


| | | |
|---|---|--|
| VYPRACOVALA: Bc. Zuzana Plojharová | VEDOUcí PRÁCE: prof. Ing. Karel Kabele, CSc. |  FAKULTA STAVEBNÍ ČVUT V PRAZE |
| OBOR: Budovy a prostředí | KATEDRA: Katedra technických zařízení budov | |
| AKCE: <p style="text-align: center;"> DIPLOMOVÁ PRÁCE OPTIMALIZACE BUDOVY Z HLEDISKA PRIMÁRNÍ ENERGIE </p> | | |
| ČÁST: <p style="text-align: center;"> TECHNICKÉ ZAŘÍZENÍ BUDOVY VYTÁPĚNÍ </p> | | SEMESTR: ZS 2018/2019 DATUM: 2.1.2019 |

SEZNAM DOKUMENTACE

Technická zpráva – vytápění

Výpočtová část – vytápění

Výkresy:

| | | |
|----|---------------------------------------|------|
| 1. | Půdorys 1.PP – rozvody vytápění | 1:50 |
| 2. | Půdorys 1.NP – rozvody vytápění | 1:50 |
| 3. | Půdorys 2.NP – rozvody vytápění | 1:50 |
| 4. | Půdorys kotelny a technické místnosti | 1:20 |
| 5. | Rozvinutý řez – rozvody vytápění | – |
| 6. | Schéma zapojení zdroje tepla | – |

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

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



TECHNICKÁ ZPRÁVA – VYTÁPĚNÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vypracovala:

Bc. Zuzana Plojharová

Vedoucí práce:

prof. Ing. Karel Kabele, CSc.

2018/2019

Obsah

| | |
|---|----|
| Seznam použitých zkratk | 4 |
| 1 Úvod | 4 |
| 1.1 Umístění a popis objektu | 4 |
| 1.2 Popis provozu objektu | 5 |
| 1.3 Počet osob v objektu | 5 |
| 2 Podklady | 5 |
| 2.1 Použité předpisy a obecné technické normy | 5 |
| 3 Základní technické údaje | 6 |
| 3.1 Klimatické údaje | 6 |
| 3.2 Tepelná bilance objektu | 6 |
| 4 Popis navržených zařízení | 7 |
| 4.1 Zdroj tepla | 7 |
| 4.2 Ohřev teplé vody | 8 |
| 4.3 Akumulační zásobník teplé vody | 9 |
| 4.4 Bezpečnostní zařízení | 9 |
| 4.5 Přívod vzduchu a odvod spalin | 10 |
| 4.6 Větrání kotelny | 10 |
| 5 Popis otopné soustavy | 10 |
| 5.1 Typ soustavy | 10 |
| 5.2 Vedení rozvodů | 11 |
| 5.3 Materiál, spojování | 11 |
| 5.4 Izolace, kotvení | 11 |
| 5.5 Vypouštění, odvzdušnění soustavy | 11 |
| 6 Otopná tělesa – popis, umístění, uchycení | 12 |
| 7 Armatury, regulace | 12 |
| 7.1 Popis regulace soustavy | 12 |
| 7.2 Použité regulační armatury | 13 |
| 8 Požadavky | 13 |
| 8.1 Požadavky na stavbu | 13 |
| 8.2 Požadavky na ostatní profese | 14 |
| 9 Závěr | 14 |
| 9.1 Podmínky uvedení do provozu | 14 |

| | |
|---------------------------------|----|
| Zdroje | 15 |
| Seznam použité literatury | 15 |
| Seznam použitých zdrojů | 15 |

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

| | | | | | |
|----|---|------------------|----|---|------------------------|
| PP | - | Podzemní podlaží | PD | - | Projektová dokumentace |
| NP | - | Nadzemní podlaží | TV | - | Teplá voda |

1 ÚVOD

Projektová dokumentace je vypracována v rozsahu rozšířené dokumentace pro stavební povolení ve smyslu vyhlášky 499/2006 Sb.

Projekt řeší vytápění rodinného domu o třech podlažích se dvěma bytovými jednotkami. Vytápění objektu je navrženo teplovodní s nuceným oběhem otopné vody. Vytápění místností zajišťují konvektory, desková a trubková otopná tělesa. Zdrojem tepla je automatický kotel na pelety, který slouží kromě vytápění i k ohřevu teplé vody a vzduchu.

1.1 UMÍSTĚNÍ A POPIS OBJEKTU

Objekt se nachází na úpatí Jizerských hor na okraji města Liberec v České republice. Jedná se o rodinný dům o jednom podzemním a dvou nadzemních podlažích s plochou střechou orientovaný hlavní fasádou na jih, který je částečně zasazen do svahu. Objekt je jednoduchého obdélníkového půdorysu se zastavěnou plochou 162 m².

Objekt je založen na základové desce. Stěny 1.PP a strop nad 1.PP jsou železobetonové monolitické. Svislé i vodorovné konstrukce 1.NP a 2.NP tvoří lehká rámová dřevostavba izolovaná fukanou celulózovou izolací.

V 1.PP je umístěna garáž s dílnou, do které je zajištěn přístup zvenku z jižní strany objektu přes vrata a také zevnitř objektu z prostoru schodiště. Dále je v 1.PP umístěna obytná místnost určená pro sport a relaxaci, za ní se nachází kotelná, technická místnost a dále je v tomto podlaží umístěno WC. V 1.NP se nachází jedna ze dvou bytových jednotek, největší místností je obývací pokoj s kuchyňským koutem, dále jsou zde umístěny tři ložnice, koupelna, WC a zádveří. Ve 2.NP je umístěna druhá bytová jednotka využívaná pro ubytování turistů, hlavním prostorem na tomto podlaží je společenská místnost s kuchyňským koutem, dále se zde nachází dva dvojlůžkové a jeden trojlůžkový pokoj, dvě koupelny se sprchovým koutem, umývárna s WC, sklad a zádveří.

1.2 POPIS PROVOZU OBJEKTU

Provoz objektu je 365 dní v roce.

1.3 POČET OSOB V OBJEKTU

Bytová jednotka v 1.NP je navržena maximálně pro bydlení 6 osob, v bytové jednotce ve 2.NP je uvažováno maximálně se 7 obyvateli.

2 PODKLADY

Jako podklady pro vypracování projektu vytápění je použita výkresová dokumentace architektonicko-stavebního řešení objektu, příslušné normy, vyhlášky a technické podklady výrobců.

2.1 POUŽITÉ PŘEDPISY A OBECNÉ TECHNICKÉ NORMY

- Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb.
- ČSN EN 12831 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu.
- ČSN 06 0320 Ohřívání užitkové vody – Navrhování a projektování.
- ČSN EN 12828 Tepelné soustavy v budovách – Navrhování teplovodních otopných soustav.
- ČSN EN 13384-1 Komíny – Tepelně technické a hydraulické výpočtové metody – Část 1: Samostatné komíny.
- ČSN 06 0830 Zabezpečovací zařízení pro ústřední vytápění a ohřívání užitkové vody.
- ČSN 06 0310 Tepelné soustavy v budovách – Projektování a montáž.
- ČSN 06 1101 Otopná tělesa pro ústřední vytápění.

3 ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ ÚDAJE

3.1 KLIMATICKÉ ÚDAJE

Potřeba tepla je počítána dle ČSN EN 12831 pro tyto výpočtové podmínky:

| | |
|--|-----------------------|
| - Místo: | Liberec |
| - Klimatická oblast: | 2 |
| - Venkovní výpočtová teplota: | -15 °C |
| - Roční průměrná teplota: | 5,1 °C |
| - Průměrná délka otopného období: | 256 dní |
| - Průměrná venkovní teplota během otopného období: | 3,6 °C |
| - Poloha objektu v městské zástavbě: | mírné zastínění |
| - Minimální intenzita výměny venkovního vzduchu: | 2 h ⁻¹ |
| - Vnitřní výpočtová teplota: | viz výkresová část PD |

Výpočet tepelných ztrát jednotlivých místností viz výpočtová část – vytápění.

3.2 TEPELNÁ BILANCE OBJEKTU

| | |
|--|-----------------------------|
| - Celková tepelná ztráta objektu: | 8,08 kW |
| - Předpokládaná potřeba tepla na vytápění: | 19,9 MWh/rok 71,6 GJ/rok |
| - Předpokládaná spotřeba paliva na vytápění: | 5402,7 kg |
| - Předpokládaná potřeba tepla na nucené větrání: | 4,1 MWh/rok 14,8 GJ/rok |
| - Předpokládaná spotřeba paliva na nucené větrání: | 1113,1 kg |
| - Předpokládaná potřeba tepla na přípravu TV: | 26,3 MWh/rok 94,7 GJ/rok |
| - Předpokládaná spotřeba paliva na přípravu TV: | 7140,3 kg |

4 POPIS NAVRŽENÝCH ZAŘÍZENÍ

4.1 ZDROJ TEPLA

Jako zdroj tepla je navržen plně bezobslužný kotel na spalování dřevěných pelet průměru 6 mm Fröling P4 Pellet o výkonu 3,1 až 14,9 kW. Návrh zdroje tepla viz výpočtová část – vytápění. Kotel je vybaven plně automatickým spalováním dřevěných pelet, nasáváním pelet ze zásobníku, automatickým zapalováním horkovzdušným hořákem, nuceným odvodem spalin pomocí plynule regulované turbíny, podtlakovou regulací spalování, řízením spalovacího procesu a automatickým vynášením popela do popelníku pomocí šnekového dopravníku. Tepelný výměník je opatřen automatickým čištěním a kotel je kompletně tepelně izolovaný. Provoz kotle je nezávislý na vzduchu z místnosti. Kotel i se zásobníkem je umístěn v kotelně v 1.PP

Technické parametry kotle Fröling P4 Pellet 15:

| | |
|--|--------------------|
| - Jmenovitý výkon: | 15 kW |
| - Účinnost při jmenovitém tepelném výkonu: | 93,3 % |
| - Přípustný provozní přetlak: | 3 bar |
| - Maximální výstupní teplota: | 80 °C |
| - Vstup/výstup: | 1“ |
| - Objem vody v kotli: | 70 l |
| - Připojení el.: | 230 V/jištění 16 A |
| - Hloubka/šířka/výška kotle: | 930/1 185/1 660 mm |
| - Minimální výška sopouchu: | 1 350 mm |
| - Průměr sopouchu: | 130 mm |
| - Emisní třída: | 5 |

4.2 OHŘEV TEPLÉ VODY

K přípravě TV jsou navrženy dva zásobníkové ohřívače TV Reflex Storatherm Aqua AF/200/1M_B, každý o objemu 200 l. Návrh zásobníkových ohřívačů teplé vody viz výpočtová část – vytápění. Každý zásobníkový ohřívač připravuje TV pro jednu bytovou jednotku. Zásobníkový ohřívač TV bytové jednotky v 1.NP je umístěn v kotelně v 1.PP, druhý připravující TV pro bytovou jednotku ve 2.NP je umístěn ve skladu ve 2.NP. Jedná se o smaltovaný zásobníkový ohřívač s jedním výměníkem tepla s hladkou trubkou a s možností elektrického ohřevu.

Technické parametry zásobníkového ohřívače TV Reflex Storatherm Aqua AF/200/1M_B:

| | |
|--|---------------------|
| - Objem: | 196 l |
| - Průměr zásobníku vč. izolace: | 600 mm |
| - Výška zásobníku vč. izolace: | 1 473 mm |
| - Tloušťka izolace: | 75 mm |
| - Hmotnost: | 79 kg |
| - Plocha výměníku: | 0,95 m ² |
| - Objem výměníku: | 6,4 l |
| - Pohotovostní ztráta: | 55 W |
| - Energetická třída: | B |
| - Připojení teplá voda, studená voda, cirkulace: | ¾" |
| - Připojení topení: | 1" |
| - Maximální provozní přetlak: | |
| - Topná voda | 16 bar |
| - Pitná voda | 10 bar |
| - Maximální provozní teplota: | |
| - Topná voda | 110 °C |
| - Pitná voda | 95 °C |

4.3 AKUMULAČNÍ ZÁSOBNÍK TEPLÉ VODY

Pro časové i hydraulické oddělení výroby a spotřeby tepla je navržen akumuláční zásobník teplé vody Reflex Storatherm Heat PH 1500 o objemu 1500 l. Návrh akumuláčního zásobníku teplé vody viz výpočtová část – vytápění. Použití akumuláčního zásobníku umožní pracovat kotli vždy s maximální efektivitou. Jedná se o akumuláční zásobník z uhlíkové oceli, který funguje jako tepelný akumulátor. Akumulační zásobník je umístěn v technické místnosti v 1.PP.

Technické parametry akumuláčního zásobníku Reflex Storatherm Heat PH 1500:

| | |
|------------------------------|----------|
| - Jmenovitý objem: | 1 470 l |
| - Průměr bez izolace: | 1 000 mm |
| - Výška bez izolace: | 2 120 mm |
| - Dovolený provozní přetlak: | 3 bary |
| - Dovolená provozní teplota: | 90 °C |
| - Připojení: | 1 ½“ |
| - Hmotnost: | 167 kg |
| - Tloušťka tepelné izolace: | 90 mm |

4.4 BEZPEČNOSTNÍ ZAŘÍZENÍ

K eliminaci objemových změn topného média je navržena tlaková expanzní nádoba Reflex N 200/6 o objemu 200 l s pevně vestavěnou membránou. Expanzní nádoba je umístěna na podlaze v kotelně a je připojena na vratné potrubí před zdroj tepla. Připojení expanzní nádoby je vybaveno manometrem a kulovým kohoutem se zajištěním proti uzavření.

Technické parametry expanzní tlakové nádoby Reflex N 200/6:

| | |
|---|--------------|
| - Jmenovitý objem: | 200 l |
| - Přípustný provozní tlak: | 6 bar |
| - Přípustná provozní teplota nádoba/membrána: | 120 °C/70 °C |
| - Hmotnost: | 22 kg |
| - Průměr: | 634 mm |
| - Výška: | 758 mm |
| - Přetlak plynu: | 1,5 bar |

Na přívodní potrubí přímo za zdrojem tepla je navržen pojistný ventil GIACOMINI R140 1" x 3 s otevíracím přetlakem 300 kPa.

Návrh bezpečnostních zařízení viz výpočtová část – vytápění.

4.5 PŘÍVOD VZDUCHU A ODVOD SPALIN

Pro odvod spalin je navržen dvouvrstvý komín Schiedel Absolut (ABS 14) s integrovanou tepelnou izolací v komínové tvárnici. Návrh odvodu spalin viz výpočtová část – vytápění. V navrženém komínovém tělese je osazena izostatická keramická komínová vložka o vnitřním průměru 140 mm. Od kotle do komínového tělesa jsou spaliny vedeny kouřovodem o průměru 130 mm ze silnostěnného plechu 1,5 mm pokrytým žáruvzdornou barvou. Kouřovod je pomocí sopouchu napojen do komínového průduchu pod úhlem 90 °C.

Přívod spalovacího vzduchu je řešen kruhovým potrubím z pozinkovaného plechu o průměru 100 mm.

4.6 VĚTRÁNÍ KOTELNY

Větrání kotelny a technické místnosti zajišťují větrací otvory v obvodové stěně šířky 125 mm a výšky 125 mm ústící do anglického dvorku kryté větracími mřížkami MANDÍK KMM 125 x 125.

5 POPIS OTOPNÉ SOUSTAVY

5.1 TYP SOUSTAVY

Přenos tepla po budově zajišťuje teplovodní otopná soustava s nuceným oběhem otopné vody. Otopná vody z kotle je přes akumulární zásobník teplé vody vedena do rozdělovače/sběrače, ze kterého jsou vyvedeny 4 větve. Dvě větve pro zásobníkové ohříváče teplé vody, další větev pro systém teplovodního vytápění objektu a poslední pro ohřev vzduchu v teplovodním výměníku ve vzduchotechnické jednotce.

Vytápění místností je zajištěno konvektory s přirozenou konvekcí, deskovými a trubkovými otopnými tělesy. Otopná tělesa jsou vzájemně propojena dvoutrubkovou soustavou s protiproudým zapojením.

5.2 VEDENÍ ROZVODŮ

Od rozdělovače sběrače jsou rozvody vedeny pod stropem k zásobníkovému ohřívači teplé vody umístěnému v kotelně v 1.PP, ke vzduchotechnické jednotce umístěné v technické místnosti v 1.PP a do instalační šachty.

Instalační šachtou je veden hlavní rozvod otopné vody pro vytápění jednotlivých podlaží objektu a rozvod otopné vody k zásobníkovému ohřívači teplé vody umístěnému ve 2.NP.

Rozvody k otopným tělesům jsou vedeny především v podlaze s výjimkou rozvodů v garáži, které jsou vedeny podél stěny. Připojovací potrubí otopných těles vychází z podlahy kolmo nahoru a je umístěno v instalační předstěně u otopných těles umístěných 1.NP a 2.NP.

Ležatý rozvod k zásobníkovému ohřívači teplé vody ve 2.NP je veden pod stropem 2.NP v podhledu.

5.3 MATERIÁL, SPOJOVÁNÍ

Rozvody otopné soustavy jsou navrženy z měděného potrubí spojovaného pájením nebo lisováním. Styk měděného potrubí s armaturou z jiného kovu je třeba provést tvarovkami z přechodového kovu (červený bronz, mosaz).

5.4 IZOLACE, KOTVENÍ

Všechny rozvody otopné soustavy kromě přímého připojení otopných těles jsou izolovány pomocí potrubních izolačních pouzder Armacell Tubolit DG. Vnitřní průměr a tloušťka tepelné izolace viz dimenze ve výkresové části PD.

Potrubí vedené pod stropem je drženo objímkami kotvenými do stropní konstrukce. Stoupací potrubí v instalační šachtě je kotveno objímkami uchycenými do svislé konstrukce. Potrubí vedená v podlaze jsou uložena volně v tepelné izolaci. Volné uložení potrubí do pouzdra tepelné izolace zajišťuje dilataci potrubí.

5.5 VYPOUŠTĚNÍ, ODVZDUŠNĚNÍ SOUSTAVY

Hlavní vypouštění soustavy je umístěno v kotelně u rozdělovače/sběrače. Vypouštění dílčích částí otopné soustavy (jednotlivé větve otopné soustavy, kotel, akumulací zásobník

tepla, zásobníkové ohřivače teplé vody) je zajištěno vypouštěcími armaturami u zařízení nebo kohouty s vypouštěním.

Odvzdušnění otopné soustavy je řešeno pomocí odvzdušňovacích ventilů jednotlivých otopných těles a odvzdušňovacích ventilů umístěných na potrubí v nejvyšších místech rozvodů dle schématu zapojení viz výkresová část projektové dokumentace.

6 OTOPNÁ TĚLESA – POPIS, UMÍSTĚNÍ, UCHYCENÍ

Vytápění místností zajišťují podlahové konvektory s přirozenou konvekcí, desková a trubková otopná tělesa.

Vytápění obytných místností v 1.PP a 1.NP zajišťují konvektory s přirozenou konvekcí Korado Koraflex FK. Konvektory jsou umístěny na střed okenních otvorů ve vzdálenosti 100 mm od vnitřního líce obvodových stěn. Konvektor se uchycuje do nosné konstrukce stropu podle požadavků výrobce.

Vytápění koupelen zajišťují trubková otopná tělesa Korado Koralux Linear Classic. Tělesa jsou umístěna ve výšce 250 mm nad podlahou a upevněna na stěnu pomocí upevňovacích sad podle požadavků výrobce.

Ostatní místnosti jsou vytápěny deskovými otopnými tělesy Korado Radik VK. Otopná tělesa jsou umístěna na střed okenních otvorů nebo dle polohy definované ve výkresové části PD ve výšce 250 mm nad podlahou a uchycena závěsy na svislé konstrukce podle požadavků výrobce.

7 ARMATURY, REGULACE

7.1 POPIS REGULACE SOUSTAVY

Regulace výkonu zdroje tepla je přímá automatická dle venkovní teploty (ekvitermní).

Primární regulace vytápění místností je přímá automatická podle vnitřní teploty pomocí prostorového termostatu umístěného v prostoru. Sekundární regulace teploty v interiéru je zajištěna ruční regulací otopných těles pomocí regulačního ventilu s termostatickou hlavicí.

7.2 POUŽITÉ REGULAČNÍ ARMATURY

Hydraulická stabilita soustavy vytápění je zajištěna regulačními armaturami u otopných těles.

Desková otopná tělesa jsou regulována na přívodu ventilovou vložkou Heimeier Korado DN15, která jsou součástí dodávky deskových otopných těles. Na ventilovou vložku se připojuje termostatická hlavice Heimeier DX, kterou lze přímo regulovat výkon tělesa. Sekundární hydraulickou regulaci těles zajišťuje připojovací rohový h-ventil Heimeier Multilux Korado DN15.

Konvektory jsou regulovány z hlediska hydraulické stability soustavy na přívodu přímým ventilem Danfoss RA-N DN15 a na vratném potrubí přímým připojovacím šroubením Danfoss RLV DN15. Výkon konvektorů je možné regulovat ručně pomocí termostatické hlavice Heimeier F s kapilárou umístěné na stěně.

Trubková otopná tělesa jsou regulována na přívodním potrubí pravým úhlovým ventilem Danfoss RA-N DN15 a na vratném potrubí rohovým šroubením Danfoss RLV DN15. Pro regulaci výkonu otopného tělesa je na ventil na přívodním potrubí navržena termostatická hlavice Heimeier DX.

Nastavení regulačních armatur viz výkresová část PD nebo výpočtová část – vytápění.

8 POŽADAVKY

8.1 POŽADAVKY NA STAVBU

- Zřídit větrací otvory kotelny a technické místnosti a anglický dvorek.
- Zřídit prostupy a otvory v konstrukcích pro vedení rozvodů.
- Upevnit konzoly a držáky.
- Začistit a upravit prostupy po montáži vytápění.

8.2 POŽADAVKY NA OSTATNÍ PROFESE

Elektro

- Instalovat kabel pro venkovní čidlo, digitální pokojový termostat a přívodní kabel kotle.
- Kotel, čerpadla, termostaty a další zařízení je třeba připojit na elektroinstalaci a propojit souborem regulace.

ZTI

- K dispozici musí být přípojka vody pro tlakovou zkoušku.
- Napojit zásobníkové ohřívače teplé vody na ZTI.
- Osazení ventilu pro napouštění systému vodou.

9 ZÁVĚR

9.1 PODMÍNKY UVEDENÍ DO PROVOZU

- Všechna zařízení je třeba připojit dle montážních pokynů výrobce.
- Před uvedením otopné soustavy do provozu je třeba zkontrolovat kvalitu napouštěcí a oběhové vody.
- Otopná soustava může být uvedena do provozu až po provedení veškerých předepsaných zkoušek a revizí.

ZDROJE

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. Vyhláška č. 499/2006 Sb., ve znění zákona č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon). In: Zákony pro lidi [online]. AION CS s.r.o. [cit. 2018-12-28]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-499>
2. ČSN EN 12831-1. Energetická náročnost budov – Výpočet tepelného výkonu – Část 1: Tepelný výkon pro vytápění, Modul M3-3. Praha: Český normalizační institut, 2018.
3. ČSN 06 0320. Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody – Navrhování a projektování. Praha: Český normalizační institut, 2006.
4. ČSN EN 12828+A1. Tepelné soustavy v budovách – Navrhování teplovodních otopných soustav. Praha: Český normalizační institut, 2014.
5. ČSN EN 13384-1. Komíny – Tepelně technické a hydraulické výpočtové metody – Část 1: Samostatné komíny. Praha: Český normalizační institut, 2016.
6. ČSN 06 0830. Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení. Praha: Český normalizační institut, 2014.
7. ČSN 06 0310. Tepelné soustavy v budovách – Projektování a montáž. Praha: Český normalizační institut, 2014.
8. ČSN 06 1101. Otopná tělesa pro ústřední vytápění. Praha: Český normalizační institut, 2005.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

9. Kotel na pelety P4 Pellet [online]. S WHG s.r.o. [cit. 2018-12-07]. Dostupné z: <http://www.froling.cz/products/kotel-na-pelety-p4-pellet/>
10. Projekční zóna. Kotel na pelety P4 Pellet [online]. S WHG s.r.o. [cit. 2018-12-07]. Dostupné z: <http://www.froling.cz/projekcni-zona/?showproduct=34>
11. Zásobníkové ohřivače vody Storatherm. Smaltované s jednou předávací plochou [online]. Reflex CZ, s.r.o. [cit. 2018-12-07]. Dostupné z: <http://www.reflexcz.cz/cz/smaltovane-s-jednou-predavaci-plochou>
12. Akumulační zásobníky vody. Zásobníky z uhlíkové ocele [online]. Reflex CZ, s.r.o. [cit. 2018-12-08]. Dostupné z: <http://www.reflexcz.cz/cz/zasobniky-z-uhlikove-ocel>
13. Expanzní nádoby Reflex NG a N [online]. Reflex CZ, s.r.o. [cit. 2018-12-12]. Dostupné z: <https://www.reflexcz.cz/cz/expanzni-nadoby-reflex-ng-a-n>
14. Schiedel Absolut. Absolut – Komín pro energeticky efektivní budovy [online]. Schiedel GmbH & Co. KG. [cit. 2018-12-14]. Dostupné z: <https://www.schiedel.com/cz/produkty/keramicke-kominove-systemy/absolut/>
15. Radik VK. KORADO a.s. [cit. 2018-12-04]. Dostupné z: <https://www.korado.cz/produkty/radik/radik-vk.html>

16. Koraflex FK. KORADO a.s. [cit. 2018-12-04]. Dostupné z: <https://www.korado.cz/produkty/konvektory/koraflex-fk.html>
17. Koralex linear classic. KORADO a.s. [cit. 2018-12-04]. Dostupné z: <https://www.korado.cz/produkty/koralux/koralux-linear-classic.html>
18. KMM Krycí mřížka. Vlastimil Mandík. [cit. 2018-12-14]. Dostupné z: <http://www.mandik.cz/produktova-rada/distribucni-elementy/mrizky-a-vyustky/kmm>

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

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



VÝPOČTOVÁ ČÁST – VYTÁPĚNÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vypracovala:

Bc. Zuzana Plojharová

Vedoucí práce:

prof. Ing. Karel Kabele, CSc.

2018/2019

Obsah

| | |
|--|----|
| Seznam použitých zkratk | 3 |
| 1 Výpočet výkonu na vytápění, větrání a přípravu TV | 3 |
| 1.1 Výpočet výkonu na vytápění | 3 |
| 1.1.1 Výpočet tepelných ztrát | 3 |
| 1.1.2 Výkon na vytápění | 4 |
| 1.2 Výpočet výkonu na větrání | 5 |
| 1.3 Výpočet výkonu na přípravu teplé vody | 6 |
| 2 Tepelná bilance objektu | 11 |
| 2.1 Výpočet roční potřeby tepla na vytápění | 11 |
| 2.2 Výpočet roční potřeby tepla na nucené větrání | 12 |
| 2.3 Roční potřeba tepla na přípravu TV | 13 |
| 2.4 Roční potřeba tepla na vytápění, větrání a přípravu TV | 14 |
| 3 Návrh zdroje tepla pro vytápění, větrání a přípravu TV | 15 |
| 3.1 Stanovené tepelné výkony na vytápění, větrání a přípravu TV | 15 |
| 3.2 Návrh zdroje tepla | 15 |
| 4 Návrh zásobníkových ohřivačů teplé vody | 17 |
| 5 Návrh akumulčního zásobníku teplé vody | 18 |
| 6 Návrh odvodu spalin, přívodu spalovacího vzduchu a větrání kotelny | 21 |
| 6.1 Odvod spalin | 21 |
| 6.2 Přívod spalovacího vzduchu | 21 |
| 6.3 Větrání kotelny | 22 |
| 7 Návrh zabezpečovacího zařízení | 23 |
| 7.1 Návrh tlakové expanzní nádoby | 23 |
| 7.2 Návrh pojistného ventilu | 25 |
| Zdroje | 26 |
| Seznam použité literatury | 26 |
| Seznam použitých zdrojů | 26 |
| Přílohy | 27 |

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

| | | |
|----|---|------------------|
| TV | - | Teplá voda |
| NP | - | Nadzemní podlaží |
| PP | - | Podzemní podlaží |

1 VÝPOČET VÝKONU NA VYTÁPĚNÍ, VĚTRÁNÍ A PŘÍPRAVU TV

1.1 VÝPOČET VÝKONU NA VYTÁPĚNÍ

1.1.1 VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT

Výpočet tepelných ztrát je proveden dle ČSN EN 12 831-1 po jednotlivých místnostech. Vnitřní výpočtové teploty v jednotlivých místnostech jsou uvedeny ve výkresové části projektové dokumentace, teploty jsou voleny v souladu s požadavky ČSN EN 12 831-1 [1].

Výpočet tepelných ztrát je proveden na základě součinitelů prostupu tepla vycházející ze stavební části projektu.

| Konstrukce | Součinitel prostupu tepla U [W/(m ² .K)] |
|---|--|
| Obvodová stěna - 1.PP | 0,194 |
| Obvodová stěna - 1.PP přilehlá k zemině | 0,215 |
| Obvodová stěna - 1.NP a 2.NP | 0,139 |
| Vnitřní stěna - 1.PP | 2,597 |
| Vnitřní stěna - 1.NP a 2.NP nosná | 0,237 |
| Vnitřní stěna - 1.NP a 2.NP příčka | 0,401 |
| Podlaha na zemině | 0,251 |
| Strop nad 1.PP | 0,869 |
| Strop nad 1.NP | 0,143 |
| Střecha | 0,081 |
| Dveře a vrata – do exteriéru | 0,953 |
| Dveře – interiérové | 2,300 |
| Okno – rám výplně otvoru | 1,580 |
| Okno – průsvitná výplň otvoru | 0,780 |

Tabulka 1: Přehled použitých konstrukcí a příslušných součinitelů prostupu tepla

| Místnost | | Vnitřní výpočtová teplota | Tepelná ztráta prostupem | Tepelná ztráta výměnou vzduchu | Zátopový výkon | Celková tepelná ztráta | Měrná tepelná ztráta |
|----------|--------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------|------------------------|------------------------------|
| Číslo | Název | t_i [°C] | ϕ_{T_m} [W] | ϕ_{V_m} [W] | ϕ_{RH_m} [W] | ϕ_{HL_m} [W] | q_{cm} [W/m ²] |
| 0.01 | Chodba | 15 | -100 | 0 | 69 | 0 | 0,0 |
| 0.02 | Schodiště | 15 | -31 | 0 | 52 | 20 | 4,3 |
| 0.03 | Tech. místnost | 15 | 0 | 123 | 91 | 214 | 27,3 |
| 0.04 | Kotelna | 15 | -194 | 116 | 87 | 9 | 1,2 |
| 0,05 | WC | 20 | 309 | 0 | 44 | 353 | 87,4 |
| 0.06 | Relax. místnost | 20 | 1 103 | 355 | 377 | 1 836 | 53,5 |
| 0.07 | Garáž + dílna | 15 | 236 | 637 | 790 | 1 663 | 23,2 |
| 1.01 | Vstup | 15 | 61 | 80 | 60 | 201 | 37,0 |
| 1.03 | Obývací pokoj + KK | 20 | 817 | 531 | 564 | 1 913 | 37,3 |
| 1.04 | Pokoj | 20 | 335 | 181 | 193 | 709 | 40,5 |
| 1.05 | Pokoj | 20 | 390 | 168 | 178 | 735 | 45,4 |
| 1.06 | Pokoj | 20 | 283 | 153 | 163 | 599 | 40,4 |
| 1.07 | Koupelna | 24 | 240 | 0 | 100 | 340 | 37,3 |
| 1.08 | WC | 20 | 72 | 0 | 43 | 115 | 29,2 |
| 1.09 | Chodba | 15 | -214 | 0 | 132 | 0 | 0,0 |
| 2.01 | Vstup | 15 | 77 | 77 | 57 | 211 | 40,5 |
| 2.03 | Obývací pokoj + KK | 20 | 582 | 375 | 398 | 1 355 | 37,4 |
| 2.04 | Pokoj | 20 | 231 | 151 | 161 | 542 | 37,2 |
| 2.05 | Pokoj | 20 | 246 | 180 | 191 | 617 | 35,5 |
| 2.06 | Pokoj | 20 | 311 | 168 | 178 | 657 | 40,6 |
| 2.07 | Sklad | 15 | 87 | 10 | 46 | 143 | 34,1 |
| 2.08 | Sprcha | 24 | 111 | 0 | 37 | 148 | 43,8 |
| 2.09 | Sprcha | 24 | 91 | 0 | 37 | 128 | 38,0 |
| 2.10 | WC | 20 | 163 | 0 | 147 | 310 | 23,1 |
| 2.11 | Chodba | 15 | -184 | 0 | 166 | 0 | 0,0 |
| Σ | | - | 5 017 | 3 066 | 4 362 | 12 594 | - |

Tabulka 2: Souhrnná tabulka tepelných ztrát místností

1.1.2 VÝKON NA VYTÁPĚNÍ

Tepelná ztráta objektu je 8 084 W.

$$\phi_{UT} = 8,08 \text{ kW}$$

kde:

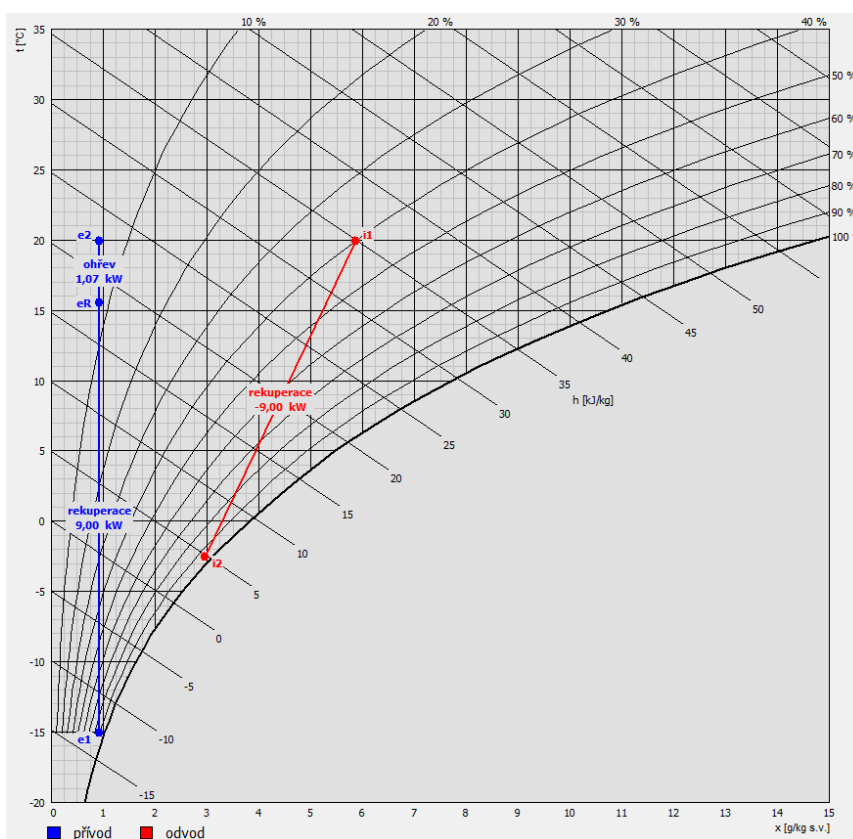
$$\phi_{UT} \quad [\text{kW}] \quad \text{výkon na vytápění}$$

1.2 VÝPOČET VÝKONU NA VĚTRÁNÍ

Navržená vzduchotechnická jednotka DUPLEX 1100 Multi Eco osazená protiproudým rekuperačním výměníkem pracuje s účinností 87,5 % při objemovém průtoku vzduchu 850 m³/h. Potřebný výkon vodního ohříváče při zimním provozu je 1,07 kW, stanoveno na základě h-x diagramu při návrhu vzduchotechnické jednotky v softwaru kompaktních jednotek DUPLEX od firmy ATREA s.r.o. [6].

| Teploty a relativní vlhkosti vzduchu před a za rekuperačním výměníkem | Jednotka | Hodnota | |
|---|----------|---------|-------|
| | | Přívod | Odvod |
| Teplota vzduchu před výměníkem | [°C] | -15 | 20 |
| Relativní vlhkost vzduchu před výměníkem | [%] | 90 | 40 |
| Teplota vzduchu za výměníkem | [°C] | 15,6 | -2,5 |
| Relativní vlhkost za výměníkem | [%] | 8 | 96 |

Tabulka 3: Teploty a relativní vlhkosti vzduchu před a za rekuperačním výměníkem vzduchotechnické jednotky při zimním provozu



Obrázek 1: h-x diagram zobrazující zimní provoz navržené vzduchotechnické jednotky

$$\phi_{VZT} = 1,07 \text{ kW}$$

kde:

ϕ_{VZT} [kW] výkon pro ohřev vzduchu při nuceném větrání

1.3 VÝPOČET VÝKONU NA PŘÍPRAVU TEPLÉ VODY

Velikost zásobníku teplé vody a potřebný výkon zdroje tepla pro ohřev teplé vody v objektu je stanoven dle ČSN 06 0320 [2]. V objektu jsou navrženy dva akumulární zásobníky teplé vody, a to z důvodů provozních a kvůli omezení ztrát tepla při distribuci teplé vody. Zásobník teplé vody pro bytovou jednotku v 1.NP je umístěn v technické místnosti v 1.PP a druhý pro bytovou jednotku ve 2.NP je umístěn ve skladu na stejném podlaží.

Teoretická potřeba tepla na ohřev TV pro 1 osobu za den v bytovém objektu je 4,3 kWh dle tab. C.4 ČSN 06 0320 [2].

$$Q_{2t/1} = 4,3 \text{ kWh}$$

kde:

| | | |
|------------|-------|---|
| $Q_{2t/1}$ | [kWh] | teoretická potřeba tepla na ohřev TV pro 1 osobu a den v bytovém objektu |
|------------|-------|---|

Celková potřeba tepla na ohřev teplé vody je dána součinem počtu osob a teoretické potřeby tepla na ohřev TV pro 1 osobu a den.

$$Q_{2t} = n_i \cdot Q_{2t/1}$$

kde:

| | | |
|------------|-------|--|
| Q_{2t} | [kWh] | celková potřeba tepla na ohřev TV |
| n_i | [-] | počet osob |
| $Q_{2t/1}$ | [kWh] | teoretická potřeba tepla pro ohřev TV pro 1 osobu a den v bytovém objektu |

$$Q_{2t,1NP} = 6 \cdot 4,3 = 25,8 \text{ kWh}$$

$$Q_{2t,2NP} = 7 \cdot 4,3 = 30,1 \text{ kWh}$$

Ztráta tepla při ohřevu a distribuci TV se stanoví jako součin celkové potřeby tepla na ohřev TV a součinitele poměrné ztráty, jehož hodnota je uvažována 0,5. Tato hodnota by při správně izolovaných rozvodech a ohřívání vody v domovním ohříváči neměla být překročena [2].

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

kde:

| | | |
|----------|-------|---|
| Q_{2z} | [kWh] | teplo ztracené při ohřevu a distribuci TV |
| z | [-] | součinitel ohřívání TV |

$$Q_{2z,1NP} = 25,8 \cdot 0,5 = 12,9 \text{ kWh}$$

$$Q_{2z,2NP} = 30,1 \cdot 0,5 = 15,1 \text{ kWh}$$

Celková potřeba tepla na ohřev TV je dána potřebou tepla na ohřev a potřebou tepla na pokrytí ztát při ohřevu a distribuci.

$$Q_{1P} = Q_{2P} = Q_{2t} + Q_{2z}$$

kde:

| | | |
|----------|-------|--------------------------------|
| Q_{1P} | [kWh] | teplo dodané ohřívatelem do TV |
| Q_{2P} | [kWh] | teplo odebrané z ohříváče TV |

$$Q_{1P,1NP} = Q_{2P,1NP} = 25,8 + 12,9 = 38,7 \text{ kWh}$$

$$Q_{1P,2NP} = Q_{2P,2NP} = 30,1 + 15,1 = 45,2 \text{ kWh}$$

Odběr teplé vody během dne je předpokládán následovně, od 5:00 do 17:00 hodin 35 %, od 17:00 do 20:00 hodin 50 % a od 20:00 do 24 hodin 15 %.

$$Q_{2t,5-17,1NP} = 0,35 \cdot 25,8 = 9,03 \text{ kWh}$$

$$Q_{2t,17-20,1NP} = 0,50 \cdot 25,8 = 12,90 \text{ kWh}$$

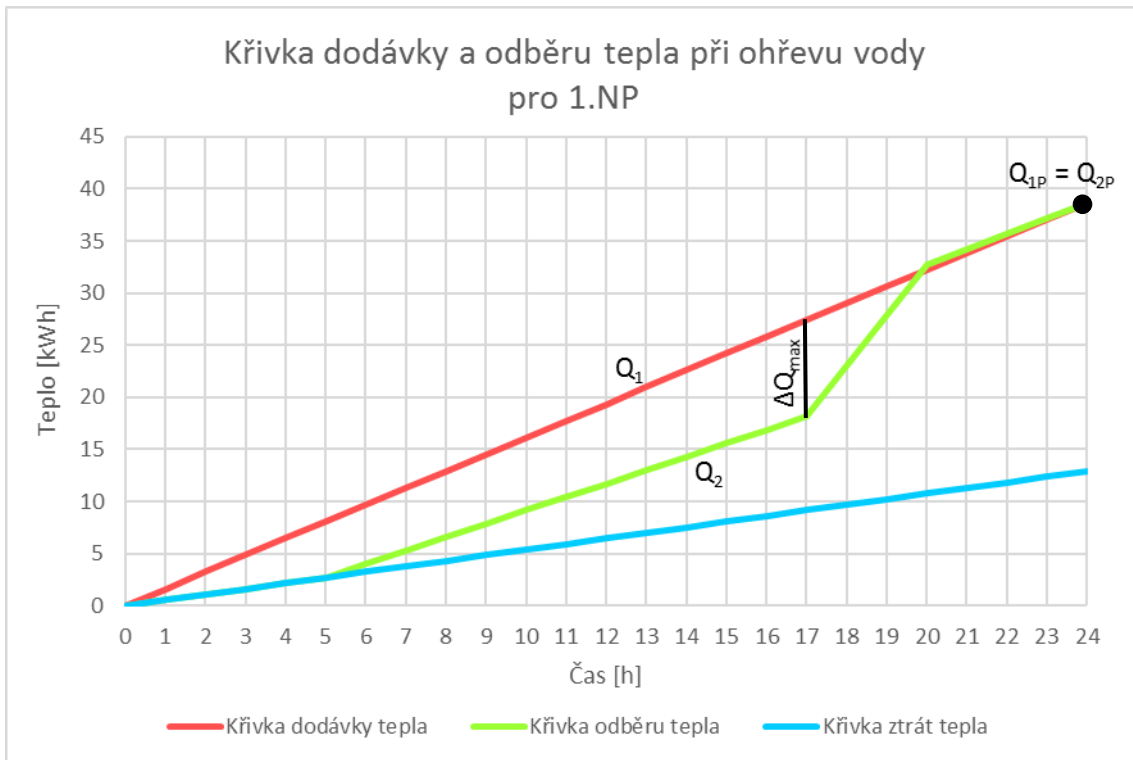
$$Q_{2t,20-24,1NP} = 0,15 \cdot 25,8 = 3,87 \text{ kWh}$$

$$Q_{2t,5-17,2NP} = 0,35 \cdot 30,1 = 10,54 \text{ kWh}$$

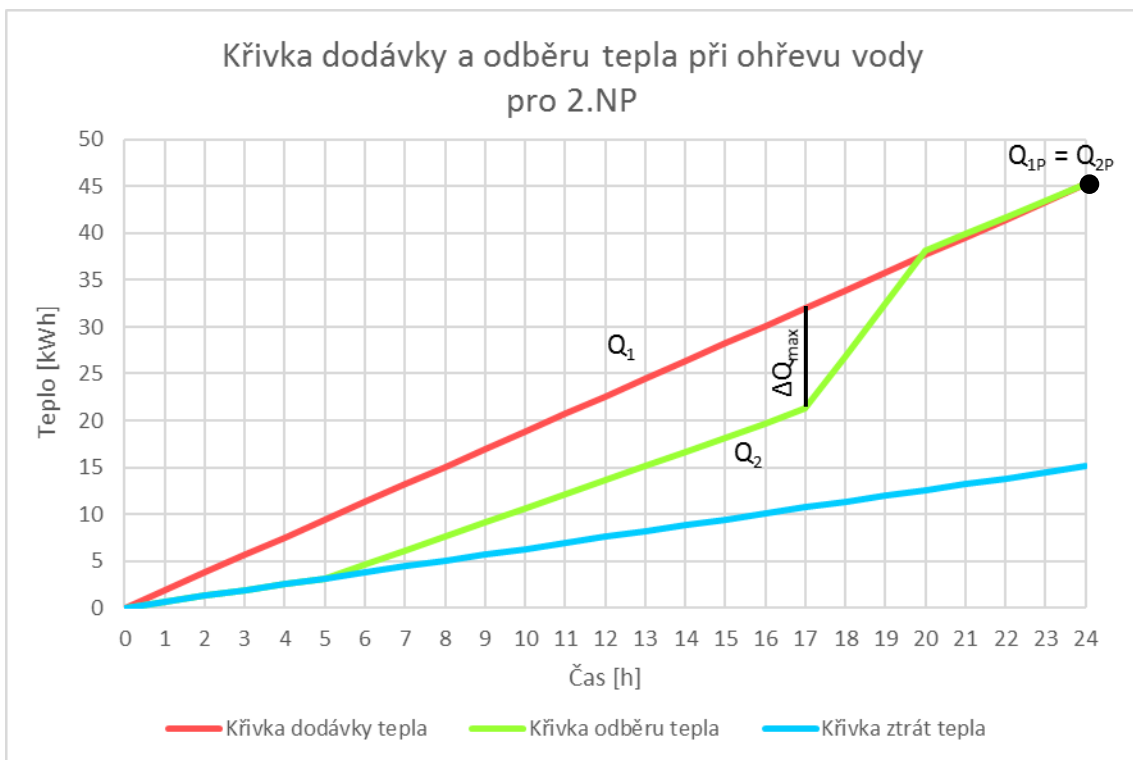
$$Q_{2t,17-20,2NP} = 0,50 \cdot 30,1 = 15,05 \text{ kWh}$$

$$Q_{2t,20-24,2NP} = 0,15 \cdot 30,1 = 4,52 \text{ kWh}$$

Průběh dodávky a odběru tepla při ohřevu vody v jednotlivých akumulčních zásobnících teplé vody navrhovaných do objektu je zobrazen na následujících grafech.



Graf 1: Průběh dodávky a odběru tepla při ohřevu vody pro 1.NP



Graf 2: Průběh dodávky a odběru tepla při ohřevu vody pro 2.NP

Velikost zásobníku je určena na základě největšího rozdílu mezi odběrem a dodávkou tepla ΔQ_{\max} .

$$V_z = \frac{\Delta Q_{\max}}{c \cdot (\theta_2 - \theta_1)}$$

kde:

| | | |
|-------------------|---------------------------|--|
| V_z | [m ³] | objem zásobníku |
| ΔQ_{\max} | [kWh] | největší možný rozdíl tepla mezi Q_1 a Q_2 |
| c | [kWh/(m ³ ·K)] | měrná tepelná kapacita vody |
| θ_1 | [°C] | teplota studené vody |
| θ_2 | [°C] | teplota teplé vody |

$$V_{z,1NP} = \frac{9,25}{1,163 \cdot (55 - 10)} = 0,177 \text{ m}^3 = \mathbf{177 \text{ l}}$$

$$V_{z,2NP} = \frac{10,78}{1,163 \cdot (55 - 10)} = 0,206 \text{ m}^3 = \mathbf{206 \text{ l}}$$

Tepelný výkon je stanoven jako podíl celkové potřeby tepla na ohřev TV a periody ohřevu.

$$\phi_{1n} = \frac{Q_{1P}}{t_p}$$

kde:

| | | |
|-------------|-------|--|
| ϕ_{1n} | [kW] | jmenovitý tepelný výkon zásobníkový ohřev vody |
| Q_{1P} | [kWh] | teplo dodané ohřivačem do TV |
| t_p | [h] | čas |

$$\phi_{1n,1NP} = \frac{38,7}{24} = \mathbf{1,61 \text{ kW}}$$

$$\phi_{1n,2NP} = \frac{45,2}{24} = \mathbf{1,88 \text{ kW}}$$

Potřebný výkon na ohřev TV pro potřeby celého objektu je dán součtem tepelného výkonu zásobníkového ohřevu TV pro bytovou jednotku v 1.NP a pro bytovou jednotku ve 2.NP.

$$\phi_{TV} = \phi_{1n,1NP} + \phi_{1n,2NP} = 1,61 + 1,88 = \mathbf{3,49 kW}$$

kde:

ϕ_{TV} [kW] výkon na přípravu teplé vody

2 TEPELNÁ BILANCE OBJEKTU

Tepelná bilance objektu je stanovena denostupňovou metodou [7].

2.1 VÝPOČET ROČNÍ POTŘEBY TEPLA NA VYTÁPĚNÍ

$$Q_{UT} = \frac{24 \cdot \phi_{UT} \cdot \varepsilon \cdot D}{t_{is} - t_e}$$

kde:

| | | |
|---------------|----------|------------------------------------|
| Q_{UT} | [Wh/rok] | roční potřeba tepla na vytápění |
| ϕ_{UT} | [W] | tepelná ztráta objektu |
| ε | [-] | opravný součinitel |
| D | [K.den] | počet denostupňů |
| t_{is} | [°C] | průměrná vnitřní výpočtová teplota |
| t_e | [°C] | vnější výpočtová teplota |

$$\varepsilon = \frac{\varepsilon_i \cdot \varepsilon_t \cdot \varepsilon_d}{\eta_o \cdot \eta_r}$$

kde:

| | | |
|-----------------|-----|--|
| ε_i | [-] | nesoučasnost tepelné ztráty infilrací a tepelné ztráty prostupem |
| ε_t | [-] | snížení teploty během dne, respektive noci |
| ε_d | [-] | zkrácení doby vytápění u objektu s přestávkami provozu |
| η_o | [-] | účinnost obsluhy, respektive možnosti regulace soustavy |
| η_r | [-] | účinnost rozvodu vytápění |

$$\varepsilon = \frac{0,85 \cdot 0,90 \cdot 1,0}{0,90 \cdot 0,96} = 0,885$$

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

kde:

| | | |
|----------|------|--|
| t_{is} | [°C] | průměrná výpočtová vnitřní teplota |
| t_{es} | [°C] | průměrná venkovní teplota v otopném období |
| d | [-] | počet dnů otopného období v roce |

$$D = (19 - 3,6) \cdot 256 = 3\,942,4 \text{ K. den}$$

$$Q_{UT} = \frac{24 \cdot 8084 \cdot 0,885 \cdot 3942,4}{19 - (-15)} = \mathbf{19,9 \text{ MWh/rok}}$$

2.2 VÝPOČET ROČNÍ POTŘEBY TEPLA NA NUCENÉ VĚTRÁNÍ

$$Q_{VZT,c} = V_e \cdot \varphi \cdot c \cdot z \cdot D_{VZT}$$

kde:

| | | |
|-------------|----------------------|--|
| $Q_{VZT,c}$ | [J/rok] | roční potřeba tepla na nucené větrání bez rekuperace |
| V_e | [m ³ /h] | množství přiváděného venkovního vzduchu |
| φ | [kg/m ³] | měrná hmotnost vzduchu |
| c | [J/(kg.K)] | měrná tepelná kapacita vzduchu |
| z | [h/den] | počet provozních hodin větracího zařízení za den |
| D_{VZT} | [K.den] | počet denostupňů pro větrání za otopné období |

$$Q_{VZT,c} = 850 \cdot 1,20 \cdot 1010 \cdot 24 \cdot 4730,9 = 32,5 \text{ MWh/rok}$$

Navržená vzduchotechnická jednotka je vybavena protiproudým rekuperačním výměníkem s účinností 87,5 % při objemovém průtoku 850 m³/h. Skutečná roční potřeba tepla pro nucené větrání bude snížena o vliv rekuperačního výměníku.

$$Q_{VZT} = Q_{VZT,c} \cdot \frac{(100 - \eta_{RV})}{100}$$

kde:

| | | |
|-------------|-----------|--|
| Q_{VZT} | [MWh/rok] | roční potřeba tepla na nucené větrání s rekuperací |
| η_{RV} | [%] | účinnost rekuperačního výměníku |

$$Q_{VZT} = 32,5 \cdot \frac{(100 - 87,5)}{100} = \mathbf{4,1 \text{ MWh/rok}}$$

2.3 ROČNÍ POTŘEBA TEPLA NA PŘÍPRAVU TV

$$Q_{TV} = Q_{TV,d} \cdot d + 0,8 \cdot Q_{TV,d} \cdot \frac{55 - t_{SV,l}}{55 - t_{SV,z}} \cdot (N - d)$$

kde:

| | | |
|------------|----------|--------------------------------------|
| Q_{TV} | [Wh/rok] | roční potřeba tepla pro přípravu TV |
| $Q_{TV,d}$ | [Wh/den] | denní potřeba tepla pro přípravu TV |
| d | [-] | počet dnů otopného období v roce |
| $t_{SV,l}$ | [°C] | teplota studené vody v létě |
| $t_{SV,z}$ | [°C] | teplota studené vody v zimě |
| N | [-] | počet pracovních dní soustavy v roce |

$$Q_{TV,d} = \rho \cdot c \cdot V_{2P} \cdot (t_2 - t_1) \cdot (1 + z)/3600$$

kde:

| | | |
|----------|-----------------------|--|
| ρ | [kg/m ³] | měrná hmotnost vody |
| c | [J/(kg.K)] | měrná tepelná kapacita vody |
| V_{2P} | [m ³ /den] | denní potřeba vody pro přípravu TV |
| t_2 | [°C] | teplota ohřáté vody |
| t_1 | [°C] | teplota studené vody |
| z | [-] | tepelné ztráty při ohřevu a distribuci |

Denní potřeba vody pro přípravu TV je 0,082 m³ na osobu a den, určeno dle tab. C.3 ČSN 06 0320 [2].

$$Q_{TV,d} = 997 \cdot 4180 \cdot (13 \cdot 0,082) \cdot (55 - 10) \cdot \frac{1 + 0,5}{3600} = 83,3 \text{ kWh/den}$$

$$Q_{TV} = 83,3 \cdot 256 + 0,8 \cdot 83,3 \cdot \frac{55-15}{55-5} \cdot (350 - 256) = \mathbf{26,3 \text{ MWh/rok}}$$

2.4 ROČNÍ POTŘEBA TEPLA NA VYTÁPĚNÍ, VĚTRÁNÍ A PŘÍPRAVU TV

$$Q = Q_{UT} + Q_{VZT} + Q_{TV} = 19,9 + 4,1 + 26,3 = \mathbf{50,3 \text{ MWh/rok}}$$

kde:

| | | |
|------------------|-----------|--|
| Q | [MWh/rok] | roční potřeba tepla na vytápění, větrání a přípravu TV |
| Q _{UT} | [MWh/rok] | roční potřeba tepla na vytápění |
| Q _{VZT} | [MWh/rok] | roční potřeba tepla na nucené větrání |
| Q _{TV} | [MWh/rok] | roční potřeba tepla na přípravu TV |

3 NÁVRH ZDROJE TEPLA PRO VYTÁPĚNÍ, VĚTRÁNÍ A PŘÍPRAVU TV

3.1 STANOVENÉ TEPELNÉ VÝKONY NA VYTÁPĚNÍ, VĚTRÁNÍ A PŘÍPRAVU TV

- Výkon na vytápění: $\phi_{UT} = 8,08 \text{ kW}$
- Výkon na nucené větrání: $\phi_{VZT} = 1,07 \text{ kW}$
- Výkon na přípravu TV: $\phi_{TV} = 3,49 \text{ kW}$

3.2 NÁVRH ZDROJE TEPLA

$$\phi_{SU} = f_{UT} \cdot \phi_{UT} + f_{VZT} \cdot \phi_{VZT} + f_{TV} \cdot \phi_{TV}$$

kde:

| | | |
|--------------|------|--|
| ϕ_{SU} | [kW] | návrhový tepelný výkon zdroje tepla |
| f_{UT} | [-] | návrhový součinitel pro vytápění |
| ϕ_{UT} | [kW] | potřebný výkon na vytápění |
| f_{VZT} | [-] | návrhový součinitel pro nucené větrání |
| ϕ_{VZT} | [kW] | potřebný výkon na nucené větrání |
| f_{TV} | [-] | návrhový součinitel pro přípravu TV |
| ϕ_{TV} | [kW] | potřebný výkon na přípravu TV |

$$\phi_{SU} = 1,0 \cdot 8,08 + 1,0 \cdot 1,07 \cdot 1,0 \cdot 3,49 = \mathbf{12,64 \text{ kW}}$$

Navrhuji kotel na pelety Fröling P4 Pellet 15 o výkonu 3,1 až 14,9 kW. Jedná se o kotel s plně automatickým spalováním dřevěných pelet s nasáváním pelet ze skladu pelet. Kotel je vybaven tepelným výměníkem s automatickým čištěním, automatickým vynášením popela do popelníku, automatickým zapalováním, nuceným odvodem spalin, řízením spalovacího procesu a kotel je kompletně tepelně izolovaný. Provoz kotle je nezávislý na vzduchu v místnosti. [8]

Technické parametry kotle Fröling P4 Pellet 15 [9]:

- Jmenovitý výkon: 15 kW
- Účinnost při jmenovitém tepelném výkonu: 93,3 %
- Přípustný provozní přetlak: 3 bar
- Maximální výstupní teplota: 80 °C

- Vstup/výstup: 1"
- Objem vody v kotli: 70 l
- Připojení el.: 230 V/jištění 16 A
- Hloubka/šířka/výška kotle: 930/1 185/1 660 mm
- Minimální výška sopouchu: 1 350 mm
- Průměr sopouchu: 130 mm
- Emisní třída: 5

4 NÁVRH ZÁSOBNÍKOVÝCH OHŘÍVAČŮ TEPLÉ VODY

Z výše uvedeného výpočtu výkonu na přípravu TV v kap. 1.3 vyplývá potřebná velikost zásobníkového ohřivače pro bytovou jednotku v 1.NP 177 l a pro bytovou jednotku ve 2.NP 206 l.

Navrhuji pro každou bytovou jednotku použít zásobníkový ohřivače TV Reflex Storatherm Aqua AF/200/1M_B. Jedná se o smaltovaný zásobníkový ohřivač teplé vody s jedním výměníkem tepla s hladkou trubkou a s možností elektrického ohřevu. [10]

Technické parametry zásobníkového ohřivače TV Reflex Storatherm Aqua AF/200/1M_B [10]:

| | |
|--|---------------------|
| - Objem: | 196 l |
| - Průměr zásobníku vč. izolace: | 600 mm |
| - Výška zásobníku vč. izolace: | 1 473 mm |
| - Tloušťka izolace: | 75 mm |
| - Hmotnost: | 79 kg |
| - Plocha výměníku: | 0,95 m ² |
| - Objem výměníku: | 6,4 l |
| - Pohotovostní ztráta: | 55 W |
| - Energetická třída: | B |
| - Připojení teplá voda, studená voda, cirkulace: | ¾" |
| - Připojení topení: | 1" |
| - Maximální provozní přetlak: | |
| - Topná voda | 16 bar |
| - Pitná voda | 10 bar |
| - Maximální provozní teplota: | |
| - Topná voda | 110 °C |
| - Pitná voda: | 95 °C |

5 NÁVRH AKUMULAČNÍHO ZÁSOBNÍKU TEPLÉ VODY

Navrhuji akumulční zásobník teplé vody o objemu 1500 l.

Vstupní parametry pro výpočet doby cyklu mezi zátopy [11]:

- Aktuální venkovní teplota (průměrná venkovní teplota, pro kterou je proveden výpočet akumulční nádoby): $t_{e,aktual} = 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- Vnitřní teplota interiéru: $t_i = 19 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- Venkovní výpočtová teplota: $t_e = -15 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- Teplota přívodu topné vody při t_e : $t_p = 80 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- Teplota zpátečky topné vody při t_e : $t_z = 65 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- Teplotní exponent soustavy: $n = 1,3$
- Jmenovitý tepelný výkon zdroje tepla: $P_{zdroj} = 15 \text{ kW}$
- Tepelný výkon na vytápění a větrání: $Q_{objekt} = 9,19 \text{ kW}$
- Teplota vody v akumulčním zásobníku před začátkem topení: $t_{aku,z} = 38 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- Teplota vody v akumulčním zásobníku po plném nabití: $t_{aku,k} = 80 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- Tepelná ztráta akumulčního zásobníku: $Q_{aku,zt} = 0,231 \text{ kW}$
- Počet osob v objektu využívajících TV: $p = 13 \text{ osob}$
- Množství TV ohřáté z $10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ na $55 \text{ }^{\circ}\text{C}$ na osobu a den: $V_{TV} = 82 \text{ l/os. den}$

Střední teplota teplotnosné látky do okruhu topení (při poklesu teploty v akumulční nádrži pod tuto hodnotu, je akumulční nádrž považována za vybitou) [11]:

$$t_m = t_i + \left(\frac{t_p + t_z}{2} - t_i \right) \cdot \left(\frac{t_{e,aktual} - t_i}{t_e - t_i} \right)^{\frac{1}{n}} = 19 + \left(\frac{80 + 65}{2} - 19 \right) \cdot \left(\frac{10 - 19}{-15 - 19} \right)^{\frac{1}{1,3}}$$
$$= 38,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Teplota přívodní vody při $t_{e,aktual}$ [11]:

$$t_{p,aktual} = t_m + 0,5 \cdot (t_p - t_z) \cdot \left(\frac{t_{e,aktual} - t_i}{t_e - t_i} \right) = 38,2 + 0,5 \cdot (80 - 65) \cdot \left(\frac{10 - 19}{-15 - 19} \right)$$
$$= 40,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Teplota zpátečky topné vody $t_{e,aktual}$ [11]:

$$t_{z,aktual} = t_m - (t_{p,aktual} - t_m) = 38,2 - (40,2 - 38,2) = 36,3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Hodinový výkon odběru TV pro daný počet osob [11]:

$$Q_{TV} = p \cdot V_{TV} \cdot 1,163 \cdot \frac{(55 - 10)}{1000 \cdot 24} = 13 \cdot 82 \cdot 1,163 \cdot \frac{(55 - 10)}{1000 \cdot 24} = 2,3 \text{ kW}$$

Hmotnost vody v nabitě akumulární nádobě při $t_{aku,k}$ [11]:

$$m_{aku} = V_{aku} \cdot \frac{\rho}{1000} = 1500 \cdot \frac{971,8}{1000} = 1457,8 \text{ kg}$$

Potřebné množství energie pro nabití akumulární nádoby z $t_{aku,z}$ na teplotu $t_{aku,k}$ [11]:

$$E_{aku,potřeba} = m_{aku} \cdot 1,163 \cdot \frac{t_{aku,k} - t_{aku,z}}{1000} = 1457,8 \cdot 1,163 \cdot \frac{80 - 38}{1000} = 71,2 \text{ kWh}$$

Tepelná ztráta objektu při $t_{e,aktual}$ [11]:

$$Q_{objekt,aktual} = \left(\frac{t_i - t_{e,aktual}}{t_i - t_e} \right) \cdot Q_{objekt} = \left(\frac{19 - 10}{19 - (-15)} \right) \cdot 9,15 = 2,4 \text{ kW}$$

Doba nabití akumulární nádoby při současném provozu okruhu topení a přípravy TV [11]:

$$T_{nabijeni} = \frac{E_{aku,potřeba}}{P_{zdroj} - Q_{objekt,aktual} - Q_{TV}} = \frac{71,2}{15 - 2,4 - 2,3} = 7,0 \text{ h}$$

Množství využitelné energie z akumulární nádoby při potřebě střední teploty t_m do okruhu topení (pokud teplota v akumulárním zásobníku klesne pod $55 \text{ } ^\circ\text{C}$, přestane se odebírat teplo pro TV) [11]:

$$E_{aku,vyuzitelne} = m_{aku} \cdot 1,163 \cdot \left(\frac{t_{aku,k} - t_m}{1000} \right) = 1457,8 \cdot 1,163 \cdot \left(\frac{80 - 38,2}{1000} \right) = 70,8 \text{ kWh}$$

Doba vybití akumulární nádoby při provozu topení po odstavení zdroje [11]:

$$T_{vybijeni} = \frac{E_{aku,vyuzitelne}}{Q_{objekt,aktual} + Q_{aku,zt} + Q_{TV}} = \frac{70,8}{2,4 + 0,231 + 2,3} = 14,2 \text{ h}$$

Celková doba cyklu mezi zátopy [11]:

$$T_{celkem} = T_{nabíjení} + T_{vybíjení} = 7,0 + 14,2 = \mathbf{21,2 h}$$

Navrhuji použít akumulační zásobník z uhlíkové ocele Reflex Storatherm Heat PH 1500. Jedná se o akumulační zásobník, který funguje jako tepelný akumulátor, který umožňuje výrobu a spotřebu tepla oddělit časově i hydraulicky. [12]

Technické parametry akumulačního zásobníku Reflex Storatherm Heat PH 1500 [12]:

| | |
|------------------------------|----------|
| - Jmenovitý objem: | 1 470 l |
| - Průměr bez izolace: | 1 000 mm |
| - Výška bez izolace: | 2 120 mm |
| - Dovolенý provozní přetlak: | 3 bary |
| - Dovolенá provozní teplota: | 90 °C |
| - Připojení: | 1 ½" |
| - Hmotnost: | 167 kg |
| - Tloušťka tepelné izolace: | 90 mm |

6 NÁVRH ODVODU SPALIN, PŘÍVODU SPALOVACÍHO VZDUCHU A VĚTRÁNÍ KOTELNY

6.1 ODVOD SPALIN

Odvod spalin je navržen dle podkladů od výrobce zdroje tepla a na základě tepelně technického posouzení spalinové cesty dle ČSN EN 13384-1 [4].

Průměr odtahového hrdla spalin je 130 mm, na něj navazuje kouřovod o průměru 130 mm ze silnostěnného plechu 1,5 mm pokrytým žáruvzdornou barvou. Kouřovod je pomocí sopouchu napojen do komínového průduchu pod úhlem 90°.

Navržen je dvouvrstvý komín Schiedel Absolut (ABS 14) s integrovanou tepelnou izolací v komínové tvárnici. V komínovém tělese je osazena izostatická keramická komínová vložka o vnitřním průměru 140 mm. [17]

Minimální provozní tah komína udávaný výrobcem je 8 Pa. Při výpočtu bez vlivu tlakového vyrovnání spalinové cesty přebývá 1,9 Pa. Rychlost proudění zplodin v navržené spalinové cestě se pohybuje mezi 0,65 a 0,86 m/s.

Tepelně technický návrh komína viz příloha.

6.2 PŘÍVOD SPALOVACÍHO VZDUCHU

Provoz navrženého kotle Froling P4 Pellet 15 je nezávislý na vzduchu z místnosti. Spalovací vzduch je přiváděn kruhovým vzduchotechnickým potrubím z pozinkovaného plechu o průměru 100 mm vedeném přilehlou instalační šachtou na střechu objektu.

6.3 VĚTRÁNÍ KOTELNY

Větrání kotelny je navrženo přirozené s intenzitou větrání $0,5 \text{ h}^{-1}$ větracím otvorem v obvodové stěně.

$$V_e = V \cdot i$$

kde:

| | | |
|-------|-------------------------|---|
| V_e | $[\text{m}^3/\text{h}]$ | množství větracího vzduchu |
| V | $[\text{m}^3]$ | objem vnitřního vzduchu větraných místností |
| i | $[\text{h}^{-1}]$ | intenzita větrání |

$$V_e = 20,5 \cdot 0,5 = \mathbf{10,3 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Maximální rychlost přívodu vzduchu je $0,5 \text{ m/s}$. Větrací otvor je kryt krycí mřížkou MANDÍK KMM, jejíž efektivní plocha je 78% [21].

$$S_{ef} = \frac{V_e}{w_{ef} \cdot 3600}$$

kde:

| | | |
|----------|----------------|--|
| S_{ef} | $[\text{m}^2]$ | efektivní plocha větracího otvoru |
| w_{ef} | $[\text{m/s}]$ | maximální rychlost vzduchu při průtoku větrací mřížkou |

$$S_{ef} = \frac{10,3}{0,5 \cdot 3600} = \mathbf{5722,2 \text{ mm}^2}$$

Navrhuji větrací otvor o šířce 125 mm a výšce 125 mm krytý krycí mřížkou MANDÍK KMM 125×125 o efektivní ploše $12\,187,5 \text{ mm}^2$ [21].

7 NÁVRH ZABEZPEČOVACÍHO ZAŘÍZENÍ

7.1 NÁVRH TLAKOVÉ EXPANZNÍ NÁDOBY

Vstupní parametry pro návrh tlakové expanzní nádoby [13]:

- Výkon zdroje tepla (pojistný výkon): $Q_p = 15 \text{ kW}$
- Maximální teplota otopné vody: $t_{max} = 80 \text{ °C}$
- Součinitel zvětšení objemu vody při ohřevu z 10 °C (teplota studené vody) na maximální teplotu otopné vody: $n = 0,0286$
- Výška nejvyššího bodu otopné soustavy: $h = 9 \text{ m}$
- Vodní objem otopné soustavy
 - Kotel: $V_k = 70 \text{ l}$
 - Potrubí: $V_p = 169 \text{ l}$
 - Otopná tělesa: $V_{OT} = 78 \text{ l}$
 - Ostatní zařízení: $V_{ost} = 1\,513 \text{ l}$
$$V = V_k + V_p + V_{OT} + V_{ost} = 70 + 169 + 78 + 1513 = 1\,830 \text{ l}$$
- Parametry prvku s nejnižším konstrukčním přetlakem soustavy:
 - $p_{rx} = 300 \text{ kPa}$
 - $h_{MR} = -0,5 \text{ m}$
- Nejnižší pracovní přetlak soustavy: $p_d = 100 \text{ kPa}$
- Nejvyšší pracovní přetlak soustavy: $p_{h,dov} = 250 \text{ kPa}$

Konstrukční přetlak soustavy [13]:

$$p_k = p_{rx} + (g \cdot h_{MR}) = 300 + (9,81 \cdot (-0,5)) = 295 \text{ kPa}$$

Nejnižší přetlak soustavy [13]:

$$p_{d,dov} = 1,1 \cdot \frac{h \cdot \rho \cdot g}{1000} = 1,1 \cdot \frac{9 \cdot 1000 \cdot 9,81}{1000} = 97 \text{ kPa}$$

Objem expanzní tlakové nádoby [13]:

$$V_{et} = \frac{1,3 \cdot V \cdot n}{\eta}$$

kde:

η [-] stupeň využití expanzní nádoby

$$\eta = \frac{p_{h,dov,A} - p_{d,A}}{p_{h,dov,A}}$$

kde:

$p_{h,dov,A}$ [kPa] nejvyšší dovolený absolutní tlak

$p_{d,A}$ [kPa] hydrostatický absolutní tlak

$$p_{h,dov,A} = p_{h,dov} + p_B$$

kde:

p_B [kPa] barometrický tlak

$$V_{et} = \mathbf{158,7\ l}$$

Vnitřní průměr pojistného potrubí [13]:

$$d_v = 10 + 0,6 \cdot \sqrt{Q_p} = 10 + 0,6 \cdot \sqrt{15} = \mathbf{12,3\ mm}$$

Posouzení:

$$p_d = 100\ kPa > p_{d,dov} = 97\ kPa \quad \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$p_k = 295\ kPa > p_{h,dov} = 250\ kPa \quad \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Navrhuji tlakovou expanzní nádobu Reflex N 200/6 o objemu 200 l s pevně vestavěnou membránou [14]. A expanzní potrubí se jmenovitou světlostí DN 22.

Technické parametry expanzní tlakové nádoby Reflex N 200/6 [14]:

- Jmenovitý objem: 200 l
- Přípustný provozní tlak: 6 bar
- Přípustná provozní teplota nádoba/membrána: 120 °C/70 °C
- Hmotnost: 22 kg

- Průměr: 634 mm
- Výška: 758 mm
- Přetlak plynu: 1,5 bar

7.2 NÁVRH POJISTNÉHO VENTILU

Vstupní parametry pro návrh pojistného ventilu [15]:

- Výkon zdroje tepla (pojistný výkon): $Q_p = 15 \text{ kW}$
- Otevírací přetlak pojistného ventilu: $p_{ot} = 300 \text{ kPa}$

Minimální průřez sedla pojistného ventilu [15]:

$$S_o = \frac{2 \cdot Q_n}{\alpha_w \cdot \sqrt{p_{ot}}}$$

kde:

α_w [-] výtokový součinitel pojistného ventilu

$$S_o = 5 \text{ mm}^2$$

Minimální vnitřní průměr pojistného potrubí [15]:

$$d_v = 10 + 0,6 \cdot \sqrt{Q_p} = 10 + 0,6 \cdot \sqrt{15} = 12,3 \text{ mm}$$

Navrhuji pojistný ventil GIACOMINI R140 1" x 3 o skutečném průřezu sedla pojistného ventilu 452 mm² a výtokovém součiniteli 0,60 s otevíracím přetlakem 300 kPa a pojistné potrubí se jmenovitou světlostí minimálně DN 25. [15]

ZDROJE

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. ČSN EN 12831-1. Energetická náročnost budov – Výpočet tepelného výkonu – Část 1: Tepelný výkon pro vytápění, Modul M3-3. Praha: Český normalizační institut, 2018.
2. ČSN 06 0320. Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody – Navrhování a projektování. Praha: Český normalizační institut, 2006.
3. ČSN EN 12828+A1. Tepelné soustavy v budovách – Navrhování teplovodních otopných soustav. Praha: Český normalizační institut, 2014.
4. ČSN EN 13384-1. Komíny – Tepelně technické a hydraulické výpočtové metody – Část 1: Samostatné komíny. Praha: Český normalizační institut, 2016.
5. ČSN 06 0830. Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení. Praha: Český normalizační institut, 2014.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

6. Návrhový software [online]. ATREA s.r.o. [cit. 2018-12-04]. Dostupné z: <https://www.atrea.cz/cz/duplex-cz>
7. Projekční podklady a pomůcky – Tepelná bilance objektu – denostupňová metoda [online]. ČVUT v Praze. [cit. 2018-12-06]. Dostupné z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/?mod=podklady&id=1>
8. Kotel na pelety P4 Pellet [online]. S WHG s.r.o. [cit. 2018-12-07]. Dostupné z: <http://www.froling.cz/products/kotel-na-pelety-p4-pellet/>
9. Projekční zóna. Kotel na pelety P4 Pellet [online]. S WHG s.r.o. [cit. 2018-12-07]. Dostupné z: <http://www.froling.cz/projekcni-zona/?showproduct=34>
10. Zásobníkové ohříváče vody Storatherm. Smaltované s jednou předávací plochou [online]. Reflex CZ, s.r.o. [cit. 2018-12-07]. Dostupné z: <http://www.reflexcz.cz/cz/smaltovane-s-jednou-predavaci-plochou>
11. HODBOŇ, Josef. Objem akumulární nádrže ke kotli. In: tzb-info [online]. Topinfo s.r.o. [cit. 2018-12-08]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/vytapime-tuhymi-palivy/16134-objem-akumulacni-nadrze-ke-kotli>
12. Akumulační zásobníky vody. Zásobníky z uhlíkové ocele [online]. Reflex CZ, s.r.o. [cit. 2018-12-08]. Dostupné z: <http://www.reflexcz.cz/cz/zasobniky-z-uhlikove-ocel>
13. REINBERK, Zdeněk. Tlaková expanzní nádoba. In: tzb-info [online]. Topinfo s.r.o. [cit. 2018-12-12]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/60-tlakova-expanzni-nadoba>
14. Expanzní nádoby Reflex NG a N [online]. Reflex CZ, s.r.o. [cit. 2018-12-12]. Dostupné z: <https://www.reflexcz.cz/cz/expanzni-nadoby-reflex-ng-a-n>

15. HOŘEJŠÍ, Miroslav a Jan NOVÁK. Výpočet pojistného ventilu pro kotle a výměníky tepla. In: tzb-info [online]. Topinfo s.r.o. [cit. 2018-12-12]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/43-vypocet-pojistneho-ventilu-pro-kotle-a-vymeniky-tepla>
16. Projekční podklady a pomůcky – Návrh zabezpečovacího zařízení [online]. ČVUT v Praze. [cit. 2018-12-12]. Dostupné z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/?mod=podklady&id=42>
17. Schiedel Absolut. Absolut – Komín pro energeticky efektivní budovy [online]. Schiedel GmbH & Co. KG. [cit. 2018-12-14]. Dostupné z: <https://www.schiedel.com/cz/produkty/keramicke-kominove-systemy/absolut/>
18. Radik VK. KORADO a.s. [cit. 2018-12-04]. Dostupné z: <https://www.korado.cz/produkty/radik/radik-vk.html>
19. Koraflex FK. KORADO a.s. [cit. 2018-12-04]. Dostupné z: <https://www.korado.cz/produkty/konvektory/koraflex-fk.html>
20. Koralux linear classic. KORADO a.s. [cit. 2018-12-04]. Dostupné z: <https://www.korado.cz/produkty/koralux/koralux-linear-classic.html>
21. KMM Krycí mřížka. Vlastimil Mandík. [cit. 2018-12-14]. Dostupné z: <http://www.mandik.cz/produktova-rada/distribucni-elementy/mrizky-a-vyustky/kmm>

PŘÍLOHY

- Energetická bilance místností
- Seznam spotřebičů
- Regulace spotřebičů
- Výpočet úseků
- Tepelně technický návrh komína

Souhrnné údaje

| | | | |
|--------------|------------------------------|------------|------------|
| Stavba: | RD Liberec | Zadavatel: | |
| Místo: | Liberec | Archiv: | |
| Zpracovatel: | Bc. Zuzana Plojharová | Datum: | 30.11.2018 |
| Zakázka: | RD Liberec.gdw | Telefon: | |
| Projektant: | | | |
| E-mail: | | | |

Energetická bilance místností

2.1 Provozní skupina číslo 1a

ÚSEK 1

$t_{w1} = 75,0 \text{ °C}$

$\Delta t = 10,0 \text{ K}$

| Č.M. | Popis | Ap m ² | t _i °C | Q _{Mu} W | Q _{Mi} W | ΔQ W | Q _{Mi} % | Zdroj | Specifikace | Výkon W |
|--------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------|----------------------|----------|---------------------|------------|
| 0.01 | Chodba | 6,3 | 15,0 | 0 | 0 | | 0,0 | Z m.č.11 | | 0 |
| 0.02 | Schodiště | 4,7 | 15,0 | 0 | 0 | | 0,0 | Z m.č.11 | | 20 |
| 0.03/4 | Technická místnost | 16,2 | 15,0 | 0 | 0 | | 0,0 | Z m.č.05 | | |
| 0.05 | WC | 4,0 | 20,0 | 353 | 419 | 66 | 118,7 | 04-01 | 20-050050-60 | 419 |
| 0.06 | Relaxační místnost | 34,3 | 20,0 | 1 836 | 1 896 | 60 | 103,3 | 05-01 | FKE 240/9/34-NP0RU1 | 948 |
| | | | | | | | | 05-02 | FKE 240/9/34-NP0RU1 | 948 |
| 0.07 | Garáž + dílna | 71,8 | 15,0 | 1 663 | 1 898 | 235 | 114,1 | 06-01 | 20-050100-60 | 949 |
| | | | | | | | | 06-02 | 20-050100-60 | 949 |
| 1.01 | Vstup | 5,4 | 15,0 | 221 | 474 | 253 | 214,5 | 11-01 | 20-050050-60 | 474 |
| 1.03 | Obyvací pokoj + KK | 51,3 | 20,0 | 1 913 | 2 360 | 447 | 123,4 | 13-01 | FKE 240/9/28-NP0RU1 | 677 |
| | | | | | | | | 13-02 | FKE 240/9/28-NP0RU1 | 677 |
| | | | | | | | | 13-03 | 20-050120-60 | 1 006 |
| 1.04 | Pokoj | 17,5 | 20,0 | 709 | 948 | 239 | 133,7 | 14-01 | FKE 240/9/34-NP0RU1 | 948 |
| 1.05 | Pokoj | 16,2 | 20,0 | 735 | 948 | 213 | 129,0 | 15-01 | FKE 240/9/34-NP0RU1 | 948 |
| 1.06 | Pokoj | 14,8 | 20,0 | 599 | 838 | 239 | 139,9 | 16-01 | 20-050100-60 | 838 |
| 1.07 | koupelna | 9,1 | 24,0 | 340 | 676 | 336 | 198,8 | 17-01 | KLC-150060-00 | 676 |
| 1.08 | WC | 3,9 | 20,0 | 115 | 419 | 304 | 364,3 | 18-01 | 20-050050-60 | 419 |
| 1.09 | Chodba | 12,0 | 15,0 | 0 | 0 | | 0,0 | | | |
| 2.01 | Vstup | 5,2 | 15,0 | 211 | 474 | 263 | 224,6 | 21-01 | 20-050050-60 | 474 |
| 2.03 | Obyvací pokoj + KK | 36,2 | 20,0 | 1 355 | 1 676 | 321 | 123,7 | 23-01 | 20-050100-60 | 838 |
| | | | | | | | | 23-02 | 20-050100-60 | 838 |
| 2.04 | Pokoj | 14,6 | 20,0 | 542 | 838 | 296 | 154,6 | 24-01 | 20-050100-60 | 838 |
| 2.05 | Pokoj | 17,4 | 20,0 | 617 | 838 | 221 | 135,8 | 25-01 | 20-050100-60 | 838 |
| 2.06 | Pokoj | 16,2 | 20,0 | 657 | 838 | 181 | 127,5 | 26-01 | 20-050100-60 | 838 |
| 2.07 | Sklad | 4,2 | 15,0 | 143 | 474 | 331 | 331,5 | 27-01 | 20-050050-60 | 474 |
| 2.08 | Sprcha | 3,4 | 24,0 | 148 | 230 | 82 | 155,4 | 28-01 | KLC-070045-00 | 230 |
| 2.09 | Sprcha | 3,4 | 24,0 | 128 | 230 | 102 | 179,7 | 29-01 | KLC-070045-00 | 230 |
| 2.10 | WC | 13,4 | 20,0 | 310 | 419 | 109 | 135,2 | 210-01 | 20-050050-60 | 419 |
| 2.11 | Chodba | 15,1 | 15,0 | 0 | 0 | | 0,0 | | | |

Souhrnné údaje

| | | | |
|--------------|------------------------------|------------|------------|
| Stavba: | RD Liberec | Zadavatel: | |
| Místo: | Liberec | | |
| Zpracovatel: | Bc. Zuzana Plojharová | Archiv: | |
| Zakázka: | RD Liberec.gdw | Datum: | 30.11.2018 |
| Projektant: | | Telefon: | |
| E-mail: | | | |

Seznam spotřebičů

| Větev | Úsek | Č.M. | ti °C | Specifikace | QTn W | QTr W | tw1 °C | Δt K | Délka mm | Objem dm ³ |
|-------|------|------|----------|-----------------------|----------|----------|-----------|---------|-------------|--------------------------|
| V1 | 1 | | 15,0 | DUPLEX 1100 Multi Eco | 1 010 | 1 010 | 75,0 | 10,0 | | 0,6 |
| V2 | 1 | 28 | 24,0 | KLC-070045-00 | 255 | 230 | 75,0 | 10,0 | 450 | 3 |
| | 3 | 27 | 15,0 | 20-050050-60 | 419 | 474 | 75,0 | 10,0 | 500 | 3 |
| | 6 | 29 | 24,0 | KLC-070045-00 | 255 | 230 | 75,0 | 10,0 | 450 | 3 |
| | | 21 | | | | | | | | |
| | 9 | 0 | 20,0 | 20-050050-60 | 419 | 419 | 75,0 | 10,0 | 500 | 3 |
| | 12 | 21 | 15,0 | 20-050050-60 | 419 | 474 | 75,0 | 10,0 | 500 | 3 |
| | 15 | 26 | 20,0 | 20-050100-60 | 838 | 838 | 75,0 | 10,0 | 1 000 | 5 |
| | 17 | 25 | 20,0 | 20-050100-60 | 838 | 838 | 75,0 | 10,0 | 1 000 | 5 |
| | 19 | 24 | 20,0 | 20-050100-60 | 838 | 838 | 75,0 | 10,0 | 1 000 | 5 |
| | 21 | 23 | 20,0 | 20-050100-60 | 838 | 838 | 75,0 | 10,0 | 1 000 | 5 |
| | 23 | 23 | 20,0 | 20-050100-60 | 838 | 838 | 75,0 | 10,0 | 1 000 | 5 |
| | 28 | 17 | 24,0 | KLC-150060-00 | 750 | 676 | 75,0 | 10,0 | 600 | 7 |
| | 30 | 16 | 20,0 | 20-050100-60 | 838 | 838 | 75,0 | 10,0 | 1 000 | 5 |
| | 33 | 18 | 20,0 | 20-050050-60 | 419 | 419 | 75,0 | 10,0 | 500 | 3 |
| | 36 | 11 | 15,0 | 20-050050-60 | 419 | 474 | 75,0 | 10,0 | 500 | 3 |
| | 39 | 15 | 20,0 | FKE 240/9/34-NP0RU1 | 948 | 948 | 75,0 | 10,0 | 2 400 | 1 |
| | 41 | 14 | 20,0 | FKE 240/9/34-NP0RU1 | 948 | 948 | 75,0 | 10,0 | 2 400 | 1 |
| | 43 | 13 | 20,0 | FKE 240/9/28-NP0RU1 | 677 | 677 | 75,0 | 10,0 | 2 400 | 1 |
| | 45 | 13 | 20,0 | 20-050120-60 | 1 006 | 1 006 | 75,0 | 10,0 | 1 200 | 6 |
| | 47 | 13 | 20,0 | FKE 240/9/28-NP0RU1 | 677 | 677 | 75,0 | 10,0 | 2 400 | 1 |
| | 52 | 06 | 15,0 | 20-050100-60 | 838 | 949 | 75,0 | 10,0 | 1 000 | 5 |
| | 54 | 06 | 15,0 | 20-050100-60 | 838 | 949 | 75,0 | 10,0 | 1 000 | 5 |
| | 57 | 05 | 20,0 | FKE 240/9/34-NP0RU1 | 948 | 948 | 75,0 | 10,0 | 2 400 | 1 |
| | 59 | 05 | 20,0 | FKE 240/9/34-NP0RU1 | 948 | 948 | 75,0 | 10,0 | 2 400 | 1 |
| | 62 | 04 | 20,0 | 20-050050-60 | 419 | 419 | 75,0 | 10,0 | 500 | 3 |
| V3 | | | | | | | | | | |
| V4 | 1 | | 15,0 | AF/200/1m_B | 1 880 | 1 880 | 75,0 | 10,0 | | 6,4 |
| V4 | 1 | | 15,0 | AF/200/1m_B | 1 610 | 1 610 | 75,0 | 10,0 | | 6,4 |

Souhrnné údaje

| | | | |
|--------------|------------------------------|------------|------------|
| Stavba: | RD Liberec | Zadavatel: | |
| Místo: | Liberec | | |
| Zpracovatel: | Bc. Zuzana Plojharová | Archiv: | |
| Zakázka: | RD Liberec.gdw | Datum: | 30.11.2018 |
| Projektant: | | Telefon: | |
| E-mail: | | | |

Regulace spotřebičů

Spotřebiče větve V2 - $t_{w1} = 75,0 \text{ °C}$; výkon požadovaný

V2-UT

| Č.M. | Specifikace | Q W | M kg·h ⁻¹ | 1.RP – ventil | | | 2.RP – šroubení | | |
|------|---------------|--------|-------------------------|---------------|----|-----|-----------------|----|-----|
| | | | | ozn. | DN | N/P | ozn. | DN | N/P |
| 2.08 | KLC-070045-00 | 200 | 17,2 | RA-N *UP | 15 | 3,5 | RLV*R | 15 | 0,3 |
| 2.07 | 20-050050-60 | 158 | 13,6 | KORADO | 15 | 1,0 | Multilux KORADO | 15 | 1,8 |
| 2.09 | KLC-070045-00 | 200 | 17,2 | RA-N *UP | 15 | 3,5 | RLV*R | 15 | 0,3 |
| 2.10 | 20-050050-60 | 341 | 29,3 | KORADO | 15 | 1,9 | Multilux KORADO | 15 | 3,5 |
| 2.01 | 20-050050-60 | 232 | 19,9 | KORADO | 15 | 1,1 | Multilux KORADO | 15 | 2,9 |
| 2.06 | 20-050100-60 | 723 | 62,2 | KORADO | 15 | 5,1 | Multilux KORADO | 15 | 6,4 |
| 2.05 | 20-050100-60 | 679 | 58,4 | KORADO | 15 | 4,7 | Multilux KORADO | 15 | 6,2 |
| 2.04 | 20-050100 | 596 | 51,3 | KORADO | 15 | 4,0 | Multilux KORADO | 15 | 5,6 |
| 2.03 | 20-050100 | 745 | 64,1 | KORADO | 15 | 5,2 | Multilux KORADO | 15 | 6,5 |
| 2.03 | 20-050100 | 745 | 64,1 | KORADO | 15 | 5,2 | Multilux KORADO | 15 | 6,5 |
| 1.07 | KLC-150060 | 374 | 32,2 | RA-N *UP | 15 | 4,5 | RLV*R | 15 | 0,5 |
| 1.06 | 20-050100 | 659 | 56,7 | KORADO | 15 | 4,8 | Multilux KORADO | 15 | 6,3 |
| 1.08 | 20-050050 | 127 | 10,9 | KORADO | 15 | 1,0 | Multilux KORADO | 15 | 1,3 |
| 1.01 | 20-050050 | 221 | 19,0 | KORADO | 15 | 1,1 | Multilux KORADO | 15 | 2,8 |
| 1.05 | FKE 240/9/34 | 809 | 69,6 | RA-N *P | 15 | | RLV*P | 15 | 0,7 |
| 1.04 | FKE 240/9/34 | 780 | 67,1 | RA-N *P | 15 | | RLV*P | 15 | 0,7 |
| 1.03 | FKE 240/9/28 | 632 | 54,3 | RA-N *P | 15 | | RLV*P | 15 | 0,6 |
| 1.03 | 20-050120 | 842 | 72,4 | KORADO | 15 | 5,8 | Multilux KORADO | 15 | 6,9 |
| 1.03 | FKE 240/9/28 | 632 | 54,3 | RA-N *P | 15 | 6,5 | RLV*P | 15 | 0,7 |
| 0.07 | 20-050100 | 915 | 78,7 | KORADO | 15 | 7,3 | Multilux KORADO | 15 | 8,0 |
| 0.07 | 20-050100 | 915 | 78,7 | KORADO | 15 | 8,0 | Multilux KORADO | 15 | 8,0 |
| 0.06 | FKE 240/9/34 | 948 | 81,5 | RA-N *P | 15 | 8,0 | RLV*P | 15 | 1,1 |
| 0.06 | FKE 240/9/34 | 948 | 81,5 | RA-N *P | 15 | 8,0 | RLV*P | 15 | 1,1 |
| 0.05 | 20-050050 | 388 | 33,4 | KORADO | 15 | 2,2 | Multilux KORADO | 15 | 3,8 |

Souhrnné údaje

| | | | |
|--------------|------------------------------|------------|------------|
| Stavba: | RD Liberec | Zadavatel: | |
| Místo: | Liberec | | |
| Zpracovatel: | Bc. Zuzana Plojharová | Archiv: | |
| Zakázka: | RD Liberec.gdw | Datum: | 30.11.2018 |
| Projektant: | | Telefon: | |
| E-mail: | | | |

Výpočet úseků. Metoda výpočtu: po větvích.

Výpočet úseků větve V1 - $t_{w1} = 75,0$ °C; výkon požadovaný

V1-VZT

| Č.ú. | O.S. | Q W | L m | DN | d ₁ x s | M kg·h ⁻¹ | w m·s ⁻¹ | ΣZ | Δps Pa | Δpu Pa | 1.a2.RP | DNv | N/P | kv m ³ ·h ⁻¹ | DTRS Pa |
|------|------|--------|--------|----|--------------------|-------------------------|------------------------|------|-----------|-----------|---------|-----|-----|---------------------------------------|------------|
| 1 | VZT | 1 010 | 2,24 | 22 | 22x1,5 | 86,9 | 0,087 | 4,50 | | 34 | | | | | 0 |
| 1z | | | 2,24 | 22 | 22x1,5 | 86,9 | 0,087 | 4,50 | | 33 | | | | | |

Výpočet úseků větve V2 - $t_{w1} = 75,0$ °C; výkon požadovaný

V2-UT

| Č.ú. | O.S. | Q W | L m | DN | d ₁ x s | M kg·h ⁻¹ | w m·s ⁻¹ | ΣZ | Δps Pa | Δpu Pa | 1.a2.RP | DNv | N/P | kv m ³ ·h ⁻¹ | DT _{RS} Pa |
|------|--------|--------|--------|----|--------------------|-------------------------|------------------------|------|-----------|-----------|-----------------|-----|------|---------------------------------------|------------------------|
| 1 | 28-01 | 200 | 0,65 | 15 | 15x1,5 | 17,2 | 0,043 | 4,00 | 1 | 6 | RA-N *UP | 15 | 3,50 | 0,16 | 3 924 |
| 1z | | | 0,65 | 15 | 15x1,5 | 17,2 | 0,043 | 4,00 | | 7 | RLV*R | 15 | 0,26 | 0,11 | |
| 2 | | 200 | 1,77 | 15 | 15x1,5 | 17,2 | 0,043 | 3,41 | | 9 | | | | | |
| 2z | | | 1,77 | 15 | 15x1,5 | 17,2 | 0,043 | 2,99 | | 10 | | | | | |
| 3 | 27-01 | 158 | 0,55 | 15 | 15x1,5 | 13,6 | 0,034 | 4,00 | 1 | 4 | KORADO | 15 | 1,00 | 0,13 | 3 911 |
| 3z | | | 0,55 | 15 | 15x1,5 | 13,6 | 0,034 | 4,00 | | 4 | Multilux KORADO | 15 | 1,80 | 0,08 | |
| 4 | | 158 | 4,45 | 15 | 15x1,5 | 13,6 | 0,034 | 8,35 | | 18 | | | | | |
| 4z | | | 4,45 | 15 | 15x1,5 | 13,6 | 0,034 | 8,13 | | 19 | | | | | |
| 5 | | 358 | 1,19 | 22 | 22x1,5 | 30,8 | 0,031 | 1,69 | | 2 | | | | | |
| 5z | | | 1,19 | 22 | 22x1,5 | 30,8 | 0,031 | 1,43 | | 2 | | | | | |
| 6 | 29-01 | 200 | 0,65 | 15 | 15x1,5 | 17,2 | 0,043 | 4,00 | 1 | 6 | RA-N *UP | 15 | 3,50 | 0,16 | 3 925 |
| 6z | | | 0,65 | 15 | 15x1,5 | 17,2 | 0,043 | 4,00 | | 7 | RLV*R | 15 | 0,26 | 0,10 | |
| 7 | | 200 | 1,88 | 15 | 15x1,5 | 17,2 | 0,043 | 4,14 | | 11 | | | | | |
| 7z | | | 1,88 | 15 | 15x1,5 | 17,2 | 0,043 | 2,92 | | 11 | | | | | |
| 8 | | 558 | 2,74 | 22 | 22x1,5 | 48,0 | 0,048 | 1,82 | | 6 | | | | | |
| 8z | | | 2,74 | 22 | 22x1,5 | 48,0 | 0,048 | 1,60 | | 7 | | | | | |
| 9 | 210-01 | 341 | 0,55 | 15 | 15x1,5 | 29,3 | 0,074 | 4,00 | 7 | 14 | KORADO | 15 | 1,92 | 0,21 | 3 862 |
| 9z | | | 0,55 | 15 | 15x1,5 | 29,3 | 0,074 | 4,00 | | 15 | Multilux KORADO | 15 | 3,55 | 0,21 | |
| 10 | | 341 | 3,64 | 15 | 15x1,5 | 29,3 | 0,074 | 6,01 | | 38 | | | | | |
| 10z | | | 3,64 | 15 | 15x1,5 | 29,3 | 0,074 | 4,95 | | 38 | | | | | |
| 11 | | 899 | 3,47 | 22 | 22x1,5 | 77,3 | 0,078 | 0,79 | | 23 | | | | | |
| 11z | | | 3,47 | 22 | 22x1,5 | 77,3 | 0,077 | 0,58 | | 19 | | | | | |
| 12 | 21-01 | 232 | 0,55 | 15 | 15x1,5 | 19,9 | 0,050 | 4,00 | 3 | 7 | KORADO | 15 | 1,14 | 0,14 | 3 963 |
| 12z | | | 0,55 | 15 | 15x1,5 | 19,9 | 0,050 | 4,00 | | 8 | Multilux KORADO | 15 | 2,89 | 0,14 | |
| 13 | | 232 | 2,81 | 15 | 15x1,5 | 19,9 | 0,050 | 6,68 | | 20 | | | | | |
| 13z | | | 2,81 | 15 | 15x1,5 | 19,9 | 0,050 | 2,00 | | 15 | | | | | |
| 14 | | 1 131 | 0,96 | 22 | 22x1,5 | 97,3 | 0,098 | 17,9 | | 4 | | | | | |
| 14z | | | 0,96 | 22 | 22x1,5 | 97,3 | 0,097 | 8 | | 82 | | | | | |
| 15 | 26-01 | 723 | 0,55 | 15 | 15x1,5 | 62,2 | 0,157 | 4,00 | 31 | 69 | KORADO | 15 | 5,06 | 0,48 | 3 502 |
| 15z | | | 0,55 | 15 | 15x1,5 | 62,2 | 0,156 | 4,00 | | 69 | Multilux KORADO | 15 | 6,43 | 0,47 | |
| 16 | | 723 | 4,73 | 22 | 22x1,5 | 62,2 | 0,063 | 4,02 | | 22 | | | | | |
| 16z | | | 4,73 | 22 | 22x1,5 | 62,2 | 0,062 | 4,26 | | 21 | | | | | |

Dimenzování otopných soustav

960128 - ČVUT FS katedra TZB

RD Liberec.gdw

DIMOSW - GDSW v.5.5.8 © PROTECH spol. s r.o.

Datum tisku: 17.12.2018

Režim výpočtu: vytápění

| Č.ú. | O.S. | Q W | L m | DN | d ₁ x s | M kg·h ⁻¹ | w m·s ⁻¹ | ΣZ | Δps Pa | Δpu Pa | 1.a2.RP | DNv | N/P | kv m ³ ·h ⁻¹ | DT _{RS} Pa |
|------|-------|--------|--------|----|--------------------|-------------------------|------------------------|-------|-----------|-----------|-----------------|-----|------|---------------------------------------|------------------------|
| 17 | 25-01 | 679 | 0,55 | 15 | 15x1,5 | 58,4 | 0,147 | 5,58 | 27 | 78 | KORADO | 15 | 4,75 | 0,44 | 3 537 |
| 17 | | | 0,55 | 15 | 15x1,5 | 58,4 | 0,146 | 4,99 | | 72 | Multilux KORADO | 15 | 6,22 | 0,44 | |
| 18 | | 1 402 | 4,90 | 22 | 22x1,5 | 120,6 | 0,121 | 1,33 | | 76 | | | | | |
| 18 | | | 4,90 | 22 | 22x1,5 | 120,6 | 0,121 | 1,03 | | 75 | | | | | |
| 19 | 24-01 | 596 | 0,55 | 15 | 15x1,5 | 51,3 | 0,129 | 6,69 | 21 | 69 | KORADO | 15 | 4,01 | 0,38 | 3 723 |
| 19 | | | 0,55 | 15 | 15x1,5 | 51,3 | 0,128 | 4,78 | | 52 | Multilux KORADO | 15 | 5,62 | 0,38 | |
| 20 | | 1 998 | 0,82 | 22 | 22x1,5 | 171,8 | 0,173 | 1,32 | | 39 | | | | | |
| 20 | | | 0,82 | 22 | 22x1,5 | 171,8 | 0,172 | 1,83 | | 48 | | | | | |
| 21 | 23-01 | 745 | 0,55 | 15 | 15x1,5 | 64,1 | 0,162 | 4,00 | 33 | 73 | KORADO | 15 | 5,19 | 0,49 | 3 528 |
| 21 | | | 0,55 | 15 | 15x1,5 | 64,1 | 0,161 | 4,00 | | 74 | Multilux KORADO | 15 | 6,52 | 0,49 | |
| 22 | | 745 | 7,61 | 22 | 22x1,5 | 64,1 | 0,064 | 5,63 | | 36 | | | | | |
| 22 | | | 7,61 | 22 | 22x1,5 | 64,1 | 0,064 | 6,00 | | 34 | | | | | |
| 23 | 23-02 | 745 | 0,55 | 15 | 15x1,5 | 64,1 | 0,162 | 5,54 | 33 | 92 | KORADO | 15 | 5,16 | 0,49 | 3 566 |
| 23 | | | 0,55 | 15 | 15x1,5 | 64,1 | 0,161 | 5,00 | | 87 | Multilux KORADO | 15 | 6,50 | 0,48 | |
| 24 | | 1 490 | 4,30 | 22 | 22x1,5 | 128,1 | 0,129 | 2,13 | | 81 | | | | | |
| 24 | | | 4,30 | 22 | 22x1,5 | 128,1 | 0,128 | 3,29 | | 93 | | | | | |
| 25 | | 3 488 | 4,93 | 28 | 28x1,5 | 299,9 | 0,174 | 2,65 | | 126 | | | | | |
| 25 | | | 4,93 | 28 | 28x1,5 | 299,9 | 0,173 | 1,53 | | 113 | | | | | |
| 26 | | 4 619 | 2,10 | 28 | 28x1,5 | 397,2 | 0,231 | 4,50 | | 178 | | | | | |
| 26 | | | 2,10 | 28 | 28x1,5 | 397,2 | 0,229 | 4,50 | | 179 | | | | | |
| 27 | | 4 619 | 3,00 | 35 | 35x1,5 | 397,2 | 0,141 | 3,38 | | 60 | | | | | |
| 27 | | | 3,00 | 35 | 35x1,5 | 397,2 | 0,140 | 3,41 | | 61 | | | | | |
| 28 | 17-01 | 374 | 1,05 | 15 | 15x1,5 | 32,2 | 0,081 | 4,00 | 2 | 21 | RA-N *UP | 15 | 4,50 | 0,25 | 3 747 |
| 28 | | | 1,05 | 15 | 15x1,5 | 32,2 | 0,081 | 4,00 | | 21 | RLV*R | 15 | 0,46 | 0,23 | |
| 29 | | 374 | 4,89 | 15 | 15x1,5 | 32,2 | 0,081 | 6,11 | | 56 | | | | | |
| 29 | | | 4,89 | 15 | 15x1,5 | 32,2 | 0,081 | 4,93 | | 53 | | | | | |
| 30 | 16-01 | 659 | 0,55 | 15 | 15x1,5 | 56,7 | 0,143 | 4,00 | 25 | 58 | KORADO | 15 | 4,82 | 0,45 | 3 228 |
| 30 | | | 0,55 | 15 | 15x1,5 | 56,7 | 0,142 | 4,00 | | 58 | Multilux KORADO | 15 | 6,27 | 0,45 | |
| 31 | | 659 | 5,91 | 15 | 15x1,5 | 56,7 | 0,143 | 7,72 | | 267 | | | | | |
| 31 | | | 5,91 | 15 | 15x1,5 | 56,7 | 0,142 | 7,46 | | 264 | | | | | |
| 32 | | 1 033 | 2,71 | 22 | 22x1,5 | 88,8 | 0,089 | 0,27 | | 22 | | | | | |
| 32 | | | 2,71 | 22 | 22x1,5 | 88,8 | 0,089 | 0,26 | | 22 | | | | | |
| 33 | 18-01 | 127 | 0,55 | 15 | 15x1,5 | 10,9 | 0,028 | 4,00 | 1 | 2 | KORADO | 15 | 1,00 | 0,13 | 3 923 |
| 33 | | | 0,55 | 15 | 15x1,5 | 10,9 | 0,027 | 4,00 | | 2 | Multilux KORADO | 15 | 1,29 | 0,06 | |
| 34 | | 127 | 2,28 | 15 | 15x1,5 | 10,9 | 0,028 | 16,17 | | 11 | | | | | |
| 34 | | | 2,28 | 15 | 15x1,5 | 10,9 | 0,027 | | | 5 | | | | | |
| 35 | | 1 160 | 2,05 | 22 | 22x1,5 | 99,7 | 0,100 | 0,54 | | 23 | | | | | |
| 35 | | | 2,05 | 22 | 22x1,5 | 99,7 | 0,100 | 0,42 | | 23 | | | | | |
| 36 | 11-01 | 221 | 0,55 | 15 | 15x1,5 | 19,0 | 0,048 | 4,00 | 3 | 6 | KORADO | 15 | 1,07 | 0,14 | 3 940 |
| 36 | | | 0,55 | 15 | 15x1,5 | 19,0 | 0,048 | 4,00 | | 6 | Multilux KORADO | 15 | 2,78 | 0,14 | |
| 37 | | 221 | 2,89 | 15 | 15x1,5 | 19,0 | 0,048 | 9,11 | | 21 | | | | | |
| 37 | | | 2,89 | 15 | 15x1,5 | 19,0 | 0,048 | 0,83 | | 14 | | | | | |
| 38 | | 1 381 | 1,96 | 22 | 22x1,5 | 118,8 | 0,119 | 17,75 | | 149 | | | | | |

Dimenzování otopných soustav

960128 - ČVUT FS katedra TZB

RD Liberec.gdw

DIMOSW - GDSW v.5.5.8 © PROTECH spol. s r.o.

Datum tisku: 17.12.2018

Režim výpočtu: vytápění

| Č.ú. | O.S. | Q W | L m | DN | d ₁ x s | M kg·h ⁻¹ | w m·s ⁻¹ | ΣZ | Δps Pa | Δpu Pa | 1.a2.RP | DNv | N/P | kv m ³ ·h ⁻¹ | DT _{RS} Pa | |
|------|-------|--------|--------|----|--------------------|-------------------------|------------------------|------|-----------|-----------|-----------------|-----|------|---------------------------------------|------------------------|--|
| 38 | | | | | | | | 15,5 | | | | | | | | |
| z | | | 1,96 | 22 | 22x1,5 | 118,8 | 0,119 | 1 | | 134 | | | | | | |
| 39 | 15-01 | 809 | 0,51 | 15 | 15x1,5 | 69,6 | 0,175 | 2,00 | 34 | 53 | RA-N *P | 15 | | | 3 466 | |
| 39 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| z | | | 0,51 | 15 | 15x1,5 | 69,6 | 0,174 | 2,00 | | 54 | RLV*P | 15 | 0,71 | 0,38 | | |
| 40 | | 809 | 4,32 | 22 | 22x1,5 | 69,6 | 0,070 | 4,07 | | 28 | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| z | | | 4,32 | 22 | 22x1,5 | 69,6 | 0,070 | 4,36 | | 26 | | | | | | |
| 41 | 14-01 | 780 | 0,51 | 15 | 15x1,5 | 67,1 | 0,169 | 3,56 | 31 | 72 | RA-N *P | 15 | | | 3 493 | |
| 41 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| z | | | 0,51 | 15 | 15x1,5 | 67,1 | 0,168 | 3,00 | | 65 | RLV*P | 15 | 0,69 | 0,36 | | |
| 42 | | 1 589 | 4,50 | 22 | 22x1,5 | 136,6 | 0,137 | 1,24 | | 86 | | | | | | |
| 42 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| z | | | 4,50 | 22 | 22x1,5 | 136,6 | 0,137 | 0,95 | | 86 | RA-N *P | 15 | | | 3 704 | |
| 43 | 13-01 | 632 | 0,57 | 15 | 15x1,5 | 54,3 | 0,137 | 4,87 | 26 | 62 | | | | | | |
| 43 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| z | | | 0,57 | 15 | 15x1,5 | 54,3 | 0,136 | 2,72 | | 41 | RLV*P | 15 | 0,56 | 0,29 | | |
| 44 | | 2 221 | 2,17 | 22 | 22x1,5 | 191,0 | 0,192 | 1,22 | | 86 | | | | | | |
| 44 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| z | | | 2,17 | 22 | 22x1,5 | 191,0 | 0,191 | 1,70 | | 97 | KORADO | 15 | 5,78 | 0,55 | 3 579 | |
| 45 | 13-03 | 842 | 0,55 | 15 | 15x1,5 | 72,4 | 0,183 | 4,00 | 42 | 92 | | | | | | |
| 45 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| z | | | 0,55 | 15 | 15x1,5 | 72,4 | 0,181 | 4,00 | | 93 | Multilux KORADO | 15 | 6,91 | 0,55 | | |
| 46 | | 842 | 8,01 | 22 | 22x1,5 | 72,4 | 0,073 | 5,14 | | 51 | | | | | | |
| 46 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| z | | | 8,01 | 22 | 22x1,5 | 72,4 | 0,072 | 5,06 | | 46 | | | | | | |
| 47 | 13-02 | 632 | 0,57 | 15 | 15x1,5 | 54,3 | 0,137 | 3,77 | 26 | 51 | RA-N *P | 15 | 6,50 | 0,45 | 3 783 | |
| 47 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| z | | | 0,57 | 15 | 15x1,5 | 54,3 | 0,136 | 2,98 | | 43 | RLV*P | 15 | 0,68 | 0,36 | | |
| 48 | | 1 474 | 2,12 | 22 | 22x1,5 | 126,7 | 0,127 | 2,40 | | 50 | | | | | | |
| 48 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| z | | | 2,12 | 22 | 22x1,5 | 126,7 | 0,127 | 3,86 | | 63 | | | | | | |
| 49 | | 3 695 | 4,64 | 28 | 28x1,5 | 317,7 | 0,185 | 2,79 | | 137 | | | | | | |
| 49 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| z | | | 4,64 | 28 | 28x1,5 | 317,7 | 0,184 | 1,56 | | 120 | | | | | | |
| 50 | | 5 076 | 1,11 | 28 | 28x1,5 | 436,5 | 0,254 | 3,76 | | 156 | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| z | | | 1,11 | 28 | 28x1,5 | 436,5 | 0,252 | 2,68 | | 123 | | | | | | |
| 51 | | 9 695 | 0,30 | 35 | 35x1,5 | 833,7 | 0,296 | 2,33 | | 109 | | | | | | |
| 51 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| z | | | 0,30 | 35 | 35x1,5 | 833,7 | 0,294 | 2,78 | | 129 | | | | | | |
| 52 | 06-01 | 915 | 0,45 | 15 | 15x1,5 | 78,7 | 0,198 | 2,00 | 49 | 63 | KORADO | 15 | 7,26 | 0,69 | 3 105 | |
| 52 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| z | | | 0,45 | 15 | 15x1,5 | 78,7 | 0,197 | 2,00 | | 64 | Multilux KORADO | 15 | 8,00 | 0,60 | | |
| 53 | | 915 | 9,30 | 22 | 22x1,5 | 78,7 | 0,079 | 5,63 | | 76 | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| z | | | 9,30 | 22 | 22x1,5 | 78,7 | 0,079 | 6,00 | | 67 | KORADO | 15 | 8,00 | 0,75 | 2 885 | |
| 54 | 06-02 | 915 | 0,45 | 15 | 15x1,5 | 78,7 | 0,198 | 2,00 | 49 | 63 | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| z | | | 0,45 | 15 | 15x1,5 | 78,7 | 0,197 | 2,00 | | 64 | Multilux KORADO | 15 | 8,00 | 0,60 | | |
| 55 | | 915 | 2,08 | 15 | 15x1,5 | 78,7 | 0,198 | 3,54 | | 185 | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| z | | | 2,08 | 15 | 15x1,5 | 78,7 | 0,197 | 3,00 | | 178 | | | | | | |
| 56 | | 1 830 | 2,17 | 22 | 22x1,5 | 157,4 | 0,158 | 4,54 | | 101 | | | | | | |
| 56 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| z | | | 2,17 | 22 | 22x1,5 | 157,4 | 0,157 | 4,65 | | 105 | | | | | | |
| 57 | 05-01 | 948 | 0,64 | 15 | 15x1,5 | 81,5 | 0,206 | 2,00 | 46 | 79 | RA-N *P | 15 | 8,00 | 0,73 | 3 051 | |
| 57 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| z | | | 0,64 | 15 | 15x1,5 | 81,5 | 0,204 | 2,00 | | 81 | RLV*P | 15 | 1,14 | 0,62 | | |
| 58 | | 948 | 4,32 | 22 | 22x1,5 | 81,5 | 0,082 | 2,63 | | 39 | | | | | | |
| 58 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| z | | | 4,32 | 22 | 22x1,5 | 81,5 | 0,082 | 3,00 | | 35 | | | | | | |
| 59 | 05-02 | 948 | 0,64 | 15 | 15x1,5 | 81,5 | 0,206 | 3,54 | 46 | 111 | RA-N *P | 15 | 8,00 | 0,73 | 3 072 | |
| 59 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| z | | | 0,64 | 15 | 15x1,5 | 81,5 | 0,204 | 3,00 | | 102 | RLV*P | 15 | 1,13 | 0,62 | | |
| 60 | | 1 896 | 4,64 | 22 | 22x1,5 | 163,0 | 0,164 | 4,76 | | 167 | | | | | | |

| Č.ú. | O.S. | Q W | L m | DN | d ₁ x s | M kg·h ⁻¹ | w m·s ⁻¹ | ΣZ | Δps Pa | Δpu Pa | 1.a2.RP | DNv | N/P | kv m ³ ·h ⁻¹ | DTRS Pa |
|------|-------|--------|--------|----|--------------------|-------------------------|------------------------|------|-----------|-----------|-----------------|-----|------|---------------------------------------|------------|
| 60 | | | 4,64 | 22 | 22x1,5 | 163,0 | 0,163 | 1,80 | | 132 | | | | | |
| z | | | 2,26 | 22 | 22x1,5 | 320,4 | 0,322 | 0,19 | | 174 | | | | | |
| 61 | | 3 726 | | | | | | | | | | | | | |
| z | | | 2,26 | 22 | 22x1,5 | 320,4 | 0,320 | 0,22 | | 181 | | | | | |
| 62 | 04-01 | 388 | 0,55 | 15 | 15x1,5 | 33,4 | 0,084 | 9 | 9 | 76 | KORADO | 15 | 2,22 | 0,24 | 3 916 |
| z | | | 0,55 | 15 | 15x1,5 | 33,4 | 0,084 | | | | Multilux KORADO | 15 | 3,79 | 0,24 | |
| 63 | | 4 114 | 1,44 | 22 | 22x1,5 | 353,8 | 0,356 | 1,50 | | 218 | | | | | |
| z | | | 1,44 | 22 | 22x1,5 | 353,8 | 0,354 | 1,50 | | 222 | | | | | |
| 64 | | 4 114 | 2,70 | 35 | 35x1,5 | 353,8 | 0,125 | 7 | | 109 | | | | | |
| z | | | 2,70 | 35 | 35x1,5 | 353,8 | 0,125 | 6 | | 139 | | | | | |
| 65 | | 13 809 | 5,00 | 35 | 35x1,5 | 187,4 | 0,421 | 3,00 | | 566 | | | | | |
| z | | | 5,00 | 35 | 35x1,5 | 187,4 | 0,419 | 3,00 | | 574 | | | | | |

Výpočet úseků větve V3 - t_{w1} = 75,0 °C; výkon požadovaný

V3-TV2

| Č.ú. | O.S. | Q W | L m | DN | d ₁ x s | M kg·h ⁻¹ | w m·s ⁻¹ | ΣZ | Δps Pa | Δpu Pa | 1.a2.RP | DNv | N/P | kv m ³ ·h ⁻¹ | DTRS Pa |
|------|------|--------|--------|----|--------------------|-------------------------|------------------------|-------|-----------|-----------|---------|-----|-----|---------------------------------------|------------|
| 1 | TV2 | 1 880 | 26,55 | 22 | 22x1,5 | 161,7 | 0,163 | 10,50 | | 725 | | | | | 0 |
| 1z | | | 26,55 | 22 | 22x1,5 | 161,7 | 0,162 | 10,50 | | 744 | | | | | |

Výpočet úseků větve V4 - t_{w1} = 75,0 °C; výkon požadovaný

V4-TV1

| Č.ú. | O.S. | Q W | L m | DN | d ₁ x s | M kg·h ⁻¹ | w m·s ⁻¹ | ΣZ | Δps Pa | Δpu Pa | 1.a2.RP | DNv | N/P | kv m ³ ·h ⁻¹ | DTRS Pa |
|------|------|--------|--------|----|--------------------|-------------------------|------------------------|------|-----------|-----------|---------|-----|-----|---------------------------------------|------------|
| 1 | TV1 | 1 610 | 2,57 | 22 | 22x1,5 | 138,4 | 0,139 | 4,50 | | 87 | | | | | 0 |
| 1z | | | 2,57 | 22 | 22x1,5 | 138,4 | 0,138 | 4,50 | | 88 | | | | | |

Výpočet úseků větve V5 - t_{w1} = 75,0 °C; výkon požadovaný

V5-zdroj

| Č.ú. | O.S. | Q W | L m | DN | d ₁ x s | M kg·h ⁻¹ | w m·s ⁻¹ | ΣZ | Δps Pa | Δpu Pa | 1.a2.RP | DNv | N/P | kv m ³ ·h ⁻¹ | DTRS Pa |
|------|------|--------|--------|----|--------------------|-------------------------|------------------------|-------|-----------|-----------|---------|-----|-----|---------------------------------------|------------|
| 1 | V4 | 1 610 | 1,50 | 22 | 22x1,5 | 138,4 | 0,139 | | | 26 | | | | | 242 |
| 1z | | | 1,50 | 22 | 22x1,5 | 138,4 | 0,138 | | | 26 | | | | | |
| 2 | | 1 610 | 0,50 | 42 | 42x1,5 | 138,4 | 0,033 | 3,77 | | 2 | | | | | |
| 2z | | | 0,50 | 42 | 42x1,5 | 138,4 | 0,033 | 3,70 | | 2 | | | | | |
| 3 | V3 | 1 880 | 1,50 | 22 | 22x1,5 | 161,7 | 0,163 | 1,09 | | 47 | | | | | 205 |
| 3z | | | 1,50 | 22 | 22x1,5 | 161,7 | 0,162 | 0,96 | | 46 | | | | | |
| 4 | | 3 490 | 0,50 | 42 | 42x1,5 | 300,1 | 0,072 | 24,48 | | 62 | | | | | |
| 4z | | | 0,50 | 42 | 42x1,5 | 300,1 | 0,071 | 23,57 | | 60 | | | | | |
| 5 | V2 | 13 809 | 1,50 | 35 | 35x1,5 | 1 187,4 | 0,421 | 1,61 | | 231 | | | | | 0 |
| 5z | | | 1,50 | 35 | 35x1,5 | 1 187,4 | 0,419 | 1,10 | | 189 | | | | | |
| 6 | | 17 299 | 0,50 | 42 | 42x1,5 | 1 487,5 | 0,355 | | | 17 | | | | | |
| 6z | | | 0,50 | 42 | 42x1,5 | 1 487,5 | 0,353 | 0,12 | | 25 | | | | | |
| 7 | V1 | 1 010 | 1,50 | 22 | 22x1,5 | 86,9 | 0,087 | 19,41 | | 83 | | | | | 411 |
| 7z | | | 1,50 | 22 | 22x1,5 | 86,9 | 0,087 | | | | | | | | |
| 8 | | 18 309 | 6,43 | 42 | 42x1,5 | 1 574,4 | 0,376 | 5,00 | | 597 | | | | | |
| 8z | | | 6,43 | 42 | 42x1,5 | 1 574,4 | 0,374 | 5,00 | | 603 | | | | | |

Souhrnné údaje

| | | | |
|--------------|------------------------------|------------|------------|
| Stavba: | RD Liberec | | |
| Místo: | Liberec | Zadavatel: | |
| Zpracovatel: | Bc. Zuzana Plojharová | | |
| Zakázka: | RD Liberec.KZZ | Archiv: | |
| Projektant: | | Datum: | 11.12.2018 |
| E-mail: | | Telefon: | |

Číslo komína:
Poznámka k zakázce:

Lokalita: Liberec Nadmořská výška: z_L 357,00 m

2 Instalované spotřebiče

| | | | |
|---|---|------|----|
| Výkon spotřebičů paliv připojených na komín | Q | 15,0 | kW |
| Počet připojených spotřebičů | | 1 | ks |

3 Výpočtové podmínky

| | | | |
|--|-------|--------|----|
| Výpočtový výkon | Q | 15,0 | kW |
| Podíl na instalovaném výkonu | | 100 | % |
| Počet spotřebičů v provozu | | 1 | ks |
| Součinitel bezpečnosti pro proudění spalin | S_E | 1,50 | - |
| Součinitel teplotní nestability | S_H | 0,50 | - |
| Výpočtová venkovní teplota | t_L | 30,0 | °C |
| Výpočtový atmosférický tlak | p_a | 93 039 | Pa |

Hodnocení teploty vnitřního povrchu v ústí komínu

| | | | | |
|---|----------------------|-----------|----------|-----------------|
| Teplota t_{iob} pro výkon 15,0 kW (100 %) | pro teplotu t_e | -15,00 °C | 56,85 °C | vyhovuje |
| | pro teplotu t_{uo} | 0,00 °C | 62,09 °C | vyhovuje |
| Teplota t_{iob} pro výkon 6,0 kW (40 %) | pro teplotu t_e | -15,00 °C | 21,95 °C | vyhovuje |
| | pro teplotu t_{uo} | 0,00 °C | 27,74 °C | vyhovuje |

Tahové poměry v sopouchu nebo v místě připojení na společný kouřovod

| Číslo spotřebiče | Účinná výška | | Přívod vzduchu p_B (Pa) | Hmotnostní tok | | | Tah | | Hodnocení tahu |
|------------------|--------------|------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------|--------------------------|-------------------|----------------|
| | komín m | kouřovod m | | jmenovitý $kg \cdot h^{-1}$ | ustálený $kg \cdot h^{-1}$ | ustálený % | požadovaný p_{Ze} (Pa) | účinný p_Z (Pa) | |
| K1 | 7,72 | 0,13 | 4,0 | 30,01 | 31,85 | 106 | 16,02 | 15,93 | vyhovuje |

4 Tepelně technický výpočet spalinové cesty podle ČSN EN 13384

| | | | |
|--------------|------------------------------|------------|------------|
| Stavba: | RD Liberec | Zadavatel: | |
| Místo: | Liberec | | |
| Zpracovatel: | Bc. Zuzana Plojharová | Archiv: | |
| Zakázka: | RD Liberec.KZZ | Datum: | 11.12.2018 |
| Projektant: | | Telefon: | |
| E-mail: | | | |

Číslo komína:
Popis:

Lokalita: Liberec Nadmořská výška: $z_L = 357,00$ m
Teplota vzduchu v kotelně $15,0$ °C Relativní vlhkost vzduchu: $\varphi = 60,00$ %

4.1 Seznam spotřebičů paliv připojených na komín

| Číslo | Obchodní značení | Prov. | Výkon kW | η % | Palivo | H_p MJ·kg ⁻¹ | Spalinové hrdlo | |
|-------|-----------------------|-------|----------|----------|--------|---------------------------|-----------------|----------------|
| | | | | | | | d mm | nutný tah (Pa) |
| K1 | Frörling P4 Pellet 15 | B21 | 15,0 | 93,30 | pelety | 17,81 | 130 | 8,00 |

4.2 Údaje o spalinách pro atmosférický tlak 93 039 Pa

| Číslo spotřebiče | Spotřeba paliva kg·h ⁻¹ | CO ₂ % | Přebytek vzduchu | Hmotnostní tok kg·h ⁻¹ | Hustota kg·m ⁻³ | Teplota °C |
|------------------|------------------------------------|-------------------|------------------|-----------------------------------|----------------------------|------------|
| K1 | 3,25 | 13,44 | 1,500 | 30,005 | 0,772 | 150,00 |

4.3 Seznam úseků spalinové cesty

| Číslo úseku | Typ úseku | Číslo spot. | d_h mm | a mm | b mm | r mm | L m | H m | Z | R m ² ·K·W ⁻¹ | t_o °C | D_h mm |
|-------------|-----------|-------------|----------|------|------|------|------|------|------|-------------------------------------|----------|----------|
| 1 | kouřovod | K1 | 130 | 0 | 0 | 1,00 | 0,90 | 0,13 | 4,28 | 0,00 | 15,0 | 131 |
| 51 | komín | | 140 | 0 | 0 | 0,01 | 1,52 | 1,52 | 0,00 | 0,40 | 15,0 | 360 |
| 52 | komín | | 140 | 0 | 0 | 0,01 | 6,00 | 6,00 | 0,00 | 0,40 | 20,0 | 360 |
| 54 | komín | | 140 | 0 | 0 | 0,01 | 0,20 | 0,20 | 1,50 | 0,40 | 0,0 | 360 |

4.4 Vypočítané hodnoty pro ustálený hmotnostní průtok

| Číslo úseku | Číslo spotřebiče | m kg·s ⁻¹ | w m·s ⁻¹ | ρ kg·m ⁻³ | t_m °C | t_{iob} °C | t_r °C | p_u Pa | p_H | Kondenzace |
|-------------|------------------|----------------------|---------------------|---------------------------|----------|--------------|----------|----------|-------|------------|
| 1 | K1 | 0,009 | 0,86 | 0,7747 | 148,2 | 58,7 | 36,0 | 1,73 | 0,37 | NE |
| 51 | | 0,009 | 0,72 | 0,8024 | 133,7 | 81,6 | 36,7 | 0,12 | 3,93 | NE |
| 52 | | 0,009 | 0,68 | 0,8505 | 110,7 | 62,3 | 37,7 | 0,49 | 12,69 | NE |
| 54 | | 0,009 | 0,65 | 0,8878 | 94,6 | 62,1 | 38,5 | 0,43 | 0,35 | NE |

5 Hodnocení výsledků výpočtu

| | | | |
|--------------|------------------------------|------------|------------|
| Stavba: | RD Liberec | | |
| Místo: | Liberec | Zadavatel: | |
| Zpracovatel: | Bc. Zuzana Plojharová | | |
| Zakázka: | RD Liberec.KZZ | Archiv: | |
| Projektant: | | Datum: | 11.12.2018 |
| E-mail: | | Telefon: | |

Hodnocení výsledků výpočtu pro **100%** připojeného výkonu.

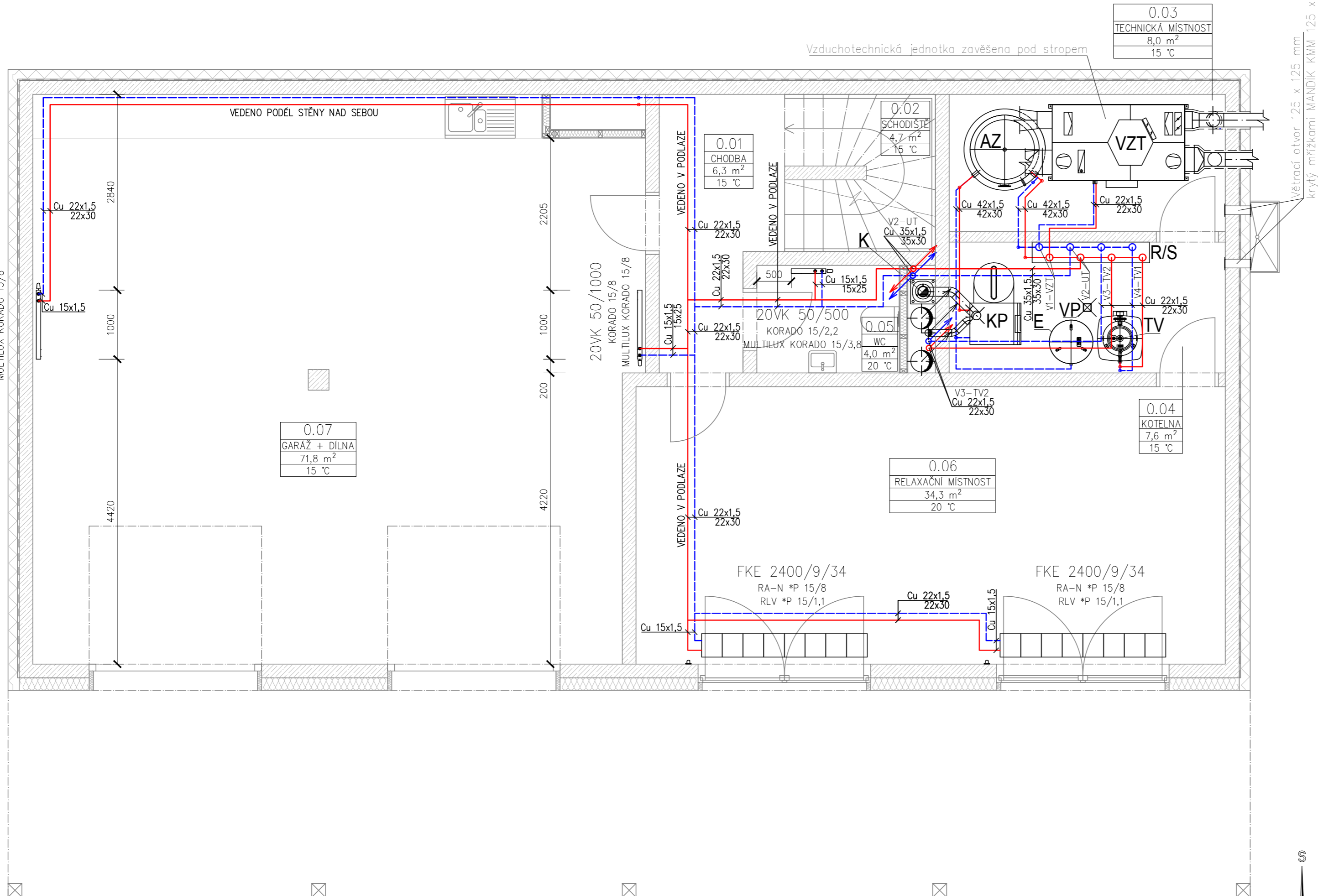
Výpočet bez vlivu tlakového vyrovnání spalinové cesty **přebývá** 1,90 Pa

Jmenovitý průtok $m = 30,0$ kg/h Ustálený průtok $m_{ust} = 31,9$ kg/h $m_{ust} / m = 106,2$ %

Spalinová cesta vyhovuje

| Rychlost proudění zplodin | | Úseky s nulovým údajem | |
|---|-----------|------------------------|---|
| Nejmenší | 0,65 m/s | - délky | 1 |
| Největší | 0,86 m/s | - výkonu kotlů | 0 |
| | | - místních odporů | 3 |
| Výpočet hodnoty tiob pro 100% připojeného výkonu | | | |
| Pro teplotu lokality | t_e | -15,00 °C | |
| Vnitřní povrch ústí komínu | t_{iob} | 56,85 °C | |
| Kondenzace spalin | | NE | |
| Pro teplotu okolí posledního úseku komínu | t_{uo} | 0,00 °C | |
| Vnitřní povrch ústí komínu | t_{iob} | 62,09 °C | |
| Kondenzace spalin | | NE | |
| Výpočet hodnoty tiob pro 40% výkonu | | | |
| Pro teplotu lokality | t_e | -15,00 °C | |
| Vnitřní povrch ústí komínu | t_{iob} | 21,95 °C | |
| Kondenzace spalin | | ANO | |
| Pro teplotu okolí posledního úseku komínu | t_{uo} | 0,00 °C | |
| Vnitřní povrch ústí komínu | t_{iob} | 27,74 °C | |
| Kondenzace spalin | | ANO | |

20VK 50/1000
KORADO 15/7,3
MULTILUX KORADO 15/8



| LEGENDA POTRUBÍ | |
|-----------------|-------------------------------|
| | PŘÍVODNÍ POTRUBÍ – MĚĎ, 75 °C |
| | VRATNÉ POTRUBÍ – MĚĎ, 65 °C |

POZNÁMKA: Všechna potrubí kromě přímého připojení otopných těles jsou izolována tepelnou izolací Armacell Tubolit DG.
Vnitřní průměr a tloušťka stěny potrubí či tepelné izolace viz kóty.

| LEGENDA ZAŘÍZENÍ | |
|------------------|--|
| KP | KOTEL NA PELETY SE ZÁSOBNÍKEM – FRÖLING P4 PELLET 15 – jmenovitý výkon: 15 kW |
| AZ | AKUMULAČNÍ ZÁSOBNÍK TEPLÉ VODY – REFLEX STORATHERM HEAT PH 1500 – jmenovitý objem: 1470 l |
| R/S | ROZDĚLOVAČ/SBĚRAČ – MĚĚNÉ POTRUBÍ, DN 42 |
| TV | ZÁSOBNÍKOVÝ OHŘÍVAČ TEPLÉ VODY – REFLEX STORATHERM AQUA AF/200/1M_B – objem: 196 l |
| E | EXPANZNÍ NÁDOBA – REFLEX N 200/6 – objem: 200 l |
| VZT | VZDUCHOTECHNICKÁ JEDNOTKA – ATREA DUPLEX 1100 MULTI ECO |
| K | VÍCEVRSTVÝ IZOLOVANÝ KOMÍN S KERAMICKOU VLOŽKOU – SCHIEDEL ABS 14 |
| VP | PODLAHOVÁ VPUŠŤ |

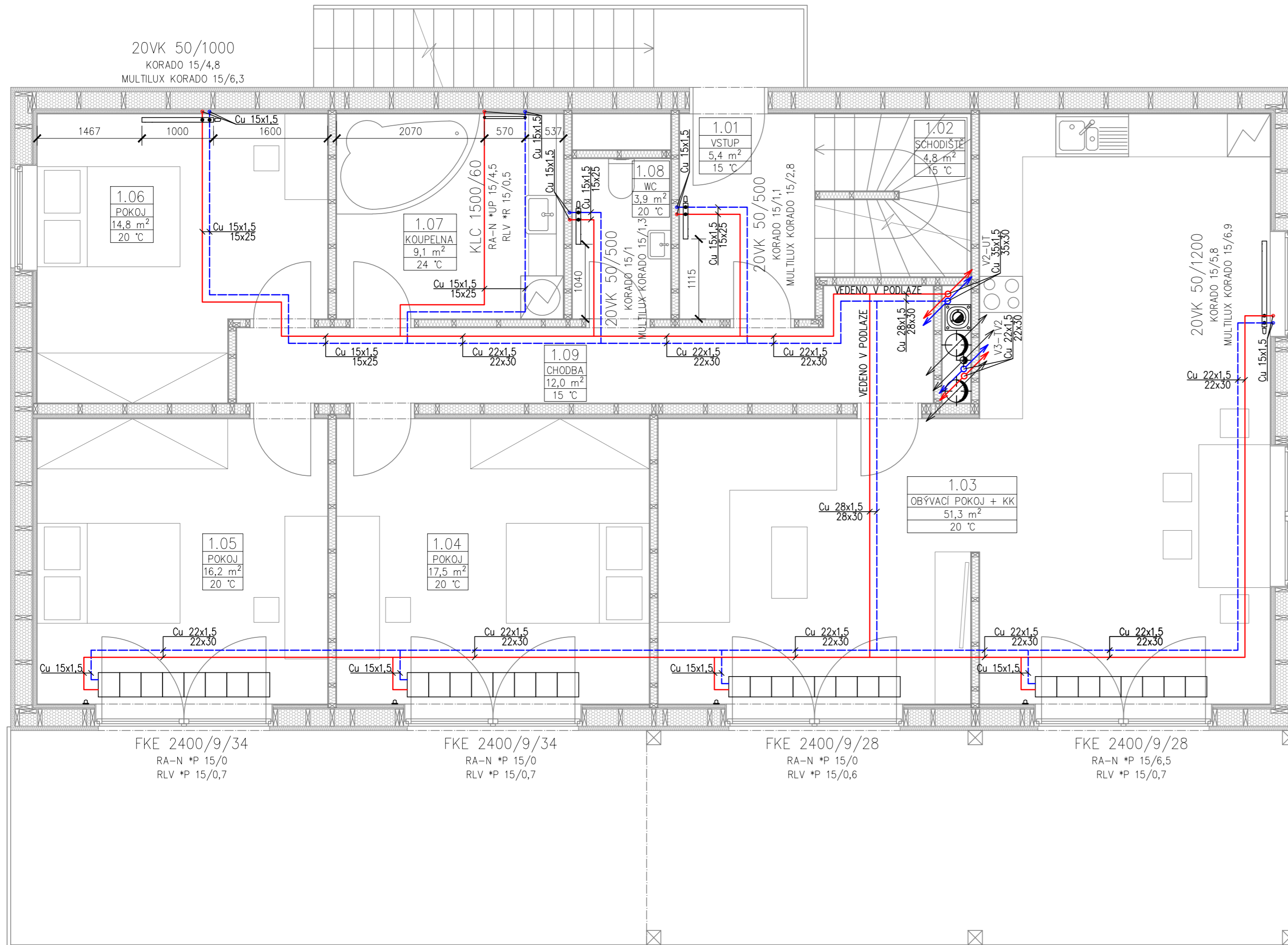
POZNÁMKA: Odvod spalin od kotle do komína je řešen kouřovodem s $\varnothing 130$ mm ze silnostěnného plechu 1,5 mm pokrytým žrůvzdornou barvou.
Přívod vzduchu ke kotli je řešen potrubím z pozinkovaného plechu o $\varnothing 100$ mm.

| LEGENDA VĚTVÍ OTOPNÉ SOUSTAVY | |
|-------------------------------|--|
| V1-VZT | VĚTEV TEPOVODNÍHO VÝMĚNÍKU VZDUCHOTECHNICKÉ JEDNOTKY – VÝKON 1,01 kW |
| V2-UT | VĚTEV VYTÁPĚNÍ OBJEKTU OTOPNÝMI TĚLESY – VÝKON 8,08 kW |
| V3-TV2 | VĚTEV PRO OHŘEV TEPLÉ VODY PRO 2.NP – VÝKON 1,88 kW |
| V4-TV1 | VĚTEV PRO OHŘEV TEPLÉ VODY PRO 1.NP – VÝKON 1,61 kW |

| LEGENDA OTOPNÝCH TĚLES | |
|---|--|
| DESKOVÁ OTOPNÁ TĚLESA – KORADO RADIK VENTIL KOMPAKT Typ otopného tělesa – 2 hlavní a 0 přídavných otopných ploch, hloubka 66 mm Typ připojení otopného tělesa – pravé spodní připojení Výška otopného tělesa [cm] 20VK 50/1000 – Délka otopného tělesa [mm] KORADO 15/7,3 – Ventilová vložka – HEIMEIER KORADO DN15/přednastavení regulačního prvku (7,3 otáček) MULTILUX KORADO 15/8 – H-ventil – HEIMEIER MULTILUX KORADO DN15/přednastavení regulačního prvku (8 otáček) | |
| KONVEKTORY – KORADO KORAFLEX FKE Typ konvektoru – podlahový konvektor s přirozenou konvekcí v provedení Economic Délka konvektoru [mm] Hloubka konvektoru [cm] FKE 2400/9/34 – Šířka konvektoru [cm] RA-N *P 15/8 – Připojovací ventil – DANFOSS RA-N PŘÍMÝ DN15/přednastavení regulačního prvku (8 otáček) RLV *P 15/1,1 – Připojovací šroubení – DANFOSS RLV PŘÍMÝ DN15/přednastavení regulačního prvku (1,1 otáčka) | |

POZNÁMKA: Otopná tělesa pod okny jsou umístěna na jejich střed.
Venkovní výpočtová teplota: $t_e = -15$ °C

| | | |
|---|---|----------------------------|
| VYPRACOVALA: Bc. Zuzana Plojharová | VEDOUČÍ PRÁCE: prof. Ing. Karel Kabele, CSc. | |
| OBOR: Budovy a prostředí | KATEDRA: Katedra technických zařízení budov | |
| AKCE: DIPLOMOVÁ PRÁCE OPTIMALIZACE BUDOVY Z HLEDISKA PRIMÁRNÍ ENERGIE | | MĚŘÍTKO: 1:50 |
| VÝKRES: VYTÁPĚNÍ PŮDORYS 1.PP – ROZVODY VYTÁPĚNÍ | | SEMESTR: ZS 2018/2019 |
| | | DATUM: 2.1.2019 |
| | | ČÍSLO VÝKRESU: 1 |



| LEGENDA POTRUBÍ | |
|-----------------|-------------------------------|
| | PŘÍVODNÍ POTRUBÍ – MĚĎ, 75 °C |
| | VRATNÉ POTRUBÍ – MĚĎ, 65 °C |

POZNÁMKA: Všechna potrubí kromě přímého připojení otopných těles jsou izolována tepelnou izolací Armacell Tubolit DG.
Vnitřní průměr a tloušťka stěny potrubí či tepelné izolace viz kóty.

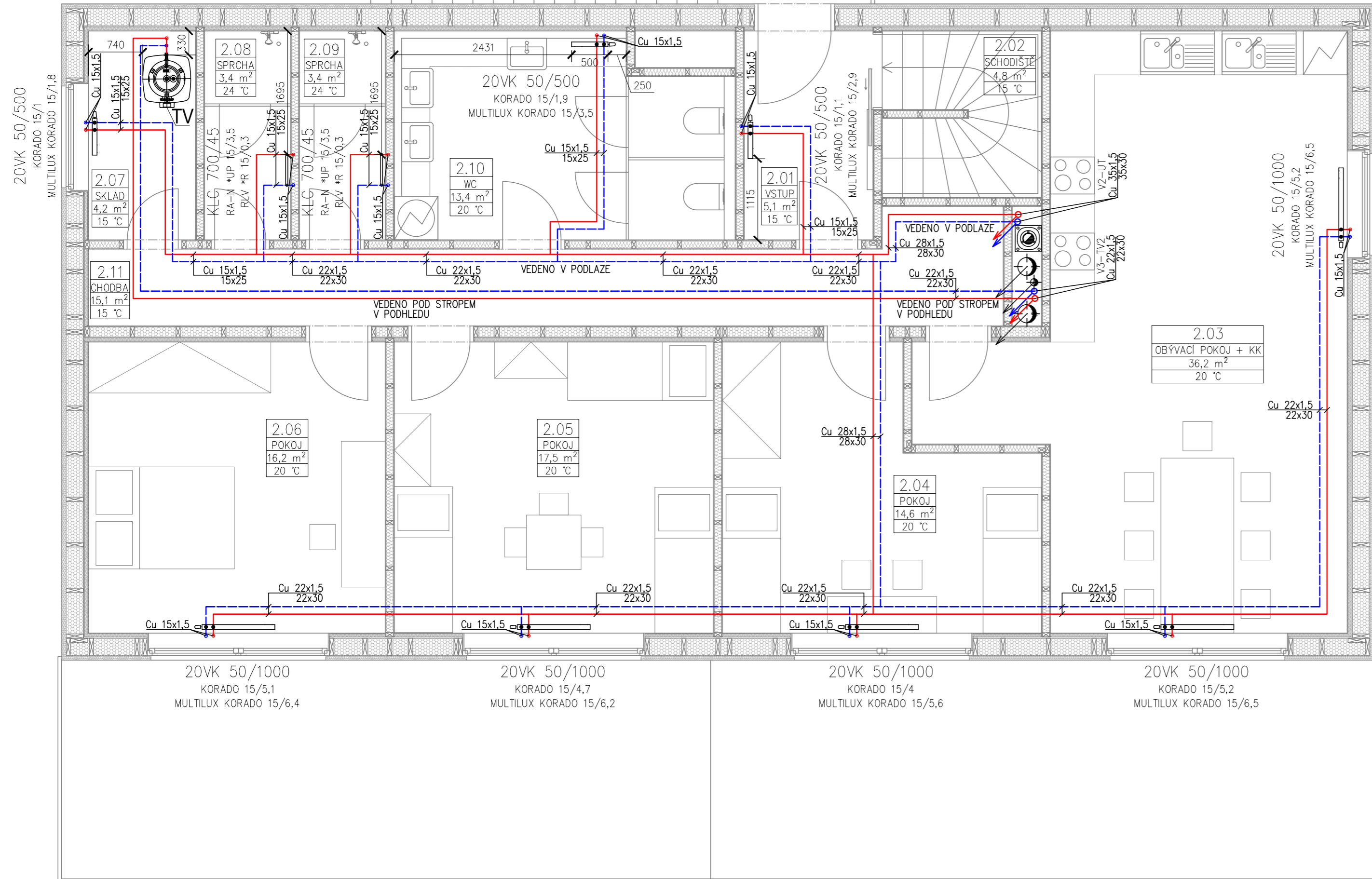
| LEGENDA VĚTVÍ OTOPNÉ SOUSTAVY | |
|-------------------------------|--|
| V2-UT | VĚTEV VYTÁPĚNÍ OBJEKTU OTOPNÝMI TĚLESY – VÝKON 8,08 kW |
| V3-TV2 | VĚTEV PRO OHŘEV TEPLÉ VODY PRO 2.NP – VÝKON 1,88 kW |

| LEGENDA OTOPNÝCH TĚLES | |
|--|---|
| DESKOVÁ OTOPNÁ TĚLESA – KORADO RADIK VENTIL KOMPAKT | |
| Typ otopného tělesa – 2 hlavní a 0 přídatných otopných ploch, hloubka 66 mm | |
| Typ připojení otopného tělesa – pravé spodní připojení | |
| Výška otopného tělesa [cm] | |
| 20VK 50/1000 | Délka otopného tělesa [mm] |
| KORADO 15/7,3 | Ventilová vložka – HEIMEIER KORADO DN15/přednastavení regulačního prvku (7,3 otáček) |
| MULTILUX KORADO 15/8 | H-ventil – HEIMEIER MULTILUX KORADO DN15/přednastavení regulačního prvku (8 otáček) |
| KONVEKTORY – KORADO KORAFLEX FKE | |
| Typ konvektoru – podlahový konvektor s přirozenou konvekcí v provedení Economic | |
| Délka konvektoru [mm] | |
| Hloubka konvektoru [cm] | |
| FKE 2400/9/34 | Šířka konvektoru [cm] |
| RA-N *P 15/8 | Připojovací ventil – DANFOSS RA-N PŘÍMÝ DN15/přednastavení regulačního prvku (8 otáček) |
| RLV *P 15/1,1 | Připojovací šroubení – DANFOSS RLV PŘÍMÝ DN15/přednastavení regulačního prvku (1,1 otáčka) |
| TRUBKOVÉ OTOPNÉ TĚLESO – KORADO KORALUX LINEAR CLASSIC | |
| Typ otopného tělesa – trubkové těleso s rovnými profily a spodním krajním připojením v provedení Classic | |
| Výška otopného tělesa [mm] | |
| KLC 1500/60 | Délka otopného tělesa [cm] |
| RA-N *UP 15/4,5 | Připojovací ventil – DANFOSS RA-N ÚHLOVÝ PRAVÝ DN 15/přednastavení regulačního prvku (4,5 otáček) |
| RLV *R 15/0,5 | Připojovací šroubení – DANFOSS RLV ROHOVÝ DN15/přednastavení regulačního prvku (0,5 otáček) |

POZNÁMKA: Otopná tělesa pod okny jsou umístěna na jejich střed.

Venkovní výpočtová teplota: $t_e = -15 \text{ °C}$

| | | |
|---|---|----------------------------|
| VYPRACOVALA: Bc. Zuzana Plojharová | VEDOUČÍ PRÁCE: prof. Ing. Karel Kabele, CSc. | |
| OBOR: Budovy a prostředí | KATEDRA: Katedra technických zařízení budov | |
| AKCE: DIPLOMOVÁ PRÁCE OPTIMALIZACE BUDOVY Z HLEDISKA PRIMÁRNÍ ENERGIE | MĚŘÍTKO: 1:50 | SEMESTR: ZS 2018/2019 |
| VÝKRES: VYTÁPĚNÍ PŮDORYS 1.NP – ROZVODY VYTÁPĚNÍ | DATUM: 2.1.2019 | ČÍSLO VÝKRESU: 2 |



| LEGENDA POTRUBÍ | |
|-----------------|-------------------------------|
| | PŘÍVODNÍ POTRUBÍ – MĚĎ, 75 °C |
| | VRATNÉ POTRUBÍ – MĚĎ, 65 °C |

POZNÁMKA: Všechna potrubí kromě přímého připojení otopných těles jsou izolována tepelnou izolací Armacell Tubolit DG.
Vnitřní průměr a tloušťka stěny potrubí či tepelné izolace viz kóty.

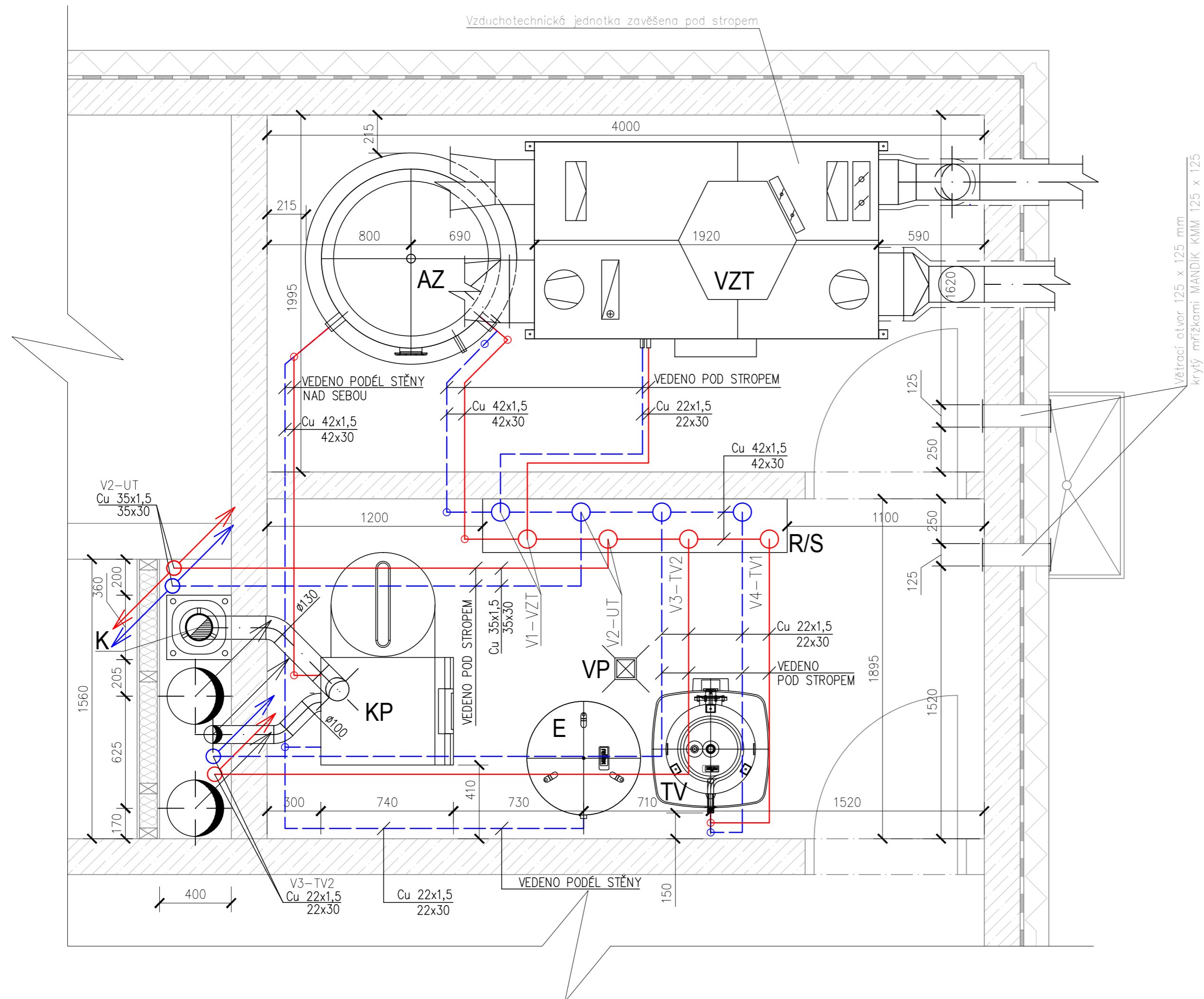
| LEGENDA ZAŘÍZENÍ | |
|------------------|---|
| TV | ZÁSOBNÍKOVÝ OHŘÍVAČ TEPLÉ VODY – REFLEX STORATHERM AQUA AF/200/1M_B – objem: 196 l |

| LEGENDA VĚTVÍ OTOPNÉ SOUSTAVY | |
|-------------------------------|--|
| V2-UT | VĚTEV VYTÁPĚNÍ OBJEKTU OTOPNÝMI TĚLESY – VÝKON 8,08 kW |
| V3-TV2 | VĚTEV PRO OHŘEV TEPLÉ VODY PRO 2.NP – VÝKON 1,88 kW |

| LEGENDA OTOPNÝCH TĚLES | |
|---|---|
| DESKOVÁ OTOPNÁ TĚLESA – KORADO RADIK VENTIL KOMPAKT | |
| <ul style="list-style-type: none"> — Typ otopného tělesa – 2 hlavní a 0 přídavných otopných ploch, hloubka 66 mm — Typ připojení otopného tělesa – pravé spodní připojení — Výška otopného tělesa [cm] — Délka otopného tělesa [mm] | |
| 20VK 50/1000 | — Ventilová vložka – HEIMEIER KORADO DN15/přednastavení regulačního prvku (7,3 otáček) |
| KORADO 15/7,3 | — H-ventil – HEIMEIER MULTILUX KORADO DN15/přednastavení regulačního prvku (8 otáček) |
| MULTILUX KORADO 15/8 | |
| TRUBKOVÉ OTOPNÉ TĚLESO – KORADO KORALUX LINEAR CLASSIC | |
| <ul style="list-style-type: none"> — Typ otopného tělesa – trubkové těleso s rovnými profily a spodním krajním připojením v provedení Classic — Výška otopného tělesa [mm] — Délka otopného tělesa [cm] | |
| KLC 700/45 | — Připojovací ventil – DANFOSS RA-N ÚHLOVÝ PRAVÝ DN 15/přednastavení regulačního prvku (3,5 otáček) |
| RA-N *UP 15/3,5 | — Připojovací šroubení – DANFOSS RLV ROHOVÝ DN15/přednastavení regulačního prvku (0,3 otáček) |
| RLV *R 15/0,3 | |
| POZNÁMKA: Otopná tělesa pod okny jsou umístěna na jejich střed. | |

Venkovní výpočtová teplota: $t_e = -15 \text{ °C}$

| | | |
|---|---|--|
| VYPRACOVALA: Bc. Zuzana Plojharová | VEDOUCÍ PRÁCE: prof. Ing. Karel Kabele, CSc. | FAKULTA STAVEBNÍ ČVUT V PRAZE |
| OBOR: Budovy a prostředí | KATEDRA: Katedra technických zařízení budov | |
| AKCE: DIPLOMOVÁ PRÁCE OPTIMALIZACE BUDOVY Z HLEDISKA PRIMÁRNÍ ENERGIE | MĚŘÍTKO: 1:50 | SEMESTR: ZS 2018/2019 |
| VÝKRES: VYTÁPĚNÍ PŮDORYS 2.NP – ROZVODY VYTÁPĚNÍ | DATUM: 2.1.2019 | ČÍSLO VÝKRESU: 3 |



| LEGENDA POTRUBÍ | |
|-----------------|-------------------------------|
| | PŘÍVODNÍ POTRUBÍ – MĚĎ, 75 °C |
| | VRATNÉ POTRUBÍ – MĚĎ, 65 °C |

POZNÁMKA: Vnitřní průměr a tloušťka potrubí či tepelné izolace viz kóty.

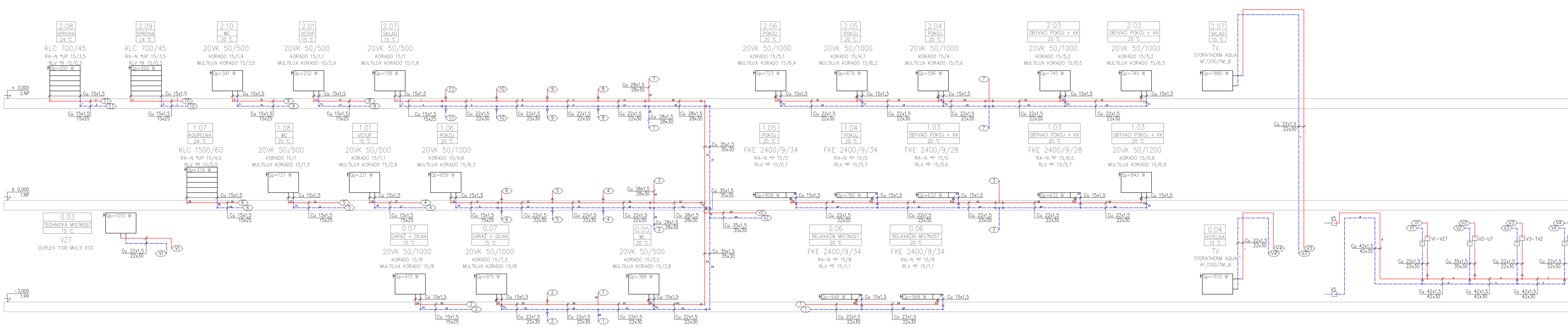
| LEGENDA ZAŘÍZENÍ | |
|------------------|--|
| KP | KOTEL NA PELETY SE ZÁSOBNIKEM – FRÖLING P4 PELLET 15 – jmenovitý výkon: 15 kW |
| AZ | AKUMULAČNÍ ZÁSOBNÍK TEPLÉ VODY – REFLEX STORATHERM HEAT PH 1500 – jmenovitý objem: 1470 l |
| R/S | ROZDĚLOVAČ/SBĚRAČ – MĚĎĚNÉ POTRUBÍ, DN 42 |
| TV | ZÁSOBNÍKOVÝ OHŘÍVAČ TEPLÉ VODY – REFLEX STORATHERM AQUA AF/200/1M_B – objem: 196 l |
| E | EXPANZNÍ NÁDOBA – REFLEX N 200/6 – objem: 200 l |
| VZT | VZDUCHOTECHNICKÁ JEDNOTKA – ATREA DUPLEX 1100 MULTI ECO |
| K | VÍCEVRSTVÝ IZOLOVANÝ KOMÍN S KERAMICKOU VLOŽKOU – SCHIEDEL ABS 14 |
| VP | PODLAHOVÁ VPUSŤ |

POZNÁMKA: Odvod spalin od kotle do komína je řešen kouřovodem s $\varnothing 130$ mm ze silnostěnného plechu 1,5 mm pokrytým žáruvzdornou barvou.
Přívod vzduchu ke kotli je řešen potrubím z pozinkovaného plechu o $\varnothing 100$ mm.

| LEGENDA VĚTVÍ OTOPIČNÉ SOUSTAVY | |
|---------------------------------|---|
| V1-VZT | VĚTEV TEPLOVODNÍHO VÝMĚNÍKU VZDUCHOTECHNICKÉ JEDNOTKY – VÝKON 1,01 kW |
| V2-UT | VĚTEV VYTÁPĚNÍ OBJEKTU OTOPIČNÝMI TĚLESY – VÝKON 8,08 kW |
| V3-TV2 | VĚTEV PRO OHŘEV TEPLÉ VODY PRO 2.NP – VÝKON 1,88 kW |
| V4-TV1 | VĚTEV PRO OHŘEV TEPLÉ VODY PRO 1.NP – VÝKON 1,61 kW |

Venkovní výpočtová teplota: $t_e = -15$ °C

| | | |
|---|---|--------------------------------------|
| VYPRACOVALA: Bc. Zuzana Plojharová | VEDOUCÍ PRÁCE: prof. Ing. Karel Kabele, CSc. | FAKULTA STAVEBNÍ ČVUT V PRAZE |
| OBOR: Budovy a prostředí | KATEDRA: Katedra technických zařízení budov | |
| AKCE: DIPLOMOVÁ PRÁCE OPTIMALIZACE BUDOVY Z HLEDISKA PRIMÁRNÍ ENERGIE | MĚŘÍTKO: 1:20 | SEMESTR: ZS 2018/2019 |
| VÝKRES: VYTÁPĚNÍ PŮDORYS KOTELNY A TECHNICKÉ MÍSTNOSTI | DATUM: 2.1.2019 | ČÍSLO VÝKRESU: 4 |



| LEGENDA POTRUBÍ | |
|-------------------------------------|--------------------------------|
| — | PŘÍVODNÍ POTRUBÍ – MĚD., 75 °C |
| — | VRÁTNÉ POTRUBÍ – MĚD., 65 °C |

POZNÁMKA: Všechna potrubí kromě přímého připojení otopných těles jsou izolována tepelnou izolací Armacell Tubolit DG.
Vnitřní průměr a tloušťka stěny potrubí či tepelné izolace viz kóty.

| LEGENDA ZAŘÍZENÍ | |
|------------------|--|
| TV | ZÁSOBNÍKOVÝ OHRÍVAČ TEPLÉ VODY – REFLEX STORATHERM AQUA AF/200/1M_B – objem: 196 l |
| VZT | VZDUCHOTECHNICKÁ JEDNOTKA – ATREA DUPLEX 1100 MULTI ECO |

| LEGENDA VĚTVÍ OTOPNÉ SOUSTAVY | |
|-------------------------------|--|
| V1-VZT | VĚTVĚV TEPLOVODNÍHO VÝMĚNÍKU VZDUCHOTECHNICKÉ JEDNOTKY – VÝKON 1,01 kW |
| V2-UT | VĚTVĚV VYTÁPĚNÍ OBJEKTU OTOPNÝMI TĚLESY – VÝKON 8,08 kW |
| V3-TV2 | VĚTVĚV PRO OHŘEV TEPLÉ VODY PRO 2.NP – VÝKON 1,88 kW |
| V4-TV1 | VĚTVĚV PRO OHŘEV TEPLÉ VODY PRO 1.NP – VÝKON 1,61 kW |

| LEGENDA OTOPNÝCH TĚLES | |
|--|--|
| DESKOVÁ OTOPNÁ TĚLESA – KORADO RADIK VENTIL KOMPAKT | Typ otopného tělesa – 2-hienní a 0-přídavných otopných ploch, hloubka 66 mm |
| | Typ připojení otopného tělesa – provede spodní připojení |
| | Výška otopného tělesa [cm] |
| 20VK 50/1000 | Délka otopného tělesa [mm] |
| KORADO 15/7,3 | Ventilová vložka – HEIMEIER KORADO DN15/přednastavení regulačního prvku (7,3 otáček) |
| MULTILUX KORADO 15/8 | H-ventil – HEIMEIER MULTILUX KORADO DN15/přednastavení regulačního prvku (8 otáček) |
| KONVEKTORY – KORADO KORAFLEX FKE | Typ konvektoru – podlahový konvektor s přirozenou konvekcí v provedení Economic |
| | Délka konvektoru [mm] |
| | Hloubka konvektoru [cm] |
| FKE 2400/9/34 | Šířka konvektoru [cm] |
| RA-N *P 15/8 | Připojovací ventil – DANFOSS RA-N PŘÍMÝ DN15/přednastavení regulačního prvku (8 otáček) |
| RLV *P 15/1,1 | Připojovací sroubení – DANFOSS RLV PŘÍMÝ DN15/přednastavení regulačního prvku (1,1 otáčka) |
| TRUBKOVÉ OTOPNÉ TĚLESO – KORADO KORALUX LINEAR CLASSIC | Typ otopného tělesa – trubkové těleso s rovnými profily a spodním krajním připojením v provedení Classic |
| | Výška otopného tělesa [mm] |
| KLC 1500/60 | Délka otopného tělesa [cm] |
| RA-N *UP 15/4,5 | Připojovací ventil – DANFOSS RA-N OHŮVÝ PŘÁVÝ DN 15/přednastavení regulačního prvku (4,5 otáček) |
| RLV *R 15/0,5 | Připojovací sroubení – DANFOSS RLV ROHŮVÝ DN15/přednastavení regulačního prvku (0,5 otáček) |

Venkovní výpočtová teplota: $t_e = -15$ °C

| | | |
|---|------------------------------------|-------------------|
| VYPRACOVALA: | VEDOUcí PRÁCE: | |
| Bc. Zuzana Plojharová | prof. Ing. Karel Kabele, CSc. | |
| OBOR: | KATEDRA: | MĚŘÍTKO: – |
| Budovy a prostředí | Katedra technických zařízení budov | |
| AKCE: | SEMESTR: ZS 2018/2019 | |
| DIPLOMOVÁ PRÁCE | | DATUM: 15.12.2018 |
| OPTIMALIZACE BUDOVY Z HLEDISKA PRIMÁRNÍ ENERGIE | | |
| VÝKRES: | ČÍSLO VÝKRESU: 5 | |
| VYTÁPĚNÍ | | |
| ROZVINUTÝ ŘEZ – ROZVODY VYTÁPĚNÍ | | |

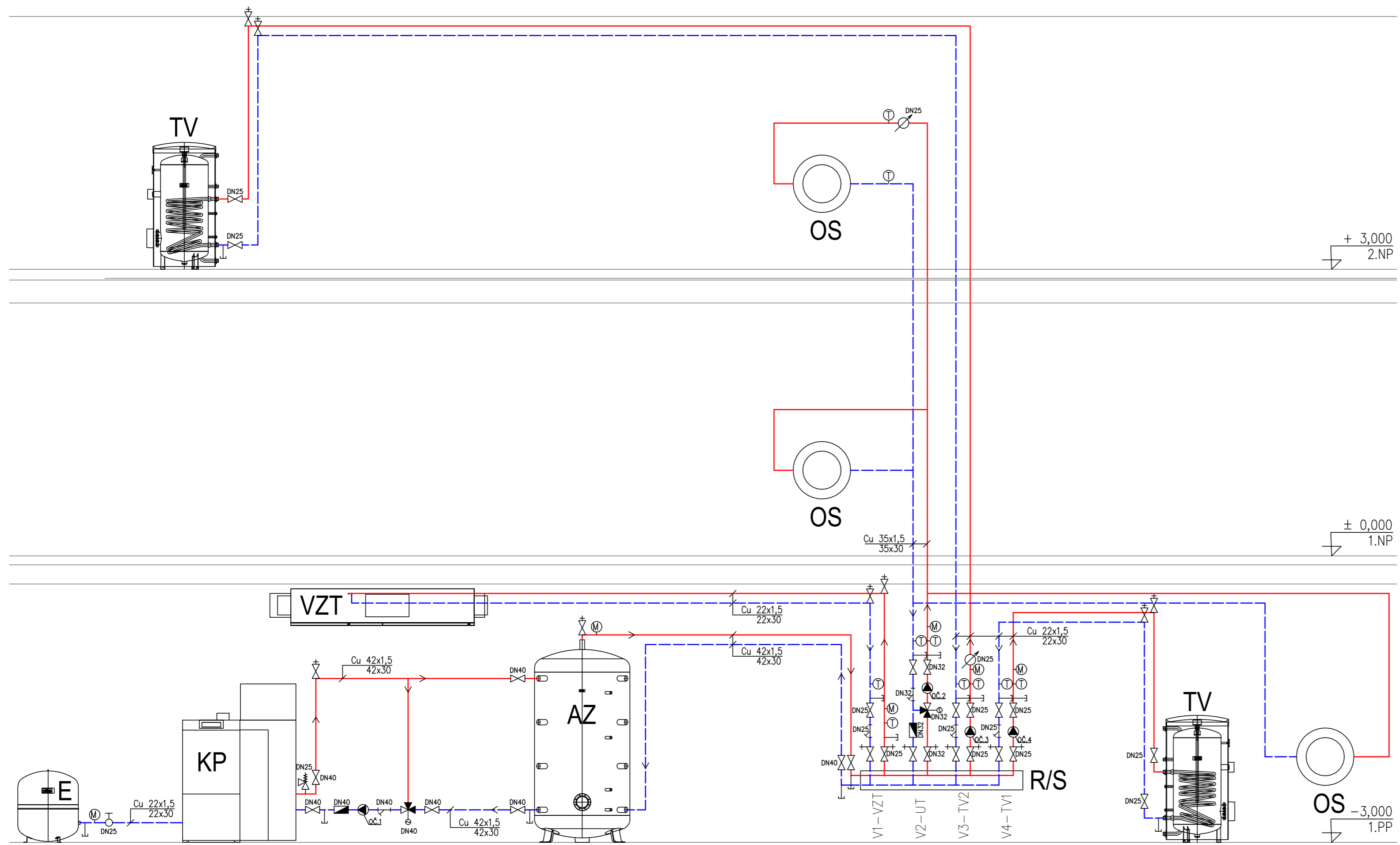
| LEGENDA POTRUBÍ | |
|-----------------|------------------------|
| | PŘÍVODNÍ POTRUBÍ – MĚĎ |
| | VRATNÉ POTRUBÍ – MĚĎ |

| LEGENDA ZAŘÍZENÍ | |
|------------------|--|
| KP | KOTEL NA PELETY SE ZÁSOBNÍKEM – FRÖLING P4 PELLET 15 – jmenovitý výkon: 15 kW |
| AZ | AKUMULAČNÍ ZÁSOBNÍK TEPLÉ VODY – REFLEX STORATHERM HEAT PH 1500 – jmenovitý objem: 1470 l |
| R/S | ROZDĚLOVAČ/SBĚRAČ – MĚDĚNÉ POTRUBÍ, DN 42 |
| TV | ZÁSOBNÍKOVÝ OHŘÍVAČ TEPLÉ VODY – REFLEX STORATHERM AQUA AF/200/1M_B – objem: 196 l |
| E | EXPANZNÍ NÁDOBA – REFLEX N 200/6 – objem: 200 l |
| VZT | VZDUCHOTECHNICKÁ JEDNOTKA – ATREA DUPLEX 1100 MULTI ECO |
| OS | OTOPNÁ SOUSTAVA |

| LEGENDA VĚTVÍ OTOPNÉ SOUSTAVY | |
|-------------------------------|---|
| V1-VZT | VĚTEV TEPLOVODNÍHO VÝMĚNIKU VZDUCHOTECHNICKÉ JEDNOTKY – VÝKON 1,01 kW |
| V2-UT | VĚTEV VYTÁPĚNÍ OBJEKTU OTOPNÝMI TĚLESY – VÝKON 8,08 kW |
| V3-TV2 | VĚTEV PRO OHŘEV TEPLÉ VODY PRO 2.NP – VÝKON 1,88 kW |
| V4-TV1 | VĚTEV PRO OHŘEV TEPLÉ VODY PRO 1.NP – VÝKON 1,61 kW |

| LEGENDA ARMATUR | |
|-----------------|---|
| | KULOVÝ KOHOUT |
| | KULOVÝ KOHOUT S VYPOUŠTĚNÍM |
| | ZPĚTNÁ KLAPKA |
| | FILTR |
| | VODOMĚR |
| | OBĚHOVÉ ČERPADLO |
| | TROJCESTNÝ SMĚŠOVACÍ VENTIL SE SERVOPOHONEM |
| | KULOVÝ KOHOUT SE ZAJIŠTĚNÍM PROTI UZAVŘENÍ |
| | TEPLOMĚR |
| | MANOMETR |
| | POJISTNÝ VENTIL |
| | ODVZDUŠŇOVACÍ VENTIL |
| | VYPOUŠTĚCÍ KOHOUT |

| LEGENDA OBĚHOVÝCH ČERPADEL | |
|----------------------------|------------------------|
| OČ.1 | GRUFUNDOS ALPHA2 32–60 |
| OČ.2 | GRUFUNDOS ALPHA2 32–60 |
| OČ.3 | WILO YONOS PICO 25/1–4 |
| OČ.4 | WILO YONOS PICO 25/1–4 |



Venkovní výpočtová teplota: $t_e = -15 \text{ }^\circ\text{C}$

| | | |
|---|---|-------------------------------|
| VYPRACOVALA: Bc. Zuzana Plojharová | VEDOUCÍ PRÁCE: prof. Ing. Karel Kabele, CSc. | |
| OBOR: Budovy a prostředí | KATEDRA: Katedra technických zařízení budov | |
| AKCE: DIPLOMOVÁ PRÁCE OPTIMALIZACE BUDOVY Z HLEDISKA PRIMÁRNÍ ENERGIE | MĚŘÍTKO: SEMESTR: DATUM: | – ZS 2018/2019 2.1.2019 |
| VÝKRES: VYTÁPĚNÍ SCHÉMA ZAPOJENÍ ZDROJE TEPLA | ČÍSLO VÝKRESU: | 6 |