hygienické požadavky				

Objem místnosti V_i (m^3)	Výpočtová v. teplota θ_e	Výpočtová v. teplota $\theta_{int,i}$	n (h^{-1})	$V_{min,i}$ (m^3/h)
36,1	-12,00	20	0,5	18,05
Počet nechráněných otvorů	Výškový korekční činitel ϵ	Činitel zatloučení e	n_{50}	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m^3/h)
2	1	0,03	4,5	9,75
Výpočet tepelné ztráty větráním				
max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Ná. te. ztráta větráním $\Phi_{v,i}$ (W)	
18,05	6,14	32,00	196,38	
Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost				480,19
217 $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH} =$				

2.4. Tepelné ztráty jednotlivých místností

Tabulka 11 Seznam tepelných ztrát celé budovy

podl.	č.m.	účel	t_i [°C]	V_{mi} [m^3]	A_{pi} [m^2]	V_m [W]	T_m [W]	H_{Lm} [W]
Nevytápěné místnosti								
1	102	Kočárkárna	3	39	16	64	22	42
1	103	Chodba	4	10	4	18	4	22
1	104	Schodiště	2	41	17	62	33	29
1	105	Sklep	7	37	15	75	80	155
1	106	Sklepní kóje	7	50	20	102	95	7
1	107	Chodba	7	23	9	46	16	30
1	108	Sklepní kóje	3	51	20	82	6	76
1	109	Sklepní kóje	3	41	17	67	7	74
1	110	Chodba	5	10	4	19	23	42
1	111	WC	5	5	2	10	5	15
1	112	Sušárna	5	41	17	75	5	80
1	113	Žehlárna	2	40	16	61	31	30
1	114	Chodba	3	10	4	17	20	37
1	115	Úklid	3	18	7	30	16	46
1	116	Sklepní kóje	2	51	20	77	38	39
1	117	Sklepní kóje	2	50	20	76	14	90
1	118	Sklepní kóje	1	50	20	71	49	22

podl.	č.m.	účel	t_i [°C]	V_{mi} [m ³]	A_{pi} [m ²]	V_m [W]	T_m [W]	H_{Lm} [W]
1	119	Sklepni kóje	2	40,3	16,3	62	-4	58
1	120	Namáčírna	1	38	16	55	50	5
1	121	Prádelna	1	49,9	20,2	71	-38	33
1	122	Chodba	2	11	4	17	19	36
úsek N				699,5	283,2	1 222	-572	651
Vytápěné místnosti								
1	101	Kotelna	10	49,9	20,2	285	277	562
2	201	Pokoj	20	52,3	20,2	285	277	562
2	202	Kuchyně	20	31,8	12,3	173	181	354
2	203	Koupelna	24	6,2	2,4	4	218	222
2	204	WC	20	2,5	1,0	0	-46	-46
2	205	Chodba	20	10,5	4,1	0	40	40
2	207	Schodiště	15	42,2	16,3	0	10	10
2	208	Kuchyně	20	2,5	1,0	173	169	342
2	209	Koupelna	24	6,1	2,4	4	215	219
2	210	WC	20	2,4	1,0	0	-47	-47
2	211	Chodba	20	10,4	4,1	0	39	39
2	212	Pokoj	20	52,3	20,2	285	277	562
2	213	Předsíň	20	16,1	6,2	0	91	91
2	214	Pokoj	20	36,1	14,0	197	268	465
2	216	Předsíň	20	16,1	6,2	0	85	85
2	217	Pokoj	20	36,1	14,0	197	268	465
2	219	Chodba	15	44,9	17,3	0	-189	-189
2	220	Předsíň	20	16,1	6,2	0	53	53
2	221	Pokoj	20	36,1	14,0	197	272	469
2	223	Předsíň	20	16,1	6,2	0	52	52
2	224	Pokoj	20	36,1	14,0	197	272	469
2	226	Pokoj	20	19,4	7,5	16	97	113
2	227	Pokoj	20	42,2	16,3	230	283	513
2	228	Chodba	20	10,5	4,1	0	20	20
2	229	Pokoj	20	52,3	20,2	284	321	605
2	230	WC	20	2,5	1,0	0	-45	-45
2	231	Koupelna	24	6,2	2,4	4	218	222
2	232	Kuchyně	20	2,6	1,0	173	115	288
2	234	Chodba	20	10,5	4,1	0	20	20
2	235	Pokoj	20	52,3	20,2	284	321	605
2	236	WC	20	2,5	1,0	0	-48	-48
2	237	Kopelna	24	6,2	2,4	4	218	222
2	238	Kuchyň	20	2,6	1,0	173	118	291
3	301	Pokoj	20	52,3	20,2	284	215	499
3	302	Kuchyně	20	2,6	1,0	173	112	285
3	303	Koupelna	24	6,2	2,4	4	203	207
3	304	WC	20	2,5	1,0	0	-61	-61
3	305	Chodba	20	10,5	4,1	0	23	23

podl.	č.m.	účel	t_i [°C]	V_{mi} [m ³]	A_{pi} [m ²]	V_m [W]	T_m [W]	H_{Lm} [W]
3	307	Schodiště	15	42,2	16,3	9	-41	-32
3	308	Kuchyně	20	2,5	1,0	173	112	285
3	309	Koupelna	24	6,1	2,4	4	203	207
3	310	WC	20	2,4	1,0	0	-52	-52
3	311	Chodba	20	10,4	4,1	0	23	23
3	312	Pokoj	20	52,3	20,2	284	215	499
3	313	Předsíň	20	16,1	6,2	0	63	63
3	314	Pokoj	20	36,1	14,0	197	206	403
3	316	Předsíň	20	16,1	6,2	0	63	63
3	317	Pokoj	20	36,1	14,0	197	206	403
3	319	Chodba	15	44,9	17,3	0	-236	-236
3	320	Předsíň	20	16,1	6,2	0	23	23
3	321	Pokoj	20	36,1	14,0	197	206	403
3	323	Předsíň	20	16,1	6,2	0	23	23
3	324	Pokoj	20	36,1	14,0	197	206	403
3	326	Pokoj	20	19,4	7,5	16	64	80
3	327	Pokoj	20	42,2	16,3	230	206	436
3	328	Chodba	20	10,5	4,1	0	23	23
3	329	Pokoj	20	52,3	20,2	284	215	499
3	330	WC	20	2,5	1,0	0	-52	-52
3	331	Koupelna	24	6,2	2,4	4	203	207
3	332	Kuchyně	20	2,6	1,0	173	112	285
3	334	Chodba	20	10,5	4,1	0	0	0
3	335	Pokoj	20	52,3	20,2	284	215	499
3	336	WC	20	2,5	1,0	0	-52	-52
3	337	Koupelna	24	6,2	2,4	4	203	207
3	338	Kuchyň	20	2,6	1,0	173	112	285
4	401	Pokoj	20	52,3	20,2	284	215	499
4	402	Kuchyně	20	2,6	1,0	173	112	285
4	403	Koupelna	24	6,2	2,4	4	203	207
4	404	WC	20	2,5	1,0	0	-61	-61
4	405	Chodba	20	10,5	4,1	0	23	23
4	407	Schodiště	15	42,2	16,3	9	-41	-32
4	408	Kuchyně	20	2,5	1,0	173	112	285
4	409	Koupelna	24	6,1	2,4	4	203	207
4	410	WC	20	2,4	1,0	0	-52	-52
4	411	Chodba	20	10,4	4,1	0	23	23
4	412	Pokoj	20	52,3	20,2	284	215	499
4	413	Předsíň	20	16,1	6,2	0	63	63
4	414	Pokoj	20	36,1	14,0	197	206	403
4	416	Předsíň	20	16,1	6,2	0	63	63
4	417	Pokoj	20	36,1	14,0	197	206	403
4	419	Chodba	15	44,9	17,3	0	-236	-236
4	420	Předsíň	20	16,1	6,2	0	23	23

podl.	č.m.	účel	t_i [°C]	V_{mi} [m ³]	A_{pi} [m ²]	V_m [W]	T_m [W]	H_{Lm} [W]
4	421	Pokoj	20	36,1	14,0	197	206	403
4	423	Předsíň	20	16,1	6,2	0	23	23
4	424	Pokoj	20	36,1	14,0	197	206	403
4	426	Pokoj	20	19,4	7,5	16	64	80
4	427	Pokoj	20	42,2	16,3	230	206	436
4	428	Chodba	20	10,5	4,1	0	23	23
4	429	Pokoj	20	52,3	20,2	284	215	499
4	430	WC	20	2,5	1,0	0	-52	-52
4	431	Koupelna	24	6,2	2,4	4	203	207
4	432	Kuchyně	20	2,6	1,0	173	112	285
4	434	Chodba	20	10,5	4,1	0	0	0
4	435	Pokoj	20	52,3	20,2	284	215	499
4	436	WC	20	2,5	1,0	0	-52	-52
4	437	Kopelna	24	6,2	2,4	4	203	207
4	438	Kuchyň	20	2,6	1,0	173	112	285
5	501	Pokoj	20	52,3	20,2	284	215	499
5	502	Kuchyně	20	2,6	1,0	173	112	285
5	503	Koupelna	24	6,2	2,4	4	203	207
5	504	WC	20	2,5	1,0	0	-61	-61
5	505	Chodba	20	10,5	4,1	0	23	23
5	507	Schodiště	15	42,2	16,3	9	-41	-32
5	508	Kuchyně	20	2,5	1,0	173	112	285
5	509	Koupelna	24	6,1	2,4	4	203	207
5	510	WC	20	2,4	1,0	0	-52	-52
5	511	Chodba	20	10,4	4,1	0	23	23
5	512	Pokoj	20	52,3	20,2	284	215	499
5	513	Předsíň	20	16,1	6,2	0	63	63
5	514	Pokoj	20	36,1	14,0	197	206	403
5	516	Předsíň	20	16,1	6,2	0	63	63
5	517	Pokoj	20	36,1	14,0	197	206	403
5	519	Chodba	15	44,9	17,3	0	-236	-236
5	520	Předsíň	20	16,1	6,2	0	23	23
5	521	Pokoj	20	36,1	14,0	197	206	403
5	523	Předsíň	20	16,1	6,2	0	23	23
5	524	Pokoj	20	36,1	14,0	197	206	403
5	526	Pokoj	20	19,4	7,5	16	64	80
5	527	Pokoj	20	42,2	16,3	230	206	436
5	528	Chodba	20	10,5	4,1	0	23	23
5	529	Pokoj	20	52,3	20,2	284	215	499
5	530	WC	20	2,5	1,0	0	-52	-52
5	531	Koupelna	24	6,2	2,4	4	203	207
5	532	Kuchyně	20	2,6	1,0	173	112	285
5	534	Chodba	20	10,5	4,1	0	0	0
5	535	Pokoj	20	52,3	20,2	284	215	499

podl.	č.m.	účel	t_i [°C]	V_{mi} [m ³]	A_{pi} [m ²]	V_m [W]	T_m [W]	H_{Lm} [W]
5	536	WC	20	2,5	1,0	0	-52	-52
5	537	Kopelna	24	6,2	2,4	4	203	207
5	538	Kuchyň	20	2,6	1,0	173	112	285
6	601	Pokoj	20	52,3	20,2	284	215	499
6	602	Kuchyně	20	2,6	1,0	173	112	285
6	603	Koupelna	24	6,2	2,4	4	203	207
6	604	WC	20	2,5	1,0	0	-61	-61
6	605	Chodba	20	10,5	4,1	0	23	23
6	607	Schodiště	15	42,2	16,3	9	-41	-32
6	608	Kuchyně	20	2,5	1,0	173	112	285
6	609	Koupelna	24	6,1	2,4	4	203	207
6	610	WC	20	2,4	1,0	0	-52	-52
6	611	Chodba	20	10,4	4,1	0	23	23
6	612	Pokoj	20	52,3	20,2	284	215	499
6	613	Předsíň	20	16,1	6,2	0	63	63
6	614	Pokoj	20	36,1	14,0	197	206	403
6	616	Předsíň	20	16,1	6,2	0	63	63
6	617	Pokoj	20	36,1	14,0	197	206	403
6	619	Chodba	15	44,9	17,3	0	-236	-236
6	620	Předsíň	20	16,1	6,2	0	23	23
6	621	Pokoj	20	36,1	14,0	197	206	403
6	623	Předsíň	20	16,1	6,2	0	23	23
6	624	Pokoj	20	36,1	14,0	197	206	403
6	626	Pokoj	20	19,4	7,5	16	64	80
6	627	Pokoj	20	42,2	16,3	230	206	436
6	628	Chodba	20	10,5	4,1	0	23	23
6	629	Pokoj	20	52,3	20,2	284	215	499
6	630	WC	20	2,5	1,0	0	-52	-52
6	631	Koupelna	24	6,2	2,4	4	203	207
6	632	Kuchyně	20	2,6	1,0	173	112	285
6	634	Chodba	20	10,5	4,1	0	0	0
6	635	Pokoj	20	52,3	20,2	284	215	499
6	636	WC	20	2,5	1,0	0	-52	-52
6	637	Kopelna	24	6,2	2,4	4	203	207
6	638	Kuchyň	20	2,6	1,0	173	112	285
7	701	Pokoj	20	52,3	20,2	284	215	499
7	702	Kuchyně	20	2,6	1,0	173	112	285
7	703	Koupelna	24	6,2	2,4	4	203	207
7	704	WC	20	2,5	1,0	0	-61	-61
7	705	Chodba	20	10,5	4,1	0	23	23
7	707	Schodiště	15	42,2	16,3	9	-41	-32
7	708	Kuchyně	20	2,5	1,0	173	112	285
7	709	Koupelna	24	6,1	2,4	4	203	207
7	710	WC	20	2,4	1,0	0	-52	-52

podl.	č.m.	účel	t_i [°C]	V_{mi} [m ³]	A_{pi} [m ²]	V_m [W]	T_m [W]	H_{Lm} [W]
7	711	Chodba	20	10,4	4,1	0	23	23
7	712	Pokoj	20	52,3	20,2	284	215	499
7	713	Předsíň	20	16,1	6,2	0	63	63
7	714	Pokoj	20	36,1	14,0	197	206	403
7	716	Předsíň	20	16,1	6,2	0	63	63
7	717	Pokoj	20	36,1	14,0	197	206	403
7	719	Chodba	15	44,9	17,3	0	-236	-236
7	720	Předsíň	20	16,1	6,2	0	23	23
7	721	Pokoj	20	36,1	14,0	197	206	403
7	723	Předsíň	20	16,1	6,2	0	23	23
7	724	Pokoj	20	36,1	14,0	197	206	403
7	726	Pokoj	20	19,4	7,5	16	64	80
7	727	Pokoj	20	42,2	16,3	230	206	436
7	728	Chodba	20	10,5	4,1	0	23	23
7	729	Pokoj	20	52,3	20,2	284	215	499
7	730	WC	20	2,5	1,0	0	-52	-52
7	731	Koupelna	24	6,2	2,4	4	203	207
7	732	Kuchyně	20	2,6	1,0	173	112	285
7	734	Chodba	20	10,5	4,1	0	0	0
7	735	Pokoj	20	52,3	20,2	284	215	499
7	736	WC	20	2,5	1,0	0	-52	-52
7	737	Koupelna	24	6,2	2,4	4	203	207
7	738	Kuchyň	20	2,6	1,0	173	112	285
8	801	Pokoj	20	52,3	20,2	284	215	499
8	802	Kuchyně	20	2,6	1,0	173	112	285
8	803	Koupelna	24	6,2	2,4	4	203	207
8	804	WC	20	2,5	1,0	0	-61	-61
8	805	Chodba	20	10,5	4,1	0	23	23
8	807	Schodiště	15	42,2	16,3	9	-41	-32
8	808	Kuchyně	20	2,5	1,0	173	112	285
8	809	Koupelna	24	6,1	2,4	4	203	207
8	810	WC	20	2,4	1,0	0	-52	-52
8	811	Chodba	20	10,4	4,1	0	23	23
8	812	Pokoj	20	52,3	20,2	284	215	499
8	813	Předsíň	20	16,1	6,2	0	63	63
8	814	Pokoj	20	36,1	14,0	197	206	403
8	816	Předsíň	20	16,1	6,2	0	63	63
8	817	Pokoj	20	36,1	14,0	197	206	403
8	819	Chodba	15	44,9	17,3	0	-236	-236
8	820	Předsíň	20	16,1	6,2	0	23	23
8	821	Pokoj	20	36,1	14,0	197	206	403
8	823	Předsíň	20	16,1	6,2	0	23	23
8	824	Pokoj	20	36,1	14,0	197	206	403
8	826	Pokoj	20	19,4	7,5	16	64	80

podl.	č.m.	účel	t_i [°C]	V_{mi} [m ³]	A_{pi} [m ²]	V_m [W]	T_m [W]	H_{Lm} [W]
8	827	Pokoj	20	42,2	16,3	230	206	436
8	828	Chodba	20	10,5	4,1	0	23	23
8	829	Pokoj	20	52,3	20,2	284	215	499
8	830	WC	20	2,5	1,0	0	-52	-52
8	831	Koupelna	24	6,2	2,4	4	203	207
8	832	Kuchyně	20	2,6	1,0	173	112	285
8	834	Chodba	20	10,5	4,1	0	0	0
8	835	Pokoj	20	52,3	20,2	284	215	499
8	836	WC	20	2,5	1,0	0	-52	-52
8	837	Koupelna	24	6,2	2,4	4	203	207
8	838	Kuchyň	20	2,6	1,0	173	112	285
9	901	Pokoj	20	52,3	20,2	285	300	585
9	902	Kuchyně	20	2,6	1,0	173	154	327
9	903	Koupelna	24	6,2	2,4	4	215	219
9	904	WC	20	2,5	1,0	0	-56	-56
9	905	Chodba	20	10,5	4,1	0	41	41
9	907	Schodiště	15	42,2	16,3	36	15	51
9	908	Kuchyně	20	2,5	1,0	173	174	347
9	909	Koupelna	24	6,1	2,4	4	215	219
9	910	WC	20	2,4	1,0	0	-46	-46
9	911	Chodba	20	10,4	4,1	0	41	41
9	912	Pokoj	20	52,3	20,2	285	300	585
9	913	Předsíň	20	16,1	6,2	14	89	103
9	914	Pokoj	20	36,1	14,0	197	269	466
9	916	Předsíň	20	16,1	6,2	100	89	189
9	917	Pokoj	20	36,1	14,0	197	269	466
9	919	Chodba	15	44,9	17,3	0	-185	-185
9	920	Předsíň	20	16,1	6,2	0	49	49
9	921	Pokoj	20	36,1	14,0	197	262	459
9	923	Předsíň	20	16,1	6,2	0	49	49
9	924	Pokoj	20	36,1	14,0	197	262	459
9	926	Pokoj	20	19,4	7,5	16	95	111
9	927	Pokoj	20	42,2	16,3	230	272	502
9	928	Chodba	20	10,5	4,1	0	17	17
9	929	Pokoj	20	52,3	20,2	284	300	584
9	930	WC	20	2,5	1,0	0	-46	-46
9	931	Koupelna	24	6,2	2,4	4	215	219
9	932	Kuchyně	20	2,6	1,0	173	108	281
9	934	Chodba	20	10,5	4,1	0	17	17
9	935	Pokoj	20	52,3	20,2	284	300	584
9	936	WC	20	2,5	1,0	0	-46	-46
9	937	Koupelna	24	6,2	2,4	4	214	218
9	938	Kuchyň	20	2,6	1,0	173	108	281
				5257	2035	23235	29687	52868

Kompletní tepelné ztráty byly zpracovány v programu PROTECH pro kontrolu bylo porovnáno s ručním výpočtem viz tabulky níže.

Tabulka 12 Porovnání ručního a programového výpočtu

Č. m.	Název místnosti	Tepelný výkon vypočtený v programu [W]	Tepelný výkon vypočtený ručně [W]
201	Pokoj	562	581,32
202	Kuchyně	351	358,37
203	Koupelna	221	231,85
204	WC	-46	-42,52
205	Chodba	40	48,52
216	Předsíň	85	99,97
217	Pokoj	465	480,19

3. Štítek obálky budovy

Štítek obálky budovy byl zpracován na stránkách firmy DEKSOFT v programu energetika.

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY						
Typ budovy:		-		Hodnocení obálky budovy		
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):		,				
Katastrální území:						
Parcelní číslo:						
Celková podlahová plocha A _č = 363,94 [m ²]				stávající	doporučení	
CI velmi úsporná A 0,50 B 0,75 C 1,00 D 1,50 E 2,00 F 2,50 G mimořádně ne hospodárná				0,72		
KLASIFIKACE				B	-	
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U _{em} [W/(m ² K)] U _{em} = H _T /A				0,32	-	
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73 0540-2 U _{em,N} [W/(m ² K)]				0,44	-	
Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty U _{em}						
CI	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50
U _{em}	0,22	0,33	0,44	0,66	0,88	1,10
Platnost štítku do (datum):				6.1.2029 (nebo do změny obálky budovy)		
Jméno a příjmení:						

Obrázek 10 Energetický štítek budovy

4. Návrh otopných těles

4.1. Postup výpočtu otopných těles

Při stanovení velikosti otopných ploch vycházíme z vypočtených tepelných ztrát podrobnou metodou pro každou místnost. U návrhu otopných ploch se musíme řídit tím, aby tepelná ztráta nebyla vyšší než jejich výkon.

Nutno brát v úvahu, na odlišnou teplotu otopné soustavy a teplotu v místnosti, než udává výrobce. Přepočítání těchto teplot je k dispozici na webu firmy Korado.

4.2. Otopné plochy

V projektu jsou všude navrženy desková otopná tělesa Korado Radik VK kromě koupelen, kde jsou navržena trubková otopná tělesa Korado Koralux

4.2.1. Popis otopných těles Radik VK

Modely v provedení VENTIL KOMPAKT jsou desková otopná tělesa se zabudovaným vnitřním propojovacím rozvodem a ventilem. Toto konstrukční řešení umožňuje spodní připojení otopného tělesa na otopnou soustavu. Osová vzdálenost spodních vývodů je vždy 50 mm a mají vnitřní závit G1/2. Svou konstrukcí jsou určena pro moderně řešené otopné soustavy s nuceným oběhem teplonosné látky a horizontálně vedeným potrubím pod otopným tělesem v podlaze, ve stěně nebo po stěně zakryté lištou.^[10]

4.2.2. Popis trubkových otopných těles Koralux

KORALUX LINEAR MAX (KLM) je trubkové otopné těleso se spodním připojením zdola dolů s připojovací roztečí h odvozenou z jeho délky L . Konstrukce tělesa rovněž umožňuje oboustranné připojení shora dolů.^[11]

Tabulka 13 Seznam jednotlivých otopných těles po místnostech

Č.m	Název Místnosti	t_i [°C]	Tepelná ztráta [W]	Název	Typ	Výška [mm]	Délka [mm]	t_1/t_2 [°C]	Tepelný výkon [W]
201	Pokoj	20	562,00	RADIK VK	11	500	1200	60/45	574,00
202	Kuchyně	20	351,00	RADIK VK	10	500	1400	60/45	402,00
203	Koupelna	24	221,00	KORALUX	-	1220	500	60/45	244,00
205	Chodba	20	125,00	RADIK VK	10	500	600	60/45	172,00
216	Předsíň	20							
208	Kuchyně	20	342,00	RADIK VK	10	500	1400	60/45	402,00
209	Koupelna	24	219,00	KORALUX	-	1220	500	60/45	244,00
211	Chodba	20	130,00	RADIK VK	10	500	600	60/45	172,00
213	Předsíň	20							
212	Pokoj	20	562,00	RADIK VK	11	500	1200	60/45	574,00
214	Pokoj	20	465,00	RADIK VK	11	500	1000	60/45	478,00

Č.m	Název Místnosti	t _i [°C]	Tepelná ztráta [W]	Název	Typ	Výška [mm]	Délka [mm]	t _i /t ₂ [°C]	Tepelný výkon [W]
217	Pokoj	20	452,00	RADIK VK	11	500	1000	60/45	478,00
220	Předsíň	20	73,00	RADIK VK	10	500	400	60/45	115,00
228	Chodba	20							
221	Pokoj	20	496,00	RADIK VK	11	500	1100	60/45	526,00
223	Předsíň	20	72,00	RADIK VK	10	500	400	60/45	115,00
234	Chodba	20							
224	Pokoj	20	469,00	RADIK VK	11	500	1100	60/45	526,00
226	Pokoj	20	113,00	RADIK VK	10	500	400	60/45	115,00
227	Pokoj	20	513,00	RADIK VK	11	500	1100	60/45	526,00
229	Pokoj	20	605,00	RADIK VK	11	500	1400	60/45	669,00
231	Koupelna	24	222,00	KORALUX	-	1220	500	60/45	244,00
232	Kuchyně	20	288,00	RADIK VK	10	500	1100	60/45	316,00
235	Pokoj	20	605,00	RADIK VK	11	500	1100	60/45	669,00
237	Koupelna	24	222,00	KORALUX	-	1220	500	60/45	244,00
238	Kuchyň	20	291,00	RADIK VK	10	500	1100	60/45	316,00
T01	Pokoj	20	499,00	RADIK VK	11	500	1100	60/45	526,00
T02	Kuchyně	20	285,00	RADIK VK	10	500	1100	60/45	316,00
T03	Koupelna	24	207,00	KORALUX	-	1220	500	60/45	321
T05	Chodba	20	86,00	RADIK VK	10	500	400	60/45	115,00
T16	Předsíň	20							
T08	Kuchyně	20	285,00	RADIK VK	10	500	1100	60/45	316,00
T09	Koupelna	24	207,00	KORALUX	-	1220	500	60/45	244,00
T11	Chodba	20	86,00	RADIK VK	10	500	400	60/45	115,00
T13	Předsíň	20							
T12	Pokoj	20	499,00	RADIK VK	11	500	1100	60/45	526,00
T14	Pokoj	20	403,00	RADIK VK	11	500	1100	60/45	478,00
T17	Pokoj	20	403,00	RADIK VK	11	500	1100	60/45	478
T20	Předsíň	20	23,00	RADIK VK	10	500	400	60/45	115,00
T28	Chodba	20							
T21	Pokoj	20	403,00	RADIK VK	11	500	1100	60/45	478
T23	Předsíň	20	23,00	RADIK VK	10	500	400	60/45	115,00
T34	Chodba	20							
T24	Pokoj	20	403,00	RADIK VK	11	500	1100	60/45	478
T26	Pokoj	20	80,00	RADIK VK	10	500	400	60/45	115
T27	Pokoj	20	436,00	RADIK VK	11	500	1000	60/45	478
T29	Pokoj	20	499,00	RADIK VK	11	500	1100	60/45	526,00
T31	Koupelna	24	207,00	KORALUX	-	1220	500	60/45	244,00
T32	Kuchyně	20	285,00	RADIK VK	10	500	1100	60/45	316,00
T35	Pokoj	20	499,00	RADIK VK	11	500	1100	60/45	526,00
T37	Koupelna	24	207,00	KORALUX	-	1220	500	60/45	244,00

Č.m	Název Místnosti	t _i [°C]	Tepelná ztráta [W]	Název	Typ	Výška [mm]	Délka [mm]	t ₁ /t ₂ [°C]	Tepelný výkon [W]
T38	Kuchyň	20	285,00	RADIK VK	10	500	1100	60/45	316,00
901	Pokoj	20	585,00	RADIK VK	11	500	1400	60/45	669,00
902	Kuchyně	20	325,00	RADIK VK	11	500	1200	60/45	345,00
903	Koupelna	24	219,00	KORALUX	-	1220	500	60/45	244,00
905	Chodba	20	130,00	RADIK VK	10	500	500	60/45	144,00
916	Předsíň	20							
908	Kuchyně	20	347,00	RADIK VK	10	500	1400	60/45	402,00
909	Koupelna	24	219,00	KORALUX	-	1220	500	60/45	244,00
911	Chodba	20	195,00	RADIK VK	10	500	700	60/45	201,00
913	Předsíň	20							
912	Pokoj	20	585,00	RADIK VK	11	500	1400	60/45	669,00
914	Pokoj	20	466,00	RADIK VK	11	500	1000	60/45	478,00
917	Pokoj	20	466,00	RADIK VK	11	500	1000	60/45	478,00
920	Předsíň	20	66,00	RADIK VK	10	500	500	60/45	144,00
928	Chodba	20							
921	Pokoj	20	459,00	RADIK VK	11	500	1000	60/45	478,00
923	Předsíň	20	66,00	RADIK VK	10	500	500	60/45	144,00
934	Chodba	20							
924	Pokoj	20	459,00	RADIK VK	11	500	1000	60/45	478,00
926	Pokoj	20	111,00	RADIK VK	10	500	500	60/45	144
927	Pokoj	20	502,00	RADIK VK	11	500	1100	60/45	526,00
929	Pokoj	20	584,00	RADIK VK	11	500	1400	60/45	669,00
931	Koupelna	24	219,00	KORALUX	-	1220	500	60/45	244,00
932	Kuchyně	20	281,00	RADIK VK	10	500	1400	60/55	421
935	Pokoj	20	584,00	RADIK VK	11	500	1400	60/45	669,00
937	Koupelna	24	218,00	KORALUX	-	1220	500	60/45	244,00
938	Kuchyň	20	281,00	RADIK VK	10	500	1400	60/55	421

5. Návrh zásobníku na teplou vodu

- 1 byt = 4 osoby
- 32 bytů = 128 osob

Tabulka 14 Potřeba tepla a potřeba vody

Činnost	Počet jednotek	Potřeba vody [m ³ /per]	Potřeba vody celkem [m ³ /per]	Potřeba tepla [kWh]	Potřeba tepla celkem [kWh]
Mytí rukou	128	0,002	0,256	0,1	12,8
Vanová koupel	128	0,08	10,24	4,2	537,6
Mytí nádobí	128	0,002	0,256	0,1	12,8
Celková denní spotřeba teplé vody		$V_{2P} =$	10,752	$Q_{2P} =$	563,2

Tabulka 15 Rozložení za den

Čas	Odběr [%]	E [kWh]
0-5	0,00%	0
5-17	35,00%	197,12
17-20	50,00%	281,6
20-24	15,00%	84,48

1. Teoretické teplo odebrané z ohřívače během periody
 $Q_{2t} = 563,2 \text{ kWh/den}$

2. Teplo ztracené při ohřevu a distribuci vody

$$Q_{2z} = Q_{2t} \times z = 563,2 \times 0,5 = 281,6 \text{ kWh}$$

3. Teplo dodané ohřívačem do vody během periody

$$Q_{1P} = Q_{2t} + Q_{2z} = 563,2 + 281,6 = 844,8 \text{ kWh}$$

4. Jmenovitý tepelný výkon ohřívače vody

$$P_z = Q_{1P} / t_{\zeta} = 844,8 / 24 = 35,2 \text{ kW}$$

5. Objem zásobníkového ohřívače

Největší možný rozdíl mezi křivkou dodávky a křivkou odběru $\Delta Q_{\max} = 57,58 \text{ kWh}$

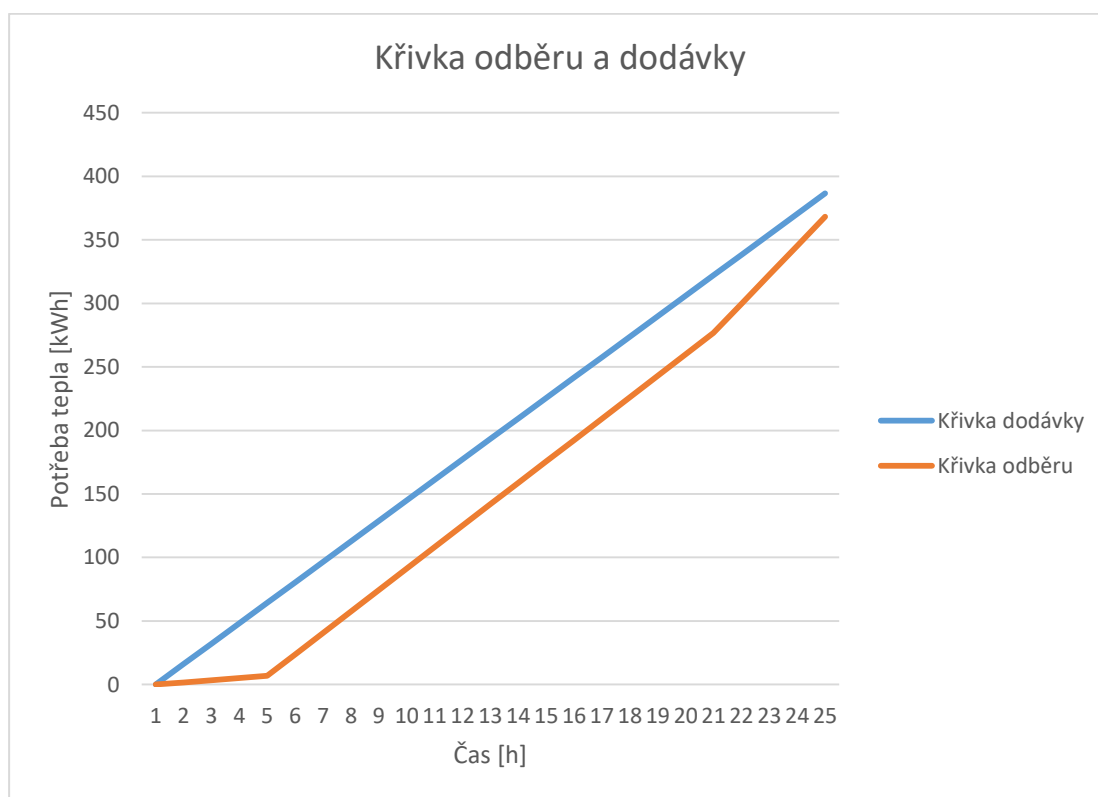
$$V_z = \Delta Q_{\max} / (c \cdot \Delta t) = 57,58 / 1,163 \cdot (55 - 10) = 1,10 \text{ m}^3 \Rightarrow 1,165 \text{ m}^3$$

Potřebná teplosměnná plocha 65/45

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}} = \frac{(65 - 55) - (45 - 10)}{\ln \frac{(65 - 55)}{(45 - 10)}} = 19,96 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Potřebná teplosměnná plocha

$$A = \frac{Q_{1n} \cdot 10^3}{U \cdot \Delta t} = \frac{35,2 \cdot 10^3}{420 \cdot 19,96} = 4,2 \text{ m}^2$$



Obrázek 11 Křivka odběru a dodávky teplé vody

Navrhuji zásobník Buderus SF400/5 a SF750.5-C

	SF750.5-C	SF400/5
ErP štítek	Stáhnout 	Stáhnout 
Energetická třída		 A ⁺ → F
Označ. ohřivače zásobníku teplé vody	-	Logalux SF400 LAP3,1
Informační list	Stáhnout 	Stáhnout 
Užitečný obsah	768 l	397 l
Počet NL	-	29.6
Spotřeba energie v pohotovostním režimu	0 kW h/d	2 kW h/d
Hmotnost	225 kg	103 kg
Výška	1920 mm	1835 mm
Šířka	-	-

Obrázek 13 Technická data zásobníku o objemu 768 l

Obrázek 12 Technická data zásobníku o objemu 397 l

Užitečný obsah → 768+397=1165l >1100l

6. Návrh plynového kotle

Potřebný výkon pro vytápění $Q_{TOP} = 105,728 \text{ kW}$

Potřebný výkon pro ohřev teplé vody $Q_{TV} = 32,2 \text{ kW}$

Potřebný výkon pro větrání $Q_{VET} = 0 \text{ kW}$

Potřebný výkon pro technologii $Q_{TECH} = 0 \text{ kW}$

$Q_{PRIP} = 0,7 \times Q_{VYT} + 0,7 \times Q_{VZT} + Q_{TV} = 0,7 \times 91,958 + 0,7 \times 0 + 0 = 74,01 \text{ kW}$

$Q_{PRIP} = Q_{VYT} + Q_{VZT} = 105,728 + 0 = 105,728 \text{ kW}$

Samostatný ohřev TV

3x kotel Protherm Panther Condens 48 KKO 3x45=144 kW

Zdroj tepla pro vytápění a ohřev teplé vody

Technické údaje

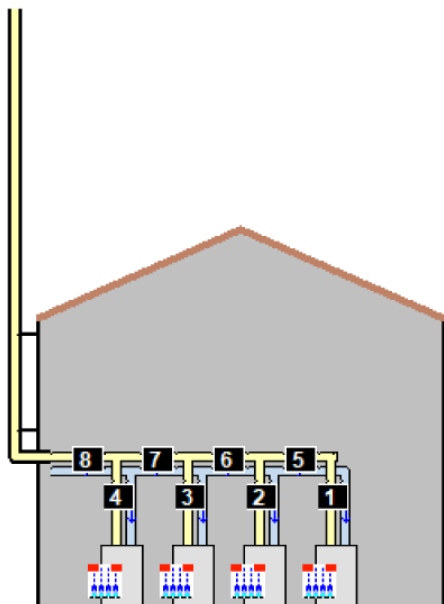
PANTHER CONDENS	48 KKO-A (H-CZ)
Maximální teplota na výstupu do topení (nastavení z výroby - d.71)	75 °C
Rozsah regulace teploty na výstupu do topení	30 ... 80 °C
Maximální přípustný tlak (PMS)	0,4 MPa (4,0 bar)
Jmenovitý průtok vody ($\Delta T = 20$ K)	1 900 l/h
Přibližná hodnota objemu kondenzátu (hodnota pH mezi 3,5 a 4,0) při 50/30 °C	5,0 l/h
Maximální tepelný výkon (nastavení z výroby – D.00)	45 kW
Rozsah užitečného výkonu (P) při 50/30 °C	8,7 ... 48,0 kW
Rozsah tepelného výkonu (P) při 60/40 °C	8,5 ... 46,6 kW
Rozsah užitečného výkonu (P) při 80/60 °C	7,8 ... 44,1 kW
Maximální tepelné zatížení – topení (Q max.)	45,2 kW
Minimální tepelné zatížení – topení (Q min.)	8,1 kW
Kategorie plynu	II2H3P
Průměr plynového potrubí na výstupu z výrobku	25 mm
Průměr na výstupu plynového svěrného šroubení, vnější závit	1"
Průměr na výstupu zpátečky topení, vnější závit	1 1/2"
Průměr na výstupu přípojky topení, vnější závit	1 1/2"
Průměr přípojky pojistného ventilu, vnitřní závit	3/4"
Vstupní tlak plynu G20	1,8 kPa (18,0 mbar)
Tlak plynu G31	5,0 kPa (50,0 mbar)
Číslo CE (PIN)	CE-0063CS3428
Hmotnostní tok kouře v topném provozu při Pmin.	3,9 g/s
Hmotnostní tok kouře v topném provozu při Pmax.	20,3 g/s
Schválené typy zařízení	C13, C33, C43, C53, C83, C93, B23, B23(P), B33, B53, B53(P)
Teplota spalín v topném provozu při P min. 50/30 °C	37 °C
Teplota spalín v topném provozu při P max. 50/30 °C	53 °C
Teplota spalín v topném provozu při P min. 80/60 °C	61 °C
Teplota spalín v topném provozu při P max. 80/60 °C	78 °C
Jmenovitá účinnost při 80/60 °C	97,5 %
Jmenovitá účinnost při 50/30 °C	106,2 %
Jmenovitá účinnost při 60/40 °C	103,2 %
Jmenovitá účinnost v režimu dílčího výkonu (30 %) při 40/30 °C	109,2 %
Třída NOx	6
Rozměry produktu, šířka	440 mm
Rozměry produktu, hloubka	405 mm
Rozměry produktu, výška	720 mm
Hmotnost bez náplně	37,8 kg
Elektrické připojení	230 V / 50 Hz
Instalované jištění (inertní)	T4H/4A,250V
Maximální elektrický příkon	≤ 131 W
Elektrický příkon pohotovostní režim	2 W
Krytí	IPX4D
Připustné napájecí napětí	195 ... 253 V

Obrázek 14 Technická data kotle Protherm

7. Návrh spalínové cesty

Návrh spalínové cesty byl proveden ve spolupráci s firmou Almeva, která provedla návrh programu Kesa-aladin.

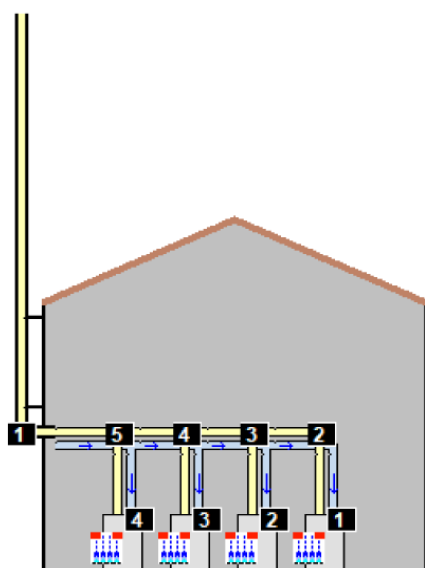
7.1. Přívod spalovacího vzduchu



Obrázek 15 Schéma přívodu spalovacího vzduchu

Přívod spalovacího vzduchu pro spalování v kotlích je z polypropylenového hladkého potrubí DN80 (tj. úseky 1-4 viz obr). Úseky 5-8 jsou taktéž z polypropylenového potrubí, ale s dimenzí 200.

7.2. Odvod spalin



Obrázek 16 Schéma odvodu spalin

Odvod spalin od kotlů je z polypropylenového hladkého potrubí DN80 (tj. úseky 1-4 viz obr.). Úseky 5-8 jsou také z polypropylenového potrubí, ale s dimenzí 200. Zařízení odvodu spalin (vně budovy) je provedeno ušlechtilé oceli DN200.

Technické parametry:

Účinná výška komína:	25,75 m
Rychlost proudění:	2,65 m/s
Hustota spalin:	1,057 kg/m ³
Statický tlak:	25,3 Pa
Teplota spalin:	53 °C
Teplota vnitřní stěny:	41 °C
Teplota komínové stěny:	26 °C
Teplota okolního vzduchu:	20 °C

Specifikace kouřovodu a spalinové cesty

Tabulka 16 Specifikace přívodu spalovacího vzduchu a odvodu spalin

Kód prvku	Název a DN (mm)		Počet
Komín			
IVDEDU20	Přechodový díl EW-DW25/200	200/250	1
IVDRM020	Rovný díl 200mm DW25/200	200/250	1
IVDSB820	Koleno 85° DW25/200	200/250	1
IVDZSU20	Vynášecí díl DW25/200	200/250	2
IVDRTN20	Kontrolní díl DW25/200	200/250	1
IVDRM120	Rovný díl 950mm DW25/200	200/250	26
IVDDEU20	Hlavice a přechodový díl DW25-EW/200	200/250	1
IVEMDE20	Těsnění Silikon /200	200	33
	Konzole trojúhelníková (odstup 50-130mm)	250	2
IVDWK025	DW25/250		
IVDWHF25	Stěnová objímka (odstup 50mm) DW25/250	250	8
IVEWBU25	Rozeta a manž. proti zatékání EW/250	250	1
Kaskáda a kouřovod			
PPRM08	Trubka s hrdlem 0,25m	80	4
PPEK00	Koncový kus kaskády se zpětnou klapkou	200/80	1
PPTK80	Trubkový díl s 87° odbočkou a zpětnou klapkou	200/80	3
PPRTA0	Revizní T-kus s odtokem	200	1
ZULJ40	Sifon Long John (pro přetlak) vývod 40mm	40	1

ZUWK01	Hadice pro odvod kondenzátu 1bm		3
PPRM00	Trubka s hrdlem 0,25m	200	2
PPRB90	Revizní koleno 87°	200	1
Sání			
PPSB98	Koleno 87°	80	4
PPKTR80	Revizní T-kus s měřicím otvorem (redukovaný)	80*/200	1
PPT80	Trubkový díl s 87° odbočkou	200/80	3
PPSB90	Koleno 87°	200	1
PPRS50	Ukončovací trubka bez hrdla (černá)	200	1
TTLG03	Větrací mřížka hliník	300x300	1

8. Dimenzování a hydraulické posouzení potrubí

Pro rozvod topné vody v objektu je použito měděného potrubí. V celém objektu není použita menší dimenze potrubí než DN15.

8.1. Větev sever V01

Tabulka 17 Dimenzování potrubí větev V01 - sever

č.ú	Q (kW)	M (m³/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	Δp _{RV}	R.l+Z+Δp _{RV}	Δp _{DIS}
1	0,144	0,008	9,40	15x1,0	1,50	0,02	14,10	7,4	1,48	PŠ (8)	365,58	365,58
2	0,288	0,017	13,92	15x1,0	3,00	0,04	41,76	2,0	1,60	0,00	43,36	408,94
3	0,709	0,041	3,42	15x1,0	9,90	0,09	33,86	0,6	2,43	0,00	36,29	445,23
4	0,953	0,055	3,78	15x1,0	21,90	0,12	82,78	0,6	4,32	0,00	87,10	532,33
5	1,622	0,093	10,72	15x1,0	50,40	0,19	540,29	0,6	10,83	0,00	551,12	1 083,45
6	2,380	0,136	12,78	15x1,0	100,00	0,28	1278,00	1,4	54,88	2000,00	3 332,88	4 416,33
7	4,370	0,251	5,60	18x1,0	114,20	0,35	639,52	0,6	36,75	0,00	676,27	5 092,60
8	6,370	0,365	5,60	18x1,0	217,40	0,50	1217,44	0,6	75,00	0,00	1 292,44	6 385,04
9	8,360	0,479	5,60	18x1,0	360,90	0,66	2021,04	0,6	130,68	0,00	2 151,72	8 536,76
10	10,360	0,594	5,60	22x1,0	182,40	0,53	1021,44	0,6	84,27	0,00	1 105,71	9 642,47
11	12,350	0,708	5,60	22x1,0	250,20	0,63	1401,12	0,6	119,07	0,00	1 520,19	11 162,66
12	14,350	0,823	5,60	28x1,5	40,50	0,32	226,80	1,4	71,68	0,00	298,48	11 461,14
13	16,330	0,702	28,22	28x1,5	102,30	0,45	2886,91	3,5	354,38	0,00	3 241,28	14 702,42
14	30,620	1,316	14,08	28x1,5	254,50	0,74	3583,36	10,7	2929,66	14 200	20 713,02	35 415,44
Vedlejší větve												
15	0,144	0,008	1,50	15x1,0	1,50	0,02	2,25	2,0	0,40	PŠ (1)	2,65	365,58
16	0,421	0,024	1,20	15x1,0	3,70	0,05	4,44	1,4	1,75	PŠ (4)	6,19	408,94
17	0,244	0,014	4,78	15x1,0	2,20	0,03	10,52	3,4	1,53	PŠ (1)	12,05	445,23
18	0,669	0,038	0,52	15x1,0	7,20	0,08	3,74	2,0	6,40	PŠ (6)	10,14	532,33
19	0,478	0,027	4,20	15x1,0	4,50	0,06	18,91	3,4	6,12	PŠ (2)	25,03	1 083,45
8. patro												
20	0,115	0,007	9,40	15x1,0	0,70	0,01	6,58	7,4	0,37	PŠ (8)	356,95	356,95

č.ú	Q (kW)	M (m³/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	Δp _{RV}	R.l+Z+Δp _{RV}	Δp _{DIS}
21	0,230	0,013	13,92	15x1,0	2,20	0,03	30,62	2,0	0,90	0,00	31,52	388,47
22	0,546	0,031	3,42	15x1,0	4,50	0,06	15,39	0,6	1,08	0,00	16,47	404,94
23	0,790	0,045	3,78	15x1,0	9,90	0,09	37,42	0,6	2,43	0,00	39,85	444,80
24	1,316	0,075	10,72	15x1,0	37,30	0,16	399,86	0,6	7,68	0,00	407,54	852,33
25	1,794	0,103	12,78	15x1,0	65,20	0,22	833,26	1,4	33,88	4265,00	5 132,14	5 984,47
Vedlejší větve												
26	0,115	0,007	1,50	15x1,0	0,70	0,01	1,05	2,0	0,10	PŠ (1)	1,15	356,95
27	0,316	0,018	1,20	15x1,0	3,00	0,04	3,60	1,4	1,12	PŠ (3)	4,72	388,47
28	0,244	0,014	4,78	15x1,0	2,20	0,03	10,52	3,4	1,53	PŠ (2)	12,05	404,94
29	0,526	0,030	0,52	15x1,0	4,50	0,06	2,34	2,0	3,60	PŠ (4)	5,94	444,80
30	0,478	0,027	4,20	15x1,0	4,50	0,06	18,91	3,4	6,12	PŠ (4)	25,03	852,33
7. patro												
31	0,115	0,007	9,40	15x1,0	0,70	0,01	6,58	7,4	0,37	PŠ (8)	356,95	356,95
32	0,230	0,013	13,92	15x1,0	2,20	0,03	30,62	2,0	0,90	0,00	31,52	388,47
33	0,546	0,031	3,42	15x1,0	4,50	0,06	15,39	0,6	1,08	0,00	16,47	404,94
34	0,790	0,045	3,78	15x1,0	9,90	0,09	37,42	0,6	2,43	0,00	39,85	444,80
35	1,316	0,075	10,72	15x1,0	37,30	0,16	399,86	0,6	7,68	0,00	407,54	852,33
36	1,794	0,103	12,78	15x1,0	65,20	0,22	833,26	1,4	33,88	5557,00	6 424,14	7 276,47
Vedlejší větve												
37	0,115	0,007	1,50	15x1,0	0,70	0,01	1,05	2,0	0,10	PŠ (1)	1,15	356,95
38	0,316	0,018	1,20	15x1,0	3,00	0,04	3,60	1,4	1,12	PŠ (3)	4,72	388,47
39	0,244	0,014	4,78	15x1,0	2,20	0,03	10,52	3,4	1,53	PŠ (2)	12,05	404,94
40	0,526	0,030	0,52	15x1,0	4,50	0,06	2,34	2,0	3,60	PŠ (4)	5,94	444,80
41	0,478	0,027	4,20	15x1,0	4,50	0,06	18,91	3,4	6,12	PŠ (4)	25,03	852,33
6. patro												

č.ú	Q (kW)	M (m³/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	Δp _{RV}	R.l+Z+Δp _{RV}	Δp _{DIS}
42	0,115	0,007	9,40	15x1,0	0,70	0,01	6,58	7,4	0,37	PŠ (8)	356,95	356,95
43	0,230	0,013	13,92	15x1,0	2,20	0,03	30,62	2,0	0,90	0,00	31,52	388,47
44	0,546	0,031	3,42	15x1,0	4,50	0,06	15,39	0,6	1,08	0,00	16,47	404,94
45	0,790	0,045	3,78	15x1,0	9,90	0,09	37,42	0,6	2,43	0,00	39,85	444,80
46	1,316	0,075	10,72	15x1,0	37,30	0,16	399,86	0,6	7,68	0,00	407,54	852,33
47	1,794	0,103	12,78	15x1,0	65,20	0,22	833,26	1,4	33,88	8800,64	9 667,78	10 520,11
Vedlejší větve												
48	0,115	0,007	1,50	15x1,0	0,70	0,01	1,05	2,0	0,10	PŠ (1)	1,15	356,95
49	0,316	0,018	1,20	15x1,0	3,00	0,04	3,60	1,4	1,12	PŠ (3)	4,72	388,47
50	0,244	0,014	4,78	15x1,0	2,20	0,03	10,52	3,4	1,53	PŠ (2)	12,05	404,94
51	0,526	0,030	0,52	15x1,0	4,50	0,06	2,34	2,0	3,60	PŠ (4)	5,94	444,80
52	0,478	0,027	4,20	15x1,0	4,50	0,06	18,91	3,4	6,12	PŠ (4)	25,03	852,33
5. patro												
53	0,115	0,007	9,40	15x1,0	0,70	0,01	6,58	7,4	0,37	PŠ (8)	356,95	356,95
54	0,230	0,013	13,92	15x1,0	2,20	0,03	30,62	2,0	0,90	0,00	31,52	388,47
55	0,546	0,031	3,42	15x1,0	4,50	0,06	15,39	0,6	1,08	0,00	16,47	404,94
56	0,790	0,045	3,78	15x1,0	9,90	0,09	37,42	0,6	2,43	0,00	39,85	444,80
57	1,316	0,075	10,72	15x1,0	37,30	0,16	399,86	0,6	7,68	0,00	407,54	852,33
58	1,794	0,103	12,78	15x1,0	65,20	0,22	833,26	1,4	33,88	10335,00	11 202,14	12 054,47
Vedlejší větve												
59	0,115	0,007	1,50	15x1,0	0,70	0,01	1,05	2,0	0,10	PŠ (1)	1,15	356,95
60	0,316	0,018	1,20	15x1,0	3,00	0,04	3,60	1,4	1,12	PŠ (3)	4,72	388,47
61	0,244	0,014	4,78	15x1,0	2,20	0,03	10,52	3,4	1,53	PŠ (2)	12,05	404,94
62	0,526	0,030	0,52	15x1,0	4,50	0,06	2,34	2,0	3,60	PŠ (4)	5,94	444,80
63	0,478	0,027	4,20	15x1,0	4,50	0,06	18,91	3,4	6,12	PŠ (4)	25,03	852,33

č.ú	Q (kW)	M (m³/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	Δp _{RV}	R.l+Z+Δp _{RV}	Δp _{DIS}
4. patro												
64	0,115	0,007	9,40	15x1,0	0,70	0,01	6,58	7,4	0,37	PŠ (8)	356,95	356,95
65	0,230	0,013	13,92	15x1,0	2,20	0,03	30,62	2,0	0,90	0,00	31,52	388,47
66	0,546	0,031	3,42	15x1,0	4,50	0,06	15,39	0,6	1,08	0,00	16,47	404,94
67	0,790	0,045	3,78	15x1,0	9,90	0,09	37,42	0,6	2,43	0,00	39,85	444,80
68	1,316	0,075	10,72	15x1,0	37,30	0,16	399,86	0,6	7,68	0,00	407,54	852,33
69	1,794	0,103	12,78	15x1,0	65,20	0,22	833,26	1,4	33,88	10335,00	11 202,14	12 054,47
Vedlejší větve												
70	0,115	0,007	1,50	15x1,0	0,70	0,01	1,05	2,0	0,10	PŠ (1)	1,15	356,95
71	0,316	0,018	1,20	15x1,0	3,00	0,04	3,60	1,4	1,12	PŠ (3)	4,72	388,47
72	0,244	0,014	4,78	15x1,0	2,20	0,03	10,52	3,4	1,53	PŠ (2)	12,05	404,94
73	0,526	0,030	0,52	15x1,0	4,50	0,06	2,34	2,0	3,60	PŠ (4)	5,94	444,80
74	0,478	0,027	4,20	15x1,0	4,50	0,06	18,91	3,4	6,12	PŠ (4)	25,03	852,33
3. patro												
75	0,115	0,007	9,40	15x1,0	0,70	0,01	6,58	7,4	0,37	PŠ (8)	356,95	356,95
76	0,230	0,013	13,92	15x1,0	2,20	0,03	30,62	2,0	0,90	0,00	31,52	388,47
77	0,546	0,031	3,42	15x1,0	4,50	0,06	15,39	0,6	1,08	0,00	16,47	404,94
78	0,790	0,045	3,78	15x1,0	9,90	0,09	37,42	0,6	2,43	0,00	39,85	444,80
79	1,316	0,075	10,72	15x1,0	37,30	0,16	399,86	0,6	7,68	0,00	407,54	852,33
80	1,794	0,103	12,78	15x1,0	65,20	0,22	833,26	1,4	33,88	10874,00	11 741,14	12 593,47
Vedlejší větve												
81	0,115	0,007	1,50	15x1,0	0,70	0,01	1,05	2,0	0,10	PŠ (1)	1,15	356,95
82	0,316	0,018	1,20	15x1,0	3,00	0,04	3,60	1,4	1,12	PŠ (3)	4,72	388,47
83	0,244	0,014	4,78	15x1,0	2,20	0,03	10,52	3,4	1,53	PŠ (2)	12,05	404,94
84	0,526	0,030	0,52	15x1,0	4,50	0,06	2,34	2,0	3,60	PŠ (4)	5,94	444,80

č.ú	Q (kW)	M (m³/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	Δp _{RV}	R.l+Z+Δp _{RV}	Δp _{DIS}
85	0,478	0,027	4,20	15x1,0	4,50	0,06	18,91	3,4	6,12	PŠ (4)	25,03	852,33
2. patro												
86	0,115	0,007	9,40	15x1,0	0,70	0,01	6,58	7,4	0,37	PŠ (8)	356,95	356,95
87	0,230	0,013	13,92	15x1,0	2,20	0,03	30,62	2,0	0,90	0,00	31,52	388,47
88	0,546	0,031	3,42	15x1,0	4,50	0,06	15,39	0,6	1,08	0,00	16,47	404,94
89	0,790	0,045	3,78	15x1,0	9,90	0,09	37,42	0,6	2,43	0,00	39,85	444,80
90	1,459	0,084	10,72	15x1,0	37,30	0,16	399,86	0,6	7,68	0,00	407,54	852,33
91	1,985	0,114	12,78	15x1,0	65,20	0,22	833,26	1,4	33,88	13874,00	14 741,14	15 593,47
Vedlejší větve												
92	0,115	0,007	1,50	15x1,0	0,70	0,01	1,05	2,0	0,10	PŠ (1)	1,15	356,95
93	0,316	0,018	1,20	15x1,0	3,00	0,04	3,60	1,4	1,12	PŠ (3)	4,72	388,47
94	0,244	0,014	4,78	15x1,0	2,20	0,03	10,52	3,4	1,53	PŠ (2)	12,05	404,94
95	0,669	0,038	0,52	15x1,0	4,50	0,06	2,34	2,0	3,60	PŠ (4)	5,94	444,80
96	0,526	0,030	4,20	15x1,0	4,50	0,06	18,91	3,4	6,12	PŠ (4)	25,03	852,33

8.2. Větev sever V02

Tabulka 18 Dimenzování potrubí větev V02 - sever

č.ú	Q (kW)	M (m³/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	Δp _{RV}	R.l+Z+Δp _{RV}	Δp _{DIS}
97	0,144	0,008	17,32	18x1,0	0,50	0,01	8,66	4,8	0,24	PŠ (8)	358,90	358,90
98	0,489	0,028	1,90	18x1,0	2,00	0,04	3,80	0,6	0,48	0,00	4,28	363,18
99	0,733	0,042	5,50	18x1,0	3,10	0,06	17,05	0,6	1,08	0,00	18,13	381,31
100	1,402	0,080	13,36	18x1,0	14,90	0,11	199,06	0,6	3,63	0,00	202,69	584,00
101	1,880	0,108	14,44	18x1,0	25,50	0,15	368,22	2,0	22,50	2000,00	2 390,72	2 974,72
102	3,640	0,209	5,60	18x1,0	81,60	0,29	456,96	0,6	25,23	0,00	482,19	3 456,91

č.ú	Q (kW)	M (m³/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	Δp _{RV}	R.l+Z+Δp _{RV}	Δp _{DIS}
103	5,390	0,309	5,60	18x1,0	165,40	0,43	926,24	0,6	55,47	0,00	981,71	4 438,62
104	7,150	0,410	5,60	18x1,0	258,60	0,55	1448,16	0,6	90,75	0,00	1 538,91	5 977,53
105	8,900	0,510	5,60	18x1,0	402,00	0,70	2251,20	0,6	147,00	0,00	2 398,20	8 375,73
106	10,660	0,611	5,60	22x1,0	188,70	0,54	1056,72	0,6	87,48	0,00	1 144,20	9 519,93
107	12,420	0,712	5,60	22x1,0	250,20	0,63	1401,12	0,6	119,07	0,00	1 520,19	11 040,12
108	14,290	0,819	3,42	28x1,5	106,50	0,46	364,23	2,0	211,60	0,00	575,83	11 615,95
Vedlejší větve												
109	0,345	0,020	1,20	18x1,0	1,50	0,03	1,80	2,0	0,90	PŠ (3)	2,70	358,90
110	0,244	0,014	5,64	18X1,0	1,00	0,02	5,64	3,4	0,68	PŠ (1)	6,32	363,18
111	0,669	0,038	1,03	18x1,0	2,50	0,05	2,59	2,0	2,50	PŠ (7)	5,09	381,31
112	0,478	0,027	4,64	18x1,0	2,00	0,04	9,29	3,4	2,72	PŠ (4)	12,01	584,00
8. patro												
113	0,172	0,010	17,32	18x1,0	0,50	0,01	8,66	4,8	0,24	PŠ (8)	358,90	358,90
114	0,574	0,033	1,90	18x1,0	2,50	0,05	4,75	0,6	0,75	0,00	5,50	364,40
115	1,100	0,063	5,50	18x1,0	9,30	0,09	51,15	0,6	2,43	0,00	53,58	417,98
116	1,578	0,090	13,36	18x1,0	17,30	0,12	231,13	0,6	4,32	0,00	235,45	653,43
117	1,880	0,108	14,44	18x1,0	25,50	0,15	368,22	2,0	22,50	2000,00	2 390,72	3 044,15
Vedlejší větve												
118	0,402	0,023	1,20	18x1,0	1,50	0,03	1,80	2,0	0,90	PŠ (4)	2,70	358,90
119	0,244	0,014	5,64	18X1,0	1,00	0,02	5,64	3,4	0,68	PŠ (1)	6,32	364,40
120	0,526	0,030	1,03	18x1,0	2,00	0,04	2,07	2,0	1,60	PŠ (5)	3,67	417,98
121	0,478	0,027	4,64	18x1,0	2,00	0,04	9,29	3,4	2,72	PŠ (4)	12,01	653,43
7. patro												
122	0,172	0,010	17,32	18x1,0	0,50	0,01	8,66	4,8	0,24	PŠ (8)	358,90	358,90
123	0,574	0,033	1,90	18x1,0	2,50	0,05	4,75	0,6	0,75	0,00	5,50	364,40

č.ú	Q (kW)	M (m³/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	Δp _{RV}	R.l+Z+Δp _{RV}	Δp _{DIS}
124	1,100	0,063	5,50	18x1,0	9,30	0,09	51,15	0,6	2,43	0,00	53,58	417,98
125	1,578	0,090	13,36	18x1,0	17,30	0,12	231,13	0,6	4,32	0,00	235,45	653,43
126	1,880	0,108	14,44	18x1,0	25,50	0,15	368,22	2,0	22,50	3342,20	3 732,92	4 386,35
Vedlejší větve												
127	0,402	0,023	1,20	18x1,0	1,50	0,03	1,80	2,0	0,90	PŠ (4)	2,70	358,90
128	0,244	0,014	5,64	18X1,0	1,00	0,02	5,64	3,4	0,68	PŠ (1)	6,32	364,40
129	0,526	0,030	1,03	18x1,0	2,00	0,04	2,07	2,0	1,60	PŠ (5)	3,67	417,98
130	0,478	0,027	4,64	18x1,0	2,00	0,04	9,29	3,4	2,72	PŠ (4)	12,01	653,43
6. patro												
131	0,172	0,010	17,32	18x1,0	0,50	0,01	8,66	4,8	0,24	PŠ (8)	358,90	358,90
132	0,574	0,033	1,90	18x1,0	2,50	0,05	4,75	0,6	0,75	0,00	5,50	364,40
133	1,100	0,063	5,50	18x1,0	9,30	0,09	51,15	0,6	2,43	0,00	53,58	417,98
134	1,578	0,090	13,36	18x1,0	17,30	0,12	231,13	0,6	4,32	0,00	235,45	653,43
135	1,880	0,108	14,44	18x1,0	25,50	0,15	368,22	2,0	22,50	4953,00	5 343,72	5 997,15
Vedlejší větve												
136	0,402	0,023	1,20	18x1,0	1,50	0,03	1,80	2,0	0,90	PŠ (4)	2,70	358,90
137	0,244	0,014	5,64	18X1,0	1,00	0,02	5,64	3,4	0,68	PŠ (1)	6,32	364,40
138	0,526	0,030	1,03	18x1,0	2,00	0,04	2,07	2,0	1,60	PŠ (5)	3,67	417,98
139	0,478	0,027	4,64	18x1,0	2,00	0,04	9,29	3,4	2,72	PŠ (4)	12,01	653,43
5. patro												
140	0,172	0,010	17,32	18x1,0	0,50	0,01	8,66	4,8	0,24	PŠ (8)	358,90	358,90
141	0,574	0,033	1,90	18x1,0	2,50	0,05	4,75	0,6	0,75	0,00	5,50	364,40
142	1,100	0,063	5,50	18x1,0	9,30	0,09	51,15	0,6	2,43	0,00	53,58	417,98
143	1,578	0,090	13,36	18x1,0	17,30	0,12	231,13	0,6	4,32	0,00	235,45	653,43
144	1,880	0,108	14,44	18x1,0	25,50	0,15	368,22	2,0	22,50	7331,00	7 721,72	8 375,15

č.ú	Q (kW)	M (m³/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	Δp _{RV}	R.l+Z+Δp _{RV}	Δp _{DIS}
Vedlejší větve												
145	0,402	0,023	1,20	18x1,0	1,50	0,03	1,80	2,0	0,90	PŠ (4)	2,70	358,90
146	0,244	0,014	5,64	18X1,0	1,00	0,02	5,64	3,4	0,68	PŠ (1)	6,32	364,40
147	0,526	0,030	1,03	18x1,0	2,00	0,04	2,07	2,0	1,60	PŠ (5)	3,67	417,98
148	0,478	0,027	4,64	18x1,0	2,00	0,04	9,29	3,4	2,72	PŠ (4)	12,01	653,43
4. patro												
149	0,172	0,010	17,32	18x1,0	0,50	0,01	8,66	4,8	0,24	PŠ (8)	358,90	358,90
150	0,574	0,033	1,90	18x1,0	2,50	0,05	4,75	0,6	0,75	0,00	5,50	364,40
151	1,100	0,063	5,50	18x1,0	9,30	0,09	51,15	0,6	2,43	0,00	53,58	417,98
152	1,578	0,090	13,36	18x1,0	17,30	0,12	231,13	0,6	4,32	0,00	235,45	653,43
153	1,880	0,108	14,44	18x1,0	25,50	0,15	368,22	2,0	22,50	8475,00	8 865,72	9 519,15
Vedlejší větve												
154	0,402	0,023	1,20	18x1,0	1,50	0,03	1,80	2,0	0,90	PŠ (4)	2,70	358,90
155	0,244	0,014	5,64	18X1,0	1,00	0,02	5,64	3,4	0,68	PŠ (1)	6,32	364,40
156	0,526	0,030	1,03	18x1,0	2,00	0,04	2,07	2,0	1,60	PŠ (5)	3,67	417,98
157	0,478	0,027	4,64	18x1,0	2,00	0,04	9,29	3,4	2,72	PŠ (4)	12,01	653,43
3. patro												
158	0,172	0,010	17,32	18x1,0	0,50	0,01	8,66	4,8	0,24	PŠ (8)	358,90	358,90
159	0,574	0,033	1,90	18x1,0	2,50	0,05	4,75	0,6	0,75	0,00	5,50	364,40
160	1,100	0,063	5,50	18x1,0	9,30	0,09	51,15	0,6	2,43	0,00	53,58	417,98
161	1,578	0,090	13,36	18x1,0	17,30	0,12	231,13	0,6	4,32	0,00	235,45	653,43
162	1,880	0,108	14,44	18x1,0	25,50	0,15	368,22	2,0	22,50	9996,00	10 386,72	11 040,15
Vedlejší větve												
163	0,402	0,023	1,20	18x1,0	1,50	0,03	1,80	2,0	0,90	PŠ (4)	2,70	358,90
164	0,244	0,014	5,64	18X1,0	1,00	0,02	5,64	3,4	0,68	PŠ (1)	6,32	364,40

č.ú	Q (kW)	M (m³/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	Δp _{RV}	R.l+Z+Δp _{RV}	Δp _{DIS}
165	0,526	0,030	1,03	18x1,0	2,00	0,04	2,07	2,0	1,60	PŠ (5)	3,67	417,98
166	0,478	0,027	4,64	18x1,0	2,00	0,04	9,29	3,4	2,72	PŠ (4)	12,01	653,43
2. patro												
167	0,115	0,007	17,32	18x1,0	0,50	0,01	8,66	4,8	0,24	PŠ (8)	358,90	358,90
168	0,431	0,025	1,90	18x1,0	2,50	0,05	4,75	0,6	0,75	0,00	5,50	364,40
169	0,675	0,039	5,50	18x1,0	9,30	0,09	51,15	0,6	2,43	0,00	53,58	417,98
170	1,222	0,070	13,36	18x1,0	17,30	0,12	231,13	0,6	4,32	0,00	235,45	653,43
171	1,700	0,097	14,44	18x1,0	25,50	0,15	368,22	2,0	22,50	10571,00	10 961,72	11 615,15
Vedlejší větve												
172	0,316	0,018	1,20	18x1,0	1,50	0,03	1,80	2,0	0,90	PŠ (4)	2,70	358,90
173	0,244	0,014	5,64	18X1,0	1,00	0,02	5,64	3,4	0,68	PŠ (1)	6,32	364,40
174	0,547	0,031	1,03	18x1,0	2,00	0,04	2,07	2,0	1,60	PŠ (5)	3,67	417,98
175	0,478	0,027	4,64	18x1,0	2,00	0,04	9,29	3,4	2,72	PŠ (4)	12,01	653,43

8.3. Větev jih V03

Tabulka 19 Dimenzování potrubí větev V03 - jih

č.ú	Q (kW)	M (m³/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	Δp _{RV}	R.l+Z+Δp _{RV}	Δp _{DIS}
1	0,144	0,008	10,07	15x1,0	1,50	0,02	15,11	2,8	0,56	PŠ (8)	365,67	365,67
2	0,670	0,038	5,69	15x1,0	7,20	0,08	40,97	0,6	1,92	0,00	42,89	408,55
3	1,091	0,063	1,50	15x1,0	26,00	0,13	39,00	0,6	5,07	0,00	44,07	452,62
4	1,335	0,077	5,70	15x1,0	37,30	0,16	212,61	0,6	7,68	0,00	220,29	672,91
5	2,004	0,115	11,27	15x1,0	76,10	0,24	857,65	0,6	17,28	0,00	874,93	1 547,84

č.ú	Q (kW)	M (m³/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	Δp _{RV}	R.l+Z+Δp _{RV}	Δp _{DIS}
6	2,482	0,142	12,84	15x1,0	113,00	0,30	1450,92	2,0	90,00	2000,00	3 540,92	5 088,76
7	4,687	0,269	5,60	18x1,0	126,20	0,37	706,72	0,6	41,07	0,00	747,79	5 836,55
8	6,892	0,395	5,60	18x1,0	258,60	0,55	1448,16	0,6	90,75	0,00	1 538,91	7 375,46
9	9,097	0,521	5,60	18x1,0	423,40	0,72	2371,04	0,6	155,52	0,00	2 526,56	9 902,02
10	11,302	0,648	5,60	22x1,0	208,30	0,57	1166,48	0,6	97,47	0,00	1 263,95	11 165,97
11	13,507	0,774	5,60	22x1,0	287,90	0,68	1612,24	0,6	138,72	0,00	1 750,96	12 916,93
12	15,825	0,907	5,60	28x1,5	128,50	0,51	719,60	1,4	182,07	0,00	901,67	13 818,60
13	18,030	1,034	28,22	28x1,5	167,70	0,59	4732,49	3,5	609,18	0,00	5 341,67	19 160,27
14	31,817	1,368	14,08	28x1,5	273,80	0,77	3855,10	10,9	3231,31	15200	22 286,41	41 446,68
Vedlejší větve												
15	0,526	0,030	3,95	15x1,0	4,50	0,06	17,78	3,4	6,12	PŠ (5)	23,90	365,67
16	0,421	0,024	1,20	15x1,0	3,70	0,05	4,44	2,0	2,50	PŠ (4)	6,94	408,55
17	0,244	0,014	4,78	15x1,0	2,20	0,03	10,52	3,4	1,53	PŠ (1)	12,05	452,62
18	0,669	0,038	0,52	15x1,0	7,20	0,08	3,74	2,0	6,40	PŠ (3)	10,14	672,91
19	0,478	0,027	4,20	15x1,0	4,50	0,06	18,91	3,4	6,12	PŠ (1)	25,03	1 547,84
8. patro												
č.ú	Q (kW)	M (m³/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	Δp _{RV}	R.l+Z+Δp _{RV}	Δp _{DIS}
20	0,115	0,007	10,07	15x1,0	0,70	0,01	7,05	2,8	0,14	PŠ (8)	357,19	357,19
21	0,641	0,037	5,69	15x1,0	7,20	0,08	40,97	0,6	1,92	0,00	42,89	400,08
22	0,957	0,055	1,50	15x1,0	21,90	0,12	32,85	0,6	4,32	0,00	37,17	437,25
23	1,201	0,069	5,70	15x1,0	29,60	0,14	168,72	0,6	5,88	0,00	174,60	611,85
24	1,727	0,099	11,27	15x1,0	60,10	0,21	677,33	0,6	13,23	0,00	690,56	1 302,40
25	2,205	0,126	12,84	15x1,0	87,60	0,26	1124,78	2,0	67,60	0,00	1 192,38	2 494,79
Vedlejší větve												

č.ú	Q (kW)	M (m³/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	Δp _{RV}	R.l+Z+Δp _{RV}	Δp _{DIS}
26	0,526	0,030	3,95	15x1,0	4,50	0,06	17,78	3,4	6,12	PŠ (5)	23,90	357,19
27	0,316	0,018	1,20	15x1,0	3,00	0,04	3,60	2,0	1,60	PŠ (3)	5,20	400,08
28	0,244	0,014	4,78	15x1,0	2,20	0,03	10,52	3,4	1,53	PŠ (2)	12,05	437,25
29	0,526	0,030	0,52	15x1,0	4,50	0,06	2,34	2,0	3,60	PŠ (6)	5,94	611,85
30	0,478	0,027	4,20	15x1,0	4,50	0,06	18,91	3,4	6,12	PŠ (2)	25,03	1 302,40
7. patro												
č.ú	Q (kW)	M (m³/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	Δp _{RV}	R.l+Z+Δp _{RV}	Δp _{DIS}
31	0,115	0,007	10,07	15x1,0	0,70	0,01	7,05	2,8	0,14	PŠ (8)	357,19	357,19
32	0,641	0,037	5,69	15x1,0	7,20	0,08	40,97	0,6	1,92	0,00	42,89	400,08
33	0,957	0,055	1,50	15x1,0	21,90	0,12	32,85	0,6	4,32	0,00	37,17	437,25
34	1,201	0,069	5,70	15x1,0	29,60	0,14	168,72	0,6	5,88	0,00	174,60	611,85
35	1,727	0,099	11,27	15x1,0	60,10	0,21	677,33	0,6	13,23	0,00	690,56	1 302,40
36	2,205	0,126	12,84	15x1,0	87,60	0,26	1124,78	2,0	67,60	0,00	1 192,38	2 494,79
Vedlejší větve												
37	0,526	0,030	3,95	15x1,0	4,50	0,06	17,78	3,4	6,12	PŠ (5)	23,90	357,19
38	0,316	0,018	1,20	15x1,0	3,00	0,04	3,60	2,0	1,60	PŠ (3)	5,20	400,08
39	0,244	0,014	4,78	15x1,0	2,20	0,03	10,52	3,4	1,53	PŠ (2)	12,05	437,25
40	0,526	0,030	0,52	15x1,0	4,50	0,06	2,34	2,0	3,60	PŠ (6)	5,94	611,85
41	0,478	0,027	4,20	15x1,0	4,50	0,06	18,91	3,4	6,12	PŠ (2)	25,03	1 302,40
6. patro												
č.ú	Q (kW)	M (m³/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	Δp _{RV}	R.l+Z+Δp _{RV}	Δp _{DIS}
42	0,115	0,007	10,07	15x1,0	0,70	0,01	7,05	2,8	0,14	PŠ (8)	357,19	357,19
43	0,641	0,037	5,69	15x1,0	7,20	0,08	40,97	0,6	1,92	0,00	42,89	400,08

č.ú	Q (kW)	M (m³/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.I (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	Δp _{RV}	R.I+Z+Δp _{RV}	Δp _{DIS}
44	0,957	0,055	1,50	15x1,0	21,90	0,12	32,85	0,6	4,32	0,00	37,17	437,25
45	1,201	0,069	5,70	15x1,0	29,60	0,14	168,72	0,6	5,88	0,00	174,60	611,85
46	1,727	0,099	11,27	15x1,0	60,10	0,21	677,33	0,6	13,23	0,00	690,56	1 302,40
47	2,205	0,126	12,84	15x1,0	87,60	0,26	1124,78	2,0	67,60	0,00	1 192,38	2 494,79
Vedlejší větve												
48	0,526	0,030	3,95	15x1,0	4,50	0,06	17,78	3,4	6,12	PŠ (5)	23,90	357,19
49	0,316	0,018	1,20	15x1,0	3,00	0,04	3,60	2,0	1,60	PŠ (3)	5,20	400,08
50	0,244	0,014	4,78	15x1,0	2,20	0,03	10,52	3,4	1,53	PŠ (2)	12,05	437,25
51	0,526	0,030	0,52	15x1,0	4,50	0,06	2,34	2,0	3,60	PŠ (6)	5,94	611,85
52	0,478	0,027	4,20	15x1,0	4,50	0,06	18,91	3,4	6,12	PŠ (2)	25,03	1 302,40
5. patro												
č.ú	Q (kW)	M (m³/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.I (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	Δp _{RV}	R.I+Z+Δp _{RV}	Δp _{DIS}
53	0,115	0,007	10,07	15x1,0	0,70	0,01	7,05	2,8	0,14	PŠ (8)	357,19	357,19
54	0,641	0,037	5,69	15x1,0	7,20	0,08	40,97	0,6	1,92	0,00	42,89	400,08
55	0,957	0,055	1,50	15x1,0	21,90	0,12	32,85	0,6	4,32	0,00	37,17	437,25
56	1,201	0,069	5,70	15x1,0	29,60	0,14	168,72	0,6	5,88	0,00	174,60	611,85
57	1,727	0,099	11,27	15x1,0	60,10	0,21	677,33	0,6	13,23	0,00	690,56	1 302,40
58	2,205	0,126	12,84	15x1,0	87,60	0,26	1124,78	2,0	67,60	0,00	1 192,38	2 494,79
Vedlejší větve												
59	0,526	0,030	3,95	15x1,0	4,50	0,06	17,78	3,4	6,12	PŠ (5)	23,90	357,19
60	0,316	0,018	1,20	15x1,0	3,00	0,04	3,60	2,0	1,60	PŠ (3)	5,20	400,08
61	0,244	0,014	4,78	15x1,0	2,20	0,03	10,52	3,4	1,53	PŠ (2)	12,05	437,25
62	0,526	0,030	0,52	15x1,0	4,50	0,06	2,34	2,0	3,60	PŠ (6)	5,94	611,85
63	0,478	0,027	4,20	15x1,0	4,50	0,06	18,91	3,4	6,12	PŠ (2)	25,03	1 302,40

č.ú	Q (kW)	M (m³/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	Δp _{RV}	R.l+Z+Δp _{RV}	Δp _{DIS}
4. patro												
č.ú	Q (kW)	M (m³/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	Δp _{RV}	R.l+Z+Δp _{RV}	Δp _{DIS}
64	0,115	0,007	10,07	15x1,0	0,70	0,01	7,05	2,8	0,14	PŠ (8)	357,19	357,19
65	0,641	0,037	5,69	15x1,0	7,20	0,08	40,97	0,6	1,92	0,00	42,89	400,08
66	0,957	0,055	1,50	15x1,0	21,90	0,12	32,85	0,6	4,32	0,00	37,17	437,25
67	1,201	0,069	5,70	15x1,0	29,60	0,14	168,72	0,6	5,88	0,00	174,60	611,85
68	1,727	0,099	11,27	15x1,0	60,10	0,21	677,33	0,6	13,23	0,00	690,56	1 302,40
69	2,205	0,126	12,84	15x1,0	87,60	0,26	1124,78	2,0	67,60	0,00	1 192,38	2 494,79
Vedlejší větve												
70	0,526	0,030	3,95	15x1,0	4,50	0,06	17,78	3,4	6,12	PŠ (5)	23,90	357,19
71	0,316	0,018	1,20	15x1,0	3,00	0,04	3,60	2,0	1,60	PŠ (3)	5,20	400,08
72	0,244	0,014	4,78	15x1,0	2,20	0,03	10,52	3,4	1,53	PŠ (2)	12,05	437,25
73	0,526	0,030	0,52	15x1,0	4,50	0,06	2,34	2,0	3,60	PŠ (6)	5,94	611,85
74	0,478	0,027	4,20	15x1,0	4,50	0,06	18,91	3,4	6,12	PŠ (2)	25,03	1 302,40
3. patro												
č.ú	Q (kW)	M (m³/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	Δp _{RV}	R.l+Z+Δp _{RV}	Δp _{DIS}
75	0,115	0,007	10,07	15x1,0	0,70	0,01	7,05	2,8	0,14	PŠ (8)	357,19	357,19
76	0,641	0,037	5,69	15x1,0	7,20	0,08	40,97	0,6	1,92	0,00	42,89	400,08
77	0,957	0,055	1,50	15x1,0	21,90	0,12	32,85	0,6	4,32	0,00	37,17	437,25
78	1,201	0,069	5,70	15x1,0	29,60	0,14	168,72	0,6	5,88	0,00	174,60	611,85
79	1,727	0,099	11,27	15x1,0	60,10	0,21	677,33	0,6	13,23	0,00	690,56	1 302,40
80	2,205	0,126	12,84	15x1,0	87,60	0,26	1124,78	2,0	67,60	0,00	1 192,38	2 494,79
Vedlejší větve												

č.ú	Q (kW)	M (m³/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	Δp _{RV}	R.l+Z+Δp _{RV}	Δp _{DIS}
81	0,526	0,030	3,95	15x1,0	4,50	0,06	17,78	3,4	6,12	PŠ (5)	23,90	357,19
82	0,316	0,018	1,20	15x1,0	3,00	0,04	3,60	2,0	1,60	PŠ (3)	5,20	400,08
83	0,244	0,014	4,78	15x1,0	2,20	0,03	10,52	3,4	1,53	PŠ (2)	12,05	437,25
84	0,526	0,030	0,52	15x1,0	4,50	0,06	2,34	2,0	3,60	PŠ (6)	5,94	611,85
85	0,478	0,027	4,20	15x1,0	4,50	0,06	18,91	3,4	6,12	PŠ (2)	25,03	1 302,40
2. patro												
č.ú	Q (kW)	M (m³/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	Δp _{RV}	R.l+Z+Δp _{RV}	Δp _{DIS}
86	0,115	0,007	10,07	15x1,0	0,70	0,01	7,05	2,8	0,14	PŠ (8)	357,19	357,19
87	0,593	0,034	5,69	15x1,0	5,20	0,07	29,59	0,6	1,47	0,00	31,06	388,25
88	0,909	0,052	1,50	15x1,0	17,20	0,11	25,80	0,6	3,63	0,00	29,43	417,68
89	1,153	0,066	5,70	15x1,0	29,60	0,14	168,72	0,6	5,88	0,00	174,60	592,28
90	1,679	0,096	11,27	15x1,0	52,20	0,20	588,29	0,6	12,00	0,00	600,29	1 192,57
91	2,157	0,124	12,84	15x1,0	87,60	0,26	1124,78	2,0	67,60	0,00	1 192,38	2 384,96
Vedlejší větve												
92	0,470	0,027	3,95	15x1,0	4,50	0,06	17,78	3,4	6,12	PŠ (5)	23,90	357,19
93	0,316	0,018	1,20	15x1,0	4,50	0,06	5,40	2,0	3,60	PŠ (3)	9,00	388,25
94	0,244	0,014	4,78	15x1,0	2,20	0,03	10,52	3,4	1,53	PŠ (2)	12,05	417,68
95	0,669	0,038	0,52	15x1,0	7,20	0,08	3,74	2,0	6,40	PŠ (5)	10,14	592,28
96	0,496	0,028	4,20	15x1,0	4,50	0,06	18,91	3,4	6,12	PŠ (2)	25,03	1 192,57

8.4. Větev jih V04

Tabulka 20 Dimenzování potrubí větev V04 - jih

č.ú	Q (kW)	M (m³/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.I (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	Δp _{RV}	R.I+Z+Δp _{RV}	Δp _{DIS}
97	0,172	0,010	13,71	15x1,0	1,50	0,02	20,57	4,8	0,96	PŠ (8)	371,53	371,53
98	0,574	0,033	3,69	15x1,0	5,20	0,07	19,19	0,6	1,47	0,00	20,66	392,18
99	0,818	0,047	2,35	15x1,0	13,20	0,10	31,02	0,6	3,00	0,00	34,02	426,20
100	1,392	0,080	11,13	15x1,0	41,50	0,17	461,90	0,6	8,67	0,00	470,57	896,77
101	1,870	0,107	9,35	15x1,0	65,20	0,22	609,62	2,0	48,40	2000,00	2 658,02	3 554,79
102	3,549	0,203	5,60	15x1,0	206,50	0,42	1156,40	0,6	52,92	0,00	1 209,32	4 764,11
103	5,228	0,300	5,60	18x1,0	151,80	0,30	850,08	0,6	27,00	0,00	877,08	5 641,19
104	6,907	0,396	5,60	18x1,0	258,60	0,55	1448,16	0,6	90,75	0,00	1 538,91	7 180,10
105	8,586	0,492	5,60	18x1,0	281,20	0,68	1574,72	0,6	138,72	0,00	1 713,44	8 893,54
106	10,265	0,588	5,60	22x1,0	176,20	0,52	986,72	0,6	81,12	0,00	1 067,84	9 961,38
107	11,944	0,685	5,60	22x1,0	235,80	0,61	1320,48	0,6	111,63	0,00	1 432,11	11 393,49
108	13,787	0,790	10,93	28x1,5	102,30	0,45	1118,14	4,0	405,00	0,00	1 523,14	12 916,63
Vedlejší větve												
109	0,402	0,023	1,20	15x1,0	3,70	0,05	4,44	2,0	2,50	PŠ (3)	6,94	371,53
110	0,244	0,014	5,64	15x1,0	2,20	0,03	12,41	3,4	1,53	PŠ (2)	13,94	392,18
111	0,574	0,033	1,03	15x1,0	5,20	0,07	5,38	2,0	4,90	PŠ (7)	10,28	426,20
112	0,478	0,027	4,64	15x1,0	4,50	0,06	20,90	3,4	6,12	PŠ (3)	27,02	896,77
8. patro												
č.ú	Q (kW)	M (m³/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.I (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	Δp _{RV}	R.I+Z+Δp _{RV}	Δp _{DIS}
113	0,150	0,009	13,71	15x1,0	1,50	0,02	20,57	4,8	0,96	PŠ (8)	371,53	371,53
114	0,431	0,025	3,69	15x1,0	3,70	0,05	13,65	0,6	0,75	0,00	14,40	385,93
115	0,675	0,039	2,35	15x1,0	7,20	0,08	16,92	0,6	1,92	0,00	18,84	404,77

116	1,201	0,069	11,13	15x1,0	29,60	0,14	329,45	0,6	5,88	0,00	335,33	740,10
117	1,679	0,096	9,35	15x1,0	55,20	0,20	516,12	2,0	40,00	2000,00	2 556,12	3 296,22
Vedlejší větve												
118	0,316	0,018	1,20	15x1,0	3,00	0,04	3,60	2,0	1,60	PŠ (3)	5,20	371,53
119	0,244	0,014	5,64	15x1,0	2,20	0,03	12,41	3,4	1,53	PŠ (1)	13,94	385,93
120	0,526	0,030	1,03	15x1,0	4,50	0,06	4,65	2,0	3,60	PŠ (5)	8,25	404,77
121	0,478	0,027	4,64	15x1,0	4,50	0,06	20,90	3,4	6,12	PŠ (3)	27,02	740,10
7.patro												
č.ú	Q (kW)	M (m³/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.I (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	Δp _{RV}	R.I+Z+Δp _{RV}	Δp _{DIS}
122	0,150	0,009	13,71	15x1,0	1,50	0,02	20,57	4,8	0,96	PŠ (8)	371,53	371,53
123	0,431	0,025	3,69	15x1,0	3,70	0,05	13,65	0,6	0,75	0,00	14,40	385,93
124	0,675	0,039	2,35	15x1,0	7,20	0,08	16,92	0,6	1,92	0,00	18,84	404,77
125	1,201	0,069	11,13	15x1,0	29,60	0,14	329,45	0,6	5,88	0,00	335,33	740,10
126	1,679	0,096	9,35	15x1,0	55,20	0,20	516,12	2,0	40,00	2000,00	2 556,12	3 296,22
Vedlejší větve												
127	0,316	0,018	1,20	15x1,0	3,00	0,04	3,60	2,0	1,60	PŠ (3)	5,20	371,53
128	0,244	0,014	5,64	15x1,0	2,20	0,03	12,41	3,4	1,53	PŠ (1)	13,94	385,93
129	0,526	0,030	1,03	15x1,0	4,50	0,06	4,65	2,0	3,60	PŠ (5)	8,25	404,77
130	0,478	0,027	4,64	15x1,0	4,50	0,06	20,90	3,4	6,12	PŠ (3)	27,02	740,10
6. patro												
č.ú	Q (kW)	M (m³/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.I (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	Δp _{RV}	R.I+Z+Δp _{RV}	Δp _{DIS}
131	0,150	0,009	13,71	15x1,0	1,50	0,02	20,57	4,8	0,96	PŠ (8)	371,53	371,53
132	0,431	0,025	3,69	15x1,0	3,70	0,05	13,65	0,6	0,75	0,00	14,40	385,93
133	0,675	0,039	2,35	15x1,0	7,20	0,08	16,92	0,6	1,92	0,00	18,84	404,77
134	1,201	0,069	11,13	15x1,0	29,60	0,14	329,45	0,6	5,88	0,00	335,33	740,10

135	1,679	0,096	9,35	15x1,0	55,20	0,20	516,12	2,0	40,00	2000,00	2 556,12	3 296,22
Vedlejší větve												
136	0,316	0,018	1,20	15x1,0	3,00	0,04	3,60	2,0	1,60	PŠ (3)	5,20	371,53
137	0,244	0,014	5,64	15x1,0	2,20	0,03	12,41	3,4	1,53	PŠ (1)	13,94	385,93
138	0,526	0,030	1,03	15x1,0	4,50	0,06	4,65	2,0	3,60	PŠ (5)	8,25	404,77
139	0,478	0,027	4,64	15x1,0	4,50	0,06	20,90	3,4	6,12	PŠ (3)	27,02	740,10
5. patro												
č.ú	Q (kW)	M (m³/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	Δp _{RV}	R.l+Z+Δp _{RV}	Δp _{DIS}
140	0,150	0,009	13,71	15x1,0	1,50	0,02	20,57	4,8	0,96	PŠ (8)	371,53	371,53
141	0,431	0,025	3,69	15x1,0	3,70	0,05	13,65	0,6	0,75	0,00	14,40	385,93
142	0,675	0,039	2,35	15x1,0	7,20	0,08	16,92	0,6	1,92	0,00	18,84	404,77
143	1,201	0,069	11,13	15x1,0	29,60	0,14	329,45	0,6	5,88	0,00	335,33	740,10
144	1,679	0,096	9,35	15x1,0	55,20	0,20	516,12	2,0	40,00	2000,00	2 556,12	3 296,22
Vedlejší větve												
145	0,316	0,018	1,20	15x1,0	3,00	0,04	3,60	2,0	1,60	PŠ (3)	5,20	371,53
146	0,244	0,014	5,64	15x1,0	2,20	0,03	12,41	3,4	1,53	PŠ (1)	13,94	385,93
147	0,526	0,030	1,03	15x1,0	4,50	0,06	4,65	2,0	3,60	PŠ (5)	8,25	404,77
148	0,478	0,027	4,64	15x1,0	4,50	0,06	20,90	3,4	6,12	PŠ (3)	27,02	740,10
4. patro												
č.ú	Q (kW)	M (m³/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	Δp _{RV}	R.l+Z+Δp _{RV}	Δp _{DIS}
149	0,150	0,009	13,71	15x1,0	1,50	0,02	20,57	4,8	0,96	PŠ (8)	371,53	371,53
150	0,431	0,025	3,69	15x1,0	3,70	0,05	13,65	0,6	0,75	0,00	14,40	385,93
151	0,675	0,039	2,35	15x1,0	7,20	0,08	16,92	0,6	1,92	0,00	18,84	404,77
152	1,201	0,069	11,13	15x1,0	29,60	0,14	329,45	0,6	5,88	0,00	335,33	740,10
153	1,679	0,096	9,35	15x1,0	55,20	0,20	516,12	2,0	40,00	2000,00	2 556,12	3 296,22

Vedlejší větve												
154	0,316	0,018	1,20	15x1,0	3,00	0,04	3,60	2,0	1,60	PŠ (3)	5,20	371,53
155	0,244	0,014	5,64	15x1,0	2,20	0,03	12,41	3,4	1,53	PŠ (1)	13,94	385,93
156	0,526	0,030	1,03	15x1,0	4,50	0,06	4,65	2,0	3,60	PŠ (5)	8,25	404,77
157	0,478	0,027	4,64	15x1,0	4,50	0,06	20,90	3,4	6,12	PŠ (3)	27,02	740,10
3. patro												
č.ú	Q (kW)	M (m³/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	Δp _{RV}	R.l+Z+Δp _{RV}	Δp _{DIS}
158	0,150	0,009	13,71	15x1,0	1,50	0,02	20,57	4,8	0,96	PŠ (8)	371,53	371,53
159	0,431	0,025	3,69	15x1,0	3,70	0,05	13,65	0,6	0,75	0,00	14,40	385,93
160	0,675	0,039	2,35	15x1,0	7,20	0,08	16,92	0,6	1,92	0,00	18,84	404,77
161	1,201	0,069	11,13	15x1,0	29,60	0,14	329,45	0,6	5,88	0,00	335,33	740,10
162	1,679	0,096	9,35	15x1,0	55,20	0,20	516,12	2,0	40,00	2000,00	2 556,12	3 296,22
Vedlejší větve												
163	0,316	0,018	1,20	15x1,0	3,00	0,04	3,60	2,0	1,60	PŠ (3)	5,20	371,53
164	0,244	0,014	5,64	15x1,0	2,20	0,03	12,41	3,4	1,53	PŠ (1)	13,94	385,93
165	0,526	0,030	1,03	15x1,0	4,50	0,06	4,65	2,0	3,60	PŠ (5)	8,25	404,77
166	0,478	0,027	4,64	15x1,0	4,50	0,06	20,90	3,4	6,12	PŠ (3)	27,02	740,10
2. patro												
č.ú	Q (kW)	M (m³/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	Δp _{RV}	R.l+Z+Δp _{RV}	Δp _{DIS}
167	0,172	0,010	13,71	15x1,0	1,50	0,02	20,57	4,8	0,96	PŠ (8)	371,53	371,53
168	0,574	0,033	3,69	15x1,0	5,20	0,07	19,19	0,6	1,47	0,00	20,66	392,18
169	0,818	0,047	2,35	15x1,0	13,20	0,10	31,02	0,6	3,00	0,00	34,02	426,20
170	1,365	0,078	11,13	15x1,0	37,30	0,16	415,15	0,6	7,68	0,00	422,83	849,03
171	1,843	0,106	9,35	15x1,0	65,20	0,22	609,62	2,0	48,40	2000,00	2 658,02	3 507,05
Vedlejší větve												

172	0,402	0,023	1,20	15x1,0	3,70	0,05	4,44	2,0	2,50	PŠ (3)	6,94	371,53
173	0,244	0,014	5,64	15x1,0	2,20	0,03	12,41	3,4	1,53	PŠ (2)	13,94	392,18
174	0,547	0,031	1,03	15x1,0	4,50	0,06	4,65	2,0	3,60	PŠ (5)	8,25	426,20
175	0,478	0,027	4,64	15x1,0	4,50	0,06	20,90	3,4	6,12	PŠ (3)	27,02	849,03

8.5. Kotlový okruh

Tabulka 21 Kotlový okruh

č.ú	Q (kW)	M (m³/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma \xi$ (-)	Z (Pa)	Δp_{RV}	R.l+Z+ Δp_{RV}	Δp_{DIS}
176	48,000	2,064	2,20	DN32	196,40	0,68	432,08	1,4	323,68	0,00	1 105,76	1 105,76
177	96,000	4,127	2,20	DN40	297,90	0,95	655,38	1,4	631,75	0,00	1 637,13	2 742,89
178	144,000	6,191	16,30	DN50	243,70	1,04	3972,31	5,4	2 920,32	0,00	7 242,63	9 985,52

8.6. Opálkova 8

Tabulka 22 Dimenzování větev V05 - Opálkova 8

č.ú	Q (kW)	M (m³/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma \xi$ (-)	Z (Pa)	Δp_{RV}	R.l+Z+ Δp_{RV}	Δp_{DIS}
177,00	52,686	3,020	10,40	DN32	406,80	0,99	4230,72	8,8	4312	0,00	8 543	12 855,60
178	52,686	3,020	100,00	DN50	184,90	0,82	18490,00	3,4	1143	5800,00	19 633	39 431,76

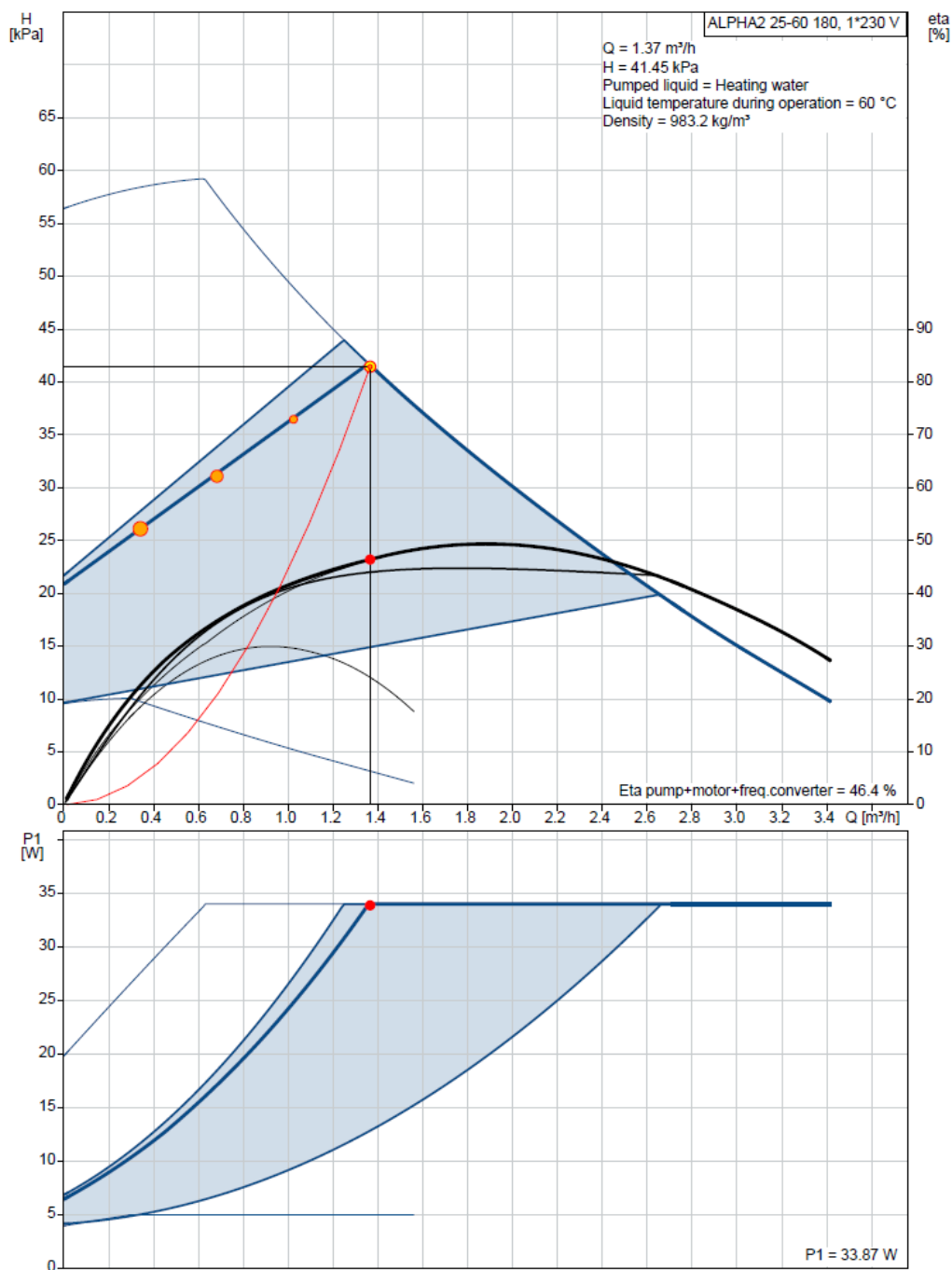
9. Návrh oběhových čerpadel

Všechna čerpadla jsou navržena od firmy Grundfos, jejich návrhovém programu Web Caps.

9.1. Čerpadlo č. 1 větev jih

Tlaková ztráta okruhu: 41 446,68 Pa

Průtok okruhu: 1,368 m³/h

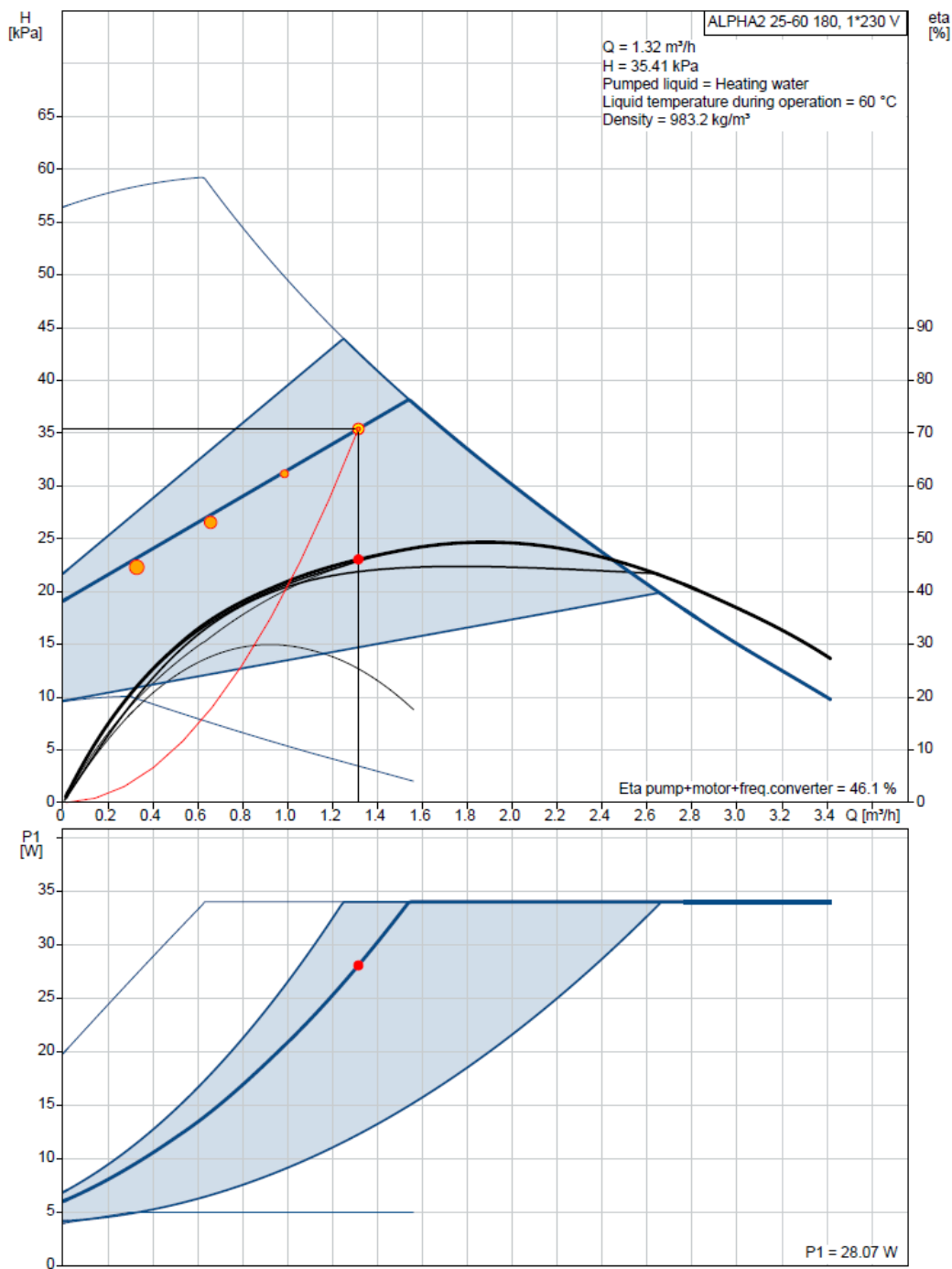


Obrázek 17 Křivka čerpadla pro větev V01 - jih

9.2. Čerpadlo č. 2 větev sever

Tlaková ztráta okruhu: 35 415,44 Pa

Průtok okruhu: 1,316 m³/h

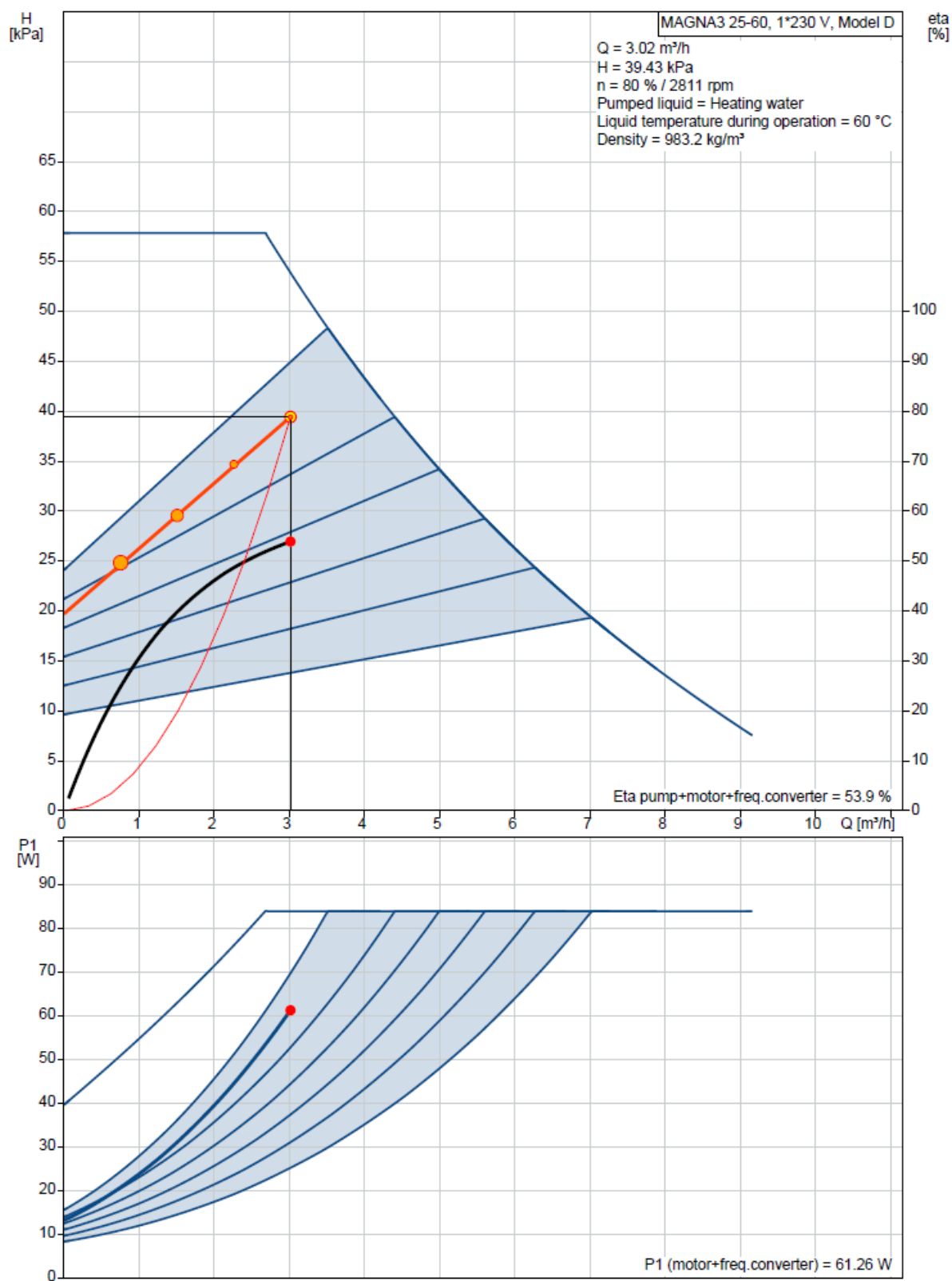


Obrázek 18 Křivka čerpadla pro větev V03 – sever

9.3. Opálkova 8

Tlaková ztráta: 39 431,76 Pa

Průtok okruhu: 3,020 m³/h



Obrázek 19 Křivka pro větev V05 - Opálkova 8

10. Zabezpečovací zařízení

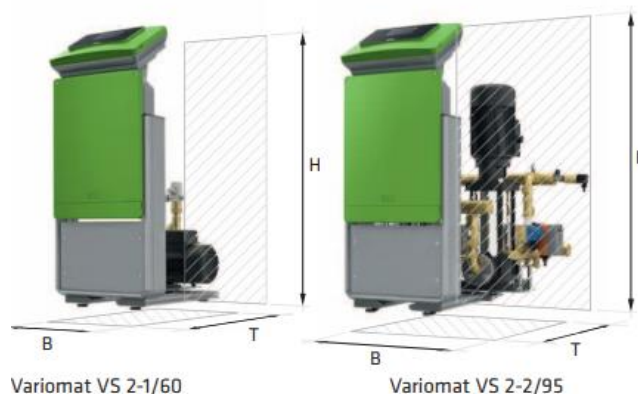
Návrh expanzního automatu a alternativy expanzní nádoby byl proveden dle výpočtového programu Reflex Pro Win.

10.1. Návrh expanzního automatu

Tabulka 23 Výpis výkonů zdrojů tepla

Č.	Zdroj tepla	Výkon [kW]	Vodní objem	Expanzní potrubí
1	Kondenzační kotel závěsný	48	7	DN20
2	Kondenzační kotel závěsný	48	7	DN20
3	Kondenzační kotel závěsný	48	7	DN20
	Celkem	144	21	DN32

Výstupní teplota: 65 °C
 Zpáteční teplota: 45 °C
 Statický tlak: 2,5 bar
 Minimální provozní tlak: 2,7 bar
 Otevírací tlak PSV: 4,0 bar
 Tlak soustavy: 3,5 bar
 Objem vody v soustavě: 1842 l



Obrázek 20 Expanzní automat

Návrh:

Reflex Variomat VS 2-1

Typ	Obj. číslo	p ₀ bar	Výška mm	Šířka mm	Hloubka mm	Základní nádoba	Hmotnost kg
VS 1	8910100	≤ 2,5	680	530	580	2 x G 1	25,0
VS 2-1/60	8910200	≤ 4,8	920	470	730	2 x G 1	33,0
VS 2-1/75	8910300	≤ 6,5	920	530	640	2 x G 1	35,0
VS 2-1/95	8910400	≤ 8,0	920	530	640	2 x G 1	37,0

Obrázek 21 Vybraná řada Aspanzního automatu

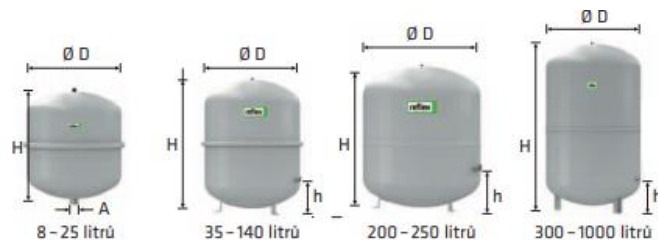
Řídící jednotka s jedním čerpadlem

10.2. Alternativa k expanznímu automatu

Membránová tlaková expanzní nádoba pro uzavřené topné soustavy.

Typ: N300

Jmenovitý objem: 300 l
 Užitečný maximální objem: 270 l
 Dovolený provozní přetlak: 6 bar
 Tlak plynu z výroby: 1,5 bar
 Tlak plynu nastavený: 2,7 bar



Obrázek 22 Membránové expanzní nádoby

10.3. Pojistný ventil

Pojistný ventil je součástí zdrojů tepla, který je nastaven na hodnotu 4 bary.

10.4. Expanzní nádoba pro teplou vodu

Vstupní parametry:

Výška soustavy: $h=2$ m
 Hustota vody: $\rho=1000$ kg/m³
 Gravitační zrychlení: $g=9,81$ m/s²

6 bar	Typ * 6 bar /120 °C	Obj. číslo šedá bílá	Počet na paletě	Hmotnost (kg)	Ø D (mm)	H (mm)	h (mm)	A	Přetlak plynu (bar)
	NG 8/6	8230100 7230107	96	1,6	206	285	-	R ¾	1,5
	NG 12/6	8240100 7240107	72	2,4	280	275	-	R ¾	1,5
	NG 18/6	8250100 7250107	56	3,4	280	345	-	R ¾	1,5
	NG 25/6	8260100 7260107	42	4,2	280	465	-	R ¾	1,5
	NG 35/6	8270100 7270107	24	4,8	354	460	130	R ¾	1,5
	NG 50/6	8001011 7001100	24	5,7	409	493	175	R ¾	1,5
	NG 80/6	8001211 7001300	12	8,7	480	565	175	R 1	1,5
	NG 100/6	8001411 7001500	10	11,4	480	670	175	R 1	1,5
	NG 140/6	8001611 7001700	6	13,1	480	912	175	R 1	1,5
6 bar	N 200/6	8213300 -	4	22,0	634	758	205	R 1	1,5
	N 250/6	8214300 -	4	24,7	634	888	205	R 1	1,5
	N 300/6	8215300 -	-	27,0	634	1092	235	R 1	1,5
	N 400/6	8218000 -	-	47,0	740	1102	245	R 1	1,5
	N 500/6	8218300 -	-	52,0	740	1321	245	R 1	1,5
	N 600/6	8218400 -	-	66,0	740	1531	245	R 1	1,5
	N 800/6	8218500 -	-	96,0	740	1996	245	R 1	1,5
	N 1000/6	8218600 -	-	118,0	740	2406	245	R 1	1,5

Obrázek 23 Vybraná řada membránové expanzní nádoby

Manometrická rovina: $H=0,5$ m
 Objem soustavy: $V_0=1,88$ l
 Koeficient tepelné roztažnosti: $n=0,02625$

Expanzní objem

$$V_e = 1,3 \cdot V_0 \cdot n = 1,3 \cdot 1,88 \cdot 0,02625 = 0,000064 \text{ m}^3 = 0,064155$$

$$V_{ep} = \frac{V_e \cdot (p_{hp} + 100)}{p_{hp} - p_d} = \frac{0,0000064 \cdot (400 + 100)}{400 - 45} = 0,0901 \Rightarrow \text{volím 8l}$$

$$p_{adov} \geq 1,1 \cdot h \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3} + \Delta p_z = 1,1 \cdot 2 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} + 20 = 41,58 \text{ kPa (volím 45 kPa)}$$

11. Návrh rozdělovače a sběrače

$$Q_s = 1,316 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_J = 1,368 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{V05} = 3,031 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{CELK} = 5,715 \text{ m}^3/\text{h}$$

Rozdělovač a sběrač na průtok by stačil s modulem 80 mm, ale jelikož instalovaný výkon je 144 kW, volím rozdělovač a sběrač s modulem 100 mm.

Q_{max} = [m³/hod]	6	10	15	23	42	65	95	130
do výkonu [kW] při Δt=20	120	250	350	550	1000	1500	2100	3000
MODUL	80	100	120	150	200	250	300	350
Průtok. průřez komor S_p (m²)	0,0019	0,0028	0,0040	0,0070	0,0114	0,0176	0,0271	0,0380
Max. délka (m)	1,5	2,0	3,0					

Obrázek 24 Vybraná řada Rozdělovače a sběrače

12. Návrh hydraulického vyrovnávače dynamických tlaků

$$Q_s = 1,316 \text{ m}^3/\text{h}$$

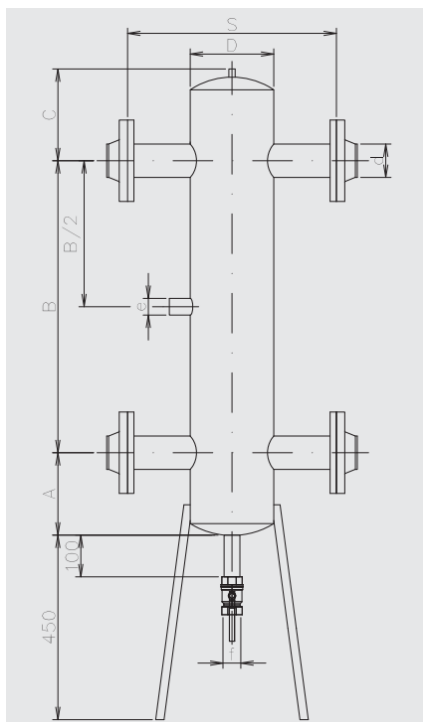
$$Q_J = 1,368 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{V05} = 3,031 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{CELK} = 5,715 \text{ m}^3/\text{h}$$

TYP HVDT	MAX. PRŮTOK (m ³ /hod)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	L (mm)	S (mm)	d (mm)	e (mm)	f
24B	1,8	100	300	65	89	485	169	5/4"	-	-
63B	2,5	110	380	80	108	600	208	6/4"	-	-
1B	4,0	110	400	100	108	600	208	2"	-	-
I	4,0	100	400	100	108	1050	400	57	1"	5/4"
II	8,0	150	500	100	159	1200	400	76	1"	5/4"
III	12,0	200	700	200	219	1550	500	89	1"	5/4"
IV	20,0	200	700	200	219	1550	500	108	5/4"	5/4"
V	30,0	250	900	200	273	1800	560	133	6/4"	6/4"
VI	50,0	300	1000	200	324	1950	620	159	6/4"	6/4"
VIa	80,0	400	1300	250	424	2400	750	219	2"	6/4"
VII	100,0	450	1500	250	508	2650	800	219	2 1/2"	6/4"

Obrázek 25 Vybraná řada hydraulického vyrovnávače dynamických tlaků



Obrázek 26 Příklad HVDT

13. Doplnění vody

Reflex Fillset Compact

Kompaktní armatura pro přímé napojení doplňovacích zařízení topných soustav.

Dovolený provozní přetlak: 10 bar

Dovolená provozní teplota: 60 °C

Připojení vstup/výstup: DN15/DN15

Reflex Fillmeter

Slouží ke kontrole změkčovacích zařízení. Je to elektronický vodoměr pro měření celkového množství vody.

Dovolený provozní přetlak: 10 bar

Dovolená provozní teplota: 65 °C

Připojení vstup/výstup: DN15/DN15

Reflex Fillsoft

Kompaktní změkčovací filtr pro úpravu plnicí nebo doplňovací vody.

Dovolený provozní přetlak: 8 bar

Dovolená provozní teplota: 5 – 40 °C

Maximální průtok: 360 l/h

Připojení vstup/výstup: DN15/DN15

Reflex Exdirt

Odlučovač nečistot a kalů pro otopné systémy.

Dovolený provozní přetlak: 8 bar

Dovolená provozní teplota: 5 – 40 °C

Maximální hmotnostní průtok: 7,5 m³/h

14. Vyvažovací ventily

Slouží k optimálnímu tlakovému vyvážení otopné soustavy. V projektu jsou navrženy vyvažovací ventily STAD-C. Tyto ventily umožňují zvýšit tlakovou ztrátu v potrubí, čímž je docíleno stejné tlakové ztráty u jednotlivých spotřebičů (bytů v jednotlivých patrech). Ventily jsou navrženy dle podkladů výrobce IMI Hydronic Engineering. Jejich ztráta je navržena podle hodnoty K_v . $K_v = 0,01 \frac{q}{\sqrt{\Delta p}}$ [m³/h]

Kde: q – Průtok spotřebičem

Δp – tlak, který je potřeba zregulovat

Větev V01 – 8. podlaží

Návrh vyvažovacího ventilu

Jmenovitý výkon Q_{MAX}	1,79	kW
Teplota přívodu t_p	60	°C
Teplota zpátečky t_z	45	°C
Dispoziční tlaková diference Δp_{DISP}	5,09	kPa
Tlaková ztráta spotřebiče $\Delta p_{spotř}$	2,82	kPa

1. Výpočet průtočného množství

$$m = \frac{Q_{MAX}}{c \cdot (t_p - t_z)} = \frac{1,794.3600}{4186.15} =$$

$$= 103 \text{ l/h}$$

2. Výpočet maximální tlakové ztráty ventilu

$$\Delta p_{RV MAX} = \Delta p_{DISP} - (\Delta p_V + \Delta p_{SPOTŘ}) = 5,082 - 2,817 =$$

$$= 2,28 \text{ kPa}$$

3. Výpočet hodnoty K_v

$$K_v = 0,01 \cdot \frac{m}{\sqrt{\Delta p_{RV MAX}}} = 0,01 \frac{102,84}{\sqrt{2,934}} =$$

$$= 0,682$$

STAD PN25, DN15, nastavení 2

$$K_{vs} = 0,88$$

4. Výpočet tlakové ztráty ventilu STAD

$$\Delta p_v = \left(0,01 \cdot \frac{m}{K_{vs}}\right)^2 = \left(0,01 \cdot \frac{102,84}{0,7}\right)^2 =$$

$$= 1,375 \text{ kPa}$$

5. Autorita

$$a = \frac{\Delta p_v}{\Delta p_{DISP}} = \frac{3,244}{5,082} =$$

$$= 0,3$$

Tabulka 24 Výpis vyvažovacích ventilů po patrech

Větev	Podlaží	Průtok [l/h]	Nastavení	Tlaková ztráta [Pa]	Dimenze
V01	8	102,84	2,0	2 275	DN15
V02	8	107,77	2,5	412	DN15
V03	8	126,40	2,0	3 342	DN15
V04	8	96,24	3,0	1 468	DN15
V01	7	102,84	2,0	3 557	DN15
V02	7	107,77	2,5	1 342	DN15
V03	7	126,40	2,0	4 881	DN15
V04	7	96,24	2,0	2 345	DN15
V01	6	102,84	2,0	5 709	DN15
V02	6	107,77	2,5	2 953	DN15
V03	6	126,40	2,0	7 407	DN15
V04	6	96,24	2,5	3 884	DN15
V01	5	102,84	2,0	6 814	DN15
V02	5	107,77	1,5	5 331	DN15
V03	5	126,40	1,5	8 671	DN15
V04	5	96,24	2,0	5 597	DN15
V01	4	102,84	1,5	8 335	DN15
V02	4	107,77	1,5	6 475	DN15
V03	4	126,40	1,5	10 422	DN15
V04	4	96,24	2,0	6 395	DN15

Větev	Podlaží	Průtok [l/h]	Nastavení	Tlaková ztráta [Pa]	Dimenze
V01	3	102,84	1,5	8 633	DN15
V02	3	107,77	1,5	7 996	DN15
V03	3	126,40	1,5	11 324	DN15
V04	3	96,24	1,5	8 097	DN15
V01	2	102,84	1,5	11 874	DN15
V02	2	107,77	1,5	7 996	DN15
V03	2	126,40	1,5	16 666	DN15
V04	2	96,24	1,5	8 097	DN15
V01-V02		819,15	2,5	8 559	DN20
V03-V04		790,31	2,5	6 244	DN20

15. Tří cestné ventily

15.1. Větev V01

Jmenovitý výkon Q_{MAX}	30,62 kW
Teplota přívodu t_p	65 °C
Teplota zpátečky t_z	45 °C
Dispoziční tlaková difference Δp_{DISP}	14,69 kPa

1. Výpočet průtočného množství

$$m = \frac{Q_{MAX}}{c \cdot (t_p - t_z)} = \frac{1794.3600}{4186.15} =$$

$$= 1316 \quad \text{l/h}$$

2. Výpočet hodnoty K_v

$$K_v = 0,01 \cdot \frac{q}{\sqrt{\Delta p_{RV MAX}}} = 0,01 \cdot \frac{102,84}{\sqrt{8,874}} =$$

$$= 3,435$$

Trojcestný ventil Regulus 3/4"

$$K_{vs} = 4$$

3. Výpočet tlakové ztráty ventilu

$$\Delta p_v = \left(0,01 \cdot \frac{m}{K_{vs}}\right)^2 = \left(0,01 \cdot \frac{102,84}{4,0}\right)^2 =$$

$$= 10,831 \quad \text{kPa}$$

4. Autorita

$$a = \frac{\Delta p_v}{\Delta p_{DISP}} = \frac{10,726}{14,691} =$$

$$= 0,74$$

15.2. Větev V02

Jmenovitý výkon Q_{MAX}	31,82 kW
Teplota přívodu t_p	65 °C
Teplota zpátečky t_z	45 °C
Dispoziční tlaková difference Δp_{DISP}	14,69 kPa

1. Výpočet průtočného množství

$$m = \frac{Q_{MAX}}{c \cdot (t_p - t_z)} = \frac{1794.3600}{4186.15} =$$

$$= 1368 \quad \text{l/h}$$

2. Výpočet hodnoty K_v

$$K_v = 0,01 \cdot \frac{q}{\sqrt{\Delta p_{RV MAX}}} = 0,01 \frac{102,84}{\sqrt{8,874}} =$$

$$= 3,569$$

Trojcestný ventil Regulus 3/4"

$$K_{vs} = 4$$

3. Výpočet tlakové ztráty ventilu

$$\Delta p_v = \left(0,01 \cdot \frac{m}{K_{vs}}\right)^2 = \left(0,01 \cdot \frac{102,84}{4,0}\right)^2 =$$

$$= 11,694 \quad \text{kPa}$$

4. Autorita

$$a = \frac{\Delta p_v}{\Delta p_{DISP}} = \frac{10,726}{14,691} =$$

$$= 0,80$$

16. Návrh tepelné izolace

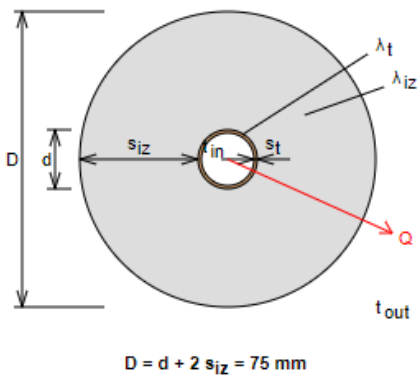
Tepelná ztráta kruhového potrubí je způsobená ztrátou vedením a přestupem tepla. Z toho důvodu navrhují tepelné izolace potrubí. Izolace je navržena dle vyhlášky 193/2007, kdy součinitel prostupu tepla pro jednotlivé dimenze je:

Tabulka 25 součinitele prostupu tepla pro jednotlivé dimenze potrubí

DN [mm]	U_0 [W/(mK)]
DN10 – DN15	0,15
DN20 – DN32	0,18
DN40 – DN65	0,27
DN80 – DN125	0,34
DN150 – DN200	0,40

Stanovení minimální tloušťky tepelné izolace

Tloušťky tepelné izolace byly stanoveny v aplikaci na webu www.tzb-info.cz.

Izolace - podrobné technické informace ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS Rozměry izolace - tl. 30 Tloušťka $s_{iz} = 30$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.039$ W / m K		 Řezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kaširovaná hliníkovou fólií. Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C
Trubka Měď Rozměry trubky - 15x1 Průměr $d = 15$ mm Tloušťka stěny $s_t = 1$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K		
 $D = d + 2 s_{iz} = 75$ mm		Potrubí Teplota média $t_{in} = 65$ °C Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 40$ °C Relativní vlhkost vzduchu $rh = 65$ % ??? Teplota rosného bodu $t_w = 33.1$ °C Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu $\alpha_e = 10$ W / m ² K Délka potrubí $l = 1$ m
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)		DN 10 - DN 15 => $U_{0,193/2007} = 0.15$ W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí		$U_0 = 0.143 \leq 0.15$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí		$t_{p,iz} = 41.5$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace		$q_p = 11.8$ W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací		$q_{iz} = 3.6$ W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí		70 %
Střední spotřeba izolace		0.1414 m ² - platí pro plošnou izolaci

Obrázek 27 Výpočet tepelné izolace

Tabulka 26 Navržené tepelné izolace

DN/Dxt	15x1,0	18x1,0	20x1,0	25x1,5	35x1,5
Tl. izolace	30	40	50	60	70

17. Větrání kotelny na zemní plyn

1. Vstupní data

- Tepelný výkon kotlů $Q_k = 165$ kW
- Objem kotelny $V_k = 52,475$ m³
- Palivo zemní plyn s výhřevností $H_u = 35\,000$ kJ/m³
- Účinnost kotlů $\eta = 98$ %

2. Teoretický a skutečný objem spalovacího vzduchu $\lambda=1,3$ pro nízkoteplotní kotle

$$V_{min} = 0,26 \cdot H - 0,25 = 0,260 \cdot 35 - 0,25 = 8,85 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

$$V_{sk} = \lambda \cdot V_{min} = 1,3 \cdot 8,85 = 11,5 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

3. Potřeba paliva v zimním a letním období

$$P_z = \frac{\sum Q_z}{\eta \cdot H_u} = \frac{165}{0,98 \cdot 35} = 0,00481 \text{ m/s}$$

$$P_L = \frac{\sum Q_L}{\eta \cdot H_u} = \frac{53}{0,98 \cdot 35} = 0,00155 \text{ m/s}$$

4. Průtok spalovacího vzduchu

$$V_{sp,z} = V_{sk} \cdot P_z = 11,5 \cdot 0,00481 = 0,0553 \text{ m}^3/\text{s} = 199,134 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_{sp,L} = V_{sk} \cdot P_L = 11,5 \cdot 0,00155 = 0,0178 \text{ m}^3/\text{s} = 64,170 \text{ m}^3/\text{h}$$

5. Průtok vzduchu pro větrání stanovený z minimální výměny vzduchu 0,5/h

$$V_{sp,z} = n \cdot O = 0,5 \cdot 52,475 = 26,238 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$n_z = \frac{V}{O} = \frac{199,134}{52,475} = 3,795/\text{h}$$

$$n_L = \frac{V}{O} = \frac{64,17}{52,475} = 1,223/\text{h}$$

6. Návrh větracích otvorů s průtočnou rychlostí $v=1,5\text{m/s}$

$$S = \frac{V_{sp,z}}{v} = \frac{0,0553}{1,5} = 0,035 \text{ m}^2$$

Žaluzie 200x315 s průtočnou plochou 0,04 m²

Tepelná bilance kotelny v zimě

Tepelná produkce kotlů a potrubních rozvodů do okolí činí cca 1% z instalovaného výkonu

$$Q_{z,z} = p \cdot Q_z = 0,01 \cdot 165000 = 1650 \text{ W}$$

Měrná tepelná ztráta kotelny větráním pro průtok spalovacího vzduchu

$$H_T = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{562}{22} = 25,55 \text{ W/K}$$

Měrná tepelná ztráta kotelny větráním pro průtok vzduchu pro spalování

$$H_V = V \cdot \rho \cdot c = 0,0553 \cdot 1300 = 71,89 \text{ W/K}$$

Teplota vzduchu v kotelně

$$t_{i,z} = t_e + \frac{Q_{z,z}}{H_T + H_v} = -12 + \frac{1650}{25,55 + 71,89} = 16,93 \text{ }^\circ\text{C}$$

Předepsaná teplota v kotelně $t_{min} = 7,5^\circ\text{C} \leq 16,93^\circ\text{C}$

Tepelná bilance v létě

Tepelná produkce kotlů a potrubních rozvodů do okolí činí cca 1,5 %

$$Q_{z,L} = p \cdot Q_z + I \cdot S_o = 0,015 \cdot 53000 + 0 = 795 \text{ W}$$

Měrná tepelná zátěž větráním pro letní průtok spalovacího vzduchu

$$H_V = V \cdot \rho \cdot c = 0,0178 \cdot 1300 = 23,14 \text{ W/K}$$

Teplota v kotelně pro průměrnou letní teplotu

$$t_{i,z} = t_e + \frac{Q_{z,z}}{H_V + H_T} = 30 + \frac{795}{23,14 + 25,55} = 46,33 \text{ °C}$$

Maximální teplota v kotelně je 35°C – nutno zvýšit průtok vzduchu.

$$V_L = \frac{Q_{z,L}}{\rho \cdot c \cdot \Delta t} = \frac{795}{1300 \cdot 8} = 0,076 \text{ m}^3/\text{s} = 273,6 \text{ m}^3/\text{h}$$

Navržen nástěnný ventilátor Mulivac E-style 150 s objemovým průtokem 315 m³/h

18. Roční potřeba tepla

15.1. Příprava teplé vody

Vstupní údaje:

Spotřeba teplé vody denně: 10,752 m³/den

Výstupní teplota vody: 55 °C

Vstupní teplota v létě: 15 °C

Vstupní teplota v zimě: 10 °C

Způsob přípravy - ohřev v zásobníkovém ohřívači otopnou vodou z plynové kotelny

Požadovaná energie

$$E_{TV,d} = V \cdot c \cdot (t_1 - t_2) = 10,752 \cdot 1,163 \cdot (55 - 10) = 562,71 \text{ kWh/den}$$

Korekce na proměnlivou vstupní teplotu

$$k_1 = \frac{t_{tv} - t_{sv,L}}{t_{tv} - t_{sv,Z}} = \frac{55 - 15}{55 - 10} = 0,89$$

Roční potřeba tepla

$$E_{TV} = E_{tv,d} \cdot d + k_t \cdot E_{tv,d} \cdot (350 - d) = 562,71 \cdot 220 + 0,89 \cdot 562,71 \cdot (350 - 220) \\ = 188,90 \text{ MWh/r}$$

Spotřeba energie

$$E_{TV,SK} = \frac{E_{TV}}{\eta_{zdroj} \cdot \eta_{distr}} = \frac{188,9}{0,9 \cdot 0,55} = 381,62 \text{ MWh/r}$$

16.2. Vytápění

Měrná tepelná ztráta prostupem a infiltrací

Ztráta prostupem a infiltrací: 105,736 kW

Výpočtová teplota v interiéru: 20 °C

Výpočtová teplota v exteriéru: -12 °C

$$H_{T+I} = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{105,736}{32} = 3304,25 \text{ W/K}$$

Požadovaná energie

$$E = 24 \cdot \varepsilon \cdot e \cdot D \cdot H_{T+I} = 24 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 3248 \cdot 3304,25 = 164,85 \text{ MWh/r}$$

$$D = d \cdot (t_{is} - t_{es}) = 232 \cdot (18 - 4) = 3248$$

Spotřebovaná energie

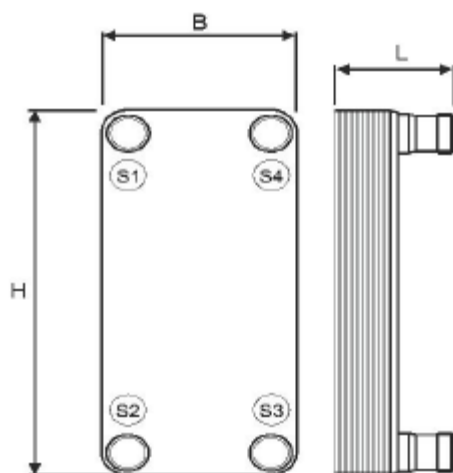
$$E_{UT} = \frac{E}{\eta_{zdroj} \cdot \eta_{distr}} = \frac{164,85}{0,9 \cdot 0,95} = 192,81 \text{ MWh/r}$$

$$E = 3600 \cdot \frac{E}{H} = 3600 \cdot \frac{(E_{TV} + E_{UT} + E_{VZT})}{H} \\ = 3600 \cdot \frac{(381,62 + 192,81 + 0) \cdot 10^6}{35\,000\,000} \\ = 59\,084 \text{ m}^3/\text{r}$$

19. Výměník tepla

Výměník tepla byl navrhnut v programu reflex.

	Jednotky	Primár	Sekundár
Průtok	m ³ /h	6,3	12,6
Vstupní teplota	°C	65	40
Výstupní teplota	°C	45	50
Výkon	kW	144,0	
Δt_m	K	9,1	
Tlaková ztráta	kPa	5,8	23,5
Předávací plocha	m ²	5,13	
Počet desek	kusy	40	



Obrázek 28 Rozměry deskového výměníku

Délka L	168,0 mm
Šířka B	271,0 mm
Výška H	532,0 mm

C. Projekt

Technická zpráva

Obsah

1.	ÚVOD	97
1.1	PŘEDMĚT PROJEKTU	97
1.2	PODKLADY PRO PROJEKT	97
1.3	ROZSAH DOKUMENTU	97
2.	TECHNOLOGIE ZDROJE TEPLA	97
2.1	BILANCE POTŘEB	98
2.2	PARAMETRY ZDROJE TEPLA A TOPNÉHO SYSTÉMU	98
2.3	POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ ZDROJE TEPLA	99
3.	MATRIÁL	Chyba! Záložka není definována.
4.	OCHRANA PROTI KOROZI A BAREVNÉ OZNAČENÍ	101
5.	IZOLACE PROTI TEPELNÝM ZTRÁTÁM	101
6.	ZKOUŠKY ZAŘÍZENÍ	101
7.	MANTÁŽNÍ A BEZPEČNOSTNÍ POKYNY	102
8.1	STAVEBNÍ ČÁST	102
8.2	ELEKTRO INSTALACE, MAR	102

11. ÚVOD

Tato projektová dokumentace řeší výstavbu teplovodního zdroje tepla a nové teplovodní otopné soustavy v objektu bytového domu.

1.1. PŘEDMĚT PROJEKTU

V rámci energetické úspory energie v objektu bytového domu je navržena nová instalace teplovodního zdroje tepla a nová otopná soustava v objektu. Stávající otopná soustava bude zcela demontovaná. Novým zdrojem tepla pro vytápění objektu budou tři plynové kondenzační kotle a pro přípravu teplé vody bude jeden plynový kondenzační kotel.

1.2. PODKLADY PRO PROJEKT

- Projektová dokumentace stavební části objektu
- Příslušné normy a předpisy
- Požadavky investora

1.3. ROZSAH DOKUMENTU

Tato část projektové dokumentace řeší

- Instalaci plynových kondenzačních kotlů
- Ohřev TV (teplé vody)
- Novou výstavbu otopného systému

1.4. Klimatické poměry

- Klimatické místo Brno
- Zimní výpočtová teplota -12 °C
- Nadmořská výška 227 m n. m.

2. TECHNOLOGIE ZDROJE TEPLA

2.1. Tepelně technické vlastnosti konstrukcí

V rámci energetické úspory energie bude objekt zateplen.

Podlaha na zemině $U_{pdl,z} = 0,887 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1} > U_{N,rq} = 0,85 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ ($> U_{n,rc} = 0,6 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$)

Střešní konstrukce rovná $U_{str,r} = 0,12 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1} < U_{N,rq} = 0,24 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ ($< U_{n,rc} = 0,16 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$)

Stěna ochlazovaná $U_{so} = 0,149 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1} < U_{N,rq} = 0,30 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ ($< U_{n,rc} = 0,25 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$)

Konstrukce podlahy na zemině nevyhoví na požadovanou hodnotu součinitele prostupu tepla, protože skladba podlah zůstala stávající, došlo pouze k výměně nášlapných vrstev.

2.2. BILANCE POTŘEB

Tepelné ztráty byly stanoveny dle ČSN EN 12 831, výchozím podkladem byly pro stanovení součinitele tepla U [$W/(m^2.K)$] zadávací dokumentace stavby. Tepelná ztráta prostupem včetně hygienické výměny je v souladu s normou ČSN EN 12 831. Příprava teplé užitkové vody je řešena samostatně plynovým kondenzačním kotlem, pomocí nepřímotopného zásobníku.

Jako centrální zdroj tepla je navržena kaskáda tří závěsných plynových kondenzačních kotlů.

Jmenovitý tepelný příkon:	48 kW
Pro vytápění:	8,7 – 48,0 (50°C/30°C)
	7,8 – 44,1 (80°C/60°C)

Roční potřeba tepla a plynu:

- Roční potřeba tepla:	574,43 MWh/rok
- Minimální hodinový odběr zemního plynu:	1,28 m ³ /h
- Maximální hodinový odběr zemního plynu:	4,52 m ³ /h
- Roční potřeba zemního plynu:	59 084 m ³ /rok

Provozování teplovodního zdroje tepla je navrženo automatické s občasnou kontrolou a údržbou. Automatický provoz zdroje tepla zajišťuje vlastní automatika, která je součástí dodávky. Automatický provoz zdroje tepla, regulaci vytápění, provozní stavy, signalizaci, havarijní stavy apod. bude zabezpečovat řídicí systém, který řeší samostatná část projektové dokumentace – Elektroinstalace, MAR.

2.3. PARAMETRY ZDROJE TEPLA A TOPNÉHO SYSTÉMU

Charakteristika:	Teplovodní soustava
Otopné médium:	Otopná voda s teplotním spádem 60°C/45°C
Max. přetlak v otopném systému:	400 kPa

Na provoz zdroje tepla se vztahuje vyhláška ČÚBP č.91/1993 Sb. součet instalovaného výkonu v kotelně je 144 kW.

S ohledem na celkový instalovaný výkon ve zdroji tepla, jenž je větší než 140 kW, musí zdroj tepla tvořit dle ČSN 73 0802 samostatný požární úsek.

Technické parametry plynového kondenzačního kotle:

Typ kotle:	Plynový kondenzační kotel v provedení C
Topný výkon jednoho kotle:	48 kW
Instalovaný výkon:	192 kW
Doporučený výkon:	1 900 l/h
Přibližná hodnota objemu kondenzátu:	5,0 l/h
Max. výstupní teplota:	75 °C

2.4. POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ ZDROJE TEPLA

Návrh zařízení je proveden dle ČSN 06 310, ČSN 06 0320.

Dle tepelné bilance jsou navrženy jako zdroj tepla tři plynové kondenzační kotle (8,7 – 48,0 50°C/30°C), které budou v místnosti č. 01.01.

Teplotní spád systému v primárním okruhu: 65°C/45°C

Teplotní spád systému v sekundárním okruhu: 60°C/45°C

Teplotní spád systému pro teplou vodu: 60°C/45°C

Zdroj tepla bude vybaven ekvitermní regulací topné vody a možností nočního útlumového režimu. Kotle jsou v nástěnném provedení. Pro ovládání kotle bude použita regulace od výrobce kotlů.

Rozdělovač a sběrač má tři větve dvě na vytápění bytového domu. Třetí je přívod do bytového domu Opálkova 8.

Ohřev teplé vody je řešen v zásobníkovém ohříváči vody o užitečných objemech 768 l a 397 l.

Systém odkouření je řešen rozděleným sáním a odkouření. Sání je realizováno přes stěnu plastovým potrubím PP DN200. Odvod spalin je vyveden přes stěnu nad střechu. Vnitřní část odkouření bude realizováno z plastového PP potrubí a vnější z ušlechtilé oceli. Komínové těleso bude vyvedeno minimálně 1m nad rovinu střechy. Odvod kondenzátu bude sveden do stávající kanalizace.

Kotlové čerpadlo je součástí kotle

2.5. SYSTÉM ROZVODU VYTÁPĚNÍ

Materiál rozvodů je navržen z měděného potrubí. Samotné vytápění je zajištěno otopnými plochami s ruční termostatickou hlavici. Termostatická hlavice bude opatřena možností omezení nastavitelného rozsahu vytápění. Otopné plochy jsou z trubkových a deskových otopných těles.

2.6. POPIS PRVKŮ A OPATŘENÍ

2.6.1. POTRUBÍ

Potrubí u zdroje tepla

Nově osazované potrubní rozvody jsou navrženy z měděného potrubí. Na nevyšších místech budou potrubní rozvody osazeny automatickými odvzdušňovacími ventily, na nejnižších místech vypouštěcími kohouty.

Otopná soustava je dvoutrubková teplovodní s hlavním horizontálním rozvodem vedeným po zdi. Tepelná roztažnost bude řešena vhodným vedením potrubí (ohyby, odskoky, u horizontálních rozvodů) kompenzace přirozenými odskoky podél zdi a vzdálenostmi uchycení.

Rozvody pro otopná tělesa

Hlavní horizontální rozvody budou vedeny ve stěně, po stěně nebo pod stropem.

2.6.2. Armatury

Nastavení a seřízení armatur musí provést certifikovaný partner dle hydraulického vyvážení měřicím přístrojem. Otopná tělesa budou osazena termostatickými hlavici. Doregulování termostatických ventilů bude provedeno po uvedení soustavy do provozu. Termostatické hlavice je doporučeno osadit do vodorovné polohy tak, aby hlavic směřovala do místnosti.

2.6.3. Otopné plochy

Otopná tělesa budou tvořena deskovými otopnými tělesy v provedení VK (ventil kompakt), trubkovými otopnými tělesy s krajním připojením. Pro správnou funkci termostatických ventilů nesmějí být otopná tělesa ani hlavice zakrytovány (závěsy, záclony, nábytek apod.). Termostatické hlavice je doporučeno osadit do vodorovné polohy tak, aby hlavic směřovala do místnosti.

2.6.4. Kvalita topné plochy

Před instalací kotle musí být systém důkladně vyčištěn od zbytků nečistot po řezání závitů, svařování a případných zbytků ředidel a pájecích past.

Kotel a celá topná soustava se napouští čistou, chemicky neagresivní měkkou vodou. Aby byl zajištěn hospodárný a bezporuchový provoz topného zařízení vč. kotle, je třeba přidat do plnicí vody stabilizátor tvrdosti, příp. použít částečně změkčenou nebo odsolenou vodu s přihlédnutím k hraničním hodnotám pH. Toto závisí na tvrdosti plnicí vody (regionálně velmi odlišné), objemu zařízení a velikosti kotle.

2.6.5. Izolace a nátěry

Tepelné izolace

Všechny potrubní rozvody otopné soustavy budou izolovány tepelnou izolací z kamenné vlny s hliníkovou fólií na povrchu. Tepelné izolace bude zhotovena od firmy Rockwool typ Pipa ALS.

3. OCHRANA PROTI KOROZI A BAREVNÉ OZNAČENÍ

Na všech měděných potrubních rozvodech není potřeba ochranných nátěrů proti korozi. Povrch izolací bude opatřen barevným označením podle protékajícího média.

- Přívodní potrubí červeně
- Vratné potrubí modře

4. IZOLACE PROTI TEPELNÝM ZTRÁTÁM

Všechny potrubní rozvody otopné soustavy budou izolovány tepelnou izolací z kamenné vlny s hliníkovou fólií na povrchu. Tepelné izolace bude zhotovena od firmy Rockwool typ Pipa ALS.

Tabulka 27 Navržené tepelné izolace potrubí

DN	Tloušťka izolace [mm]	Součinitel prostupu tepla [$\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$]
15x1,0	30	0,139
18x1,0	40	0,138
22x1,0	50	0,138
28x1,5	60	0,142
35x1,5	70	0,139

5. ZKOUŠKY ZAŘÍZENÍ

Po montáži bude zařízení řádně odzkoušeno za přítomnosti investora a uživatele. O veškerých zkouškách a přejímkách budou provedeny písemné zápisy. Topná zkouška bude trvat 72 hodin a v jejím průběhu budou navozeny veškeré provozní stavy. Dále bude provedena tlaková zkouška na přetlak 350Pa a dilatační zkouška.

6. MONTÁŽNÍ A BEZPEČNOSTNÍ POKYNY

Při provádění montážních prací je nutno dodržovat zásady bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v souladu s příslušnými platnými bezpečnostními předpisy a nařízeními, zejména s vyhláškou č.48/1982 Sb. v platném znění, kterou se stanoví základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení.

7. POŽADAVKY NA OSTATNÍ PROFESE

7.1. STAVEBNÍ ČÁST

V místnosti číslo 209 bude zbouraná příčka tloušťky 150 mm a budou zvětšeny dveře z 800 mm na 1600 mm.

Zhotovení zpevněných ploch pro tepelná čerpadla a venkovních kondenzátorů.

Výkop rýh včetně zpětného zásypu pro uložení chladivového potrubí z kondenzátoru do objektu.

Průraz prostupu potrubí a elektroinstalaci stěnou k tepelnému čerpadlu, včetně začištění.

Oprava omítek stěn.

Malba stěn a stropu v kotelně.

7.2. ELEKTRO INSTALACE, MAR

Elektroinstalace a systém MaR jsou řešeny v PD Elektroinstalace a MaR.

Seznam výkresové dokumentace

Půdorys prvního nadzemního podlaží	M 1:50
Půdorys druhého nadzemního podlaží	M 1:50
Půdorys typického podlaží	M 1:50
Půdorys devátého nadzemního podlaží	M 1:50
Půdorys strojovny	M 1:25
Schéma otopných těles	M 1:50
Schéma zapojení strojovny	-

20. Závěr

Cílem této diplomové práce byl co nejvhodnější a ekonomický návrh vytápění a ohřev teplé vody bytového domu. Projekt dbá na dosažení tepelné pohody. Teoretická část je zaměřena na tepelná čerpadla, jejich druhy, konstrukce a využití.

Ve výpočtové části je podrobně vyřešen návrh vytápění a příprava teplé vody zadané budovy.

V poslední části diplomové práce je zpracováno výkresové řešení projektu s technickou zprávou.

Seznam obrázků

Obrázek 1 Náčrt teplotního gradientu [3] 1 – směr teplotního gradientu.....	2 – směr tepelného toku	2
Obrázek 2 Jednoduchá rovinná stěna [3]		3
Obrázek 3 Složená rovinná stěna [3]		4
Obrázek 4 Vedení tepla jednoduchou válcovou stěnou		5
Obrázek 5 Vedení tepla složenou válcovou stěnou [3]		7
Obrázek 6 Sdílení tepla prouděním [6]		8
Obrázek 7 Sdílení tepla prouděním [6]		9
Obrázek 8 Návrh tepelné izolace		14
Obrázek 9 Tepelná vodivost různých izolačních výrobků [14]		16
Obrázek 10 Energetický štítak budovy		47
Obrázek 11 Křivka odběru a dodávky teplé vody		52
Obrázek 12 Technická data zásobníku o objemu 397 l		53
Obrázek 13 Technická data zásobníku o objemu 768 l		53
Obrázek 14 Technická data kotle Protherm		54
Obrázek 15 Schéma přívodu spalovacího vzduchu		55
Obrázek 16 Schéma odvodu spalín		55
Obrázek 17 Křivka čerpadla pro větev V01 - jih		77
Obrázek 18 Křivka čerpadla pro větev V03 – sever		78
Obrázek 19 Křivka pro větev V05 - Opálkova 8		79
Obrázek 20 Expanzní automat		80
Obrázek 21 Vybraná řada Axpanzního automatu		80
Obrázek 22 Membránové expanzní nádoby		81
Obrázek 23 Vybraná řada membránové expanzní nádoby		81
Obrázek 24 Vybraná řada Rozdělovače a sběrače		82
Obrázek 25 Vybraná řada hydraulického vyrovnávače dynamických tlaků		82
Obrázek 26 Příklad HVDT		83
Obrázek 27 Výpočet tepelné izolace		89
Obrázek 28 Rozměry deskového výměníku		93

Seznam tabulek

Tabulka 1 Konkrétní vyjádření je dáno hodnotami konstanty C a exponentu n	10
Tabulka 2 tabulka součinitele prostupu tepla vtažený na dimenzi	15
Tabulka 3 Výpočet součinitele prostupu tepla pro obvodovou konstrukci	20
Tabulka 4 Výpočty součinitele prostupu tepla pro svislé vnitřní konstrukce	20
Tabulka 5 Výpočet součinitele prostupu tepla pro podlahu na zemině	22
Tabulka 6 Výpočet součinitele prostupu tepla pro vnitřní vodorovné konstrukce	22
Tabulka 7 Výpočet součinitele prostupu tepla pro střešní konstrukci	23

Tabulka 8 Výpočet součinitele prostupu tepla pro výplň okna.....	24
Tabulka 9 Výpočet součinitele prostupu tepla pro výplň dveří.....	24
Tabulka 10 Ruční výpočet tepelných ztrát jednoho bytu.....	26
Tabulka 11 Seznam tepelných ztrát celé budovy.....	39
Tabulka 12 Porovnání ručního a programového výpočtu.....	46
Tabulka 13 Seznam jednotlivých otopných těles po místnostech.....	48
Tabulka 14 Potřeba tepla a potřeba vody	51
Tabulka 15 Rozložení za den	51
Tabulka 16 Specifikace přívodu spalovacího vzduchu a odvodu spalin.....	56
Tabulka 17 Dimenzování potrubí větev V01 - sever	58
Tabulka 18 Dimenzování potrubí větev V02 - sever	62
Tabulka 19 Dimenzování potrubí větev V03 - jih.....	66
Tabulka 20 Dimenzování potrubí větev V04 - jih.....	72
Tabulka 21 Kotlový okruh.....	76
Tabulka 22 Dimenzování větev V05 - Opálkova 8.....	76
Tabulka 23 Výpis výkonů zdrojů tepla.....	80
Tabulka 24 Výpis vyvažovacích ventilů po patrech	85
Tabulka 25 součinitele prostupu tepla pro jednotlivé dimenze potrubí.....	88
Tabulka 26 Navržené tepelné izolace.....	89
Tabulka 27 Navržené tepelné izolace potrubí.....	101

Seznam rovnic

Rovnice 1 Základní Fourierova rovnice.....	2
Rovnice 2 Teplotní gradient.....	3
Rovnice 3 množství tepla	3
Rovnice 4 Tepelný odpor.....	3
Rovnice 5 Tepelný tok.....	4
Rovnice 6 Teplotní spád.....	4
Rovnice 7 Tepelný spád	4
Rovnice 8 Hustota tepelného toku.....	4
Rovnice 9 množství protečeného tepla.....	5
Rovnice 10 Rozdíl teplot.....	6
Rovnice 11 Množství tepla za časovou jednotku.....	6
Rovnice 12 teplota v libovolném místě.....	6
Rovnice 13 Tepelný tok složenou válcovou stěnou	7
Rovnice 14 Rozdíl teplot ve vrstvě 1 a 2.....	7
Rovnice 15 Rozdíl teplot ve vrstvě 2 a 3	7
Rovnice 16 Rozdíl teplot ve vrstvě 3 a 4.....	7
Rovnice 17 Celkový teplotní rozdíl.....	8
Rovnice 18 Celkový tepelný tok složenou válcovou stěnou.....	8
Rovnice 19 Změna entalpie	8
Rovnice 20 Tepelný tok.....	8
Rovnice 21 Nusseltovo kritérium	9

Rovnice 22 Součinitel přestupu tepla	9
Rovnice 23 Objemová roztažnost.....	9
Rovnice 24 Nusseltovo kritérium	10
Rovnice 25 Nusseltovo kritérium pro Re větší než 10^4	11
Rovnice 26 Nusseltovo kritérium pro Re menší než $2,3 \cdot 10^3$	11
Rovnice 27 Grashofovo kritérium.....	11
Rovnice 28 Nusseltovo kritérium.....	11
Rovnice 29 Prandtlovo kritérium	11
Rovnice 30 Reynoldsovo kritérium.....	11
Rovnice 31 Biotovo kritérium	12
Rovnice 32 Výměna tepla sáláním.....	12
Rovnice 33 Úhrnná relativní sálavost	12
Rovnice 34 Úhrnná relativní sálavost	13
Rovnice 35 Ztrátový tepelný výkon	14
Rovnice 36 Součinitel prostupu tepla složenou válcovou stěnou	14
Rovnice 37 Zjednodušený výpočet součinitele prostupu tepla složenou stěnou	15
Rovnice 38 Tepelná vodivost.....	16
Rovnice 39 Celková tepelná ztráta.....	24
Rovnice 40 Tepelná ztráta prostupem.....	25
Rovnice 41 Měrná tepelná ztráta do nevytápěného prostoru.....	25
Rovnice 42 Měrná tepelná ztráta do zeminy.....	25
Rovnice 43 Měrná tepelná ztráta do prostoru s odlišnou teplotou	25
Rovnice 44 tepelná ztráta přirozeným větráním	25
Rovnice 45 Měrná tepelná ztráta větráním	26

Použitá literatura:

- [1]- Izolační materiály. STEUER, Radek a Hana KMÍNOVÁ. *Izolační materiály: M02 Technické izolace* [online]. Brno, 2005, s. 1-15 [cit. 2019-01-08]. Dostupné z: http://lences.cz/domains/lences.cz/skola/subory/Skripta/BJ07-Izolacni%20materialy/izolacni%20materialy_technicke%20izolace.pdf
- [2] - Sdílení tepla a proudění. MACHÁČKOVÁ, PH.D., Doc. Ing. Adéla Macháčková a Doc. Ing. Radim KOCICH, PH.D. *Sdílení tepla a proudění* [online]. Ostrava, 2012, s. 1-194 [cit. 2019-01-08]. ISBN 978-80-248-2576-2. Dostupné z: http://www.person.vsb.cz/archivcd/FMMI/STP/STP_FINAL_LAST.pdf
- [3] - POKORNÝ, Ing. Marek. *Vedení tepla* [online]. 10. 11. 2006, , 1-7 [cit. 2019-01-08]. Dostupné z: http://people.fsv.cvut.cz/www/wald/Pozarni_odolnost/e-text/specialiste/1/1-2_Vedeni_tepla.pdf
- [4] - VOLF, Ivo, Miroslava JAREŠOVÁ a Miroslav OUHRABKA. *Přenos tepla* [online]. , 1-40 [cit. 2019-01-08]. Dostupné z: <http://fyzikalniolympiada.cz/texty/texttz.pdf>
- [5] - HOLEČEK, Oldřich a Dalimil ŠNITA. *Sdílení tepla* [online]. , 1-24 [cit. 2019-01-08]. Dostupné z: <https://vscht.cz/uchi/ped/chi/chi.ii.ulohy.k11.sdileni.tepla.pdf>
- [6] - *Sdílení tepla prouděním* [online]. , 1-15 [cit. 2019-01-08]. Dostupné z: <https://vscht.cz/uchi/ped/chi/chi.ii.text.k16.sdileni.tepla.pdf>
- [7] - TZB-INFO: *Tepelná ztráta kruhového potrubí* [online]. [cit. 2019-01-08]. Dostupné z: <https://vytapieni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/44-tepelnaztrata-potrubis-izolaci-kruhoveho-prurezu>
- [8] - *Vyhláška č. 193/2007 Sb. kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu*. In: . 2007, číslo 193.
- [9] - HOLEČEK, Oldřich a Dalimil ŠNITA. *Sdílení tepla* [online]., 1-24 [cit. 2019-01-08]. Dostupné z: <https://vscht.cz/uchi/ped/chi/chi.ii.ulohy.k11.sdileni.tepla.pdf>
- [10] - *Korádo: Desková otopná tělesa*. 2018. Dostupné také z: <https://www.korado.cz/common/downloads/radik-deskova-otopna-telesa-1527232839.pdf>
- [11] - *Korádo: Trubková otopná tělesa*. 2018. Dostupné také z: <https://www.korado.cz/common/downloads/koralux-trubkova-otopna-telesa.pdf>
- [12] - ZACH, PH.D., doc. Ing. Jiří a Ing. Bc. Jitka PETERKOVÁ, PH.D. Možnosti stanovení součinitele tepelné vodivosti u keramických zdicích tvarovek. *EUROPEAN GRANT PROJECTS | RESULTS | RESEARCH & DEVELOPMENT | SCIENCE*. , 1-4. ISSN 1805-0638.

[13] - *IsoCal - výpočetní program pro návrh technických izolací* [online]. 2009 [cit. 2019-01-08]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/izolace/5583-isocal-vypocetni-program-pro-navrh-technickych-izolaci>

[14] - *IsoCal - výpočetní program pro návrh technických izolací* [online]. In: . 2009 [cit. 2019-01-09]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/izolace/5583-isocal-vypocetni-program-pro-navrh-technickych-izolaci>

Seznam zkratk

Ozn.	Název	Jednotka
q	Hustota tepelného toku	$[W/(m^2)]$
λ	Součinitel tepelné vodivosti	$[W/(m.K)]$
t	Teplota	$[^{\circ}C; K]$
d	Tloušťka	$[m]$
A	Plocha	$[m^2]$
τ	Čas	$[s]$
Q	Množství tepla	$[W]$
R	Tepelný odpor	$[(m^2.K)/W]$
r_i	Poloměr i-té vrstvy	$[m]$
l	Délka	$[m]$
dl	Změna entalpie	$[J]$
dQ_{λ}	Teplo přivedené v důsledku tepelné vodivosti	$[J]$
dQ_v	Teplo přivedené v důsledku objemových zdrojů	$[J]$
α	Součinitel přestupu tepla	$[W/(m^2.K)]$
Δ	Rozdíl teplot	$[K]$
$\Delta\rho$	Rozdíl hustot	$[kg/m^3]$
ρ_w	Hustota u teplosměnné plochy	$[kg/m^3]$
ρ	Hustota v jádru tekutiny	$[kg/m^3]$
β	Objemová roztažnost	$[K^{-1}]$
g	Gravitační zrychlení	$[m/s^2]$
ν	kinematická viskozita	$[m^2/s]$
v_s	Střední rychlost proudění	$[m/s]$
ϕ_{i-j}	Úhlový součinitel osálení	$[-]$
ϵ_n	Úhrnná relativní sálavost	$[-]$
T_i, T_j	Teploty povrchů	$[K]$
U	Součinitel prostupu tepla	$[W/(m^2.K)]$
T_{me}	Teplota média	$[K]$

T_{ext}	Teplota exteriéru	[K]
Ozn.	Název	Jednotka
α_i	Součinitel přestupu tepla na vnitřní straně	[W/(m ² .K)]
α_e	Součinitel přestupu tepla na vnější straně	[W/(m ² .K)]
Ozn.	Název	Jednotka
λ_{pot}	Součinitel tepelné vodivosti potrubí	[W/(m.K)]
λ_{iz}	Součinitel tepelné vodivosti izolace	[W/(m.K)]
c_p	Měrná tepelná kapacita při konstantním tlaku	[J/(kg.K)]
c_v	Měrná tepelná kapacita při konstantním objemu	[J/(kg.K)]
tl.	Tloušťka	[m]
R_{si}	Tepelný odpor na vnitřní straně	[(m ² .K)/W]
R_{se}	Tepelný odpor na vnější straně	[(m ² .K)/W]
$\Phi_{\text{HL},i}$	Celková tepelná ztráta	[W]
$\Phi_{\text{T},i}$	Tepelná ztráta prostupem	[W]
$\Phi_{\text{V},i}$	Tepelná ztráta větráním	[W]
$H_{\text{T},ie}$	Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí	[W/K]
U_{KC}	Součinitel prostupu tepla i s korekcí na tepelné mosty	[W/(m ² .K)]
A_K	Plocha konstrukce	[m ²]
b_u	Součinitel redukce teploty	[-]
$H_{\text{T},ig}$	Měrná tepelná ztráta do zeminy	[W/K]
f_{g1}	Opravný součinitel na vliv venkovní teploty	[-]
f_{g2}	Opravný součinitel na vliv roční změny průběhu venkovní teploty	[-]
G_w	Opravný součinitel na vliv spodní vody	[-]
$H_{\text{T},ij}$	Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou	[W/K]
f_u	Součinitel redukce teploty	[-]
$\theta_{\text{int},i}$	Teplota interiéru	[°C]
θ_e	Teplota v exteriéru	[°C]
$H_{\text{V},i}$	Měrná tepelná ztráta větráním	[W/K]
$V_{\text{inf},i}$	Proudění vzduchu štěrbinami a spárami obvodového pláště	[m ³ /h]
$V_{\text{min},i}$	Minimální požadovaná výměna vzduchu	[m ³ /h]

Q_{2t}	Teoretické teplo odebrané z ohříváče během periody	[kWh]
Ozn.	Název	Jednotka
Q_{2z}	Teplo ztracené při ohřevu a distribuci vody	[kWh]
Q_{1P}	Teplo dodané ohříváčem do vody během periody	[kWh]
P_z	Jmenovitý tepelný výkon ohříváče vody	[kW]
V_z	Objem zásobníkového ohříváče	[m ³]
$\Delta Q_{\max}$	Největší možný rozdíl mezi křivkou dodávky a křivkou odběru	[kWh]
Q_{TOP}	Potřebný výkon pro vytápění	[kW]
Q_{TV}	Potřebný výkon pro ohřev teplé vody	[kW]
Q_{VET}	Potřebný výkon pro větrání	[kW]
Q_{TECH}	Potřebný výkon pro technologii	[kW]
H	Manometrická rovina	[m]
V_0	Objem soustavy	[l]
n	Koeficient tepelné roztažnosti	[-]
V_e	Expanzní objem	[l]
m	Průtok	[l/h]