



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

# VYTÁPĚNÍ NOVOSTAVBY BYTOVÉHO DOMU

DESIGN OF A HEATING SYSTEM OF A NEW APARTMENT BUILDING

## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

## AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Filip Kaša

## VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. KAROLÍNA VYHLÍDALOVÁ, Ph.D.

BRNO 2022



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

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

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

<b>Student</b>	Filip Kaša
<b>Název</b>	Vytápění novostavby bytového domu
<b>Vedoucí práce</b>	Ing. Karolína Vyhlídalová, Ph.D.
<b>Datum zadání</b>	30. 11. 2021
<b>Datum odevzdání</b>	27. 5. 2022

V Brně dne 30. 11. 2021

---

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.  
Vedoucí ústavu

---

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

## PODKLADY A LITERATURA

1. Aktuální právní předpisy ČR
2. České i zahraniční technické normy
3. Odborná literatura
4. Zdroje na internetu
5. Vědecká databáze

## ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

### A. Teoretická část

- literární rešerše ze zadaného tématu, rozsah 15 až 20 stran

### B. Výpočtová část

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

### C. Projekt

- úroveň prováděcího projektu: půdorysy + legenda 1:50 (1:100), schéma zapojení otopných těles 1:50 (1:100), půdorysy (1:25, 1:20) a schéma zapojení zdroje tepla, technická zpráva
- Vše bude svázáno pevnou vazbou. Volné dokumenty (metadata, posudky, prohlášení, výsledky obhajoby) budou vloženy do kapsy na přední straně desek, výkresy budou poskládány a uloženy jako příloha v kapse na zadní straně desek.

## STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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

---

Ing. Karolína Vyhlídalová, Ph.D.  
Vedoucí bakalářské práce

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce si klade za cíl navrhnout vytápění a ohřev teplé vody novostavby bytového domu v Novém Městě na Moravě. Objekt má jedno podzemní podlaží a čtyři nadzemní podlaží. Vytápění je navrženo pouze do nadzemních podlaží, kde se nacházejí obytné prostory. Sdílení tepla do prostoru je zajišťují desková otopná tělesa, trubková otopná tělesa a podlahové konvektory. Soustava je navržena v měděném potrubí, jako teplovodní dvoutrubková. Zdrojem soustavy jsou tři plynové kondenzační kotle. Ohřev teplé vody zajišťuje zásobníkový ohřivač.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

vytápění, obytná budova, měď, plynový kotel, tepelné ztráty, otopné těleso, dimenzování, ohřev vody, izolace potrubí, oběhové čerpadlo, spotřeba energie

## **ABSTRACT**

The bachelor's thesis aims to design heating and hot water heating of a new apartment building in Nové Město na Moravě. The building has one underground floor and four above-ground floors. Heating is designed only for the upper floors, where there are living spaces. The sharing of heat into the space is ensured by plate radiators, tubular radiators and floor convectors. The system is designed in copper piping, as a hot water two-pipe. The system is powered by three gas condensing boilers. Hot water is heated by a storage heater.

## **KEYWORDS**

heating, residential building, copper, gas boiler, heat losses, radiator, dimensioning, water heating, pipe insulation, circulating pump, energy consumption

## BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Filip Kaša *Vytápění novostavby bytového domu*. Brno, 2022. 113 s., 25 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Karolína Vyhlídalová, Ph.D.

## PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

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

V Brně dne 24. 5. 2022

---

Filip Kaša  
autor práce

## PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

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

V Brně dne 24. 5. 2022

---

Filip Kaša  
autor práce

## **Poděkování:**

Rád bych touto cestou poděkoval mé vedoucí Ing. Karolíně Vyhlídalové Ph.D. za odborné vedení, praktický přístup, ochotu a čas, který mi věnovala při vypracovávání mé bakalářské práce, ale hlavně za trpělivost s velmi podrobným a názorným vysvětlováním dané problematiky. Déle bych chtěl poděkovat své rodině, která mě vždy podporovala na mé cestě bakalářským studiem a vytvářela mi podmínky k úspěšnému dokončení studia. Poděkování patří i mým přátelům a mé přítelkyni, kteří mi byli také velkou podporou.

# Obsah:

Úvod.....	11
A. Teoretická část .....	12
A.1. Otopné tělesa v otopné soustavě .....	13
A.1.1 Článeková otopná tělesa .....	14
A.1.2 Desková otopná tělesa.....	16
A.1.3 Trubková otopná tělesa .....	20
A.1.4 Konvektory.....	23
B. Výpočtová část.....	29
B.1. Analýza objektu.....	30
B.1.1 Analýza objektu .....	30
B.1.2 Koncepce vytápění objektu.....	30
B.2. Výpočet tepelného výkonu.....	31
B.2.1 Výpočet a posouzení součinitele prostupu tepla .....	31
B.2.2 Výpočet tepelných ztrát jednotlivých místností.....	36
B.2.3 Souhrn tepelných ztrát jednotlivých místností.....	41
B.3. Energetický štítek obálky budovy .....	46
B.4. Návrh otopných těles.....	50
B.4.1 Návrh otopných těles a jejich výkonu.....	50
B.4.2 Specifikace otopných těles a jejich prvků.....	51
B.5. Návrh přípravy teplé vody.....	61
B.5.1 Stanovení potřeby teplé vody za periodu 24 hodin $V_{2P}$ .....	61
B.5.2 Stanovení potřeby tepla pro ohřev teplé vody .....	61
B.5.3 Odhadovaná potřeba tepla na přípravu teplé vody během dne .....	62
B.5.4 Zásobníkový ohřev vody.....	63
B.6. Návrh zdroje tepla .....	64
B.6.1 Požadovaný výkon zdroje pro vytápěný objekt s přípravou teplé vody .....	64
B.6.2 Návrh odvodu spalin .....	65
B.6.3 Návrh neutralizačního boxu na kondenzát.....	66
B.7. Dimenzování a hydraulické posouzení otopné soustavy.....	67
B.8. Návrh kompenzátorů .....	70
B.9. Návrh oběhových čerpadel.....	72
B.10. Návrh zabezpečovacích zařízení.....	77



B.10.1	Návrh expanzní nádoby:.....	77
B.10.2	Návrh pojistného ventilu .....	80
B.11.	Návrh tepelné izolace potrubí .....	82
B.12.	Návrh výše nespecifikovaných zařízení .....	84
B.12.1	Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků (HVDT) .....	84
B.12.2	Rozdělovač a sběrač .....	85
B.12.3	Trojcestný směšovací ventil .....	86
B.12.4	Vyvažovací ventil .....	89
B.12.5	Návrh měřiče tepla.....	92
B.13.	Roční spotřeba energie a paliva .....	93
B.13.1	Roční spotřeba tepla pro ohřev teplé vody .....	93
B.13.2	Roční spotřeba tepla pro vytápění .....	94
B.13.3	Roční spotřeba paliva .....	94
C.	Technická zpráva .....	95
C.1.	Základní informace .....	96
C.1.1	Konstrukční řešení .....	96
C.1.2	Popis provozu .....	96
C.1.3	Podklady pro zpracování projektu .....	96
C.1.4	Rozsah práce .....	96
C.2.	Tepelné ztráty a potřeba tepla .....	96
C.2.1	Klimatické podmínky v místě stavby .....	96
C.2.2	Vnitřní návrhové podmínky .....	97
C.2.3	Tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí.....	97
C.2.4	Tepelné ztráty budovy .....	97
C.2.5	Požadovaný tepelný výkon.....	97
C.2.6	Spotřeba energie/paliva pro vytápění a ohřev teplé vody.....	97
C.2.7	Parametry teplonosné látky .....	98
C.3.	Zdroj tepla a příprava teplé vody .....	98
C.3.1	Odkouření .....	98
C.3.2	Větrání technické místnosti .....	98
C.3.3	Zabezpečovací zařízení.....	98
C.4.	Otopná soustava .....	99
C.4.1	Popis otopné soustavy .....	99
C.4.2	Oběhová čerpadla .....	99

C.4.3	Armatury a zařízení.....	99
C.4.4	Napouštění a vypouštění soustavy .....	100
C.4.5	Tepelná izolace .....	100
C.4.6	Otopná tělesa.....	100
C.4.7	Měření a regulace otopné soustavy .....	100
C.5.	Požadavky na profese .....	101
C.5.1	Stavební práce .....	101
C.5.2	Zdravotechnika.....	101
C.5.3	Plynoinstalace .....	101
C.5.4	Elektroinstalace.....	101
C.6.	Montáž a uvedení do provozu .....	101
C.6.1	Zdroj tepla .....	102
C.6.2	Otopná soustava .....	102
C.6.3	Zkoušky.....	102
C.7.	Obsluha a ovládání .....	103
C.7.1	Ochrana životního prostředí.....	103
C.7.2	Hospodaření s odpady .....	103
C.7.3	Bezpečnosti při realizaci .....	103
C.7.4	Požární ochrana.....	103
Závěr .....		104
Seznam použitých zdrojů.....		105
Software .....		107
Použité normy a předpisy.....		108
Seznam obrázků.....		109
Seznam tabulek .....		111
Seznam grafů.....		112
Přílohy.....		113

# Úvod

Ve své bakalářské práci se zabývám návrhem vytápění a v novostavbě bytového domu v Novém Městě na Moravě. Cílem práce je navrhnout teplovodní soustavu, která bude pokrývat tepelné ztráty objektu a tím tak vytvoří tepelnou pohodu prostředí. Práce je dělena na tři části: teoretická část, výpočtová část a část projektová.

Teoretická část se zabývá přehledem otopných těles, které mohou být využité v teplovodní soustavě vytápění a jejich různé provedení.

Výpočtová část obsahuje výpočet součinitelů prostupů tepla konstrukcemi, otvory a dveřmi, tepelných ztrát budovy, energetický štítek budovy, návrh otopných těles, návrh přípravy teplé vody, návrh zdroje tepla, návrh odvodu spalin od zdroje, návrh neutralizačního boxu, dimenzování a hydraulické posouzení soustavy, izolace potrubí, návrh kombinovaného rozdělovače a sběrače, návrh hydraulického vyrovnávače dynamických tlaků, návrh vyvažovacích ventilů, návrh třícestných směšovacích ventilů, návrh oběhových čerpadel, návrh zabezpečovacího zařízení, návrh automatické blokové úpravny vody, návrh měřiče tepla, výpočet roční spotřeby tepla a paliva pro vytápění a ohřev teplé vody.

Projektová část obsahuje technickou zprávu a projektovou dokumentaci. Projektová dokumentace se skládá z půdorysů jednotlivých podlaží, rozvinutých řezů otopné soustavy, půdorysu technické místnosti a schématu technické místnosti.

# **A. Teoretická část**

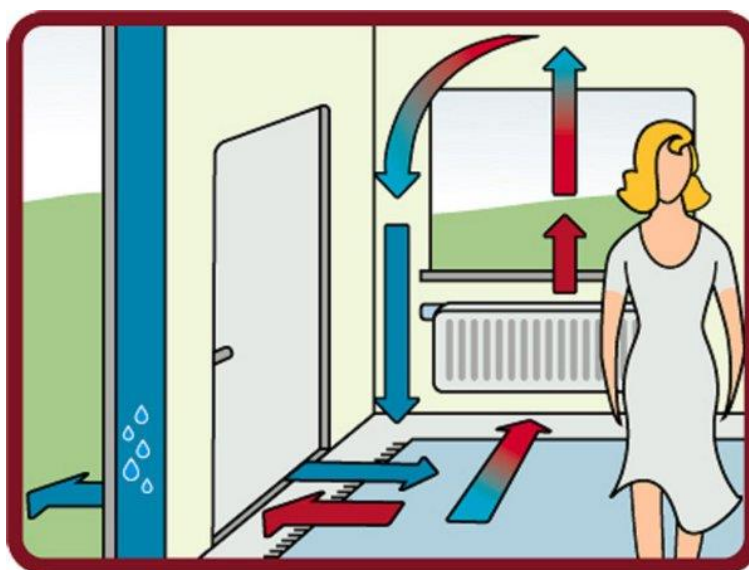
## A.1. Otopné tělesa v otopné soustavě

Otopná tělesa soustavy ústředního vytápění předávají do prostoru teplo z teplotnosné látky (ve většině případů otopné vody), připravované centrálně ve zdroji (například v kotli). Otopné těleso a otopná plocha předává teplo do vytápěného prostoru sáláním (zářením, radiací) a konvekcí (prouděním). Předávání (sdílení) tepla se děje všemi uvedenými způsoby, avšak v různých poměrech jednotlivých složek, které závisí především na druhu a otopného tělesa a jeho konstrukčním provedení. Převládající složkou předávání (sdílení) tepla do prostoru je u většiny otopných těles pomocí konvekce vzduchu. Může se jednat o konvekci přirozenou nebo nucenou pomocí ventilátoru (například u některých druhů konvektorů). [1]

Skutečný výkon otopného tělesa nebo součet skutečných výkonů více těles v jedné místnosti musí pokrývat tepelnou ztrátu této místnosti. Primárně se umísťuje na nejvíce ochlazovanou plochu nebo pod výplně otvorů. [1]

**Při volbě otopného tělesa je nutno zohlednit faktory: [1]**

- Tepelná ztráta místnosti
- Parametry teplotnosné látky (její vlastnosti, tepelný spád,...)
- Nároky na interiér, stavební provedení, pokud jsou v místnosti výplně otvorů, tak zohlednit jejich počet, výšku parapetu, délku okna (u výplně otvorů by těleso mělo zaujímat minimálně 80% jeho délky)
- Požadavky a investice ze strany investora
- Designové provedení otopného tělesa



**Obrázek 1:** Proudění vzduchu v místnosti s konvekčním otopným tělesem [2]

## A.1.1 Článeková otopná tělesa

Tělesa jsou složena z libovolného počtu tzv. „článků“, což jsou dutá žebra s co největší plochou spojená navzájem horní a dolní komorou. Komorami a jednotlivými články protéká topná látka, která přes plochu žebíř předává teplo do místností sáláním. Navíc mezi články dochází k ohřevu vzduchu, který svojí cirkulací zajišťuje výměnu ohřátého vzduchu v celé místnosti (konvekce). Mohou být i v provedení Ventil Kompakt (se zabudovaným termostatickým ventilem). Napojení na otopnou soustavu je zpravidla řešeno z boku.

Mohou se upevňovat na stěnu pomocí konzol a držáků. Možné je i upevnění do podlahy pomocí stojánkových nebo nastavitelných konzol. [1] [3]

### Výhody článkových těles: [3]

Vysoká účinnost - vnější přestupná plocha je rozložena hlavně do své hloubky (což přispívá k dobré cirkulaci teplého vzduchu)

- Malý hydraulický odpor (vhodné především u systému vytápění bez čerpadla)
- Vysoká životnost (u litinových těles)

### Nevýhody článkových těles: [4]

- Vyšší hmotnost
- Vyšší vodní obsah (nepříznivě ovlivňuje pružnost při zátopu a chladnutí nebo jeho rychlost odezvy na regulaci)

#### A.1.1.1 Litinová článková tělesa (šedá litina)

otopná tělesa litinová musejí být vyráběna z litiny s lupínkovým grafitem podle ISO 185. Vyrábějí se ve dvou až čtyř sloupkovém provedení (hloubka 70, 110 a 160 mm) a ve třech výškových modulech (350, 500 a 900 mm). Dají se použít do pracovního přetlaku 0,6 MPa. Jejich předností je vyšší odolnost proti korozi. Litinová článková otopná tělesa se rovněž vyznačují svou dlouhou životností. [5]



Obrázek 2: Litinová otopná tělesa Viadrus [6]

### A.1.1.2 Článeková tělesa ze slitin hliníku

Vzhledem k velmi dobré tepelné vodivosti hliníku a snadnosti tlakového lití složitějších tvarů je vlastní otopná plocha provedena vždy jako rozšířená. Žebra probíhají vertikálně po výšce článku, či jsou uspořádána na sloupku a skloněna pod určitým úhlem od horizontální roviny. Další možností je kombinace obou předchozích, kdy se na článku objevují jak svislá, tak příčná žebra ve vzájemné kombinaci. [5]



**Obrázek 3:** Hliníkové článkové otopné těleso [7]

### A.1.1.3 Ocelová článková tělesa

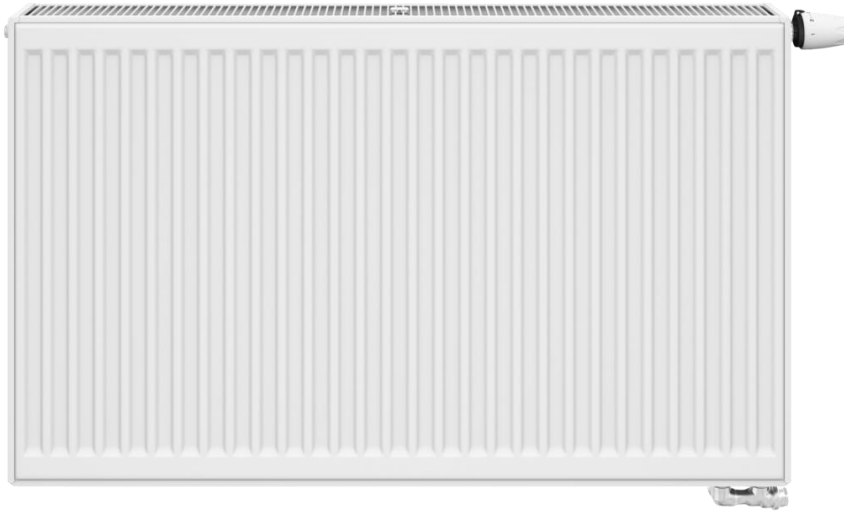
Základem pro článek jsou dva svařené výlisky z ocelového plechu. Ty sestávají z horní a spodní komory, které jsou spojeny otopnou plochou tvořící prolisy pro kanály různých tvarů. V komorách jsou v místě náboje prostříženy otvory. V okolí otvorů je plocha mezikruží, která slouží k vzájemnému svaření článků do souprav či k přivaření nátrubků se závitem u koncových článků souprav. Mají značně nižší životnost než litinová tělesa (jen 15-20 let). [1] [4]



**Obrázek 4:** Ocelové článkové otopné těleso [8]

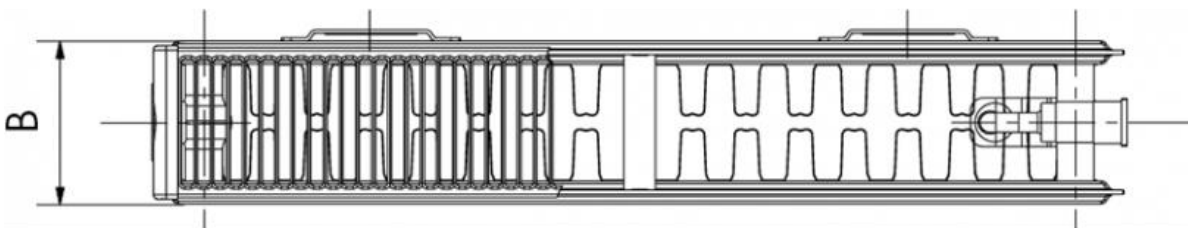
## A.1.2 Desková otopná tělesa

Desková otopná tělesa dnes patří mezi nejčastěji používaná tělesa. Za desková otopná tělesa pokládáme souvislé hladké desky popř. se zvětšením povrchu zvlněním nebo konvekčním plechem v různém montážním uspořádání. Za deskové těleso však nelze pokládat těleso vyskládané z jednotlivých článků přesto, že výsledný výrobek vykazuje tvar desky. [4]



**Obrázek 5:** Deskové otopné těleso [9]

Základní částí je horní rozvodná a dolní sběrná komora situovaná ve směru délky tělesa, obvykle stejného průřezu. Obě komory spojují prolisy tvořící kanálky. Celé těleso tak tvoří dvě prolisované desky z ocelového plechu, které jsou po obvodě švově svařeny a mezi jednotlivými kanálky jsou svařeny bodově. [4]



**Obrázek 6:** Deskové otopné těleso typ 22 – pohled shora [9]



### Výhody deskových otopných těles:

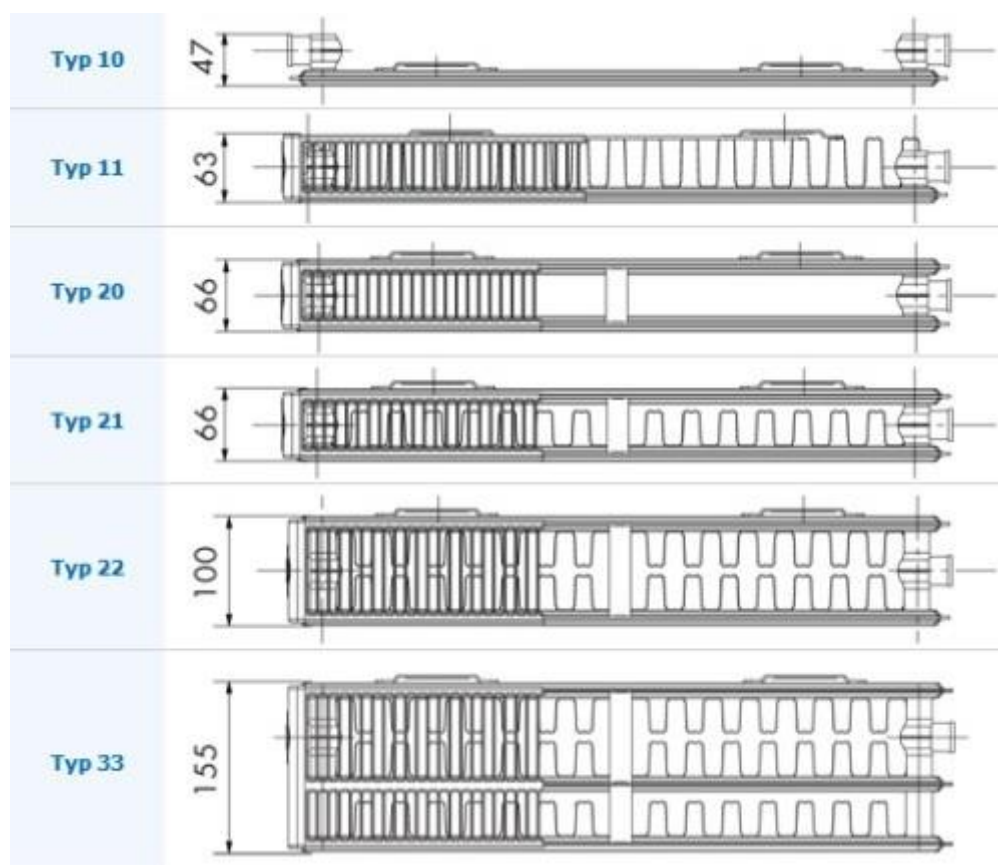
- Jsou lehčí než tělesa článková
- Nižší vodní obsah (mají lepší a rychlejší odezvu na regulaci otopného výkonu)
- Mají variabilnější možnosti na připojení k otopné soustavě
- Malá hloubka

### Nevýhody deskových otopných těles:

- Vyšší hydraulický odpor
- Nižší účinnost než článková tělesa

#### A.1.2.1 Provedení deskových otopných těles

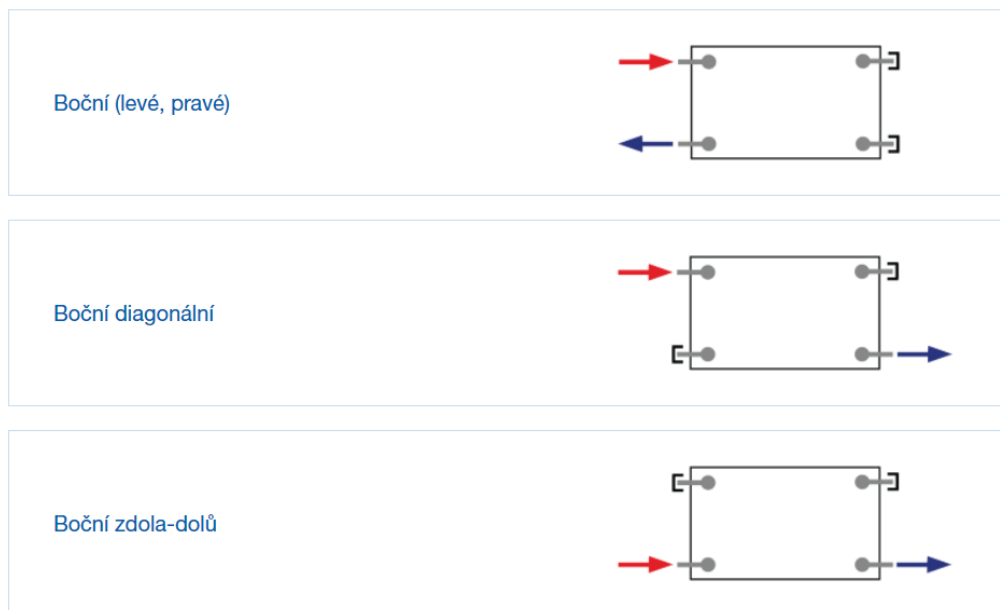
Tělesa jsou v provedení, které můžeme dělit na jednoduchá, zdvojená nebo ztrojená. Závisí na počtu desek a konvekčních plechů, ze kterých se těleso skládá. Od jejich počtu se odvíjí i jejich typové označení. [9]



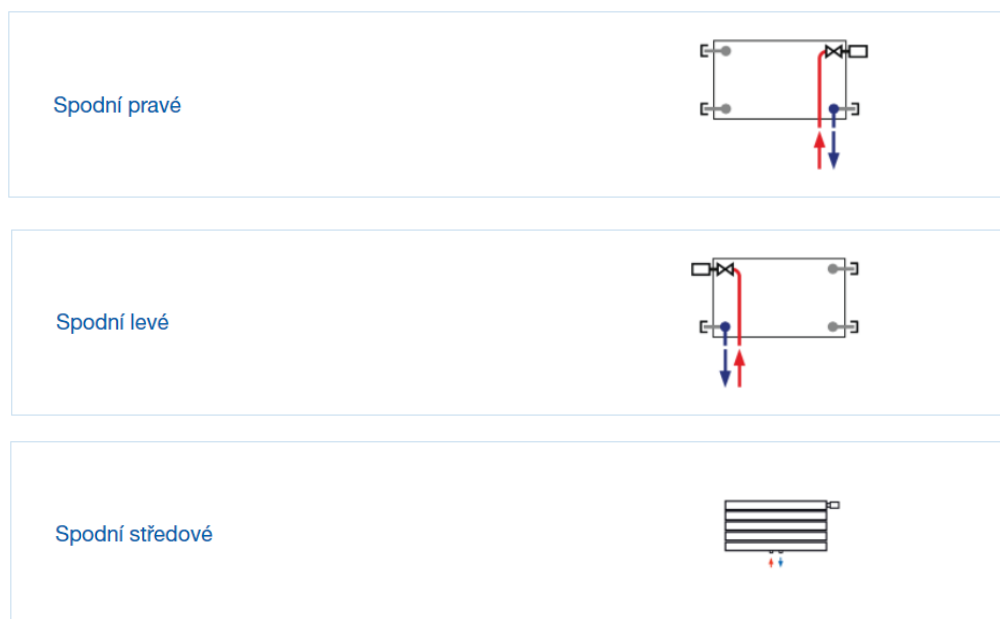
Obrázek 7: Přehled typů deskových otopných těles [9]

### A.1.2.2 Napojení těles na otopnou soustavu

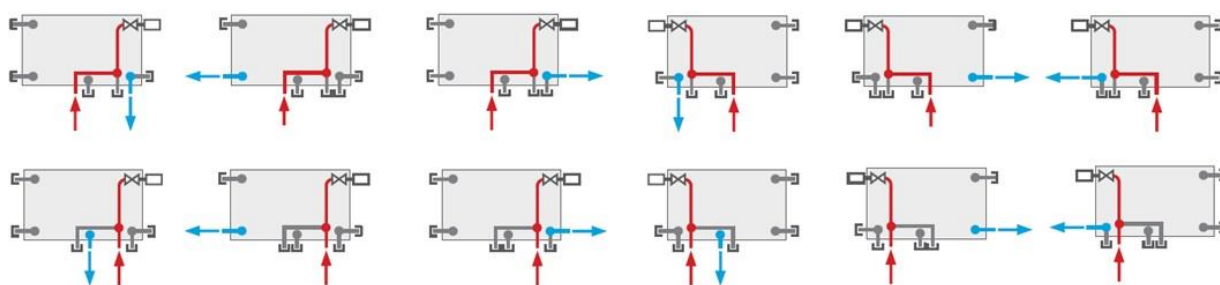
Desková otopná tělesa nabízí značnou variabilitu v napojení na otopnou soustavu.



**Obrázek 8:** Boční napojení deskového otopného tělesa KORADO RADIK KLASIK [9]



**Obrázek 9:** Spodní napojení v provedení Ventil Kompakt [9]



Obrázek 10: Možnosti napojení tělesa RADIK VKM8 [9]

### A.1.2.3 Ventil kompaktní

Jedná se o tělesa se spodním napojením, které mají na přívodu integrovaný termostatický ventil. Tyto tělesa jsou určeny pro otopnou soustavu s nuceným oběhem otopné vody jednak kvůli samotnému hydraulickému odporu deskových těles, tak i kvůli integrovanému termostatickému ventilu, který působí značné tlakové ztráty. Tělesa Ventil Kompakt musí být navíc osazena uzavíracím šroubením, aby bylo možné těleso odpojit bez nutnosti změny v provozu otopné soustavy.

Přes termostatický ventil se dá celkem přesně nastavit hydraulický odpor a tím tak požadovaně vyvážit celou otopnou soustavu pro zajištění její správné funkce dle projektové dokumentace. [10]



Obrázek 11: Termostatický ventil [8]



Obrázek 12: Uzavírací H šroubení [9]

### A.1.2.4 Design těles

Tělesa jsou již z výroby z boku zakryta bočnicí a shora výdechovou mřížkou, což zlepšuje jejich vzhled. Pro zlepšení designové funkce mohou být čelní plochy tělesa obložena přírodním (například mramorovým) nebo umělým kamenivem či keramickým materiálem. Další možností designových úprav může být změna barvy nátěru tělesa nebo různé řešení vzhledu otopných desek. [4]

### A.1.3 Trubková otopná tělesa

Jsou to tělesa nejrůznějších tvarů tvořenými sestavou trubek. Podstatou trubkových radiátorů jsou rozvodné a sběrné komory, navzájem spojené sestavou trubek menších průřezů. Trubky mají kruhový nebo jiný průřez. Obvykle se tento druh radiátorů nepoužívá jako jediné otopné těleso v místnosti, ale doplňuje jiná tepelně účinná tělesa. Je potřeba počítat s tím, že ve srovnání například s článkovými radiátory mají trubková otopná tělesa jen 30% účinnost, nejsou-li navíc zakryta vysoušenými textiliemi. [11]



**Obrázek 13:** Trubkové otopné těleso KORALUX LINEAR CLASSIC-M [9]

Důvodem k umístění trubkových otopných těles je obvykle doplňkové zateplení částí místností vzdálených od hlavních radiátorů, interiérových nik nebo zákoutí, v nichž nedochází k přirozené cirkulaci teplého vzduchu, anebo častěji potřeba sušení ručníků, osušek, utěrek nebo mokrého oblečení. Své místo najdou trubkové radiátory nejen v koupelnách, ale i v horských chatách nebo bazénech, kde je častá potřeba sušení mokrých textilií.

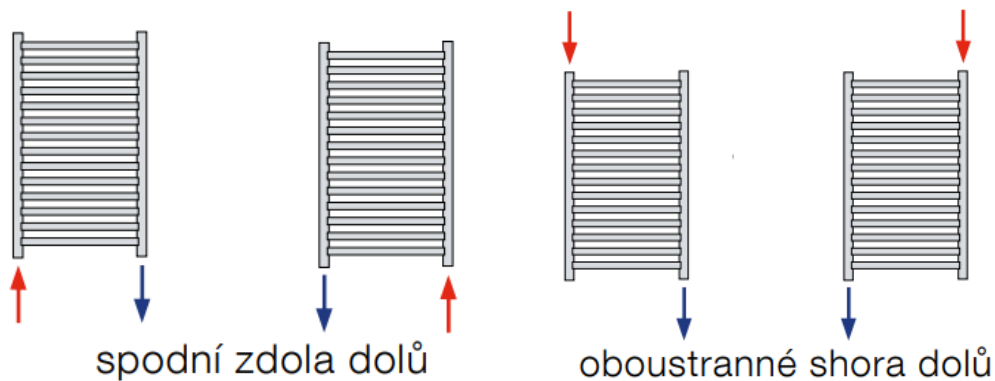
#### **Výhody trubkových otopných těles:**

- Vhodná pro sušení mokrých textilií
- Možnost výběru z mnoha tvarů, velikostí, barev, materiálů a provedení

#### **Nevýhody trubkových otopných těles:**

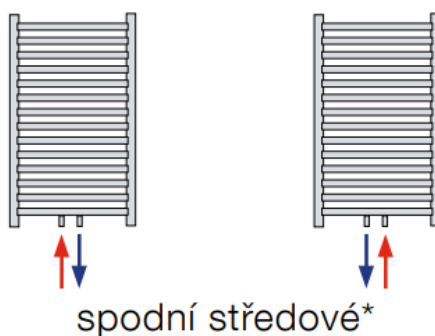
- Malý otopný výkon (používají se spíše jako doplňkové zdroje tepla)
- Malá účinnost (kolem 30%)

### A.1.3.1 Napojení těles na otopnou soustavu



**Obrázek 14:** Napojení trubkového tělesa spodní zdola dolů [8]

**Obrázek 15:** Napojení trubkového tělesa oboustranné shora dolů [9]



**Obrázek 16:** Napojení trubkového tělesa spodní středové [9]

### A.1.3.2 Materiál trubkových otopných těles

Na rozdíl od ostatních otopných těles jsou trubková otopná tělesa vyráběna v široké nabídce různých materiálů. Levné koupelnové žebříky se vyrábějí v bílé barvě z ocelových trubek, přičemž barva je na trubkách nanesena jako smalt nebo komaxit.

Dále výrobci nabízejí tělesa vyrobená z nerezové oceli, z chromu, mědi nebo s měděnou metalízou či kombinací uvedených materiálů. [11]



**Obrázek 17:** Chromové trubkové otopné těleso [9]

### A.1.3.3 Speciální designové druhy trubkových otopných těles



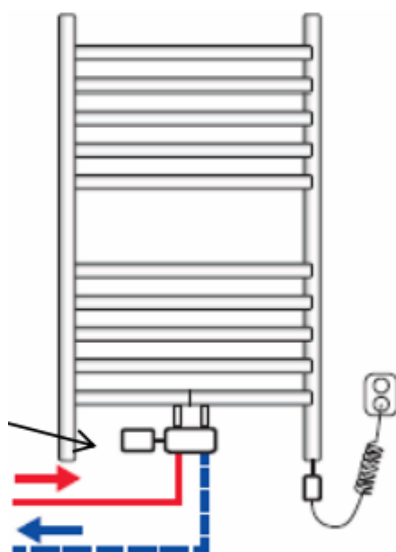
Obrázek 19: Designové těleso KORALUX NEO [8]



Obrázek 18: Designové těleso [22]

### A.1.3.4 Kombinace s elektrickým topným tělesem

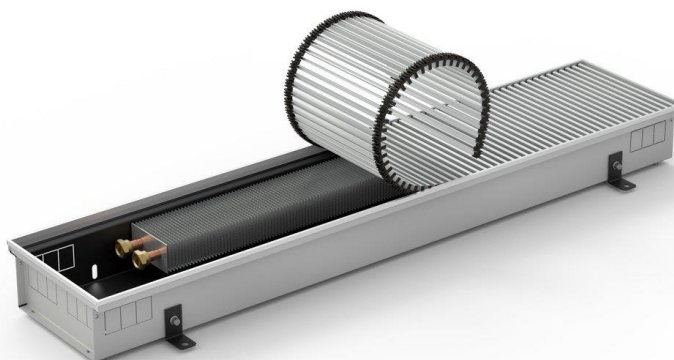
Koupebná tělesa lze doplnit sadou pro kombinované vytápění (topná voda – elektřina). Tělesa se zabudovanou elektrickou topnou vložkou je možné používat bez závislosti na provozu ústředního vytápění. Koupebné žebříky se vyrábí i jako samostatná elektrická přímotopná tělesa naplněná nemrznoucí směsí. Jejich elektrické topné těleso je vybaveno omezovačem teploty a nevyžadují expanzní ani pojistné zařízení. Tyto typy patří mezi lokální topidla.



Obrázek 20: Trubkové otopné těleso s elektrickým topným tělesem [1]

## A.1.4 Konvektory

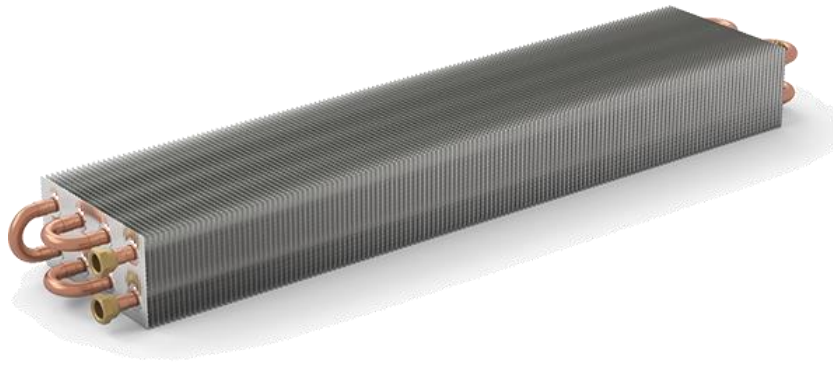
Konvektor je otopné těleso, které sdílí teplo do vytápěného prostoru převážně konvekcí. Skládá se obvykle z výměníku tepla, případně ventilátoru, skříně a v horní části jsou opatřené výdechovou mřížkou. Úkolem výměníku je převést dodané teplo teplotonosnou látkou do vytápěného prostoru přes okolo proudící vzduch. Pohyb vzduchu probíhá buď díky přirozenému vztlaku či díky práci ventilátoru. Konstrukční řešení výměníku tak bývá různé. Většinou se vyskytují výměníky tepla trubkové, kde trubky jsou převážně kruhového průřezu. Používají se však i trubky eliptické či zploštělé. Materiál trubek je nejen ocel, ale i měď či slitiny hliníku. [4] [1]



**Obrázek 21:** Podlahový konvektor [9]

Konvektory mohou být podle svého řešení osazovány buď těsně na obvodovou stěnu, nebo v její blízkosti na stojánky. Některé typy se umísťují i přímo do stavební konstrukce, např. do zdi a do podlahy. [4] [1]

Trubkové výměníky mohou mít různé řešení průtoků teplotonosné látky. V minulosti u nás převládaly výměníky s ocelovými trubkami na něž byla navlékána či navinována žebra z ocelového plechu či navlékány lamely z plechu hliníkového. Dnes se nejvíce používají měděné trubky s hliníkovými lamelami. Od měděných trubek právem očekáváme delší životnost a jednodušší montáž a zpracování. Tvar žebek může být obdélníkový, čtvercový, kosodélníkový či kruhový vinutý. Počet trubek v žebrech může být rovněž různý a jejich umístění centrické či excentrické. Rovněž tak je různé sestavování žebrek do otopných článků. Jedním z rozhodujících vlivů je jakost spojení mezi povrchem trubek výměníku a návleky lamel. [4]



**Obrázek 22:** Trubkový výměník s lamelami podlahového konvektoru [9]

Skříň má mít hladký povrch a má být řešena tak, aby na vnitřní straně kladla co nejmenší odpor proudění vzduchu. K otopnému článku má přiléhat pokud možno těsně, aby nedocházelo k obtékání výměníku namísto jeho protékání vzduchem. [4]

Výdechová mřížka by měla být řešena tak, aby její odpor při proudění vzduchu byl co nejmenší. Mřížka bývá obvykle vyskládána z pevných nebo otáčivých žaluzií, vedených v příčném nebo podélném směru. Rovněž může být provedena z děrovaného plechu či individuálně navrhovaných mříží. U podlahových konvektorů je to pak nosná krycí rohož. [5]

#### **Výhody konvektorů: [12] [4]**

- Rychlá reakce na zátop (rychlé nahřívání výměníku)
- Malý vodní obsah
- Nízká hmotnost
- Rychlá reakce na regulaci otopného výkonu
- Nezabírají místo v místnosti (podlahové konvektory)
- Malá akumulční schopnost

#### **Nevýhody konvektorů: [12] [4]**

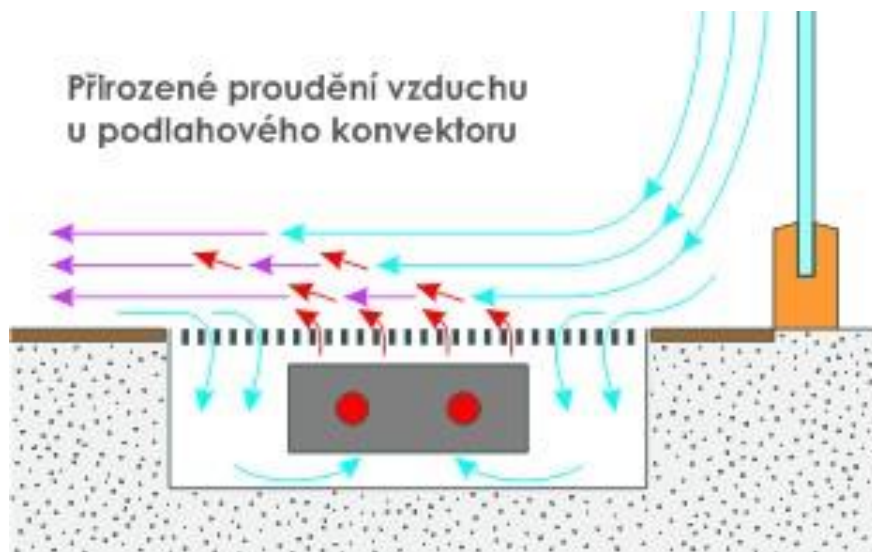
- Malý podíl sdíleného tepla sáláním
- Zvýšené nároky na čištění výdechové mřížky i skříně konvektoru
- Nutnost stavebních úprav u zapuštěných konvektorů do stavební konstrukce



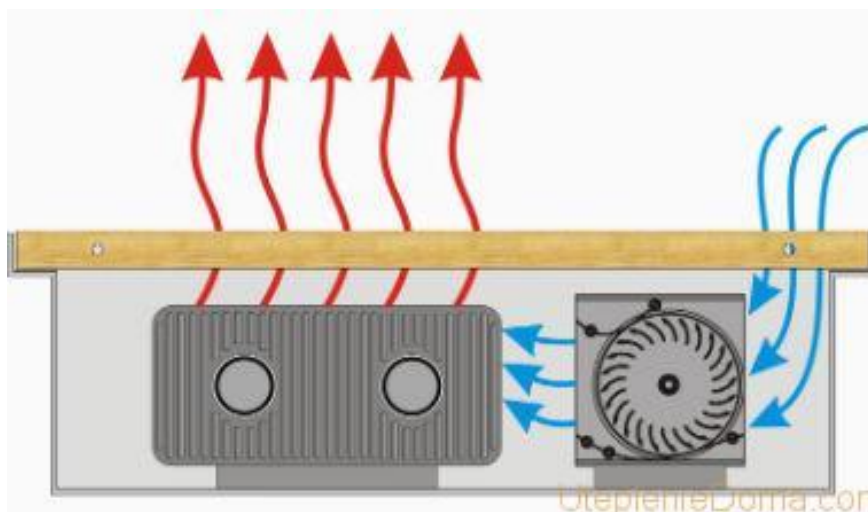
### A.1.4.1 Podlahové konvektory

Umísťujú sa predovšetkým u prosklených ploch s nízkým alebo žiadnym parapetom. Jsou zabudované do konstrukcí podlah. V plechové vaně podlahového konvektoru, která se ukotví a zabetonuje do konstrukce podlahy, je umístěn měděný registr s hliníkovými lamelami a odvzdušněním nebo drátěný výměník. Horní část konvektoru je tvořena krycí a nášlapnou mřížkou s rámečkem, jehož horní hrana je v úrovni povrchové krytiny podlahy. Mřížky bývají hliníkové v barvě přírodního hliníku či jiných barevných odstínech nebo dřevěné v provedení dub, buk, jasan. Existují i stavebnicové systémy podlahových konvektorů, umožňující sestavení v různých půdorysných tvarech a délkách nebo obloukových provedeních.

Proudění vzduchu konvektorem je zajištěno přirozeným prouděním vzduchu o rozdílné teplotě nebo je konvektor osazen ventilátorem, který zajišťuje nucené proudění vzduchu. [1] [9]

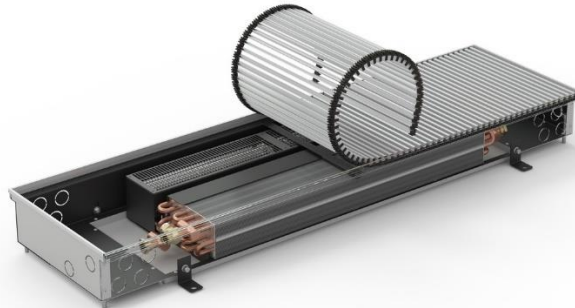


Obrázek 23: Přirozené proudění vzduchu u podlahového konvektoru [13]



Obrázek 24: Nucené proudění vzduchu u podlahového konvektoru [14]

Instalace podlahových konvektorů může být provedena ve dvoutrubkových a čtyřtrubkových okruzích. V prvním případě výměník tepla funguje pouze pro vytápění místnosti a ve druhém - pro vytápění a chlazení. S vytápěním je vše jednoduché, v tomto případě je konvektor připojen a funguje stejně jako jakákoli jiná baterie. Při nákupu je třeba věnovat pozornost charakteristikám, které naznačují možnost práce s nemrznoucími směsmi. U dvoutrubkových topných systémů lze jako topnou látku použít vodu nebo propylenglykol (nemrznoucí kapalinu). [14]



**Obrázek 25:** Konvektor s čtyřtrubkovým okruhem [9]

#### **A.1.4.2 Nástěnné konvektory**

Nástěnný konvektor je prakticky plechová skříň, jejíž spodní strana je neuzavřená a vrchní část krytá snímatelnou mřížkou. V dolní části konvektoru je umístěn otopný žebrový registr. Registr je tvořen měděnými trubkami a lamelami z hliníkového plechu. Osazení se provádí na stěnu. Většina teplovodních konvektorů pracuje s přirozenou cirkulací vzduchu, ale existují i typy vybavené ventilátorem. [1]



**Obrázek 26:** Nástěnný konvektor [15]

### A.1.4.3 Otopné lavice

Otopná lavice má horní část krytou výdechovou mřížkou nebo terasovou deskou. Lavice se osazují na podlahu. Skládají se z tepelného výměníku, případně ventilátoru, skříně osazenou na podporách a na horní části lavice je výdechová mřížka nebo deska. S osazenou deskou může konvektor rovněž sloužit jako sedací lavice. Provedení otopných lavic je opět s přirozeným prouděním vzduchu nebo může být osazen ventilátorem pro nucené proudění vzduchu. [1] [9]



**Obrázek 27:** Otopná lavice s výdechovou mřížkou [9]

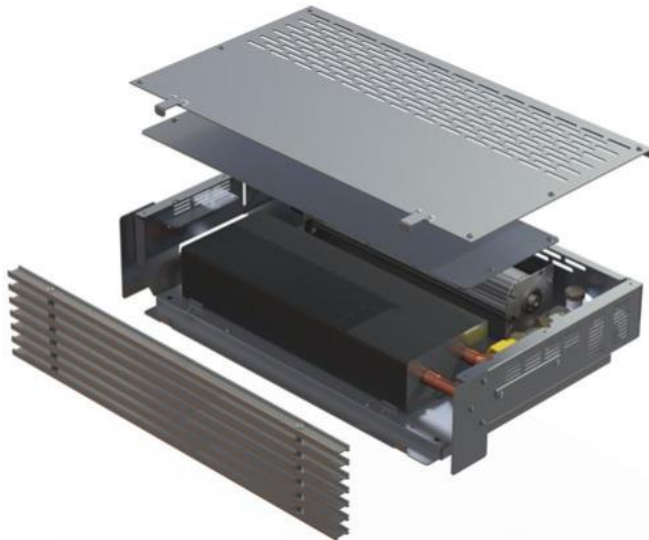


**Obrázek 28:** Otopná lavice s deskou [9]

#### A.1.4.4 Speciální konvektory

##### Soklový konvektor

Horní čelní částí je vzduch z prostoru nasáván a spodní čelní částí ohřátý vzduch zpět do prostoru vyfukován. Do kuchyňských linek, do schodišťových stupňů, do parapetů či do soklů skříněk. [1]



Obrázek 29: Soklový konvektor [16]

##### Fasádní konvektory

Svým umístěním přímo na fasádě zabraňují bezprostředně prostupu studeného vzduchu do vnitřních prostor. Teplý vzduch stoupající z konvektorů se mísí s padajícím studeným vzduchem a vytváří tepelnou clonu, která zajišťuje vyšší tepelnou pohodu vnitřních prostor a brání vzniku kondenzace na povrchu skel. [9]



Obrázek 30: Fasádní konvektor [9]

## **B. Výpočtová část**

## **B.1. Analýza objektu**

### **B.1.1 Analýza objektu**

Objektem projektu je bytový dům určeným k bydlení, který se nachází v Novém Městě na Moravě o celkové podlahové ploše 2313,46 m<sup>2</sup>. Skládá se z 1.PP ve kterém se nachází parkoviště pro 16 osobních automobilů, technická místnost a sklepní kóje. Pro bytové prostory slouží celkem 4 nadzemní podlaží, přičemž každé patro disponuje 8 bytovými jednotkami až na 4.NP, kde se nachází celkem 4 byty větších prostorových dispozic a luxusnějšího provedení. Objekt se dělí na dvě části, A a B, které jsou v bytových patrech navzájem zrcadlově symetrické. Dále je objekt vybaven výtahem.

Obvodové stěny tloušťky 400 mm jsou zhotoveny z cihel Porotherm 30 a tepelné izolace ISOVER tloušťky 100 mm. Vnitřní nosné i nenosné stěn jsou z cihel Porotherm a příčky v provedení KNAUF. Světlá výška stropů všech podlaží je 2600 mm. Úroveň 0,000 = 572,320 m. n. m. Střecha je plochá jednoplášťová, zateplena tepelnou izolací tloušťky 200 mm.

Návrhové teploty pro objekt jsou v obytných částech +20°C, koupelny +24°C a společné chodby a schodiště s výtahem 15°C. 1.PP má návrhovou teplotu 5°C. Výpočtová venkovní teplota  $t_e = -15^\circ\text{C}$ .

### **B.1.2 Koncepce vytápění objektu**

Projekt řeší návrh vytápění obytných částí objektu s nuceným oběhem otopné vody a přípravu teplé vody.

Otopná tělesa jsou navržena od firmy KORADO. V 1. až 3. podlaží jsou navržena tělesa v provedení RADIK Ventil Kompakt s pravým spodním napojením, v koupelnách jsou navrženy trubková tělesa KORALUX LINEAR CLASSIC se středovým napojením. Vytápění pokojů je řešeno pomocí konvektorů KORAFLEX Optimal FKO, které jsou umístěny před francouzskými okny po celé jejich délce. V 4. podlaží jsou navržena designová otopná tělesa KORATHERM HORIZONTAL v provedení Ventil Kompakt se spodním středovým napojením. V koupelnách ve 4. podlaží jsou navržena designová trubková otopná tělesa KORATHERM AQUAPANEL se se středovým napojením a vytápění v pokojích s francouzskými okny je řešeno opět konvektory jako v nižších podlažích. 1.PP vytápěno není.

## B.2. Výpočet tepelného výkonu

### B.2.1 Výpočet a posouzení součinitele prostupu tepla

Součinitel prostupu tepla byl stanoven dle následujícího vztahu:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum_i^n \frac{d_j}{\lambda_j} + \frac{1}{\alpha_e}} = \frac{1}{R_{si} + \sum_i^n \frac{d_j}{\lambda_j} + R_{se}} = \frac{1}{R_t} \left[ \frac{W}{m^2 * K} \right]$$

$U$  – součinitel prostupu tepla [ $W/(m^2 * K)$ ]

$\alpha_i$  – součinitel přestupu tepla na vnitřní straně [ $W/(m^2 * K)$ ]

$\alpha_e$  – součinitel přestupu tepla na vnější straně [ $W/(m^2 * K)$ ]

$d_j$  – tloušťka vrstvy konstrukce [m]

$\lambda_j$  – součinitel tepelné vodivosti vrstvy konstrukce [ $W/(m * K)$ ]

$R_{si}$  – odpor při přestupu tepla na vnitřní straně [ $(m^2 * K)/W$ ]

$R_{se}$  – odpor při přestupu tepla na vnější straně [ $(m^2 * K)/W$ ]

$R_t$  – celkový odpor konstrukce při prostupu tepla [ $(m^2 * K)/W$ ]

### Výpočet součinitele jednotlivých konstrukcí

Tabulka 1: Výpočet součinitelů prostupu tepla pro konstrukce

#### S1 Obvodová stěna 400mm

Materiál	d [m ]	$\lambda$ [W/m*K]	R [m <sup>2</sup> *K/W ]	$R_{si}$ [m <sup>2</sup> *K/ W]	$R_{se}$ [m <sup>2</sup> *K / W]	$R_t$ [m <sup>2</sup> *K/W ]	U [W/m <sup>2</sup> *K ]	$U_N$ [W/m <sup>2</sup> *K ]	$U < U_N$ [W/m <sup>2</sup> *K ]
Omítka silikátová Cemix	0,002	0,24	0,008	0,13	0,04	3,97	0,25	0,3	VYHOVUJE
Penetrační nátěr									
Sklovláknitá síťovina									
Webertmel 700	0,005	1,16	0,004						
IVOSER EPS 70	0,1	0,039	2,564						
Webertmel 700	0,005	1,16	0,004						
Porotherm 30	0,3	0,25	1,200						
Jádrová omítka	0,01	0,66	0,015						
Štuková vápenná omítka	0,003	0,52	0,006						
			3,802						

### S2 Vnitřní nosná stěna 300mm

Materiál	d [m ]	$\lambda$ [W/m*K]	R [m <sup>2</sup> *K/W ]	R <sub>si</sub> [m <sup>2</sup> *K/ W]	R <sub>se</sub> [m <sup>2</sup> *K / W]	R <sub>T</sub> [m <sup>2</sup> *K/W ]	U [W/m <sup>2</sup> *K ]	U <sub>N</sub> [W/m <sup>2</sup> *K ]	U < U <sub>N</sub> [W/m <sup>2</sup> *K ]	
Štuková vápenná omítka	0,003	0,52	0,006	0,13	0,13	1,50	0,67	1,3	VYHOVUJE	
Jádrová omítka	0,01	0,66	0,015							
Porotherm 30	0,3	0,25	1,200							
Jádrová omítka	0,01	0,66	0,015							
Štuková vápenná omítka	0,003	0,52	0,006							
			1,242							

### S3 Vnitřní nosná stěna 200mm

Materiál	d [m ]	$\lambda$ [W/m*K]	R [m <sup>2</sup> *K/W ]	R <sub>si</sub> [m <sup>2</sup> *K/ W]	R <sub>se</sub> [m <sup>2</sup> *K / W]	R <sub>T</sub> [m <sup>2</sup> *K/W ]	U [W/m <sup>2</sup> *K ]	U <sub>N</sub> [W/m <sup>2</sup> *K ]	U < U <sub>N</sub> [W/m <sup>2</sup> *K ]	
Štuková vápenná omítka	0,003	0,52	0,006	0,13	0,13	0,83	1,20	1,3	VYHOVUJE	
Jádrová omítka	0,01	0,66	0,015							
Porotherm 17,5	0,175	0,33	0,530							
Jádrová omítka	0,01	0,66	0,015							
Štuková vápenná omítka	0,003	0,52	0,006							
			0,572							

### S4 Vnitřní nenosná stěna (příčka KNAUF 100mm)

Materiál	d [m ]	$\lambda$ [W/m*K]	R [m <sup>2</sup> *K/W ]	R <sub>si</sub> [m <sup>2</sup> *K/ W]	R <sub>se</sub> [m <sup>2</sup> *K / W]	R <sub>T</sub> [m <sup>2</sup> *K/W ]	U [W/m <sup>2</sup> *K ]	U <sub>N</sub> [W/m <sup>2</sup> *K ]	U < U <sub>N</sub> [W/m <sup>2</sup> *K ]	
Štuková vápenná omítka	0,003	0,52	0,006	0,13	0,13	2,34	0,43	1,3	VYHOVUJE	
Jádrová omítka	0,01	0,66	0,015							
Knauf RED Piano 15	0,015	0,21	0,071							
Zvuková Izolace	0,07	0,037	1,892							
Knauf RED Piano 15	0,015	0,21	0,071							
Jádrová omítka	0,01	0,66	0,015							
Štuková vápenná omítka	0,003	0,52	0,006							
			2,077							



### S6 Stěna kolem výtahu

Materiál	d [m ]	$\lambda$ [W/m*K]	R [m <sup>2</sup> *K/W ]	R <sub>si</sub> [m <sup>2</sup> *K/ W]	R <sub>se</sub> [m <sup>2</sup> *K / W]	R <sub>T</sub> [m <sup>2</sup> *K/W ]	U [W/m <sup>2</sup> *K ]	U <sub>N</sub> [W/m <sup>2</sup> *K ]	U < U <sub>N</sub> [W/m <sup>2</sup> *K ]	
Štuková vápenná omítka	0,003	0,52	0,006	0,13	0,13	0,39	2,59	2,7	VYHOVUJE	
Jádrová omítka	0,01	0,66	0,015							
Železobeton	0,15	1,43	0,105							
			0,126							

### PDL1 Podlaha na zemině - suterén

Materiál	d [m ]	$\lambda$ [W/m*K]	R [m <sup>2</sup> *K/W ]	R <sub>si</sub> [m <sup>2</sup> *K/ W]	R <sub>se</sub> [m <sup>2</sup> *K / W]	R <sub>T</sub> [m <sup>2</sup> *K/W ]	U [W/m <sup>2</sup> *K ]	U <sub>N</sub> [W/m <sup>2</sup> *K ]	U < U <sub>N</sub> [W/m <sup>2</sup> *K ]	
Betonová mazanina	0,1	1,36	0,074	0,17	0,00	1,91	0,52	0,85	VYHOVUJE	
Polystyren EPS 200	0,05	0,034	1,471							
Geotextilie	0,003	-	-							
hydroizolace	0,004	0,21	0,019							
ŽB deska	0,25	1,43	0,175							
			1,738							

### STR1 Strop 1.S (zateplený)

Materiál	d [m ]	$\lambda$ [W/m*K]	R [m <sup>2</sup> *K/W ]	R <sub>si</sub> [m <sup>2</sup> *K/ W]	R <sub>se</sub> [m <sup>2</sup> *K / W]	R <sub>T</sub> [m <sup>2</sup> *K/W ]	U [W/m <sup>2</sup> *K ]	U <sub>N</sub> [W/m <sup>2</sup> *K ]	U < U <sub>N</sub> [W/m <sup>2</sup> *K ]	
Laminátová podlaha	0,007	0,25	0,028	0,17	0,17	1,99	0,50	0,75	VYHOVUJE	
Parotěsnící fólie	0,001	0,035	0,029							
Cementová roznášecí vrstva	0,06	1,42	0,042							
Separační PE folie	0,0001	-	-							
Tepelná izolace	0,05	0,037	1,351							
Hydroizolační PE folie	0,0001	-	-							
ŽB deska	0,25	1,43	0,175							
Jádrová omítka	0,01	0,66	0,015							
Štuková vápenná omítka	0,003	0,52	0,006							
			1,646							

### STR2 Strop 1.S (zateplený)

Materiál	d [m ]	$\lambda$ [W/m*K]	R [m <sup>2</sup> *K/W ]	R <sub>si</sub> [m <sup>2</sup> *K/ W]	R <sub>se</sub> [m <sup>2</sup> *K / W]	R <sub>T</sub> [m <sup>2</sup> *K/W ]	U [W/m <sup>2</sup> *K ]	U <sub>N</sub> [W/m <sup>2</sup> *K ]	U < U <sub>N</sub> [W/m <sup>2</sup> *K ]	
Keramická dlažba	0,01	1,01	0,010	0,17	0,17	2,01	0,50	0,75	VYHOVUJE	
Lepící tmel	0,008	0,12	0,067							
Cementová roznášecí vrstva	0,06	1,42	0,042							
Separační PE folie	0,0001	-	-							
Tepelná izolace	0,05	0,037	1,351							
Hydroizolační PE folie	0,0001	-	-							
ŽB deska	0,25	1,43	0,175							
Jádrová omítka	0,01	0,66	0,015							
Štuková vápenná omítka	0,003	0,52	0,006							
			1,666							

**STR3 Stropy 1.NP, 2.NP, 3.NP**

Materiál	d [m ]	$\lambda$ [W/m*K]	R [m <sup>2</sup> *K/W ]	R <sub>si</sub> [m <sup>2</sup> *K/ W]	R <sub>se</sub> [m <sup>2</sup> *K / W]	R <sub>T</sub> [m <sup>2</sup> *K/W ]	U [W/m <sup>2</sup> *K ]	U <sub>N</sub> [W/m <sup>2</sup> *K ]	U < U <sub>N</sub> [W/m <sup>2</sup> *K ]
Laminátová podlaha	0,007	0,25	0,028	0,13	0,13	1,32	0,76	2,2	VYHOVUJE
Parotěsnící fólie	0,001	0,035	0,029						
Cementová roznášecí vrstva	0,06	1,42	0,042						
Seperační PE folie	0,0001	-	-						
Kročejová izolace	0,03	0,039	0,769						
Hydroizolační PE folie	0,0001	-	-						
ŽB deska	0,25	1,43	0,175						
Jádrová omítka	0,01	0,66	0,015						
Štuková vápenná omítka	0,003	0,52	0,006						
			1,064						

**STR4 Stropy 1.NP, 2.NP, 3.NP**

Materiál	d [m ]	$\lambda$ [W/m*K]	R [m <sup>2</sup> *K/W ]	R <sub>si</sub> [m <sup>2</sup> *K/ W]	R <sub>se</sub> [m <sup>2</sup> *K / W]	R <sub>T</sub> [m <sup>2</sup> *K/W ]	U [W/m <sup>2</sup> *K ]	U <sub>N</sub> [W/m <sup>2</sup> *K ]	U < U <sub>N</sub> [W/m <sup>2</sup> *K ]
Keramická dlažba	0,01	1,01	0,010	0,13	0,13	1,34	0,74	2,2	VYHOVUJE
Lepící tmel	0,008	0,12	0,067						
Cementová roznášecí vrstva	0,06	1,42	0,042						
Seperační PE folie	0,0001	-	-						
Kročejová izolace	0,03	0,039	0,769						
Hydroizolační PE folie	0,0001	-	-						
ŽB deska	0,25	1,43	0,175						
Jádrová omítka	0,01	0,66	0,015						
Štuková vápenná omítka	0,003	0,52	0,006						
			1,084						

**STR5 Stropy (zateplený) 1.NP, 2.NP, 3.NP**

Materiál	d [m ]	$\lambda$ [W/m*K]	R [m <sup>2</sup> *K/W ]	R <sub>si</sub> [m <sup>2</sup> *K/ W]	R <sub>se</sub> [m <sup>2</sup> *K / W]	R <sub>T</sub> [m <sup>2</sup> *K/W ]	U [W/m <sup>2</sup> *K ]	U <sub>N</sub> [W/m <sup>2</sup> *K ]	U < U <sub>N</sub> [W/m <sup>2</sup> *K ]
Laminátová podlaha	0,007	0,25	0,028	0,17	0,04	4,42	0,23	0,24	VYHOVUJE
Parotěsnící fólie	0,001	0,035	0,029						
Cementová roznášecí vrstva	0,06	1,42	0,042						
Seperační PE folie	0,0001	-	-						
Tepelná izolace	0,05	0,037	1,351						
Hydroizolační PE folie	0,0001	-	-						
ŽB deska	0,25	1,43	0,175						
Webertmel 700	0,005	1,16	0,004						
IVOSER EPS 70	0,1	0,039	2,564						
Webertmel 700	0,005	1,16	0,004						
Sklovláknitá síťovina									
Penetrační nátěr									
Omítka silikátová Cemix	0,002	0,24	0,008						
			4,206						

**STR1 Plochá střecha**

Materiál	d [m ]	$\lambda$ [W/m*K]	R [m <sup>2</sup> *K/W ]	R <sub>si</sub> [m <sup>2</sup> *K/ W]	R <sub>se</sub> [m <sup>2</sup> *K / W]	R <sub>T</sub> [m <sup>2</sup> *K/W ]	U [W/m <sup>2</sup> *K ]	U <sub>N</sub> [W/m <sup>2</sup> *K ]	U < U <sub>N</sub> [W/m <sup>2</sup> *K ]
Hydroizolace	0,004	0,16	0,025	0,10	0,04	5,79	0,17	0,24	VYHOVUJE
Spádové klíny	0,1	0,037	2,703						
Tepelná izolace	0,1	0,037	2,703						
Hydroizolace asfalt. pás	0,004	0,21	0,019						
ŽB deska	0,25	1,43	0,175						
Jádrová omítka	0,01	0,66	0,015						
Štuková vápenná omítka	0,003	0,52	0,006						
			5,645						

**SCH1 - schodiště**

Materiál	d [m ]	$\lambda$ [W/m*K]	R [m <sup>2</sup> *K/W ]	R <sub>si</sub> [m <sup>2</sup> *K/ W]	R <sub>se</sub> [m <sup>2</sup> *K / W]	R <sub>T</sub> [m <sup>2</sup> *K/W ]	U [W/m <sup>2</sup> *K ]	U <sub>N</sub> [W/m <sup>2</sup> *K ]	U < U <sub>N</sub> [W/m <sup>2</sup> *K ]
Keramická dlažba	0,01	1,01	0,010	0,17	0,17	0,61	1,63	0,75	NEVYHOVUJE
Lepicí tmel	0,008	0,12	0,067						
ŽB deska	0,25	1,43	0,175						
Jádrová omítka	0,01	0,66	0,015						
Štuková vápenná omítka	0,003	0,52	0,006						
			0,272						

**Součinitel prostupu tepla pro otvory****Tabulka 2:** Součinitel prostupu tepla pro otvory

	U <sub>k</sub> [W/m <sup>2</sup> *K]	U <sub>N</sub> [W/m <sup>2</sup> *K]
Okno	0,96	1,7
Dveře venkovní	1,2	1,7
Dveře vnitřní	1,75	3,5
vrata garáže	1	1,7

## B.2.2 Výpočet tepelných ztrát jednotlivých místností

Tabulka 3: Výpočet tepelných ztrát pro místnost B1.01.1

### 1.NP - Byt B1.01.

Číslo	Popis místnosti	$\theta_i$ [°C]	$\theta_e$ [°C]
B1.01.1	Předsíň	20	-15

#### Výpočet tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty do venkovního prostředí								
Konstrukce	Popis	$A_k$ [m <sup>2</sup> ]	$U_k$ [W/m <sup>2</sup> K]	$\Delta U_s$ [W/m <sup>2</sup> K]	$U_k + \Delta U_s$ [W/m <sup>2</sup> K]	$f_{u,k}$	$f_{ie,k}$	$H_T$ [W/K]
								0,0
Celková ztráta							$H_{T,ie}$	0,0

Tepelné ztráty rozdílnou teplotou								
Konstrukce	Popis	$A_k$ [m <sup>2</sup> ]	$U_k$ [W/m <sup>2</sup> K]	$\theta_{i,n}$	$f_{ia}$			$H_T$ [W/K]
S3	Stěna ke společným místnostem 200mm	22,932	1,2	15	0,143			3,9
DN1	Dveře vnitřní 800x1970mm	1,818	1,75	15	0,143			0,5
STR2	Podlaha nad suterénem	8,64	0,5	5	0,429			1,9
Celková ztráta							$H_{T,ij}$	6,2

Tepelné ztráty zeminou								
Konstrukce	Popis	$A_k$ [m <sup>2</sup> ]	$U_k$ [W/m <sup>2</sup> K]	$U_{equiv,k}$	$f_{0ann}$	$f_{igk}$	$f_{Gw,k}$	$H_T$ [W/K]
								0,0
Celková ztráta							$H_{T,ig}$	0,0

Celková měrná tepelná ztráta prostupem:					$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$	6,2
---	--	--	--	--	--	-----

$\theta_i$ [°C]	$\theta_e$ [°C]	$\theta_i - \theta_e$ [°C]	$H_{T,i}$ [W/K]	Navrhovaná ztráta prostupem $Q_{T,i}$ [W]
20	-15	35	6,2	218,30

#### Výpočet tepelných ztrát větráním

Objem místnosti $V_i$ [m <sup>3</sup> ]	Výpočtová venkovní teplota $\theta_e$ [°C]	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_i$ [°C]	Hygienické požadavky		
			n [h <sup>-1</sup> ]	p.c.	$V_{min,i}$ [m <sup>3</sup> /h]
22,464	15	20	0,5	0,34	11,232

$H_{V,i}$ [W/K]	Navrhovaná ztráta větráním $Q_{V,i}$ [W]
3,8	19,09

CELKOVÝ NAVRHOVANÝ TEPELNÝ VÝKON	$Q$ [W] =	<b>237,39</b>
----------------------------------	-----------	---------------

**Tabulka 4:** Výpočet tepelných ztrát pro místnost B1.01.2

Číslo	Popis místnosti	$\theta_i$ [°C]	$\theta_e$ [°C]
B1.01.2	Záchod	20	-15

Výpočet tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty do venkovního prostředí								
Konstrukce	Popis	$A_k$ [m <sup>2</sup> ]	$U_k$ [W/m <sup>2</sup> K]	$\Delta U_s$ [W/m <sup>2</sup> K]	$U_k + \Delta U_s$ [W/m <sup>2</sup> K]	$f_{u,k}$	$f_{ie,k}$	$H_T$ [W/K]
								0,0
Celková ztráta							$H_{T,ie}$	0,0

Tepelné ztráty rozdílnou teplotou								
Konstrukce	Popis	$A_k$ [m <sup>2</sup> ]	$U_k$ [W/m <sup>2</sup> K]	$\theta_{t,n}$	$f_{ia}$		$H_T$ [W/K]	
S2	Stěna k společným místnostem 300mm	1,95	0,67	15	0,143		0,2	
STR1	Podlaha nad suterénem	1,615	0,5	5	0,429		0,3	
Celková ztráta							$H_{T,ij}$	0,5

Tepelné ztráty zeminou								
Konstrukce	Popis	$A_k$ [m <sup>2</sup> ]	$U_k$ [W/m <sup>2</sup> K]	$U_{equiv,k}$	$f_{0ann}$	$f_{lgk}$	$f_{Gw,k}$	$H_T$ [W/K]
								0,0
Celková ztráta							$H_{T,ig}$	0,0

Celková měrná tepelná ztráta prostupem:					$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$	0,5
---	--	--	--	--	--	-----

$\theta_i$ [°C]	$\theta_e$ [°C]	$\theta_i - \theta_e$ [°C]	$H_{T,i}$ [W/K]	Navrhovaná ztráta prostupem $Q_{T,i}$ [W]
20	-15	35	0,5	18,65

Výpočet tepelných ztrát větráním

Objem místnosti $V_i$ [m <sup>3</sup> ]	Výpočtová venkovní teplota $\theta_e$ [°C]	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_i$ [°C]	Hygienické požadavky		
			$n$ [h <sup>-1</sup> ]	p.c.	$V_{min,i}$ [m <sup>3</sup> /h]
4,199	20	20	0,5	0,34	2,0995

$H_{v,i}$ [W/K]	Navrhovaná ztráta větráním $Q_{v,i}$ [W]
0,7	0,00

<b>CELKOVÝ NAVRHOVANÝ TEPELNÝ VÝKON</b>	<b>q [W] =</b>	<b>18,65</b>
---	----------------	--------------

**Tabulka 5:** Výpočet tepelných ztrát pro místnost B1.01.3

Číslo	Popis místnosti	$\theta_i$ [°C]	$\theta_e$ [°C]
B1.01.3	Obývací pokoj + kuchyň	20	-15

Výpočet tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty do venkovního prostředí								
Konstrukce	Popis	$A_k$ [m <sup>2</sup> ]	$U_k$ [W/m <sup>2</sup> K]	$\Delta U_s$ [W/m <sup>2</sup> K]	$U_k + \Delta U_s$ [W/m <sup>2</sup> K]	$f_{u,k}$	$f_{ie,k}$	$H_T$ [W/K]
S1	Obvodová stěna	14,625	0,25	0,02	0,27	1	1	3,9
O1	Okno 2500x1500mm	3,75	0,96	0,00	0,96	1	1	3,6
O1	Okno 900x2250mm	2,025	0,96	0,00	0,96	1	1	1,9
Celková ztráta							$H_{T,ie}$	9,5

Tepelné ztráty rozdílnou teplotou								
Konstrukce	Popis	$A_k$ [m <sup>2</sup> ]	$U_k$ [W/m <sup>2</sup> K]	$\theta_{i,n}$	$f_{ia}$		$H_T$ [W/K]	
S3	Stěna ke kočárkárně 200mm	6,3	1,2	15	0,143		1,1	
S4	Příčka ke koupelně	3,784	0,43	24	-0,114		-0,2	
DNO	Dveře vnitřní 700x1970mm	1,616	1,75	15	0,143		0,4	
STR1	Podlaha nad suterénem	28,56	0,5	5	0,429		6,1	
Celková ztráta							$H_{T,ij}$	7,4

Tepelné ztráty zeminou								
Konstrukce	Popis	$A_k$ [m <sup>2</sup> ]	$U_k$ [W/m <sup>2</sup> K]	$U_{equiv,k}$	$f_{0ann}$	$f_{igk}$	$f_{Gw,k}$	$H_T$ [W/K]
								0,0
Celková ztráta							$H_{T,ig}$	0,0

Celková měrná tepelná ztráta prostupem:					$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$	16,9
---	--	--	--	--	--	------

$\theta_i$ [°C]	$\theta_e$ [°C]	$\theta_i - \theta_e$ [°C]	$H_{T,i}$ [W/K]	Navrhovaná ztráta prostupem $Q_{T,i}$ [W]
20	-15	35	16,9	591,88

Výpočet tepelných ztrát větráním

Objem místnosti $V_i$ [m <sup>3</sup> ]	Výpočtová venkovní teplota $\theta_e$ [°C]	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_i$ [°C]	Hygienické požadavky		
			n [h <sup>-1</sup> ]	p.c.	$V_{min,i}$ [m <sup>3</sup> /h]
74,256	-15	20	0,5	0,34	37,128

$H_{v,i}$ [W/K]	Navrhovaná ztráta větráním $Q_{v,i}$ [W]
12,6	441,82

<b>CELKOVÝ NAVRHOVANÝ TEPELNÝ VÝKON</b>	<b>Q [W] =</b>	<b>1033,70</b>
---	----------------	----------------

**Tabulka 6:** Výpočet tepelných ztrát pro místnost B1.01.4

Číslo	Popis místnosti	$\theta_i$ [°C]	$\theta_e$ [°C]
B1.01.4	Koupelna	24	-15

Výpočet tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty do venkovního prostředí								
Konstrukce	Popis	$A_k$ [m <sup>2</sup> ]	$U_k$ [W/m <sup>2</sup> K]	$\Delta U_s$ [W/m <sup>2</sup> K]	$U_k + \Delta U_s$ [W/m <sup>2</sup> K]	$f_{w,k}$	$f_{ie,k}$	$H_T$ [W/K]
S1	Obvodová stěna	4,65	0,25	0,02	0,27	1	1	1,3
O1	Okno 750x1000mm	0,75	0,96	0,00	0,96	1	1	0,7
Celková ztráta							$H_{T,ie}$	2,0

Tepelné ztráty rozdílnou teplotou								
Konstrukce	Popis	$A_k$ [m <sup>2</sup> ]	$U_k$ [W/m <sup>2</sup> K]	$\theta_{i,n}$	$f_{ia}$		$H_T$ [W/K]	
S4	Příčka k obytným místnostem 100mm	11,284	0,43	20	0,103		0,5	
DN1	Dveře vnitřní 700x1970mm	1,616	1,75	20	0,103		0,3	
STR2	Podlaha nad suterénem	4,5	0,5	5	0,487		1,1	
Celková ztráta							$H_{T,ij}$	1,9

Tepelné ztráty zeminou								
Konstrukce	Popis	$A_k$ [m <sup>2</sup> ]	$U_k$ [W/m <sup>2</sup> K]	$U_{equiv,k}$	$f_{0ann}$	$f_{igk}$	$f_{Gw,k}$	$H_T$ [W/K]
								0,0
Celková ztráta							$H_{T,ig}$	0,0

Celková měrná tepelná ztráta prostupem:						$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$	3,9
---	--	--	--	--	--	--	-----

$\theta_i$ [°C]	$\theta_e$ [°C]	$\theta_i - \theta_e$ [°C]	$H_{T,i}$ [W/K]	Navrhovaná ztráta prostupem $Q_{T,i}$ [W]
24	-15	39	3,9	150,51

Výpočet tepelných ztrát větráním

Objem místnosti $V$ [m <sup>3</sup> ]	Výpočtová venkovní teplota $\theta_e$ [°C]	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_i$ [°C]	Hygienické požadavky		
			$n$ [h <sup>-1</sup> ]	p.c.	$V_{min,i}$ [m <sup>3</sup> /h]
11,7	-15	24	1,5	0,34	5,85

$H_{v,i}$ [W/K]	Navrhovaná ztráta větráním $Q_{v,i}$ [W]
2,0	232,71

CELKOVÝ NAVRHOVANÝ TEPELNÝ VÝKON	$Q$ [W] =	<b>383,23</b>
----------------------------------	-----------	---------------

**Tabulka 7: Výpočet tepelných ztrát pro místnost B1.01.5**

Číslo	Popis místnosti	$\theta_i$ [°C]	$\theta_e$ [°C]
B1.01.5	Pokoj	20	-15

Výpočet tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty do venkovního prostředí								
Konstrukce	Popis	$A_k$ [m <sup>2</sup> ]	$U_k$ [W/m <sup>2</sup> K]	$\Delta U_s$ [W/m <sup>2</sup> K]	$U_k + \Delta U_s$ [W/m <sup>2</sup> K]	$f_{u,k}$	$f_{ie,k}$	$H_T$ [W/K]
S1	Obvodová stěna	14,825	0,25	0,02	0,27	1	1	4,0
O1	Francouzské okno + dveře na balkón	5,875	0,96	0,00	0,96	1	1	5,6
Celková ztráta							$H_{T,ie}$	9,6

Tepelné ztráty rozdílnou teplotou								
Konstrukce	Popis	$A_k$ [m <sup>2</sup> ]	$U_k$ [W/m <sup>2</sup> K]	$\theta_{i,n}$	$f_{ia}$			$H_T$ [W/K]
S4	Příčka ke koupelně 100mm	7,5	0,43	24	-0,114			-0,4
STR1	Podlaha nad suterénem	11,84	0,5	5	0,429			2,5
Celková ztráta							$H_{T,ij}$	2,2

Tepelné ztráty zeminou								
Konstrukce	Popis	$A_k$ [m <sup>2</sup> ]	$U_k$ [W/m <sup>2</sup> K]	$U_{equiv,k}$	$f_{oann}$	$f_{igk}$	$f_{Gw,k}$	$H_T$ [W/K]
								0,0
Celková ztráta							$H_{T,ig}$	0,0

Celková měrná tepelná ztráta prostupem:					$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$	11,8
---	--	--	--	--	--	------

$\theta_i$ [°C]	$\theta_e$ [°C]	$\theta_i - \theta_e$ [°C]	$H_{T,i}$ [W/K]	Navrhovaná ztráta prostupem $Q_{T,i}$ [W]
20	-15	35	11,8	413,40

Výpočet tepelných ztrát větráním

Objem místnosti $V_i$ [m <sup>3</sup> ]	Výpočtová venkovní teplota $\theta_e$ [°C]	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_i$ [°C]	Hygienické požadavky		
			$n$ [h <sup>-1</sup> ]	p.c.	$V_{min,i}$ [m <sup>3</sup> /h]
30,784	-15	20	0,5	0,34	15,392

$H_{v,i}$ [W/K]	Navrhovaná ztráta větráním $Q_{v,i}$ [W]
5,2	183,16

<b>CELKOVÝ NAVRHOVANÝ TEPELNÝ VÝKON</b>	<b>Q [W] =</b>	<b>596,56</b>
---	----------------	---------------



## B.2.3 Souhrn tepelných ztrát jednotlivých místností

**Tabulka 8:** Souhrn tepelných ztrát jednotlivých místností

Podlaží	Označení prostoru	Označení místnosti	Název místnosti	Tepelné ztráty prostupem $Q_{T,i}$ [W]	Tepelné ztráty větráním $Q_{V,i}$ [W]	Celkový tepelný výkon $Q$ [W]
<b>1.S</b>	Společné prostory AB	AB0.1	Parkoviště	-2317,92	4342,21	<b>2024,29</b>
		AB0.2	Technická místnost	-76,19	212,43	<b>136,24</b>
	Společné prostory B	B0.S.1/2	Chodba + +schodiště	439,77	164,03	<b>603,80</b>
		B0.S.3	Skladiště	-52,49	0	<b>-52,49</b>
		B0.S.4	Sklepní kóje	-105,09	-149,62	<b>-254,71</b>
		B0.S.5	Sklepní kóje	-298,15	-146,52	<b>-444,67</b>
		B0.S.6	Úklidová místnost	-190,82	-13,7	<b>-204,52</b>
	Společné prostory A	B1.02.1	Chodba + +schodiště	439,77	164,03	<b>603,80</b>
		B1.02.2	Skladiště	-52,49	0	<b>-52,49</b>
		B1.02.3	Sklepní kóje	-105,09	-149,62	<b>-254,71</b>
		B1.02.4	Sklepní kóje	-298,15	-146,52	<b>-444,67</b>
		B1.02.5	Úklidová místnost	-190,82	-13,7	<b>-204,52</b>

Podlaží	Označení prostoru	Označení místnosti	Název místnosti	Tepelné ztráty prostupem $Q_{\tau,i}$ [W]	Tepelné ztráty větráním $Q_{v,i}$ [W]	Celkový tepelný výkon $Q$ [W]
1.NP	Společné prostory B	B1.S.1	Předsíň	61,48	70,01	<b>131,49</b>
		B1.S.2	Kočárkárna	-12,28	114,57	<b>102,29</b>
		B1.S.3	Chodba + schodiště	-175,22	346,09	<b>170,87</b>
		B1.S.4	Výtah	0	0	<b>0,00</b>
		B1.S.5	Předsíň	69,67	56,69	<b>126,36</b>
	Byt B1.01	B1.01.1	Předsíň	218,3	19,09	<b>237,39</b>
		B1.01.2	Záchod	18,65	0	<b>18,65</b>
		B1.01.3	Obývací pokoj + kuchyň	591,88	441,82	<b>1033,70</b>
		B1.01.4	Koupelna	150,51	232,71	<b>383,22</b>
		B1.01.5	Pokoj	413,4	183,16	<b>596,56</b>
	Byt B1.02	B1.02.1	Předsíň	184,23	97,46	<b>281,69</b>
		B1.02.2	Záchod	12,75	0	<b>12,75</b>
		B1.02.3	Obývací pokoj + kuchyň	357,77	377,41	<b>735,18</b>
		B1.02.4	Koupelna	150,51	232,71	<b>383,22</b>
		B1.02.5	Pokoj	438,75	206,22	<b>644,97</b>
	Byt B1.03	B1.03.1	Šatna	23,79	0	<b>23,79</b>
		B1.03.2	Záchod	49,22	0	<b>49,22</b>
		B1.03.3	Obývací pokoj + kuchyň	534,6	456,67	<b>991,27</b>
		B1.03.4	Koupelna	75,7	23,87	<b>99,57</b>
		B1.03.5	Pokoj	322,39	212,87	<b>535,26</b>
	Byt B1.04	B1.04.1	Předsíň	179,69	0	<b>179,69</b>
		B1.04.2	Záchod	30,94	0	<b>30,94</b>
		B1.04.3	Obývací pokoj + kuchyň	529,75	441,56	<b>971,31</b>
		B1.04.4	Koupelna	75,7	23,87	<b>99,57</b>
		B1.04.5	Pokoj	327,4	188,12	<b>515,52</b>
	Společné prostory A	A1.S.1	Předsíň	61,48	70,01	<b>131,49</b>
		A1.S.2	Kočárkárna	-12,28	114,57	<b>102,29</b>
		A1.S.3	Chodba + schodiště	-175,22	346,09	<b>170,87</b>
		A1.S.4	Výtah	0	0	<b>0,00</b>
		A1.S.5	Předsíň	69,67	56,69	<b>126,36</b>
	Byt A1.01	A1.01.1	Předsíň	218,3	19,09	<b>237,39</b>
		A1.01.2	Záchod	18,65	0	<b>18,65</b>
		A1.01.3	Obývací pokoj + kuchyň	591,88	441,82	<b>1033,70</b>
		A1.01.4	Koupelna	150,51	232,71	<b>383,22</b>
		A1.01.5	Pokoj	413,4	183,16	<b>596,56</b>
	Byt A1.02	A1.02.1	Předsíň	184,23	97,46	<b>281,69</b>
		A1.02.2	Záchod	12,75	0	<b>12,75</b>
		A1.02.3	Obývací pokoj + kuchyň	357,77	377,41	<b>735,18</b>
		A1.02.4	Koupelna	150,51	232,71	<b>383,22</b>
		A1.02.5	Pokoj	438,75	206,22	<b>644,97</b>
	Byt A1.03	A1.03.1	Šatna	23,79	0	<b>23,79</b>
		A1.03.2	Záchod	49,22	0	<b>49,22</b>
		A1.03.3	Obývací pokoj + kuchyň	534,6	456,67	<b>991,27</b>
		A1.03.4	Koupelna	75,7	23,87	<b>99,57</b>
A1.03.5		Pokoj	322,39	212,87	<b>535,26</b>	
Byt A1.04	A1.04.1	Předsíň	179,69	0	<b>179,69</b>	
	A1.04.2	Záchod	30,94	0	<b>30,94</b>	
	A1.04.3	Obývací pokoj + kuchyň	529,75	441,56	<b>971,31</b>	
	A1.04.4	Koupelna	75,7	23,87	<b>99,57</b>	
	A1.04.5	Pokoj	327,4	188,12	<b>515,52</b>	

Podlaží	Označení prostoru	Označení místnosti	Název místnosti	Tepelné ztráty prostupem $Q_{T,i}$ [W]	Tepelné ztráty větráním $Q_{V,i}$ [W]	Celkový tepelný výkon $Q$ [W]
2.NP	Společné prostory B	B2.S.1	Chodba + schodiště	-132,85	229,85	97,00
	Byt B2.05	B2.05.1	Předsíň	34,7	19,39	54,09
		B2.05.2	Záchod	6,53	0	6,53
		B2.05.3	Pokoj	207,77	207,65	415,42
		B2.05.4	Obývací pokoj + kuchyň	303,02	441,82	744,84
		B2.05.5	Koupelna	107,76	232,71	340,47
		B2.05.6	Pokoj	324,6	183,16	507,76
	Byt B2.06	B2.06.1	Předsíň	136,98	97,46	234,44
		B2.06.2	Záchod	0	0	0,00
		B2.06.3	Obývací pokoj + kuchyň	174,8	377,41	552,21
		B2.06.4	Koupelna	107,76	232,71	340,47
		B2.06.5	Pokoj	338,77	206,22	544,99
	Byt B2.07	B2.07.1/2	Předsíň + šatna	50,79	16,01	66,80
		B2.07.3	Záchod	0	0	0,00
		B2.07.4	Pokoj	225,46	140,78	366,24
		B2.07.5	Obývací pokoj + kuchyň	166,3	346,22	512,52
		B2.07.6	Koupelna	31,24	23,87	55,11
		B2.07.7	Pokoj	219,19	212,87	432,06
		Byt B2.08	B2.08.1	Předsíň + šatna	52,39	19,81
	B2.08.2		Záchod	0	0	0,00
	B2.08.3		Pokoj	207,77	207,65	415,42
	B2.08.4		Obývací pokoj + kuchyň	315,68	441,56	757,24
	B2.08.5		Koupelna	31,24	23,87	55,11
	B2.08.6		Pokoj	236,2	188,12	424,32
	Společné prostory A	A2.S.1	Chodba + schodiště	-132,85	229,85	97,00
	Byt A2.05	A2.05.1	Předsíň	34,7	19,39	54,09
		A2.05.2	Záchod	6,53	0	6,53
		A2.05.3	Pokoj	207,77	207,65	415,42
		A2.05.4	Obývací pokoj + kuchyň	303,02	441,82	744,84
		A2.05.5	Koupelna	107,76	232,71	340,47
		A2.05.6	Pokoj	324,6	183,16	507,76
	Byt A2.06	A2.06.1	Předsíň	136,98	97,46	234,44
		A2.06.2	Záchod	0	0	0,00
		A2.06.3	Obývací pokoj + kuchyň	174,8	377,41	552,21
		A2.06.4	Koupelna	107,76	232,71	340,47
		A2.06.5	Pokoj	338,77	206,22	544,99
	Byt A2.07	A2.07.1/2	Předsíň + šatna	50,79	16,01	66,80
		A2.07.3	Záchod	0	0	0,00
		A2.07.4	Pokoj	225,46	140,78	366,24
		A2.07.5	Obývací pokoj + kuchyň	166,3	346,22	512,52
		A2.07.6	Koupelna	31,24	23,87	55,11
		A2.07.7	Pokoj	219,19	212,87	432,06
Byt A2.08		A2.08.1	Předsíň + šatna	52,39	19,81	72,20
	A2.08.2	Záchod	0	0	0,00	
	A2.08.3	Pokoj	207,77	207,65	415,42	
	A2.08.4	Obývací pokoj + kuchyň	315,68	441,56	757,24	
	A2.08.5	Koupelna	31,24	23,87	55,11	
	A2.08.6	Pokoj	236,2	188,12	424,32	

Podlaží	Označení prostoru	Označení místnosti	Název místnosti	Tepelné ztráty prostupem $Q_{\tau,i}$ [W]	Tepelné ztráty větráním $Q_{v,i}$ [W]	Celkový tepelný výkon $Q$ [W]
3.NP	Společné prostory B	B3.S.1	Chodba + schodiště	-135,44	229,85	<b>94,41</b>
	Byt B3.09	B3.09.1	Předsíň	34,7	19,39	<b>54,09</b>
		B3.09.2	Záchod	6,53	0	<b>6,53</b>
		B3.09.3	Pokoj	208,59	207,65	<b>416,24</b>
		B3.09.4	Obývací pokoj + kuchyň	398,6	441,82	<b>840,42</b>
		B3.09.5	Koupelna	107,76	232,71	<b>340,47</b>
		B3.09.6	Pokoj	375,71	183,16	<b>558,87</b>
	Byt B3.10	B3.10.1	Předsíň	136,98	97,46	<b>234,44</b>
		B3.10.2	Záchod	0	0	<b>0,00</b>
		B3.10.3	Obývací pokoj + kuchyň	174,8	377,41	<b>552,21</b>
		B3.10.4	Koupelna	107,76	232,71	<b>340,47</b>
		B3.10.5	Pokoj	338,77	206,22	<b>544,99</b>
	Byt B3.11	B3.11.1/2	Předsíň + šatna	44,71	16,01	<b>60,72</b>
		B3.11.3	Záchod	0	0	<b>0,00</b>
		B3.11.4	Pokoj	209,5	140,78	<b>350,28</b>
		B3.11.5	Obývací pokoj + kuchyň	166,3	346,22	<b>512,52</b>
		B3.11.6	Koupelna	37,25	23,87	<b>61,12</b>
		B3.11.7	Pokoj	219,87	212,87	<b>432,74</b>
	Byt B3.12	B3.12.1	Předsíň + šatna	35,6	19,81	<b>55,41</b>
		B3.12.2	Záchod	0	0	<b>0,00</b>
		B3.12.3	Pokoj	208,59	207,65	<b>416,24</b>
		B3.12.4	Obývací pokoj + kuchyň	441,25	441,56	<b>882,81</b>
		B3.12.5	Koupelna	31,24	23,87	<b>55,11</b>
		B3.12.6	Pokoj	294,32	188,12	<b>482,44</b>
	Společné prostory A	A3.S.1	Chodba + schodiště	-135,44	229,85	<b>94,41</b>
	Byt A3.09	A3.09.1	Předsíň	34,7	19,39	<b>54,09</b>
		A3.09.2	Záchod	6,53	0	<b>6,53</b>
		A3.09.3	Pokoj	208,59	207,65	<b>416,24</b>
		A3.09.4	Obývací pokoj + kuchyň	398,6	441,82	<b>840,42</b>
		A3.09.5	Koupelna	107,76	232,71	<b>340,47</b>
		A3.09.6	Pokoj	375,71	183,16	<b>558,87</b>
	Byt A3.10	A3.10.1	Předsíň	136,98	97,46	<b>234,44</b>
		A3.10.2	Záchod	0	0	<b>0,00</b>
		A3.10.3	Obývací pokoj + kuchyň	174,8	377,41	<b>552,21</b>
		A3.10.4	Koupelna	107,76	232,71	<b>340,47</b>
		A3.10.5	Pokoj	338,77	206,22	<b>544,99</b>
	Byt A3.11	A3.11.1/2	Předsíň + šatna	44,71	16,01	<b>60,72</b>
		A3.11.3	Záchod	0	0	<b>0,00</b>
		A3.11.4	Pokoj	209,5	140,78	<b>350,28</b>
		A3.11.5	Obývací pokoj + kuchyň	166,3	346,22	<b>512,52</b>
		A3.11.6	Koupelna	37,25	23,87	<b>61,12</b>
		A3.11.7	Pokoj	219,87	212,87	<b>432,74</b>
Byt A3.12	A3.12.1	Předsíň + šatna	35,6	19,81	<b>55,41</b>	
	A3.12.2	Záchod	0	0	<b>0,00</b>	
	A3.12.3	Pokoj	208,59	207,65	<b>416,24</b>	
	A3.12.4	Obývací pokoj + kuchyň	441,25	441,56	<b>882,81</b>	
	A3.12.5	Koupelna	31,24	23,87	<b>55,11</b>	
	A3.12.6	Pokoj	294,32	188,12	<b>482,44</b>	

Podlaží	Označení prostoru	Označení místnosti	Název místnosti	Tepelné ztráty prostupem $Q_{T,i}$ [W]	Tepelné ztráty větráním $Q_{V,i}$ [W]	Celkový tepelný výkon $Q$ [W]	
4.NP	Společné prostory B	B4.S.1	Chodba + schodiště	46,83	219,65	<b>266,48</b>	
	Byt B4.13	B4.13.1/2	Předsíň+ob. pokoj+kuchyň	839,2	684,7	<b>1523,90</b>	
		B4.13.3	Pokoj	285,5	207,65	<b>493,15</b>	
		B4.13.4	Koupelna	412,31	494,39	<b>906,70</b>	
		B4.13.5	Prádelna	94,94	42,23	<b>137,17</b>	
		B4.13.6	Pokoj	368,25	191,83	<b>560,08</b>	
	Byt B4.14	B4.13.1/2	Předsíň+ob. pokoj+kuchyň	950,43	806,14	<b>1756,57</b>	
		B4.14.3	Pokoj	231,23	224,16	<b>455,39</b>	
		B4.14.4	Koupelna	321,35	578,68	<b>900,03</b>	
		B4.14.5	Prádelna	9,84	0	<b>9,84</b>	
	Společné prostory A	A4.S.1	Chodba + schodiště	46,83	219,65	<b>266,48</b>	
		Byt A4.13	A4.13.1/2	Předsíň+ob. pokoj+kuchyň	839,2	684,7	<b>1523,90</b>
			A4.13.3	Pokoj	285,5	207,65	<b>493,15</b>
			A4.13.4	Koupelna	412,31	494,39	<b>906,70</b>
			A4.13.5	Prádelna	94,94	42,23	<b>137,17</b>
	A4.13.6		Pokoj	368,25	191,83	<b>560,08</b>	
	Byt A4.14	A4.13.1/2	Předsíň+ob. pokoj+kuchyň	950,43	806,14	<b>1756,57</b>	
		A4.14.3	Pokoj	231,23	224,16	<b>455,39</b>	
		A4.14.4	Koupelna	321,35	578,68	<b>900,03</b>	
		A4.14.5	Prádelna	9,84	0	<b>9,84</b>	
		A4.14.6	Pokoj	284,34	214,26	<b>498,60</b>	

**Tabulka 9:** Celkový tepelný výkon otopných těles

	Celkový tepelný výkon [W]
1.S	1455,35
1.NP	16708,96
2.NP	13990,48
3.NP	14585,06
4.NP	15015,82
<b>Celkem</b>	<b>61755,67</b>

### B.3. Energetický štítek obálky budovy

#### PROTOKOL K ENERGETICKÉMU ŠTÍTKU OBÁLKY BUDOVY

(zpracovaný podle ČSN 73 0540-2/2011)

##### Identifikační údaje

Druh stavby	Bytový dům
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	Nové Město na Moravě
Katastrální území a katastrální číslo	-
Provozovatel, popř. budoucí provozovatel	-
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník	-
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	-
Telefon / E-mail	-

##### Charakteristika budovy

Objem budovy $V$ - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy	6950,38 m <sup>3</sup>
Celková plocha $A$ - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy	2760,24m <sup>2</sup>
Geometrická charakteristika budovy $A / V$	0,3971 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>
Převažující vnitřní teplota v otopném období $\theta_{im}$	20 °C
Vnější návrhová teplota v zimním období $\theta_e$	-15°C

Konstrukce	Referenční budova (stanovení požadavku)				Hodnocená budova			
	Plocha	Součinitel prostupu tepla	Redukční činitel	Měrná ztráta prostupem tepla	Plocha	Součinitel prostupu tepla	Redukční činitel	Měrná ztráta prostupem tepla
	A	U	b	H <sub>T</sub>	A	U	b	H <sub>T</sub>
		(požadovaná hodnota podle 5.2)						
	[m <sup>2</sup> ]	[W/(m <sup>2</sup> .K)]	[-]		[m <sup>2</sup> ]	[W/(m <sup>2</sup> .K)]	[-]	
Obvodová stěna	1106,86	0,3	1,00	332,06	1106,86	0,25	1	276,72
Nosná stěna 200mm	24,75	1,3	0,33	10,62	24,75	1,2	0,33	9,80
Stěna výtahu 150mm	7,5	2,7	0,33	6,68	7,5	2,59	0,33	6,41
Příčka 100mm	8,55	1,3	0,33	3,67	8,55	0,43	0,33	1,21
Schodiště	6,1	0,75	0,33	1,51	6,1	1,63	0,33	3,28
Podlaha na zemině	9,32	0,85	0,33	2,61	9,32	0,52	0,33	1,60
Strop nad suterénem (24°C)	36,72	0,75	0,49	13,49	36,72	0,5	0,49	9,00
Strop nad suterénem (20°C)	494,7	0,75	0,43	159,54	494,7	0,5	0,43	106,36
Strop nad suterénem (15°C)	64,3	0,75	0,23	11,09	64,3	0,5	0,23	7,39
Podlaha nad exteriérem	19,38	0,25	1,00	4,85	19,38	0,24	1	4,65
Střecha	621,92	0,25	1,00	155,48	621,92	0,17	1	105,73
Okna	277,65	1,7	1,00	472,01	277,65	0,96	1	266,54
Venkovní dveře	82,49	1,7	1,00	140,23	82,49	1,2	1	98,99
Celkem	2760,24			1313,84	2760,24			897,68
Tepelné vazby		2760,24*0,02		55,2	2760,24*0,02		55,2	
Celková měrná ztráta prostupem tepla				1369,04	952,88			
Průměrný součinitel prostupu tepla podle 5.3.4 a tabulky 5		max. Uem pro A/V 0,2219		požadovaná hodnota:	952,88/2760,24=			
		1369,04/2760,24=		0,496			0,345	
		75% z požadované hodnoty 0,75*0,496		doporučená hodnota:			Vyhovuje	
				0,372				
Klasifikační třída obálky budovy podle přílohy C				0,345/0,496	0,69	<b>Třída B - Úsporná</b>		

### Stanovení prostupu tepla obálkou budovy

Měrná ztráta prostupem tepla $H_T$	W/K	<b>952,88</b>
Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = H_T / A$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	<b>0,345</b>
Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{em, N rc}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	<b>0,372</b>
Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em, N rq}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	<b>0,496</b>

### Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou hodnocené budovy

Hranice klasifikačních tříd	Klasifikační ukazatel $CI$ pro hranice klasifikačních tříd	$U_{em}$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)] pro hranice klasifikačních tříd	
		Obecně	Pro hodnocenou budovu
A	<b>0,50</b>	0,5. $U_{em,N}$	<b>0,248</b>
B	<b>0,75</b>	0,75. $U_{em,N}$	<b>0,372</b>
C	<b>1,0</b>	1. $U_{em,N}$	<b>0,496</b>
D	<b>1,5</b>	1,5. $U_{em,N}$	<b>0,744</b>
E	<b>2,0</b>	2. $U_{em,N}$	<b>0,992</b>
F	<b>2,5</b>	2,5. $U_{em,N}$	<b>1,24</b>
G	<b>&gt; 2,5</b>	> 2,5. $U_{em,N}$	-

Klasifikace: B – Úsporná

Datum vystavení energetického štítku obálky budovy: 15.03.2022

Zpracovatel energetického štítku obálky budovy:

IČO:

Zpracoval:

Filip Kaša







Podpis:

.....

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



# ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY

Bytový dům Nové Město na Moravě		Hodnocení obálky budovy				
Celková podlahová plocha $A_c = 2313,46 \text{ m}^2$		stávající	doporučení			
<b>CI</b>	<b>Velmi úsporná</b>	<b>0,69</b>				
0,5						
0,75						
1,0						
1,5						
2,0						
2,5						
<b>Mimořádně neekonomická</b>						
klasifikace		<b>B</b>				
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{em}$ ve $W/(m^2.K)$ <span style="float: right;"><math>U_{em} = H_T/A</math></span>		<b>0,345</b> -				
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 730540-2 $U_{em,N}$ ve $W/(m^2.K)$		<b>0,496</b> -				
Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty $U_{em}$						
CI	0,50	0,75	1,00	1,50	2,0	2,50
$U_{em}$	<b>0,248</b>	<b>0,372</b>	<b>0,496</b>	<b>0,744</b>	<b>0,922</b>	<b>1,24</b>
Platnost štítku do -				Datum 15.3.2022		
Štítek vypracoval: Filip Kaša						

## B.4. Návrh otopných těles

Do objektu se navrhli otopná tělesa od firmy KORADO. Navrhování těles do jednotlivých místností bylo provedeno pomocí online software od firmy KORADO na jejich stránkách [www.korado.cz](http://www.korado.cz). Pro navrhování byl zvolen tepelný spád 65/55. Důvodem této volby je optimální poměr mezi délkou a tepelným výkonem tělesa. Při vyšším tepelném spádu by nebylo splněno 80% pokrytí délky okna otopným tělesem. [9]

### B.4.1 Návrh otopných těles a jejich výkonu

Návrh otopných těles se provádí na základě velikosti tepelných ztrát dané místnosti

#### Výpočet skutečného výkonu otopných těles

$$Q_{skut} = Q_T * \varphi * z_1 * z_2 * z_3 [W]$$

$Q_T$  – výkon tělesa pro návrhové podmínka (výpočtovou teplotu interiéru, teplotu přívodu a vratu topné vody 75/65 °C) [W]

$\varphi$  – součinitel zohledňující způsob připojení těles [-]

$z_1$  – součinitel na úpravu okolí (zákryt, umístění,...) [-]

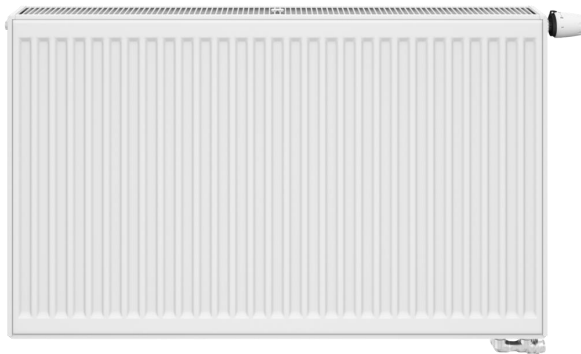
$z_2$  – součinitel na počet článků (nad 10 čl.) [-]

$z_3$  – součinitel na umístění tělesa v místnosti [-]

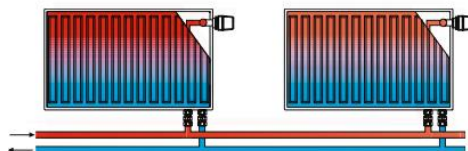
Návrh otopných těles je přílohou této práce. [P2]

## B.4.2 Specifikace otopných těles a jejich prvků

### B.4.2.1 Deskové otopné těleso RADIK VK



Obrázek 31: Deskové těleso RADIK VK [9]



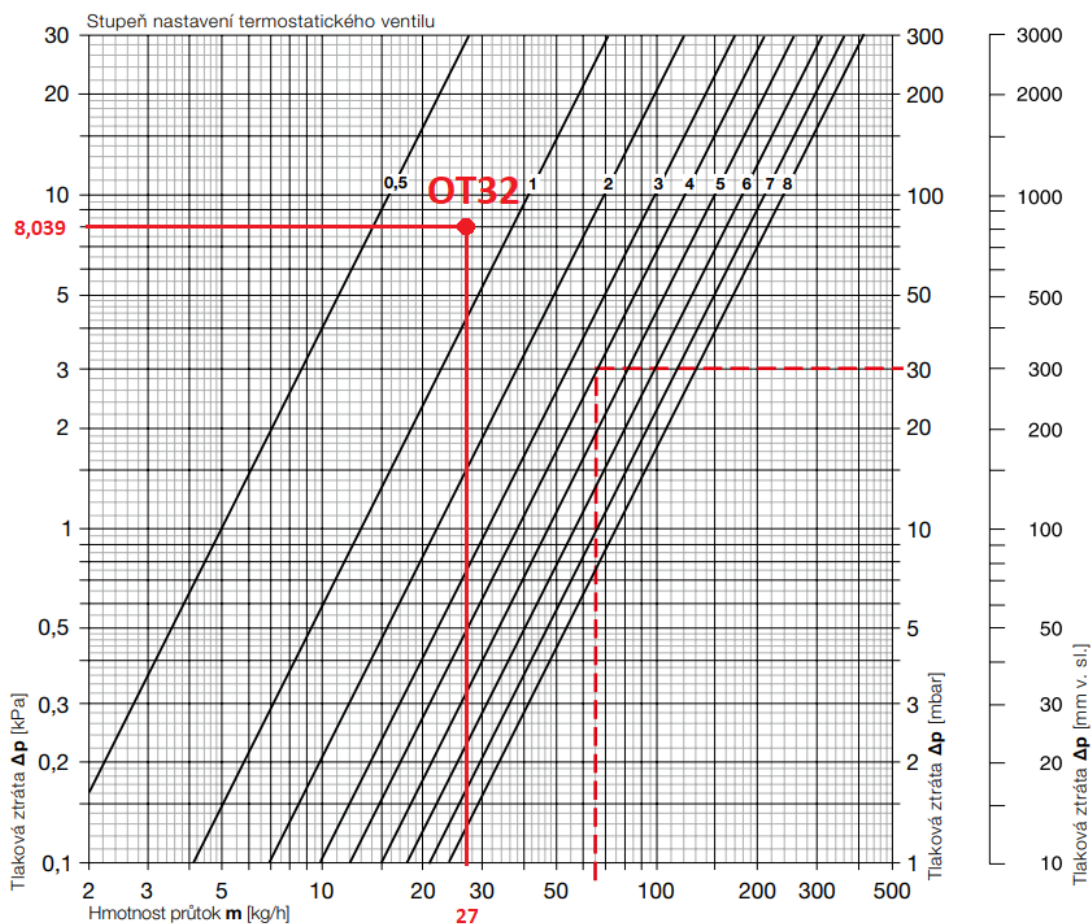
Obrázek 32: Umístění šroubení a termostatického ventilu na RADIK VK [9]

### Prvky pro ovládání – Termostatický ventil



Obrázek 33: Termostatický ventil pro tělesa VK [9]

## Dvoutrubková otopná soustava



Graf 1: Tlakové ztráty termostatického ventilu [9]

Tabulka 10: Nastavení termostatického ventilu podle otáček [9]

### Tabulka

Otopná tělesa v provedení VENTIL KOMPAKT bez přípojovacích armatur																
Ventil s termostatickou hlavicí																
Stupeň nastavení ventilu	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8
$k_v$ [m <sup>3</sup> /h]	0,05	<b>0,13</b>	0,18	<b>0,22</b>	0,27	<b>0,31</b>	0,35	<b>0,38</b>	0,42	<b>0,47</b>	0,52	<b>0,57</b>	0,62	<b>0,66</b>	0,71	<b>0,75</b>
Ventil bez termostatické hlavice																
Stupeň nastavení ventilu	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8
$k_v$ [m <sup>3</sup> /h]	0,05	<b>0,16</b>	0,22	<b>0,27</b>	0,33	<b>0,38</b>	0,41	<b>0,43</b>	0,54	<b>0,65</b>	0,82	<b>0,98</b>	1,11	<b>1,23</b>	1,33	<b>1,43</b>

Nejvyšší přípustná prov. teplota: 110 °C

Nejvyšší přípustný prov. přetlak: 1,0 MPa

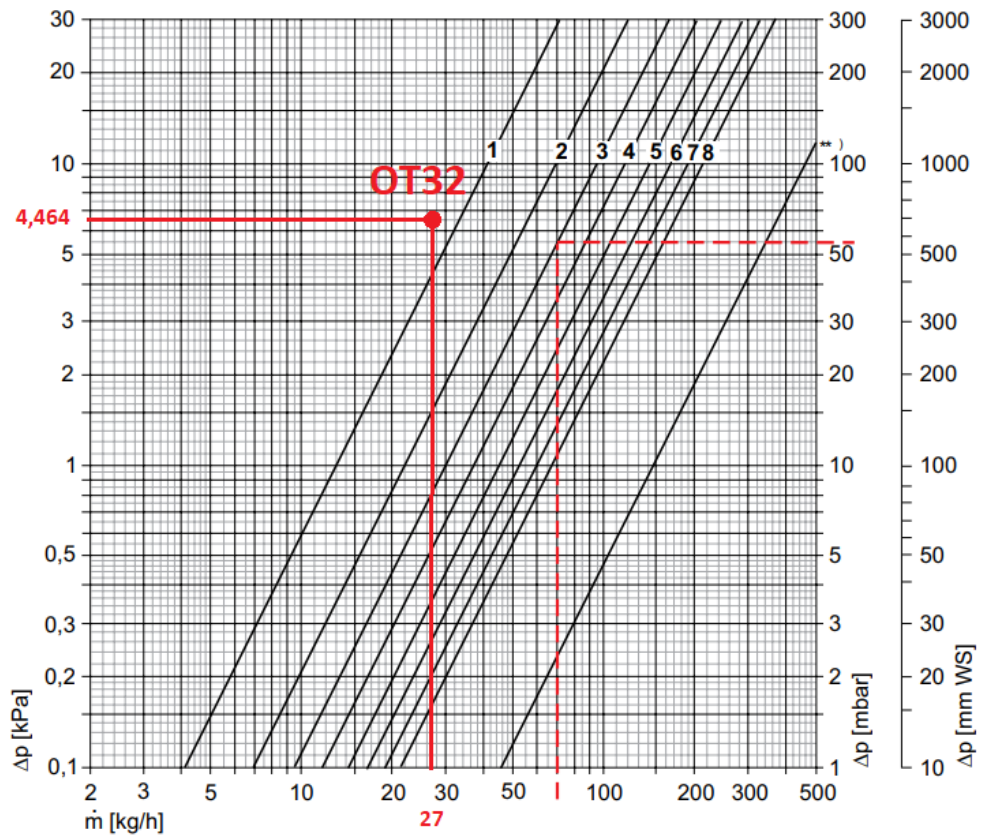
Uvedené hodnoty  $k_v$  odpovídají pásmu proporcionality 2 K

## Prvky pro ovládání – Regulační H přímé šroubení Heimeier Vekolux



Obrázek 34: Regulační H přímé šroubení Heimeier Vekolux [17]

Ventilová vložka VHV8S s 8 stupni nastavení



Graf 2: Tlakové ztráty H šroubení Vekolux [17]

**Tabulka 11:** Nastavení H šroubení podle otáček [9]

Otopné těleso VK s rohovým a přímým šroubením Vekolux ve dvoutrubkovém provedení

	Nastavení ventilové vložky								Kvs Vekolux bez otopného tělesa
	1	2	3	4	5	6	7	8	
<b>Ventilová vložka VHV se 6 stupni nastavení a termostatickou hlavici</b>									
min	0,025	0,047	0,126	0,265	0,401	0,556	-	-	1,48
Kv-hodnota	-	-	-	-	-	-	-	-	
max	0,047	0,126	0,265	0,401	0,556	0,730	-	-	
Kvs	0,051	0,133	0,289	0,413	0,579	0,817	-	-	
<b>Ventilová vložka VHV8S s 8 stupni nastavení a termostatickou hlavici</b>									
Kv-hodnota	0,13	0,22	0,30	0,37	0,45	0,53	0,60	0,67	1,48
Kvs	0,16	0,27	0,37	0,41	0,60	0,82	0,95	1,03	

Kv/Kvs = m<sup>3</sup>/h při tlakové ztrátě 1 bar.

### B.4.2.2 Trubkové otopné těleso KORALUX LINEAR CLASSIC

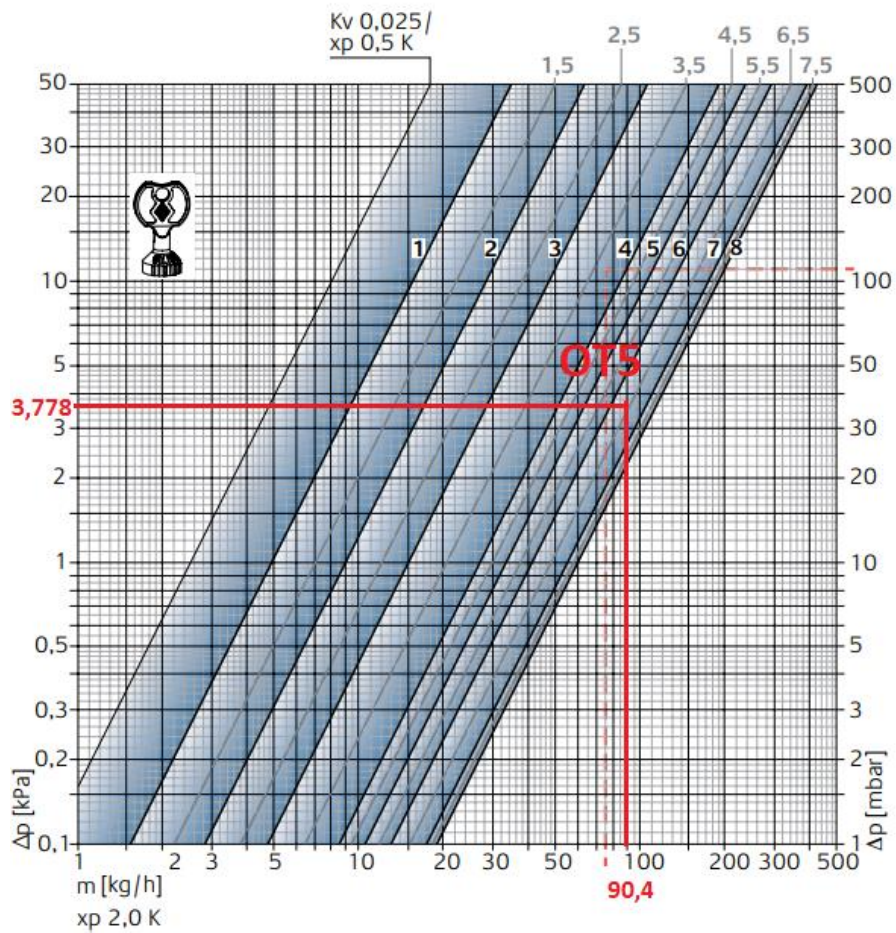


**Obrázek 35:** Trubkové otopné těleso KORALUX LINEAR CLASSIC [9]

Prvky pro ovládání - Multilux 4 Set s hlavicí Halo



Obrázek 36: Multilux 4 Set s hlavicí Halo [9]



Graf 3: Tlakové ztráty ventilu Multilux 4 [9]

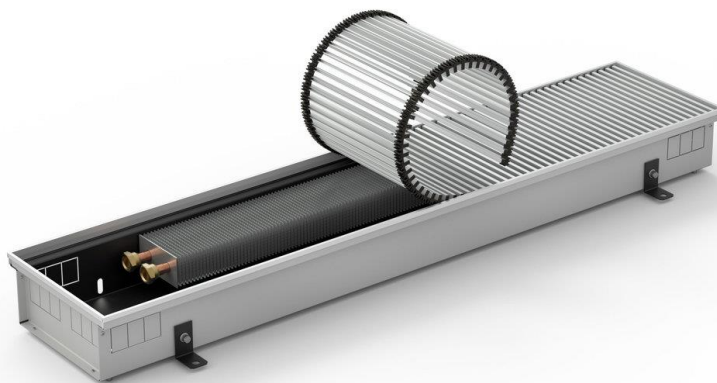
**Tabulka 12:** Nastavení ventilu Miltilux 4 podle otáček [9]

**Radiátorový ventil s termostatickou hlavici**

		Nastavení								Max. tlaková diference při níž se ventil ještě uzavírá $\Delta p$ [bar]	
		1	2	3	4	5	6	7	8	Term. hlavice	EMO T EMOtec EMO 3 TA-Slider 160
Pásmo proporcionality xp <b>1,0 K</b>	kv-hodnota	0,049	0,082	0,130	0,215	0,246	0,303	0,335	0,343	1,0	3,5
Pásmo proporcionality xp <b>2,0 K</b>	kv-hodnota	0,049	0,090	0,150	0,265	0,330	0,409	0,560	0,600		
Kvs		0,049	0,102	0,185	0,313	0,332	0,518	0,619	0,670		

Kv/Kvs = m<sup>3</sup>/h při tlakové ztrátě 1 bar.

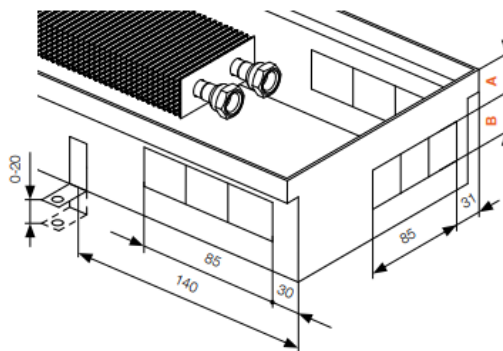
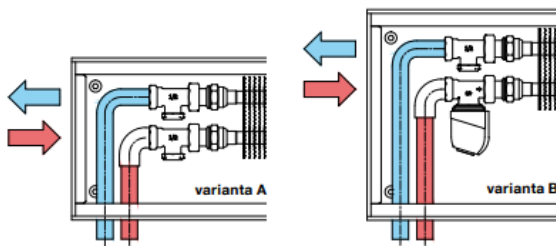
**B.4.2.3 Konvektor KORAFLEX Optimal FKO**



**Obrázek 37:** KORAFLEX Optimal FKO [9]

Typ 60/200\*, 60/260\*, 70/200\*, 70/260,  
90/200\*, 90/260, 110/200\*, 110/260

\* vhodná pouze varianta A



Typ 60/140,  
60/260  
A = 18 mm  
B = 35 mm

Typ 70/200,  
70/260  
A = 30 mm  
B = 35 mm

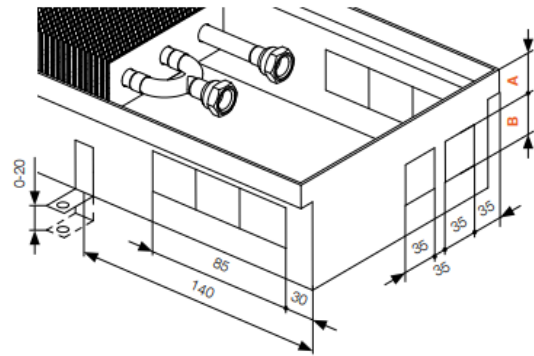
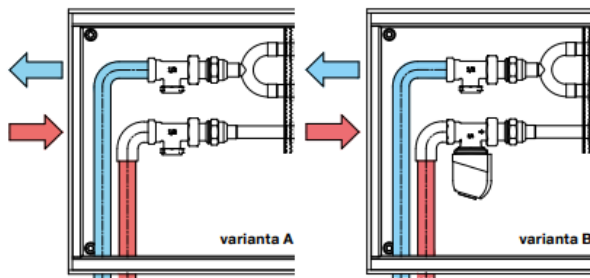
Typ 90/200,  
90/260,  
110/200,  
110/260  
A = 32 mm  
B = 40 mm

**Obrázek 38:** Napojení konvektoru výšky 90 mm, šířky 260 mm [9]



Typ 60/320\*, 70/320, 90/320, 110/320

\* vhodná pouze varianta A



Typ 60/320

A = 18 mm

B = 35 mm

Typ 70/320

A = 30 mm

B = 35 mm

Typ 90/320,

110/320

A = 32 mm

B = 40 mm

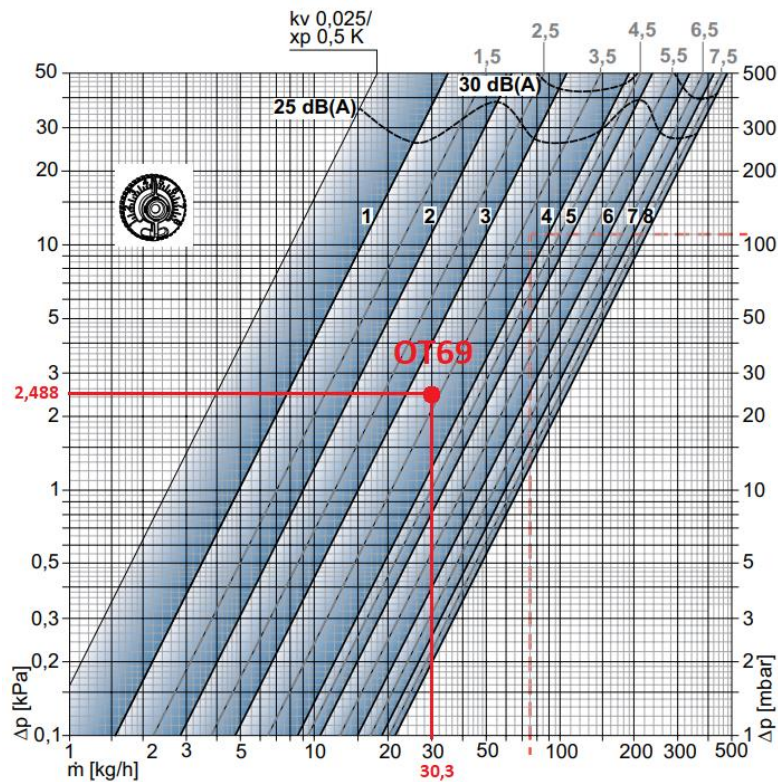
Obrázek 39: Napojení konvektoru výšky 90 mm, šířky 320 mm [9]

## Prvky pro ovládání – Termostatický ventil Heimeier V-exact II



Obrázek 40: Termostatický ventil Heimeier V-exact II [17]

Pásmo proporcionality [xp] **2,0 K**



Graf 4: Tlakové ztráty ventilu Heimeier V-exact II [17]

**Tabulka 13:** Nastavení ventilu Heimeier V-exact II podle otáček [17]

**Radiátorový ventil (DN 10/15/20) s termostatickou hlavicí**

		Nastavení								Max. tlaková diference při níž se ventil ještě uzavírá $\Delta p$ [bar]	
		1	2	3	4	5	6	7	8	Term. hlavice	EMO T-TM EMOtec EMO 3 TA-Slider 160
Pásmo proporcionality xp <b>1,0 K</b>	kv-hodnota	0,049	0,082	0,130	0,215	0,246	0,303	0,335	0,343	1,0	3,5
Pásmo proporcionality xp <b>2,0 K</b>	kv-hodnota	0,049	0,090	0,150	0,265	0,330	0,470	0,590	0,670		
	Kvs	0,049	0,102	0,185	0,313	0,420	0,565	0,740	0,860		
	Tolerance průtoku ± [%]	20	18	16	14	12	10	10	10		

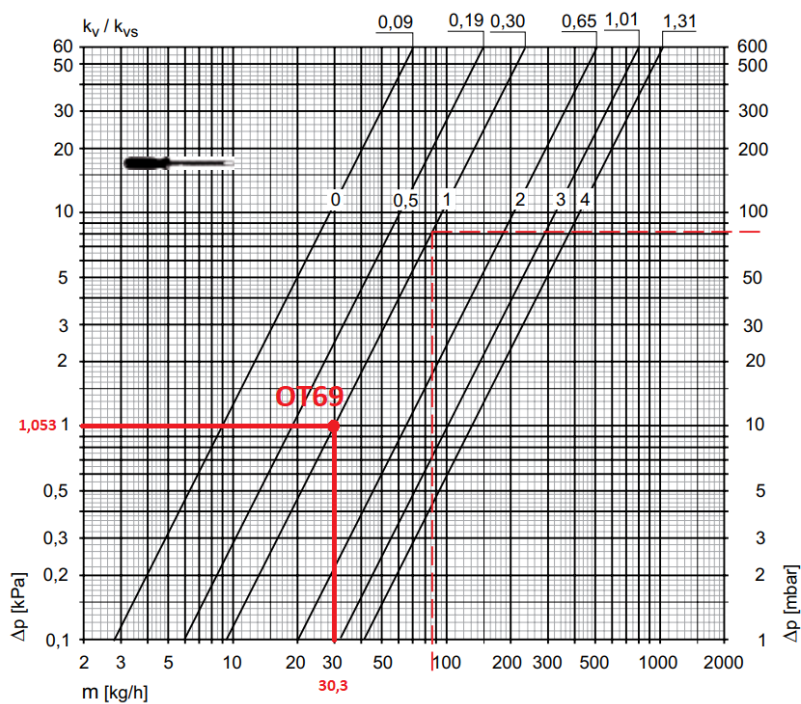
$Kv/Kvs = m^3/h$  při tlakové ztrátě 1 bar.

### Prvky pro ovládání – Uzavírací šroubení Heimeier Regulux



**Obrázek 41:** Uzavírací šroubení Heimeier Regulux [17]

## Technická data



$K_v / K_{vs} = \text{m}^3/\text{h}$  při tlakové ztrátě 1 bar.

**Graf 5:** Tlakové ztráty šroubení Regulus [17]

### B.4.2.4 Designové těleso KORATHERM HORIZONTAL-M



**Obrázek 42:** Designové těleso KORATHERM HORIZONTAL-M [9]

#### Prvky pro ovládání – Termostatický ventil

Viz – B.4.2.1 Deskové otopné těleso RADIK VK

#### Prvky pro ovládání – Regulační H přímé šroubení Heimeier Vekolux

Viz – B.4.2.1 Deskové otopné těleso RADIK VK

#### B.4.2.5 Designové otopné těleso KORATHERM AQUAPANEL



Obrázek 43: Designové otopné těleso KORATHERM AQUAPANEL [9]



Obrázek 44: Designové otopné těleso KORATHERM AQUAPANEL [9]

#### Prvky pro ovládání – Multilux 4 Set s hlaví Halo

Viz. B.4.2.2 Trubkové otopné těleso KORALUX LINEAR CLASSIC

## **B.5. Návrh přípravy teplé vody**

### **B.5.1 Stanovení potřeby teplé vody za periodu 24 hodin $V_{2P}$**

#### **Vstupní údaje:**

Počet osob  $n_i$ : 76 osob

Společná plocha  $S_{sp}$ : 91,45 m<sup>2</sup>

#### **Výpočet:**

Bytový dům dle ČSN 06 0320 Ohřívání užitkové vody

Potřeba teplé vody pro 1 osobu a den v bytovém domě: Součet objemu dávek: 0,082 m<sup>3</sup>/1 os. den

Potřeba teplé vody pro úklid společných prostorů na 100 m<sup>2</sup> a den v bytovém domě: 0,02 m<sup>3</sup>/100 m<sup>2</sup> den

$$V_{2P} = 0,082 \times n_i + 0,02 \times S_{sp} = 76 \times 0,082 + 0,02 \times (91,45/100) = \mathbf{6,232 \text{ m}^3/\text{den}}$$

### **B.5.2 Stanovení potřeby tepla pro ohřev teplé vody**

#### **Teoretické teplo odebírané z ohříváče v době periody**

$$Q_{2t} = c \times V_{2P} \times (\theta_2 - \theta_1) = 1,163 \times 6,232 \times (55-10) = 327,109 \text{ kWh}$$

$c$  – měrné teplo vody [Wh/(kg×K)]

$\theta_2$  – výstupní teplota vody z ohříváče [°C]

$\theta_1$  – vstupní teplota vody do ohříváče [°C]

#### **Teplo ztracené při ohřevu a distribuci v době periody**

$$Q_{2z} = Q_{2t} \times z = 327,109 \times 0,5 = 163,554 \text{ kWh}$$

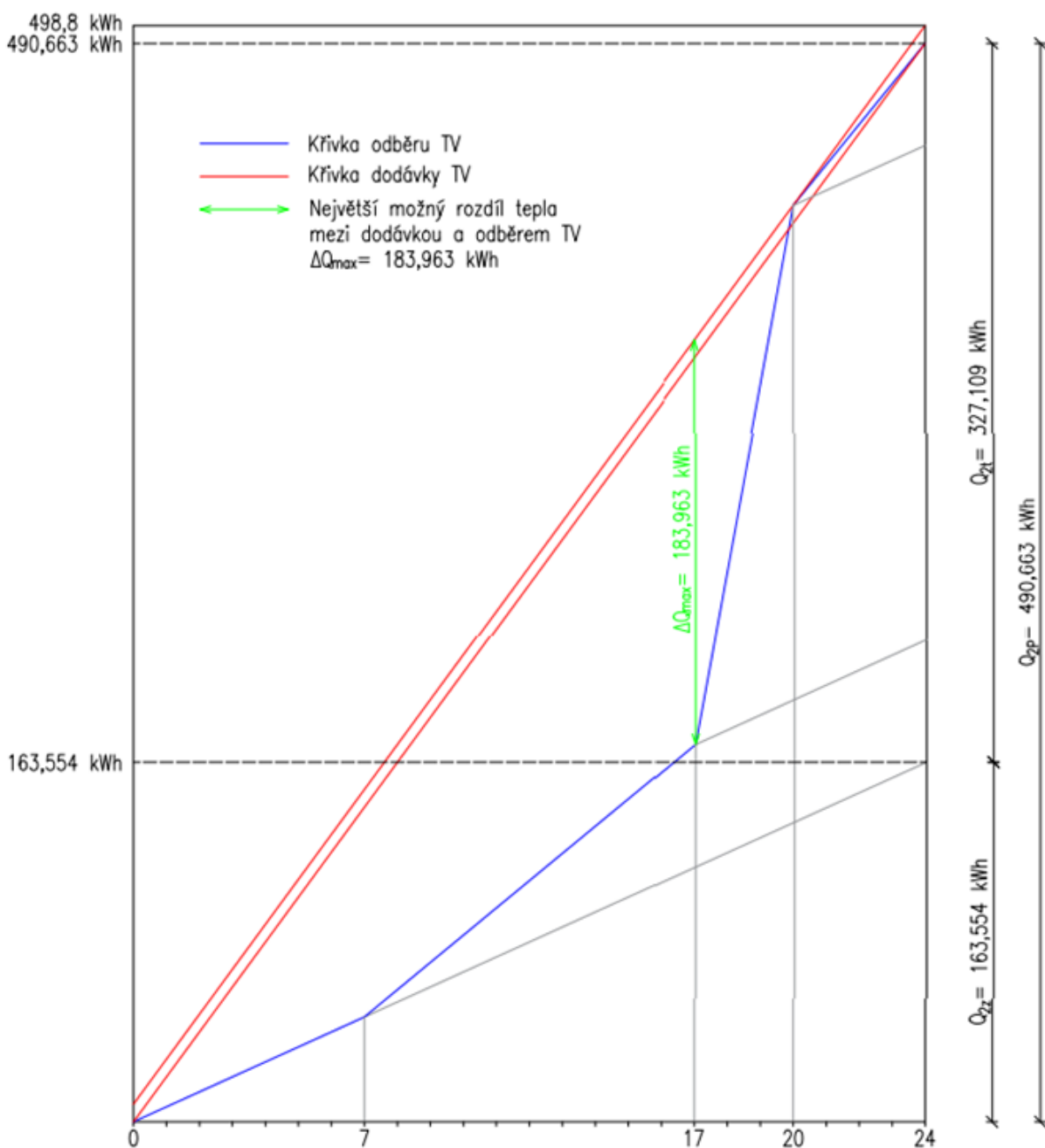
#### **Teplo potřebné pro ohřev teplé vody**

$$Q_{2P} = Q_{2t} + Q_{2z} = 327,109 + 163,554 = 490,663 \text{ kWh/perioda}$$

### B.5.3 Odhadovaná potřeba tepla na přípravu teplé vody během dne

Tabulka 14: Podíl potřeby energie pro teplou vodu během dne

Čas	Podíl odběru [%]	Odebrané teplo $Q_{2t}$ [kWh]	Ztracené teplo $Q_{2z}$ [kWh]	Celkem $Q_{2p}$ [kWh]
7 - 17	35	114,488	57,244	171,732
17 - 20	50	163,554	81,777	245,332
20 - 24	15	49,066	24,533	73,600
<b>Celkem</b>	<b>100</b>	<b>327,109</b>	<b>163,554</b>	<b>490,663</b>



Graf 6: Stanovení odběru a dodávky tepla

## B.5.4 Zásobníkový ohřev vody

### Stanovení objemu zásobníku

$$\Delta Q_{max} = 183,963 \text{ kWh}$$

$$V_z = \frac{\Delta Q_{max}}{c \times (\theta_2 - \theta_1)} = \frac{183,963}{1,163 \times (55 - 10)} = 3,52 \text{ m}^3$$

### Stanovení tepelného výkonu pro ohřev vody

$$Q_1 = 498,783 \text{ kWh}$$

$$Q_{1n} = \left(\frac{Q_1}{t}\right)_{max} = \frac{498,783}{24} = 20,783 \text{ kW}$$

### Potřebná teplosměnná plocha pro tepelný spád 65/55°C

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln\left(\frac{T_1 - t_2}{T_2 - t_1}\right)} = \frac{(65 - 55) - (55 - 10)}{\ln\left(\frac{65 - 55}{55 - 10}\right)} = 23,3 \text{ K}$$

$$A = \frac{Q_{1n} \times 1000}{U \times \Delta t} = \frac{20,783}{420 \times 23,3} = 2,126 \text{ m}^2$$

$T_1$  – vyšší teplota teplotního spádu [°C]

$T_2$  – nižší teplota teplotního spádu [°C]

$t_2$  – výstupní teplota vody z ohříváče [°C]

$t_1$  – vstupní teplota vody do ohříváče [°C]

**Navrhuji dva stacionární nepřímotopné ohříváče QUANTUM Q7-2000-ZJV o celkovém objemu 2x2000 litrů.**

Technická dokumentace ohříváče je přílohou této práce. [P3]

## B.6. Návrh zdroje tepla

Zdroje tepla se nachází v technické místnosti AB0.2 v 1.S

### Vstupní údaje:

Tepelný výkon otopných těles:  $Q_{VYT} = 66,779 \text{ kW}$

Tepelný výkon pro ohřev teplé vody:  $Q_{TV} = 20,783 \text{ kW}$

Potřeba tepla pro VTZ:  $Q_{VZT} = 0 \text{ kW}$

Potřeba tepla pro technologie:  $Q_{TECH} = 0 \text{ kW}$

Tepelný spád okruhu: 80/60°C

Celkový průtok: 5743 kg/h

### B.6.1 Požadovaný výkon zdroje pro vytápěný objekt s přípravou teplé vody

$$Q_{PRIP1} = 0,7 \times Q_{VYT} + 0,7 \times Q_{VZT} + Q_{TV} = 0,7 \times 66,779 + 0,7 \times 0 + 20,783 = 67,528 \text{ kW}$$

$$Q_{PRIP2} = Q_{VYT} + Q_{VZT} + Q_{TECH} = 66,779 + 0 + 0 = 66,779 \text{ kW}$$

$$Q_{PRIP} = \max \{ Q_{PRIP1}, Q_{PRIP2} \} = 67,528 \text{ kW}$$

Požadovaný výkon pro otopné období: **67,528 kW**

Požadovaný výkon mimo otopné období (ohřev teplé vody): **20,783 kW**

**Navrhuji 3x závěsný plynový kondenzační kotel Protherm Panther Condens 25 KKO-A s jmenovitým výkonem 24,5 kW (celkový výkon kotlů 73,5kW).**

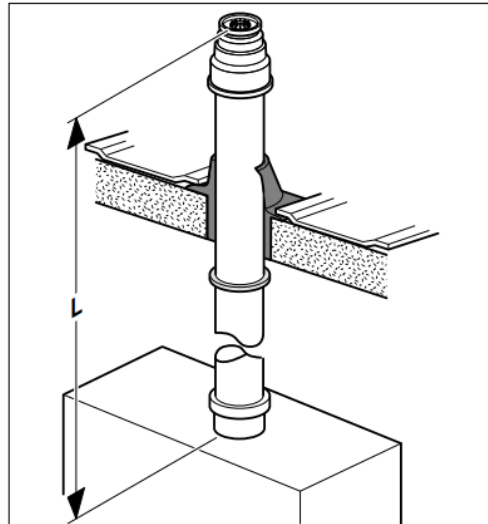
Technická dokumentace kotle je přílohou této práce. [P4]



## B.6.2 Návrh odvodu spalin

Pro odvod spalin z kotle jsem z návrhu od výrobce vybral koaxiální kouřovod o rozměrech  $\varnothing 80/125$  s napojením na komín, který odvádí spaliny nad střechu budovy a zároveň zajišťuje přívod spalovacího vzduchu pro oba kotle. Maximální délka odkouření je 26m.

**Systém vertikálního odkouření  $\varnothing 60/100$  mm nebo  $\varnothing 80/125$  mm (systém typu C33)**



Typ	Max. délka
$\varnothing 60/100$	10 m
$\varnothing 80/125$	26 m (21 m - 12 KKO)

**Obrázek 45: Odvod spalin [18]**

### B.6.3 Návrh neutralizačního boxu na kondenzát

V komínovém tělese u kondenzačních kotlů vzniká kyselý kondenzát, který se musí před vypuštěním do kanalizace zneutralizovat, a to nám zajišťuje neutralizační box.

Navrhuji neutralizační box NB104 od firmy AQUA Product s.r.o.

Tabulka 15: Jednotlivé parametry neutralizačního boxu [19]

Technické údaje		NB104	NB210	NB220	NB225	NB230
Pro výkon kotle cca, na jednu topnou sezonu	kW	do 250	do 500	do 1000	do 1250	do 1500
Objem náplně neutralizačního filtračního materiálu	kg	4	9	20	25	30
Doporučený průtok	m <sup>3</sup> /h	0,1-0,2	0,1-0,3	0,2-0,4	0,2-0,5	0,2-0,6
Průměr nádoby neutralizačního boxu	mm	150	206	206	206	206
Délka neutralizačního boxu	mm	400	550	1010	1210	1210
Typ tlakové Pe nádoby		0613	0817	0835	0844	0844
Objednací číslo		2.14.1.1	2.14.2.1	2.14.3.1	2.14.4.1	2.14.5.1

Technická dokumentace neutralizačního boxu je přílohou této práce. [P5]

## B.7. Dimenzování a hydraulické posouzení otopné soustavy

Tabulka 16: Dimenzování a hydraulické posouzení pro 1. větev – byt B4.13.

### Větev 1.

$t_1$ [°C] = 65,0	$\rho_1$ [kg/m <sup>3</sup> ] = 980,5	$g$ [m/s <sup>2</sup> ] = 9,81	<b>JMÉNO:</b> Filip Kaša
$t_2$ [°C] = 55,0	$\rho_2$ [kg/m <sup>3</sup> ] = 985,7		
$t_m$ [°C] = 60,0	$\rho_m$ [kg/m <sup>3</sup> ] = 983,2	$\Delta\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ] = 5,2	
$\Delta t$ [K] = <b>10,0</b>	$c$ [J/kg.K] = 4 186	$v$ [m <sup>2</sup> /s <sup>-1</sup> ] = 0,475 · 10 <sup>-6</sup> (kinematická viskozita při 60°C)	
		$k$ [mm] = 0,02 (drsnot potrubí)	

pásmo proporcionality: **2** [K]

### Základní okruh

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
č. ús.	Q [kW]	m [kg/h]	l [m]	DN [mm]	d [mm]	R [Pa/m]	R · l [Pa]	w [m/s]	$\Sigma \xi$ [-]	$(w^2/2) \times \rho$ [Pa]	Z [Pa]	R · l + Z [Pa]		
Ozn.	<b>OT1</b>	- základ.	h [m] = 12,40		$\Delta p_h$ [Pa] = 633									
Místn.	<b>B4.13.2</b>	$\Sigma l$ [m] = 106,5			info: $w_{opt}$ = 0,5 až 0,6 m/s							$\Delta p_z$		
1	18,599	1 599,5	26,38	35x1,5	32	110	2902	0,56	20,2	155,2	3135	6 038		
2	17,837	1 534,0	5,80	35x1,5	32	102	593	0,54	0,3	142,8	43	636		
3	10,640	915,1	1,50	28x1,5	25	134	201	0,53	3,2	136,4	436	637		
4	8,483	729,5	3,00	28x1,5	25	90	270	0,42	0,3	86,7	26	296		
5	6,404	550,8	3,80	28x1,5	25	55	209	0,32	5,5	49,4	272	481		
6	4,325	372,0	5,55	22x1	20	80	443	0,33	4,6	55,0	253	696		
7	3,291	283,0	0,50	22x1	20	50	25	0,25	0,3	31,8	10	34		
8	1,949	167,6	4,70	18x1	16	57	269	0,24	0,7	27,3	19	288		
9	1,266	108,9	1,40	15x1	13	72	101	0,23	1,9	26,4	50	151		
10	v 0,974	83,8	0,60	15x1	13	46	27	0,18	2,6	15,6	41	68		
10'	h 0,974	83,8	0,60	15x1	13	46	27	0,18	2,7	15,6	42	69		
9'	1,266	108,9	1,40	15x1	13	72	101	0,23	3,4	26,4	90	191		
8'	1,949	167,6	4,70	18x1	16	57	269	0,24	1,0	27,3	27	296		
7'	3,291	283,0	0,50	22x1	20	50	25	0,25	0,6	31,8	19	44		
6'	4,325	372,0	5,55	22x1	20	80	443	0,33	11,7	55,0	644	1 087		
5'	6,404	550,8	3,80	28x1,5	25	55	209	0,32	5,8	49,4	286	496		
4'	8,483	729,5	3,00	28x1,5	25	90	270	0,42	0,6	86,7	52	322		
3'	10,640	915,1	1,50	28x1,5	25	134	201	0,53	4,7	136,4	641	841		
2'	17,837	1 534,0	5,80	35x1,5	32	102	593	0,54	0,6	142,8	86	679		
1'	18,599	1 599,5	26,38	35x1,5	32	110	2902	0,56	25,0	155,2	3880	6 783		
$\Sigma$ =										<b>10 080</b>		$\Sigma$ =	<b>10 052</b>	<b>20 132</b>
započtení vlivu účinného tlaku (0 až 0,75) =										0,50	*	$\Delta p_h$ [Pa] =	<b>316</b>	
typ OT:	<b>11</b>	$\zeta_{OT}$ [-] =	19,0	m =	84	[kg/h]	$w_{DN15}$ =	0,12	$(w_{DN15}^2/2) \times \rho$ =	6,6		<b>126</b>		
Ventil kompaktní	přednastavení	<b>8,0</b>	$k_v$ =	0,750	[m <sup>3</sup> /h]	V =	85	[dm <sup>3</sup> /h]				<b>1 290</b>		
H-šroubení	přednastavení	<b>8</b>	$k_v$ =	0,670	[m <sup>3</sup> /h]	V =	85	[dm <sup>3</sup> /h]				<b>1 617</b>		
Tlaková ztráta měřiče tepla												<b>2600</b>		
Potřebný dopravní tlak oběhového čerpadla $\Delta p_\xi$ [Pa] =												<b>25 449</b>		
Potřebný průtok oběhovým čerpadlem m [kg/h] =												<b>1 600</b>		

#### 4. NP - 1.A

č. ús.	Q [kW]	m [kg/h]	l [m]	DN [mm]	d [mm]	R [Pa/m]	R.l [Pa]	w [m/s]	$\Sigma \xi$ [-]	$(w^2/2) \times \rho$ [Pa]	Z [Pa]	R.l+Z [Pa]	odeč. úseky tlak. ztráta [Pa]	
Ozn.	<b>OT2</b>		h [m] = 12,40			$\Delta p_h$ [Pa] = 633					$\Delta p_{dis}$ [Pa] =	<b>5 771</b>		
Místn.	<b>B4.13.1</b>	$\Sigma l$ [m] = 6,1	0,50	*		$\Delta p_h$ [Pa] = 316,3	info: $w_{opt} = 0,5$ až $0,6$ m/s				$\Delta p_z$		čís. <b>19 994</b>	
11	v	0,292	25,1	3,05	15x1	13	6	16,9	0,05	2,9	1,40	4	1 6 038	
11'	h	0,292	25,1	3,05	15x1	13	6	16,9	0,05	3,2	1,40	4	2 636	
$\Sigma = 33,7$												$\Sigma = 9$	<b>42</b>	3 637
typ OT:	11	$\xi_{OT} [-] =$	19,0	m =	25	[kg/h]	$w_{DN15} =$	0,03	$(w_{DN15}^2/2) \times \rho =$	0,6		11	4 296	
Ventil kompaktní		přednastavení	1,5	$k_v =$	0,180	[m <sup>3</sup> /h]	V =	26	[dm <sup>3</sup> /h]			2 972	5 481	
H-šroubení		přednastavení	8	$k_v =$	0,670	[m <sup>3</sup> /h]	V =	26	[dm <sup>3</sup> /h]			145	6 696	
Tlaková ztráta měřiče tepla												2600	7 34	
celková tlaková ztráta dopočítávané části okruhu $\Delta p_o$ [Pa] =												<b>5 771</b>	8 288	
$\Delta p_{dis}$ [Pa] =												<b>5 771</b>	9 151	
nerov. splněna, přebyt. tlak [Pa] ...												0	9' 191	
													8' 296	
													7' 44	
													6' 1 087	
													5' 496	
													4' 322	
													3' 841	
													2' 679	
													1' 6 783	

č. ús.	Q [kW]	m [kg/h]	l [m]	DN [mm]	d [mm]	R [Pa/m]	R.l [Pa]	w [m/s]	$\Sigma \xi$ [-]	$(w^2/2) \times \rho$ [Pa]	Z [Pa]	R.l+Z [Pa]	odeč. úseky tlak. ztráta [Pa]	
Ozn.	<b>OT3</b>		h [m] = 12,40			$\Delta p_h$ [Pa] = 633					$\Delta p_{dis}$ [Pa] =	<b>7 385</b>		
Místn.	<b>B4.13.6</b>	$\Sigma l$ [m] = 4,7	0,50	*		$\Delta p_h$ [Pa] = 316,3	info: $w_{opt} = 0,5$ až $0,6$ m/s				$\Delta p_z$		čís. <b>18 380</b>	
12	v	0,682	58,7	2,35	15x1	13	24	57,3	0,12	4,5	7,66	34	1 6 038	
12'	h	0,682	58,7	2,35	15x1	13	24	57,3	0,12	7,0	7,66	54	4 296	
$\Sigma = 114,6$												$\Sigma = 88$	<b>203</b>	5 481
typ OT:	11	$\xi_{OT} [-] =$	19,0	m =	59	[kg/h]	$w_{DN15} =$	0,08	$(w_{DN15}^2/2) \times \rho =$	3,3		62	6 696	
Ventil kompaktní		přednastavení	3,5	$k_v =$	0,350	[m <sup>3</sup> /h]	V =	60	[dm <sup>3</sup> /h]			3 728	7 34	
H-šroubení		přednastavení	8	$k_v =$	0,670	[m <sup>3</sup> /h]	V =	60	[dm <sup>3</sup> /h]			793	8 288	
Tlaková ztráta měřiče tepla												2600	8' 296	
celková tlaková ztráta dopočítávané části okruhu $\Delta p_o$ [Pa] =												<b>7 385</b>	7' 44	
$\Delta p_{dis}$ [Pa] =												<b>7 385</b>	6' 1 087	
nerov. splněna, přebyt. tlak [Pa] ...												0	5' 496	
													4' 322	
													3' 841	
													2' 679	
													1' 6 783	

č. ús.	Q [kW]	m [kg/h]	l [m]	DN [mm]	d [mm]	R [Pa/m]	R.l [Pa]	w [m/s]	$\Sigma \xi$ [-]	$(w^2/2) \times \rho$ [Pa]	Z [Pa]	R.l+Z [Pa]	odeč. úseky tlak. ztráta [Pa]	
Ozn.	<b>OT4</b>		h [m] = 12,40			$\Delta p_h$ [Pa] = 633					$\Delta p_{dis}$ [Pa] =	<b>6 696</b>		
Místn.	<b>B4.13.5</b>	$\Sigma l$ [m] = 6,8	0,50	*		$\Delta p_h$ [Pa] = 316,3	info: $w_{opt} = 0,5$ až $0,6$ m/s				$\Delta p_z$		čís. <b>19 069</b>	
13		1,343	115,5	1,40	15x1	13	80	111,8	0,25	2,1	29,71	62	1 6 038	
14	v	0,292	25,1	2,00	15x1	13	6	11,1	0,05	1,6	1,40	2	2 636	
14'	h	0,292	25,1	2,00	15x1	13	6	11,1	0,05	1,9	1,40	3	3 637	
13'		1,343	115,5	1,40	15x1	13	80	111,8	0,25	2,2	29,71	65	4 296	
$\Sigma = 245,7$												$\Sigma = 133$	<b>378</b>	5 481
typ OT:	11	$\xi_{OT} [-] =$	19,0	m =	25	[kg/h]	$w_{DN15} =$	0,03	$(w_{DN15}^2/2) \times \rho =$	0,6		11	6 696	
Ventil kompaktní		přednastavení	1,5	$k_v =$	0,180	[m <sup>3</sup> /h]	V =	26	[dm <sup>3</sup> /h]			3 561	7 34	
H-šroubení		přednastavení	8	$k_v =$	0,670	[m <sup>3</sup> /h]	V =	26	[dm <sup>3</sup> /h]			145	7' 44	
Tlaková ztráta měřiče tepla												2600	6' 1 087	
celková tlaková ztráta dopočítávané části okruhu $\Delta p_o$ [Pa] =												<b>6 696</b>	5' 496	
$\Delta p_{dis}$ [Pa] =												<b>6 696</b>	4' 322	
nerov. splněna, přebyt. tlak [Pa] ...												0	3' 841	
													2' 679	
													1' 6 783	

č. ús.	Q [kW]	m [kg/h]	l [m]	DN [mm]	d [mm]	R [Pa/m]	R.l [Pa]	w [m/s]	$\Sigma \xi$ [-]	$(w^2/2) \times \rho$ [Pa]	Z [Pa]	R.l+Z [Pa]	odeč. úseky
Ozn.	<b>OT5</b>		h [m] = 12,40			$\Delta p_h$ [Pa] = 633					$\Delta p_{dis}$ [Pa] = <b>6 696</b>		tlak. ztráta [Pa]
Místn.	<b>B4.13.4</b>	$\Sigma l$ [m] = 3,8	0,50	*	$\Delta p_h$ [Pa] = 316,3	info: $w_{opt} = 0,5$ až 0,6 m/s					$\Delta p_z$	čís.	19 069
15 v	1,051	90,4	1,90	15x1	13	52	98,8	0,19	2,6	18,20	47	146	1 6 038
15' h	1,051	90,4	1,90	15x1	13	52	98,8	0,19	2,7	18,20	49	148	2 636
						$\Sigma = 197,6$					$\Sigma = 96$	294	3 637
typ OT:	<b>KLC</b>	$\xi_{or} [-] = 1,8$	m = 90	[kg/h]	$w_{DN15} = 0,13$	$(w_{DN15}^2/2) \times \rho = 7,7$						14	4 296
	<b>Multilux</b>	přednastavení	7	$k_v = 0,560$	[m <sup>3</sup> /h]	V = 92	[dm <sup>3</sup> /h]					3 788	5 481
												2600	6 696
													7 34
													7' 44
													6' 1 087
													5' 496
													4' 322
													3' 841
													2' 679
													1' 6 783

č. ús.	Q [kW]	m [kg/h]	l [m]	DN [mm]	d [mm]	R [Pa/m]	R.l [Pa]	w [m/s]	$\Sigma \xi$ [-]	$(w^2/2) \times \rho$ [Pa]	Z [Pa]	R.l+Z [Pa]	odeč. úseky
Ozn.	<b>OT6</b>		h [m] = 12,40			$\Delta p_h$ [Pa] = 633					$\Delta p_{dis}$ [Pa] = <b>6 774</b>		tlak. ztráta [Pa]
Místn.	<b>B4.13.3</b>	$\Sigma l$ [m] = 18,9	0,50	*	$\Delta p_h$ [Pa] = 316,3	info: $w_{opt} = 0,5$ až 0,6 m/s					$\Delta p_z$	čís.	18 991
16 v	1,034	88,9	6,95	15x1	13	51	351,2	0,19	3,9	17,61	69	420	1 6 038
17 v	0,682	58,7	2,50	15x1	13	24	61,0	0,12	3,9	7,66	30	91	2 636
17' h	0,682	58,7	2,50	15x1	13	24	61,0	0,12	3,5	7,66	27	88	3 637
16' h	1,034	88,9	6,95	15x1	13	51	351,2	0,19	3,0	17,61	53	404	4 296
						$\Sigma = 824,3$					$\Sigma = 178$	1003	5 481
typ OT:	<b>11</b>	$\xi_{or} [-] = 19,0$	m = 59	[kg/h]	$w_{DN15} = 0,08$	$(w_{DN15}^2/2) \times \rho = 3,3$						62	6 696
	<b>Ventil kompak</b>	přednastavení	4,5	$k_v = 0,420$	[m <sup>3</sup> /h]	V = 60	[dm <sup>3</sup> /h]					2 317	6' 1 087
	<b>H-šroubení</b>	přednastavení	8	$k_v = 0,670$	[m <sup>3</sup> /h]	V = 60	[dm <sup>3</sup> /h]					793	5' 496
												2600	4' 322
													3' 841
													2' 679
													1' 6 783

č. ús.	Q [kW]	m [kg/h]	l [m]	DN [mm]	d [mm]	R [Pa/m]	R.l [Pa]	w [m/s]	$\Sigma \xi$ [-]	$(w^2/2) \times \rho$ [Pa]	Z [Pa]	R.l+Z [Pa]	odeč. úseky
Ozn.	<b>OT7</b>		h [m] = 12,40			$\Delta p_h$ [Pa] = 633					$\Delta p_{dis}$ [Pa] = <b>5 950</b>		tlak. ztráta [Pa]
Místn.	<b>B4.13.2</b>	$\Sigma l$ [m] = 13,9	0,50	*	$\Delta p_h$ [Pa] = 316,3	info: $w_{opt} = 0,5$ až 0,6 m/s					$\Delta p_z$	čís.	19 815
18 v	0,352	30,3	6,95	15x1	13	8	53,3	0,06	1,6	2,04	3	57	1 6 038
18' h	0,352	30,3	6,95	15x1	13	8	53,3	0,06	1,9	2,04	4	57	2 636
						$\Sigma = 106,6$					$\Sigma = 7$	114	3 637
typ OT:	<b>11</b>	$\xi_{or} [-] = 19,0$	m = 30	[kg/h]	$w_{DN15} = 0,04$	$(w_{DN15}^2/2) \times \rho = 0,9$						16	4 296
	<b>V-exact II</b>	přednastavení	4	$k_v = 0,265$	[m <sup>3</sup> /h]	V = 31	[dm <sup>3</sup> /h]					3 165	5 481
	<b>Regulux</b>	přednastavení	4	$k_v = 1,310$	[m <sup>3</sup> /h]	V = 31	[dm <sup>3</sup> /h]					55	6 696
												2600	16 420
													16' 404
													6' 1 087
													5' 496
													4' 322
													3' 841
													2' 679
													1' 6 783

Kompletní výpočet, včetně určení součinitelů vřazených odporů je přílohou této práce. [P6]

## B.8. Návrh kompenzátorů

Vlivem změn teplot otopné vody mění potrubí svoji délku. Dilatace potrubí má následně vliv na vznik tahových nebo tlakových sil, které mohou svým působením, ztrhat závit, roztrhnout samotné potrubí a obecně poškodit soustavu. Jedná se tedy o nežádoucí vliv, který je třeba kompenzovat vhodným řešením, který umožňuje vyrovnávat délkové změny potrubí a tím zamezit vzniku sil v potrubí.

### Obecný vztah pro výpočet změny délky potrubí:

$$\Delta l = \alpha \times \Delta t \times L$$

$$\Delta t = t_{p,max} - t_m$$

$\Delta l$  – změna délky potrubí [m]

$\alpha$  - součinitel teplotní roztažnosti daného materiálu (pro měď - 0,017 mm/m\*K)

L - původní délka před teplotní změnou [m]

$\Delta t$  - teplotní rozdíl [°C]

$t_{p,max}$  – Nejvyšší provozní teplota [°C]

$t_m$  = teplota okolí v době montáže potrubí [°C]

### Vstupní údaje:

Teplotní rozdíl pro výpočet:

$$\Delta t = t_{p,max} - t_m = 65 - 15 = 50 \text{ K}$$

### Výpočet změny délky potrubí:

#### Ležaté potrubí v 1.S

##### Větev 1

$$\Delta l = 0,017 \times 50 \times 30,18 = \mathbf{25,65 \text{ mm}}$$

**Navrhuji kompenzátor o velikosti R= 500 mm**

##### Větev 2

$$\Delta l = 0,017 \times 50 \times 12,85 = \mathbf{10,92 \text{ mm}}$$

**Navrhuji kompenzátor o velikosti R= 300 mm**

##### Větev 3

$$\Delta l = 0,017 \times 50 \times 10,1 = \mathbf{8,59 \text{ mm}}$$

**Navrhuji kompenzátor o velikosti R= 300 mm**

## Větev 4

$$\Delta l = 0,017 \times 50 \times 26,1 = 22,19 \text{ mm}$$

**Navrhuj kompenzátor o velikosti R= 500 mm**

## Stoupací potrubí

### Větev 1A, 2A, 3A, 4A

$$\Delta l = 0,017 \times 50 \times 10,4 = 8,84 \text{ mm}$$

**Navrhuj kompenzátory o velikosti R= 300 mm**

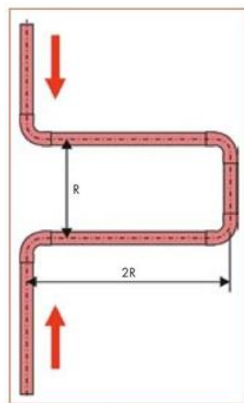
### Větev 1B,2B, 3B, 4B

$$\Delta l = 0,017 \times 50 \times 7,4 = 6,29 \text{ mm}$$

**Navrhuj kompenzátory o velikosti R= 200 mm**

Obr. č. 27 Kompenzátor U a tabulka pro jeho dimenzování  
Charakteristický rozměr R kompenzátoru „U“ v závislosti na průměru trubky a prodloužení trubky  $\Delta l$ .

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



### 8.3.2 Axiální (osové) kompenzátory

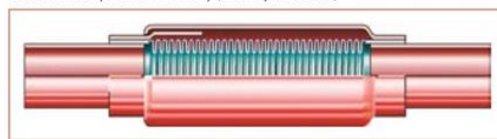
Axiální kompenzátory jsou prostorově úsporné. Existují různé konstrukční tvary jako např. kompenzátory vlnovcové (s kovovým měchem) viz obr. č. 28, nebo ucpávkové kompenzátory. Výrobce vždy udává, jaké prodloužení  $\Delta l$  může kompenzátor pojmout. Navíc je nutné respektovat montážní pokyny výrobce.

Upozornění:  
Kompensátory podléhají opotřebení, nelze je tedy zastavět.

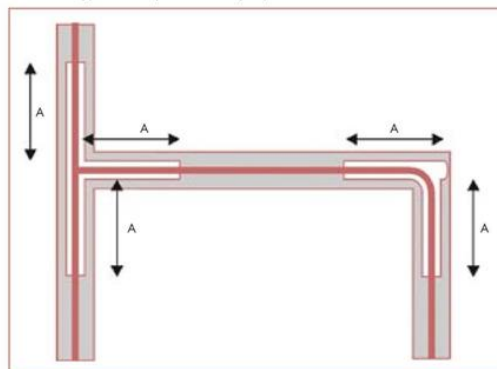
### 8.4 Zachycení dilatací trubek u podomítkových instalací

Délka vypořádání A (viz obr. č. 29) se řídí podle prodloužení trubky, které má vypořádání pojmout (viz tab. č. 9).

Obr. č. 28 Kompenzátor vlnovcový (s kovovým měchem)



Obr. č. 29 Vypořádání potrubí uložených pod omítkou.



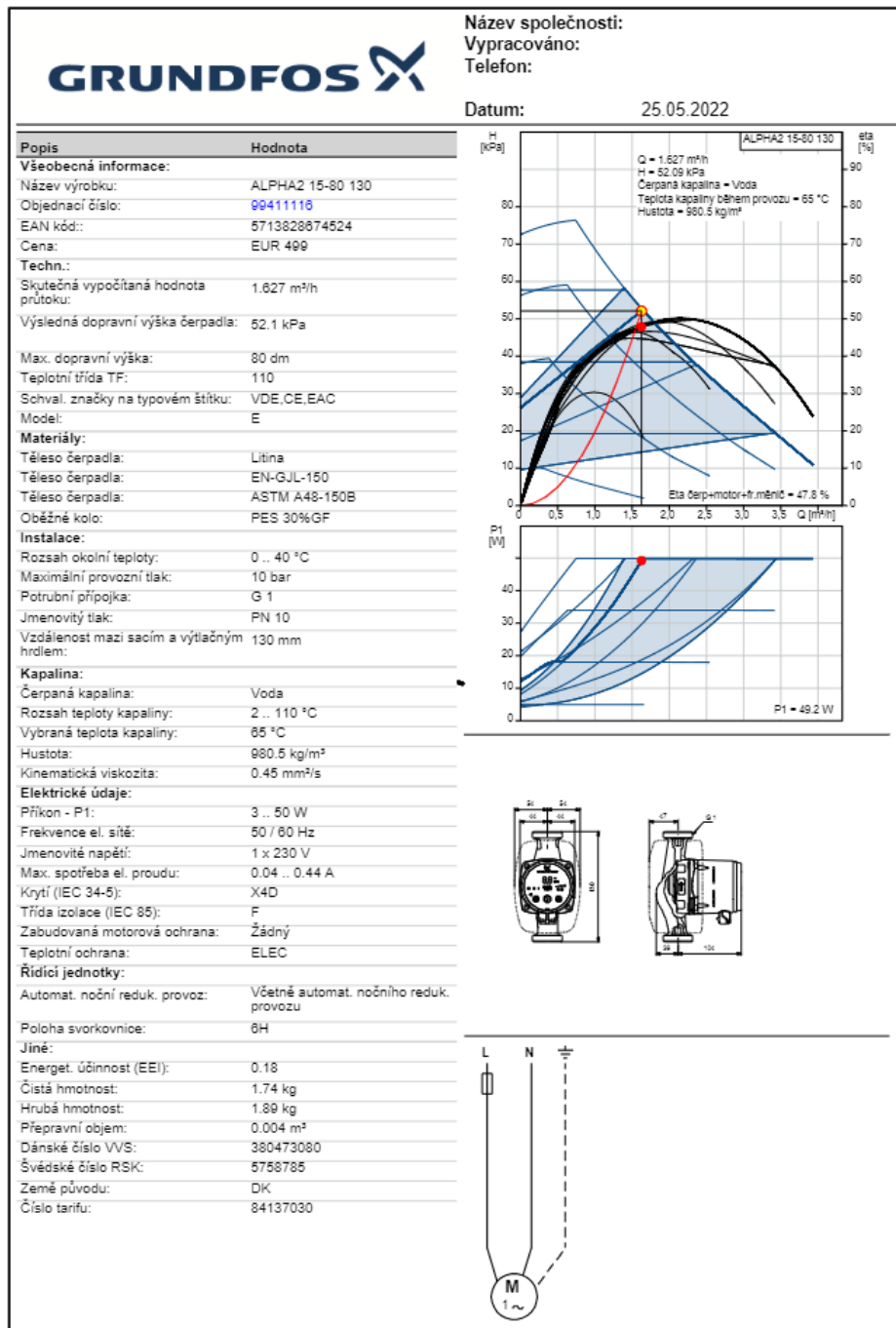
## B.9. Návrh oběhových čerpadel

Návrh čerpadel byl proveden pomocí softwaru od společnosti Grundfos z řady čerpadel ALPHA. [21]

### Větev 1

Tlaková ztráta otopného okruhu: 52,099 kPa

Průtok otopným okruhem: 1,627 m<sup>3</sup>/h



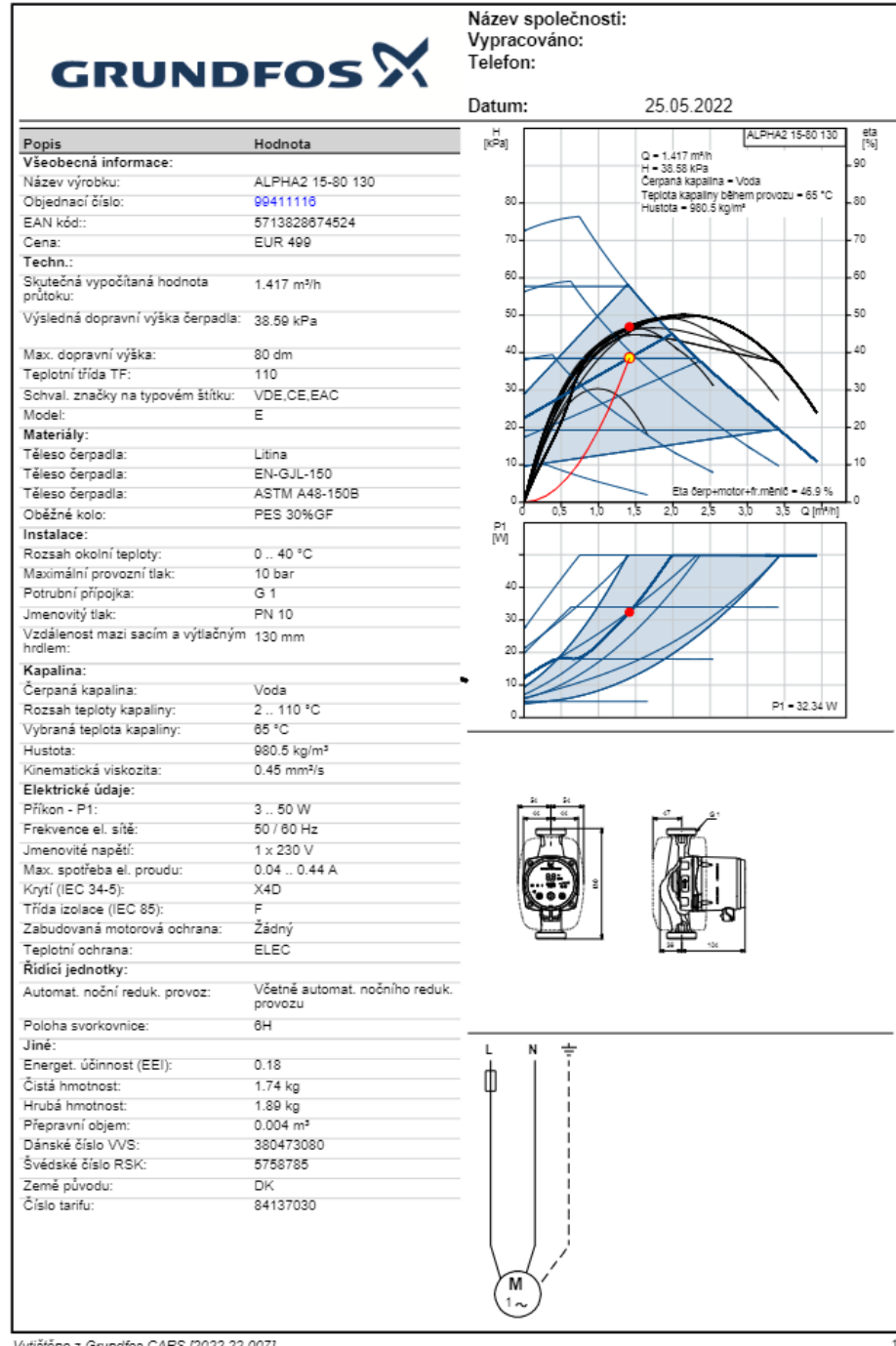
Obrázek 47: Návrh oběhového čerpadla pro větev 1 [21]



## Větev 2

Tlaková ztráta otopného okruhu: 38,590kPa

Průtok otopným okruhem: 1,417 m<sup>3</sup>/h



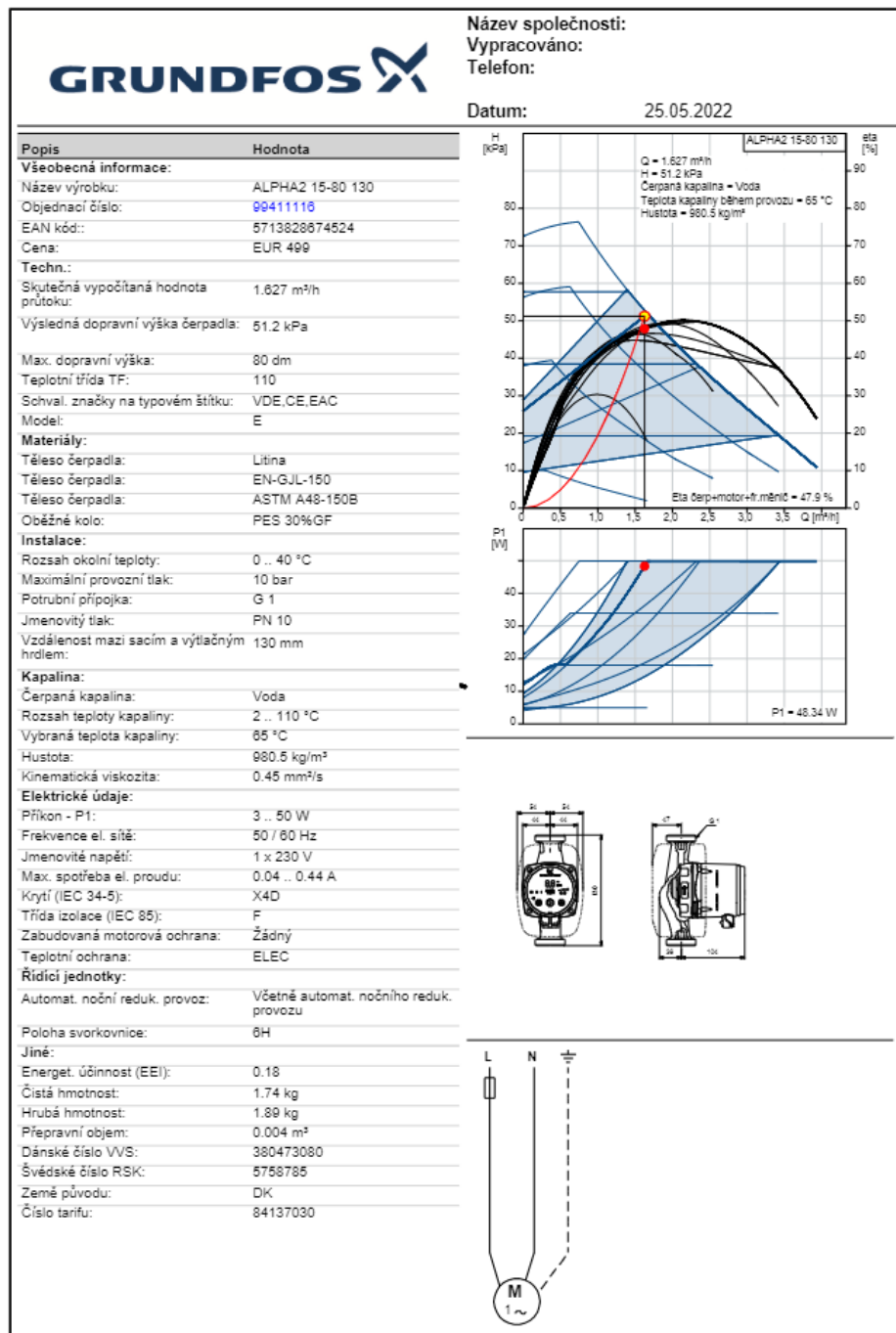
Obrázek 48: Návrh oběhového čerpadla pro větev 2 [21]



## Větev 4

Tlaková ztráta otopného okruhu: 51,201 kPa

Průtok otopným okruhem: 1,627 m<sup>3</sup>/h



Vytlačeno z Grundfos CAPS [2022.22.007]

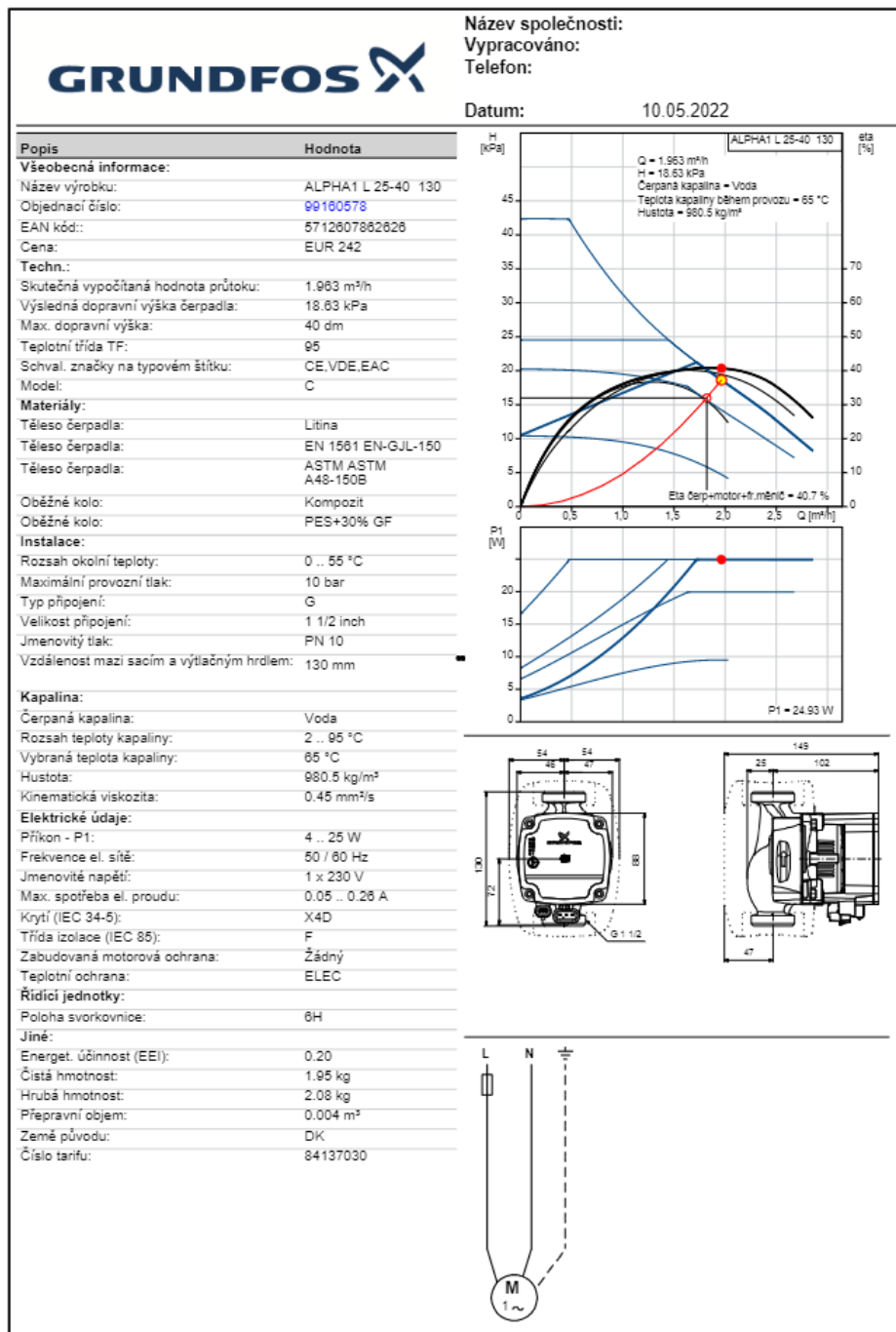
1/1

Obrázek 50: Návrh oběhového čerpadla pro větev 4 [21]

## Větev TUV

Tlaková ztráta otopného okruhu: 15,987kPa

Průtok otopným okruhem: 1,820 m<sup>3</sup>/h



Obrázek 51: Návrh oběhového čerpadla pro větev TUV [21]

## B.10. Návrh zabezpečovacích zařízení

### B.10.1 Návrh expanzní nádoby:

Návrh expanzní nádoby se provádí z důvodu zvětšení objemu otopné vody vlivem teplené roztažnosti z teploty přívodní 10°C na teplotu maximální 65°C.

Vstupní údaje:

Maximální teplota otopné vody  $t_{\max}$ : 65°C

Minimální teplota otopné vody  $t_{\min}$ : 10°C

Výška otopné soustavy  $h$ : 12,4 m

Výška manometrické roviny  $h_{MR}$ : 1,5 m

Výkon kotlů  $Q_P$ : 73,5 kW

#### Objem vody v otopné soustavě:

$$V_0 = V_P + V_{OT} + V_{OTK} + V_{ROZ} + V_{HVDT} + V_K + V_{OH}$$

$$V_0 = 421,76 + 521,42 + 27,76 + 20 + 12 + 24 + 72 = 1098,94 = 1,099 \text{ m}^3$$

$V_P$  – objem vody v potrubí [litr]

$V_{OT}$  – objem vody v deskových otopných tělesech [litr]

$V_{OTK}$  – objem vody v konvektorech [litr]

$V_{ROZ}$  – objem vody v rozdělovači a sběrači [litr]

$V_{HVDT}$  – objem vody v HVDT [litr]

$V_K$  – objem vody v kotli [litr]

$V_{OH}$  – objem vody v zásobníkovém ohříváči teplé vody [litr]

#### Objem vody v potrubí $V_P$

DN potrubí	Délka potrubí [m]	Objem vody na 1 m [l/m]	Objem vody [litr]
15x1	1196,42	0,13	155,53
18x1	163,7	0,20	32,74
22x1	79,6	0,31	24,67
28x1,5	88,9	0,49	43,56
35x,15	176,86	0,80	141,48
42x1,5	4,7	1,19	5,59
54x2	1,4	1,96	2,74
64x2	5,45	2,83	15,42
		<b>Celkem</b>	<b>421,76</b>

### Objem vody v deskových otopných tělesech $V_{OT}$

Výkon otopných těles (bez konvektorů): 52,142 kW

Objem 10 litrů na kW

$$V_{OT} = 10 * 52,142 = 521,42 \text{ litrů}$$

### Objem vody v konvektorech $V_{OTK}$

Vodní objem konvektoru 90/200: 0,298 l/m

Vodní objem konvektoru 90/260: 0,298 l/m

Vodní objem konvektoru 90/320: 0,450 l/m

Celková délka konvektorů 90/200:  $4 * 2,4 = 9,6 \text{ m}$

Celková délka konvektorů 90/260:  $6 * 2,4 = 14,4 \text{ m}$

Celková délka konvektorů 90/320:  $17 * 2,4 + 2 * 2,5 = 45,8 \text{ m}$

$$V_{OTK} = 9,6 * 0,298 + 14,4 * 0,298 + 45,8 * 0,450 = 27,76 \text{ litru}$$

### Objem vody v rozdělovači a sběrači $V_{ROZ}$

20 litru

### Objem vody v HVDT $V_{HVDT}$

12 litru

### Objem vody v kotli $V_K$

24 litru

### Objem vody v zásobníkovém ohřivači teplé vody $V_{OH}$

72 litru

### Výpočet expanzního objemu:

$$V_e = 1,3 * V_0 * n$$

$$V_e = 1,3 * 1,099 * 0,01949 = 27,84 \text{ l}$$

$n$  – součinitel zvětšení objemu = 0,01949 [-]

$$\Delta t = 65 - 10 = 55 \text{ K}$$

**Tabulka 17:** Součinitel zvětšení objemu [22]

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

### Nejnižší dovolený provozní přetlak

$$p_{ddov} \geq p_d$$

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

$$p_{ddov} \geq 1,1 * 12,4 * 1000 * 9,81 * 10^{-3}$$

$$p_{ddov} \geq 133,8 \text{ kPa} \rightarrow \text{volím } 140 \text{ kPa} = p_d$$

$p_d$  – nejnižší dovolený provozní přetlak [kPa]

$p_{ddov}$  – nejnižší provozní přetlak – nejnižší hodnota provozního přetlaku [kPa]

$h$  – výška otopné soustavy [m]

$\rho$  – hustota vody [kg/m<sup>3</sup>]

$g$  – tíhové zrychlení [m/s<sup>2</sup>]

### Nejvyšší dovolený přetlak soustavy

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

$$p_{hdov} \leq 300 - 1,5 * 1000 * 9,81 * 10^{-3} = 285,3 \text{ kPa}$$

$$p_{hdov} \geq 285,3 \text{ kPa} \rightarrow \text{volím } 250 \text{ kPa} = p_{hd}$$

$p_{hdov}$  – nejvyšší provozní přetlak [kPa] – přetlak na který je nastaveno pojistné

zařízení. U pojistného ventilu se rovná otevíracímu přetlaku  $p_{ot}$

$p_k$  – tlak, která je dán maximálním konstrukčním přetlakem jednotlivých prvků soustavy, vztaženým k manometrické rovině [kPa]

### Předběžný objem expanzní nádoby

$$V_{ep} = \frac{V_e * (p_{hp} + 100)}{(p_{hp} - p_d)} = \frac{0,02784 * (250 + 100)}{(250 - 175)} = 0,130 \text{ m}^3$$

$V_e$  – expanzní objem [m<sup>3</sup>]

$p_{hp}$  – předběžný nejvyšší provozní přetlak [kPa]

$p_d$  – nejnižší provozní přetlak [kPa]

### Průměr expanzního potrubí

$$d_p = 10 + 0,6 * Q_p^{0,5} = 10 + 0,6 * 73,5^{0,5} = 15,15 \text{ mm} \rightarrow 18 \times 1 \text{ mm}$$

$Q_p$  – návrhový výkon zdroje [kW]

### Navrhují expanzní nádobu AQUASYSTEM VAV 150 I

Technická dokumentace expanzní nádoby je přílohou této práce. [P7]

## B.10.2 Návrh pojistného ventilu

Pro návrh pojistného ventilu byl použit výpočetní software ze stránek [www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz). [22]

### Vstupní údaje:

Výkon zdroje (kotlů)  $Q_p$ : 73,5 kW

Otevírací přetlak  $p$ : 250 kPa

11.05.22 10:01

Výpočet pojistného ventilu pro kotle a výměníky tepla - TZB-info

## Výpočet pojistného ventilu pro kotle a výměníky tepla

Výpočet vychází z ČSN 06 0830 - Tepelné soustavy v budovách - Zabezpečovací zařízení a řeší návrh pojistného ventilu a pojistného potrubí jako ochrany proti překročení nejvyššího dovoleného přetlaku.

Předpokládá se teplovodní nebo horkovodní otopná soustava.

Zdroj tepla:	Skupina:	Teplotní interval [°C]	vstup do PV	výstup z PV
<input type="radio"/> výměník tepla	A1	$T_1 < 100$	voda	voda
<input checked="" type="radio"/> kotel	A2	$100 < T_1 < t_{2x}$	voda	směs
	A3	$100 \leq t_{2x} \leq T_1$	pára	pára
	<input checked="" type="radio"/> B		pára	pára

$T_1$  - výpočtová teplota ohřívací vody na vstupu  
 $t_{2x}$  - teplota ohřívání vody na mezi odparu při přetlaku  $p_{ot}$

Výpočtové parametry pojistných ventilů: HONEYWELL							
jmenovitá světlost	DN [mm]	1/2"	3/4"	1"	5/4"	6/4"	2"
nejmenší průřez	$S_o$ [mm <sup>2</sup> ]	201	201	452	572		
výtokový součinitel	$\alpha_w$ [-]	0,289	0,449	0,558	0,583		

**Poznámka:** Přednastavené hodnoty průřezového průřezu a výtokového součinitele můžete změnit a výpočet se provede znovu pro Vámi zadané hodnoty.

$p_{ot}$ =	250 kPa	... otevírací přetlak pojistného ventilu
$Q_n$ =	73,5 kW	... jmenovitý výkon zdroje tepla
$S_o$ =	263 mm <sup>2</sup>	... vypočtený minimální průřez sedla pojistného ventilu
	SM 120- 1"	... navržený pojistný ventil
$S_o$ =	452 mm <sup>2</sup>	... skutečný průřez sedla navrženého pojistného ventilu
$d_1$ =	27 mm	... minimální vnitřní průměr vstupního pojistného potrubí
$d_2$ =	27 mm	... minimální vnitřní průměr výstupního pojistného potrubí

**Poznámka:** Na vypočtený vnitřní průměr pojistného potrubí se v případě napojení pohlíží pouze orientačně. Dimenze potrubí musí vyhovovat podmínce, aby tlaková ztráta pojistného potrubí před pojistným ventilem nepřesáhla hodnotu  $0,03 \cdot p_{ot}$  a celková ztráta pojistného potrubí nepřesáhla hodnotu  $0,10 \cdot p_{ot}$

Obrázek 52: Návrh pojistného ventilu [23]



## Teorie výpočtu:

průřez sedla pojistného ventilu je stanoven ze vztahu:	$S_0 = \frac{2 \cdot Q_p}{\alpha_w \cdot \sqrt{p_{ot}}}$	[mm <sup>2</sup> ]	... pro vodu
	$S_0 = \frac{Q_p}{\alpha_w \cdot K}$	[mm <sup>2</sup> ]	... pro páru
kde pojistný výkon	$Q_p = 2 \cdot Q_n$	[kW]	... pro výměníky skupiny A2
	$Q_p = Q_n$	[kW]	... pro ostatní zdroje

vnitřní průměr pojistného potrubí:	$d_v = 10 + 0,6 \cdot \sqrt{Q_p}$	[mm]	... pro případ kdy nemůže dojít k vývinu páry
	$d_p = 15 + 1,4 \cdot \sqrt{Q_p}$	[mm]	... pro případ kdy dochází k vývinu páry

Konstanta  $K$  [kW.mm<sup>-2</sup>] je závislá na stavu syté vodní páry a určí se podle následující tabulky:

$p_{ot}$ [kPa]	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	700	800	900	1000
$K$ [kW.mm <sup>-2</sup> ]	0,5	0,67	0,82	0,97	1,12	1,26	1,41	1,55	1,69	1,83	1,97	2,1	2,37	2,64	2,91	3,18

**Obrázek 53:** Návrh pojistného ventilu [23]


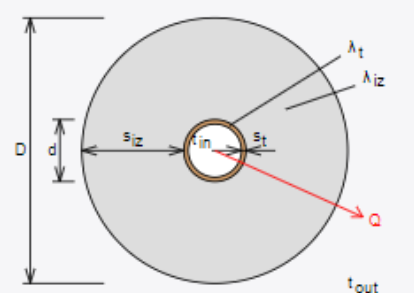
**Navrhují pojistný ventil HONEYWELL SM 120-1“ (DN25) s otevíracím přetlakem na 250 kPa**

Technická dokumentace pojistného ventilu je přílohou této práce. [P8]

## B.11. Návrh tepelné izolace potrubí

Pro návrh tepelné izolace potrubí byl použit výpočetní software ze stránek [www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz). [24]

Navrhuji izolaci ROCKWOOL PIPO ALS

<b>Izolace - podrobné technické informace</b> ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS Rozměry izolace - tl. 25 Tloušťka $s_{iz} = 25$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.038$ W / m K			
<b>Trubka</b> Měď Rozměry trubky - 15x1 Průměr $d = 15$ mm Tloušťka stěny $s_t = 1$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K		Ozezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kařirovaná hliníkovou fólií. Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C	
 <p><math>D = d + 2 s_{iz} = 65</math> mm</p>		<b>Potrubí</b>	
		Teplota média	$t_{in} = 65$ °C
		Teplota v okolí potrubí	$t_{out} = 20$ °C
		Relativní vlhkost vzduchu	$\rho_h = 65$ % ???
		Teplota rosného bodu	$t_w = 13.6$ °C
		Součinitel přestupu tepla	
		na vnějším povrchu	$\alpha_e = 10$ W / m <sup>2</sup> K
		Délka potrubí	$l = 1$ m
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 10 - DN 15 => $U_{o,193/2007} = 0.15$ W / m K		
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_o = 0.15 \leq 0.15$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášký 193/2007		
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 23.3$ °C > $t_w$ => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci		
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 21.2$ W/m		
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 6.7$ W/m		
Energetická úspora izolovaného potrubí	68 %		
Sřední spotřeba izolace	0.1257 m <sup>2</sup> - platí pro plošnou izolaci		

Obrázek 54: Návrh tepelné izolace potrubí

## Navržené tloušťky tepelné izolace na jednotlivé dimenze

**Tabulka 18:** Navržené tloušťky tepelné izolace na jednotlivé dimenze

Dimenze potrubí	Tloušťka tepelné izolace [mm]
15x1	25
18x1	30
22x1	30
28x1,5	40
35x1,5	40
42x1,5	40
54x2	40
64x2	40

## B.12. Návrh výše nespécifikovaných zařízení

### B.12.1 Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků (HVDT)

#### Vstupní údaje:

Výkon zdroje  $Q_p$ : 73,5 kW

Měrná tepelná kapacita  $c$ : 4,186 kJ/kg\*K

Teplotní rozdíl  $\Delta t$ : 10°C

#### Výpočet objemového průtoku:

$$m = \frac{Q}{c * \Delta t} = \frac{73,5}{4,186 * 10} = 1,756 \text{ kg/s} = 6,43 \text{ m}^3/\text{h}$$

$m$  – hmotnostní průtok [kg/s]

$Q$  – výkon zdroje [kW]

$c$  – měrná tepelná kapacita vody [kJ/kg\*K]

$\Delta t$  – teplotní rozdíl [°C]

**Navrhuji HVDT II s maximálním průtokem 8 m<sup>3</sup>/h od firmy ETL-Ekotherm.**

Technická dokumentace HVDT je přílohou této práce. [P9]



**Obrázek 55:** Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků [25]

## B.12.2 Rozdělovač a sběrač

Vstupní údaje:

Výkon zdroje  $Q_p$ : 73,5 kW

Objemový průtok  $V$ : 6,43 m<sup>3</sup>/h

**Tabulka 19:** Jednotlivé parametry R+S MODUL 100 [19]

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

Navrhuji rozdělovač a sběrač MODUL 100 od firmy AQUA Product, který bude obsahovat 10 hrdel DN32, délky hrdla 150mm a roztečí 250mm, 2 hrdla pro napojení zdroje DN65, celková délka 2600 mm, podpory výšky 400 mm.

Technická dokumentace rozdělovače a sběrače je přílohou této práce. [P10]



**Obrázek 56:** Rozdělovač a sběrač [19]

## B.12.3 Trojcestný směšovací ventil

### B.12.3.1 Větev 1

#### Vstupní údaje:

Tlaková ztráta okruhu:  $p_{dis} = 25,449 \text{ kPa}$

Objemový průtok okruhu:  $v = 1,627 \text{ m}^3/\text{h}$

#### Požadovaná tlaková ztráta ventilu pro návrh $k_{vs}$ hodnoty

$$p_{v100} = P'_v * p_{dis} = 0,5 * 25,449 = 12,725 \text{ kPa}$$

$P'_v$  – poměrná autorita ventilu

#### Návrh $k_{vs}$ hodnoty

$$k_{vs} = V * \frac{\sqrt{p_0}}{\sqrt{p_{v100}}} = 1,501 * \frac{\sqrt{100}}{\sqrt{12,725}} = 4,56 \rightarrow \frac{DN20}{k_{vs} = 6,3}$$

#### Skutečná tlaková ztráta ventilu

$$p_{vr} = \left(\frac{V}{k_{vs}}\right)^2 = \left(\frac{1,627}{6,3}\right)^2 = 6,670 \text{ kPa}$$

#### Podmínka minimální tlakové ztráty ventilu

$3 \text{ kPa} < 6,670 \text{ kPa} \rightarrow \text{splněno}$

#### Navrhuji trojcestný směšovací ventil ESBE VRG131 DN20 $k_{vs} = 6,3$

Technická dokumentace trojcestného směšovacího ventilu je přílohou této práce. [P11]

**Tabulka 20:** Parametry trojcestného směšovacího ventilu ESBE VRG131 [17]

#### OTOČNÉ SMĚŠOVACÍ VENTILY ŘADY VRG131, VNITŘNÍ ZÁVIT

Obj. č.	Označení	DN	Kvs *	Připojení	A	B	C	D	Hmot. [kg]	Nahrazuje	Pozn.
1160 01 00	VRG131	15	0.4	Rp 1/2"	36	72	32	50	0.40	—	
1160 02 00	VRG131	15	0.63	Rp 1/2"	36	72	32	50	0.40	3 MG 15-0.6	
1160 03 00	VRG131	15	1	Rp 1/2"	36	72	32	50	0.40	3 MG 15-1.0	
1160 04 00	VRG131	15	1.63	Rp 1/2"	36	72	32	50	0.40	3 MG 15-1.6	
1160 05 00	VRG131	15	2.5	Rp 1/2"	36	72	32	50	0.40	3 MG 15-2.5	
1160 06 00	VRG131	15	4	Rp 1/2"	36	72	32	50	0.40	—	
1160 07 00	VRG131	20	2.5	Rp 3/4"	36	72	32	50	0.43	—	
1160 08 00	VRG131	20	4	Rp 3/4"	36	72	32	50	0.43	3 MG 20-4	
1160 09 00	VRG131	20	6.3	Rp 3/4"	36	72	32	50	0.43	3 MG 20-6.3	
1160 10 00	VRG131	25	6.3	Rp 1"	41	82	34	52	0.70	3 MG 25-8	
1160 11 00	VRG131	25	10	Rp 1"	41	82	34	52	0.70	3 MG 25-12	
1160 12 00	VRG131	32	16	Rp 1 1/4"	47	94	37	55	0.95	3 MG 32-18	
1160 13 00	VRG131	40	25	Rp 1 1/2"	58	116	44	62	1.75	3 G 40-28	
1160 14 00	VRG131	50	40	Rp 2"	62	125	44	62	2.05	3 G 50-44	

### B.12.3.2 Větev 2

#### Vstupní údaje:

Tlaková ztráta okruhu:  $p_{dis} = 18,381 \text{ kPa}$

Objemový průtok okruhu:  $V = 1,417 \text{ m}^3/\text{h}$

#### Požadovaná tlaková ztráta ventilu pro návrh $k_{vs}$ hodnoty

$$p_{v100} = P'_v * p_{dis} = 0,5 * 18,381 = 9,191 \text{ kPa}$$

$P'_v$  – poměrná autorita ventilu

#### Návrh $k_{vs}$ hodnoty

$$k_{vs} = V * \frac{\sqrt{p_0}}{\sqrt{p_{v100}}} = 1,387 * \frac{\sqrt{100}}{\sqrt{9,191}} = 4,67 \rightarrow \frac{DN20}{k_{vs} = 6,3}$$

#### Skutečná tlaková ztráta ventilu

$$p_{vr} = \left(\frac{V}{k_{vs}}\right)^2 = \left(\frac{1,417}{6,3}\right)^2 = 5,059 \text{ kPa}$$

#### Podmínka minimální tlakové ztráty ventilu

$3 \text{ kPa} < 5,059 \text{ kPa} \rightarrow \text{splněno}$

#### Navrhují trojcestný směšovací ventil ESBE VRG131 DN20 $k_{vs} = 6,3$

Technická dokumentace trojcestného směšovacího ventilu je přílohou této práce. [P11]

### B.12.3.3 Větev 3

#### Vstupní údaje:

Tlaková ztráta okruhu:  $p_{dis} = 18,113 \text{ kPa}$

Objemový průtok okruhu:  $V = 1,417 \text{ m}^3/\text{h}$

Výpočet

#### Požadovaná tlaková ztráta ventilu pro návrh $k_{vs}$ hodnoty

$$p_{v100} = P'_v * p_{dis} = 0,5 * 18,113 = 9,057 \text{ kPa}$$

$P'_v$  – poměrná autorita ventilu

### Návrh $k_{vs}$ hodnoty

$$k_{vs} = V * \frac{\sqrt{p_0}}{\sqrt{p_{v100}}} = 1,387 * \frac{\sqrt{100}}{\sqrt{9,057}} = 4,71 \rightarrow \frac{DN20}{k_{vs} = 6,3}$$

### Skutečná tlaková ztráta ventilu

$$p_{vr} = \left(\frac{V}{k_{vs}}\right)^2 = \left(\frac{1,417}{6,3}\right)^2 = 5,059 \text{ kPa}$$

### Podmínka minimální tlakové ztráty ventilu

$$3 \text{ kPa} < 5,059 \text{ kPa} \rightarrow \text{splněno}$$

### Navrhuji trojcestný směšovací ventil ESBE VRG131 DN20 $k_{vs} = 6,3$

Technická dokumentace trojcestného směšovacího ventilu je přílohou této práce. [P11]

### B.12.3.4 Větev 4

#### Vstupní údaje:

Tlaková ztráta okruhu:  $p_{dis} = 24,551 \text{ kPa}$

Objemový průtok okruhu:  $V = 1,627 \text{ m}^3/\text{h}$

Výpočet

#### Požadovaná tlaková ztráta ventilu pro návrh $k_{vs}$ hodnoty

$$p_{v100} = P'_v * p_{dis} = 0,5 * 24,551 = 12,276 \text{ kPa}$$

$P'_v$  – poměrná autorita ventilu

### Návrh $k_{vs}$ hodnoty

$$k_{vs} = V * \frac{\sqrt{p_0}}{\sqrt{p_{v100}}} = 1,501 * \frac{\sqrt{100}}{\sqrt{12,276}} = 4,64 \rightarrow \frac{DN20}{k_{vs} = 6,3}$$

### Skutečná tlaková ztráta ventilu

$$p_{vr} = \left(\frac{V}{k_{vs}}\right)^2 = \left(\frac{1,627}{6,3}\right)^2 = 6,670 \text{ kPa}$$

### Podmínka minimální tlakové ztráty ventilu

$$3 \text{ kPa} < 6,670 \text{ kPa} \rightarrow \text{splněno}$$

### Navrhuji trojcestný směšovací ventil ESBE VRG131 DN20 $k_{vs} = 6,3$

Technická dokumentace trojcestného směšovacího ventilu je přílohou této práce. [P11]



## B.12.4 Vyvažovací ventil

Vyvažovací ventily budou osazeny na patě každé větve

### B.12.4.1 Návrh vyvažovacího ventilu pro větev 1

#### Vstupní údaje:

Tlaková ztráta okruhu:  $p_{dis} = 25,449 \text{ kPa}$

Objemový průtok okruhu:  $V = 1,627 \text{ m}^3/\text{h} = 0,452 \text{ l/s}$

#### Hodnota $K_{vs}$

$$K_{vs} = 36 * \frac{q}{\sqrt{\Delta p}} = 36 * \frac{0,452}{\sqrt{25,449}} = 3,23 \rightarrow \frac{DN25 (2 \text{ otáčky})}{K_{vs}=3,64}$$

Tabulka 21: Hodnoty  $K_v$  pro vyvažovací ventil STAD [17]

#### Kv hodnoty

Otáčky	DN 10	DN 15	DN 20	DN 25	DN 32	DN 40	DN 50
0.5	-	0.136	0.533	0.599	1.19	1.89	2.62
1	0.091	0.226	0.781	1.03	2.09	3.40	4.10
1.5	0.134	0.347	1.22	2.13	3.36	4.74	6.76
2	0.264	0.618	1.95	3.64	5.22	6.25	11.4
2.5	0.461	0.931	2.71	5.26	7.77	9.16	15.8
3	0.799	1.46	3.71	6.65	9.82	12.8	21.5
3.5	1.22	2.07	4.51	7.79	11.9	16.2	27.0
4	1.36	2.56	5.39	8.59	14.2	19.3	32.3

#### Skutečná tlaková ztráta ventilu

$$p_{vr} = \left( \frac{V}{K_{vs}} \right)^2 = \left( \frac{1,627}{3,64} \right)^2 = 19,98 \text{ kPa}$$

Navrhuji vyvažovací ventil STAD DN25 nastaveno na 2 otáčky

Technická dokumentace vyvažovacího ventilu je přílohou této práce. [P12]



Obrázek 57: Vyvažovací ventil STAD [17]

### B.12.4.2 Návrh vyvažovacího ventilu pro větev 2

#### Vstupní údaje:

Tlaková ztráta okruhu:  $p_{\text{dis}} = 18,381 \text{ kPa}$

Objemový průtok okruhu:  $V = 1,417 \text{ m}^3/\text{h} = 0,394 \text{ l/s}$

#### Hodnota $K_{vs}$

$$K_{vs} = 36 * \frac{q}{\sqrt{\Delta p}} = 36 * \frac{0,394}{\sqrt{18,381}} = 3,31 \rightarrow \frac{DN25 (2 \text{ otáčky})}{K_{vs}=3,64}$$

#### Skutečná tlaková ztráta ventilu

$$p_{vr} = \left( \frac{V}{K_{vs}} \right)^2 = \left( \frac{1,417}{3,64} \right)^2 = 15,15 \text{ kPa}$$

#### Navrhuji vyvažovací ventil STAD DN25 nastaveno na 2 otáčky

Technická dokumentace vyvažovacího ventilu je přílohou této práce. [P12]

### B.12.4.3 Návrh vyvažovacího ventilu pro větev 3

#### Vstupní údaje:

Tlaková ztráta okruhu:  $p_{\text{dis}} = 18,113 \text{ kPa}$

Objemový průtok okruhu:  $V = 1,417 \text{ m}^3/\text{h} = 0,394 \text{ l/s}$

#### Hodnota $K_{vs}$

$$K_{vs} = 36 * \frac{q}{\sqrt{\Delta p}} = 36 * \frac{0,394}{\sqrt{18,381}} = 3,31 \rightarrow \frac{DN25 (2 \text{ otáčky})}{K_{vs}=3,64}$$

#### Skutečná tlaková ztráta ventilu

$$p_{vr} = \left( \frac{V}{K_{vs}} \right)^2 = \left( \frac{1,417}{3,64} \right)^2 = 15,15 \text{ kPa}$$

#### Navrhuji vyvažovací ventil STAD DN25 nastaveno na 2 otáčky

Technická dokumentace vyvažovacího ventilu je přílohou této práce. [P12]

#### B.12.4.4 Návrh vyvažovacího ventilu pro větev 4

##### Vstupní údaje:

Tlaková ztráta okruhu:  $p_{dis} = 24,551 \text{ kPa}$

Objemový průtok okruhu:  $V = 1,627 \text{ m}^3/\text{h} = 0,452 \text{ l/s}$

##### Hodnota $K_{vs}$

$$K_{vs} = 36 * \frac{q}{\sqrt{\Delta p}} = 36 * \frac{0,452}{\sqrt{24,551}} = 3,64 \rightarrow \frac{DN25 (2 \text{ otáčky})}{K_{vs}=3,64}$$

##### Skutečná tlaková ztráta ventilu

$$p_{vr} = \left( \frac{V}{K_{vs}} \right)^2 = \left( \frac{1,627}{3,64} \right)^2 = 19,98 \text{ kPa}$$

Navrhuji vyvažovací ventil STAD DN25 nastaveno na 2 otáčky

Technická dokumentace vyvažovacího ventilu je přílohou této práce. [P12]

#### B.12.4.5 Návrh vyvažovacího ventilu pro větev TUV

##### Vstupní údaje:

Tlaková ztráta okruhu:  $p_{dis} = 8,498 \text{ kPa}$

Objemový průtok okruhu:  $V = 1,820 \text{ m}^3/\text{h} = 0,505 \text{ l/s}$

##### Hodnota $K_{vs}$

$$K_{vs} = 36 * \frac{q}{\sqrt{\Delta p}} = 36 * \frac{0,505}{\sqrt{8,498}} = 6,24 \rightarrow \frac{DN25 (3 \text{ otáčky})}{K_{vs}=6,65}$$

##### Skutečná tlaková ztráta ventilu

$$p_{vr} = \left( \frac{V}{K_{vs}} \right)^2 = \left( \frac{1,820}{6,65} \right)^2 = 7,49 \text{ kPa}$$

Navrhuji vyvažovací ventil STAD DN25 nastaveno na 3 otáčky

Technická dokumentace vyvažovacího ventilu je přílohou této práce. [P12]

## B.12.5 Návrh měřiče tepla

Každá bytová jednotka bude osazena měřičem tepla na vratném potrubí.

### Vstupní údaje:

Maximální objemový průtok:  $V = 0,378 \text{ m}^3/\text{h}$

Navrhuji měřič tepla SHARKY 775 DN15 s minimálním průtokem  $0,006 \text{ m}^3/\text{h}$  a maximálním  $1,2 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Tabulka 22: Jednotlivé parametry měřiče tepla SHARKY 775

### Tabulka nominálních průtoků, provedení a parametrů

Jmenovitý průtok	qp	m <sup>3</sup> /h	0,6	0,6	0,6	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	3,5	3,5
Jmenovitý průměr	DN	mm	15	20	20	15	20	20	20	20	25	32
Celková délka	L	mm	110	130	190	110	130	190	130	190	260	260
Start. průtok		l/h	1	1	1	2,5	2,5	2,5	4	7	7	7
Min. průtok	q <sub>i</sub>	l/h	6	6	6	6	6	6	10	35	35	35
Max. průtok	q <sub>s</sub>	m <sup>3</sup> /h	1,2	1,2	1,2	3	3	3	5	5	7	7
Přetížení		m <sup>3</sup> /h	2,5	2,5	2,5	4,6	4,6	4,6	6,7	6,7	18,4	18,4
Provozní tlak	PN	bar	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>	25 <sup>1</sup>
Tlak. ztráta při q <sub>p</sub>	Δp	mbar	85	85	85	75	75	75	100	100	44	44

## B.13. Roční spotřeba energie a paliva

### Vstupní údaje:

Výpočet je proveden podle denostupňové metody

Místo stavy: Nové Město na Moravě

Oblast: Žďár nad Sázavou

Tepelné ztráty budovy:  $Q_Z = 61,756 \text{ kW}$

Tepelný výkon otopných těles:  $Q_{VYT} = 66,779 \text{ kW}$

Počet dnů otopné sezóny:  $d = 252 \text{ dní}$

Průměrná teplota vytápěných místností v objektu:  $t_{is} = 20^\circ\text{C}$

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

Střední venkovní teplota otopné sezóny:  $t_{es} = 2,4^\circ\text{C}$

### B.13.1 Roční spotřeba tepla pro ohřev teplé vody

Spotřeba teplé vody denně:  $V_{2P} = 6,232 \text{ m}^3/\text{den}$

Výstupní teplota vody:  $t_{tv} = 55^\circ\text{C}$

Způsob přípravy teplé vody: zásobníkový ohřev otopnou vodou z plynových kotlů

Požadovaná (využitelná) energie:

$$E_{TV} = V \times c \times (t_2 - t_1) = 6,232 \times 1,163 \times (55 - 10) = 326,152 \text{ kWh/den}$$

Korekce a proměnlivou vstupní teplotu:

léto  $t_{sv,L} = 15^\circ\text{C}$ , zima  $t_{sv,Z} = 10^\circ\text{C}$

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

Roční potřeba energie pro ohřev teplé vody:

$$E_{TV} = E_{TV,d} \times d + k_t \times E_{TV,d} \times (350 - d)$$

$$E_{TV} = 326,152 \times 252 + 0,89 \times 326,152 \times (350 - 252) = 110\,637,28 \text{ kWh/rok} = 110,637 \text{ MWh/rok}$$

Spotřeba energie pro ohřev teplé vody:

$\eta_{zdroj}$  - účinnost kondenzačního kotle Protherm Condens 25 KKO-A je 97,7 %

$\eta_{distr}$  - účinnost distribuce závisí na regulaci soustavy a na tepelné izolaci rozvodů – 0,5

$$E_{TV} = \frac{E_{TV}}{n_{zdroj} * n_{distr}} = \frac{110,637}{0,977 * 0,5} = 226,483 \text{ MWh}$$

**Roční spotřeba energie pro ohřev teplé vody je 226,483 MWh/rok**

### B.13.2 Roční spotřeba tepla pro vytápění

Měrná tepelná ztráta prostupem nebo infiltrací:

$$H_{T+I} = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{66,779}{20 - (-15)} = 1908 \text{ kW/h}$$

Počet denostupňů:

$$D = d \times (t_{is} - t_{es}) = 252 \times (20 - 2,4) = 4435$$

Potřeba energie pro vytápění:

$\varepsilon$  - součinitel vyjadřující vliv nesoučasnosti infiltrace během roku - 0,9

$$E = 24 \times \varepsilon \times e \times D \times H_{T+I} = 24 \times 0,9 \times 4435 \times 1908 = 182,779 \text{ MWh/r}$$

Spotřeba energie pro vytápění:

$$E_{UT} = \frac{E_{UT}}{n_{zdroj} \times n_{distr}} = \frac{182,779}{0,977 \times 0,95} = 196,928 \text{ MWh/rok}$$

Roční spotřeba energie pro vytápění objektu je **196,928 MWh/rok**

### B.13.3 Roční spotřeba paliva

H – výhřevnost zemního plynu  $H = 35 \text{ MJ/m}^3$

$$E = 3600 \times \frac{(E_{TV} + E_{UT})}{H} = 3600 \times \frac{(226,483 + 196,928)}{35} = 43\,550,84 \text{ m}^3/\text{rok}$$

**Roční spotřeba paliva je 43 550,84 m<sup>3</sup>/rok**

## **C. Technická zpráva**

## **C.1. Základní informace**

Objektem projektu je bytový dům určený k bydlení, který se nachází v Novém Městě na Moravě o celkové podlahové ploše 2313,46 m<sup>2</sup>. Skládá se z 1.PP ve kterém se nachází parkoviště pro 16 osobních automobilů, technická místnost a sklepní kóje. Pro bytové prostory slouží celkem 4 nadzemní podlaží, přičemž každé patro disponuje 8 bytovými jednotkami až na 4.NP, kde se nachází celkem 4 byty větších prostorových dispozic a luxusnějšího provedení. Objekt se dělí na dvě části, A a B, které jsou v bytových patrech navzájem zrcadlově symetrické. Dále je objekt vybaven výtahem.

### **C.1.1 Konstrukční řešení**

Konstrukční systém budovy je železobetonový skelet. Obvodové stěny tloušťky 400 mm jsou zhotoveny z cihel Porotherm 30 a tepelné izolace ISOVER tloušťky 100 mm. Vnitřní nosné i nenosné stěny jsou z cihel Porotherm a příčky v provedení KNAUF. Světlá výška stropů všech podlaží je 2600 mm. Úroveň 0,000 = 572,320 m. n. m. Střecha je plochá jednoplášťová, zateplena tepelnou izolací tloušťky 200 mm.

### **C.1.2 Popis provozu**

Objekt bude trvale obýván nájemníky bytových jednotek. Provoz bude celodenní.

### **C.1.3 Podklady pro zpracování projektu**

Podkladem pro zpracování projektu vytápění je výkresová dokumentace stavby, technické listy od výrobců zařízení, platné technické normy a hygienické předpisy.

### **C.1.4 Rozsah práce**

V projektu je řešeno navrhnutí otopné soustavy a přípravy teplé vody pro celý objekt.

## **C.2. Tepelné ztráty a potřeba tepla**

### **C.2.1 Klimatické podmínky v místě stavby**

Místo stavby:	Nové město na Moravě
Nadmořská výška:	572,320 m.n.m.
Výpočtová venkovní teplota:	-15 °C
Průměrná venkovní teplota:	2,4 °C
Počet dní otopného období:	252 dní



## **C.2.2 Vnitřní návrhové podmínky**

24°C – Koupelny

20°C – Obytné prostory (obývací pokoj, kuchyně, předsíň, pokoj, záchod)

15°C – Společné prostory (chodby, schodiště, vstupní místnosti, kočárkárna)

5°C – Prostory v podzemním podlaží (parkoviště, sklepní kóje, technická místnost, sklad, úklidová místnost)

## **C.2.3 Tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí**

Tepelně technické parametry navržených konstrukcí jsou v souladu s požadavky ČSN 73 0540-2:2011. Výpočet tepelných ztrát byl proveden dle ČSN EN 12 831-1. Průměrný součinitel obálky budovy je 0,345 W/(m<sup>2</sup>\*K).

## **C.2.4 Tepelné ztráty budovy**

Celkové tepelné ztráty objektu činí 61,756 kW

Výpočet tepelných ztrát byl proveden pomocí programu Excel. Do výpočtu byly zahrnuty všechny prostory v objektu.

## **C.2.5 Požadovaný tepelný výkon**

Celkový požadovaný tepelný výkon pro vytápění činí 66,779 kW

Celkový požadovaný tepelný výkon pro ohřev teplé vody činí 20,783 kW

Tělesa jsou navržena v obytné části budovy (1. až 4. NP), podzemní podlaží se uvažuje jako nevytápěné.

## **C.2.6 Spotřeba energie/paliva pro vytápění a ohřev teplé vody**

### **C.2.6.1 Spotřeba energie pro vytápění a ohřev teplé vody**

Spotřeba energie pro vytápění: 196,928 MWh/rok

Spotřeba energie pro ohřev teplé vody: 226,483 MWh/rok

### **C.2.6.2 Spotřeba paliva pro vytápění a ohřev teplé vody**

Spotřeba paliva (zemní plyn): 43 550,84 m<sup>3</sup>/rok

### **C.2.7 Parametry teplotní látky**

Teplotní látkou otopné soustavy je voda

Teplotní spád pro otopnou soustavu je 65/55°C

Teplotní spád pro ohřev teplé vody je 80/60°C

Teplotní spád pro kotlový okruh je 80/60°C

## **C.3. Zdroj tepla a příprava teplé vody**

Zdrojem tepla jsou tři závěsné kondenzační plynové kotle Protherm Panther Condens 25 KKO-A s plynulou regulací výkonu 5,9 – 24,5 kW. Kotle jsou v provedení C, kdy odvod spalin a přívod spalovacího vzduchu je zajištěn koaxiálním potrubím vyvedeným z objektu. V patě odkouření je nutno zajistit odvod a případnou neutralizaci kondenzátu. Kotle jsou umístěny v podzemním podlaží v technické místnosti.

Ohřev teplé vody zajišťují dva nepřímotopné zásobníky Q7-2000-ZJV, každý o objemu 2000l.

### **C.3.1 Odkouření**

Odkouření od kotlů je provedeno výrobcem dodávaného certifikovaného systému odkouření, které ústí do komínu mimo objekt.

### **C.3.2 Větrání technické místnosti**

V technické místnosti je zajištěna minimální výměna vzduchu přirozeným větráním okenním otvorem.

### **C.3.3 Zabezpečovací zařízení**

Zabezpečovací zařízení zajišťují ochranu před překročením nejvyššího pracovního tlaku v potrubí, překročení maximální teploty nebo nedostatku vody v soustavě. Zajišťují také kompenzaci změny objemu otopné vody.

Součástí každého kotle je expanzní nádoba o objemu 8 l. Dle výpočtu je tento objem všech tří expanzních nádob nedostačující, proto byla navržena externí expanzní nádoba AQUASYSTEM VAV o objemu 150 l, která je napojena na okruh pomocí potrubí dimenze 18x1.

Kotle obsahují vlastní pojistné ventily, které nejsou dostatečně specifikovány. Proto byl navržen pojistný ventil HONEYWELL SM 120-1“ (DN25) s otevíracím přetlakem 250 kPa.

## C.4. Otopná soustava

### C.4.1 Popis otopné soustavy

V objektu je navržena teplovodní, uzavřená, protiproudá soustava s tepelným spádem 65/55°C s nuceným oběhem otopné vody pomocí čerpadel, která je dělena na 4 větve pro vytápění, větev pro ohřev teplé vody a kotlový okruh. Teplotní spád pro kotlový okruh a větev pro ohřev teplé vody je 80/60°C. Rozdělovač/sběrač je od kotlového okruhu oddělen hydraulickým vyrovnávačem dynamických tlaků. Z rozdělovače a sběrače, který se nachází v technické místnosti, potrubí vede pod strop, kde je dále vedeno k 8 stoupacím potrubím, které zajišťují distribuci otopné vody do všech pater. Ze stoupacího potrubí je potrubí napojeno na měřicí soustavu, která zajišťuje odečet spotřeby otopné vody pro jednotlivé byty. V bytech je k otopným tělesům potrubí vedeno v podlaze. Otopná tělesa jsou vybaveny termostatickými hlavicemi. Potrubí je izolováno tepelnou izolací. Délkové změny jsou kompenzovány U kompenzátory na větších trasách, jako v podzemním podlaží a na stoupacím potrubí. Dilatace potrubí je jinak řešena přirozeným vedením trasy.

### C.4.2 Oběhová čerpadla

Nucenou cirkulaci otopné soustavy zajišťují čerpadla řady Alpha od společnosti Grundfos. Čerpadla byla navržena pomocí výpočtového softwaru výrobce Grundfos.

### C.4.3 Armatury a zařízení

Pojistné ventily:	HONEYWELL SM 120-1“ DN25
Expanzní nádoba:	AQUASYSTEM VAV 150 l
Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků:	AQUA Product - HVDT II
Automatická bloková úpravna vody:	DETO ABUV 200
Rozdělovač a sběrač:	AQUA Product – MODUL 100
Nepřímotopné ohřivače teplé vody:	Q7-2000-ZJV
Čerpadla:	GRUNDFOS APLHA2 15-80 130 GRUNDFOS APLHA1 L 25-40 130
Trojcestné směšovací ventily:	ESBE VRG 131
Vyvažovací ventily:	STAD
Měřič tepla:	SHARKY 775
Termostatické ventily:	Ventil Kompakt Multilux 4 Set s hlavicí Halo V-exact II

Uzavírací ventily:

H-šroubení Vekolux

Šroubení Regulux

#### **C.4.4 Napouštění a vypouštění soustavy**

Dopouštění vody do otopného systému se spouští ručně nebo automaticky v závislosti na regulačních prvcích přes blokovou automatickou úpravnu vody DETO ABUV 200.

Vypouštění celou soustavu je možné pomocí vypouštěcích ventilů na HVDT nebo na rozdělovači a sběrači. V případě potřeby je možné vypouštět jednotlivou větev zvlášť vypouštěcími ventily osazených na patě soustavy nad rozdělovačem a sběračem.

#### **C.4.5 Tepelná izolace**

Potrubní rozvody jsou izolovány tepelnou izolací ROCKWOOL POPI pro zamezení tepelných ztrát při distribuci otopné vody. Tloušťky tepelné izolace jsou stanoveny výpočtem pro každou velikost potrubí pomocí výpočetního software na webových stránkách [www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz).

#### **C.4.6 Otopná tělesa**

Přenos tepla do vytápěných místností zajišťují desková otopná tělesa RADIK VK a KORATHERM HORIZONTAL VKM, trubková tělesa KORALUX LINEAR CLASSIC a KORATHERM AQUAPANEL, a konvektory KORAFLEX Optimal FKO.

Celkový výkon všech těles v objektu je 63,539 kW.

#### **C.4.7 Měření a regulace otopné soustavy**

Otopná soustava a provoz kotlů jsou regulovány pomocí ekvitermního regulátoru od společnosti Protherm. Regulátor se umístí v místnosti, která bude z hlediska tepelných ztrát a z hlediska světové strany nejvíce zatížena. Do exteriéru se nainstaluje čidlo, které je propojené s regulátorem a předává mu informaci o venkovní teplotě. Čidlo nesmí být na místě, kde by bylo ovlivňováno přímým slunečním zářením.

Hydraulické vyvážení soustavy je provedeno pomocí vestavěných termostatických ventilů v otopných tělesech Ventil Kompakt, u trubkových těles KORALUX LINEAR CLASSIC a KORATHERM AQUAPANEL pomocí ventilu Multilux 4 a u konvektorů KORAFLEX Optimal FKO ventilem V-exact II.

Nepřímotopný zásobníkový ohříváč bude regulován pomocí termostatu a zásobníku, který je propojen s řídicí jednotkou kotlů a zapíná a vypíná oběhová čerpadla na větvi pro ohřev teplé vody.

## **C.5. Požadavky na profese**

### **C.5.1 Stavební práce**

Z technické místnosti bude vyvedeno odkouření od kotlů, které bude ústít v komínu mimo objekt. Potrubí vedené pod stropem bude uchyceno pomocí ocelových úchytek. Potrubí vedené v podlaze musí být vyhotoveno před zalitím podlahy vyrovnávací vrstvou. Svislé potrubí bude vedené v instalačních šachtách. Déle je nutné vybudovat prostupy konstrukcemi, kde povede otopné potrubí.

### **C.5.2 Zdravotechnika**

Pro napuštění nebo doplňování vody v otopné soustavě a zásobníků teplé vody musí být do technické místnosti zavedeno vodovodní potrubí studené vody, které se napojí na blokovou automatickou úpravnu vody

Pro odvod kondenzátu je nutné napojit odvod kondenzátu na kanalizaci a vybudovat podlahovou vpusť v technické místnosti.

### **C.5.3 Plynoinstalace**

Do technické místnosti bude zavedeno plynové potrubí, které se napojí na plynové kondenzační kotle.

### **C.5.4 Elektroinstalace**

Pro napojení kotlů, regulačních zařízení a čerpadel musí být v jejich blízkosti vybudováno napojení na elektroinstalaci ukončenou zásuvkami 230V/50Hz.

3x kotel Protherm Panther Condens 25 KKO-A	3x151 W
Čerpadlo Grundfos Alpha1 L 25-40 130	25 W
4x čerpadla Grundfos Alpha2 15-80 130	4x50 W

## **C.6. Montáž a uvedení do provozu**

Při montáži musí být dodrženy zásady BOZP, technologické postupy, předepsané montážní postupy výrobců, čím se maximálně zamezí nefunkčnosti systému nebo poruchám.

## **C.6.1 Zdroj tepla**

Montáž a uvedení do provozu smí provádět pouze osoba s dostatečnou kvalifikací. Osoba, která provádí montáž musí být držitelem osvědčení o kvalifikaci pro provádění dané činnosti.

## **C.6.2 Otopná soustava**

Montáž a uvedení do provozu smí provádět pouze osoba s dostatečnou kvalifikací. Osoba, která provádí montáž musí být držitelem osvědčení o kvalifikaci pro provádění dané činnosti.

## **C.6.3 Zkoušky**

### **C.6.3.1 Dilatační zkouška**

Soustava se provede ohřátím teplotonosné látky na maximální pracovní teplotu a poté se znovu ochladí. Tento postup je opakován dvakrát. Při zkoušce nesmí být zjištěny netěsnosti ani žádné jiné závady.

### **C.6.3.2 Zkouška těsnosti**

Zkouška těsnosti se provádí po dokončení všech rozvodů a před jejich zakrytím. Zkouška se provádí na nejvyšší dovolený přetlak, na který je soustava navržena. Po dosažení nejvyššího dovoleného přetlaku se vizuálně zkontrolují veškeré rozvody, spoje a zařízení. Těsnost se kontroluje minimálně po dobu 6 hodin. Zkouška se považuje za úspěšnou, pokud se neobjeví žádná netěsnost a nedojde-li ke znatelnému poklesu tlaku.

### **C.6.3.3 Topná zkouška**

Účelem topné zkoušky je zajištění správné funkce chodu soustavy a její hydraulické vyvážení. Před zkouškou se provede autorizované uvedení kotlů do provozu a soustava se dvakrát propláchne ohřátou vodou.

Při topné zkoušce se kontroluje:

- Správná funkce regulačních zařízení a armatur
- Správná funkce zabezpečovacích zařízení
- Výkon zdroje
- Výkon přípravy teplé vody
- Dosažení technických předpokladů projektu
- Dosažení projektované účinnosti zdroje
- Rovnoměrné ohřívání všech otopných těles

## **C.7. Obsluha a ovládání**

Provoz a užívání zařízení může provádět pouze zaškolená osoba. Při obsluze zařízení je nutno dodržovat postupy uvedené v návodech k obsluze zařízení a bezpečnostní podmínky zařízení. Předání návodů a pokynů pro obsluhu zařízení je povinností zhotovitele zařízení. Bezpečnost, ochrana zdraví a životního prostředí

### **C.7.1 Ochrana životního prostředí**

Instalací a provozem nesmí dojít k poškození životního prostředí, nebo zhoršení vlivů na životní prostředí.

### **C.7.2 Hospodaření s odpady**

Při realizaci i při provozu je nutno splňovat požadavky na hospodaření s odpady dle zák. 185/01 Sb.

### **C.7.3 Bezpečnosti při realizaci**

Všechny práce budou provádět pouze osoby, které mají příslušnou kvalifikaci k dané činnosti. Zhotovitel musí zajistit bezpečnost při realizaci díla dle zákona č. 262/2006 Sb. ve znění pozdějších předpisů a vyhlášky č.591/2006 Sb.

### **C.7.4 Požární ochrana**

Při realizaci a provozu zařízení je nutno dodržovat požadavky na požární ochranu, které stanovuje ČSN 73 0810.

## Závěr

Primární cíl této práce bylo navrhnutí a vypracování projektu, který řeší vytápění objektu a přípravu teplé vody v novostavbě bytového domu v Novém Městě na Moravě.

Práce je dělena do tří částí. V první teoretické části jsem se zabýval otopnými těles používanými v otopné soustavě.

Část druhá obsahuje samotný návrh a výpočty k projektu. Vyšetřovaný objekt má teplené ztráty 61,756 kW s průměrným součinitelem prostupu tepla 0,345 W/(m<sup>2</sup>\*K).

Pro vytápění byla navržena teplovodní dvoutrubková soustava s měděným potrubím, protiproudá, uzavřená, s nuceným oběhem otopné vody. Teplotní spád pro vytápění byl zvolen 65/55°C a pro kotlový okruh a zásobník byl navrhnout spád 80/60°C. Nucený oběh zajišťují čerpadla, které jsou osazeny na patách větví v technické místnosti. Distribuce tepla do prostorů zajišťují desková otopná tělesa, pro koupelny jsem zvolil desková otopná tělesa a pro pokoje s francouzskými okny byly, pro lepší prostorovou dispozici, použity podlahové konvektory. Zdrojem soustavy jsou tři plynové kondenzační kotle o celkovém výkonu 73,5 kW. Pro ohřev teplé vody jsou navrženy dva nepřímotopné zásobníky o objemu 2x2000 l. Byla navržena expanzní nádoba, pojistný ventil, rozdělovač a sběrač, neutralizační box na neutralizaci kondenzátu a další prvky související se systémem.

Třetí částí je technická dokumentace, která shrnuje výsledky dosažené v projektu

Bakalářská práce byla sepsaná dle příslušných norem a platných předpisů.



## Seznam použitých zdrojů

1. PŘEDNÁŠKA 3. *Otopné plochy a otopná tělesa*. [Online] [Citace: 15. 5 2022.] Dostupné z: [https://lms.fce.vutbr.cz/pluginfile.php/103349/mod\\_resource/content/0/P%C5%99edn%C3%A1%C5%A1ka%203%20otopn%C3%A9%20soustavy%2C%20otopn%C3%A1%20t%C4%9Blesa.pdf](https://lms.fce.vutbr.cz/pluginfile.php/103349/mod_resource/content/0/P%C5%99edn%C3%A1%C5%A1ka%203%20otopn%C3%A9%20soustavy%2C%20otopn%C3%A1%20t%C4%9Blesa.pdf).
2. TERMOWATT. [Online] [Citace: 15. 5 2022.] Dostupné z: <http://www.termowatt.cz/Infrapanely/Infrapanely-princip.aspx>.
3. TOPENÍ-TOPENÁŘI. *Článeková otopná tělesa*. [Online] [Citace: 15. 5 2022.] Dostupné z: <https://www.topeni-topenari.eu/topeni/otopna-telesa/clankova/>.
4. TZBINFO. *Otopné plochy (II) - Druhy otopných těles*. [Online] 15. 2 2006. [Citace: 15. 5 2022.] Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/otopne-plochy/3064-otopne-plochy-ii-druhy-otopnych-teles>.
5. UČEBNÍ TEXT PRO OBOR INSTALATÉR, 2. ROČNÍK. [Online] [Citace: 15. 5 2022.] Dostupné z: <https://publi.cz/books/176/02.html>.
6. VIADRUS. [Online] [Citace: 15. 5 2022.] Dostupné z: <https://www.viadrus.cz/>.
7. VOMBAT. [Online] [Citace: 15. 5 2022.] Dostupné z: <https://www.vobmat.cz/vyprodej/radiatory>.
8. BYDLENÍ PRO KAŽDÉHO. [Online] [Citace: 14. 5 2022.] Dostupné z: <https://koupelny-wc.bydleniprokazdeho.cz/voda-plyn-a-topeni/vse-o-vytapani-7.-vyber-radiatoru>.
9. KORADO a.s. [Online] [Citace: 14. 5 2022.] Dostupné z: <https://www.korado.cz/>.
10. PŘEDNÁŠKA 4,5. *Otopné plochy (pokračování)*. [Online] [Citace: 15. 5 2022.] [https://lms.fce.vutbr.cz/pluginfile.php/105011/mod\\_resource/content/0/P%C5%99edn%C3%A1%C5%A1ka%204%2C5.pdf](https://lms.fce.vutbr.cz/pluginfile.php/105011/mod_resource/content/0/P%C5%99edn%C3%A1%C5%A1ka%204%2C5.pdf).
11. TOPENÍ-TOPENÁŘI. *Trubková otopná tělesa*. [Online] [Citace: 15. 5 2022.] Dostupné z: <https://www.topeni-topenari.eu/topeni/otopna-telesa/trubkova/>.
12. TOPENÁŘSTVÍ INSTALACE. [Online] 12. 4 2018. [Citace: 24. 5 2022.] Dostupné z: <https://www.topin.cz/clanky/inovace-v-portfoliu-konvektoru-detail-3907>.
13. ELVL. [Online] [Citace: 24. 5 2022.] Dostupné z: <https://www.elvl.cz/onas/clanek-14.php>.
14. BUILDEX. [Online] [Citace: 24. 5 2022.] Dostupné z: <https://buildex.techinfus.com/cs/radiatory/ustanovka-konvektorov-otopeniya.html>.
15. VODATEPLO.CZ. [Online] [Citace: 24. 5 2022.] Dostupné z: <https://www.vodateplo.cz/nastenny-konvektor-jaga-strada-650x800-typ-11-twin-barva-standard-strw065-080-11>.
16. MINIB. [Online] [Citace: 24. 5 2022.] Dostupné z: <https://www.minib.cz/cs/default>.

17. IMI Hydronic Engineering. [Online] [Citace: 14. 5 2022.] Dostupné z: <https://www.imi-hydronic.com/cs>.
18. PROTHERM. [Online] [Citace: 14. 5 2022.] Dostupné z: <https://www.protherm.cz/pro-nase-zakazniky/produkty/kondenzacni-kotel-panther-condens-0.html>.
19. AQUAP RODUCT. [Online] [Citace: 14. 5 2022.] Dostupné z: <https://www.aquaproduct.cz/>.
20. DOCPLAYER. [Online] [Citace: 14. 5 2022.] Dostupné z: <https://docplayer.cz/5011749-Medene-trubky-a-tvarovky-v-technickych-zarizenich-budov-montazni-pokyny-vytapeni-voda-plyn-topne-oleje-stlaceny-vzduch.html>.
21. GRUNDFOS. [Online] [Citace: 14. 5 2022.] Dostupné z: <https://www.grundfos.com/cz>.
22. TZBINFO. [Online] [Citace: 14. 5 2022.] Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/>.
23. TZBINFO. *Výpočet pojistného ventilu pro kotle a výměníky tepla.* [Online] [Citace: 14. 5 2022.] Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/43-vypocet-pojistneho-ventilu-pro-kotle-a-vymeniky-tepla>.
24. TZBINFO. *Výpočet tepelné ztráty potrubí s izolací.* [Online] [Citace: 14. 5 2022.] Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/44-vypocet-tepelne-ztraty-potrubí-s-izolaci>.
25. ETL. [Online] [Citace: 5. 5 2022.] Dostupné z: <https://www.etl.cz/>.
26. PEGAS KOUPELNY. [Online] [Citace: 15. 5 2022.] Dostupné z: [https://www.koupelnypegas.cz/koupelnove-radiatory/hopa-koupelny-radiator-trick-530-1847-mm-vykon-848-w-skupina-barev-1-spodni-pripojeni?gclid=Cj0KCQjwyYKUBhDJARIsAMj9lkHwlgmwN-rLfElYNS4Ok5qq8XSq6Gkm1XOk7zOTMB2PZxdHd1tV-BEaAliwEALw\\_wcB](https://www.koupelnypegas.cz/koupelnove-radiatory/hopa-koupelny-radiator-trick-530-1847-mm-vykon-848-w-skupina-barev-1-spodni-pripojeni?gclid=Cj0KCQjwyYKUBhDJARIsAMj9lkHwlgmwN-rLfElYNS4Ok5qq8XSq6Gkm1XOk7zOTMB2PZxdHd1tV-BEaAliwEALw_wcB).

## Software

1. Autodesk Autocad 2020
2. Microsoft Excel
3. Microsoft Word
4. Korado – program pro přepočítání tepelných výkonů otopných těles
5. TZB-info, Výpočet tlakové ztráty třením v potrubí
6. TZB-info, Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu
7. TZB-info, Výpočet pojistného ventilu pro kotle a výměníky tepla
8. Grundfos Product Center – program pro návrh oběhových čerpadel

## **Použité normy a předpisy**

ČSN 73 0540 – Tepelná ochrana budov

ČSN 73 4201 – Komíny a kouřovody

ČSN 73 0810 – Požární bezpečnost staveb

ČSN 06 0310 – Tepelné soustavy v budovách – Projektování a montáž

ČSN 06 0320 – Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody – Navrhování a projektování

ČSN 06 1101 – Otopná tělesa pro ústřední vytápění

ČSN 06 0830 – Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení

ČSN 06 0205 – Tepelné soustavy v budovách – navrhování teplovodních otopných soustav

ČSN 06 0830 – Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení

ČSN 07 0703 – Kotelny se zařízeními na plynná paliva

ČSN 01 1101 – Otopná tělesa pro ústřední vytápění

ČSN 38 3350 – Zásobování teplem – Všeobecné zásady

ČSN EN 442-1 – Otopná tělesa část 1

ČSN EN 12831-1– Energetická náročnost budov – Výpočet tepelného výkonu

ČSN EN 15316-3- Energetická náročnost budov – Metoda výpočtu potřeb energie a účinností soustav

Zákon č. 406/2000 Sb. – Zákon o hospodaření energií

Zákon č. 201/2012Sb. – Zákon o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů

Zákon č. 185/2001 Sb. – Zákon o odpadech

Vyhláška 193/2007Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Proudění vzduchu v místnosti s konvekčním otopným tělesem [2] .....	13
Obrázek 2: Litinová otopná tělesa Viadrus [6].....	14
Obrázek 3: Hliníkové článkové otopné těleso [7] .....	15
Obrázek 4: Ocelové článkové otopné těleso [8].....	15
Obrázek 5: Deskové otopné těleso [9].....	16
Obrázek 6: Deskové otopné těleso typ 22 – pohled shora [9].....	16
Obrázek 7: Přehled typů deskových otopných těles [9] .....	17
Obrázek 8: Boční napojení deskového otopného tělesa KORADO RADIK KLASIK [9] .....	18
Obrázek 9: Spodní napojení v provedení Ventil Kompakt [9].....	18
Obrázek 10: Možnosti napojení tělesa RADIK VKM8 [9].....	19
Obrázek 11: Termostatický ventil [8].....	19
Obrázek 12: Uzavírací H šroubení [9].....	19
Obrázek 13: Trubkové otopné těleso KORALUX LINEAR CLASSIC-M [9].....	20
Obrázek 15: Napojení trubkového tělesa oboustranné shora dolů [9].....	21
Obrázek 14: Napojení trubkového tělesa spodní zdola dolů [8] .....	21
Obrázek 16: Napojení trubkového tělesa spodní středové [9].....	21
Obrázek 17: Chromové trubkové otopné těleso [9].....	21
Obrázek 18: Designové těleso [22] .....	22
Obrázek 19: Designové těleso KORALUX NEO [8].....	22
Obrázek 20: Trubkové otopné těleso s elektrickým topným tělesem [1] .....	22
Obrázek 21: Podlahový konvektor [9].....	23
Obrázek 22: Trubkový výměník s lamelami podlahového konvektoru [9].....	24
Obrázek 23: Přirozené proudění vzduchu u podlahového konvektoru [13].....	25
Obrázek 24: Nucené proudění vzduchu u podlahového konvektoru [14].....	25
Obrázek 25: Konvektor s čtyřtrubkovým okruhem [9] .....	26
Obrázek 26: Nástěnný konvektor [15].....	26
Obrázek 27: Otopná lavice s výdechovou mřížkou [9] .....	27
Obrázek 28: Otopná lavice s deskou [9].....	27
Obrázek 29: Soklový konvektor [16] .....	28
Obrázek 30: Fasádní konvektor [9] .....	28
Obrázek 31: Deskové těleso RADIK VK [9] .....	51
Obrázek 32: Umístění šroubení a termostatického ventilu na RADIK VK [9].....	51
Obrázek 33: Termostatický ventil pro tělesa VK [9] .....	51
Obrázek 34: Regulační H přímé šroubení Heimeier Vekolux [17] .....	53

Obrázek 35: Trubkové otopné těleso KORALUX LINEAR CLASSIC [9].....	54
Obrázek 36: Multilux 4 Set s hlavicí Halo [9] .....	55
Obrázek 37: KORAFLEX Optimal FKO [9].....	56
Obrázek 38: Napojení konvektoru výšky 90 mm, šířky 260 mm [9] .....	56
Obrázek 39: Napojení konvektoru výšky 90 mm, šířky 320 mm [9] .....	57
Obrázek 40: Termostatický ventil Heimeier V-exact II [17].....	57
Obrázek 41: Uzavírací šroubení Heimeier Regulux [17].....	58
Obrázek 42: Designové těleso KORATHERM HORIZONTAL-M [9].....	59
Obrázek 43: Designové otopné těleso KORATHERM AQUAPANEL [9] .....	60
Obrázek 44: Designové otopné těleso KORATHERM AQUAPANEL [9] .....	60
Obrázek 45: Odvod spalin [18].....	65
Obrázek 46: Navrhování U kompenzátoru [20].....	71
Obrázek 47: Návrh oběhového čerpadla pro větev 1 [21] .....	72
Obrázek 48: Návrh oběhového čerpadla pro větev 2 [21] .....	73
Obrázek 49: Návrh oběhového čerpadla pro větev 3 [21] .....	74
Obrázek 50: Návrh oběhového čerpadla pro větev 4 [21] .....	75
Obrázek 51: Návrh oběhového čerpadla pro větev TUV [21].....	76
Obrázek 52: Návrh pojistného ventilu [23].....	80
Obrázek 53: Návrh pojistného ventilu [23].....	81
Obrázek 54: Návrh tepelné izolace potrubí.....	82
Obrázek 55: Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků [25] .....	84
Obrázek 56: Rozdělovač a sběrač [19] .....	85
Obrázek 57: Vyvažovací ventil STAD [17].....	89

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Výpočet součinitelů prostupu tepla pro konstrukce .....	31
Tabulka 2: Součinitel prostupu tepla pro otvory .....	35
Tabulka 3: Výpočet tepelných ztrát pro místnost B1.01.1 .....	36
Tabulka 4: Výpočet tepelných ztrát pro místnost B1.01.2 .....	37
Tabulka 5: Výpočet tepelných ztrát pro místnost B1.01.3 .....	38
Tabulka 6: Výpočet tepelných ztrát pro místnost B1.01.4 .....	39
Tabulka 7: Výpočet tepelných ztrát pro místnost B1.01.5 .....	40
Tabulka 8: Souhrn tepelných ztrát jednotlivých místností .....	41
Tabulka 9: Celkový tepelný výkon otopných těles .....	45
Tabulka 10: Nastavení termostatického ventilu podle otáček [9] .....	52
Tabulka 11: Nastavení H šroubení podle otáček [9] .....	54
Tabulka 12: Nastavení ventilu Miltlux 4 podle otáček [9].....	56
Tabulka 13: Nastavení ventilu Heimeier V-exact II podle otáček [17].....	58
Tabulka 14: Podíl potřeby energie pro teplou vodu během dne.....	62
Tabulka 15: Jednotlivé parametry neutralizačního boxu [19].....	66
Tabulka 16: Dimenzování a hydraulické posouzení pro 1. větev – byt B4.13.....	67
Tabulka 17: Součinitel zvětšení objemu [22] .....	78
Tabulka 18: Navržené tloušťky tepelné izolace na jednotlivé dimenze .....	83
Tabulka 19: Jednotlivé parametry R+S MODUL 100 [19].....	85
Tabulka 20: Parametry trojcestného směšovacího ventilu ESBE VRG131 [17] .....	86
Tabulka 21: Hodnoty Kv pro vyvažovací ventil STAD [17] .....	89
Tabulka 22: Jednotlivé parametry měřiče tepla SHARKY 775 .....	92

## Seznam grafů

Graf 1: Tlakové ztráty termostatického ventilu [9].....	52
Graf 2: Tlakové ztráty H šroubení Vekolux [17].....	53
Graf 3: Tlakové ztráty ventilu Multilux 4 [9] .....	55
Graf 4: Tlakové ztráty ventilu Heimeier V-exact II [17] .....	57
Graf 5: Tlakové ztráty šroubení Regulux [17].....	59
Graf 6: Stanovení odběru a dodávky tepla.....	62



# Přílohy

## Textové přílohy

- P1 Výpočet tepelných ztrát všech místností
- P2 Kompletní návrh otopných těles
- P3 Technická dokumentace zásobníkového ohříváče Q7-2000-ZJV
- P4 Technická dokumentace kotle POROTHERM PONTHER CONDENS 25 KKO-A
- P5 Technická dokumentace neutralizačního boxu AQUA PRODUCT NB104
- P6 Kompletní výpočet dimenzování potrubí a hydraulického vyvážení
- P7 Technická dokumentace expanzní nádoby AQUA TRADING VAV 150I
- P8 Technická dokumentace pojistného ventilu HONEYWELL SM120
- P9 Technická dokumentace HVDT ETL-Ekotherm
- P10 Technická dokumentace rozdělovače a sběrače AQUA PRODUCT MODEL 100
- P11 Technická dokumentace trojcestného směšovacího ventilu ESBE VRG131
- P12 Technická dokumentace vyvažovacího ventilu STAD
- P13 Technická dokumentace měřice tepla SHARKY 775
- P14 Technická dokumentace automatické blokované úpravny vody DETO ABUV 200

## Výkresy

- V1 Půdorys 1.PP
- V2 Půdorys 1.NP
- V3 Půdorys 2.NP
- V4 Půdorys 3.NP
- V5 Půdorys 4.NP
- V6 Rozvinutý řez otopné soustavy větev 1
- V7 Rozvinutý řez otopné soustavy větev 2
- V8 Rozvinutý řez otopné soustavy větev 3
- V9 Rozvinutý řez otopné soustavy větev 4
- V10 Půdorys technické místnosti
- V11 Schéma technické místnosti