



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

NÁVRH SYSTÉMU VYTÁPĚNÍ PRO ADMINISTRATIVNÍ BUDOVU

DESIGN OF THE HEATING SYSTEM FOR AN OFFICE BUILDING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Pavel Hájek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Karolína Vyhlídalová, Ph.D.

BRNO 2023

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav technických zařízení budov
Student: **Pavel Hájek**
Vedoucí práce: **Ing. Karolína Vyhliďalová, Ph.D.**
Akademický rok: 2022/23
Studijní program: B3607 Stavební inženýrství
Studijní obor: Pozemní stavby

Děkan Fakulty Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Návrh systému vytápění pro administrativní budovu

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Řešení zadaného tématu z oblasti TZB za využití literární rešerše, zpracování technického návrhu řešení zadané části specializace systému TZB v rozsahu prováděcího projektu.

Cíle a výstupy bakalářské práce:

A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu, rozsah 15 až 20 stran

B. Výpočtová část

- analýza objektu – koncepční řešení vytápění a větrání objektu, volba zdroje tepla,
- výpočet tepelného výkonu,
- stanovení a hodnocení průměrného součinitele prostupu tepla budovy
- návrh otopných ploch,
- návrh zdroje tepla,
- návrh přípravy teplé vody, event. dalších spotřebičů tepla,
- dimenzování a hydraulické posouzení potrubí, návrh oběhových čerpadel
- návrh zabezpečovacího zařízení,
- návrh výše nespécifikovaných zařízení, jsou – li součástí soustavy
- roční potřeba tepla a paliva

C. Projekt – úroveň prováděcího projektu: půdorysy + legenda, 1:50 (1:100), schéma zapojení otopných těles - / 1:50 (1:100), půdorys (1:25, 1: 20) a schéma zapojení zdroje tepla, technická zpráva.

Seznam doporučené literatury a podklady:

1. Aktuální právní předpisy ČR
2. České i zahraniční technické normy

3. Odborná literatura
4. Zdroje na internetu
5. Vědecká databáze

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku.

V Brně, dne 31. 10. 2022

L. S.

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.
vedoucí ústavu

Ing. Karolína Vyhliďalová, Ph.D.
vedoucí práce

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr. h. c.
děkan

ABSTRAKT

Cílem bakalářské práce je návrh vytápění a ohřevu teplé vody pro administrativní budovu ve městě Pelhřimov. Budova má čtyři nadzemní podlaží a jedno podzemní podlaží, které není vytápěno. Vytápění je zajištěno deskovými a trubkovými tělesy a podlahovými konvektory. Zdrojem tepla je kaskáda dvou plynových kotlů. Přípravu teplé vody zajišťuje nepřímotopný zásobníkový ohřivač. Soustava je dvoutrubková s nuceným oběhem vody. Potrubí je měděné izolované.

KLÍČOVÁ SLOVA

Vytápění, administrativní budova, plynový kotel, tepelné ztráty, otopná tělesa, nepřímotopný zásobník, dimenzování a hydraulické posouzení, podlahové konvektory, zabezpečovací zařízení

ABSTRACT

The aim of the bachelor thesis is to design the heating and hot water supply system for an administrative building in the town Pelhřimov. The building consists of four above-ground floors and one underground floor, which is not heated. The heating is provided by panel radiators, pipe radiators, and underfloor convectors. The heat source consists of a cascade of two gas boilers. The hot water preparation is ensured by an indirect storage water heater. The system operates as a two-pipe system with forced water circulation. The pipes are made of insulated copper.

KEYWORDS

Heating, administrative building, gas boiler, heat losses, heating devices, indirect storage tank, sizing and hydraulic assessment, underfloor convectors, security system.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

HÁJEK, Pavel. *Návrh systému vytápění pro administrativní budovu*. Brno, 2023. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí Ing. Karolína Vyhlídalová, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Návrh systému vytápění pro administrativní budovu* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 25. 5. 2023

Pavel Hájek
autor

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Návrh systému vytápění pro administrativní budovu* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 25. 5. 2023

Pavel Hájek
autor

Poděkování:

Tímto bych rád poděkoval vedoucí své bakalářské práce Ing. Karolíně Vyhlídalové, PhD. za odborné vedení, ochotu a cenné rady při zpracování práce. Dále bych chtěl poděkovat rodině za vytvoření ideálních podmínek pro studium, a hlavně svému otci za cenné rady z oboru.

Obsah

| | |
|--|----|
| Úvod..... | 11 |
| A. Teoretická část | 12 |
| A.1 Princip fungování konvektorů | 13 |
| A.2 Dělení konvektorů..... | 14 |
| A.2.1 Dělení konvektorů dle umístění v prostoru..... | 14 |
| A.2.2 Dělení konvektorů dle cirkulace vzduchu..... | 18 |
| A.2.3 Dělení dle způsobu ohřevu výměníku..... | 19 |
| A.3 Specifikace podlahových konvektorů | 21 |
| A.3.1 Konstrukční prvky podlahových konvektorů..... | 21 |
| A.3.2 Vliv umístění výměníku v rámci vany konvektoru..... | 22 |
| A.3.3 Podlahové konvektory do vlhkého prostředí | 23 |
| A.3.4 Montáž podlahových konvektorů | 24 |
| A.3.5 Hlučnost podlahových konvektorů | 25 |
| A.3.6 Designové moduly | 26 |
| B. Výpočtová část | 28 |
| B.1 Analýza objektu | 29 |
| B.1.1 Analýza objektu | 29 |
| B.1.2 Koncepce vytápění objektu..... | 29 |
| B.2 Výpočet tepelného výkonu..... | 30 |
| B.2.1 Výpočet součinitelů prostupu tepla | 30 |
| B.2.2 Přehled součinitelů prostupu tepla | 36 |
| B.2.3 Výpočet tepelných ztrát pro jednotlivé místnosti..... | 37 |
| B.2.4 Přehled tepelných ztrát jednotlivých místností | 49 |
| B.3 Energetický štítek obálky budovy..... | 51 |
| B.4 Návrh otopných těles | 55 |
| B.4.1 Specifikace otopných těles..... | 55 |
| B.4.2 Návrh jednotlivých otopných těles..... | 58 |
| B.5 Návrh zásobníkového ohřevu teplé vody..... | 62 |
| B.5.1 Potřeba teplé vody v objektu..... | 62 |
| B.5.2 Návrh zásobníku teplé vody..... | 63 |
| B.6 Návrh zdroje tepla..... | 66 |
| B.6.1 Požadovaný výkon kotle | 66 |
| B.6.2 Návrh odvodu spalin | 66 |
| B.7 Dimenzování a hydraulické posouzení otopné soustavy..... | 67 |
| B.7.1 Větev 1. NP..... | 70 |

| | |
|--|----|
| B.7.2 Větev 2. NP | 71 |
| B.7.3 Větev 3. NP | 73 |
| B.7.4 Větev 4. NP | 75 |
| B.7.5 Větev TV a kotlový okruh..... | 76 |
| B.8 Návrh měřiče tepla | 77 |
| B.9 Návrh trojcestných směšovacích ventilů..... | 78 |
| B.9.1 Větev 1. NP | 78 |
| B.9.2 Větev 2. NP | 78 |
| B.9.3 Větev 3. NP | 79 |
| B.9.4 Větev 4. NP | 79 |
| B.10 Izolace potrubí..... | 80 |
| B.11 Dilatace potrubí..... | 81 |
| B.12 Návrh oběhových čerpadel..... | 82 |
| B.12.1 Větev 1. NP | 82 |
| B.12.2 Větev 2. NP | 83 |
| B.12.3 Větev 3. NP | 84 |
| B.12.4 Větev 4. NP | 85 |
| B.12.5 Větev TV | 86 |
| B.13 Návrh zařízení technické místnosti | 87 |
| B.13.1 Návrh kombinovaného rozdělovače a sběrače | 87 |
| B.13.2 Návrh hydraulického vyrovnávače dynamických tlaků | 87 |
| B.14 Návrh zabezpečovacích zařízení | 88 |
| B.14.1 Návrh expanzní nádoby | 88 |
| B.14.2 Návrh pojistného ventilu | 91 |
| B.15 Roční spotřeba tepla a paliv | 92 |
| B.15.1 Příprava teplé vody | 92 |
| B.15.2 Vytápění..... | 93 |
| B.15.3 Roční spotřeba paliva | 93 |
| C. Technická zpráva | 94 |
| C.1 Základní informace | 95 |
| C.1.1 Konstrukční řešení | 95 |
| C.1.2 Popis provozu..... | 95 |
| C.1.3 Podklady pro zpracování projektu | 95 |
| C.1.4 Rozsah projektu..... | 95 |
| C.2 Tepelné ztráty a potřeba tepla | 95 |
| C.2.1 Klimatické podmínky..... | 95 |
| C.2.2 Vnitřní návrhové podmínky | 96 |

| | |
|--|-----|
| C.2.3 Tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí | 96 |
| C.2.4 Tepelné ztráty budovy | 96 |
| C.2.5 Požadovaný tepelný výkon | 96 |
| C.2.6 Parametry teplotnosné látky | 96 |
| C.2.7 Spotřeba energie a paliva pro vytápění a ohřev teplé vody..... | 97 |
| C.3 Zdroj tepla a příprava teplé vody | 97 |
| C.3.1 Odkouření..... | 97 |
| C.3.2 Větrání technické místnosti..... | 97 |
| C.4 Otopná soustava | 97 |
| C.4.1 Popis otopné soustavy | 97 |
| C.4.2 Tepelná izolace | 97 |
| C.4.3 Otopná tělesa..... | 98 |
| C.4.4 Oběhová čerpadla..... | 98 |
| C.4.5 Zabezpečovací zařízení | 98 |
| C.4.6 Příprava teplé vody | 98 |
| C.4.7 Plnění a vypouštění otopné soustavy | 98 |
| C.4.8 Regulace otopné soustavy | 98 |
| C.4.9 Měření spotřeby tepla..... | 98 |
| C.5 Požadavky na ostatní profese | 99 |
| C.5.1 Stavební práce | 99 |
| C.5.2 Zdravotechnika a plynoinstalace | 99 |
| C.5.3 Elektroinstalace | 99 |
| C.7 Montáž a uvedení do provozu | 99 |
| C.7.1 Zkoušky..... | 99 |
| C.8 Obsluha a ovládání..... | 100 |
| C.9 Bezpečnost, ochrana zdraví a životního prostředí..... | 100 |
| C.9.1 Ochrana životního prostředí..... | 100 |
| C.9.2 Hospodaření s odpady | 100 |
| C.9.3 Bezpečnost při realizaci | 100 |
| C.9.4 Požární ochrana..... | 100 |
| Závěr | 101 |
| Seznam použitých zdrojů..... | 102 |
| Seznam obrázků | 105 |
| Seznam tabulek | 106 |
| Seznam příloh | 107 |

Úvod

Předmětem této bakalářské práce je optimální návrh systému vytápění administrativní budovy v Pelhřimově. Práce je rozdělena na teoretickou, výpočtovou a projektovou část.

V první teoretické části se zabývám konvektory s důrazem na podlahové konvektory.

Ve Druhé výpočtové části řeším samotný návrh systému vytápění a komponentů pro správnou funkci soustavy. V práci je obsažen výpočet součinitelů prostupu tepla konstrukcí, výpočet tepelných ztrát jednotlivých místností, energetický štítek obálky budovy, návrh otopných těles, návrh zásobníkového ohřevu teplé vody, návrh zdroje tepla, dimenzování a hydraulické vyvážení soustavy, návrh měřičů tepla, návrh trojcestných směšovacích ventilů, návrh izolace potrubí, návrh oběhových čerpadel, návrh zařízení technické místnosti a výpočet roční spotřeby tepla a paliv.

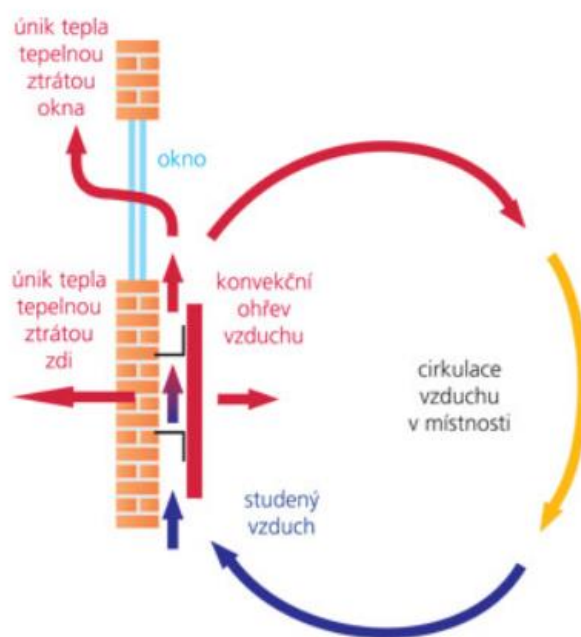
V třetí projektové části je zhotovena technická zpráva a projektová dokumentace.

A. Teoretická část

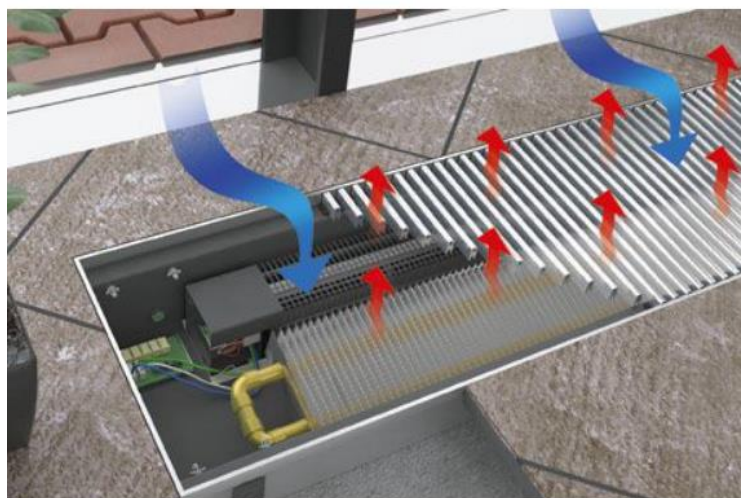
A.1 Princip fungování konvektorů

Podlahové konvektory jsou otopná tělesa, která využívají způsobu předávání tepla do prostoru převážně konvekcí, tedy prouděním. Princip fungování se opírá o fyzikální vlastnosti vzduchu, díky kterým v místnosti dochází k jeho nepřetržité cirkulaci, kdy těžší studený vzduch klesá k podlaze a následně je konvektorem ohříván. Takto ohřátý vzduch znovu stoupá vzhůru a vytlačuje jeho chladnější části směrem k podlaze. Cirkulace vzduchu může být přirozená nebo podpořená ventilátorem v konstrukci konvektoru, potom se jedná o cirkulaci nucenou. [1] [3]

Základním prvkem podlahového konvektoru je výměník tepla, ve kterém dochází k prudkému ohřátí proudícího vzduchu. Výměník, který je obvykle tvořen měděnou trubicí a hliníkovými lamelami, je umístěn v ocelové nebo nerezové vaně, kde je pružnými hadicemi připojen na teplovodní otopný systém. [2] [4]



Obrázek 2: Princip cirkulace vzduchu v místnosti [21]



Obrázek 1: Princip cirkulace vzduchu v konvektoru [22]

A.2 Dělení konvektorů

Konvektory můžeme rozdělovat do různých kategorií dle jejich konstrukčních a technických vlastností. V této práci se budu zabývat dělením dle umístění v prostoru, cirkulace ohřátého vzduchu a způsobu ohřevu výměníku.

A.2.1 Dělení konvektorů dle umístění v prostoru

A.2.1.1 Podlahové konvektory

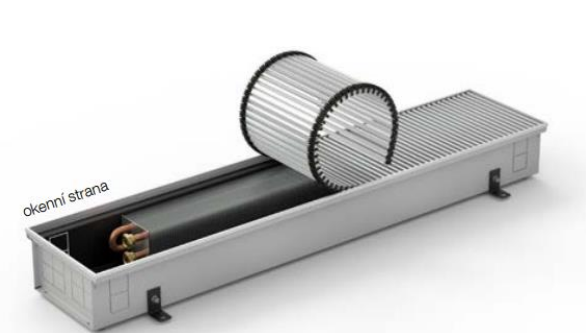
Podlahové konvektory jsou otopná tělesa zabudovaná v konstrukci podlahy. Z toho vyplývá, že před montáží je nutné vybudovat žlábků pro jejich instalaci. Své uplatnění nachází především v prostorech, kde se dbá na elegantní vzhled místnosti ale i v místnostech, kde kvůli nízkým parapetům není možné instalovat jiná otopná tělesa. Umisťují se podél oken nebo velkých prosklených stěn. Mezi velké výhody pak patří neubírání užitečného prostoru místnosti a udržení jejího celistvého vzhledu. Konstrukce podlahových konvektorů také zajišťuje rychlý ohřev místnosti a díky cirkulaci vzduchu tepelnou pohodu ve všech jejích částech. [1] [2]

Výhody podlahových konvektorů: [1]

- Rychlý ohřev místnosti
- Malý objem topné vody v tělese
- Prostorová estetičnost
- Efektivní regulace

Nevýhody podlahových konvektorů: [14]

- Nutnost konstrukce žlabů
- Potřeba čištění
- Absence sdílení tepla sáláním
- Vysoká pořizovací cena



Obrázek 3: Příklad podlahových konvektorů KORADO [12]

A.2.1.2 Otopné lavice

Otopné lavice označované také jako samostojné tepelné konvektory se od ostatních druhů konvektorů odlišují především tím, že pro jejich umístění v místnosti není potřeba zhotovit žlábký či jiné konstrukční úpravy. Otopné lavice se umísťují přímo na podlahu, ke které mohou být připevněny. [5]

Díky své malé konstrukční výšce a možnosti osazení designové výfukové mřížky nebo dřevěné krycí desky otopné lavice nenarušují vzhled interiéru. Vhodné použití otopných lavic je pod okny se sníženým parapetem nebo před francouzskými okny. [6] [7]

Studený vzduch je do otopných lavic nasáván spodní částí tělesa, kde následně dochází k průchodu přes výměník a prudké ohřátí vzduchu. [6]

Výhody otopných lavic: [5]

- Rychlý ohřev místnosti
- Malý objem topné vody v tělese
- Snadná manipulace a instalace
- Designové řešení
- Efektivní regulace

Nevýhody otopných lavic: [5]

- Výdechové mřížky se nesmí zakrývat
- Zanedbatelný podíl sdíleného tepla sáláním
- Vysoká pořizovací cena



Obrázek 4: příklad otopných lavic KORADO

A.2.1.3 Nástěnné konvektory

Nástěnné konvektory mohou na první pohled připomínat desková otopná tělesa, kvůli stejnému systému připevnění a umístění v prostoru. Rozdílem je způsob sdílení tepla, kde nástěnné konvektory využívají místo sálání především konvekci. Díky tomu těleso zajišťuje, že k ohřevu vzduchu dochází pouze uvnitř výměníku a vnější části tělesa nejsou na dotek horké. [8]

Stejně jako u otopných lavic je studený vzduch do tělesa nasáván spodní částí, následně prochází přes výměník a horními průduchy je vyfukován do místnosti. [8]

Výhody nástěnných konvektorů: [8]

- Rychlý ohřev místnosti
- Nízká teplota otopného tělesa
- Velký výkon při malých rozměrech

Nevýhody nástěnných konvektorů: [8]

- Výdechové mřížky se nesmí zakrývat
- Zanedbatelný podíl sdíleného tepla sáláním
- Menší variabilita umístění v místnosti



Obrázek 5: příklad nástěnného konvektoru KORADO (vlevo) [9] a nástěnného konvektoru JAGA STRADA (vpravo) [10]

A.2.1.4 Speciální konvektory

Mezi speciální konvektory můžeme zařadit fasádní konvektory a výměníky zabudované přímo do interiéru.

Fasádní konvektory

Fasádní konvektory se používají v budovách s velkými prosklenými stěnami, kde by prostup chladu okny mohl výrazně ovlivnit tepelnou pohodu uvnitř místnosti. Umisťují se přímo na fasádu, na které probíhá mísení teplého vzduchu z konvektorů s padajícím studeným vzduchem a tím vytváří tepelnou clonu a zabraňuje kondenzaci vody na skle. [9]



Obrázek 6: příklad fasádního konvektoru KORADO

Výměníky zabudované v interiéru

Výměníky zabudované v interiéru se používají kvůli estetickým důvodům. Mohou být zabudované do kuchyňských linek, soklů, skříněk a dalších podobných prostorů. Interiér díky tomu tvoří celek a není narušen vzhled místnosti. [11]



Obrázek 7: příklad zabudovaného výměníku minib [11]

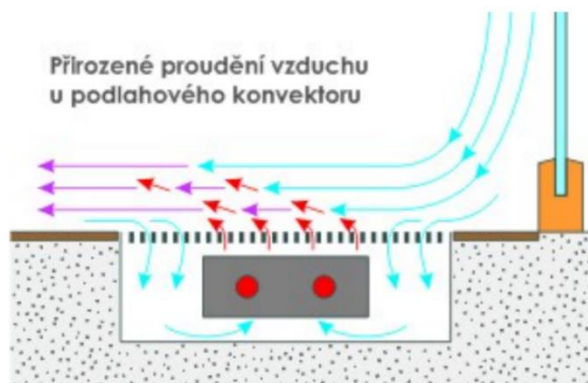
A.2.2 Dělení konvektorů dle cirkulace vzduchu

Konvektory dle cirkulace vzduchu dělíme na konvektory s přirozenou cirkulací a konvektory s nucenou cirkulací.

A.2.2.1 Konvektory s přirozenou cirkulací vzduchu

Tento typ konvektorů nevyužívá žádné další zařízení k podpoření oběhu vzduchu v místnosti. Cirkulace se tak spoléhá pouze na přirozené stoupání teplého a klesání studeného vzduchu. Absencí ventilátoru není nutné přivádět ke konvektoru elektřinu za cenu sníženého výkonu v porovnání se systémem s ventilátorem. Tyto konvektory nelze použít pro systém chlazení. [12] [15]

Konvektory s přirozenou cirkulací vzduchu se vyznačují velmi tichým provozem a snadnější údržbou. Oproti konvektorům s nucenou cirkulací mají také nižší energetické náklady. Jejich využití proto často najdeme v prostorech s důrazem na tichý a energeticky úsporný provoz. [12] [15]

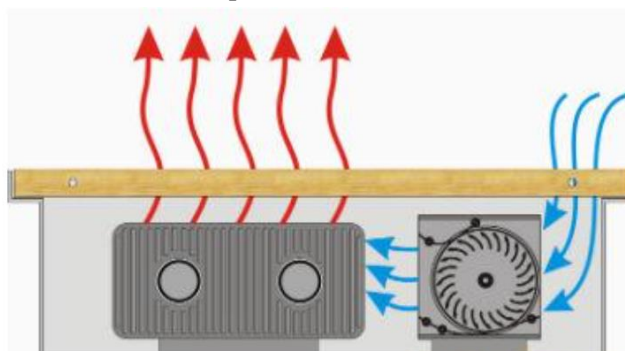


Obrázek 8: Schéma přirozeného proudění vzduchu kolem konvektoru [23]

A.2.2.2 Konvektory s nucenou cirkulací vzduchu

Cirkulace vzduchu u tohoto typu konvektorů je podpořena ventilátorem. Ten funguje na principu sání chladného vzduchu v okolí konvektoru a jeho následné vhánění do výměníku. Díky nucené konvekci dosahujeme vyšších výkonů. Za pomoci ventilátoru je také možné snadno regulovat výkon. Tyto konvektory lze použít i pro systém chlazení. [12] [15]

Nevýhodou konvektorů s nucenou konvekcí je náročnější údržba z důvodu potřeby čištění ventilátoru a hlučnější provoz. Ventilátor také může vířit prachové částice. [14]



Obrázek 9: schéma proudění vzduchu podpořené ventilátorem [24]

A.2.3 Dělení dle způsobu ohřevu výměníku

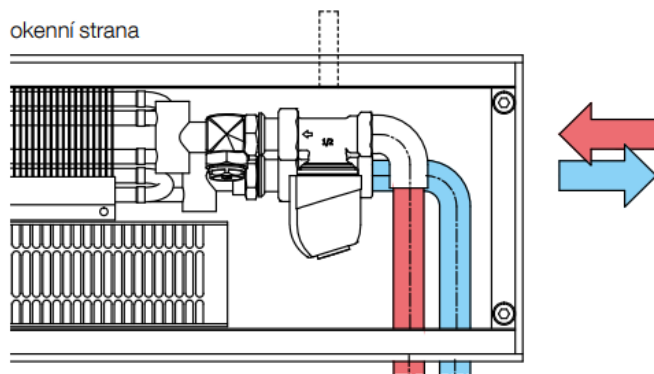
Konvektory dle způsobu ohřevu výměníku můžeme dělit na teplovodní a teplovzdušné neboli elektrické konvektory.

A.2.3.1 Teplovodní konvektory

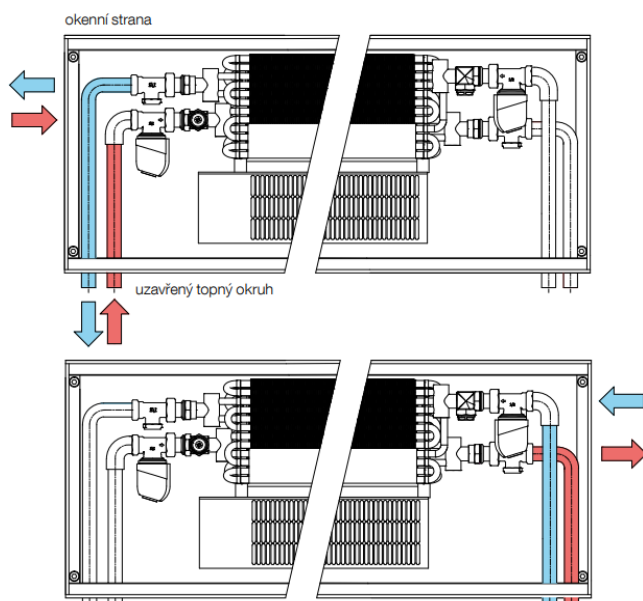
Podobně jako klasická otopná tělesa jsou teplovodní konvektory napojeny na systém vytápění, kterým jsou zásobovány otopnou vodou. Otopná voda pak prochází výměníkem, kde je ohříván okolní vzduch. Z toho vyplývá nutnost zřízení otopné soustavy a přivedení rozvodů k jednotlivým konvektorům. Otopná soustava musí mít zajištěný nucený oběh vody pro získání dostatečného průtoku konvektorem, který by se jinak stal neúčinným. [16] [17]

Na tento typ konvektorů lze využít přirozenou konvekci i konvekci podpořenou ventilátory. V případě konvekce podpořené ventilátory lze tento druh využít i pro systém chlazení. Teplovodní konvektory je možné připojit na jakýkoliv druh zdroje tepla, typicky jde o plynové kotle, elektrické kotle, kotle na tuhá paliva i tepelná čerpadla. [16]

Provoz teplovodních konvektorů se vyznačuje energeticky úsporným a tichým chodem. [17]



Obrázek 11: Teplovodní konvektor s dvoutrubkovým zapojením pro vytápění [12]



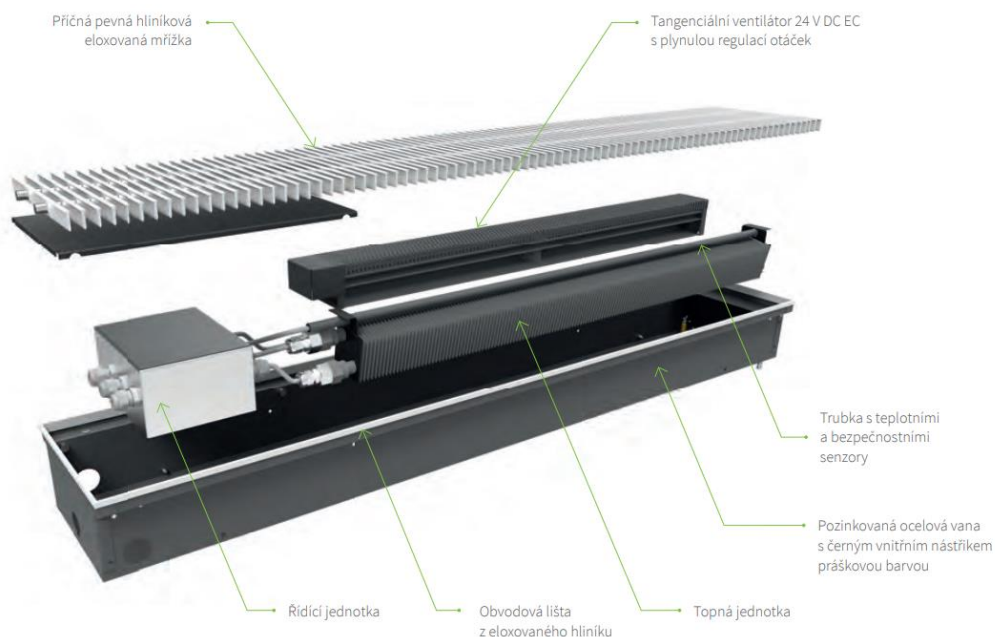
Obrázek 10: Teplovodní konvektor s čtyřtrubkovým zapojením pro vytápění a chlazení [12]

A.2.3.2 Teplovzdušné konvektory

Teplovzdušné konvektory, též nazývané jako elektrické přímotopy nevyužívají k ohřevu vzduchu žádné otopné médium. K ohřevu vzduchu je použito elektrické topné spirály, která zahřívá okolní vzduch. Je vhodné, aby tento typ konvektorů byl doplněn o ventilátory, které mimo zajištění nucené cirkulace vzduchu chrání i topné těleso před přehřátím. [18] [19]

Díky své nezávislosti na otopném systému budovy je tento typ konvektorů vhodný do objektů bez centrálního zdroje tepla, plně elektrických domů a méně často využívaných místností. Vyznačují se velmi rychlou reakcí na zátop a vysokým výkonem. Zásadní nevýhodou v porovnání s teplovodními konvektory je jejich vysoká energetická náročnost. Proto je vhodnější tyto konvektory používat jako doplňkové zdroje tepla v kombinaci s jinými otopnými tělesy. [18] [19]

Jelikož se jedná o zařízení, skládající se z elektrických komponentů, je nutné instalovat bezpečnostní prvky zabráňující nadměrnému přehřátí. Mezi bezpečnostní prvky patří senzory umístěné nad výměníkem, které v případě odchýlení od běžného provozu okamžitě regulují chod konvektoru. Například při nechtěném zakrytí výdechové mřížky a tím způsobené znemožnění průtoku vzduchu převedou konvektor do stavu útlumu nebo ho plně odstaví. Ochranná mřížka musí být odnímatelná pouze za pomoci nástroje pro zabránění nedovolené manipulaci s komponenty. [18]



Obrázek 12: Příklad teplovzdušného konvektoru ISAN TERMO

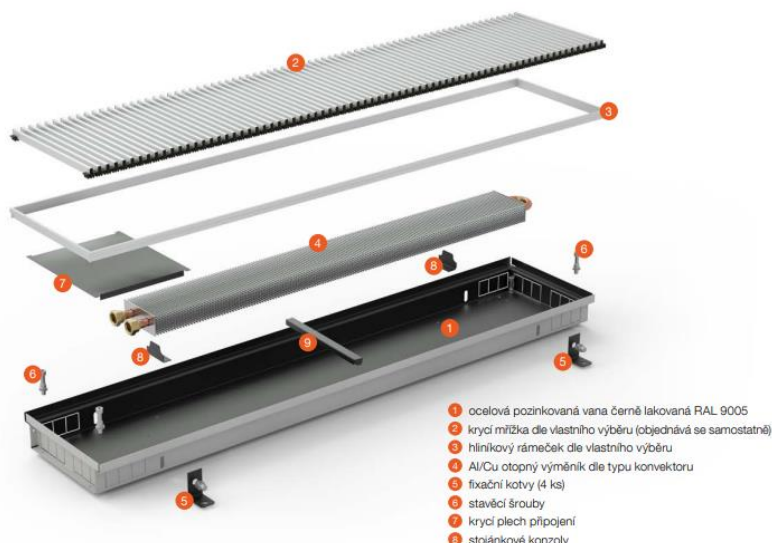
A.3 Specifikace podlahových konvektorů

A.3.1 Konstrukční prvky podlahových konvektorů

Konstrukční prvky podlahových konvektorů jsou: [12] [13]

- Vana, do které se uloží ostatní části konvektoru. Musí zde být dostatek prostoru k napojení výměníku k otopné soustavě a pohodlné instalaci a údržbě. Mezi používané materiály patří ocel nebo hliník.
- Výměník, který slouží k přenosu tepla z otopné vody do vzduchu proudícího z místnosti do konvektoru. Obvykle se jedná o trubku napojenou na otopnou soustavu. Vhodný materiál výměníku musí mít vysokou teplotní vodivost pro snadný přenos tepelné energie, mezi nejčastěji používané materiály patří měď a hliník. Kolem výměníku jsou umístěny hliníkové lamely, které zvyšují povrchovou plochu výměníku, a tím zajišťují efektivnější přenos tepelné energie.
- Krycí mřížka pro zakrytí a ochranu vnitřních částí konvektoru. Mřížka mimo ochranné a estetické funkce plní i funkci usměrnění proudu vzduchu, proto je při návrhu nutné dbát na velikost, tvar a uspořádání lamel. Na trhu existuje několik typů krycích mřížek, které se rozdělují podle směru lamel na příčné a podélné. Nejčastějšími materiály jsou nerezová ocel, hliník a dřevo.
- Ventilátor pro zajištění nucené cirkulace vzduchu v místnosti. Jeho úkolem je nasávat vzduch a tlačít ho přes výměník, čímž zajistí vyšší výkon konvektoru. Ventilátor není nutnou součástí konvektoru.
- Ovládací prvky, které umožňují regulaci provozních parametrů konvektoru k zajištění požadované teploty místnosti dle individuálních potřeb uživatelů. Mezi ovládací prvky řadíme například termostaty a časovače.
- Kotvicí prvky k uchycení konvektoru v podlaze a jeho součástí na daných místech.

Na trhu existuje hodně výrobců a modelů konvektorů, které mohou používat jiné specifické prvky. Výše uvedený seznam popisuje základní složení podlahových konvektorů.



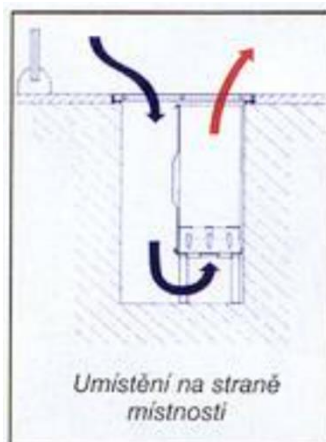
Obrázek 13: Prvky podlahového konvektoru KORADO [12]

A.3.2 Vliv umístění výměníku v rámci vany konvektoru

V umístění výměníku v konvektoru rozlišujeme 3 typy. Umístění na straně místnosti, středové umístění a umístění na straně okna. Volba mezi jednotlivými typy má vliv na tepelný výkon a proudění vzduchu v místnosti. [20]

A.3.2.1 Umístění na straně místnosti

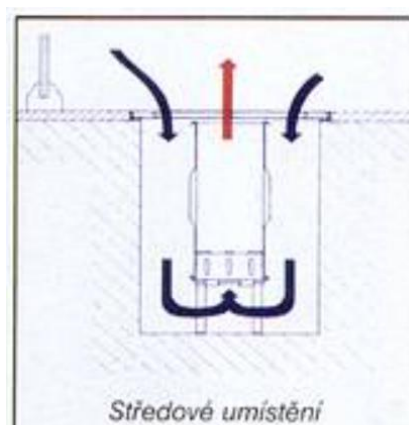
Při tomto způsobu vstupuje do tělesa chladný proud vzduchu převážně směrem od okna. Konvektor tento chladný vzduch ohřívá a vzniká vzestupné proudění, které napomáhá cirkulaci vzduchu v místnosti. Zároveň se před oknem tvoří tepelná clona, která zabraňuje studenému vzduchu v prostupu do místnosti. V praxi je tento typ nejpoužívanější zejména díky bezvadné funkci i při snížených teplotách teplotnosného média. Toto uspořádání se využívá, pokud je konvektor jediný zdroj tepla v místnosti a tam, kde je značný podíl tepelné ztráty okna na celkové ztrátě místnosti. [20]



Obrázek 14: Schéma umístění výměníku na straně místnosti [20]

A.3.2.2 Umístění ve středu konvektoru

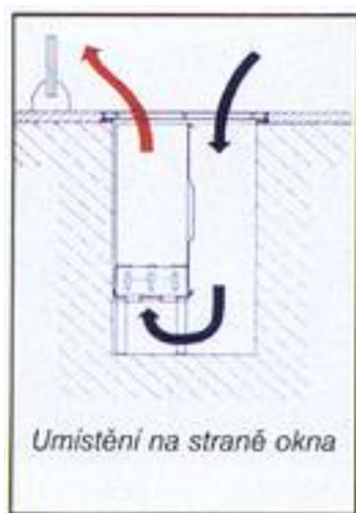
Při umístění výměníku ve středu vany konvektoru dochází k nasávání chladného vzduchu z obou stran konvektoru. Tento typ vhodně kombinuje výhodu vytváření tepelné clony před oknem a zároveň dokáže lépe pokrývat i ztráty tepla způsobené prostupem ostatních konstrukcí jako jsou například obvodové stěny. Takto zvoleným řešením vzniká také optimální cirkulace vzduchu v místnosti a její rovnoměrný ohřev. Využívá se v místnostech, kde je konvektor jediným zdrojem tepla v místnosti a tam, kde je vyrovnaná ztráta tepla prostupem okny a ostatními konstrukcemi. [20]



Obrázek 15: Schéma středového umístění výměníku [20]

A.3.2.3 Umístění na straně okna

Umístění na straně okna se v praxi užívá spíše výjimečně. Při tomto typu umístění je důležité, aby nedocházelo k poklesu teploty otopného média. Nevýhodou tohoto typu je, že chladný proud vzduchu proudící od okna se dostává do střetu s ohřátým vzduchem vystupujícím z konvektoru. Chladný proud pak může odstrihnout proudění teplého a tím narušit cirkulaci a rovnoměrné zahřívání místnosti. Své využití si ale tento typ může najít v místnostech, kde značně převažují tepelné ztráty ostatními konstrukcemi než okny. [20]

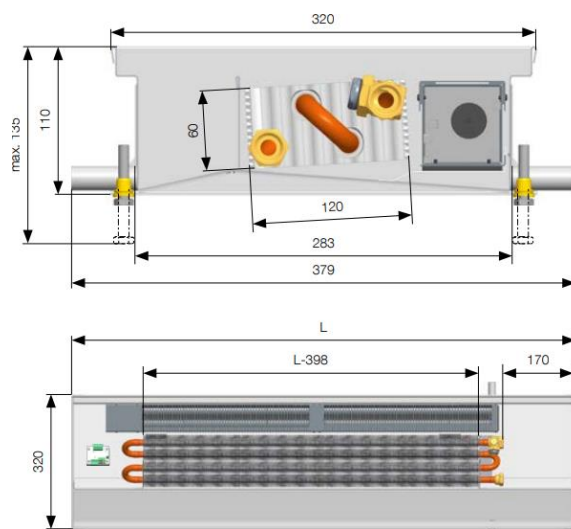


Obrázek 16: Schéma umístění výměníku na straně okna [20]

A.3.3 Podlahové konvektory do vlhkého prostředí

Využití konvektorů do vlhkého prostředí nalezneme u koupelen, plaveckých center nebo zimních zahrad. Hlavním konstrukčním rozdílem je vypádované dno a nutnost připojení konvektoru na odtok vody. Tento druh konvektorů se vyrábí převážně z nerezové oceli. [12]

Konvektory do vlhkého prostředí musí být pravidelně omývány a následně vysušeny. Také nesmí docházet k dlouhodobému zatopení vodou. Pro správnou funkci je doporučeno pH okolní vody 7,2 – 7,6. Při výkyvech od této hodnoty může docházet ke korozi nerezových materiálů. K docílení dlouhé životnosti a optimální účinnosti je nutné dodržovat zásady údržby nerezových materiálů. [12]



Obrázek 17: Příklad podlahového konvektoru do vlhkého prostředí KORADO [12]

A.3.4 Montáž podlahových konvektorů

Dodržením správného postupu montáže se zajišťuje optimální výkon a funkce podlahových konvektorů, proto je nutné dodržet technologické postupy uvedené výrobcem.

Základní montážní kroky jsou následující: [12]

Stavební otvor pro instalaci by měl být dostatečně velký pro snadnou instalaci vany konvektoru. Doporučená vzdálenost konvektoru od okna je 100 mm. Po upevnění vany konvektoru musí být její vrchní část ve vodorovné rovině a nesmí vykazovat žádné znaky poškození a deformací.

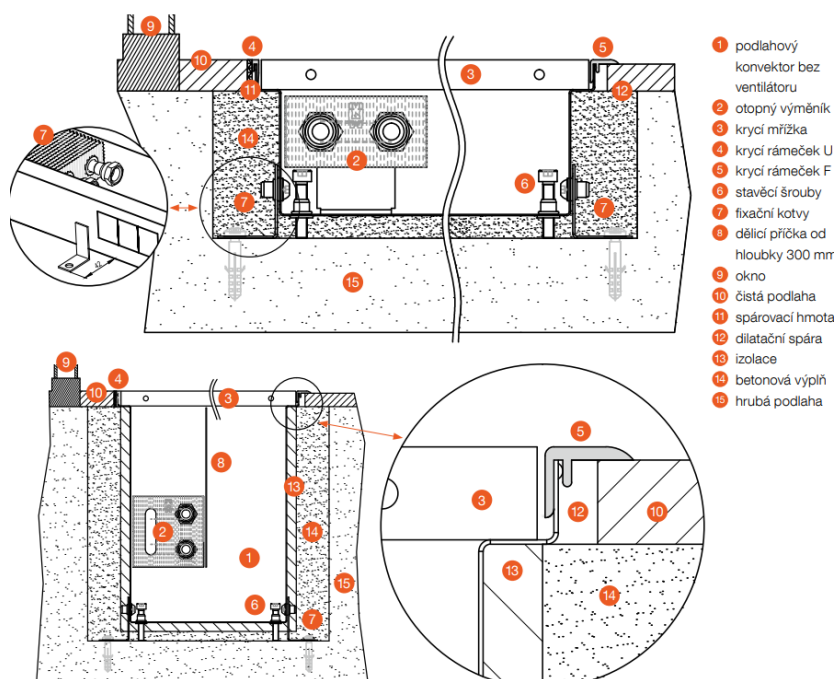
K propojení výměníku a otopné soustavy je vhodné použít uzavíratelné šroubení a termostatický ventil. Před betonáží je nutné konvektor napojit na otopnou soustavu, v případě osazení ventilátoru či jiných elektrických zařízení na elektrickou síť a v případě uložení do vlhkého prostředí na kanalizaci pro odvod kondenzátu.

Při betonáži je nutné vanu konvektoru rozeprít a tím ji zajistit proti prohnutí tlakem betonu. Konvektor musí být pomocí fixačních kotev horizontálně vyrovnán a upevněn k zabránění jeho posunu. Také je důležité utěsnit všechny otvory, aby nedošlo ke znečištění stavebním materiálem. Při betonáži je vhodné konvektor svisle zatížit.

Pokud konvektor nebude zaléván betonem, je nutné použít konstrukci zdvojené podlahy, jelikož standartní konvektory nejsou samonosné.

Je doporučeno konvektor tepelně zaizolovat podél výměníku na vnější straně vany k zabránění prostupu tepla do podlahy. Během stavebních prací by horní strana konvektoru měla být neustále zakrytá pro zamezení vniku nečistot dovnitř konvektoru.

Po zhotovení podlahy by krycí mřížka měla být zarovnána k podlaze s tolerancí 2 mm.



Obrázek 18: Příklad montáže konvektoru KORADO [12]

A.3.5 Hlučnost podlahových konvektorů

Podlahové konvektory s přirozenou konvekcí se obecně vyznačují velmi tichým provozem. Problém ale může nastat u konvektorů s nucenou konvekcí, kde ventilátor zajišťující cirkulaci vzduchu je zdrojem hluku.

V dnešní době se výrobci snaží v co největší míře potlačit negativní akustické účinky ventilátorů. Stále je ale třeba při návrhu dbát na způsob provozu vytápěného prostoru a jeho potřebám vzhledem k akustické pohodě uživatelů. [12]

K popisu akustických parametrů se zavádí následující veličiny:

- Akustický výkon L_{WA} [dB] – Tato veličina popisuje hladinu hlukového zatížení, které je generované na zdroji hluku. Není závislá na prostoru ani na vzdálenosti. Používá se pro výpočet akustického tlaku.
- Akustický tlak L_{pA} [dB] – Tato veličina popisuje hladinu zvuku, který je registrován v dané vzdálenosti od zdroje. Je to míra hlasitosti, kterou lze registrovat lidským uchem.

K přepočtu mezi akustickým výkonem a akustickým tlakem používáme následující vztah:

$$L_{pA} = L_{WA} + 10 \cdot \log\left(\frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot r^2}\right)$$

- Kde:
- L_{pA} akustický tlak [dB]
 - L_{WA} akustický výkon [dB]
 - Q směrový činitel vyzařování hluku [-]
 - r vzdálenost od zkoušeného zdroje [m]

Pro obytné místnosti se doporučuje instalovat zařízení o maximálním akustickém tlaku 30 dB. Hodnoty uváděné výrobcem jsou měřeny 1 m od zdroje hluku (konvektoru). [12]

Jako prostředek ke snížení akustického výkonu je možné opatřit dno vany konvektoru akusticky absorpční fólií, která snižuje hlučnost o 1 – 1,5 dB. [12]



Obrázek 19: Umístění absorpční fólie na konvektor [12]

A.3.6 Designové moduly

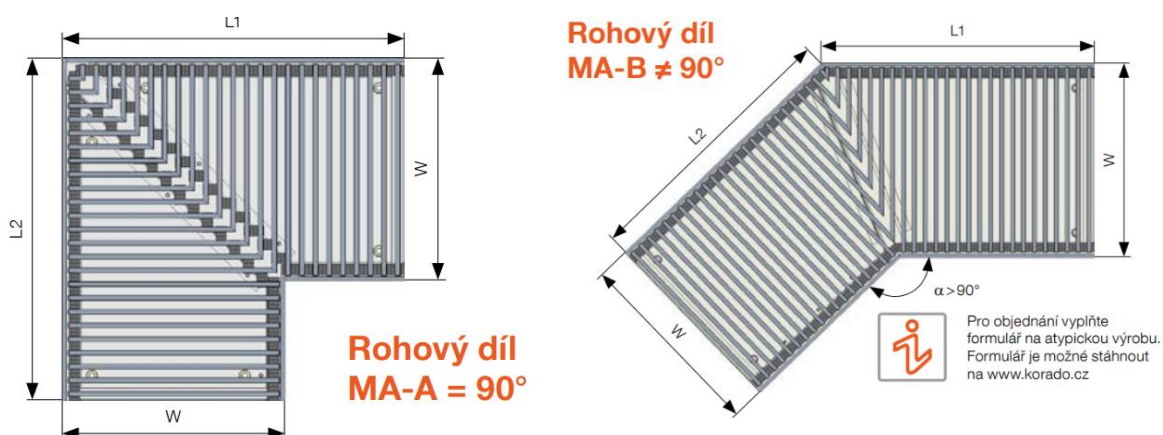
Velkou výhodou podlahových konvektorů je jejich estetický vzhled, proto se výrobci snaží vyjít projektantům vstříc a nabízejí širokou škálu atypických modulů. V nabídce pak je možné najít řešení pro téměř jakékoliv architektonické uspořádání prostoru. Díky široké nabídce také vzniká úspora nákladů, protože odpadá nutnost individuálního zaměřování a výroby prvků na míru. [12]

Moduly nemají vliv na výkon navržených konvektorů, jelikož neobsahují výměník. Lze je použít pro přirozenou i nucenou cirkulaci. Jejich umístěním můžeme například docílit plynulého napojení na sloupy, kde je vytvořen dojem průběžného konvektoru. [12]



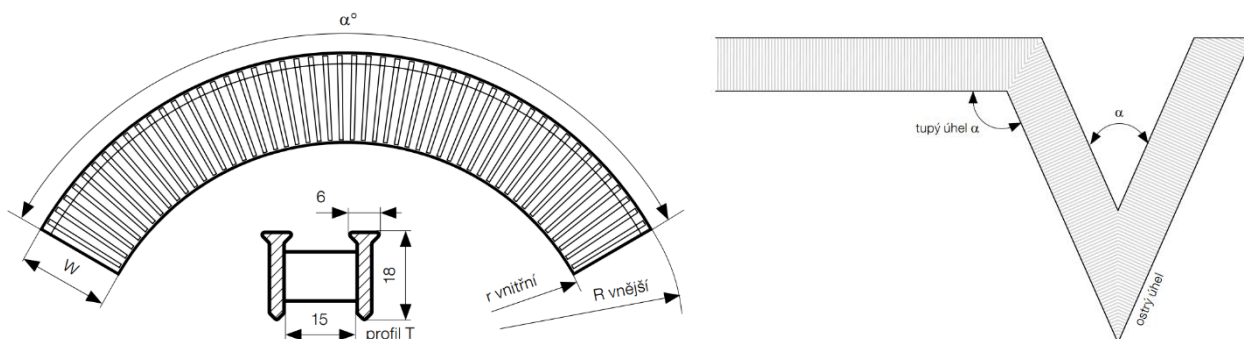
Obrázek 20: Příklad napojení konvektoru na sloup [12]

Dalším typem atypických modulů jsou rohové dílce. Ty jsou používány k plynulému spojení podlahových konvektorů v rozích. Rohové dílce se dodávají včetně krycí mřížky ve všech možných variantách. Rohové dílce je nutné objednávat zároveň s podlahovými konvektory pro zajištění stejných rozměrů a jejich následného propojení. [12]



Obrázek 21: Rohové dílce KORADO [12]

Podlahové konvektory lze také přizpůsobit neobvyklým tvarům fasády. V takových případech je možné využít úhlového nebo obloukového provedení, avšak je nutná konzultace s výrobcem o proveditelnosti. U těchto tvarů nelze garantovat tepelné výkony, a proto je nutné provést odhad tepelného výkonu odborníkem. U obloukového provedení je minimální vnitřní poloměr zakřivení 2000 mm. [12]



Obrázek 22: Schéma provedení obloukových a úhlových konvektorů [12]

Nedílnou součástí designového vzhledu podlahových konvektorů je krycí mřížka. Jelikož se jedná o jedinou viditelnou součást konvektoru, tak je výrobcem dodávány v nejrůznějších tvarových a materiálových provedeních. Mimo atypické modely dělíme mřížky na podélné a příčné. [12]

V příčném provedení jsou lamely spojené pružinou a distančními rozpěrkami. Toto provedení umožňuje využití všech dodávaných materiálů. [12]

V podélném provedení jsou lamely spojovány svorníkem a distančními rozpěrkami. Toto provedení umožňuje využití pouze kovových materiálů. [12]

Jako materiál krycích mřížek se nejčastěji využívá hliník, dřevo a ocel. Hliníkové mřížky jsou nabízeny ve velkém spektru barevných odstínů. Dřevěné mřížky jsou nabízeny v provedení z dubu, buku a mahagonu. Díky velké barevné a materiálové škále je možné zvolit takové provedení, které se hodí do téměř každého provozu. [12]

Příčné provedení



Podélné provedení



Obrázek 23: Příklady provedení krycích mřížek KORADO [12]

B. Výpočtová část

B.1 Analýza objektu

B.1.1 Analýza objektu

Projekt řeší návrh otopné soustavy a přípravu teplé vody administrativní budovy. Objekt má 4 nadzemní podlaží a 1 podzemní podlaží. V 1. PP se nachází technická místnost a skladovací prostory. V 1. NP se nachází vstup do objektu, prodejna, zámečnická dílna a sklad výrobků. V 2. NP až 4. NP se nachází kancelářské prostory.

Obvodový nosný systém objektu je zhotoven z broušených cihelných bloků a cihel plných pálených doplněných železobetonovými sloupy v místech zvýšeného zatížení. Konstrukce na styku s exteriérem je izolována pomocí EPS tl. 160 mm. Vnitřní nosné zdivo je zhotoveno z broušených cihelných bloků. Stropní konstrukce jsou provedeny jako železobetonová deska, betonové panely a systém nosníků a vložek POT + Miako. Střecha je plochá jednoplášťová izolována pomocí EPS tl. 260 mm.

Návrhové teploty v administrativních prostorách jsou navrženy na +20 °C, hygienické zázemí +24 °C, schodiště +15 °C, chodby +18 °C.

B.1.2 Koncepce vytápění objektu

V objektu je navržena teplovodní, dvoutrubková otopná soustava s teplotním spádem 75/65 °C a nuceným oběhem otopné vody. Soustava je rozdělena na pět větví vedoucích z rozdělovače a sběrače, z toho čtyři větve jsou určeny pro vytápění objektu a jedna pro ohřev teplé vody. Mezi kotli a rozdělovačem a sběračem je umístěn hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků. Větve určené pro vytápění objektu jsou vedeny z rozdělovače a sběrače do stoupacího potrubí a následně do jednotlivých pater objektu. Rozvody ze stoupacího potrubí k otopným tělesům jsou vedeny v konstrukci podlahy.

Navržená tělesa jsou převážně desková typu RADIK VK umístěná v kancelářích, chodbách, WC, dílně a prodejně. Konvektory OPTIMAL-FKO jsou umístěné v reprezentačních kancelářích s velkou prosklenou plochou. V hygienických zázemích jsou navržena trubková otopná tělesa KLT.

Jako zdroj tepla je navržena kaskáda dvou plynových kotlů Therm 28 LXZE.A. Pro ohřev teplé vody je navrhnut zásobníkový nepřímotopný ohříváč Regulus RBC 750.

Potrubí je měděné a izolované. Délková dilatace potrubí na dlouhých přímých trasách rozvodů v 2. NP a 3. NP je kompenzována U kompenzátory.

B.2 Výpočet tepelného výkonu

B.2.1 Výpočet součinitelů prostupu tepla

Součinitel prostupu tepla se stanoví následovně:

$$U = \frac{1}{R_t}$$

Kde: U součinitel prostupu tepla [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]
R_t celkový odpor konstrukce při prostupu tepla [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]

Celkový odpor konstrukce při prostupu tepla se stanoví následovně:

$$R_t = R_{Si} + R + R_{Se}$$

Kde: R_{Se} odpor při přestupu tepla na vnější straně [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]
R_{Si} odpor při přestupu tepla na vnitřní straně [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]
R tepelný odpor konstrukce [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]

Tepelný odpor konstrukce se stanoví následovně:

$$R = \sum d_j / \lambda_j$$

Kde: d_j tloušťka vrstvy konstrukce [m]
λ_j součinitel tepelné vodivosti materiálu [$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$]

Výpočet součinitelů jednotlivých konstrukcí

Tabulka 1: Výpočet součinitelů prostupu tepla konstrukcí

| Ozn. konstrukce | Popis konstrukce | | |
|---|---|---|--|
| SO1 | Obvodová stěna keramické tvárnice + EPS | | |
| Materiál | Tloušťka d [m] | Součinitel tep. vodivosti λ [$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$] | Tepelný odpor R [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$] |
| Omítka MVC | 0,015 | 0,66 | 0,02 |
| Keramická tvárnice | 0,3 | 0,166 | 1,81 |
| Izolace EPS | 0,16 | 0,041 | 3,90 |
| Omítka MVC | 0,015 | 0,66 | 0,02 |
| | | | $\Sigma R =$ 5,76 |
| Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně | | | $R_{si} =$ 0,13 |
| Odpor při přestupu tepla na vnější straně | | | $R_{se} =$ 0,04 |
| Celkový odpor konstrukce při prostupu tepla | | | $R_t =$ 5,93 |
| Součinitel prostupu tepla | | | $U =$ 0,17 |

| Ozn. konstrukce | Popis konstrukce | | |
|---|--------------------------|---|--|
| SO2 | Obvodová stěna CPP + EPS | | |
| Materiál | Tloušťka d [m] | Součinitel tep. vodivosti λ [$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$] | Tepelný odpor R [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$] |
| Omítka MVC | 0,015 | 0,66 | 0,02 |
| Cihla plná pálená | 0,45 | 0,8 | 0,56 |
| Izolace EPS | 0,16 | 0,041 | 3,90 |
| Omítka MVC | 0,015 | 0,66 | 0,02 |
| | | | $\Sigma R =$ 4,51 |
| Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně | | | $R_{si} =$ 0,13 |
| Odpor při přestupu tepla na vnější straně | | | $R_{se} =$ 0,04 |
| Celkový odpor konstrukce při prostupu tepla | | | $R_t =$ 4,68 |
| Součinitel prostupu tepla | | | $U =$ 0,21 |

| Ozn. konstrukce | Popis konstrukce | | |
|---|---------------------------------|---|--|
| SN1 | Vnitřní příčka pórobeton 175 mm | | |
| Materiál | Tloušťka d [m] | Součinitel tep. vodivosti λ [$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$] | Tepelný odpor R [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$] |
| Omítka MVC | 0,015 | 0,66 | 0,02 |
| Pórobeton | 0,15 | 0,63 | 0,24 |
| Omítka MVC | 0,015 | 0,66 | 0,02 |
| | | | $\Sigma R =$ 0,28 |
| Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně | | | $R_{si} =$ 0,13 |
| Odpor při přestupu tepla na vnější straně | | | $R_{se} =$ 0,13 |
| Celkový odpor konstrukce při prostupu tepla | | | $R_t =$ 0,54 |
| Součinitel prostupu tepla | | | $U =$ 1,84 |

| Ozn. konstrukce | Popis konstrukce | | |
|---|---------------------------------|---|--|
| SN2 | Vnitřní příčka pórobeton 125 mm | | |
| Materiál | Tloušťka d [m] | Součinitel tep. vodivosti λ [W*m ⁻¹ *K ⁻¹] | Tepelný odpor R [m ² *K*W ⁻¹] |
| Omítka MVC | 0,015 | 0,66 | 0,02 |
| Pórobeton | 0,1 | 0,63 | 0,16 |
| Omítka MVC | 0,015 | 0,66 | 0,02 |
| | | | $\Sigma R =$ 0,20 |
| Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně | | Rsi = | 0,13 |
| Odpor při přestupu tepla na vnější straně | | Rse= | 0,13 |
| Celkový odpor konstrukce při prostupu tepla | | Rt = | 0,46 |
| Součinitel prostupu tepla | | U = | 2,15 |

| Ozn. konstrukce | Popis konstrukce | | |
|---|---|---|--|
| SN3 | Vnitřní stěna keramická tvárnice 300 mm | | |
| Materiál | Tloušťka d [m] | Součinitel tep. vodivosti λ [W*m ⁻¹ *K ⁻¹] | Tepelný odpor R [m ² *K*W ⁻¹] |
| Omítka MVC | 0,015 | 0,66 | 0,02 |
| Keramická tvárnice | 0,3 | 0,166 | 1,81 |
| Omítka MVC | 0,015 | 0,66 | 0,02 |
| | | | $\Sigma R =$ 1,85 |
| Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně | | Rsi = | 0,13 |
| Odpor při přestupu tepla na vnější straně | | Rse= | 0,13 |
| Celkový odpor konstrukce při prostupu tepla | | Rt = | 2,11 |
| Součinitel prostupu tepla | | U = | 0,47 |

| Ozn. konstrukce | Popis konstrukce | | |
|---|---|---|--|
| SN4 | Vnitřní stěna keramická tvárnice 450 mm | | |
| Materiál | Tloušťka d [m] | Součinitel tep. vodivosti λ [W*m ⁻¹ *K ⁻¹] | Tepelný odpor R [m ² *K*W ⁻¹] |
| Omítka MVC | 0,015 | 0,66 | 0,02 |
| Keramická tvárnice | 0,45 | 0,166 | 2,71 |
| Omítka MVC | 0,015 | 0,66 | 0,02 |
| | | | $\Sigma R =$ 2,76 |
| Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně | | Rsi = | 0,13 |
| Odpor při přestupu tepla na vnější straně | | Rse= | 0,13 |
| Celkový odpor konstrukce při prostupu tepla | | Rt = | 3,02 |
| Součinitel prostupu tepla | | U = | 0,33 |

| Ozn. konstrukce | Popis konstrukce | | |
|---|--|---|--|
| SN5 | Vnitřní stěna CPP tl. 450 mm +předstěna pórobeton 250 mm | | |
| Materiál | Tloušťka d [m] | Součinitel tep. vodivosti λ [W*m ⁻¹ *K ⁻¹] | Tepelný odpor R [m ² *K*W ⁻¹] |
| Omítka MVC | 0,015 | 0,66 | 0,02 |
| Cihla plná pálená | 0,45 | 0,8 | 0,56 |
| Keramická tvárnice | 0,25 | 0,166 | 1,51 |
| Omítka MVC | 0,015 | 0,66 | 0,02 |
| | | | $\Sigma R =$ 2,11 |
| Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně | | Rsi = | 0,13 |
| Odpor při přestupu tepla na vnější straně | | Rse= | 0,13 |
| Celkový odpor konstrukce při prostupu tepla | | Rt = | 2,37 |
| Součinitel prostupu tepla | | U = | 0,42 |

| Ozn. konstrukce | Popis konstrukce | | |
|---|---|---|--|
| SN6 | Vnitřní ochlazovaná stěna pórobeton + EPS | | |
| Materiál | Tloušťka d [m] | Součinitel tep. vodivosti λ [W*m ⁻¹ *K ⁻¹] | Tepelný odpor R [m ² *K*W ⁻¹] |
| Omítka MVC | 0,015 | 0,66 | 0,02 |
| Pórobeton | 0,15 | 0,63 | 0,24 |
| Izolace EPS | 0,15 | 0,041 | 3,66 |
| Omítka MVC | 0,015 | 0,66 | 0,02 |
| | | | $\Sigma R =$ 3,94 |
| Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně | | Rsi = | 0,13 |
| Odpor při přestupu tepla na vnější straně | | Rse= | 0,13 |
| Celkový odpor konstrukce při prostupu tepla | | Rt = | 4,2 |
| Součinitel prostupu tepla | | U = | 0,24 |

| Ozn. konstrukce | Popis konstrukce | | |
|---|------------------------------|---|--|
| Pdl1 | Podlaha na zemině v suterénu | | |
| Materiál | Tloušťka d [m] | Součinitel tep. vodivosti λ [W*m ⁻¹ *K ⁻¹] | Tepelný odpor R [m ² *K*W ⁻¹] |
| Anhydrit | 0,06 | 1,2 | 0,05 |
| Izolace XPS | 0,15 | 0,032 | 4,69 |
| Podkladní beton | 0,15 | 1,25 | 0,12 |
| | | | $\Sigma R =$ 4,86 |
| Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně | | Rsi = | 0,17 |
| Odpor při přestupu tepla na vnější straně | | Rse= | 0,00 |
| Celkový odpor konstrukce při prostupu tepla | | Rt = | 5,03 |
| Součinitel prostupu tepla | | U = | 0,20 |

| Ozn. konstrukce | Popis konstrukce | | |
|---|-------------------------|---|--|
| Pdl2 | Podlaha na zemině v 1NP | | |
| Materiál | Tloušťka d [m] | Součinitel tep. vodivosti λ [W*m ⁻¹ *K ⁻¹] | Tepelný odpor R [m ² *K*W ⁻¹] |
| Betonová mazanina | 0,15 | 1,25 | 0,12 |
| Izolace XPS | 0,15 | 0,032 | 4,69 |
| Podkladní beton | 0,15 | 1,25 | 0,12 |
| | | | $\Sigma R =$ 4,81 |
| Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně | | | Rsi = 0,17 |
| Odpor při přestupu tepla na vnější straně | | | Rse = 0,00 |
| Celkový odpor konstrukce při prostupu tepla | | | Rt = 4,98 |
| Součinitel prostupu tepla | | | U = 0,20 |

| Ozn. konstrukce | Popis konstrukce | | |
|---|-------------------|---|--|
| Str1 | Strop nezateplený | | |
| Materiál | Tloušťka d [m] | Součinitel tep. vodivosti λ [W*m ⁻¹ *K ⁻¹] | Tepelný odpor R [m ² *K*W ⁻¹] |
| Anhydrit | 0,07 | 1,2 | 0,06 |
| Izolace XPS | 0,06 | 0,032 | 1,88 |
| ŽB deska | 0,2 | 1,43 | 0,14 |
| | | | $\Sigma R =$ 2,07 |
| Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně | | | Rsi = 0,10 |
| Odpor při přestupu tepla na vnější straně | | | Rse = 0,10 |
| Celkový odpor konstrukce při prostupu tepla | | | Rt = 2,27 |
| Součinitel prostupu tepla | | | U = 0,44 |

| Ozn. konstrukce | Popis konstrukce | | |
|---|------------------|---|--|
| Str2 | Strop zateplený | | |
| Materiál | Tloušťka d [m] | Součinitel tep. vodivosti λ [W*m ⁻¹ *K ⁻¹] | Tepelný odpor R [m ² *K*W ⁻¹] |
| Anhydrit | 0,07 | 1,2 | 0,06 |
| Izolace XPS | 0,06 | 0,032 | 1,88 |
| betonové panely | 0,25 | 1,4 | 0,18 |
| Izolace z min. vlny | 0,16 | 0,037 | 4,32 |
| Silikátová omítka | 0,005 | 0,7 | 0,01 |
| | | | $\Sigma R =$ 6,44 |
| Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně | | | Rsi = 0,17 |
| Odpor při přestupu tepla na vnější straně | | | Rse = 0,17 |
| Celkový odpor konstrukce při prostupu tepla | | | Rt = 6,78 |
| Součinitel prostupu tepla | | | U = 0,15 |

| Ozn. konstrukce | Popis konstrukce | | |
|---|--|---|--|
| Str3 | Strop s podlahou nad venkovním prostorem | | |
| Materiál | Tloušťka d [m] | Součinitel tep. vodivosti λ [W*m ⁻¹ *K ⁻¹] | Tepelný odpor R [m ² *K*W ⁻¹] |
| Anhydrit | 0,07 | 1,2 | 0,06 |
| Izolace XPS | 0,06 | 0,032 | 1,88 |
| ŽB deska | 0,2 | 1,43 | 0,14 |
| Izolace EPS | 0,26 | 0,041 | 6,34 |
| Silikátová omítka | 0,005 | 0,7 | 0,01 |
| | | | $\Sigma R =$ 8,42 |
| Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně | | Rsi = | 0,17 |
| Odpor při přestupu tepla na vnější straně | | Rse= | 0,04 |
| Celkový odpor konstrukce při prostupu tepla | | Rt = | 8,63 |
| Součinitel prostupu tepla | | U = | 0,12 |

| Ozn. konstrukce | Popis konstrukce | | |
|---|-------------------------------------|---|--|
| Sch1 | Střecha s nosnými betonovými panely | | |
| Materiál | Tloušťka d [m] | Součinitel tep. vodivosti λ [W*m ⁻¹ *K ⁻¹] | Tepelný odpor R [m ² *K*W ⁻¹] |
| Izolace EPS | 0,26 | 0,041 | 6,34 |
| Spádový beton | 0,05 | 1,23 | 0,04 |
| Betonové panely | 0,25 | 1,4 | 0,18 |
| SDK podhled | 0,012 | 0,25 | 0,05 |
| | | | $\Sigma R =$ 6,61 |
| Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně | | Rsi = | 0,10 |
| Odpor při přestupu tepla na vnější straně | | Rse= | 0,04 |
| Celkový odpor konstrukce při prostupu tepla | | Rt = | 6,75 |
| Součinitel prostupu tepla | | U = | 0,15 |

| Ozn. konstrukce | Popis konstrukce | | |
|---|-------------------------------------|---|--|
| Sch2 | Střecha s nosným systémem POT+MIAKO | | |
| Materiál | Tloušťka d [m] | Součinitel tep. vodivosti λ [W*m ⁻¹ *K ⁻¹] | Tepelný odpor R [m ² *K*W ⁻¹] |
| Izolace EPS | 0,26 | 0,041 | 6,34 |
| Spádový beton | 0,05 | 1,23 | 0,04 |
| Pot + Miako | 0,29 | 0,85 | 0,34 |
| Omítka MVC | 0,01 | 0,66 | 0,02 |
| | | | $\Sigma R =$ 6,74 |
| Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně | | Rsi = | 0,10 |
| Odpor při přestupu tepla na vnější straně | | Rse= | 0,04 |
| Celkový odpor konstrukce při prostupu tepla | | Rt = | 6,88 |
| Součinitel prostupu tepla | | U = | 0,15 |

| Ozn. konstrukce | Popis konstrukce | | |
|--|---|---|--|
| SO3 | Obvodová stěna keramické tvárnice + EPS pod terénem | | |
| Materiál | Tloušťka d [m] | Součinitel tep. vodivosti λ [W*m ⁻¹ *K ⁻¹] | Tepelný odpor R [m ² *K*W ⁻¹] |
| Omítka MVC | 0,015 | 0,66 | 0,02 |
| Keramická tvárnice | 0,45 | 0,166 | 2,71 |
| Izolace EPS | 0,16 | 0,041 | 3,90 |
| Omítka MVC | 0,015 | 0,66 | 0,02 |
| $\Sigma R =$ | | | 6,66 |
| Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně Rsi = | | | 0,13 |
| Odpor při přestupu tepla na vnější straně Rse = | | | 0,00 |
| Celkový odpor konstrukce při prostupu tepla Rt = | | | 6,79 |
| Součinitel prostupu tepla U = | | | 0,15 |

B.2.2 Přehled součinitelů prostupu tepla

Tabulka 2: Přehled součinitelů prostupu tepla

| Ozn. konstrukce | Popis konstrukce | U [W.m ⁻² .K ⁻¹] | U _{n,20,rq} W.m ⁻² .K ⁻¹ | Posouzení |
|-----------------|--|---|---|-----------|
| SO1 | Obvodová stěna - ker. tvárnice + EPS | 0,17 | 0,3 | VYHOVUJE |
| SO2 | Obvodová stěna – CPP + EPS | 0,21 | 0,3 | VYHOVUJE |
| SO3 | Obvodová stěna pod terénem | 0,15 | 0,3 | VYHOVUJE |
| SN1 | Vnitřní pórobetonová příčka 175 mm | 1,84 | 2,7 | VYHOVUJE |
| SN2 | Vnitřní pórobetonová příčka 125 mm | 2,15 | 2,7 | VYHOVUJE |
| SN3 | Vnitřní stěna - ker. tvárnice 300 mm | 0,47 | 2,7 | VYHOVUJE |
| SN4 | Vnitřní stěna - ker. tvárnice 450 mm | 0,33 | 2,7 | VYHOVUJE |
| SN5 | Vnitřní stěna – CPP tl. 450 mm + pórobeton | 0,42 | 2,7 | VYHOVUJE |
| SN6 | Vnitřní ochlazovaná příčka pórobeton + EPS | 0,24 | 0,6 | VYHOVUJE |
| Pdl1 | Podlaha na zemině v suterénu | 0,2 | 0,75 | VYHOVUJE |
| Pdl2 | Podlaha na zemině v 1 NP | 0,2 | 0,45 | VYHOVUJE |
| Str1 | Strop nezateplený | 0,44 | 1,05 | VYHOVUJE |
| Str2 | Strop zateplený | 0,15 | 0,6 | VYHOVUJE |
| Str3 | Strop s podlahou nad venkovním prostorem | 0,12 | 0,24 | VYHOVUJE |
| Sch1 | Střecha s nosnými betonovými panely | 0,15 | 0,24 | VYHOVUJE |
| Sch2 | Střecha s nosným systémem Pot + Miako | 0,15 | 0,24 | VYHOVUJE |
| O1 | Okna | 0,8 | 1,7 | VYHOVUJE |
| DO | Dveře ochlazované (vnější) | 1,1 | 1,7 | VYHOVUJE |
| DN | Dveře neochlazované (vnitřní) | 1,5 | 3,5 | VYHOVUJE |
| VN | Vrata | 0,9 | 1,7 | VYHOVUJE |

B.2.3 Výpočet tepelných ztrát pro jednotlivé místnosti

Návrhový tepelný výkon místnosti se stanoví následovně:

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

Kde: $\Phi_{HL,i}$ celková návrhová ztráta místnosti [W]

$\Phi_{T,i}$ návrhová ztráta prostupem [W]

$\Phi_{V,i}$ návrhová ztráta větráním [W]

Návrhová ztráta prostupem se stanoví následovně:

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

Kde: $H_{T,ie}$ měrný tepelný tok prostupem do exteriéru [$W \cdot K^{-1}$]

$H_{T,ia}$ měrný tepelný tok prostupem do sousedních místností [$W \cdot K^{-1}$]

$H_{T,ig}$ měrný tepelný tok prostupem do zeminy [$W \cdot K^{-1}$]

θ_i vnitřní výpočtová teplota [$^{\circ}C$]

θ_e venkovní výpočtová teplota [$^{\circ}C$]

Měrný tepelný tok prostupem do exteriéru se stanoví následovně:

$$H_{T,ie} = A_k \cdot (U_k + \Delta U_{TB}) \cdot f_{u,k} \cdot f_{ie,k}$$

Kde: A_k plocha konstrukce [m^2]

U_k součinitel prostupu tepla konstrukcí [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]

ΔU_{TB} přírážka na vliv tepelných vazeb [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]

$f_{u,k}$ opravný činitel zohledňující vliv stavebních částí a povětrnostní vlivy [-]

$f_{ie,k}$ teplotní opravný činitel [-]

Měrný tepelný tok prostupem do sousedních místností se stanoví následovně:

$$H_{T,ia} = A_k \cdot U_k \cdot f$$

Kde: A_k plocha konstrukce [m^2]

U_k součinitel prostupu tepla konstrukcí [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]

f teplotní opravný činitel [-]

Měrný tepelný tok postupem do zeminy se stanoví následovně:

$$H_{T,ig} = f_{\theta_{ann}} \cdot (A_k \cdot U_{equiv} \cdot f_{ig,k} \cdot f_{GW,k})$$

- Kde: $f_{\theta_{ann}}$ součinitel zohledňující vliv změny venkovní teploty v průběhu roku [-]
 A_k plocha konstrukce [m²]
 U_{equiv} ekvivalentní součinitel prostupu tepla [W · m⁻² · K⁻¹]
 $f_{ig,k}$ teplotní redukční činitel [-]
 $f_{GW,k}$ součinitel na vliv spodní vody [-]

Návrhová ztráta větráním se stanoví následovně:

$$\Phi_{v,i} = \rho \cdot c \cdot n \cdot V_i \cdot (\theta_i - \theta_e)$$

- Kde: ρ hustota vzduchu [kg·m⁻³]
 c měrná tepelná ztráta vzduchu [Wh·kg⁻¹ · K⁻¹]
 n intenzita větrání [h⁻¹]
 V_i vnitřní objem místnosti [m³]
 θ_i vnitřní výpočtová teplota [°C]
 θ_e venkovní výpočtová teplota [°C]

Kompletní výpočet tepelných ztrát pro jednotlivé místnosti je přílohou této práce. [P1]

Tabulka 3: Výpočet tepelných ztrát pro místnosti v 1. NP

| Číslo místnosti | Popis místnosti | $\theta_{int,i}$ | θ_e |
|-----------------|-----------------|------------------|------------|
| 1.01 | Zádvěří | 10 | -15 |

| Tepelné ztráty do exteriéru | | | | | | | |
|---|-------|-------|--------------|--------------------|-----------|------------|-------------|
| Ozn. kce | A_k | U_k | ΔU_B | $U_k + \Delta U_B$ | $f_{U,k}$ | $f_{ie,k}$ | $H_{T,ie}$ |
| SO1 | 5,77 | 0,17 | 0,05 | 0,22 | 1 | 1 | 1,27 |
| Sch1 | 3,43 | 0,15 | 0,05 | 0,2 | 1 | 1 | 0,69 |
| O1 | 3,4 | 0,8 | 0 | 0,8 | 1 | 1 | 2,72 |
| DO | 3,07 | 1,1 | 0 | 1,1 | 1 | 1 | 3,38 |
| Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí | | | | | | | 8,05 |

| Tepelné ztráty do sousedních místností s rozdílnou teplotou | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|--|--|--|--------------|
| Ozn. kce | A_k | U_k | f | | | | $H_{T,ia}$ |
| SN2 | 4,90 | 2,15 | -0,40 | | | | -4,21 |
| DN | 6,11 | 1,50 | -0,40 | | | | -3,67 |
| Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného | | | | | | | -7,88 |

| Tepelné ztráty zeminou | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------------|------------|------------|--|---------------------|
| Ozn. kce | A_k | U_k | U_{equiv} | $f_{ig,k}$ | $f_{GW,k}$ | | $H_{T,ig}$ *1,45 |
| Pd12 | 3,43 | 0,20 | 0,17 | 0,20 | 1,00 | | 0,17 |
| Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního | | | | | | | 0,17 |

| Celková ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ | | |
|--|------------|---------------------------------------|
| $H_{T,ie}$ | | 8,05 |
| $H_{T,ia}$ | | -7,88 |
| $H_{T,ig}$ | | 0,17 |
| celková měrná ztráta prostupem $H_{T,i}$ | | 0,34 |
| $\theta_{int,i}$ | θ_e | $\theta_{int} - \theta_e$ |
| 10 | -15 | 25 |
| | | $(\theta_{int} - \theta_e) * H_{T,i}$ |
| Celková ztráta prostupem (W) | | 8,54 |

| Celková tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ | | | | | |
|--|------------------------|----------------|-----------|---------------------------|---------------------------------------|
| Objem místnosti | Číslo výměny vzduchu n | $\rho \cdot c$ | $H_{V,i}$ | $\theta_{int} - \theta_e$ | $H_{V,i} * (\theta_{int} - \theta_e)$ |
| 8,92 | 0,5 | 0,34 | 1,5164 | 25 | 37,91 |

| $\Phi_{T,i}$ | $\Phi_{V,i}$ | Φ_{RH} | $\Phi_{HL,i}$ (W) |
|--------------|--------------|-------------|-------------------|
| 8,54 | 37,91 | 0 | 46,447475 |

| Číslo místnosti | Popis místnosti | $\theta_{int,i}$ | θ_e |
|-----------------|-----------------|------------------|------------|
| 1.02 | Prodejna | 20 | -15 |

| Tepelné ztráty do exteriéru | | | | | | | |
|---|-------|-------|--------------|---------------------|-----------|------------|--------------|
| Ozn. kce | A_k | U_k | ΔU_B | $U_{k+} \Delta U_B$ | $f_{U,k}$ | $f_{ie,k}$ | $H_{T,ie}$ |
| SO1 | 13,9 | 0,17 | 0,05 | 0,22 | 1 | 1 | 3,06 |
| Sch1 | 4,7 | 0,15 | 0,05 | 0,2 | 1 | 1 | 0,94 |
| O1 | 16,6 | 0,8 | 0 | 0,8 | 1 | 1 | 13,28 |
| Celkový měrný tepelný tok vstupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí | | | | | | | 17,28 |

| Tepelné ztráty do sousedních místností s rozdílnou teplotou | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|--|--|--|--------------|
| Ozn. kce | A_k | U_k | f | | | | $H_{T,ia}$ |
| SN2 | 7,28 | 2,15 | 0,29 | | | | 4,47 |
| SN3 | 28,73 | 0,47 | 0,14 | | | | 1,93 |
| DN | 2,00 | 1,50 | 0,14 | | | | 0,43 |
| DN | 6,11 | 1,50 | 0,29 | | | | 2,62 |
| Str1 | 49,20 | 0,44 | 0,29 | | | | 6,19 |
| Str1 | 2,90 | 0,44 | -0,11 | | | | -0,15 |
| Celkový měrný tepelný tok vstupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného | | | | | | | 15,49 |

| Tepelné ztráty zeminou | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------------|------------|------------|--|---------------------|
| Ozn. kce | A_k | U_k | U_{equiv} | $f_{ig,k}$ | $f_{GW,k}$ | | $H_{T,ig}$ *1,45 |
| Pd12 | 4,70 | 0,20 | 0,16 | 0,43 | 1,00 | | 0,47 |
| Celkový měrný tepelný tok vstupem z vytápěného prostoru do venkovního | | | | | | | 0,47 |

| Celková ztráta vstupem $\Phi_{T,i}$ | | |
|--|------------|---------------------------------------|
| $H_{T,ie}$ | | 17,28 |
| $H_{T,ia}$ | | 15,49 |
| $H_{T,ig}$ | | 0,47 |
| celková měrná ztráta vstupem $H_{T,i}$ | | 33,23 |
| $\theta_{int,i}$ | θ_e | $\theta_{int} - \theta_e$ |
| 20 | -15 | 35 |
| | | $(\theta_{int} - \theta_e) * H_{T,i}$ |
| Celková ztráta vstupem (W) | | 1163,15 |

| Celková tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ | | | | | |
|--|------------------------|----------------|-----------|---------------------------|---------------------------------------|
| Objem místnosti | Číslo výměny vzduchu n | $\rho \cdot c$ | $H_{V,i}$ | $\theta_{int} - \theta_e$ | $H_{V,i} * (\theta_{int} - \theta_e)$ |
| 176,97 | 0,5 | 0,34 | 30,0849 | 35 | 1052,97 |

| $\Phi_{T,i}$ | $\Phi_{V,i}$ | Φ_{RH} | $\Phi_{HL,i}$ (W) |
|--------------|--------------|-------------|-------------------|
| 1163,15 | 1052,97 | 0 | 2216,119 |

| Číslo místnosti | Popis místnosti | $\theta_{int,i}$ | θ_e |
|-----------------|-----------------|------------------|------------|
| 1.03 | Zázemí prodejny | 20 | -15 |

| Tepelné ztráty do exteriéru | | | | | | | |
|---|-------|-------|--------------|--------------------|-----------|------------|-------------|
| Ozn. kce | A_k | U_k | ΔU_B | $U_k + \Delta U_B$ | $f_{U,k}$ | $f_{ie,k}$ | $H_{T,ie}$ |
| SO1 | 24,5 | 0,17 | 0,05 | 0,22 | 1 | 1 | 5,39 |
| O1 | 2 | 0,8 | 0 | 0,8 | 1 | 1 | 1,60 |
| Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí | | | | | | | 6,99 |

| Tepelné ztráty do sousedních místností s rozdílnou teplotou | | | | | | | |
|--|-------|-------|------|--|--|--|-------------|
| Ozn. kce | A_k | U_k | f | | | | $H_{T,ia}$ |
| Str1 | 10,95 | 0,44 | 0,29 | | | | 1,38 |
| Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného | | | | | | | 1,38 |

| Tepelné ztráty zeminou | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------------|------------|------------|--|---------------------|
| Ozn. kce | A_k | U_k | U_{equiv} | $f_{ig,k}$ | $f_{GW,k}$ | | $H_{T,ig}$ *1,45 |
| Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního | | | | | | | 0,00 |

| Celková ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ | | |
|--|------------|---------------------------------------|
| $H_{T,ie}$ | | 6,99 |
| $H_{T,ia}$ | | 1,38 |
| $H_{T,ig}$ | | 0,00 |
| celková měrná ztráta prostupem $H_{T,i}$ | | 8,37 |
| $\theta_{int,i}$ | θ_e | $\theta_{int} - \theta_e$ |
| 20 | -15 | 35 |
| | | $(\theta_{int} - \theta_e) * H_{T,i}$ |
| Celková ztráta prostupem (W) | | 292,83 |

| Celková tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ | | | | | |
|--|------------------------|----------------|-----------|---------------------------|---------------------------------------|
| Objem místnosti | Číslo výměny vzduchu n | $\rho \cdot c$ | $H_{V,i}$ | $\theta_{int} - \theta_e$ | $H_{V,i} * (\theta_{int} - \theta_e)$ |
| 38,32 | 0,5 | 0,34 | 6,5144 | 35 | 228,00 |

| $\Phi_{T,i}$ | $\Phi_{V,i}$ | Φ_{RH} | $\Phi_{HL,i}$ (W) |
|--------------|--------------|-------------|-------------------|
| 292,83 | 228,00 | 0 | 520,834 |

| Číslo místnosti | Popis místnosti | $\theta_{int,i}$ | θ_e |
|-----------------|-----------------|------------------|------------|
| 1.04 | Zádvěří | 10 | -15 |

| Tepelné ztráty do exteriéru | | | | | | | |
|---|-------|-------|--------------|---------------------|-----------|------------|-------------|
| Ozn. kce | A_k | U_k | ΔU_B | $U_{k+} \Delta U_B$ | $f_{U,k}$ | $f_{ie,k}$ | $H_{T,ie}$ |
| SO1 | 4,94 | 0,17 | 0,05 | 0,22 | 1 | 1 | 1,09 |
| O1 | 3,4 | 0,8 | 0 | 0,8 | 1 | 1 | 2,72 |
| DO | 3,07 | 1,1 | 0 | 1,1 | 1 | 1 | 3,38 |
| Sch1 | 3,36 | 0,15 | 0,05 | 0,2 | 1 | 1 | 0,67 |
| Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí | | | | | | | 7,86 |

| Tepelné ztráty do sousedních místností s rozdílnou teplotou | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|--|--|--|--------------|
| Ozn. kce | A_k | U_k | f | | | | $H_{T,ia}$ |
| SN2 | 3,64 | 2,15 | -0,40 | | | | -3,13 |
| DN | 6,24 | 1,50 | -0,20 | | | | -1,87 |
| Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného | | | | | | | -5,00 |

| Tepelné ztráty zeminou | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------------|------------|------------|--|---------------------|
| Ozn. kce | A_k | U_k | U_{equiv} | $f_{ig,k}$ | $f_{GW,k}$ | | $H_{T,ig}$ *1,45 |
| PdI2 | 3,36 | 0,20 | 0,17 | 0,20 | 1,00 | | 0,17 |
| Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního | | | | | | | 0,17 |

| Celková ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ | | |
|--|------------|---------------------------------------|
| $H_{T,ie}$ | | 7,86 |
| $H_{T,ia}$ | | -5,00 |
| $H_{T,ig}$ | | 0,17 |
| celková měrná ztráta prostupem $H_{T,i}$ | | 3,02 |
| $\theta_{int,i}$ | θ_e | $\theta_{int} - \theta_e$ |
| 10 | -15 | 25 |
| | | $(\theta_{int} - \theta_e) * H_{T,i}$ |
| Celková ztráta prostupem (W) | | 75,48 |

| Celková tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ | | | | | |
|--|------------------------|----------------|-----------|---------------------------|---------------------------------------|
| Objem místnosti | Číslo výměny vzduchu n | $\rho \cdot c$ | $H_{V,i}$ | $\theta_{int} - \theta_e$ | $H_{V,i} * (\theta_{int} - \theta_e)$ |
| 8,74 | 0,5 | 0,34 | 1,4858 | 25 | 37,15 |

| $\Phi_{T,i}$ | $\Phi_{V,i}$ | Φ_{RH} | $\Phi_{HL,i}$ (W) |
|--------------|--------------|-------------|-------------------|
| 75,48 | 37,15 | 0 | 112,6212 |

| Číslo místnosti | Popis místnosti | $\theta_{int,i}$ | θ_e |
|-----------------|--------------------|------------------|------------|
| 1.05+1.06 | Chodba + schodiště | 15 | -15 |

| Tepelné ztráty do exteriéru | | | | | | | |
|---|-------|-------|--------------|--------------------|-----------|------------|-------------|
| Ozn. kce | A_k | U_k | ΔU_B | $U_k + \Delta U_B$ | $f_{U,k}$ | $f_{ie,k}$ | $H_{T,ie}$ |
| Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí | | | | | | | 0,00 |

| Tepelné ztráty do sousedních místností s rozdílnou teplotou | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|--|--|--|--------------|
| Ozn. kce | A_k | U_k | f | | | | $H_{T,ia}$ |
| SN3 | 43,83 | 0,47 | -0,17 | | | | -3,43 |
| SN3 | 9,90 | 0,47 | 0,17 | | | | 0,78 |
| DN | 4,05 | 1,50 | -0,17 | | | | -1,01 |
| DN | 8,30 | 1,50 | 0,17 | | | | 2,08 |
| Str1 | 12,24 | 0,44 | -0,17 | | | | -0,90 |
| Str1 | 3,36 | 0,44 | -0,17 | | | | -0,25 |
| Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného | | | | | | | -2,74 |

| Tepelné ztráty zeminou | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------------|------------|------------|--|---------------------|
| Ozn. kce | A_k | U_k | U_{equiv} | $f_{ig,k}$ | $f_{GW,k}$ | | $H_{T,ig}$ *1,45 |
| Pd11 | 5,24 | 0,2 | 0,14 | 0,33 | 1 | | 0,35 |
| Pd12 | 3,99 | 0,2 | 0,16 | 0,33 | 1 | | 0,31 |
| SO3 | 23,05 | 0,15 | 0,16 | 0,40 | 1 | | 2,14 |
| Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního | | | | | | | 2,80 |

| Celková ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ | | |
|--|------------|---------------------------------------|
| $H_{T,ie}$ | | 0,00 |
| $H_{T,ia}$ | | -2,74 |
| $H_{T,ig}$ | | 2,80 |
| celková měrná ztráta prostupem $H_{T,i}$ | | 0,06 |
| $\theta_{int,i}$ | θ_e | $\theta_{int} - \theta_e$ |
| 15 | -15 | 30 |
| | | $(\theta_{int} - \theta_e) * H_{T,i}$ |
| Celková ztráta prostupem (W) | | 1,88 |

| Celková tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ | | | | | |
|--|------------------------|----------------|-----------|---------------------------|---------------------------------------|
| Objem místnosti | Číslo výměny vzduchu n | $\rho \cdot c$ | $H_{V,i}$ | $\theta_{int} - \theta_e$ | $H_{V,i} * (\theta_{int} - \theta_e)$ |
| 62,98 | 0,5 | 0,34 | 10,7066 | 0 | 0,00 |

| $\Phi_{T,i}$ | $\Phi_{V,i}$ | Φ_{RH} | $\Phi_{HL,i}$ (W) |
|--------------|--------------|-------------|-------------------|
| 1,88 | 0,00 | 0 | 1,8847 |

| Číslo místnosti | Popis místnosti | $\theta_{int,i}$ | θ_e |
|-----------------|-----------------|------------------|------------|
| 1.07 | Chodba | 15 | -15 |

| Tepelné ztráty do exteriéru | | | | | | | |
|---|-------|-------|--------------|---------------------|-----------|------------|-------------|
| Ozn. kce | A_k | U_k | ΔU_B | $U_{k+} \Delta U_B$ | $f_{U,k}$ | $f_{ie,k}$ | $H_{T,ie}$ |
| Celkový měrný tepelný tok vstupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí | | | | | | | 0,00 |

| Tepelné ztráty do sousedních místností s rozdílnou teplotou | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|--|--|--|--------------|
| Ozn. kce | A_k | U_k | f | | | | $H_{T,ia}$ |
| SN3 | 13,50 | 0,47 | -0,17 | | | | -1,06 |
| SN4 | 18,20 | 0,33 | -0,17 | | | | -1,00 |
| DN | 1,60 | 1,50 | -0,17 | | | | -0,40 |
| DN | 2,20 | 1,50 | 0,17 | | | | 0,55 |
| Celkový měrný tepelný tok vstupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného | | | | | | | -1,91 |

| Tepelné ztráty zeminou | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------------|------------|------------|--|---------------------|
| Ozn. kce | A_k | U_k | U_{equiv} | $f_{ig,k}$ | $f_{GW,k}$ | | $H_{T,ig}$ *1,45 |
| Pd12 | 9,14 | 0,20 | 0,16 | 0,33 | 1,00 | | 0,71 |
| Celkový měrný tepelný tok vstupem z vytápěného prostoru do venkovního | | | | | | | 0,71 |

| Celková ztráta vstupem $\Phi_{T,i}$ | | |
|--|------------|---------------------------------------|
| $H_{T,ie}$ | | 0,00 |
| $H_{T,ia}$ | | -1,91 |
| $H_{T,ig}$ | | 0,71 |
| celková měrná ztráta vstupem $H_{T,i}$ | | -1,20 |
| $\theta_{int,i}$ | θ_e | $\theta_{int} - \theta_e$ |
| 15 | -15 | 30 |
| | | $(\theta_{int} - \theta_e) * H_{T,i}$ |
| Celková ztráta vstupem (W) | | -36,05 |

| Celková tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ | | | | | |
|--|------------------------|----------------|-----------|---------------------------|---------------------------------------|
| Objem místnosti | Číslo výměny vzduchu n | $\rho \cdot c$ | $H_{V,i}$ | $\theta_{int} - \theta_e$ | $H_{V,i} * (\theta_{int} - \theta_e)$ |
| 29,25 | 0,5 | 0,34 | 4,9725 | 30 | 149,18 |

| $\Phi_{T,i}$ | $\Phi_{V,i}$ | Φ_{RH} | $\Phi_{HL,i}$ (W) |
|--------------|--------------|-------------|-------------------|
| -36,05 | 149,18 | 0 | 113,1248 |

| Číslo místnosti | Popis místnosti | $\theta_{int,i}$ | θ_e |
|-----------------|-----------------|------------------|------------|
| 1.08 | WC | 20 | -15 |

| Tepelné ztráty do exteriéru | | | | | | | |
|---|-------|-------|--------------|--------------------|-----------|------------|-------------|
| Ozn. kce | A_k | U_k | ΔU_B | $U_{k+\Delta U_B}$ | $f_{U,k}$ | $f_{ie,k}$ | $H_{T,ie}$ |
| Celkový měrný tepelný tok vstupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí | | | | | | | 0,00 |

| Tepelné ztráty do sousedních místností s rozdílnou teplotou | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|--|--|--|-------------|
| Ozn. kce | A_k | U_k | f | | | | $H_{T,ia}$ |
| SN3 | 2,95 | 0,47 | 0,14 | | | | 0,20 |
| DN | 1,60 | 1,50 | 0,14 | | | | 0,34 |
| Str1 | 2,55 | 0,44 | 0,29 | | | | 0,32 |
| Str1 | 2,55 | 0,44 | -0,11 | | | | -0,13 |
| Celkový měrný tepelný tok vstupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného | | | | | | | 0,73 |

| Tepelné ztráty zeminou | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------------|------------|------------|--|---------------------|
| Ozn. kce | A_k | U_k | U_{equiv} | $f_{ig,k}$ | $f_{GW,k}$ | | $H_{T,ig}$ *1,45 |
| Celkový měrný tepelný tok vstupem z vytápěného prostoru do venkovního | | | | | | | 0,00 |

| Celková ztráta vstupem $\Phi_{T,i}$ | | |
|--|------------|---------------------------------------|
| $H_{T,ie}$ | | 0,00 |
| $H_{T,ia}$ | | 0,73 |
| $H_{T,ig}$ | | 0,00 |
| celková měrná ztráta vstupem $H_{T,i}$ | | 0,73 |
| $\theta_{int,i}$ | θ_e | $\theta_{int} - \theta_e$ |
| 20 | -15 | 35 |
| | | $(\theta_{int} - \theta_e) * H_{T,i}$ |
| Celková ztráta vstupem (W) | | 25,66 |

| Celková tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ | | | | | |
|--|------------------------|----------------|-----------|---------------------------|---------------------------------------|
| Objem místnosti | Číslo výměny vzduchu n | $\rho \cdot c$ | $H_{V,i}$ | $\theta_{int} - \theta_e$ | $H_{V,i} * (\theta_{int} - \theta_e)$ |
| 8,92 | 1,5 | 0,34 | 4,5492 | 9 | 40,94 |

| $\Phi_{T,i}$ | $\Phi_{V,i}$ | Φ_{RH} | $\Phi_{HL,i}$ (W) |
|--------------|--------------|-------------|-------------------|
| 25,66 | 40,94 | 0 | 66,6073 |

| Číslo místnosti | Popis místnosti | $\theta_{int,i}$ | θ_e |
|-----------------|-----------------|------------------|------------|
| 1.09 | Zádvěří | 10 | -15 |

| Tepelné ztráty do exteriéru | | | | | | | |
|---|-------|-------|--------------|---------------------|-----------|------------|-------------|
| Ozn. kce | A_k | U_k | ΔU_B | $U_{k+} \Delta U_B$ | $f_{U,k}$ | $f_{ie,k}$ | $H_{T,ie}$ |
| SO1 | 12,55 | 0,17 | 0,05 | 0,22 | 1 | 1 | 2,761 |
| DO | 2,2 | 1,1 | 0 | 1,1 | 1 | 1 | 2,42 |
| Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí | | | | | | | 5,18 |

| Tepelné ztráty do sousedních místností s rozdílnou teplotou | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|--|--|--|--------------|
| Ozn. kce | A_k | U_k | f | | | | $H_{T,ia}$ |
| SN3 | 2,38 | 0,47 | -0,40 | | | | -0,45 |
| SN3 | 4,45 | 0,47 | -0,20 | | | | -0,42 |
| DN | 2,02 | 1,50 | -0,40 | | | | -1,21 |
| DN | 2,20 | 1,50 | -0,20 | | | | -0,66 |
| Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného | | | | | | | -2,74 |

| Tepelné ztráty zeminou | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------------|------------|------------|--|---------------------|
| Ozn. kce | A_k | U_k | U_{equiv} | $f_{ig,k}$ | $f_{GW,k}$ | | $H_{T,ig}$ *1,45 |
| Pd12 | 5,53 | 0,20 | 0,17 | 0,20 | 1,00 | | 0,27 |
| Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního | | | | | | | 0,27 |

| Celková ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ | | |
|--|------------|---------------------------------------|
| $H_{T,ie}$ | | 5,18 |
| $H_{T,ia}$ | | -2,74 |
| $H_{T,ig}$ | | 0,27 |
| celková měrná ztráta prostupem $H_{T,i}$ | | 2,72 |
| $\theta_{int,i}$ | θ_e | $\theta_{int} - \theta_e$ |
| 10 | -15 | 25 |
| | | $(\theta_{int} - \theta_e) * H_{T,i}$ |
| Celková ztráta prostupem (W) | | 67,90 |

| Celková tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ | | | | | |
|--|------------------------|----------------|-----------|---------------------------|---------------------------------------|
| Objem místnosti | Číslo výměny vzduchu n | $\rho \cdot c$ | $H_{V,i}$ | $\theta_{int} - \theta_e$ | $H_{V,i} * (\theta_{int} - \theta_e)$ |
| 13,8 | 0,5 | 0,34 | 2,346 | 25 | 58,65 |

| $\Phi_{T,i}$ | $\Phi_{V,i}$ | Φ_{RH} | $\Phi_{HL,i}$ (W) |
|--------------|--------------|-------------|-------------------|
| 67,90 | 58,65 | 0 | 126,547225 |

| Číslo místnosti | Popis místnosti | $\theta_{int,i}$ | θ_e |
|-----------------|-----------------|------------------|------------|
| 1.10 | WC | 20 | -15 |

| Tepelné ztráty do exteriéru | | | | | | | |
|---|-------|-------|--------------|--------------------|-----------|------------|-------------|
| Ozn. kce | A_k | U_k | ΔU_B | $U_k + \Delta U_B$ | $f_{U,k}$ | $f_{ie,k}$ | $H_{T,ie}$ |
| SO1 | 4,91 | 0,17 | 0,05 | 0,22 | 1 | 1 | 1,08 |
| O1 | 1,28 | 0,8 | 0 | 0,8 | 1 | 1 | 1,02 |
| Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí | | | | | | | 2,10 |

| Tepelné ztráty do sousedních místností s rozdílnou teplotou | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|--|--|--|-------------|
| Ozn. kce | A_k | U_k | f | | | | $H_{T,ia}$ |
| SN3 | 2,38 | 0,47 | 0,29 | | | | 0,32 |
| DN | 2,02 | 1,50 | 0,29 | | | | 0,87 |
| Str1 | 3,33 | 0,44 | -0,11 | | | | -0,17 |
| Str1 | 3,33 | 0,44 | 0,29 | | | | 0,42 |
| Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného | | | | | | | 1,44 |

| Tepelné ztráty zeminou | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------------|------------|------------|--|---------------------|
| Ozn. kce | A_k | U_k | U_{equiv} | $f_{ig,k}$ | $f_{GW,k}$ | | $H_{T,ig}$ *1,45 |
| Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního | | | | | | | 0,00 |

| Celková ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ | | |
|--|------------|---------------------------------------|
| $H_{T,ie}$ | | 2,10 |
| $H_{T,ia}$ | | 1,44 |
| $H_{T,ig}$ | | 0,00 |
| celková měrná ztráta prostupem $H_{T,i}$ | | 3,54 |
| $\theta_{int,i}$ | θ_e | $\theta_{int} - \theta_e$ |
| 20 | -15 | 35 |
| | | $(\theta_{int} - \theta_e) * H_{T,i}$ |
| Celková ztráta prostupem (W) | | 123,92 |

| Celková tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ | | | | | |
|--|------------------------|----------|-----------|---------------------------|---------------------------------------|
| Objem místnosti | Číslo výměny vzduchu n | $\rho.c$ | $H_{V,i}$ | $\theta_{int} - \theta_e$ | $H_{V,i} * (\theta_{int} - \theta_e)$ |
| 11,65 | 1,5 | 0,34 | 5,9415 | 35 | 207,95 |

| $\Phi_{T,i}$ | $\Phi_{V,i}$ | Φ_{RH} | $\Phi_{HL,i}$ (W) |
|--------------|--------------|-------------|-------------------|
| 123,92 | 207,95 | 0 | 331,8767 |

| Číslo místnosti | Popis místnosti | $\theta_{int,i}$ | θ_e |
|-----------------|------------------|------------------|------------|
| 1.11 | Zámečnická dílna | 20 | -15 |

| Tepelné ztráty do exteriéru | | | | | | | |
|---|-------|-------|--------------|--------------------|-----------|------------|--------------|
| Ozn. kce | A_k | U_k | ΔU_B | $U_k + \Delta U_B$ | $f_{U,k}$ | $f_{ie,k}$ | $H_{T,ie}$ |
| SO2 | 62,3 | 0,21 | 0,05 | 0,26 | 1 | 1 | 16,20 |
| O1 | 4,8 | 0,8 | 0 | 0,8 | 1 | 1 | 3,84 |
| VN | 29,1 | 0,9 | 0 | 0,9 | 1 | 1 | 26,19 |
| Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí | | | | | | | 46,23 |

| Tepelné ztráty do sousedních místností s rozdílnou teplotou | | | | | | | |
|--|--------|-------|-------|--|--|--|--------------|
| Ozn. kce | A_k | U_k | f | | | | $H_{T,ia}$ |
| SO2 | 30,67 | 0,21 | 0,74 | | | | 4,78 |
| SN3 | 22,64 | 0,47 | 0,06 | | | | 0,61 |
| SN4 | 17,95 | 0,33 | 0,06 | | | | 0,34 |
| Str1 | 1,25 | 0,44 | 0,14 | | | | 0,08 |
| Str1 | 123,37 | 0,44 | 0,06 | | | | 3,10 |
| Str1 | 19,55 | 0,44 | -0,11 | | | | -0,98 |
| DN | 2 | 1,50 | 0,06 | | | | 0,17 |
| VN | 11,88 | 0,90 | 0,74 | | | | 7,94 |
| Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného | | | | | | | 16,04 |

| Tepelné ztráty zeminou | | | | | | | |
|---|--------|-------|-------------|------------|------------|--|---------------------|
| Ozn. kce | A_k | U_k | U_{equiv} | $f_{ig,k}$ | $f_{GW,k}$ | | $H_{T,ig}$ *1,45 |
| PdI2 | 144,17 | 0,20 | 0,15 | 0,43 | 1,00 | | 13,44 |
| Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního | | | | | | | 13,44 |

| Celková ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ | | |
|--|------------|---------------------------------------|
| $H_{T,ie}$ | | 46,23 |
| $H_{T,ia}$ | | 16,04 |
| $H_{T,ig}$ | | 13,44 |
| celková měrná ztráta prostupem $H_{T,i}$ | | 75,71 |
| $\theta_{int,i}$ | θ_e | $\theta_{int} - \theta_e$ |
| 20 | -15 | 35 |
| | | $(\theta_{int} - \theta_e) * H_{T,i}$ |
| Celková ztráta prostupem (W) | | 2649,82 |

| Celková tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ | | | | | |
|--|------------------------|----------------|-----------|---------------------------|---------------------------------------|
| Objem místnosti | Číslo výměny vzduchu n | $\rho \cdot c$ | $H_{V,i}$ | $\theta_{int} - \theta_e$ | $H_{V,i} * (\theta_{int} - \theta_e)$ |
| 533,43 | 0,5 | 0,34 | 90,6831 | 35 | 3173,91 |

| $\Phi_{T,i}$ | $\Phi_{V,i}$ | Φ_{RH} | $\Phi_{HL,i}$ (W) |
|--------------|--------------|-------------|--------------------|
| 2649,82 | 3173,91 | 0 | 5823,729525 |

B.2.4 Přehled tepelných ztrát jednotlivých místností

Tabulka 4: Přehled tepelných ztrát jednotlivých místností

| 1. NP | | | | |
|--------------|------------------------|--------------|--------------|-------------------|
| Ozn. | Popis místnosti | $\Phi_{T,i}$ | $\Phi_{V,i}$ | $\Phi_{HL,i}$ (W) |
| 1.01 | Zádveří | 8,540 | 37,91 | 46 |
| 1.02 | Prodejna | 1163,1500 | 1052,97 | 2216 |
| 1.03 | Zázemí prodejny | 292,8300 | 228 | 521 |
| 1.04 | Zádveří | 75,4800 | 37,15 | 113 |
| 1.05 + 1.06 | Schody + chodba | 1,88 | 0 | 2 |
| 1.07 | Chodba | -36,05 | 149,18 | 113 |
| 1.08 | WC | 25,66 | 40,94 | 67 |
| 1.09 | Zádveří | 67,90 | 58,65 | 127 |
| 1.10 | WC | 123,92 | 207,95 | 332 |
| 1.11 | Zámečnická dílna | 2649,82 | 3173,91 | 5824 |

| 2. NP | | | | |
|--------------|------------------------|--------------|--------------|-------------------|
| Ozn. | Popis místnosti | $\Phi_{T,i}$ | $\Phi_{V,i}$ | $\Phi_{HL,i}$ (W) |
| 2.01 | Schodiště | 20,640 | 190,74 | 211 |
| 2.02 | Chodba | -400,2800 | 0 | -400 |
| 2.03 | WC | 272,1800 | 70,07 | 342 |
| 2.04 | Kuchyňka | -7,0000 | 464,81 | 458 |
| 2.05 | Zasedací místnost | 720,62 | 1714 | 2435 |
| 2.06 | Kancelář | 551,68 | 614,04 | 1166 |
| 2.07 | Kancelář | 199,33 | 617,13 | 816 |
| 2.08 | Kancelář | 220,76 | 584,77 | 806 |
| 2.09 | Kancelář | 205,82 | 599,05 | 805 |
| 2.10 | Hygienické zázemí | 560,24 | 1088,78 | 1649 |
| 2.11 | Úklidová místnost | x | x | x |
| 2.12 | Chodba | -47,35 | 484,87 | 438 |
| 2.13 | Kancelář | 205,82 | 599,05 | 805 |
| 2.14 | Kancelář | 205,82 | 599,05 | 805 |
| 2.15 | Kancelář | 329,4 | 599,05 | 928 |
| 2.16 | Kancelář | 88,86 | 599,05 | 688 |
| 2.17 | Kancelář | 449,23 | 871,08 | 1320 |
| 2.18 | Hygienické zázemí | 765,6 | 1713,52 | 2479 |
| 2.19 | Chodba | 148,12 | 126,9 | 275 |
| 2.20 | Kancelář | 299,5 | 716,98 | 1016 |

| 3. NP | | | | |
|--------------|------------------------|--------------|--------------|-------------------|
| Ozn. | Popis místnosti | $\Phi_{T,i}$ | $\Phi_{V,i}$ | $\Phi_{HL,i}$ (W) |
| 3.01 | Schodiště | 20,640 | 190,74 | 211 |
| 3.02 | Chodba | -340,4400 | 0 | -340 |
| 3.03 | WC | 264,2100 | 70,07 | 334 |
| 3.04 | Kuchyňka | -13,1100 | 464,81 | 452 |
| 3.05 | Zasedací místnost | 733,43 | 1714 | 2448 |
| 3.06 | Kancelář | 560,71 | 614,04 | 1175 |
| 3.07 | Kancelář | 199,33 | 617,13 | 816 |
| 3.08 | Kancelář | 215,11 | 584,77 | 800 |
| 3.09 | Kancelář | 331,68 | 599,05 | 931 |
| 3.10 | Hygienické zázemí | 678,32 | 1088,78 | 1767 |
| 3.11 | Úklidová místnost | x | x | x |
| 3.12 | Chodba | 110,97 | 484,87 | 596 |
| 3.13 | Kancelář | 331,68 | 599,05 | 931 |
| 3.14 | Kancelář | 331,68 | 599,05 | 931 |
| 3.15 | Kancelář | 455,26 | 599,05 | 1054 |
| 3.16 | Kancelář | 214,72 | 599,05 | 814 |
| 3.17 | Kancelář | 530,27 | 871,08 | 1401 |
| 3.18 | Hygienické zázemí | 867,14 | 1713,52 | 2581 |
| 3.19 | Chodba | 172,36 | 126,9 | 299 |
| 3.20 | Kancelář | 366,21 | 716,98 | 1083 |

| 4. NP | | | | |
|--------------|------------------------|--------------|--------------|-------------------|
| Ozn. | Popis místnosti | $\Phi_{T,i}$ | $\Phi_{V,i}$ | $\Phi_{HL,i}$ (W) |
| 4.01 | Schodiště | 264,210 | 204,98 | 469 |
| 4.02 | Chodba | 39,3200 | 13,31 | 53 |
| 4.03 | WC | 117,3400 | 31,27 | 149 |
| 4.04 | WC | 257,0400 | 39,32 | 296 |
| 4.05 | Kancelář | 307,6 | 764 | 1071 |
| 4.06 | Kancelář | 1395,21 | 1917,21 | 3312 |

B.3 Energetický štítek obálky budovy

Protokol k energetickému štítku obálky budovy

Identifikační údaje

| | |
|---|-------------------------------------|
| Druh stavby Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ) Katastrální území a katastrální číslo Provozovatel, popř. budoucí provozovatel | Administrativní budova Pelhřimov |
| Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník Adresa Telefon / E-mail | / |

Charakteristika budovy

| | |
|--|------------------------------------|
| Objem budovy V - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy | 4694,7 m ³ |
| Celková plocha A - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy | 2215,36 m ² |
| Objemový faktor tvaru budovy A / V | 0.3 m ² /m ³ |
| Typ budovy | Rekonstrukce |
| Převažující vnitřní teplota v otopném období θ_{im} | 20 °C |
| Venkovní návrhová teplota v zimním období θ_e | -15 °C |

| Konstrukce | Referenční budova (stanovení požadavku) | | | | Hodnocená budova | | | |
|---|---|---|---------------------|------------------------------------|-------------------|---------------------------------|---------------------|------------------------------------|
| | Plocha | Součinitel prostupu tepla | Redukční činitel | Měrná ztráta prostupem tepla | Plocha | Součinitel prostupu tepla | Redukční činitel | Měrná ztráta prostupem tepla |
| | A | U | b | H _T | A | U | b | H _T |
| | | (požadovaná hodnota podle 5.2) | | | | | | |
| | [m ²] | [W/(m ² .K)] | [-] | | [m ²] | [W/(m ² .K)] | [-] | |
| Obvodová stěna SO1 | 598,1 | 0,3 | 1,00 | 179,43 | 598,1 | 0,17 | 1,00 | 101,67 |
| Obvodová stěna SO2 | 266,26 | 0,3 | 1,00 | 79,87 | 266,26 | 0,21 | 1,00 | 55,91 |
| Příčka ochlazovaná SN6 | 24,08 | 0,6 | 0,74 | 10,69 | 24,08 | 0,24 | 0,74 | 4,27 |
| Podlaha na zemině Pdl2 | 162,2 | 0,45 | 0,42 | 30,65 | 162,2 | 0,2 | 0,42 | 13,62 |
| Strop nezateplený | 84,25 | 1,05 | 0,28 | 24,8 | 84,25 | 0,44 | 0,28 | 10,38 |
| Strop zateplený Str2 | 133,01 | 0,6 | 0,74 | 59,05 | 133,01 | 0,15 | 0,74 | 14,76 |
| Strop nad exteriérem Str3 | 28,28 | 0,24 | 1,00 | 6,78 | 28,28 | 0,12 | 1,00 | 3,39 |
| Střecha Sch1 | 332,25 | 0,24 | 1,00 | 79,74 | 332,25 | 0,15 | 1,00 | 49,83 |
| Střecha Sch2 | 135,44 | 0,24 | 1,00 | 32,50 | 135,44 | 0,15 | 1,00 | 20,31 |
| Okna | 253,09 | 1,7 | 1,00 | 430,25 | 253,09 | 0,8 | 1,00 | 202,47 |
| Dveře vnější | 10,19 | 1,7 | 1,00 | 17,32 | 10,19 | 1,1 | 1,00 | 11,20 |
| Dveře vnitřní | 3,9 | 1,7 | 0,74 | 4,90 | 3,9 | 1,5 | 0,74 | 4,329 |
| Vrata | 28,8 | 1,7 | 1,00 | 48,96 | 28,8 | 0,9 | 1,00 | 25,92 |
| Celkem | 2215,36 | | | 997,46 | 2215,36 | | | 515,89 |
| Tepelné vazby | | 2215,36*0,02 | | 44,3 | | 2215,36*0,05 | | 110,77 |
| Celková měrná ztráta prostupem tepla | | | | 1041,76 | | | | 626,66 |
| Průměrný součinitel prostupu tepla podle 5.3.4 a tabulky 5 | | | | požadovaná hodnota: | | | | 0,283 |
| | | 1041,76/2215,36= | | 0,470 | | 626,66/2215,36= | | Vyhovuje |
| | | 75 % z požadované hodnoty 0,75*0,470 | | doporučená hodnota: 0,352 | | | | |
| Klasifikační třída obálky budovy podle přílohy C | | | | 0,283/0,470 | 0,6 | Třída B – Úsporná | | |

Stanovení prostupu tepla obálkou budovy

| | | |
|---|-----------------------|---------------|
| Měrná ztráta prostupem tepla H_T | W/K | 626,66 |
| Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = H_T / A$ | W/(m ² ·K) | 0,283 |
| Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{em, N rc}$ | W/(m ² ·K) | 0,352 |
| Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em, N rq}$ | W/(m ² ·K) | 0,470 |

| Hranice klasifikačních tříd | Klasifikační ukazatel CI pro hranice klasifikačních tříd | U_{em} [W/(m ² ·K)] pro hranice klasifikačních tříd | |
|-----------------------------|--|--|-----------------------|
| | | Obecně | Pro hodnocenou budovu |
| A | 0,50 | 0,5. $U_{em,N}$ | 0,235 |
| B | 0,75 | 0,75. $U_{em,N}$ | 0,353 |
| C | 1,0 | 1. $U_{em,N}$ | 0,470 |
| D | 1,5 | 1.5. $U_{em,N}$ | 0,705 |
| E | 2,0 | 2. $U_{em,N}$ | 0,94 |
| F | 2,5 | 2,5. $U_{em,N}$ | 1,175 |
| G | > 2,5 | > 2,5. $U_{em,N}$ | - |

Klasifikace: B – Úsporná

Datum vystavení energetického štítku obálky budovy: 2.2.2023

Zpracovatel energetického štítku obálky budovy:

IČO:

Zpracoval:

Pavel Hájek

Podpis:

.....

Tento protokol a energetický štítek obálky budovy odpovídá směrnici evropského parlamentu a rady č. 2002/91/ES a prEN 15217. Byl vypracován v souladu s ČSN 73 0540-2/2011 a podle projektové dokumentace stavby dodané objednatelem.

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY

| | | | | | | |
|---|-------|-------------------------------|----------------------------------|-------|-------|------|
| Administrativní budova Pelhřimov | | Hodnocení obálky budovy | | | | |
| Celková podlahová plocha $A_c = 1425,2 \text{ m}^2$ | | stávající | doporučení | | | |
| <p><i>Cl</i> Velmi úsporná</p> <p style="text-align: center;">Mimořádně neekonomická</p> | | | | | | |
| KLASIFIKACE | | B | | | | |
| Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} ve $W/(m^2 \cdot K)$ $U_{em} = H_T / A$ | | 0,28 - | | | | |
| Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73 0540-2 $U_{em,N}$ ve $W/(m^2 \cdot K)$ | | 0,47 - | | | | |
| Klasifikační ukazatele <i>Cl</i> a jim odpovídající hodnoty U_{em} | | | | | | |
| <i>Cl</i> | 0,50 | 0,80 | 1,00 | 1,50 | 2,00 | 2,50 |
| U_{em} | 0.235 | 0.353 | 0.470 | 0.705 | 0.940 | 1,17 |
| Platnost štítku do: | | | Datum vystavení štítku: 3.2.2023 | | | |
| Štítek vypracoval(a): | | Pavel Hájek TŘÍDA B | | | | |

B.4 Návrh otopných těles

Otopná tělesa byla navržena v závislosti na tepelných ztrátách jednotlivých místností tak, aby výkon těles v místnosti byl vyšší než tepelná ztráta. Návrh těles byl proveden s pomocí softwaru od společnosti KORADO. Teplotní spád otopných těles je 75/65 °C.

B.4.1 Specifikace otopných těles

V objektu jsou navržena desková otopná tělesa RADIK VK, trubková otopná tělesa KORALUX LINEAR COMFORT-M a konvektory KORAFLEX Optimal FKO.

RADIK VK

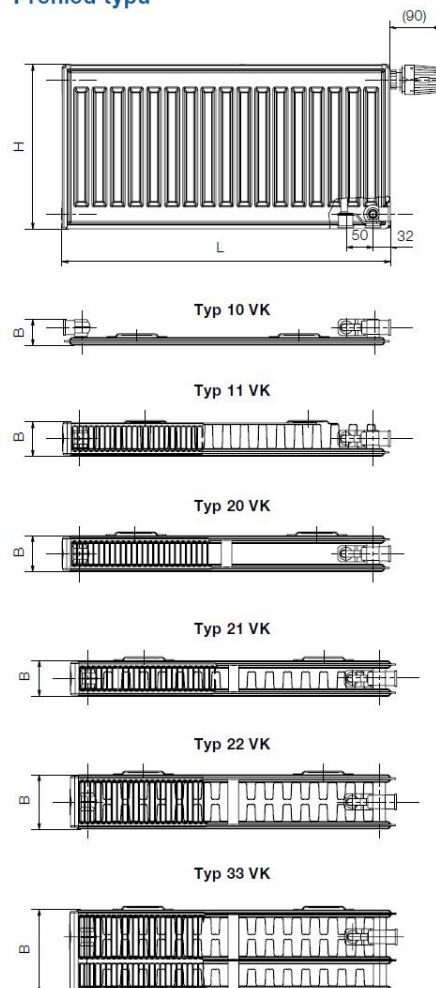
RADIK VK



Popis

Model **RADIK VK** je deskové otopné těleso v provedení VENTIL KOMPAKT, které umožňuje **pravé spodní připojení** na otopnou soustavu s nuceným oběhem. Ze zadní strany jsou přivařeny dvě horní a dolní příchytky, otopná tělesa o délce 1800 mm a delší mají navařených šest příchyttek.

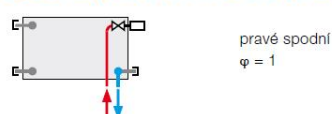
Přehled typů



Technické údaje

| | |
|-------------------------------------|---|
| Výška H | 300, 400, 500, 600, 700, 900 mm |
| Délka L | 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2300, 2600, 3000 mm |
| Hloubka B | |
| Typ 10 VK | 47 mm |
| Typ 11 VK | 63 mm |
| Typ 20 VK | 66 mm |
| Typ 21 VK | 66 mm |
| Typ 22 VK | 100 mm |
| Typ 33 VK | 155 mm |
| Připojovací rozteč | 50 mm |
| Připojovací závit | 6 × G 1/2" vnitřní |
| Nejvyšší přípustný provozní přetlak | 10 bar (1,0 MPa) |
| Nejvyšší přípustná provozní teplota | 110 °C |
| Připojení otopného tělesa | pravé spodní |

Způsoby připojení na otopnou soustavu



Obrázek 24: Deskové topné těleso RADIK VK [25]

KORALUX LINEAR COMFORT-M

KORALUX LINEAR COMFORT, LINEAR COMFORT - M



Konstrukce

KORALUX LINEAR COMFORT (KLT) 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**.

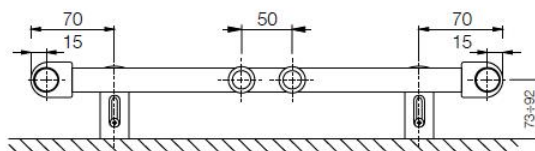
KORALUX LINEAR COMFORT - M (KLTM) je trubkové otopné těleso upravené pro **spodní středové připojení** s připojovací roztečí 50 mm.

Ocelové trubky \varnothing 24 mm
Ocelový profil 41 x 35 mm

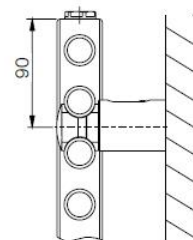
Technické údaje

| | |
|-------------------------------------|--|
| Výška H | 700, 900, 1220, 1500, 1820 mm |
| Délka L | 450, 500, 600, 750 mm |
| Hloubka B | 35 mm |
| Připojovací rozteč (KLT) | $h = L - 30$ mm |
| Připojovací rozteč (KLTM) | 50 mm |
| Připojovací závit (KLT) | 4 x G 1/2" vnitřní |
| Připojovací závit (KLTM) | 6 x G 1/2" vnitřní |
| Nejvyšší přípustný provozní přetlak | 1,0 MPa |
| Zkušební přetlak | 1,3 MPa |
| Nejvyšší přípustná provozní teplota | 110 °C |
| Průtokový součinitel (KLT) | $A_T = 2,1 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ |
| Průtokový součinitel (KLTM) | $A_T = 9,3 \times 10^{-5} \text{ m}^2$ |
| Součinitel odporu (KLT) | $\xi_T = 1,8$ |
| Součinitel odporu (KLTM) | $\xi_T = 9,3$ |

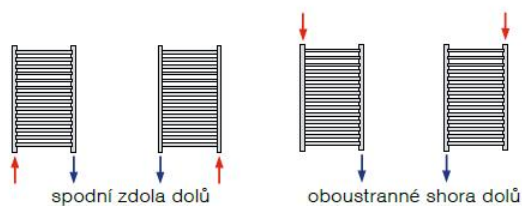
Upevnění



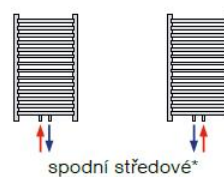
Dodávaná souprava pro upevnění otopného tělesa na stěnu obsahuje 4 ks speciálních konzol z plastu, vruty, hmoždinky a návoc na montáž.



Způsob připojení KORALUX LINEAR COMFORT



Způsob připojení KORALUX LINEAR COMFORT - M



Obrázek 25: Trubkové otopné těleso KORALUX LINEAR COMFORT – M [26]

KORAFLEX Optimal FKO

KORAFLEX Optimal FKO

Specifikace

| | |
|------------------------------|---|
| Hloubka | 70, 90, 110, 130, 190, 300, 450 mm |
| Šířka | 140, 200, 260, 320, 400 mm |
| Délka | 800 až 3 000 mm (po 100 mm) |
| Teplný výkon | od 41 do 3 480 W |
| Max. provozní přetlak | 1,2 MPa |
| Max. provozní teplota | 110 °C |
| Přípojovací závit | vnitřní G ½" |

Varianta Economic – základní provedení, černě lakovaná ocelová vana, výměník tepla bez povrchové úpravy

Varianta Exclusive – černě lakovaná ocelová vana, černě lakovaný výměník tepla

KORAFLEX Optimal FKO je nejširší modelová řada podlahových konvektorů. Vana konvektoru je vyrobena z ocelové pozinkované černě lakované oceli s možností volby ozdobného rámečku U, F nebo Cross a s možností osazení krycí mřížkou dle vlastního výběru.



Obsah standardní dodávky

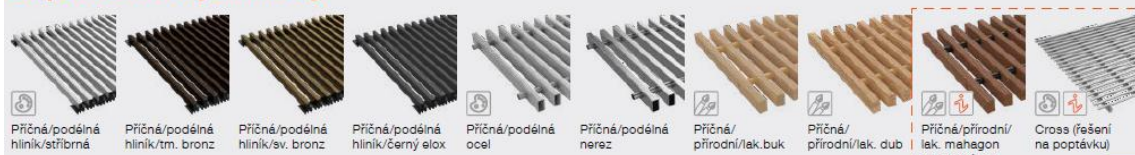
- ocelová pozinkovaná vana, černě lakovaná RAL 9005
- Economic – nelakovaný Al/Cu výměník tepla s odvodušňovacím ventilem
- Exclusive – lakovaný Al/Cu výměník tepla s odvodušňovacím ventilem v barvě černá RAL 9005
- hliníkový krycí rámeček U – stříbrný elox
- krycí plech připojení
- stavěcí šrouby a 4 fixační kotvy
- rozpěrky pro správnou instalaci a betonáž
- krycí sololitová deska chránící podlahový konvektor před nečistotami
- odolné balení, návod k montáži

Volitelné příslušenství

- krycí mřížka dle vlastního výběru
- krycí mřížka Cross – projektové řešení – nutné objednat současně s podlahovým konvektorem – více info str. 123
- hliníkový rámeček U v provedení černý elox, elox světlý/tmavý bronz nebo lakovaný dle vzorníku RAL
- hliníkový rámeček F v provedení elox stříbrný, černý, světlý/tmavý bronz nebo lakovaný dle vzorníku RAL
- kapalinová termostatická hlavice s kapilárou
- zdroj stejnosměrného napětí 24 V DC
- prostorový termostat pro regulaci 24 V DC nebo 230 V AC
- termoelektrický pohon 24 V DC, 230 V AC, délka kabelu 2,5 m nebo 5 m
- stojánky pro zdvojenou podlahu
- uzavíratelné šroubení, termostatický ventil
- mosazné koleno ½" x ½" 90° pro jednodušší připojení
- nerezové flexi hadice v délce 10, 12 nebo 30 cm
- krycí deska OSB se zvýšenou tuhostí pro montážní účely

Přehled volitelného příslušenství a objednávací kódy viz str. 48

Doporučené krycí mřížky



Obrázek 26: Podlahový konvektor KORAFLEX OPTIMAL FKO [12]

B.4.2 Návrh jednotlivých otopných těles

Tabulka 5: Návrh jednotlivých otopných těles

| 1. NP | | | | | |
|-------------|------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------|
| Ozn. | Popis místnosti | Teplota místnosti t_i [°C] | Tepelná ztráta místnosti [W] | typ otopného tělesa | Skutečný výkon tělesa [W] |
| 1.01 | Zádveří | 10 | 46 | x | x |
| 1.02 | Prodejna | 20 | 2216 | K-FKO-150/3000/260 | 1263 |
| | | | | K-FKO-150/3000/260 | 1263 |
| 1.03 | Zázemí prodejny | 20 | 521 | 21 VK 300/800 | 596 |
| 1.04 | Zádveří | 10 | 113 | x | x |
| 1.05 + 1.06 | Schody + chodba | 15 | 2 | x | x |
| 1.07 | Chodba | 15 | 112 | 21 VK 400/600 | 562 |
| 1.08 | WC | 20 | 67 | x | x |
| 1.09 | Zádveří | 10 | 127 | x | x |
| 1.10 | WC | 20 | 332 | 21 VK 300/500 | 373 |
| 1.11 | Zámečnická dílna | 20 | 5824 | 21 VK 600/1600 | 2061 |
| | | | | 21 VK 600/1600 | 2061 |
| | | | | 21 VK 600/1600 | 2061 |

| 2. NP | | | | | |
|-------|-------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------|
| Ozn. | Popis místnosti | Teplota místnosti t_i [°C] | Tepelná ztráta místnosti [W] | typ otopného tělesa | Skutečný výkon tělesa [W] |
| 2.01 | Schodiště | 15 | 211 | x | x |
| 2.02 | Chodba | 18 | -400 | x | x |
| 2.03 | WC | 24 | 342 | 21 VK 400/400 | 375 |
| 2.04 | Kuchyňka | 20 | 458 | 21 VKL 300/700 | 522 |
| 2.05 | Zasedací místnost | 20 | 2435 | K-FKO-150/2600/260 | 1077 |
| | | | | K-FKO-150/2600/260 | 1077 |
| | | | | K-FKO-150/2700/140 | 415 |
| 2.06 | Kancelář | 20 | 1166 | K-FKO-150/1700/260 | 657 |
| | | | | K-FKO-150/1700/260 | 657 |
| 2.07 | Kancelář | 20 | 816 | 21 VK 400/1000 | 937 |
| 2.08 | Kancelář | 20 | 806 | 21 VK 400/1000 | 937 |
| 2.09 | Kancelář | 20 | 805 | 21 VK 400/1000 | 937 |
| 2.10 | Hygienické zázemí | 24 | 1649 | 21 VK 500/800 | 894 |
| | | | | KLT 1500/600 | 808 |
| 2.11 | Úklidová místnost | 15 | x | x | x |
| 2.12 | Chodba | 18 | 438 | 21 VK 300/400 | 298 |
| | | | | 21 VK 300/400 | 298 |
| 2.13 | Kancelář | 20 | 805 | 21 VK 400/1000 | 937 |
| 2.14 | Kancelář | 20 | 805 | 21 VK 400/1000 | 937 |
| 2.15 | Kancelář | 20 | 928 | 21 VK 400/1000 | 937 |
| 2.16 | Kancelář | 20 | 688 | 21 VK 400/1000 | 937 |
| 2.17 | Kancelář | 20 | 1320 | K-FKO-150/1900/260 | 750 |
| | | | | K-FKO-150/1900/260 | 750 |
| 2.18 | Hygienické zázemí | 24 | 2479 | 21 VK 600/500 | 644 |
| | | | | 21 VK 600/900 | 1159 |
| | | | | KLT 1500/600 | 808 |
| 2.19 | Chodba | 18 | 275 | 21 VK 300/400 | 298 |
| 2.20 | Kancelář | 20 | 1016 | 21 VK 500/1000 | 1117 |

| 3. NP | | | | | |
|-------|-------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------|
| Ozn. | Popis místnosti | Teplota místnosti t_i [°C] | Tepelná ztráta místnosti [W] | typ otopného tělesa | Skutečný výkon tělesa [W] |
| 3.01 | Schodiště | 15 | 211 | x | x |
| 3.02 | Chodba | 18 | -340 | x | x |
| 3.03 | WC | 24 | 334 | 21 VK 400/400 | 375 |
| 3.04 | Kuchyňka | 20 | 452 | 21 VK 300/700 | 522 |
| 3.05 | Zasedací místnost | 20 | 2448 | K-FKO-150/2600/260 | 1077 |
| | | | | K-FKO-150/2600/260 | 1077 |
| | | | | K-FKO-150/2700/140 | 415 |
| 3.06 | Kancelář | 20 | 1175 | K-FKO-150/1700/260 | 657 |
| | | | | K-FKO-150/1700/260 | 657 |
| 3.07 | Kancelář | 20 | 816 | 21 VK 400/1000 | 937 |
| 3.08 | Kancelář | 20 | 800 | 21 VK 400/1000 | 937 |
| 3.09 | Kancelář | 20 | 931 | 21 VK 400/1000 | 937 |
| 3.10 | Hygienické zázemí | 24 | 1767 | 21 VK 500/900 | 1005 |
| | | | | KLT 1500/600 | 808 |
| 3.11 | Úklidová místnost | 15 | x | x | x |
| 3.12 | Chodba | 18 | 596 | 21 VK 300/400 | 298 |
| | | | | 21 VK 300/400 | 298 |
| 3.13 | Kancelář | 20 | 931 | 21 VK 400/1000 | 937 |
| 3.14 | Kancelář | 20 | 931 | 21 VK 400/1000 | 937 |
| 3.15 | Kancelář | 20 | 1054 | 21 VK 500/1000 | 1117 |
| 3.16 | Kancelář | 20 | 814 | 21 VK 400/1000 | 937 |
| 3.17 | Kancelář | 20 | 1401 | K-FKO-150/1900/260 | 750 |
| | | | | K-FKO-150/1900/260 | 750 |
| 3.18 | Hygienické zázemí | 24 | 2581 | 21 VK 600/500 | 644 |
| | | | | 21 VK 600/900 | 1159 |
| | | | | KLT 1500/600 | 808 |
| 3.19 | Chodba | 18 | 299 | 21 VK 300/500 | 373 |
| 3.20 | Kancelář | 20 | 1083 | 21 VK 500/1000 | 1117 |

| 4. NP | | | | | |
|-------|-----------------|------------------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------|
| Ozn. | Popis místnosti | Teplota místnosti t_i [°C] | Tepelná ztráta místnosti [W] | typ otopného tělesa | Skutečný výkon tělesa [W] |
| 4.01 | Schodiště | 15 | 469 | 21 VK 400/600 | 562 |
| 4.02 | Chodba | 18 | 53 | x | x |
| 4.03 | WC | 24 | 149 | 10 VK 300/500 | 165 |
| 4.04 | WC | 24 | 296 | 21VK 300/400 | 298 |
| 4.05 | Kancelář | 20 | 1071 | 21 VK 400/800 | 750 |
| | | | | 21 VK 400/500 | 469 |
| 4.06 | Kancelář | 20 | 3312 | K-FKO-150/3000/320 | 1670 |
| | | | | K-FKO-150/3000/320 | 1670 |

B.5 Návrh zásobníkového ohřevu teplé vody

B.5.1 Potřeba teplé vody v objektu

Navrženo dle ČSN 06 0320

Vstupní údaje:

Typ budovy: Administrativní budova

Plocha pro úklid: 937 m²

Počet osob využívající umyvadla: 60

Počet osob využívající sprchy: 15

Potřeba teplé vody za 24 hodin (perioda):

Pro mytí osob:

$$V_{O,mytí} = n_1 \cdot V_{d1} + n_2 \cdot V_{d2} = 180 \cdot 0,002 + 15 \cdot 0,025 = 0,735 \text{ m}^3/\text{per}$$

| | | |
|------|--------------|---|
| Kde: | $V_{O,mytí}$ | potřeba teplé vody pro mytí osob [m ³ /per] |
| | n_1 | počet dávek využití umyvadla za 24 hodin (počet osob x 3) |
| | V_{d1} | objem dávky [m ³] |
| | n_2 | počet dávek využití sprch za 24 hodin |
| | V_{d2} | objem dávky [m ³] |

Pro úklid:

$$V_{O,úklid} = n_3 \cdot V_{d3} = 9,37 \cdot 0,02 = 0,19 \text{ m}^3/\text{per}$$

| | | |
|------|---------------|--|
| Kde: | $V_{O,úklid}$ | potřeba teplé vody pro úklid [m ³ /per] |
| | n_3 | plocha pro úklid/100 m ² |
| | V_{d3} | objem dávky [m ³] |

Celková potřeba teplé vody za periodu:

$$V_p = V_{O,mytí} + V_{O,úklid} = 0,735 + 0,19 = 0,925 \text{ m}^3/\text{per}$$

B.5.2 Návrh zásobníku teplé vody

Teplu dodané z ohřívače za periodu:

$$Q_t = c \cdot V_p \cdot (\theta_2 - \theta_1) = 1,163 \cdot 0,925 \cdot (55-10) = 48,5 \text{ kWh/per}$$

- Kde: Q_t teplo dodané z ohřívače za periodu [kWh/per]
 c měrné teplo vody [Wh/(kg · K)]
 V_p celková potřeba teplé vody za period [m³/per]
 θ_2 výstupní teplota vody z ohřívače [°C]
 θ_1 vstupní teplota vody do ohřívače [°C]

Teplu ztracené cirkulací a distribucí za periodu:

$$Q_z = Q_t \cdot z = 48,5 \cdot 0,5 = 24,25 \text{ kWh/per}$$

- Kde: Q_z teplo ztracené při cirkulaci a distribuci [kWh/per]
 Q_t teplo dodané z ohřívače za periodu [kWh/per]
 z součinitel ztráty [-]

Potřeba tepla z ohřívače za periodu:

$$Q = Q_z + Q_t = 24,25 + 48,5 = 72,75 \text{ kWh/per}$$

Průběh odběru teplé vody:

Tabulka 6: Potřeba teplé vody během dne

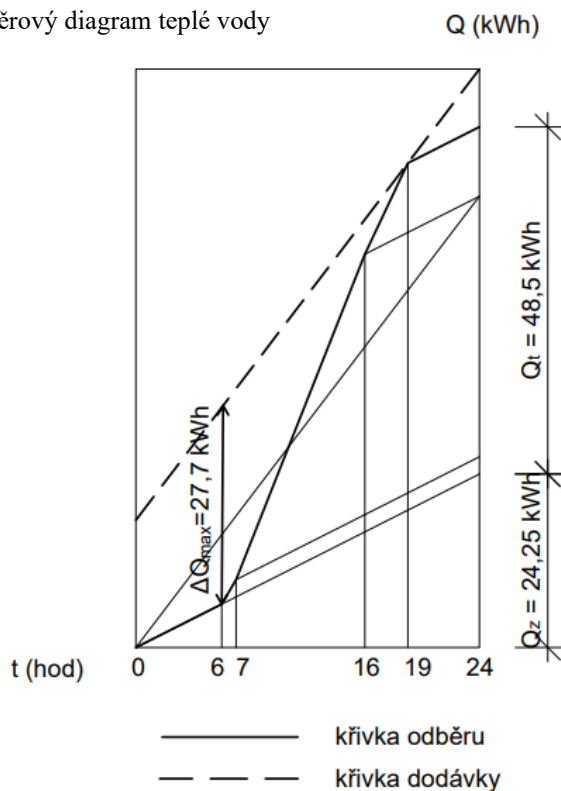
| Rozložení během dne | | Teplo dodané Q_t [kWh/per] | Teplo ztracené Q_z [kWh/per] | Teplo celkem Q [kWh/per] |
|---------------------|----|---------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| hod | % | | | |
| 6-7 | 5 | 2,4 | 1,2 | 3,6 |
| 7-16 | 75 | 36,4 | 18,2 | 54,6 |
| 16-19 | 20 | 9,7 | 4,85 | 14,55 |
| Celkem | | 48,5 | 24,25 | 72,75 |

Stanovení odběru a dodávky tepla – odběrový diagram

$$\Delta Q_{\max} = 24,5 \text{ kWh}$$

$$Q_1 = 72,75 \text{ kWh}$$

Tabulka 7: Odběrový diagram teplé vody



Stanovení objemu zásobníku:

$$V_z = \frac{\Delta Q_{\max}}{c \cdot (\theta_2 - \theta_1)} = \frac{24,5}{1,163 \cdot (55 - 10)} = 0,47 \text{ m}^3$$

Stanovení jmenovitého výkonu pro ohřev vody:

$$Q_{tn} = \frac{Q_1}{t} = \frac{72,75}{24} = 3,03 \text{ kW}$$

Potřebná teplosměná plocha:

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln\left(\frac{T_1 - t_2}{T_2 - t_1}\right)} = \frac{(75 - 55) - (65 - 10)}{\ln\left(\frac{75 - 55}{65 - 10}\right)} = 34,6^\circ\text{C}$$

$$A = \frac{(Q_{tn} \cdot 10^3)}{U \cdot \Delta t} = \frac{(3,03 \cdot 10^3)}{420 \cdot 34,6} = 0,21 \text{ m}^2$$

- Kde: T_1 Vyšší teplota teplotního spádu [$^\circ\text{C}$]
 T_2 Nižší teplota teplotního psádu [$^\circ\text{C}$]
 t_2 výstupní teplota vody z ohříváče [$^\circ\text{C}$]
 t_1 vstupní teplota vody do ohříváče [$^\circ\text{C}$]

Navržen zásobníkový ohříváč teplé vody Regulus RBC 750

Objem: 748 l

Teplosměná plocha: 3,4 m²

Technická dokumentace zásobníkového ohříváče Regulus RBC 750 je přílohou této práce. [P2]

B.6 Návrh zdroje tepla

B.6.1 Požadovaný výkon kotle

Vstupní údaje:

Potřeba tepla pro vytápění Q_{VYT} : 54,5 kW

Potřeba tepla pro přípravu TV Q_{TV} : 3,03 kW

Výkon kotle:

Vytápění objektu s přerušovaným větráním a přípravou TV:

$$Q_{prip1} = 0,7 \cdot Q_{VYT} + Q_{TV} = 0,7 \cdot 54,5 + 3,03 = 41,2 \text{ kW}$$

Vytápění objektu s trvalým větráním nebo technologickým ohřevem:

$$Q_{prip2} = Q_{VYT} + Q_{VZT} = 54,5 + 0,00 = 54,5 \text{ kW}$$

$$Q_{prip} = \max\{Q_{prip1}; Q_{prip2}\}$$

$$Q_{prip} = 54,5 \text{ kW}$$

Požadovaný výkon kotle je 54,5 kW

Navržena kaskáda dvou plynových kotlů Therm 28 LXZE.A o maximálním tepelném výkonu pro každý kotel 28 kW a minimálním tepelném výkonu 12 kW. Společný tepelný výkon kotlů 56 kW.

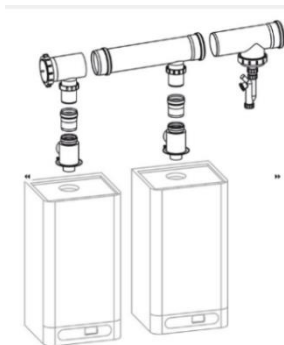
Technická dokumentace kotlů je přílohou této práce. [P3]

B.6.2 Návrh odvodu spalin

Orientační návrh komínového průduchu pro dva plynové kotle o společném výkon $Q = 56 \text{ kW}$. Délka komínového průduchu $h = 17 \text{ m}$.

$$S_k = \frac{2,6 \cdot Q}{1800 \cdot \sqrt{h}} = \frac{2,6 \cdot 56}{1800 \cdot \sqrt{17}} = 0,02 \text{ m}^2 \Rightarrow D = 160 \text{ mm}$$

Navržen sdružený odtah spalin $\varnothing 160 \text{ mm}$ od společnosti Thermona.



obrázek 27: Sdružený odtah spalin Thermona [27]

B.7 Dimenzování a hydraulické posouzení otopné soustavy

Dimenzování je provedeno ručním výpočtem v programu MS Office. Jsou navrženy 4 větve pro vytápění, kde každá větev pokrývá jedno patro objektu a 1 větev pro zásobníkový ohřev teplé vody. Potrubní soustava je dvoutrubková a provedená z mědi. Teplotní spád je navržen na 75/65°C.

Regulace jednotlivých těles je zajištěna následujícími armaturami:

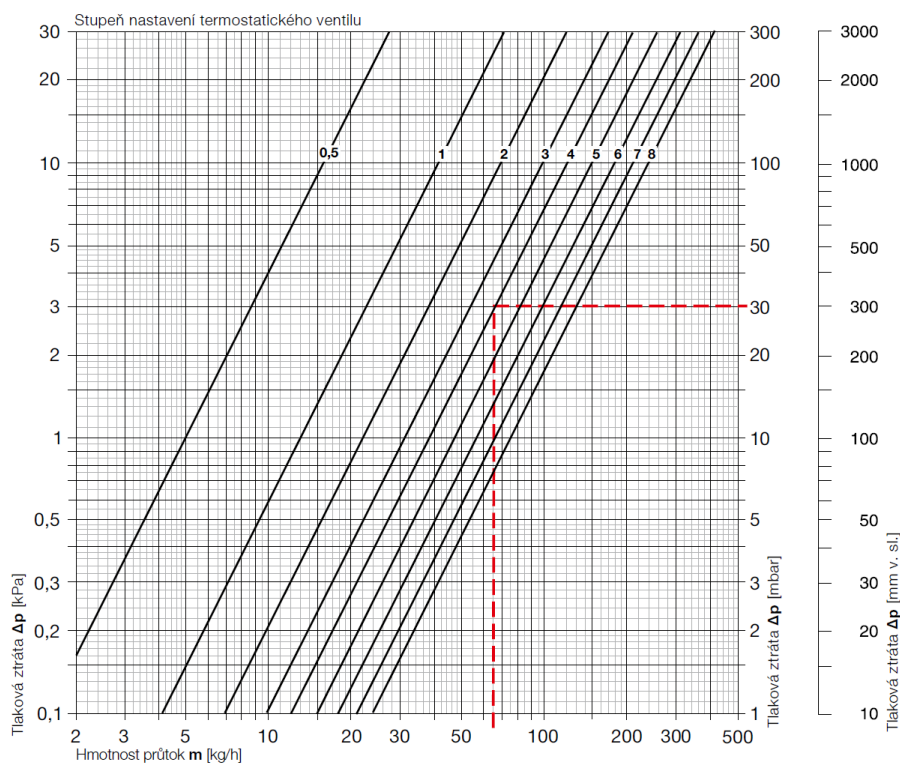
Desková otopná tělesa

Pro regulaci těles je zvolen osmistupňový regulační ventil VENTIL KOMPAKT od společnosti KORADO. Potřebný stupeň regulace je odečten z grafu.

VŠEOBECNÉ ÚDAJE - VENTIL KOMPAKT



Dvoutrubková otopná soustava

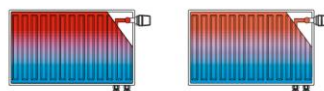


VŠEOBECNÉ ÚDAJE - VENTIL KOMPACT

Dvoutrubková otopná soustava

Při použití deskových otopných těles v provedení VENTIL KOMPACT je nezbytné, aby pro jejich správnou funkci byl stupeň nastavení ventilu stanoven výpočtem a byl uveden v projektové dokumentaci. Při realizaci otopné soustavy musí být montážní organizací respektován.

Z výroby je ventil přednastaven na stupeň 8 a po proplachu před zahájením topné zkoušky musí být nastaven speciálním klíčkem na požadovaný stupeň nastavení.



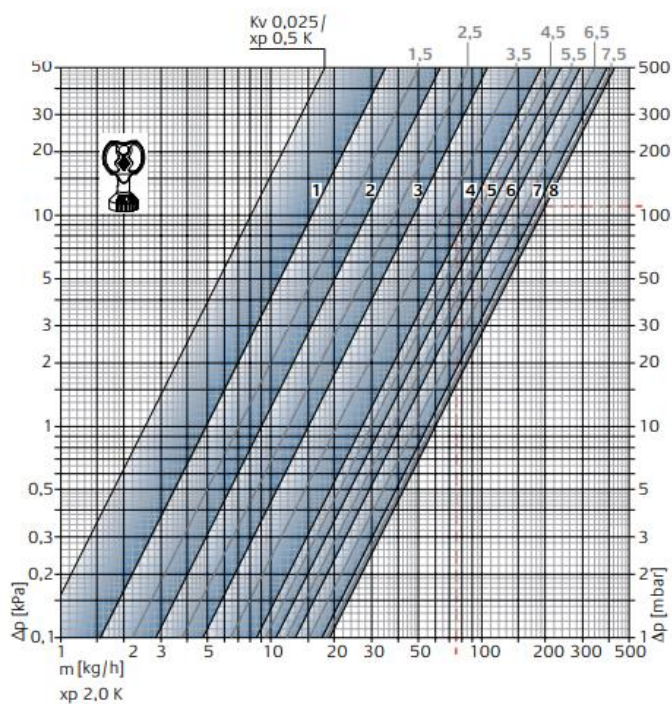
Obrázek 28: Graf pro určení nastavení ventilu – desková otopná tělesa [25]

Trubková otopná tělesa

Pro regulaci těles je zvolen osmistupňový regulační ventil Multilux 4 – Set s hlavicí Halo od společnosti IMI HEIMEIER. Potřebný stupeň regulace je odečten z grafu.



Technická data – 2-trubkové provedení



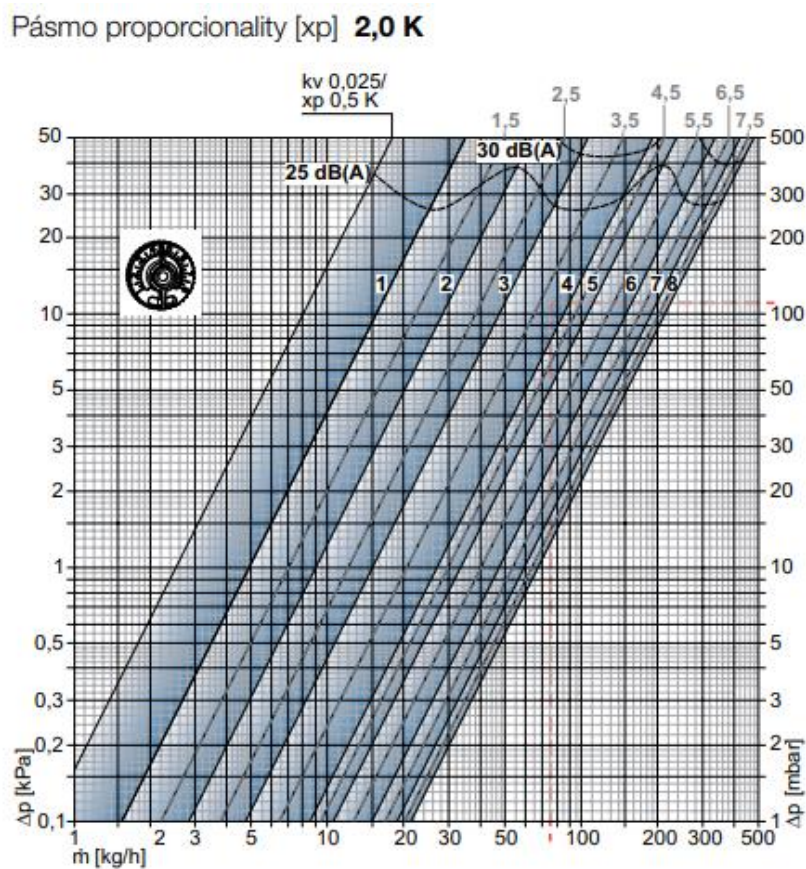
Multilux 4 – Set s hlavicí Halo



Obrázek 29: Graf pro určení nastavení ventilu – trubková otopná tělesa [28]

Podlahové konvektory

Pro regulaci těles je zvolen osmistupňový regulační ventil V-exact II od společnosti IMI HEIMEIER. Potřebný stupeň regulace je odečten z grafu.



 IMI HEIMEIER

V-exact II



Obrázek 30: Graf pro určení nastavení ventilu – Konvektory [29]

B.7.1 Větev 1. NP

Tabulka 8: Dimenzování a hydraulické vyvážení větve 1. NP

1.NP – teplotní rozdíl 10 K (75/65)

| č | Q (W) | M (kg/h) | l (m) | DN | R (Pa/m) | w (m/s) | R.l (Pa) | $\Sigma\xi$ | z (Pa) | Δp_{RV} (Pa) | R.l+Z+ Δp_{RV} (Pa) | Δp_{DIS} (Pa) |
|--|-------|----------|-------|--------|----------|---------|----------|-------------|--------|----------------------|-----------------------------|-----------------------|
| Dimenzování základního okruhu – těleso 1.11.1 | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2061 | 177,2 | 18,4 | 15x1 | 172,0 | 0,38 | 3164,8 | 19,9 | 1438,2 | TPV (8) 5500 | 10103 | 10103 |
| 2 | 4122 | 354,4 | 7,6 | 18x1 | 217,0 | 0,50 | 1649,2 | 1,1 | 140,0 | 0,0 | 1789 | 11892 |
| 3 | 6183 | 531,6 | 21,0 | 22x1 | 152,0 | 0,48 | 3192,0 | 6,1 | 702,7 | 0,0 | 3895 | 15787 |
| 4 | 6745 | 580,0 | 8,6 | 22x1 | 176,0 | 0,52 | 1513,6 | 4,7 | 638,1 | 0,0 | 2152 | 17939 |
| 5 | 9271 | 797,2 | 10,6 | 28x1,5 | 106,0 | 0,46 | 1123,6 | 0,9 | 95,2 | 0,0 | 1219 | 19158 |
| 6 | 9644 | 829,2 | 0,7 | 28x1,5 | 115,0 | 0,48 | 74,8 | 0,9 | 103,7 | 0,0 | 178 | 19336 |
| 7 | 10240 | 880,5 | 10,1 | 28x1,5 | 129,0 | 0,51 | 1296,5 | 17,8 | 2314,9 | Měřič t. (2000) | 5611 | 24947 |
| Dimenzování k tělesu 1.11.2 | | | | | | | | | | | | |
| 1' | 2061 | 177,2 | 1,4 | 15x1 | 172,0 | 0,38 | 240,8 | 13,8 | 997,8 | TPV (7) 8864 | 10103 | 10103 |
| Dimenzování k tělesu 1.11.3 | | | | | | | | | | | | |
| 2' | 2061 | 177,2 | 1,4 | 15x1 | 172,0 | 0,38 | 240,8 | 13,8 | 996,4 | TPV (6) 10655 | 11892 | 11892 |
| Dimenzování k tělesu 1.07.4 | | | | | | | | | | | | |
| 3' | 562 | 48,3 | 4,6 | 15x1 | 13,2 | 0,10 | 60,7 | 16,4 | 82,0 | TPV (1) 15644 | 15787 | 15787 |
| Dimenzování větve k tělesu 1.02.5 | | | | | | | | | | | | |
| 1-5 | 1263 | 108,6 | 8,0 | 15x1 | 70,5 | 0,23 | 564,0 | 14,7 | 389,3 | TPV (4) 16391 | 17344 | 17344 |
| 4' | 2526 | 217,2 | 5,0 | 18x1 | 91,9 | 0,31 | 459,5 | 2,8 | 135,5 | 0,0 | 595 | 17939 |
| Dimenzování k tělesu 1.02.6 | | | | | | | | | | | | |
| 1-5' | 1263 | 108,6 | 1,4 | 15x1 | 70,5 | 0,23 | 98,7 | 13,8 | 365,5 | TPV (4) 16880 | 17344 | 17344 |
| Dimenzování k tělesu 1.10.7 | | | | | | | | | | | | |
| 5' | 373 | 32,1 | 6,2 | 15x1 | 5,2 | 0,07 | 32,2 | 16,4 | 40,2 | TPV (1) 19086 | 19158 | 19158 |
| Dimenzování k tělesu 1.03.8 | | | | | | | | | | | | |
| 6' | 596 | 51,2 | 4,4 | 15x1 | 17,2 | 0,11 | 75,7 | 13,8 | 83,6 | TPV (1) 19177 | 159 | 19336 |

B.7.2 Větev 2. NP

Tabulka 9: Dimenzování a hydraulické vyvážení větve 2. NP

2.NP – teplotní rozdíl 10 K (75/65)

| č | Q (W) | M (kg/h) | l (m) | DN | R (Pa/m) | w (m/s) | R.l (Pa) | $\Sigma\xi$ | z (Pa) | Δp_{RV} (Pa) | R.l+Z+ Δp_{RV} (Pa) | Δp_{DIS} (Pa) |
|--|-------|----------|-------|--------|----------|---------|----------|-------------|--------|----------------------|-----------------------------|-----------------------|
| Dimenzování základního okruhu – těleso 2.20.1 | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 1117 | 96,0 | 6,6 | 15x1 | 60,1 | 0,21 | 396,7 | 17,3 | 381,9 | TPV (8) 1800 | 2579 | 2579 |
| 2 | 2276 | 195,7 | 6,8 | 18x1 | 76,6 | 0,28 | 520,9 | 3,7 | 145,8 | 0,0 | 667 | 3245 |
| 3 | 3728 | 320,6 | 4,4 | 22x1 | 61,4 | 0,29 | 270,2 | 2,2 | 92,5 | 0,0 | 363 | 3608 |
| 4 | 4026 | 346,2 | 9,7 | 22x1 | 69,2 | 0,31 | 671,2 | 0,9 | 43,2 | 0,0 | 714 | 4322 |
| 5 | 4324 | 371,8 | 3,6 | 22x1 | 81,7 | 0,34 | 294,1 | 0,9 | 52,0 | 0,0 | 346 | 4669 |
| 6 | 5824 | 500,8 | 4,4 | 22x1 | 135,0 | 0,45 | 594,0 | 0,9 | 91,1 | 0,0 | 685 | 5354 |
| 7 | 6122 | 526,4 | 17,0 | 22x1 | 152,0 | 0,48 | 2584,0 | 1,1 | 129,0 | 0,0 | 2713 | 8067 |
| 8 | 7996 | 687,5 | 7,4 | 28x1,5 | 82,6 | 0,40 | 611,2 | 0,9 | 72,0 | 0,0 | 683 | 8750 |
| 9 | 11572 | 995,0 | 12,4 | 28x1,5 | 163,0 | 0,58 | 2021,2 | 0,9 | 151,4 | 0,0 | 2173 | 10923 |
| 10 | 11947 | 1027,3 | 2,4 | 28x1,5 | 168,0 | 0,59 | 403,2 | 1,1 | 191,5 | 0,0 | 595 | 11517 |
| 11 | 14758 | 1269,0 | 10,6 | 35x1,5 | 75,2 | 0,45 | 797,1 | 9,7 | 982,1 | 0,0 | 1779 | 13296 |
| 12 | 18641 | 1602,8 | 4,4 | 35x1,5 | 112,0 | 0,56 | 492,8 | 0,9 | 141,1 | 0,0 | 634 | 13930 |
| 13 | 19163 | 1647,7 | 13,2 | 35x1,5 | 120,0 | 0,58 | 1584,0 | 17,8 | 2994,0 | Měřič t. (5000) | 9578 | 23508 |

| Dimenzování k tělesu 2.18.2 | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|------|------|-----|------|------|------|------|------|-------|--------------|------|------|
| 1' | 1159 | 99,7 | 1,4 | 15x1 | 60,1 | 0,21 | 84,1 | 13,8 | 304,7 | TPV (8) 2190 | 2579 | 2579 |

| Dimenzování větve k tělesu 2.18.3 | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|------|-------|------|------|------|------|-------|------|-------|--------------|------|------|
| 1-3 | 644 | 55,4 | 10,8 | 15x1 | 21,9 | 0,12 | 236,5 | 17,1 | 123,1 | TPV (4) 2465 | 2825 | 2825 |
| 2' | 1452 | 124,8 | 4,4 | 15x1 | 93,7 | 0,27 | 412,3 | 0,2 | 8,0 | 0,0 | 420 | 3245 |

| Dimenzování k tělesu 2.18.4 | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----|------|-----|------|------|------|------|------|-------|--------------|------|------|
| 1-3' | 808 | 69,5 | 2,6 | 15x1 | 33,3 | 0,15 | 86,6 | 13,1 | 147,4 | TPV (7) 2591 | 2825 | 2825 |

| Dimenzování k tělesu 2.19.5 | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----|------|-----|------|-----|------|------|------|------|--------------|------|------|
| 3' | 298 | 25,6 | 4,4 | 15x1 | 3,7 | 0,05 | 16,3 | 16,4 | 20,5 | TPV (2) 3571 | 3608 | 3608 |

| Dimenzování k tělesu 2.12.6 | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|------|--------------|------|------|
| 4' | 298 | 25,6 | 1,8 | 15x1 | 3,7 | 0,05 | 6,7 | 13,8 | 17,3 | TPV (1) 4298 | 4322 | 4322 |

| Dimenzování větve k tělesu 2.17.7 | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|------|-------|------|------|-------|------|--------|------|-------|--------------|------|------|
| 1-7 | 750 | 64,5 | 4,4 | 15x1 | 29,6 | 0,14 | 130,2 | 20,7 | 202,9 | TPV (4) 3277 | 3610 | 3610 |
| 5' | 1500 | 129,0 | 10,5 | 15x1 | 100,0 | 0,28 | 1050,0 | 0,2 | 8,6 | 0,0 | 1059 | 4669 |

| Dimenzování k tělesu 2.17.8 | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----|------|-----|------|------|------|------|------|-------|--------------|------|------|
| 1-7' | 750 | 64,5 | 3,0 | 15x1 | 29,6 | 0,14 | 88,8 | 16,2 | 158,8 | TPV (4) 3362 | 3610 | 3610 |

| Dimenzování k tělesu 2.12.9 | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|------|--------------|------|------|
| 6' | 298 | 25,6 | 1,8 | 15x1 | 3,7 | 0,05 | 6,7 | 13,8 | 17,3 | TPV (1) 5330 | 5354 | 5354 |

| Dimenzování větve k tělesu 2.14.10 | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|------|-------|------|------|------|------|-------|------|-------|--------------|------|------|
| 1-10 | 937 | 80,6 | 8,8 | 15x1 | 41,5 | 0,17 | 365,2 | 20,9 | 302,3 | TPV (3) 6832 | 7499 | 7499 |
| 7' | 1874 | 161,1 | 10,4 | 18x1 | 54,0 | 0,23 | 561,6 | 0,2 | 5,8 | 0,0 | 567 | 8067 |
| Dimenzování k tělesu 2.13.11 | | | | | | | | | | | | |
| 1-10' | 937 | 80,6 | 1,6 | 15x1 | 41,5 | 0,17 | 66,4 | 16,4 | 237,3 | TPV (3) 7195 | 7499 | 7499 |

| Dimenzování větve k tělesu 2.15.12 | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|------|-------|------|------|------|------|-------|------|-------|--------------|------|------|
| 1-12 | 937 | 80,6 | 8,8 | 15x1 | 41,5 | 0,17 | 365,2 | 17,3 | 250,3 | TPV (3) 6962 | 7577 | 7577 |
| 2-12 | 1874 | 161,1 | 5,9 | 18x1 | 54,0 | 0,23 | 318,6 | 1,1 | 29,6 | 0,0 | 348 | 7926 |
| 3-12 | 2768 | 238,0 | 3,0 | 22x1 | 37,5 | 0,22 | 112,5 | 4,5 | 108,9 | 0,0 | 221 | 8147 |
| 8' | 3576 | 307,5 | 10,3 | 22x1 | 57,7 | 0,28 | 594,3 | 0,2 | 8,6 | 0,0 | 603 | 8750 |
| Dimenzování k tělesu 2.16.13 | | | | | | | | | | | | |
| 1-12' | 937 | 80,6 | 1,2 | 15x1 | 41,5 | 0,17 | 49,8 | 13,8 | 199,7 | TPV (3) 7328 | 7577 | 7577 |
| Dimenzování k tělesu 2.10.14 | | | | | | | | | | | | |
| 2-12' | 894 | 76,9 | 1,2 | 15x1 | 37,3 | 0,16 | 44,8 | 13,8 | 176,6 | TPV (3) 7741 | 7962 | 7962 |
| Dimenzování k tělesu 2.10.15 | | | | | | | | | | | | |
| 3-12' | 808 | 69,5 | 1,2 | 15x1 | 33,5 | 0,15 | 40,2 | 13,3 | 149,6 | TPV (4) 7957 | 8147 | 8147 |

| Dimenzování k tělesu 2.03.16 | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----|------|-----|------|-----|------|------|------|------|---------------|-------|-------|
| 9' | 375 | 32,2 | 7,2 | 15x1 | 5,2 | 0,07 | 37,4 | 15,9 | 39,0 | TPV (1) 10847 | 10923 | 10923 |

| Dimenzování větve k tělesu 2.09.17 | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|------|-------|------|------|------|------|-------|------|-------|---------------|-------|-------|
| 1-17 | 937 | 80,6 | 8,5 | 15x1 | 41,5 | 0,17 | 352,8 | 17,3 | 250,3 | TPV (3) 10008 | 10611 | 10611 |
| 2-17 | 1874 | 161,1 | 6,8 | 18x1 | 54,0 | 0,23 | 367,2 | 4,7 | 124,8 | 0,0 | 492 | 11103 |
| 10' | 2811 | 241,7 | 10,9 | 22x1 | 37,5 | 0,22 | 408,8 | 0,2 | 5,3 | 0,0 | 414 | 11517 |
| Dimenzování k tělesu 2.08.18 | | | | | | | | | | | | |
| 1-17' | 937 | 80,6 | 1,4 | 15x1 | 41,5 | 0,17 | 58,1 | 13,8 | 199,7 | TPV (3) 10353 | 10611 | 10611 |
| Dimenzování k tělesu 2.07.19 | | | | | | | | | | | | |
| 2-17' | 937 | 80,6 | 2,2 | 15x1 | 41,5 | 0,17 | 91,3 | 16,4 | 237,3 | TPV (3) 10774 | 11103 | 11103 |

| Dimenzování větve k tělesu 2.06.20 | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|------|-------|-----|------|------|------|-------|------|-------|---------------|-------|-------|
| 1-20 | 657 | 56,5 | 4,8 | 15x1 | 21,9 | 0,12 | 105,1 | 17,1 | 123,1 | TPV (4) 11498 | 11726 | 11726 |
| 2-20 | 1314 | 113,0 | 4,2 | 15x1 | 76,1 | 0,24 | 319,6 | 1,1 | 32,3 | 0,0 | 352 | 12078 |
| 3-20 | 2391 | 205,6 | 5,7 | 18x1 | 81,6 | 0,29 | 465,1 | 1,1 | 46,3 | 0,0 | 511 | 12589 |
| 4-20 | 3468 | 298,2 | 3,3 | 22x1 | 54,0 | 0,27 | 178,2 | 3,5 | 127,6 | 0,0 | 306 | 12895 |
| 11' | 3883 | 333,9 | 6,0 | 22x1 | 65,2 | 0,30 | 391,2 | 0,2 | 9,9 | 0,0 | 401 | 13296 |
| Dimenzování k tělesu 2.06.21 | | | | | | | | | | | | |
| 1-20' | 657 | 56,5 | 1,1 | 15x1 | 21,9 | 0,12 | 24,1 | 13,6 | 97,9 | TPV (4) 11604 | 11726 | 11726 |
| Dimenzování k tělesu 2.05.22 | | | | | | | | | | | | |
| 2-20' | 1077 | 92,6 | 1,1 | 15x1 | 55,2 | 0,20 | 60,7 | 13,8 | 276,0 | TPV (5) 11741 | 12078 | 12078 |
| Dimenzování k tělesu 2.05.23 | | | | | | | | | | | | |
| 3-20' | 1077 | 92,6 | 1,1 | 15x1 | 55,2 | 0,20 | 60,7 | 13,8 | 276,0 | TPV (5) 12252 | 12589 | 12589 |
| Dimenzování k tělesu 2.05.24 | | | | | | | | | | | | |
| 4-20' | 415 | 35,7 | 4,5 | 15x1 | 7,2 | 0,08 | 32,4 | 13,8 | 44,2 | TPV (2) 12818 | 12895 | 12895 |

| Dimenzování k tělesu 2.04.25 | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----|------|-----|------|------|------|------|------|------|---------------|-------|-------|
| 12' | 522 | 44,9 | 2,4 | 15x1 | 13,2 | 0,10 | 31,7 | 16,4 | 82,0 | TPV (1) 13816 | 13930 | 13930 |

B.7.3 Větev 3. NP

Tabulka 10: Dimenzování a hydraulické vyvážení větve 3. NP

| 3.NP – teplotní rozdíl 10 K (75/65) | | | | | | | | | | | | |
|--|-------|----------|-------|--------|----------|---------|----------|-------------|--------|----------------------|-----------------------------|-----------------------|
| č | Q (W) | M (kg/h) | l (m) | DN | R (Pa/m) | w (m/s) | R.l (Pa) | $\Sigma\xi$ | z (Pa) | Δp_{RV} (Pa) | R.l+Z+ Δp_{RV} (Pa) | Δp_{DIS} (Pa) |
| Dimenzování základního okruhu – těleso 3.20.1 | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 1117 | 96,0 | 6,6 | 15x1 | 60,1 | 0,21 | 396,7 | 17,3 | 381,9 | TPV (8) 1800 | 2579 | 2579 |
| 2 | 2276 | 195,7 | 6,8 | 18x1 | 76,6 | 0,28 | 520,9 | 3,7 | 145,8 | 0,0 | 667 | 3245 |
| 3 | 3728 | 320,6 | 4,4 | 22x1 | 61,4 | 0,29 | 270,2 | 2,2 | 92,5 | 0,0 | 363 | 3608 |
| 4 | 4101 | 352,6 | 9,7 | 22x1 | 73,2 | 0,32 | 710,0 | 0,9 | 46,1 | 0,0 | 756 | 4364 |
| 5 | 4399 | 378,2 | 3,6 | 22x1 | 81,7 | 0,34 | 294,1 | 0,9 | 52,0 | 0,0 | 346 | 4710 |
| 6 | 5899 | 507,2 | 4,4 | 22x1 | 141,0 | 0,46 | 620,4 | 0,9 | 95,2 | 0,0 | 716 | 5426 |
| 7 | 6197 | 532,8 | 17,0 | 22x1 | 152,0 | 0,48 | 2584,0 | 1,1 | 129,0 | 0,0 | 2713 | 8139 |
| 8 | 8071 | 694,0 | 7,4 | 28x1,5 | 82,6 | 0,40 | 611,2 | 0,9 | 72,0 | 0,0 | 683 | 8822 |
| 9 | 11758 | 1011,0 | 12,4 | 28x1,5 | 168,0 | 0,59 | 2083,2 | 0,9 | 156,6 | 0,0 | 2240 | 11062 |
| 10 | 12133 | 1043,3 | 2,4 | 28x1,5 | 173,0 | 0,60 | 415,2 | 1,1 | 198,0 | 0,0 | 613 | 11675 |
| 11 | 14944 | 1285,0 | 10,6 | 35x1,5 | 75,2 | 0,45 | 797,1 | 9,7 | 982,1 | 0,0 | 1779 | 13454 |
| 12 | 18827 | 1618,8 | 4,4 | 35x1,5 | 116,0 | 0,57 | 510,4 | 0,9 | 146,2 | 0,0 | 657 | 14111 |
| 13 | 19349 | 1663,7 | 16,4 | 35x1,5 | 123,0 | 0,59 | 2011,1 | 17,8 | 3098,1 | Měřič t. (5000) | 10109 | 24220 |

| Dimenzování k tělesu 3.18.2 | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|------|------|-----|------|------|------|------|------|-------|--------------|------|------|
| 1' | 1159 | 99,7 | 1,4 | 15x1 | 60,1 | 0,21 | 84,1 | 13,8 | 304,7 | TPV (8) 2190 | 2579 | 2579 |

| Dimenzování větve k tělesu 3.18.3 | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|------|-------|------|------|------|------|-------|------|-------|--------------|------|------|
| 1-3 | 644 | 55,4 | 10,8 | 15x1 | 21,9 | 0,12 | 236,5 | 17,1 | 123,1 | TPV (4) 2465 | 2825 | 2825 |
| 2' | 1452 | 124,8 | 4,4 | 15x1 | 93,7 | 0,27 | 412,3 | 0,2 | 8,0 | 0,0 | 420 | 3245 |

| Dimenzování k tělesu 3.18.4 | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----|------|-----|------|------|------|------|------|-------|--------------|------|------|
| 1-3' | 808 | 69,5 | 2,6 | 15x1 | 33,3 | 0,15 | 86,6 | 13,1 | 147,4 | TPV (7) 2591 | 2825 | 2825 |

| Dimenzování k tělesu 3.19.5 | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----|------|-----|------|-----|------|------|------|------|--------------|------|------|
| 3' | 373 | 32,1 | 4,4 | 15x1 | 5,2 | 0,07 | 22,9 | 16,4 | 40,2 | TPV (2) 3545 | 3608 | 3608 |

| Dimenzování k tělesu 3.12.6 | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|------|--------------|------|------|
| 4' | 298 | 25,6 | 1,8 | 15x1 | 3,7 | 0,05 | 6,7 | 13,8 | 17,3 | TPV (1) 4340 | 4364 | 4364 |

| Dimenzování větve k tělesu 3.17.7 | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|------|-------|------|------|-------|------|--------|------|-------|--------------|------|------|
| 1-7 | 750 | 64,5 | 4,4 | 15x1 | 29,6 | 0,14 | 130,2 | 20,7 | 202,9 | TPV (4) 3318 | 3651 | 3651 |
| 5' | 1500 | 129,0 | 10,5 | 15x1 | 100,0 | 0,28 | 1050,0 | 0,2 | 8,6 | 0,0 | 1059 | 4710 |

| Dimenzování k tělesu 3.17.8 | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----|------|-----|------|------|------|------|------|-------|--------------|------|------|
| 1-7' | 750 | 64,5 | 3,0 | 15x1 | 29,6 | 0,14 | 88,8 | 16,2 | 158,8 | TPV (4) 3362 | 3651 | 3651 |

| Dimenzování k tělesu 3.12.9 | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|------|--------------|------|------|
| 6' | 298 | 25,6 | 1,8 | 15x1 | 3,7 | 0,05 | 6,7 | 13,8 | 17,3 | TPV (1) 5402 | 5426 | 5426 |

| Dimenzování větve k tělesu 3.14.10 | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|------|-------|------|------|------|------|-------|------|-------|--------------|------|------|
| 1-10 | 937 | 80,6 | 8,8 | 15x1 | 41,5 | 0,17 | 365,2 | 20,9 | 302,3 | TPV (3) 6904 | 7571 | 7571 |
| 7' | 1874 | 161,1 | 10,4 | 18x1 | 54,0 | 0,23 | 561,6 | 0,2 | 5,8 | 0,0 | 567 | 8139 |
| Dimenzování k tělesu 3.13.11 | | | | | | | | | | | | |
| 1-10' | 937 | 80,6 | 1,6 | 15x1 | 41,5 | 0,17 | 66,4 | 16,4 | 237,3 | TPV (3) 7267 | 7571 | 7571 |

| Dimenzování větve k tělesu 3.15.12 | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|------|-------|------|------|------|------|-------|------|-------|--------------|------|------|
| 1-12 | 1117 | 96,0 | 8,8 | 15x1 | 60,1 | 0,21 | 528,9 | 17,3 | 381,9 | TPV (3) 6564 | 7475 | 7475 |
| 2-12 | 2054 | 176,6 | 5,9 | 18x1 | 62,6 | 0,25 | 369,3 | 1,1 | 35,0 | 0,0 | 404 | 7879 |
| 3-12 | 3059 | 263,0 | 3,0 | 22x1 | 43,8 | 0,24 | 131,4 | 4,5 | 129,6 | 0,0 | 261 | 8140 |
| 8' | 3867 | 332,5 | 10,3 | 22x1 | 65,2 | 0,30 | 671,6 | 0,2 | 9,9 | 0,0 | 681 | 8822 |
| Dimenzování k tělesu 3.16.13 | | | | | | | | | | | | |
| 1-12' | 937 | 80,6 | 1,2 | 15x1 | 41,5 | 0,17 | 49,8 | 13,8 | 199,7 | TPV (3) 7226 | 7475 | 7475 |
| Dimenzování k tělesu 3.10.14 | | | | | | | | | | | | |
| 2-12' | 894 | 76,9 | 1,2 | 15x1 | 37,3 | 0,16 | 44,8 | 13,8 | 176,6 | TPV (3) 7658 | 7879 | 7879 |
| Dimenzování k tělesu 3.10.15 | | | | | | | | | | | | |
| 3-12' | 808 | 69,5 | 1,2 | 15x1 | 33,5 | 0,15 | 40,2 | 13,3 | 149,6 | TPV (4) 7950 | 8140 | 8140 |

| Dimenzování k tělesu 3.03.16 | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----|------|-----|------|-----|------|------|------|------|---------------|-------|-------|
| 9' | 375 | 32,2 | 7,2 | 15x1 | 5,2 | 0,07 | 37,4 | 15,9 | 39,0 | TPV (1) 10986 | 11062 | 11062 |

| Dimenzování větve k tělesu 3.09.17 | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|------|-------|------|------|------|------|-------|------|-------|---------------|-------|-------|
| 1-17 | 937 | 80,6 | 8,5 | 15x1 | 41,5 | 0,17 | 352,8 | 17,3 | 250,3 | TPV (3) 10166 | 10769 | 10769 |
| 2-17 | 1874 | 161,1 | 6,8 | 18x1 | 54,0 | 0,23 | 367,2 | 4,7 | 124,8 | 0,0 | 492 | 11261 |
| 10' | 2811 | 241,7 | 10,9 | 22x1 | 37,5 | 0,22 | 408,8 | 0,2 | 5,3 | 0,0 | 414 | 11675 |
| Dimenzování k tělesu 3.08.18 | | | | | | | | | | | | |
| 1-17' | 937 | 80,6 | 1,4 | 15x1 | 41,5 | 0,17 | 58,1 | 13,8 | 199,7 | TPV (3) 10511 | 10769 | 10769 |
| Dimenzování k tělesu 3.07.19 | | | | | | | | | | | | |
| 2-17' | 937 | 80,6 | 2,2 | 15x1 | 41,5 | 0,17 | 91,3 | 16,4 | 237,3 | TPV (3) 10932 | 11261 | 11261 |

| Dimenzování větve k tělesu 3.06.20 | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|------|-------|-----|------|------|------|-------|------|-------|---------------|-------|-------|
| 1-20 | 657 | 56,5 | 4,8 | 15x1 | 21,9 | 0,12 | 105,1 | 17,1 | 123,1 | TPV (4) 11656 | 11884 | 11884 |
| 2-20 | 1314 | 113,0 | 4,2 | 15x1 | 76,1 | 0,24 | 319,6 | 1,1 | 32,3 | 0,0 | 352 | 12236 |
| 3-20 | 2391 | 205,6 | 5,7 | 18x1 | 81,6 | 0,29 | 465,1 | 1,1 | 46,3 | 0,0 | 511 | 12747 |
| 4-20 | 3468 | 298,2 | 3,3 | 22x1 | 54,0 | 0,27 | 178,2 | 3,5 | 127,6 | 0,0 | 306 | 13053 |
| 11' | 3883 | 333,9 | 6,0 | 22x1 | 65,2 | 0,30 | 391,2 | 0,2 | 9,9 | 0,0 | 401 | 13454 |
| Dimenzování k tělesu 3.06.21 | | | | | | | | | | | | |
| 1-20' | 657 | 56,5 | 1,1 | 15x1 | 21,9 | 0,12 | 24,1 | 13,6 | 97,9 | TPV (4) 11762 | 11884 | 11884 |

| Dimenzování k tělesu 3.05.22 | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|------|------|-----|------|------|------|------|------|-------|---------------|-------|-------|
| 2-20' | 1077 | 92,6 | 1,1 | 15x1 | 55,2 | 0,20 | 60,7 | 13,8 | 276,0 | TPV (5) 11899 | 12236 | 12236 |
| Dimenzování k tělesu 3.05.23 | | | | | | | | | | | | |
| 3-20' | 1077 | 92,6 | 1,1 | 15x1 | 55,2 | 0,20 | 60,7 | 13,8 | 276,0 | TPV (5) 12410 | 12747 | 12747 |
| Dimenzování k tělesu 3.05.24 | | | | | | | | | | | | |
| 4-20' | 415 | 35,7 | 4,5 | 15x1 | 7,2 | 0,08 | 32,4 | 13,8 | 44,2 | TPV (2) 12976 | 13053 | 13053 |

| Dimenzování k tělesu 3.04.25 | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----|------|-----|------|------|------|------|------|------|---------------|-------|-------|
| 12' | 522 | 44,9 | 2,4 | 15x1 | 13,2 | 0,10 | 31,7 | 16,4 | 82,0 | TPV (1) 13997 | 14111 | 14111 |

B.7.4 Větev 4. NP

Tabulka 11: Dimenzování a hydraulické vyvážení větve 4. NP

| 4.NP – teplotní rozdíl 10 K (75/65) | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|----------|-------|------|----------|---------|----------|--------------|--------|----------------------|-----------------------------|-----------------------|
| č | Q (W) | M (kg/h) | l (m) | DN | R (Pa/m) | w (m/s) | R.l (Pa) | $\Sigma \xi$ | z (Pa) | Δp_{RV} (Pa) | R.l+Z+ Δp_{RV} (Pa) | Δp_{DIS} (Pa) |
| Dimenzování základního okruhu – těleso 4.06.1 | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 1670 | 143,6 | 8,6 | 15x1 | 120,0 | 0,31 | 1032,0 | 17,3 | 831,3 | TPV (8) 3500 | 5363 | 5363 |
| 2 | 3340 | 287,2 | 14,5 | 18x1 | 152,0 | 0,41 | 2204,0 | 4,8 | 403,4 | 0,0 | 2607 | 7971 |
| 3 | 3902 | 335,5 | 4,9 | 22x1 | 65,2 | 0,30 | 319,5 | 3,5 | 157,5 | 0,0 | 477 | 8448 |
| 4 | 4371 | 375,8 | 5,2 | 22x1 | 81,7 | 0,34 | 424,8 | 0,9 | 52,0 | 0,0 | 477 | 8925 |
| 5 | 4834 | 415,6 | 4,5 | 22x1 | 99,8 | 0,38 | 449,1 | 0,9 | 65,0 | 0,0 | 514 | 9439 |
| 6 | 5584 | 480,1 | 19,6 | 22x1 | 125,0 | 0,43 | 2443,8 | 17,8 | 1645,6 | Měřič t. (2000) | 6089 | 15528 |

| Dimenzování k tělesu 4.06.2 | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|------|-------|-----|------|-------|------|-------|------|-------|--------------|------|------|
| 1' | 1670 | 143,6 | 1,4 | 15x1 | 120,0 | 0,31 | 168,0 | 13,8 | 664,1 | TPV (8) 4531 | 5363 | 5363 |

| Dimenzování k tělesu 4.01.3 | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----|------|------|------|------|------|-------|------|------|--------------|------|------|
| 2' | 562 | 48,3 | 10,6 | 15x1 | 13,2 | 0,10 | 139,9 | 16,4 | 82,1 | TPV (2) 7749 | 7971 | 7971 |

| Dimenzování k tělesu 4.05.4 | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----|------|-----|------|-----|------|------|------|------|--------------|------|------|
| 3' | 469 | 40,3 | 3,6 | 15x1 | 9,9 | 0,09 | 35,6 | 13,8 | 55,9 | TPV (2) 8356 | 8448 | 8448 |

| Dimenzování větve k tělesu 4.03.5 | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-----|------|-----|------|-----|------|------|------|-----|----------------|------|------|
| 1-5 | 165 | 14,2 | 2,4 | 15x1 | 2,2 | 0,03 | 5,3 | 17,1 | 7,7 | TPV (0,5) 8876 | 8889 | 8889 |
| 4' | 463 | 39,8 | 3,6 | 15x1 | 9,9 | 0,09 | 35,6 | 0,2 | 0,9 | 0,0 | 37 | 8925 |

| Dimenzování k tělesu 4.04.6 | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|------|--------------|------|------|
| 1-5' | 298 | 25,6 | 2,0 | 15x1 | 3,7 | 0,05 | 7,4 | 13,6 | 17,0 | TPV (1) 8865 | 8889 | 8889 |

| Dimenzování k tělesu 4.05.7 | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----|------|-----|------|------|------|------|------|-------|--------------|------|------|
| 5' | 750 | 64,5 | 1,6 | 15x1 | 29,6 | 0,14 | 47,4 | 16,4 | 160,7 | TPV (2) 9231 | 9439 | 9439 |

B.7.5 Větev TV a kotlový okruh

Tabulka 12: Dimenzování větve TV a kotlového okruhu

| TV – teplotní rozdíl 10 K (75/65) | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-------|----------|-------|------|----------|---------|----------|-------------|--------|----------------------|-----------------------------|-----------------------|
| č | Q (W) | M (kg/h) | l (m) | DN | R (Pa/m) | w (m/s) | R.l (Pa) | $\Sigma\xi$ | z (Pa) | Δp_{RV} (Pa) | R.l+Z+ Δp_{RV} (Pa) | Δp_{DIS} (Pa) |
| 1 | 3450 | 296,6 | 8,5 | 22x1 | 50,5 | 0,26 | 429,3 | 24,2 | 818,0 | výměník (1000) | 2247 | 2247 |

| Kotlový okruh – teplotní rozdíl 10 K (75/65) | | | | | | | | | | | | |
|--|-------|----------|-------|--------|----------|---------|----------|-------------|--------|----------------------|-----------------------------|-----------------------|
| č | Q (W) | M (kg/h) | l (m) | DN | R (Pa/m) | w (m/s) | R.l (Pa) | $\Sigma\xi$ | z (Pa) | Δp_{RV} (Pa) | R.l+Z+ Δp_{RV} (Pa) | Δp_{DIS} (Pa) |
| Dimenzování ke kotli K1 | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 28000 | 2407,6 | 2,0 | 42x1,5 | 90,6 | 0,57 | 181,2 | 12,2 | 1981,9 | | 3163 | 3163 |
| 2 | 56000 | 4815,1 | 2,0 | 54x2 | 97,4 | 0,70 | 194,8 | 14,9 | 3650,5 | | 4845 | 8008 |

| Dimenzování ke kotli K2 | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|-------|----------|-------|--------|----------|---------|----------|-------------|--------|----------------------|-----------------------------|-----------------------|
| č | Q (W) | M (kg/h) | l (m) | DN | R (Pa/m) | w (m/s) | R.l (Pa) | $\Sigma\xi$ | z (Pa) | Δp_{RV} (Pa) | R.l+Z+ Δp_{RV} (Pa) | Δp_{DIS} (Pa) |
| 1 | 28000 | 2407,6 | 1,0 | 42x1,5 | 90,6 | 0,57 | 90,6 | 12,2 | 1981,9 | | 3072 | 3072 |

B.8 Návrh měřiče tepla

Měřiče tepla jsou umístěny na patě každé větve pro vytápění jednotlivých pater. Pro každou větev je navržen měřič tepla Siemens WFM 502-E000H0 DN20 o jmenovitém průtoku 1,5 m³/h. Kompletní technická dokumentace je součástí přílohy této práce. [P4]



Elektronické měřiče tepla WFx5

MEGATRON 5 - SIEMECA™

Technické údaje

Vyhodnocovací jednotka

Napájení Typ baterie Lithiová baterie CR AA

Napětí baterie 3.0 V

Životnost baterie 10 let s rezervou

Parametry

Měřicí rozsah

- Měřič tepla 10...90 °C

- Kombinovaný měřič tepla a chladu 5...90 °C

Teplotní diference $\Delta\Theta$ 3...70 K

Práh citlivosti

- Tepelná energie 1.0 K

- Chladicí energie 0.2 K

Teplotní snímač

Teplotní koeficient Průběžně kompenzovaný

Měřicí článek Pt1000 podle EN 60751

Typ DS (přímo ponorný)

Průměr Ø 5.0 x 45 mm (standard)

Délka kabelu 1.5 m (standard, 3 m na objednávku)

Displej

Displej 8-číslí LCD + piktogramy

Zobrazovací jednotky kWh (MWh)

Na objednání: MJ/GJ

Komunikace

Optické rozhraní

- Provedení v návaznosti na EN 62056-21

- Protokol podle EN 13757-2 / -3

Průtokměrná část

Teplotní rozsah 10...90 °C

Max. teplota t_{max} 90 °C

Jmenovitý tlak 1.6 MPa (PN 16)

Jmenovitý průtok q_p m³/h 0.6 1.5 1.5 2.5

Montážní délka mm 110 80 110 130

Závitové připojení G 3/4" B" G 3/4" B" G 3/4" B" G 1" B"

Metrologická třída

- Horizontálně 1:50 1:50 1:50 1:50

- Vertikálně 1:25 1:50 1:50 1:50

Max. průtok q_s m³/h 1.2 3.0 3.0 5.0

Min. průtok q_v

- Horizontálně l/h 12 30 30 50

- Vertikálně l/h 24 30 30 50

Prahová citlivost l/h 3...4 4...5 4...5 6...7

Ztáta tlaku při q_p

Montážní délka 80 mm Δp mbar 200

Montážní délka 110 mm Δp mbar 200 200

Montážní délka 130 mm Δp mbar 180

Průtok při $\Delta p = 1$ bar, k_v m³/h 1.5 3.2 3.2 5.3

Montážní poloha Horizontální/vertikální

Obrázek 31: Technické specifikace měřiče tepla [P4]

B.9 Návrh trojcestných směšovacích ventilů

Trojcestný směšovací ventil bude osazen na patě každé větve pro vytápění.

B.9.1 Větev 1. NP

Dispoziční přetlak okruhu: $\Delta p_{\text{dis}} = 24,95 \text{ kPa}$

Hmotnostní průtok: $M = 880 \text{ kg/h} \Rightarrow V = 0,88 \text{ m}^3/\text{h}$

Poměrná autorita ventilu $P'_v = 0,5$

Požadovaná tlaková ztráta ventilu: $\Delta p_{v100} = P'_v \cdot \Delta p_{\text{dis}} = 0,5 \cdot 24,95 = 12,47 \text{ kPa}$

Návrh hodnoty K_{vs} : $V \cdot \frac{\sqrt{\Delta p_o}}{\sqrt{\Delta p_{v100}}} = 0,88 \cdot \frac{\sqrt{100}}{\sqrt{12,47}} = 2,49 \Rightarrow K_{vs} = 2,5 \text{ m}^3/\text{h}$

Skutečná tlaková ztráta ventilu: $p_{vr} = \left(\frac{M}{K_{vs}} \cdot 0,01\right)^2 = \left(\frac{880}{2,5} \cdot 0,01\right)^2 = 12,39 \text{ kPa}$

Navrhuji trojcestný směšovací ventil ESBE VRG 131 DN 20, $K_{vs} = 2,5 \text{ m}^3/\text{h}$, se servopohonem ARA600.

Technická dokumentace ventilu je součástí této práce. [P5]

B.9.2 Větev 2. NP

Dispoziční přetlak okruhu: $\Delta p_{\text{dis}} = 23,51 \text{ kPa}$

Hmotnostní průtok: $M = 1647 \text{ kg/h} \Rightarrow V = 1,65 \text{ m}^3/\text{h}$

Poměrná autorita ventilu $P'_v = 0,5$

Požadovaná tlaková ztráta ventilu: $\Delta p_{v100} = P'_v \cdot \Delta p_{\text{dis}} = 0,5 \cdot 23,51 = 11,75 \text{ kPa}$

Návrh hodnoty K_{vs} : $V \cdot \frac{\sqrt{\Delta p_o}}{\sqrt{\Delta p_{v100}}} = 1,65 \cdot \frac{\sqrt{100}}{\sqrt{11,75}} = 4,8 \Rightarrow K_{vs} = 6,3 \text{ m}^3/\text{h}$

Skutečná tlaková ztráta ventilu: $p_{vr} = \left(\frac{M}{K_{vs}} \cdot 0,01\right)^2 = \left(\frac{1647}{6,3} \cdot 0,01\right)^2 = 6,83 \text{ kPa}$

Navrhuji trojcestný směšovací ventil ESBE VRG 131 DN 20, $K_{vs} = 6,3 \text{ m}^3/\text{h}$, se servopohonem ARA600.

Technická dokumentace ventilu je součástí této práce. [P5]

B.9.3 Větev 3. NP

Dispoziční přetlak okruhu: $\Delta p_{\text{dis}} = 24,22 \text{ kPa}$

Hmotnostní průtok: $M = 1664 \text{ kg/h} \Rightarrow V = 1,66 \text{ m}^3/\text{h}$

Poměrná autorita ventilu $P'_v = 0,5$

Požadovaná tlaková ztráta ventilu: $\Delta p_{v100} = P'_v \cdot \Delta p_{\text{dis}} = 0,5 \cdot 24,22 = 12,11 \text{ kPa}$

Návrh hodnoty K_{vs} : $V \cdot \frac{\sqrt{\Delta p_o}}{\sqrt{\Delta p_{v100}}} = 1,66 \cdot \frac{\sqrt{100}}{\sqrt{12,11}} = 4,77 \Rightarrow K_{vs} = 6,3 \text{ m}^3/\text{h}$

Skutečná tlaková ztráta ventilu: $p_{vr} = \left(\frac{M}{K_{vs}} \cdot 0,01 \right)^2 = \left(\frac{1664}{6,3} \cdot 0,01 \right)^2 = 6,97 \text{ kPa}$

Navrhuji trojcestný směšovací ventil ESBE VRG 131 DN 20, $K_{vs} = 6,3 \text{ m}^3/\text{h}$, se servopohonem ARA600.

Technická dokumentace ventilu je součástí této práce. [P5]

B.9.4 Větev 4. NP

Dispoziční přetlak okruhu: $\Delta p_{\text{dis}} = 15,53 \text{ kPa}$

Hmotnostní průtok: $M = 480 \text{ kg/h} \Rightarrow V = 0,48 \text{ m}^3/\text{h}$

Poměrná autorita ventilu $P'_v = 0,5$

Požadovaná tlaková ztráta ventilu: $\Delta p_{v100} = P'_v \cdot \Delta p_{\text{dis}} = 0,5 \cdot 15,53 = 7,77 \text{ kPa}$

Návrh hodnoty K_{vs} : $V \cdot \frac{\sqrt{\Delta p_o}}{\sqrt{\Delta p_{v100}}} = 0,48 \cdot \frac{\sqrt{100}}{\sqrt{7,77}} = 1,72 \Rightarrow K_{vs} = 2,5 \text{ m}^3/\text{h}$

Skutečná tlaková ztráta ventilu: $p_{vr} = \left(\frac{M}{K_{vs}} \cdot 0,01 \right)^2 = \left(\frac{480}{2,5} \cdot 0,01 \right)^2 = 3,7 \text{ kPa}$

Navrhuji trojcestný směšovací ventil ESBE VRG 131 DN 20, $K_{vs} = 2,5 \text{ m}^3/\text{h}$, se servopohonem ARA600.

Technická dokumentace ventilu je součástí této práce. [P5]

B.10 Izolace potrubí

Teplná izolace potrubí je provedena z minerální vlny PIPO ALS. Návrh tloušťek proveden pomocí softwaru TZB-info: Výpočet tepelné ztráty potrubí s izolací. Tloušťky izolace vyhovují požadavkům vyhlášky č. 193/2007.

Izolace - podrobné technické informace

ROCKWOOL + PIPO/PIPO ALS

Rozměry izolace - tl. 30

Tloušťka ϵ_{iz} = 30 mm

Souč. tepelné vodivosti λ_{iz} = 0,038 W / m K

Trubka

Měď

Rozměry trubky - 15x1

Průměr d = 15 mm

Tloušťka stěny ϵ_t = 1 mm

Souč. tepelné vodivosti λ_t = 372 W / m K

Potrubí

Teplota média t_{in} = 70 °C

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

Relativní vlhkost vzduchu m = 65 % 272

Teplota rosného bodu t_w = 13,6 °C

Součinitel přestupu tepla

na vnějším povrchu α_w = 10 W / m² K

Délka potrubí l = 1 m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007) DN 10 - DN 15 $\Rightarrow U_{0,193/2007} = 0,16$ W / m K

Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí $U_0 = 0,14 \leq 0,16$ W / m K \Rightarrow VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007

Povrchová teplota izolovaného potrubí $t_{p,iz} = 23$ °C $> t_w$ \Rightarrow na povrchu potrubí nedošlo ke kondenzaci

Tepelná ztráta potrubí bez izolace $q_D = 23,8$ W/m

Tepelná ztráta potrubí s izolací $q_{iz} = 7$ W/m

Energetická úspora izolovaného potrubí 70 %

Střední spotřeba izolace 0,1414 m² - pleť pro plošnou izolaci

Obrázek 32: Návrh izolací potrubí pomocí softwaru TZB info [30]

Tabulka 13: Návrh rozměrů izolace dle potrubí

| Materiál potrubí | Rozměr [mm] | Materiál izolace | Tloušťka izolace [mm] |
|------------------|-------------|-------------------|-----------------------|
| Měď | 15x1 | Rockwool PIPO ALS | 30 |
| Měď | 18x1 | Rockwool PIPO ALS | 30 |
| Měď | 22x1 | Rockwool PIPO ALS | 30 |
| Měď | 28x1,5 | Rockwool PIPO ALS | 40 |
| Měď | 35x1,5 | Rockwool PIPO ALS | 50 |
| Měď | 42x1,5 | Rockwool PIPO ALS | 50 |
| Měď | 54x2 | Rockwool PIPO ALS | 50 |

B.11 Dilatace potrubí

Rozdíl teplot okolí při montáži potrubí a teplotě teplotnosné látky způsobuje délkovou dilataci potrubí. Pro kompenzaci délkové roztažnosti jsou na páteřní větvi 2. NP a větvi 3. NP navrženy kompenzátory tvaru U.

$$\Delta l = \alpha \cdot l \cdot \Delta t = 0,017 \cdot 31 \cdot (75 - 15) = 31,62 \text{ mm}$$

Kde:

Δl změna délky potrubí [mm]

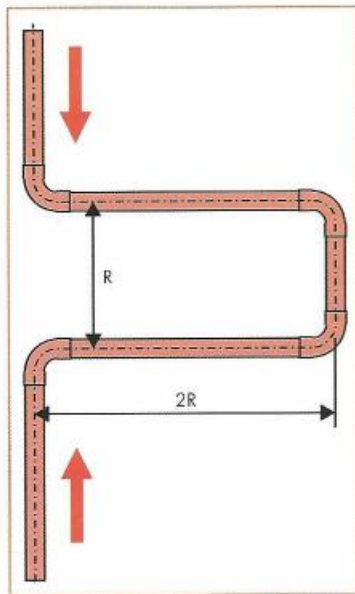
α součinitel teplotní roztažnosti pro měď [mm/(m·K)]

l délka potrubí [m]

Δt rozdíl teplot [K]

Navržen kompenzátor tvaru U na potrubí 22x1 o charakteristickém rozměru $R = 468$ mm.

Tabulka 14: Navrhování U kompenzátoru [31]



| Vnější průměr trubky d_o v mm | Vypočtené prodloužení trubky Δl (mm) | | | | | | | |
|---------------------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|
| | 12 | 25 | 38 | 50 | 75 | 100 | 125 | 150 |
| | Charakteristický rozměr kompenzátoru R v mm | | | | | | | |
| 12 | 195 | 281 | 347 | 398 | 488 | 562 | 627 | 691 |
| 15 | 218 | 315 | 387 | 445 | 548 | 649 | 709 | 772 |
| 18 | 240 | 350 | 430 | 495 | 600 | 700 | 785 | 850 |
| 22 | 263 | 382 | 468 | 540 | 660 | 764 | 850 | 930 |
| 28 | 299 | 431 | 522 | 609 | 746 | 869 | 960 | 1056 |
| 35 | 333 | 479 | 593 | 681 | 832 | 960 | 1072 | 1185 |
| 42 | 366 | 528 | 647 | 744 | 912 | 1055 | 1178 | 1287 |
| 54 | 414 | 599 | 736 | 845 | 1037 | 1194 | 1333 | 1463 |
| 64 | 450 | 650 | 801 | 919 | 1126 | 1300 | 1453 | 1592 |
| 76,1 | 491 | 709 | 874 | 1002 | 1228 | 1418 | 1585 | 1736 |
| 88,9 | 531 | 766 | 944 | 1083 | 1327 | 1532 | 1713 | 1877 |
| 108 | 585 | 844 | 1041 | 1194 | 1463 | 1689 | 1888 | 2068 |
| 133 | 649 | 937 | 1155 | 1325 | 1623 | 1874 | 2095 | 2295 |
| 159 | 710 | 1025 | 1263 | 1449 | 1775 | 2049 | 2291 | 2510 |
| 219 | 833 | 1202 | 1482 | 1700 | 2083 | 2405 | 2689 | 2945 |
| 267 | 920 | 1328 | 1637 | 1878 | 2300 | 2655 | 2969 | 3252 |

B.12 Návrh oběhových čerpadel

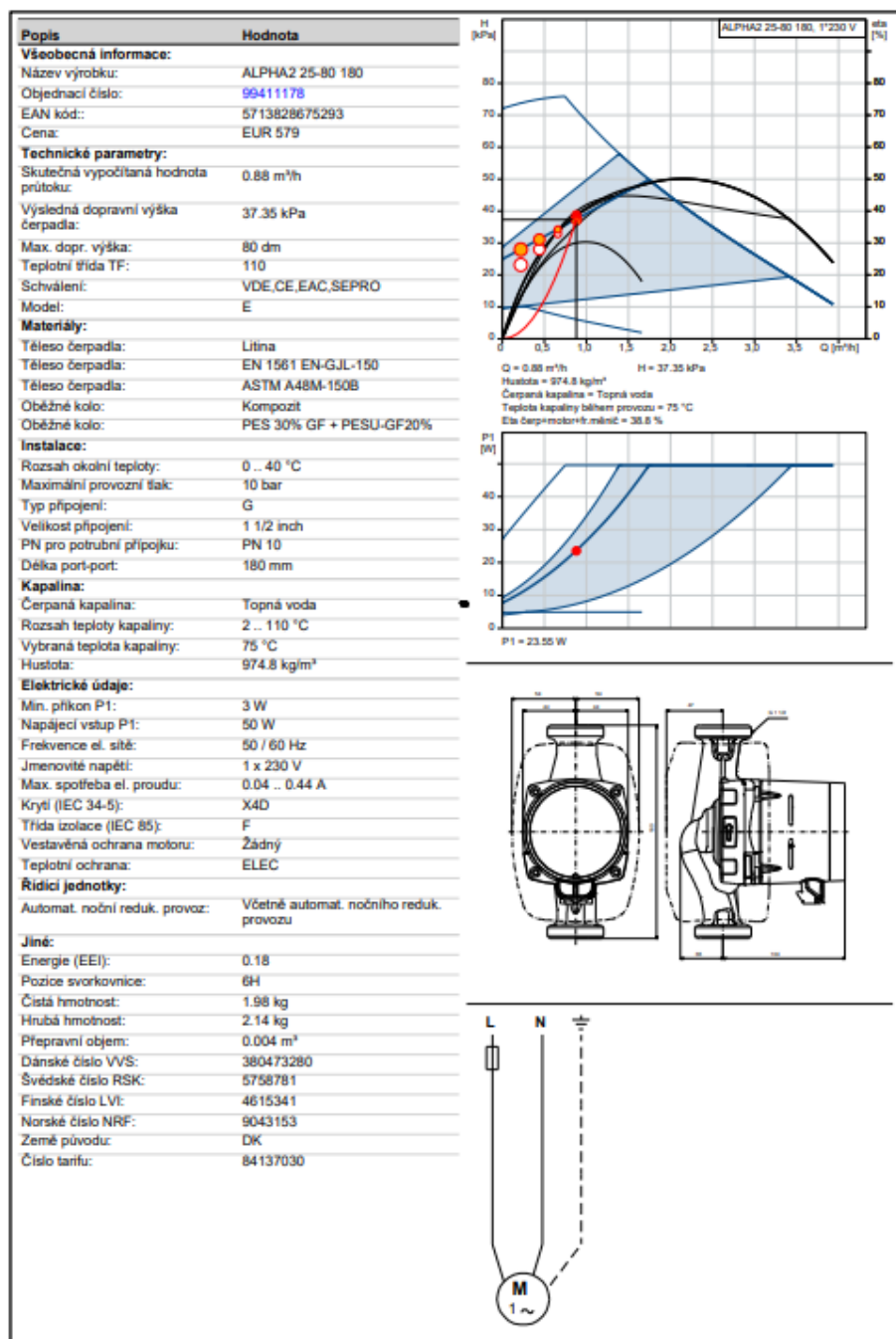
Čerpadla pro jednotlivé větve jsou navržena pomocí online softwaru společnosti Grundfos.

B.12.1 Větev 1. NP

Tlaková ztráta: 37,34 kPa

Hmotnostní průtok: 880 kg/h

Navrženo čerpadlo ALPHA2 25-80 180



Vytvářeno z Grundfos CAPS [2023.18.004]

3/3

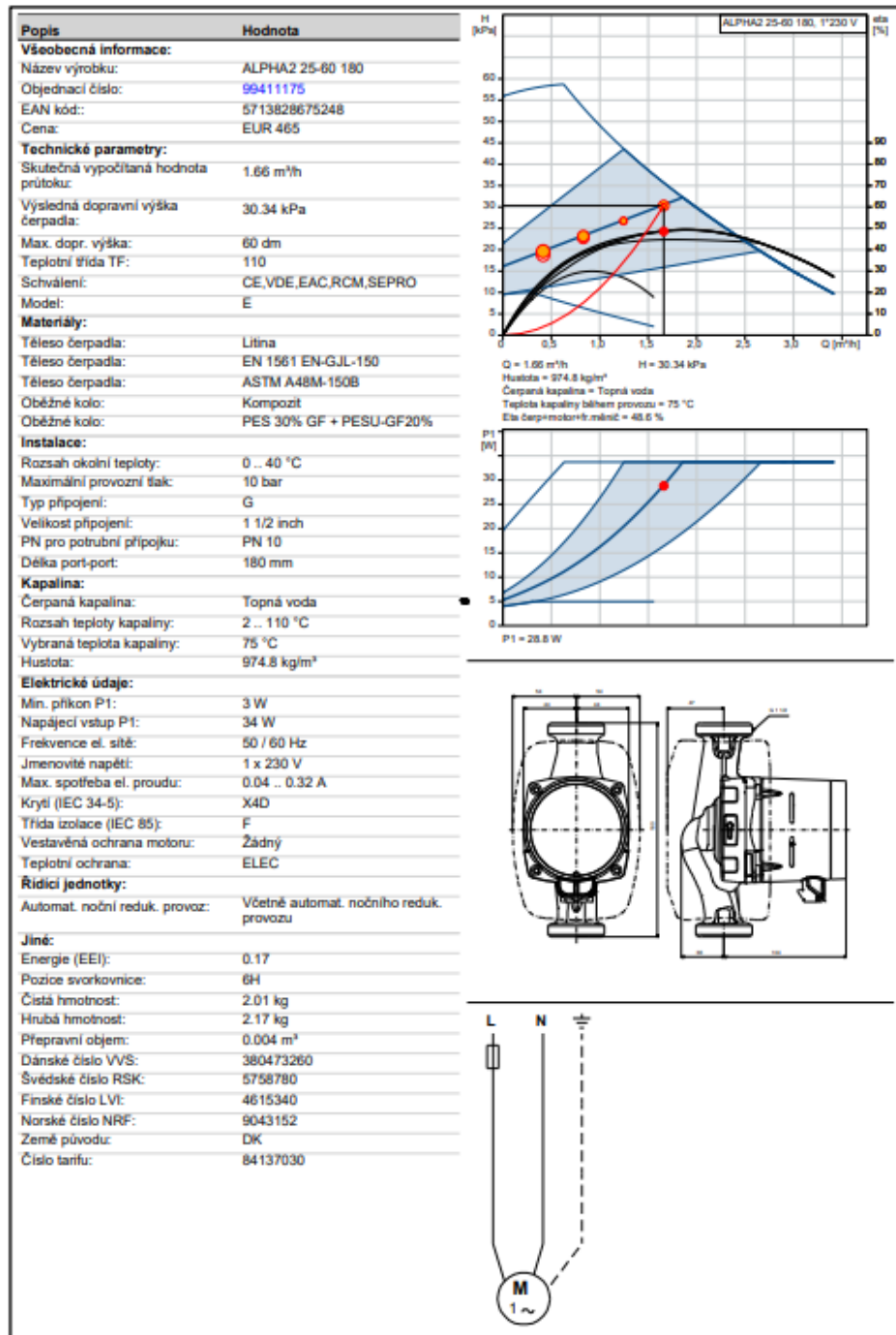
Obrázek 33: Návrh čerpadla pro větev 1. NP dle softwaru Grundfos [32]

B.12.2 Větev 2. NP

Tlaková ztráta: 30,34 kPa

Hmotnostní průtok: 1647 kg/h

Navrženo čerpadlo ALPHA2 25-60 180



Vytvářeno z Grundfos CAPS [2023.18.004]

3/3

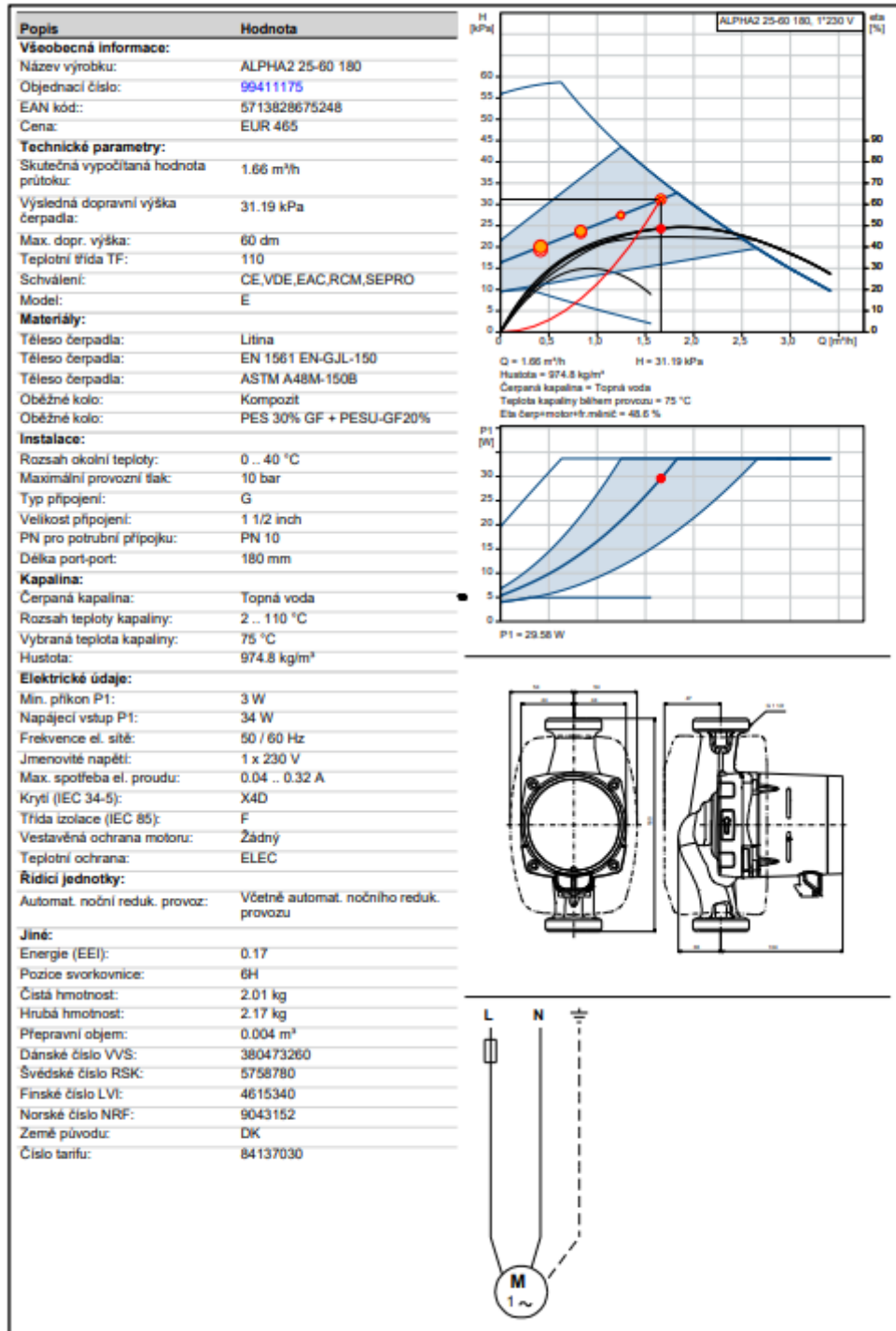
Obrázek 34: Návrh čerpadla pro větev 2. NP dle softwaru Grundfos [32]

B.12.3 Větev 3. NP

Tlaková ztráta: 31,19 kPa

Hmotnostní průtok: 1664 kg/h

Navrženo čerpadlo ALPHA2 25-60 180



Vytvářeno z Grundfos CAPS [2023.18.004]

3/3

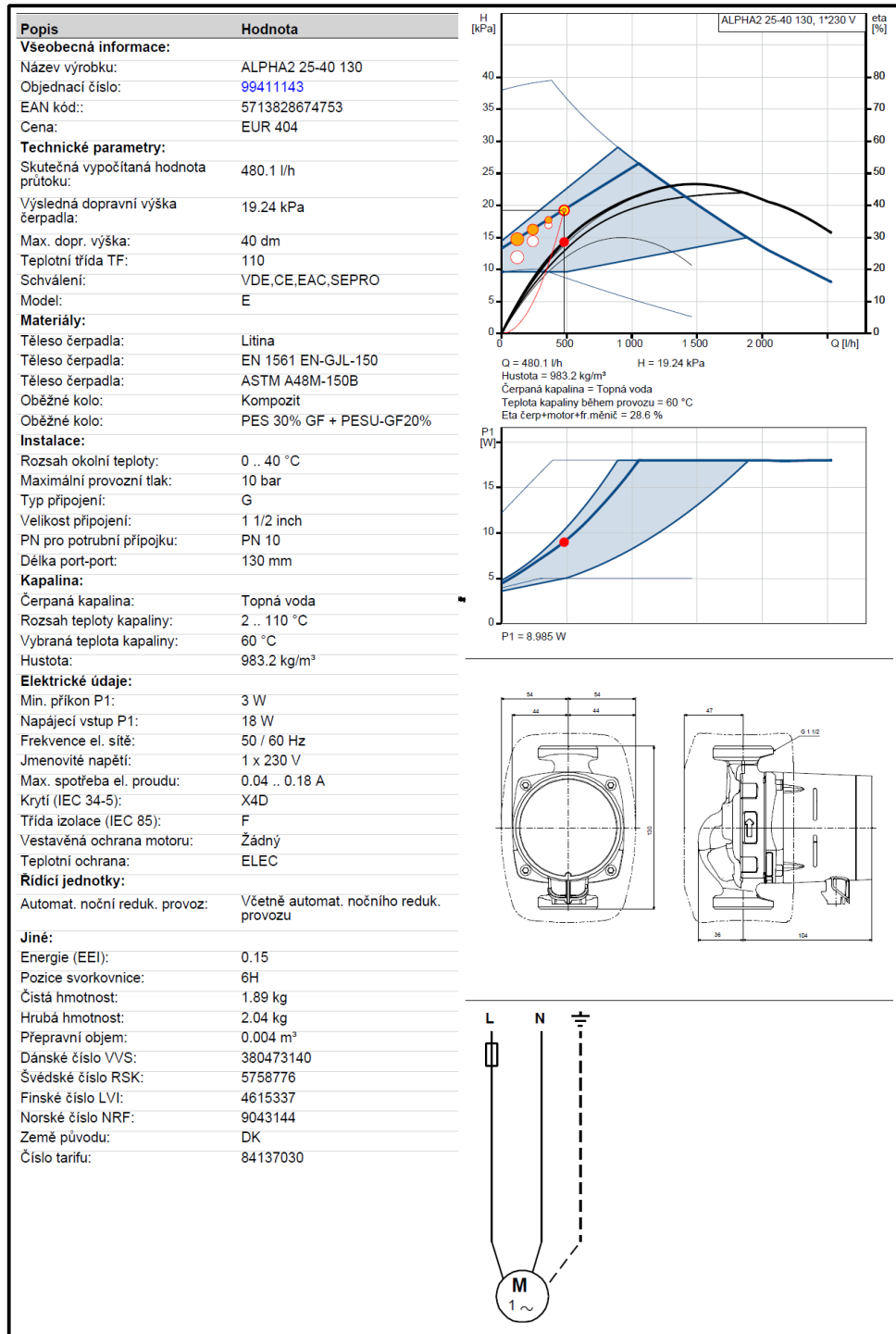
Obrázek 35: Návrh čerpadla pro větev 3. NP dle softwaru Grundfos [32]

B.12.4 Větev 4. NP

Tlaková ztráta: 19,23 kPa

Hmotnostní průtok: 480 kg/h

Navrženo čerpadlo ALPHA2 25-40 130



Obrázek 36: Návrh čerpadla pro větev 4. NP dle softwaru Grundfos [32]

B.12.5 Větev TV

Tlaková ztráta: 2,25 kPa

Hmotnostní průtok: 289,9 kg/h

Pro optimální návrh oběhového čerpadla je nutné zvýšit tlakovou ztrátu větve vyvažovacím ventilem.

Navržená tlaková ztráta ventilu $\Delta p = 15 \text{ kPa}$.

Návrh Kv hodnoty ventilu:

$$Kv = 0,01 \cdot \frac{q}{\sqrt{\Delta p}} = 0,01 \cdot \frac{289,9}{\sqrt{15}} = 0,749$$

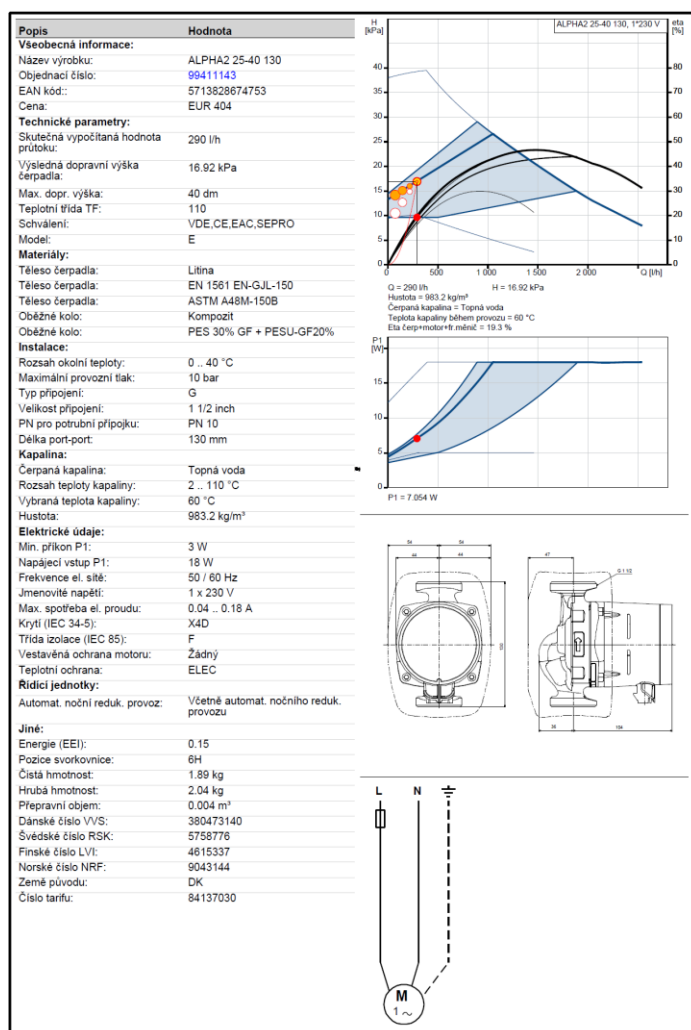
Navržen vyvažovací ventil STAD DN20, nastavení ventilu na 1 otáčku $Kv = 0,757$.

Skutečná ztráta ventilu:

$$\Delta p = \left(0,01 \cdot \frac{q}{Kv}\right)^2 = \left(0,01 \cdot \frac{289,9}{0,757}\right)^2 = 14,66 \text{ kPa}$$

Celková tlaková ztráta okruhu: 16,91 kPa.

Navrženo čerpadlo ALPHA2 25-40 130.



Obrázek 37: Návrh čerpadla pro větev TV dle softwaru Grundfos [32]

B.13 Návrh zařízení technické místnosti

B.13.1 Návrh kombinovaného rozdělovače a sběrače

Kombinovaný rozdělovač a sběrač je dvoukomorové těleso, které slouží k rozdělování a sbírání otopné vody. Přívodní a vratné potrubí jedné větve se napojí souběžně do kombinovaného rozdělovače, takže na ně lze jednoduše umístit trojcestný směšovací ventil, oběhové čerpadlo a jiné armatury.

Vstupní hodnoty:

Objemový průtok V: 4,95 m³/h

Výkon zdroje Q_p: 56 kW

Navržen rozdělovač a sběrač firmy Aqua product modul 80, na který bude osazeno pět větví. Čtyři větve pro vytápění a jedna pro ohřev teplé vody. Rozteč větví 250 mm.

Technická dokumentace rozdělovače a sběrače je součástí této práce. [P6]

Tabulka 15: Kombinovaný R+S [P6]

| Technická data při Δt = 20°C | | | | | | | | | |
|------------------------------|---------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Modul | | 80 | 100 | 120 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 |
| Průtok | m ³ /hod | 6 | 10 | 15 | 23 | 42 | 65 | 95 | 130 |
| Maximální výkon | kW | 120 | 250 | 350 | 550 | 1000 | 1500 | 2150 | 3000 |
| Max. prov. tlak | bar | 6 | 6 | 6 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| Hmotnost (závitový) | cca kg | 12 | 15 | 20 | 30 | 50 | 80 | 110 | 140 |
| Hmotnost (přírubový) | cca kg | 14 | 17 | 23 | 38 | 59 | 100 | 150 | 180 |
| Objednací číslo | | 10.1.1.1 | 10.1.2.1 | 10.1.3.1 | 10.1.4.1 | 10.1.5.1 | 10.1.6.1 | 10.1.7.1 | 10.1.8.1 |

B.13.2 Návrh hydraulického vyrovnávače dynamických tlaků

Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků zajistí vytvoření hydraulické stability otopné soustavy. Odděluje otopnou soustavu od kotlového okruhu. Vyruší se přebytek dynamického tlaku oběhových čerpadel kotlového okruhu přenášený do otopné soustavy.

Vstupní hodnoty:

Objemový průtok m: 4,95 m³/h

Navržen Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků od společnosti Aqua product: HVDT II.

Technická dokumentace HVDT je součástí této práce [P7]

Tabulka 16: HVDT [P7]

| Technická data | | HVDT5/4" | HVDT6/4" | HVDT 2" | HVDT I | HVDT II | HVDT III | HVDT IV | HVDT V | HVDT VI |
|------------------------|-------------------|----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Průtok | m ³ /h | 1,8 | 2,5 | 4 | 4 | 8 | 12 | 20 | 30 | 50 |
| Připojení vnější závit | G | 5/4" | 6/4" | 2" | - | - | - | - | - | - |
| Příruby a protipříruby | DN | - | - | - | 50 | 65 | 80 | 100 | 125 | 150 |
| Průměr tělesa D | mm | 89 | 108 | 108 | 108 | 159 | 219 | 219 | 273 | 324 |
| Průměr hrdla d | mm | 32 | 40 | 57 | 57 | 76 | 89 | 108 | 133 | 158 |
| Rozměr A | mm | 100 | 110 | 110 | 100 | 120 | 200 | 200 | 250 | 300 |
| Rozměr B | mm | 300 | 380 | 400 | 400 | 500 | 700 | 700 | 900 | 1 000 |
| Rozměr C | mm | 65 | 80 | 100 | 100 | 130 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| Výška L | mm | 485 | 600 | 600 | 1 050 | 1 200 | 1 550 | 1 550 | 1 800 | 1 950 |
| Rozměr S | mm | 169 | 208 | 208 | 400 | 400 | 500 | 500 | 560 | 620 |
| Hmotnost | kg | 6 | 10 | 15 | 20 | 35 | 50 | 60 | 80 | 100 |
| Objednací číslo | | 10.2.9.1 | 10.2.10.1 | 10.2.11.1 | 10.2.1.1 | 10.2.2.1 | 10.2.3.1 | 10.2.4.1 | 10.2.5.1 | 10.2.6.1 |

B.14 Návrh zabezpečovacích zařízení

B.14.1 Návrh expanzní nádoby

Expanzní nádoba umožňuje změny objemu obsažené vody v soustavě vlivem tepelné objemové roztažnosti bez nedovoleného zvýšení tlaku a zbytečných ztrát otopné vody.

Vstupní údaje:

| | |
|---|--------|
| Výška manometrické roviny h_{MR} : | 1,5 m |
| Výška otopné soustavy h : | 11,6 m |
| Maximální teplota otopné vody t_{max} : | 75 °C |
| Vstupní teplota otopné vody t_{min} : | 10 °C |
| Výkon kotlů Q_p : | 56 kW |

Objem vody v soustavě:

Objem vody v potrubí V_p :

Tabulka 17: Objem vody v potrubí

| Rozměr potrubí | Délka potrubí [m] | Objem vody na 1 m [l/m] | Objem vody [l] |
|----------------|-------------------|-------------------------|----------------|
| 15x1 | 309,6 | 0,13 | 41,18 |
| 18x1 | 98,3 | 0,20 | 19,76 |
| 22x1 | 217,5 | 0,31 | 68,30 |
| 28x1,5 | 65,7 | 0,49 | 32,26 |
| 35x1,5 | 59,6 | 0,80 | 47,92 |
| 42x1,5 | 3 | 1,20 | 3,59 |
| 54x2 | 2 | 1,96 | 3,92 |
| Celkem | | | 216,91 |

$$V_p = 216,91 \text{ l}$$

Objem vody v deskových otopných tělesech V_{OTD} :

Výkon deskových otopných těles: 35,46 kW

Objem vody v deskových otopných tělesech na 1 kW: 10 l

$$V_{OTD} = 35,46 \cdot 10 = 354,6 \text{ l}$$

Objem vody v trubkových otopných tělesech V_{OTT} :

Výkon trubkových otopných těles: 3,23 kW

Objem vody v trubkových otopných tělesech na 1 kW: 8 l

$$V_{OTT} = 3,23 \cdot 8 = 25,84 \text{ l}$$

Objem vody v konvektorech V_{OTK} :

Vodní objem konvektoru 150/140: 0,3 l/m

Vodní objem konvektoru 150/260: 0,6 l/m

Vodní objem konvektoru 150/320: 0,9 l/m

Celková délka konvektorů 150/140: 5,4 m

Celková délka konvektorů 150/260: 30,8 m

Celková délka konvektorů 150/320: 6 m

$$V_{OTK} = 0,3 \cdot 5,4 + 0,6 \cdot 30,8 + 0,9 \cdot 6 = 25,2 \text{ l}$$

Objem vody v ostatních zařízeních V_{OS} :

$$V_{OS} = 30 \text{ l}$$

Celkový objem otopné soustavy V_c :

$$V_c = V_p + V_{OTD} + V_{OTT} + V_{OTK} + V_{OS}$$

$$V_c = 216,91 + 354,6 + 25,84 + 25,2 + 30 = 652,55 \text{ l} \Rightarrow 0,652 \text{ m}^3$$

Expanzní objem:

$$V_e = 1,3 \cdot V_c \cdot n = 1,3 \cdot 0,652 \cdot 0,02551 = 0,0216 \text{ m}^3 \Rightarrow 21,6 \text{ l}$$

n – Koeficient zvětšení objemu vody, která se ohřívá ze vstupní teploty na maximální teplotu ($\Delta t = 65 \text{ }^\circ\text{C}$).

Tabulka 18: Součinitel zvětšení objemu [33]

| | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| $\Delta t = t_{max} - 10 \text{ [K]}$ | 20 | 30 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 |
| $n \text{ [-]}$ | 0,00401 | 0,00749 | 0,01169 | 0,01413 | 0,01672 | 0,01949 | 0,02243 | 0,02551 | 0,02863 |
| $\Delta t = t_{max} - 10 \text{ [K]}$ | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 | 105 | 110 | 115 |
| $n \text{ [-]}$ | 0,03198 | 0,03553 | 0,03916 | 0,04313 | 0,04704 | 0,05112 | 0,05529 | 0,05991 | 0,06435 |

Nejnižší dovolený provozní přetlak:

$$p_{ddov} \geq p_d$$

$$p_{ddov} \geq 1,1 \cdot h \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3}$$

$$p_{ddov} \geq 1,1 \cdot 11,6 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3}$$

$$p_{ddov} \geq 125,17 \text{ kPa} \Rightarrow \text{volím } 130 \text{ kPa}$$

Kde: p_d nejnižší provozní přetlak [kPa]

p_{ddov} nejnižší dovolený přetlak [kPa]

h výška otopné soustavy [m]

ρ hustota vody [kg/m³]

g tíhové zrychlení [m/s²]

Nejvyšší dovolený přetlak soustavy:

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

$$p_{hdov} \leq 300 - 1,5 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3}$$

$$p_{hdov} \leq 285,28 \text{ kPa} \Rightarrow \text{volím } p_h = 250 \text{ kPa}$$

Kde: p_{hdov} nejvyšší dovolený přetlak [kPa]

p_h nejvyšší provozní přetlak [kPa]

p_k minimální konstrukční přetlak prvků soustavy vztažený k manometrické rovině [kPa]

Předběžný objem expanzní nádoby:

$$V_{ep} = \frac{V_e \cdot (p_h + 100)}{(p_h - p_d)} = \frac{0,0216 \cdot (250 + 100)}{(250 - 130)} = 0,063 \text{ m}^3$$

Kde: V_{ep} expanzní objem [m³]

Průměr expanzního potrubí:

$$d_p = 10 + 0,6 \cdot Q_p^{0,5} = 10 + 0,6 \cdot 56^{0,5} = 14,5 \text{ mm} \Rightarrow \text{Návrh } 18 \times 1$$

Kde: d_p vnitřní průměr potrubí [mm]

Q_p výkon kotlů [kW]

Navržena expanzní nádoba HS080 – Regulus o objemu 80 l

Technická dokumentace expanzní nádoby je přílohou této práce [P8]

B.14.2 Návrh pojistného ventilu

Pojistný ventil zaručuje ochranu soustavy před překročením nejvyššího dovoleného přetlaku.

Vstupní údaje:

| | |
|---|-------------------------|
| Výkon kotle Q_p : | 26 kW |
| Otevírací přetlak pojistného ventilu p_{ot} : | 250 kPa |
| Výtokový součinitel a_v : | 0,580 |
| Konstanta syté páry K : | 1,26 kW/mm ² |
| Součinitel zvětšení sedla a : | 1,34 |

Průřez sedla pojistného ventilu:

$$A_o = \frac{Q_p}{a_v \cdot K} = \frac{26}{0,58 \cdot 1,26} = 35,57 \text{ mm}^2$$

Ideální průměr pojistného ventilu:

$$d_i = 2 \cdot \left(\frac{A_o}{\pi}\right)^{0,5} = 2 \cdot \left(\frac{35,57}{\pi}\right)^{0,5} = 6,73 \text{ mm}$$

Skutečný průměr sedla pojistného ventilu:

$$d_o = a \cdot d_i = 1,34 \cdot 6,73 = 9,01 \text{ mm}$$

Vnitřní průměr pojistného potrubí:

$$d_p = 15 + 4 \cdot \sqrt{Q_p} = 15 + 1,4 \cdot \sqrt{26} = 22,14 \text{ mm}$$

Navržen pojistný ventil DUCOTECH DN20.

Technická dokumentace pojistného ventilu je součástí přílohy této práce [P9]

B.15 Roční spotřeba tepla a paliv

B.15.1 Příprava teplé vody

Vstupní údaje:

| | |
|---|----------------------|
| Místo stavby: | Pelhřimov |
| Počet dnů v otopném období d : | 257 |
| Spotřeba teplé vody V : | 0,925 m ³ |
| Výstupní teplota vody t_2 : | 55 °C |
| Vstupní teplota vody v zimě $t_{sv,Z}$: | 10 °C |
| Vstupní teplota vody v létě $t_{sv,L}$: | 15 °C |
| Účinnost distribuce energie n_{distr} : | 55% |
| Účinnost zdroje energie n_{zdroj} : | 92% |

Požadovaná (využitelná) energie:

$$E_{TV,d} = V \cdot c \cdot (t_2 - t_1) = 0,925 \cdot 1,163 \cdot (55 - 10) = 48,4 \text{ kWh/den}$$

Korekce na proměnlivou teplotu vstupní vody:

$$k_t = \frac{t_2 - t_{sv,L}}{t_2 - t_{sv,Z}} = \frac{55 - 15}{55 - 10} = 0,89$$

Roční potřeba tepla:

$$E_{TV} = E_{TV,d} \cdot d + k_t \cdot E_{TV,d} \cdot (350 - d) = 48,4 \cdot 257 + 0,89 \cdot 48,4 \cdot (350 - 257) = 16,44 \text{ MWh/r}$$

Roční spotřeba energie:

$$E_{TV,sk} = \frac{E_{TV}}{n_{zdroj} \cdot n_{distr}} = \frac{16,44}{0,92 \cdot 0,55} = 32,5 \text{ MWh/r}$$

B.15.2 Vytápění

Vstupní údaje:

| | |
|--|------------------------|
| Tepelná ztráta budovy Q_t : | 50,05 kW |
| Výpočtová vnitřní teplota t_i : | 20 °C |
| Výpočtová venkovní teplota t_e : | -15 °C |
| Průměrná venkovní teplota t_{es} : | 3 °C |
| Počet dnů v otopném období d : | 257 |
| Součinitel vyjadřující nesoučasnost infiltrace ε : | 0,9 |
| Součinitel vyjadřující snížení vliv přerušovaného vytápění v noci nebo o sobotách a nedělích e : | $0,8 \cdot 0,8 = 0,64$ |

Měrná tepelná ztráta prostupem a infiltrací:

$$H_{T+1} = \frac{Q_t}{\Delta t} = \frac{50,05}{35} = 1430 \text{ W/K}$$

Počet denostupňů:

$$D = d \cdot (t_i - t_{es}) = 257 \cdot (20 - 3) = 4369 \text{ W}$$

Požadovaná energie pro vytápění:

$$E = 24 \cdot \varepsilon \cdot e \cdot D \cdot H_{T+1} = 24 \cdot 0,9 \cdot 0,64 \cdot 4369 \cdot 1430 = 86,37 \text{ MWh/r}$$

Spotřeba energie:

$$E_{UT} = \frac{E}{n_{zdroj} \cdot n_{distr}} = \frac{86,37}{0,92 \cdot 0,95} = 98,82 \text{ MWh/r}$$

B.15.3 Roční spotřeba paliva

Výhřevnost zemního plynu H : 35 MJ/m³

$$E_c = 3600 \cdot \frac{E_{TV,sk} + E_{UT}}{H} = 3600 \cdot \frac{32,5 + 98,82}{35} = 13507,2 \text{ m}^3/\text{r}$$

Celková roční spotřeba zemního plynu je 13507,2 m³/rok.

C. Technická zpráva

C.1 Základní informace

Projekt řeší návrh otopné soustavy a přípravu teplé vody administrativní budovy, která se nachází v průmyslové části města Pelhřimov. Objekt má 1 podzemní podlaží a 4 nadzemní podlaží o celkové podlahové ploše 1426,5 m². V 1. PP se nachází technická místnost a skladovací prostory. V 1. NP se nachází vstup do objektu, prodejna, zámečnická dílna a sklad výrobků. V 2. NP až 4. NP se nachází kancelářské prostory.

C.1.1 Konstrukční řešení

Obvodový nosný systém objektu je zhotoven z broušených cihelných bloků a CPP doplněných železobetonovými sloupy v místech zvýšeného zatížení. Konstrukce na styku s exteriérem je izolována pomocí EPS tl. 160 mm.

Vnitřní nosné zdivo je zhotoveno z broušených cihelných bloků. Stropní konstrukce nad skladem výrobků je zhotovena z betonových panelů s minerální izolací tl. 160 mm, ostatní stropní konstrukce jsou zhotoveny jako železobetonová deska. Střecha je plochá jednoplášťová izolována pomocí EPS tl. 260 mm.

C.1.2 Popis provozu

Jedná se o administrativní budovu využívanou celoročně, převážně od pondělí do pátku.

C.1.3 Podklady pro zpracování projektu

Podkladem pro zpracování projektu je výkresová dokumentace objektu, platné technické normy a technická dokumentace použitých zařízení a výrobků.

C.1.4 Rozsah projektu

Obsahem projektu je návrh otopné soustavy a přípravy teplé vody.

C.2 Tepelné ztráty a potřeba tepla

C.2.1 Klimatické podmínky

| | |
|-----------------------------|-------------|
| Místo stavby: | Pelhřimov |
| Nadmořská výška: | 499 m n. m. |
| Výpočtová venkovní teplota: | -15 °C |
| Počet dnů v otopném období: | 257 |

C.2.2 Vnitřní návrhové podmínky

Vnitřní návrhové teploty jsou stanoveny dle ČSN EN 12831-1 s ohledem na tepelnou pohodu uživatelů objektu.

1. PP

Technická místnost: 10 °C

Sklady: 10 °C

1. NP

Prodejna: 20 °C

Dílna: 20 °C

WC: 20 °C

Chodby: 15 °C

Zádveří: 10 °C

Sklad výrobků: -6 °C

2. NP – 4. NP

Hygienické zázemí: 24 °C

Kanceláře: 20 °C

Chodby: 18 °C

C.2.3 Tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí

Navržené konstrukce splňují požadavky pro součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540–2:2011. Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy je 0,283 W/(m² · K)

C.2.4 Tepelné ztráty budovy

Celková tepelná ztráta objektu činí 50,04 kW.

Výpočet tepelných ztrát byl proveden pro všechny místnosti v softwaru Microsoft Excel dle ČSN EN 12831-1.

C.2.5 Požadovaný tepelný výkon

Požadovaný tepelný výkon pro vytápění: 54,5 kW.

Požadovaný tepelný výkon pro ohřev teplé vody: 3,03 kW

C.2.6 Parametry teplotní látky

Teplotní látkou soustavy je voda. Pro otopnou soustavu i pro ohřev teplé vody je navržen teplotní spád 75/65 °C.

C.2.7 Spotřeba energie a paliva pro vytápění a ohřev teplé vody

| | |
|--------------------------------------|-----------------------------|
| Spotřeba tepla pro vytápění: | 98,82 MWh/rok |
| Spotřeba tepla pro ohřev teplé vody: | 32,5 MWh/rok |
| Spotřeba paliva celkem (zemní plyn): | 13507,2 m ³ /rok |

C.3 Zdroj tepla a příprava teplé vody

Zdrojem tepla pro systém vytápění a ohřev teplé vody je kaskáda dvou plynových závěsných kotlů THERM 28 LXZE.A o jmenovitém výkonu 28 kW. Kotle jsou v provedení typu C, tzn. odvod spalin i přívod spalovacího vzduchu je zajištěn koaxiálním potrubím vyvedeným nad střechu objektu. Kotle jsou umístěny v 1. PP v místnosti č. -1.04 Technická místnost.

Pro ohřev teplé vody je navržen nepřímotopný zásobník Regulus RBC 750 o užitém objemu 748 l.

C.3.1 Odkouření

Pro odkouření kotlů je navržen sdružený odtah spalin Ø 160 mm od společnosti Thermona. Systém odkouření je vyveden min. 1000 mm nad lícem střechy objektu, kde bude ukončen hlavicí.

C.3.2 Větrání technické místnosti

Větrání technické místnosti je zajištěno sklepním světlíkem.

C.4 Otopná soustava

C.4.1 Popis otopné soustavy

Otopná soustava je navržena jako teplovodní, dvourubková s teplotním spádem 75/65 °C a nuceným oběhem otopné vody. Soustava je rozdělena na pět větví vedoucích z rozdělovače a sběrače, z toho čtyři větve jsou určeny pro vytápění objektu a jedna pro ohřev teplé vody. Mezi kotli a rozdělovačem a sběračem je umístěn hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků.

Větve určené pro vytápění objektu jsou vedeny z rozdělovače a sběrače do stoupacího potrubí a následně do jednotlivých pater objektu. Rozvody ze stoupacího potrubí k otopným tělesům jsou vedeny v konstrukci podlahy.

Potrubí je měděné a izolované. Délková dilatace potrubí na dlouhých přímých trasách rozvodů v 2. NP a 3. NP je kompenzována U kompenzátory.

C.4.2 Tepelná izolace

Tepelná izolace potrubí je provedena z minerální vlny PIPO ALS. Návrh tloušťek proveden pomocí softwaru TZB-info: Výpočet tepelné ztráty potrubí s izolací. Tloušťky izolace vyhovují požadavkům vyhlášky č. 193/2007.

C.4.3 Otopná tělesa

Otopná tělesa jsou navržena v závislosti na tepelných ztrátách jednotlivých místností tak, aby výkon těles v místnosti byl vyšší než tepelná ztráta. Návrh těles byl proveden s pomocí softwaru od společnosti KORADO. Teplotní spád otopných těles je 75/65 °C.

Navržená otopná tělesa jsou převážně desková otopná tělesa RADIK VK a konvektory OPTIMAL FKO, v hygienických zázemích jsou navržena trubková otopná tělesa KLT-M.

Celkový navržený výkon otopných těles je 54,5 kW.

C.4.4 Oběhová čerpadla

Oběhová čerpadla jsou umístěna na patě každé větve z rozdělovače a sběrače. Návrh byl proveden dle hmotnostního průtoku a tlakové ztráty dané větvě v softwaru od společnosti Grundfos pro návrh oběhových čerpadel. Navržená čerpadla jsou řady ALPHA2.

C.4.5 Zabezpečovací zařízení

Pro zajištění ochrany soustavy před překročením nejvyššího dovoleného přetlaku jsou navrženy pojistné ventily DUCOTECH DN20 o otevíracím přetlaku 250 kPa.

Pro zajištění ochrany před objemovými změnami otopné vody v soustavě je navržena expanzní nádoba Regulus HS080 o objemu 80 l. Rozměr expanzního potrubí je navržen 18x1.

C.4.6 Příprava teplé vody

Pro přípravu teplé vody je navržen nepřímotopný zásobníkový ohřivač Regulus RBC 750.

C.4.7 Plnění a vypouštění otopné soustavy

Plnění otopné soustavy bude prováděno pitnou vodou z vodovodní přípojky pomocí automatické blokové úpravny vody, která je součástí soustavy ZTI.

Vypouštění otopné soustavy bude prováděno pomocí vypouštěcích kohoutů umístěných na jednotlivých větvích nebo lze vypouštět celou soustavu pomocí vypouštěcích kohoutů umístěných na HVDT a rozdělovači a sběrači.

C.4.8 Regulace otopné soustavy

Regulace otopných větví soustavy je řešena kvalitativní regulací pomocí trojcestných směšovacích ventilů ESBE VRG 131, umístěných na patě jednotlivých větví.

Hydraulické vyvážení otopné soustavy je provedeno pomocí ventilů VENTIL KOMPAKT v deskových otopných tělesech, Multilux 4 – Set s hlavicí Halo v trubkových otopných tělesech a V-exact II v konvektorech.

C.4.9 Měření spotřeby tepla

Měřiče tepla jsou umístěny na patě každé větve pro vytápění jednotlivých pater. Pro každou větev je navržen měřič tepla Siemens WFM 502-E000H0 DN20 o jmenovitém průtoku 1,5 m³/h.

C.5 Požadavky na ostatní profese

C.5.1 Stavební práce

Svislé rozvody potrubí budou vedeny instalační šachtou. Rozvody potrubí v jednotlivých patrech musí být vyhotoveny a provedena tlaková zkouška před realizací konstrukce podlahy. Potrubí procházející stěnou musí být opatřeno chráničkou.

C.5.2 Zdravotechnika a plynoinstalace

Do technické místnosti bude přivedeno vodovodní potrubí napojené na zásobníkový ohřívač a00A0automatickou blokovou úpravnu vody.

V technické místnosti bude zhotovena podlahová vpust'.

Kotle budou připojeny na rozvod plynového potrubí.

C.5.3 Elektroinstalace

Bude zajištěno napojení jednotlivých zařízení technické místnosti do elektrické sítě.

C.7 Montáž a uvedení do provozu

Montáž jednotlivých prvků otopné soustavy musí být provedena dle předepsaných montážních postupů výrobců a musí být dodrženy zásady BOZP.

Montáž smí provádět pouze dostatečně kvalifikovaná osoba, která je držitelem patřičných osvědčení o kvalifikaci k provádění dané činnosti.

C.7.1 Zkoušky

Zkoušky otopné soustavy budou prováděny dle ČSN 06 0310.

Před vyzkoušením a uvedením do provozu musí být všechna zařízení propláchnuta.

Zkouška těsnosti

Zkoušku těsnosti je nutné provést před zazděním prostupů konstrukcemi, zakrytím rozvodů a provedení izolací.

Zkouška se provede napuštěním soustavy na maximální dovolený přetlak a řádně se odvzdušní. Následně se minimálně po dobu 6 hodin vizuálně kontroluje těsnost soustavy a pokles tlaku v soustavě. Zkoušku považujeme za úspěšnou, pokud se po uplynutí zkušební doby neprojeví žádné netěsnosti nebo pokles tlaku v soustavě.

Dilatační zkouška

Dilatační zkoušku je nutné provést před zazděním prostupů konstrukcemi, zakrytím rozvodů a provedení izolací.

Zkouška se provede zahřátím teplotnosné látky na nejvyšší dovolenou teplotu a poté se nechá vychladnout na teplotu okolního vzduchu. Tento postup bude zopakován ještě jednou. Zkouška se považuje za úspěšnou, pokud se neprojeví žádné netěsnosti ani únik vody.

Topná zkouška

Před topnou zkouškou je nutné provést dilatační zkoušku.

Při zkoušce kontrolujeme, zda otopná soustava funguje dle projektovaných parametrů. Kontrolujeme zejména správnou funkci armatur, rovnoměrné ohřívání otopných těles, funkci zabezpečovacích zařízení a zda projektované zařízení pokryje potřeby tepla.

C.8 Obsluha a ovládání

Zařízení je určeno pro občasnou obsluhu jednou osobou. Tato osoba musí být odborně vyškolená a seznámená s provozními, bezpečnostními a technickými požadavky týkajícími se jednotlivých zařízení. Jednou za rok je nezbytné provést kontrolu tlaku v expanzních nádobách. Před začátkem topné sezóny je nutné provést odvzdušnění celého systému. Pravidelně je také třeba provádět kontrolu a čištění filtrů. Dále je zapotřebí monitorovat kvalitu vody a doplňovat potřebné chemikálie.

C.9 Bezpečnost, ochrana zdraví a životního prostředí

C.9.1 Ochrana životního prostředí

Realizace a provozu soustavy nemá negativní vliv na životní prostředí.

C.9.2 Hospodaření s odpady

Při realizaci a provozu soustavy je nutné plnit požadavky na hospodaření s odpady dle zákona č. 541/2020 Sb.

C.9.3 Bezpečnost při realizaci

Zhotovitel musí při realizaci zajistit splnění požadavků dle zákona č. 262/2006 Sb. a vyhlášky č. 591/2006 Sb.

C.9.4 Požární ochrana

Nejsou kladeny žádné zvláštní požadavky na požární ochranu.

Závěr

Hlavním cílem bakalářské práce bylo navrhnout systém vytápění a přípravu teplé vody pro administrativní budovu ve městě Pelhřimov. Práce je rozdělena na 3 části.

Teoretická část této práce se zabývá konvektory. Byl zde popsán princip fungování konvektorů a jejich dělení. Dále jsou popisovány specifikace podlahových konvektorů, kde se zabývá jejich konstrukčními prvky, vlivem umístění výměníku, montáží, hlučností a designovými moduly.

Výpočtová část se zabývá samotným návrhem systému vytápění a přípravy teplé vody pro daný objekt. Budova má čtyři nadzemní podlaží a jedno podzemní podlaží. V 1. PP se nachází technická místnost a skladovací prostory, toto podlaží není vytápěné. V 1. NP se nachází vstup do objektu, prodejna, zámečnická dílna a sklad výrobků. V 2. NP až 4. NP se nachází kancelářské prostory. Otopná soustava je navržena jako teplovodní, dvoutrubková s teplotním spádem 75/65 °C a nuceným oběhem otopné vody. Soustava je rozdělena na pět větví vedoucích z rozdělovače a sběrače. Potrubí je měděné a izolované. Zdrojem tepla je kaskáda dvou plynových závěsných kotlů THERM 28 LXZE.A o jmenovitém výkonu 28 kW. Pro ohřev teplé vody je navržen nepřímotopný zásobník Regulus RBC 750 o užitém objemu 748 l. Pro pokrytí tepelných ztrát místností jsou navržena převážně desková otopná tělesa RADIK VK. V reprezentačních místnostech jsou navrženy podlahové konvektory KORAFLEX OPTIMAL FKO a v hygienických zázemích trubková otopná tělesa KORALUX LINEAR COMFORT.

Projektová část řeší technickou zprávu a projektovou dokumentaci k navrženému systému vytápění a přípravě teplé vody v daném objektu.

Seznam použitých zdrojů

1. *Topeni-topenari.eu: Konvektory* [online]. [cit. 2023-05-25]. Dostupné z: <https://www.topeni-topenari.eu/topeni/otopna-telesa/konvektory>
2. *Vytapeni.tzb-info.cz: zaklady-podlahoveho-vytapeni-a-chlazení-cast-5-podlahove-konvektory* [online]. [cit. 2023-05-25]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/podlahove-vytapeni/19300-zaklady-podlahoveho-vytapeni-a-chlazení-cast-5-podlahove-konvektory>
3. *Vetrani.tzb-info.cz: 119076-podlahovy-konvektor-ocenite-i-v-lete* [online]. [cit. 2023-05-25]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/119076-podlahovy-konvektor-ocenite-i-v-lete>
4. *Vytapeni.tzb-info.cz: 11218-konvektory-a-nizkoteplotni-zdroje-vytapeni* [online]. [cit. 2023-05-25]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/otopne-plochy/11218-konvektory-a-nizkoteplotni-zdroje-vytapeni>
5. *Topeni-topenari.eu: samostojne* [online]. [cit. 2023-05-25]. Dostupné z: <https://www.topeni-topenari.eu/topeni/otopna-telesa/konvektory/samostojne/>
6. *Ekatalogy.korado.cz: CZ_katalog_KORALINE* [online]. [cit. 2023-05-25]. Dostupné z: http://ekatalogy.korado.cz/katalogy/CZ_KATALOGY_ONLINE/CZ_katalog_KORALINE/CZ_katalog_KORALINE.html
7. *Vytapeni-klimatizace.bydleniprokazdeho.cz: nove-nastenne-a-samostojne-konvektory-minib* [online]. [cit. 2023-05-25]. Dostupné z: <https://vytapeni-klimatizace.bydleniprokazdeho.cz/alternativni-a-ekologicke-tepelne-zdroje/nove-nastenne-a-samostojne-konvektory-minib>
8. *Topeni-topenari.eu: nastenne* [online]. [cit. 2023-05-25]. Dostupné z: <https://www.topeni-topenari.eu/topeni/otopna-telesa/konvektory/nastenne/>
9. *Ekatalogy.korado.cz: CZ_Katalog%20Konvektory%2005_2020* [online]. [cit. 2023-05-25]. Dostupné z: http://ekatalogy.korado.cz/katalogy/CZ_KATALOGY_ONLINE/CZ_Katalog%20Konvektory/CZ_Katalog%20Konvektory%2005_2020.html
10. *Vodateplo.cz: nastenny-konvektor-jaga-strada-350x2400-typ-11-twin-barva-standard-strw035-240-11* [online]. [cit. 2023-05-25]. Dostupné z: <https://www.vodateplo.cz/nastenny-konvektor-jaga-strada-350x2400-typ-11-twin-barva-standard-strw035-240-11>
11. *Minib.cz: sk-2U2AQQ* [online]. [cit. 2023-05-25]. Dostupné z: <https://www.minib.cz/cs/product/sk-2U2AQQ>
12. *Ekatalogy.korado.cz: CZ_katalog_KORAFLEX* [online]. [cit. 2023-05-25]. Dostupné z: http://ekatalogy.korado.cz/katalogy/CZ_KATALOGY_ONLINE/CZ_katalog_KORAFLEX/CZ_katalog_KORAFLEX.html
13. *Vytapeni.tzb-info.cz: 7348-podlahove-konvektory* [online]. [cit. 2023-05-25]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/kotle-kamna-krby/7348-podlahove-konvektory>

14. *Cs.puntomariner.com: floor-mounted-convectors-types-advantages* [online]. [cit. 2023-05-25]. Dostupné z: <https://cs.puntomariner.com/floor-mounted-convectors-types-advantages/>
15. *Topeni-topenari.eu: podlahove* [online]. [cit. 2023-05-25]. Dostupné z: <https://www.topeni-topenari.eu/topeni/otopna-telesa/konvektory/podlahove/>
16. *Denik.cz: borici-mytu-ve-vytapeni-konvektory-korado-20160906.html* [online]. [cit. 2023-05-25]. Dostupné z: <https://www.denik.cz/reklama/borici-mytu-ve-vytapeni-konvektory-korado-20160906.html>
17. *Topeni-topenari.eu: teplovodni* [online]. [cit. 2023-05-25]. Dostupné z: <https://www.topeni-topenari.eu/topeni/otopna-telesa/konvektory/teplovodni/>
18. *Isan.cz: ISAN_TERMO-technicky-katalog* [online]. [cit. 2023-05-25]. Dostupné z: https://www.isan.cz/getattachment/Produkty/Termo/ISAN_TERMO-technicky-katalog.pdf.aspx
19. *Topeni-topenari.eu: teplovzdušne* [online]. [cit. 2023-05-25]. Dostupné z: <https://www.topeni-topenari.eu/topeni/otopna-telesa/konvektory/teplovzdušne/>
20. *Vytapeni.tzb-info.cz: 938-konvektory-v-otopnych-soustavach* [online]. [cit. 2023-05-25]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/938-konvektory-v-otopnych-soustavach>
21. *Usby.cz: princip-topeni-a-uspory-vytapeni-infrapanely-popis-prehledne-jasne* [online]. [cit. 2023-05-25]. Dostupné z: <https://www.usby.cz/o-infratopeni-wellina-vyhody-nevyhody-princip-zapojeni-umisteni-regulace-pouziti/princip-topeni-a-uspory-vytapeni-infrapanely-popis-prehledne-jasne/>
22. *Ceskestavby.cz: 11-duvodu-proc-instalovat-otopne-konvektory-licon-22843* [online]. [cit. 2023-05-25]. Dostupné z: <https://www.ceskestavby.cz/clanky/11-duvodu-proc-instalovat-otopne-konvektory-licon-22843.html>
23. *Elvl.cz: clanek-14* [online]. [cit. 2023-05-25]. Dostupné z: <https://www.elvl.cz/onas/clanek-14.php>
24. *Builder.techinfus.com: ustanovka-konvektorov-otopeniya* [online]. [cit. 2023-05-25]. Dostupné z: <https://builder.techinfus.com/cs/radiatory/ustanovka-konvektorov-otopeniya.html>
25. *Ekatalogy.korado.cz: CZ_Katalog_RADIK* [online]. [cit. 2023-05-25]. Dostupné z: http://ekatalogy.korado.cz/katalogy/CZ_KATALOGY_ONLINE/CZ_Katalog_RADIK/CZ_Katalog_RADIK.html
26. *Ekatalogy.korado.cz: CZ_katalog%20KORALUX* [online]. [cit. 2023-05-25]. Dostupné z: http://ekatalogy.korado.cz/katalogy/CZ_KATALOGY_ONLINE/CZ_katalog%20KORALUX
27. *Thermona.cz: sdruzeny-odtah-160-45-kda* [online]. [cit. 2023-05-25]. Dostupné z: <https://www.thermona.cz/prislusenstvi/odtahy-spalin/odkoureni-kaskady-kotlu/sdruzeny-odtah-160-45-kda>

28. *Imi-hydronic.com: multilux-4-set-s-hlavici-halo* [online]. [cit. 2023-05-25]. Dostupné z: <https://www.imi-hydronic.com/cs/product/multilux-4-set-s-hlavici-halo>
29. *Imi-hydronic.com: v-exact-ii* [online]. [cit. 2023-05-25]. Dostupné z: <https://www.imi-hydronic.com/cs/product/v-exact-ii>
30. *Vytapeni.tzb-info.cz: 44-vypocet-tepelne-ztraty-potrubi-s-izolaci* [online]. [cit. 2023-05-25]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/44-vypocet-tepelne-ztraty-potrubi-s-izolaci>
31. *Schiessl.cz: soubor-montazni-navod-pro-medene-potrubi-6280* [online]. [cit. 2023-05-25]. Dostupné z: <https://www.schiessl.cz/soubor-montazni-navod-pro-medene-potrubi-6280-.pdf>
32. *Product-selection.grundfos.com: cz* [online]. [cit. 2023-05-25]. Dostupné z: <https://product-selection.grundfos.com/cz>
33. *Vytapeni.tzb-info.cz: 1156-navrh-expanzni-nadoby* [online]. [cit. 2023-05-25]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/teorie-a-schemata/1156-navrh-expanzni-nadoby>

Seznam obrázků

| | |
|--|----|
| Obrázek 1: Princip cirkulace vzduchu v konvektoru [22] | 13 |
| Obrázek 2: Princip cirkulace vzduchu v místnosti [21] | 13 |
| Obrázek 3: Příklad podlahových konvektorů KORADO [12] | 14 |
| Obrázek 4: příklad otopných lavic KORADO | 15 |
| Obrázek 5: příklad nástěnného konvektoru KORADO (vlevo) [9] a nástěnného konvektoru JAGA STRADA (vpravo) [10] | 16 |
| Obrázek 6: příklad fasádního konvektoru KORADO | 17 |
| Obrázek 7: příklad zabudovaného výměníku minib [11] | 17 |
| Obrázek 8: Schéma přirozeného proudění vzduchu kolem konvektoru [23] | 18 |
| Obrázek 9: schéma proudění vzduchu podpořené ventilátorem [24] | 18 |
| Obrázek 10: Teplovodní konvektor s čtyřtrubkovým zapojením pro vytápění a chlazení [12] | 19 |
| Obrázek 11: Teplovodní konvektor s dvoutrubkovým zapojením pro vytápění [12] | 19 |
| Obrázek 12: Příklad teplovzdušného konvektoru ISAN TERMO | 20 |
| Obrázek 13: Prvky podlahového konvektoru KORADO [12] | 21 |
| Obrázek 14: Schéma umístění výměníku na straně místnosti [20] | 22 |
| Obrázek 15: Schéma středového umístění výměníku [20] | 22 |
| Obrázek 16: Schéma umístění výměníku na straně okna [20] | 23 |
| Obrázek 17: Příklad podlahového konvektoru do vlhkého prostředí KORADO [12] | 23 |
| Obrázek 18: Příklad montáže konvektoru KORADO [12] | 24 |
| Obrázek 19: Umístění absorpční fólie na konvektor [12] | 25 |
| Obrázek 20: Příklad napojení konvektoru na sloup [12] | 26 |
| Obrázek 21: Rohové dílce KORADO [12] | 26 |
| Obrázek 22: Schéma provedení obloukových a úhlových konvektorů [12] | 27 |
| Obrázek 23: Příklady provedení krycích mřížek KORADO [12] | 27 |
| Obrázek 24: Deskové topné těleso RADIK VK [25] | 55 |
| Obrázek 25: Trubkové otopné těleso KORALUX LINEAR COMFORT – M [26] | 56 |
| Obrázek 26: Podlahový konvektor KORAFLEX OPTIMAL FKO [12] | 57 |
| obrázek 27: Sdružený odtah spalin Thermona [27] | 66 |
| Obrázek 28: Graf pro určení nastavení ventilu – desková otopná tělesa [25] | 67 |
| Obrázek 29: Graf pro určení nastavení ventilu – trubková otopná tělesa [28] | 68 |
| Obrázek 30: Graf pro určení nastavení ventilu – Konvektory [29] | 69 |
| Obrázek 31: Technické specifikace měřiče tepla [P4] | 77 |
| Obrázek 32: Návrh izolací potrubí pomocí softwaru TZB info [30] | 80 |
| Obrázek 33: Návrh čerpadla pro větev 1. NP dle softwaru Grundfos [32] | 82 |
| Obrázek 34: Návrh čerpadla pro větev 2. NP dle softwaru Grundfos [32] | 83 |
| Obrázek 35: Návrh čerpadla pro větev 3. NP dle softwaru Grundfos [32] | 84 |
| Obrázek 36: Návrh čerpadla pro větev 4. NP dle softwaru Grundfos [32] | 85 |
| Obrázek 37: Návrh čerpadla pro větev TV dle softwaru Grundfos [32] | 86 |

Seznam tabulek

| | |
|--|----|
| Tabulka 1: Výpočet součinitelů prostupu tepla konstrukcí | 31 |
| Tabulka 2: Přehled součinitelů prostupů tepla..... | 36 |
| Tabulka 3: Výpočet tepelných ztrát pro místnosti v 1. NP..... | 39 |
| Tabulka 4: Přehled tepelných ztrát jednotlivých místností..... | 49 |
| Tabulka 5: Návrh jednotlivých otopných těles..... | 58 |
| Tabulka 6: Potřeba teplé vody během dne | 64 |
| Tabulka 7: Odběrový diagram teplé vody | 64 |
| Tabulka 8: Dimenzování a hydraulické vyvážení větve 1. NP..... | 70 |
| Tabulka 9: Dimenzování a hydraulické vyvážení větve 2. NP..... | 71 |
| Tabulka 10: Dimenzování a hydraulické vyvážení větve 3. NP..... | 73 |
| Tabulka 11: Dimenzování a hydraulické vyvážení větve 4. NP..... | 75 |
| Tabulka 12: Dimenzování větve TV a kotlového okruhu | 76 |
| Tabulka 13: Návrh rozměrů izolace dle potrubí..... | 80 |
| Tabulka 14: Navrhování U kompenzátoru [31]..... | 81 |
| Tabulka 15: Kombinovaný R+S [P6]..... | 87 |
| Tabulka 16: HVDT [P7]..... | 87 |
| Tabulka 17: Objem vody v potrubí | 88 |
| Tabulka 18: Součinitel zvětšení objemu [33]..... | 89 |

Seznam příloh

Textové přílohy

- P1 Výpočet tepelných ztrát všech místností
- P2 Technická dokumentace zásobníkového ohříváče Regulus RBC 750
- P3 Technická dokumentace kotle Therm 28 LXZE.A
- P4 Technická dokumentace měřiče tepla Siemens
- P5 Technická dokumentace trojcestných směšovacích ventilů ESBE VRG 131
- P6 Technická dokumentace kombinovaného rozdělovače a sběrače Aqua Product
- P7 Technická dokumentace hydraulického vyrovnávače dynamických tlaků Aqua Product
- P8 Technická dokumentace expanzní nádoby Aquafill HS – Regulus
- P9 Technická dokumentace pojistného ventilu DUCOTECH

Výkresy

- V1 Půdorys 1. PP
- V2 Půdorys 1. NP
- V3 Půdorys 2. NP
- V4 Půdorys 3. NP
- V5 Půdorys 4. NP
- V6 Půdorys technické místnosti
- V7 Schéma zapojení otopných těles
- V8 Schéma zapojení zdroje tepla