



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

## NÁVRH VYTÁPĚNÍ KANCELÁŘSKÉ BUDOVY

DESIGN OF HEATING SYSTEM OF OFFICE BUILDING

## DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

## AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Patrícia Smetanková

## VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Lucie Horká, Ph.D.

BRNO 2023





# Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav technických zařízení budov  
Studentka: **Bc. Patrícia Smetanková**  
Vedoucí práce: **Ing. Lucie Horká, Ph.D.**  
Akademický rok: 2022/23  
Studijní program: N0732A260023 Stavební inženýrství – pozemní stavby

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

## Návrh vytápění kancelářské budovy

### **Stručná charakteristika problematiky úkolu:**

Řešení zadaného tématu z oblasti TZB za využití literární rešerše, zpracování variantního technického návrhu řešení zadané části specializace systému TZB a dílčího úkolu ze zadaného tématu řešeného experimentálními nebo teoretickými prostředky, příp. prováděcí projektu.

### **Cíle a výstupy diplomové práce:**

A. Analýza tématu, cíle a metody řešení (podíl 20 %)

Analýza zadaného tématu, normové a legislativní podklady

Cíl práce, zvolené metody řešení

Aktuální technická řešení v praxi

Teoretické řešení (s využitím fyzikální podstaty dějů)

Experimentální řešení (popis metody a přístrojové techniky)

Řešení využívající výpočetní techniku.

B. Aplikace tématu na zadané budově - koncepční řešení (podíl 40 %)

Návrh technického řešení ve 2 až 3 variantách v zadané specializaci (včetně doložených výpočtů) v rozpracovanosti rozšířeného projektu pro stavební povolení: půdorysy v měřítku 1:100, stručná technická zpráva

Hodnocení navržených variant řešení z hlediska vnitřního prostředí, uživatelského komfortu, prostorových nároků, ekonomiky provozu, dopadu na životní prostředí apod.;

C. Dílčí úkol ze zadaného tématu (podíl 40%) zpracovaný teoretickými či experimentálními metodami, příp. prováděcí projekt zadané profese. Konkrétní náplň stanoví vedoucí práce.

**Seznam doporučené literatury a podklady:**

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

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku.

V Brně, dne 10. 3. 2022

L. S.

---

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.  
vedoucí ústavu

---

Ing. Lucie Horká, Ph.D.  
vedoucí práce

---

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

## **ABSTRAKT**

Táto diplomová práca rieši návrh vykurovacieho systému a ohrev teplej vody pre kancelársku budovu úradu Mestskej časti Brno-Líšeň. Je rozdelená do troch častí.

Prvá teoretická časť sa zaoberá stručným rozdelením a analýzou zdrojov tepla pre budovy z ekonomickej stránky.

Druhá výpočtová časť sa zaoberá návrhom vykurovacieho systému vo 2 variantoch. Tie sa skladajú z návrhu a z výpočtov tepelných strát, dimenzovaním vykurovacieho systému, prípravy teplej vody, návrhu zdroja tepla a ďalších komponentov. V prvej variante je riešený návrh ústredného vykurovania pomocou najpoužívanejších doskových vykurovacích telesách. V druhej variante je návrh riešený pomocou design trubkových radiátorov.

Posledná časť diplomovej práce je venovaná návrhu a analýze zdrojov tepla na vykurovanie, pomocou softwaru Energetika. Ich porovnanie z ekonomického hľadiska ako aj z hľadiska ekologického.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Zdroj tepla, vykurovanie, potreba teplej vody, vykurovacie telesá, design

## **ABSTRACT**

This master's thesis deals with the design of the heating system and hot water heating for the office building of the office of the Brno-Líšeň Municipality. It is divided into three parts. The first theoretical part deals with a brief division and analysis of heat sources for buildings from economic side.

The second calculation part deals with the design of the heating system in 2 variants. These consist of the design and calculations of heat losses, dimensioning of the heating system, preparation of hot water, design of the heat source and other components. In the first variant, the design of central heating is solved using the most commonly used panel heating elements. In the second variant, the design is solved using design tube radiators.

The last part of the diploma thesis is devoted to the design and analysis of heat sources for heating, using the Energetika software. Their comparison from an economic point of view as well as from an ecological point of view.

## **KEYS WORDS**

Heat source, heating, need for hot water, heating elements, design

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

SMETANKOVÁ, Patrícia. *Návrh vytápění kancelářské budovy* [online]. Brno, 2023 [cit. 2023-01-13]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/143390>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Lucie Horká, Ph.D.

## **PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Návrh vytápění kancelářské budovy* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 13. 1. 2023

---

Bc. Patrícia Smetanková

## **PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že jsem závěrečnou diplomovou práci s názvem *Návrh vytápění kancelářské budovy* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 13. 1. 2023

---

Bc. Patrícia Smetanková



## Obsah

1.	A – ANALÝZA TÉMY, CIELE A METÓDY RIEŠENIA .....	13
1.1.	Cieľ diplomovej práce a metódy riešenia .....	13
1.2.	Analýza zadanej témy .....	13
1.3.	Zdroje tepla .....	14
1.3.1	Plynový kotol .....	14
1.3.1.1	Plynový kondenzačný kotol .....	14
1.3.1.2	Revízie, servis a opravy plynových kotlov .....	16
1.3.2	Tepelné čerpadlo .....	17
1.3.2.1	Revízie, servis a opravy tepelných čerpadiel .....	18
1.3.3	CZT – Centrálné zásobovanie tepla .....	19
1.3.3.1	Revízie, servis a opravy CZT .....	20
1.3.4	Elektrokotol .....	21
1.3.4.1	Revízie, servis a opravy Elektorkotlov .....	23
1.3.5	Kotol na tuhé palivo .....	24
1.3.5.1	Revízie, servis a opravy kotlov na tuhé palivo .....	25
1.4.	Porovnanie cien zdrojov .....	26
2.	B – VÝPOČTOVÁ ČASŤ .....	27
2.1	Analýza objektu .....	27
2.4	Výpočet súčiniteľa prestupu tepla .....	28
2.5	Energetický štítok obálky budovy .....	30
2.6	Výpočet tepelných strát .....	35
2.6.1	Výpočet tepelných strát objektu .....	36
2.6.2	Prehľad tepelných strát miestnosti .....	38
2.7	Variant 1 .....	39
2.7.1	Návrh vykurovacích telies .....	39
2.7.1.1	Zoznam vykurovacích telies .....	39
2.7.2	Príprava teplej vody podľa ČSN 06 0320 .....	40

2.7.3	Automatické dopušťanie vody .....	43
2.7.4	Návrh zdroja tepla .....	44
2.7.5	Prívod spaľovacieho vzduchu a odvod spalín .....	44
2.7.6	Odvod kondenzátu.....	44
2.7.7	Dimenzovanie a hydraulické posúdenie potrubia .....	45
2.7.7.1	Popis vykurovacej sústavy.....	45
2.7.8	Dimenzovanie vykurovacích vetiev .....	45
2.7.9	Dimenzovanie rozvodov v technickej miestnosti.....	45
2.7.10	Návrh zariadení – kombinovaný rozdeľovač a zberač .....	47
2.7.11	Návrh zmiešavacích armatúr .....	48
2.7.11.1	Vetva Juh .....	48
2.7.11.2	Vetva k TV.....	49
2.7.12	Tepelná izolácia.....	50
2.7.13	Návrh obehových čerpadiel.....	51
2.7.14	Návrh zabezpečovacieho zariadenia .....	53
2.7.14.1	Návrh expanznej nádoby .....	53
2.7.14.2	Návrh poistného ventilu pre jeden kotol .....	54
2.7.15	Ročná potreba tepla a paliva .....	55
2.7.15.1	Potreba energie pre ohrev teplej vody: .....	55
2.7.15.2	Potreba energie pre vykurovanie .....	56
2.8	Variant 2 A .....	57
2.8.1	Návrh vykurovacích telies - Fancoil .....	57
2.9	Variant 2 B.....	58
2.9.1	Návrh vykurovacích telies – Radiátory z rebrových trubiek Spiral ..	58
2.9.1.1	Zoznam vykurovacích telies .....	60
2.9.2	Návrh zdroja.....	61
2.9.3	Návrh zabezpečovacieho zariadenia .....	62
2.9.3.1	Návrh expanznej nádoby .....	62



2.9.3.2	Návrh poistného ventilu pre jeden kotol .....	63
2.9.4	Porovnanie variant .....	64
2.10	Technická správa .....	66
2.10.1	Úvod .....	66
2.10.1.1	Popis objektu .....	66
2.10.1.2	Popis prevádzky .....	66
2.10.2	Podklady .....	67
2.10.3	Základné technické údaje .....	67
2.10.3.1	Klimatické údaje .....	67
2.10.4	Tepelná bilancia .....	67
2.10.4.1	Tepelné straty .....	67
2.10.4.2	Ročná potreba tepla .....	67
2.10.5	Zdroj tepla .....	68
2.10.5.1	Prívod spaľovacieho vzduchu a odvod spalín .....	68
2.10.6	Vykurovacia sústava .....	68
2.10.6.1	Rozvody vykurovacieho systému .....	69
2.10.6.2	Vykurovacie plochy .....	69
2.10.6.3	Obehové čerpadla .....	69
2.10.6.4	Zabezpečovacie zariadenia .....	69
2.10.6.5	Regulácia a meranie .....	70
2.10.6.6	Plnenie, vypúšťanie a odvzdušňovanie sústavy .....	70
2.10.7	Požiadavky na profesie .....	70
2.10.8	Skúšky .....	70
2.10.9	Bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci .....	71
2.10.10	Použité normy, zákony a vyhlášky .....	71
3.	C – Preukazy energetickej náročnosti budov – spracovanie výsledkov .....	72
3.1	Prehľad výsledkov PENB .....	72
3.1.1	Variant 1 – Plynový kotol .....	73

3.1.2	Tepelné čerpadlo vzduch/voda.....	74
3.1.2.1	Návrh výkonu TČ .....	74
3.1.3	CZT .....	76
3.1.4	Elektrokotol .....	77
3.1.5	Kotol na tuhé palivo .....	78
3.1.5.1	Návrh kotle na pelety .....	78
3.2	Zhrnutie a porovnanie variant.....	80
3.2.1	Ekonomické porovnanie.....	80
3.2.2	Ročné náklady na revíziu a servisné práce.....	82
3.2.3	Náklady na prevádzku systémov .....	83
3.2.4	Ekologické porovnanie.....	84
3.3	Zhodnotenie variant.....	84
3.4	Celkové zhodnotenie variant – multikriteriálne hodnotenie .....	88
	Záver .....	91
	Použité zdroje .....	92
	Zoznam použitých skratiek a symbolov .....	96
	Zoznam použitých obrázkov, tabuliek a grafov .....	100
	Zoznam príloh .....	104

# 1. A – ANALÝZA TÉMY, CIELE A METÓDY RIEŠENIA

## 1.1. Cieľ diplomovej práce a metódy riešenia

Cieľom diplomovej práce je navrhnúť vykurovací systém a zdroj tepla pre stavajúci úrad Mestskej časti Brno-Líšeň, použitím otopných doskových telies pre 1 variantu a návrh design trubkových telies pre 2 variantu.

Teoretická časť sa zaoberá rozdelením a analýzou rôznych druhov zdrojov tepla. Ich revízie, servis a porovnanie cien.

Praktická časť diplomovej práce zahŕňa spočítané tepelné straty budovy, návrh vykurovacieho systému, dimenzovanie a pod., vykurovacie telesá, zdroj tepla, obehové čerpadlá a pod v dvoch variantoch prevedenia.

V poslednej praktickej časti sú spracované varianty preukazu energetickej náročnosti budovy s využitím zdrojov tepla v programe Energetika s cieľom zvoliť, ktorý zdroj tepla je najvhodnejší z hľadiska výkonu a ekonomiky.

## 1.2. Analýza zadanej témy

Zdroj tepla – srdce vykurovacieho systému objektu. Pri riešení kúrenia je preto nutné a veľmi dôležité myslieť na to aký zdroj tepla vyberieme. Je nutné zohľadniť viacero vstupných údajov, ktoré rozhodujú pri výbere daného zdroja. Dôležité je vedieť o aký teplotný systém sa jedná, či ide o vysoký alebo nízky, ďalej o aký typ sústavy sa jedná, aké sú použité vykurovacie telesá, s akou teplotou počítame a pod.

Do návrhu nám taktiež vstupuje technická infraštruktúra okolia. A to tak aby sme počítali s takým zdrojom, resp. palivom, ktorý máme k dispozícii. Dobré je tiež zhodnotiť rôzne varianty riešenia, napr. z hľadiska obstarávacích nákladov alebo prevádzkových nákladov.

Najväčší dôraz v súčasnosti sa kladie hlavne na obnoviteľné zdroje energie (OZE). Pomer obnoviteľných zdrojov z pohľadu primárnej energie je dôležitý, aby bol čo najväčší. Dosiahnutím čo najväčšej hodnoty podielu primárnej energie z obnoviteľných zdrojov je napríklad tepelné čerpadlá vzduch/voda, CZT, solárne kolektory a pod.

### 1.3. Zdroje tepla

Všeobecné rozdelenie kotlov ako zdrojov tepla:

- Plynový kotol
- Tepelné čerpadlo
- CZT
- Elektrokotol
- Kotol na tuhé palivo

#### 1.3.1 Plynový kotol

Podľa spôsobu umiestnenia a upevnenia:

- stacionárne
- zavesené

Podľa spôsobu odvodu spalín:

- do komína
- na fasádu, nad strechu

Podľa možného spôsobu prevádzky na:

- klasické – teplota vody  $t_v \geq 60^\circ\text{C}$
- nízkotepelné – teplota vody  $t_v \geq 50/40^\circ\text{C}$
- kondenzačné – teplota vody na kotlu môže poklesnúť pod  $50/40^\circ\text{C}$

Podľa výkonových stupňov horákov:

- jednostupňové
- dvojstupňové (50 a 100 % výkonu)
- spojité (10 – 50% pevný výkonový stupeň, potom do 100% spojité)

Podľa typu horáku:

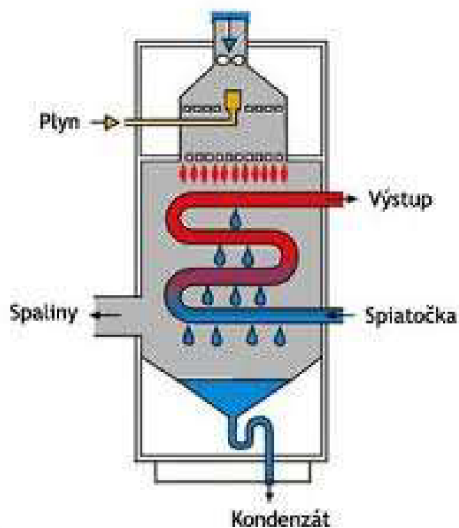
- tlakové horáky
- atmosférické horáky [1]

##### 1.3.1.1 Plynový kondenzačný kotol

Vhodne upravená a uzavretá nádoba, v ktorej dochádza k spaľovaniu plynového paliva, pričom uvoľňuje spaliny a teplo. Pomocou výmenníka tepla sa vzniknuté teplo obsiahnuté v spalinách odovzdáva vykurovacej vode, kondenzátu. [2]

Kotol s klasickým spaľovaním ktorý dokáže zužitkovať i časť tepla. V porovnaní s tradičnými kotlami, kondenzačná technika šetrí až 14% nákladov na vykurovanie.

Dokáže plynule meniť veľkosť plameňa horáka podľa tepelných požiadaviek, čím ešte viac šetrí náklady na vykurovanie. [2]



Obrázok 1 Princíp kondenzačného kotla [2]

### *Plynový kotol - cena*

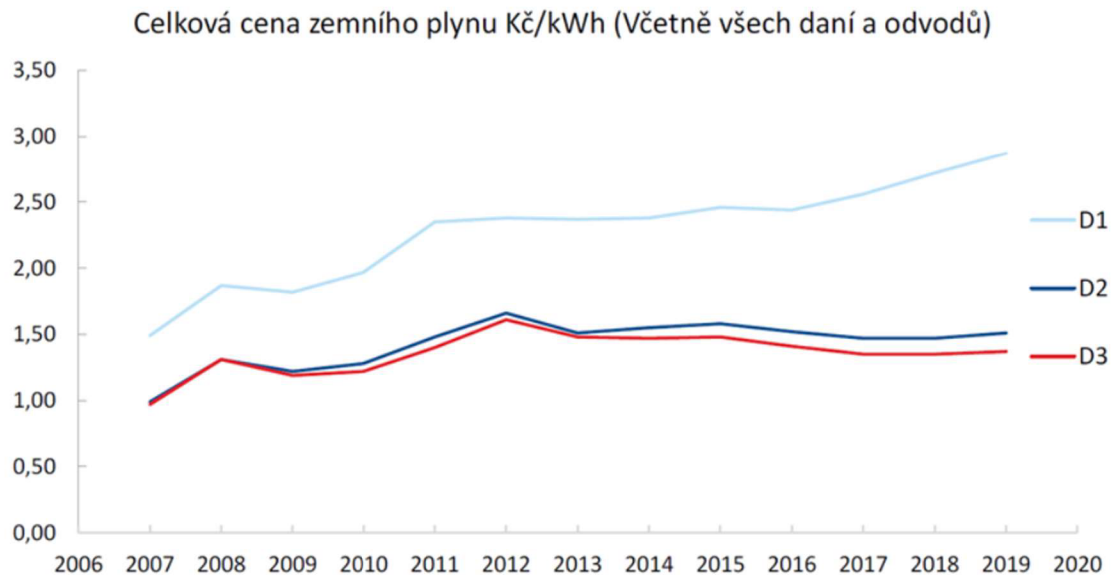
Vývoj cien plynu a počtu dodávok plynových kotlov spracovalo oddelenie analýz a dátovej podpory koncepcií MPO.

Priemerná cena zemného plynu ku koncu roka podľa metodiky v Kč/kWh zahrňuje všetky dane a odvody. Koncoví užívatelia sú charakterizovaní nasledujúcimi ročnými spotrebami pásma: [3]

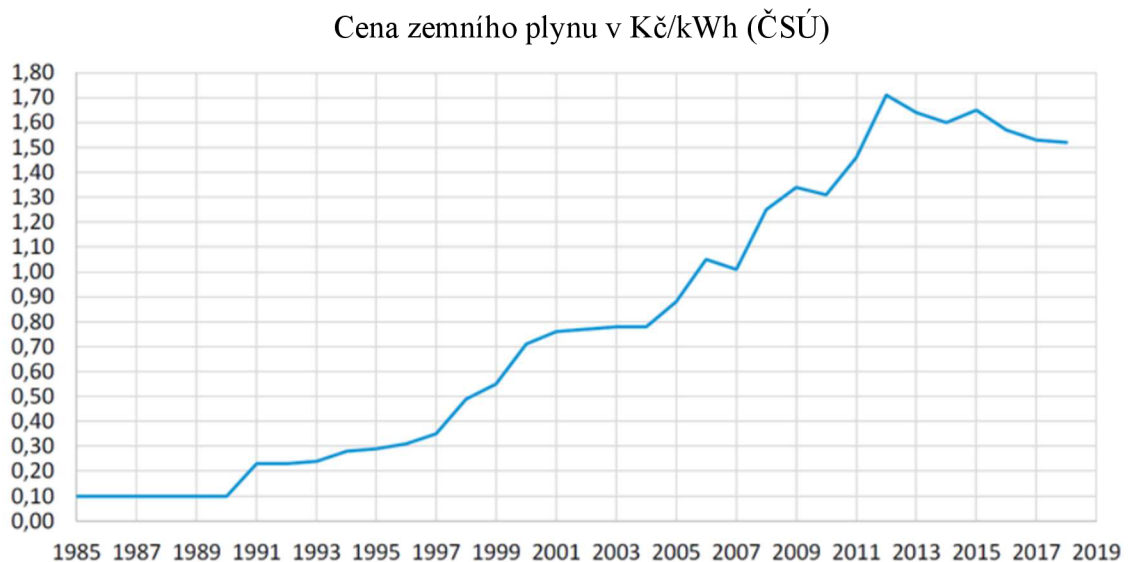
- Pásmo D1 (malé)
- Pásmo D2 (stredné)
- Pásmo D3 (veľké)

Kč/kWh	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
D1	1,49	1,87	1,82	1,97	2,35	2,38	2,37	2,38	2,46	2,44	2,56	2,72	2,87
D2	0,99	1,31	1,22	1,28	1,48	1,66	1,51	1,55	1,58	1,52	1,47	1,47	1,51
D3	0,97	1,31	1,19	1,22	1,40	1,61	1,48	1,47	1,48	1,41	1,35	1,35	1,37

Obrázok 2 Celková cena zemného plynu Kč/kWh (vrátane všetkých daní a odvodov) (Zdroj: ČSÚ, Eurostat)



Graf 1 Celková cena zemního plynu Kč/kWh (Vrátane všech daní a odvodov) (Zdroj: EU)



Graf 2 Priemerná cena zemného plynu v rokoch 1985-2018 (Zdroj: ČSÚ)

### 1.3.1.2 Revízie, servis a opravy plynových kotlov

Revízie a servis plynových kotlov riešime hlavne kvôli únik plynu alebo vyššej spotreby spôsobenej upchatým horákom.

Z vyhlášky č.85/1978 Sb. Českého úřadu bezpečnosti práce o kontrolách, reviziích a zkouškách plynových zařízení podľa §3 vychádza, že servisná prehliadka zariadenia odborným technikom sa musí uskutočniť 1x ročne a prevádzkovú revíziu je potrebné zaistiť raz za 3 roky. Pri ktorých je kontrolovaná tesnosť rozvodov a pripojených zariadení. Pravidelné servisné prehliadky môžu včas odhaliť a zaistiť bezpečnú a spoľahlivú prevádzku kotla, ušetriť peniaze a zdravie. [4]

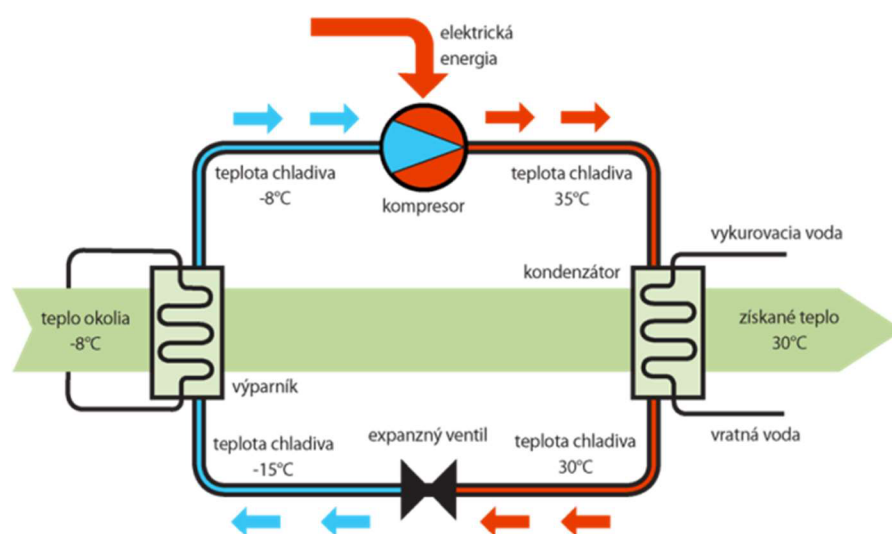
Z ekonomického hľadiska sa kontrola kotla vykonáva pred zahájením vykurovacej sezóny alebo po jej skončení. Vtedy je jednoduchšie nájsť nejakého technika a aj cena servisu je väčšinou nižšia. Vo všeobecnosti sa cena revízie plynového kotla pohybuje v rozmedzí 500 až 2 500 Kč. [5]

### 1.3.2 Tepelné čerpadlo

Tepelné čerpadlo zariadenie, ktoré odoberá teplo z prostredia s nižšou teplotou, aby previedlo na vyššiu teplotnú hladinu a využíva ho na ohrev vody alebo na vykurovanie.

V tepelnom čerpadle prúdi chladivo, ktoré obsahuje nižšie teploty než teplota okolitého prúdiaceho vzduchu odparovania. Tepelnú energiu odoberáme z kondenzátoru, čo znamená že tepelné čerpadlo pracuje na princípe chladiaceho okruhu. [6]

Najdôležitejší parameter, ktorý rozhoduje o výbere tepelného čerpadla, je účinnosť. Čím je vyššia účinnosť, tým menej energie na vykurovanie spotrebuje, a tým vznikajú aj menšie náklady. [7]



Obrázok 3 Princíp tepelného čerpadla [4]

Tepelné čerpadlo delíme podľa toho, z akého prostredia čerpáme energiu na:

- tepelné čerpadlo vzduch/voda
- tepelné čerpadlo vzduch/vzduch
- tepelné čerpadlo voda/voda
- tepelné čerpadlo zem/voda

Výhody:

- výrazne nižšia prevádzková cena
- jednoduchá a rýchla inštalácia
- nulové nároky na veľkosť pozemku
- najľahšie dostupný zdroj tepla (vzduch)
- ekologickosť – najmenší podiel výroby emisií CO<sub>2</sub>
- bezpečnosť zariadenia

Nevýhody:

- nižšia výkonnosť pri extrémnych mrazoch
- vyššia spotreba elektriny pri tepelných čerpadlách zem/voda
- hlučnosť vonkajšej jednotky pri menej kvalitných čerpadlách [6]

### 1.3.2.1 Revízie, servis a opravy tepelných čerpadiel

Podobne ako aj plynové kotle musia mať revízie a kontroly, tak aj tepelné čerpadla podliehajú pravidelným kontrolám. Z nariadenia smernice EU 517/2014, čl. 4 je nutné vykonávať kontroly, t.j kontroly tesnosti zariadenia u menších inštalácií 1x ročne a u väčších inštalácií raz za 6 mesiacov. Je možnosť znížiť interval kontroly raz za 24 mesiacov a raz za 12 mesiacov, iba v prípade, že je inštalovaný systém detekcie úniku skleníkových plynov. Tieto kontroly a servis zabezpečujú certifikovaní revízni technici podľa EU 2015/2067. [8]

Cena revízie a servisu u tepelných čerpadiel sa pohybuje v rozmedzí 1 800 až 2 500 Kč, záleží hlavne aj od vzdialenosti. [9]

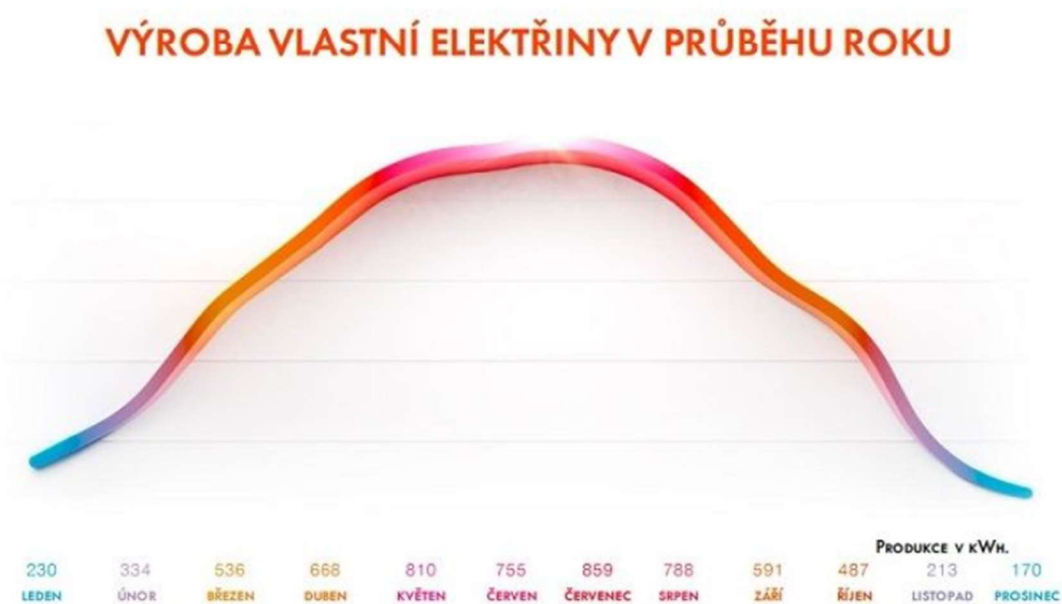
#### *Tepelné čerpadlo - cena*

Pomer získanej energie a energie spotrebovanej – topný faktor. Čím je hodnota COP vyššia, tým je výroba tepla efektívnejšia a cenovo výhodnejšia. Tento faktor sa u tepelných čerpadiel pohybuje okolo 3, ale môže dosahovať hodnoty až 5. Priemerná cena elektriny je 10 Kč/kWh a pri hodnote topného faktoru 3 sa z 1 kWh získava 3 kWh tzn. že dôjde k poklesu nákladov na 3,3 Kč/kWh.

Cena elektrickej energie v dnešnej dobe je problematickou premennou. Keďže v roku 2021 bola cena elektriny cca 5 Kč/kWh a v roku 2022 vďaka kríze došlo k skokovému zvýšeniu ceny a to o takmer 100 %, že sa cena elektriny vyšplhala až na



cenu 10 Kč. A preto by bolo najlepšie zaistiť vykurovanie kombináciami iných zdrojov tepla. [10]



Graf 3 Výroba elektriny na tepelné čerpadlo [10]

### 1.3.3 CZT – Centrálné zásobovanie tepla

Medzi najekologickejší prostriedok vykurovania je centrálné zásobovanie tepla. To spočíva v pripojení objektu na teplovodnú sieť prostredníctvom výmenníkovej stanice. Centrálny zdroj tepla sa nachádza v inom objekte a teplo je distribuované pomocou potrubia, v ktorom prúdi voda alebo para. [11]



- 1-Centrálny tepelný zdroj,
- 2-Odovzdávacia stanica tepla,
- 3-Meranie množstva dodaného tepla,
- 4-Odoberateľ (bytový dom),
- 5-Meranie množstva dodaného tepla,
- 6-Pomerové rozdeľovače tepla,
- 7-Meranie množstva teplej vody u konečných spotrebiteľov

Obrázok 4 Princíp CZT [11]

Výhody CZT:

- Vyššia účinnosť výroby tepla
- Centrálny servis a údržba zariadenia
- Jednoduchšia možnosť využívania alternatívnych zdrojov
- Nepretržitá poruchová služba
- Umiestnené mimo objektov zásobovania – škody požiaru a škody na obyvateľstve významne minimalizované
- Na systém CZT sú kladené prísne požiadavky na hospodárnosť prevádzky, na výrobu a rozvod tepla [12]

Výhody z pohľadov odberateľov:

- Komfort a komplexné služby – bezstarostnosť a pohodlie
- Spoľahlivosť dodávky tepla
- Bezpečnosť a ekológia
- Dodávateľ musí dodržiavať štandardy kvality dodávok tepla v súlade s vyhláškou
- Poskytovanie informácií od dodávateľa o spotrebe tepla a pod
- Dodávanie tepla za primeranú regulovanú cenu – odsúhlasenú a kontrolovanú úradom [11]

Nevýhody:

- Zastarané technológie
- Nízka efektívnosť rozvodových systémov
- Nedostatočná regulácia
- Vyššie náklady na revízie
- Vyššie režijné náklady [12]

### **1.3.3.1 Revízie, servis a opravy CZT**

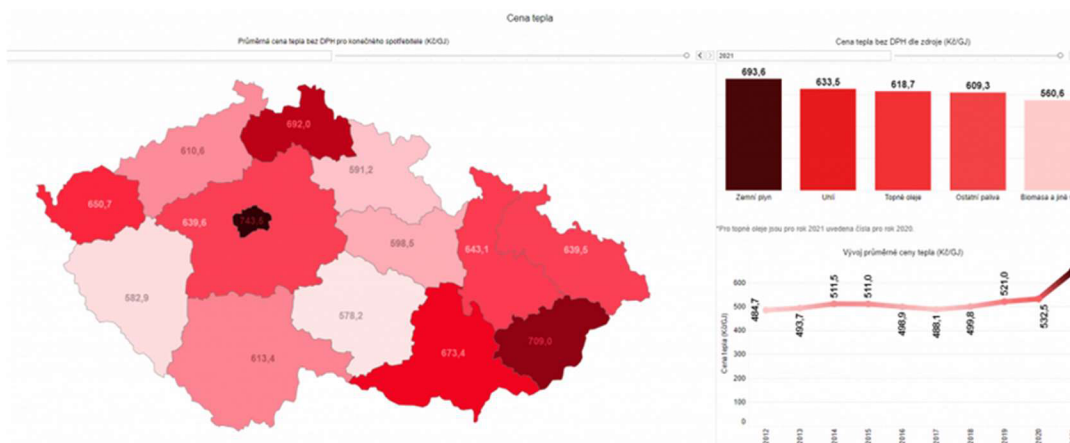
Tak ako v predchádzajúcich prípadoch ani CZT nie je výnimkou v revíziách a servisoch. Obdobne je nutné zabezpečiť pravidelný servis týchto zariadení, keďže sú veľmi rizikové a môže u nich vzniknúť závažná porucha. Preto zariadenia CZT podliehajú prísnyim pravidelným revíznym kontrolám a to nepretržitým dohľadom

dispečingu a non-stop havarijnej služby, pre rýchle odhalenie prípadných poruchových alebo havarijných stavov. [13]

### *CZT - cena*

Cena revízie centrálného zásobovania tepla na južnej Morave sa v roku 2017 pohybovala vo výške 535 Kč na 1GJ. V roku 2018 to bolo vo výške 528 Kč na 1GJ. Postupom rokov a v dnešnej kritickej dobe kde všetko enormne rastie vďaka kríze predpokladám aj zásluhou zvýšenia inflácie navýšenie poplatkov za revízie CZT. [14]

Ako je to vidieť na tomto grafe cena tepla výrazne vzrástla a to je len rok 2021 na 648,6 Kč/GJ. Uvidíme ako vysoko sa ešte cena tepla dostane, kým sa táto kríza skončí. [15]



Graf 4 Cena dodávky tepla [15]

### **1.3.4 Elektrokotel**

Vykurovanie elektrinou v moderných ekologických novostavbách sa dopĺňa d'alsím zdrojom energie, už nie je jediným zdrojom energie. Môže to byť napr. krbová vložka, tepelné čerpadlo, fotovoltaické panely alebo kotly na palety. Najnovším trendom v dnešnej dobe je používanie viacerých typov vykurovania a ich kombinácia. Kde sa navzájom dopĺňajú a kombinujú ich výhody. Prakticky to znamená, že v prechodnom období sa väčšinou vykuruje krbom. V tuhej zime kedy chceme vykúriť celý objekt a cítiť komfort pomáhame si elektrokotlom. Ďalším druhom kombinácie je tepelné čerpadlo vzduch/vzduch a elektrokotel. Elektrokotel v tomto prípade slúži na vykurovanie v tuhých mrazoch a na prípravu teplej vody.

Ako to v dnešných časoch už býva, nič nie je lacné. Tomu tak je aj v prípade elektriny, ktorá ma povesť drahého spôsobu vykurovania. Ale v budovách s nízkou tepelnou stratou to už neplatí. Pokiaľ je budova vhodne orientovaná voči svetovým stranám a kvalitne zateplená, sú požiadavky na vykurovanie pri súčasných miernych zimných hodnotách minimálne.

Elektrokotel ako primárny zdroj bol vyradení z ekologického hľadiska. Kedy sa v Českej republike vyrába cca polovica elektrickej energie z fosílnych palív. Najviac elektrokotel zaisťuje aj celoročný ohrev teplej úžitkovej vody, kde tepelné čerpadlo alebo kotel na palety až tak dobre nezvláda. [16]

Elektrokotel je výborným riešením pre novostavby alebo bytové domy s tepelnou stratou do 10 kW, ktorí chcú šetriť:

- miestom potrebným pre kotelňu
- čas stráveným pri pravidelných revíziách kontrolách komínov alebo plynových kotlov
- pre ľudí, ktorých je dôležitý klud a pohoda pri vykurovaní

Pre zaistenie tepla vo veľkých domoch sa vyplatí uvažovať o využití tuhých palív, hlavne kvôli tomu že ekonomika ich prevádzky sa výrazne prejaví. [17]



#### **THERM 18 KD, 25 KD, 35 KD**

- 1 - Kondenzační komora
- 2 - Ventilátor
- 3 - Teplotní sonda topení
- 4 - Expanzní nádoba topení
- 5 - Havarijní termostat
- 6 - Energeticky úsporné čerpadlo
- 7 - Plynový ventil
- 8 - Pojistný ventil
- 9 - Ovládací panel
- 10 - Sdružená zapalovací a ionizační elektroda

Obrázok 5 Elektrokotel Therm 35 KD

Elektrokotly majú hneď niekoľko výhod na používanie:

- Jednoduchá obsluha
- Nerieši sa odvod spalín do komína
- Ekologická prevádzka

#### 1.3.4.1 Revízie, servis a opravy Elektrokotlov

Síce elektrokotol nemá žiadne spaľovanie, ale aj tak sú potrebné a nutné odborné kontroly alebo revízie. Revízie by sa nemali zanedbávať, lebo každá revízia kotla sa môže prejaviť na tom, ako kotol bude fungovať. Preto je dôležité dodržiavať dobu revízie a servisu podľa zákona, aby nedošlo k poškodeniu a opotrebeniu zariadenia. [18]

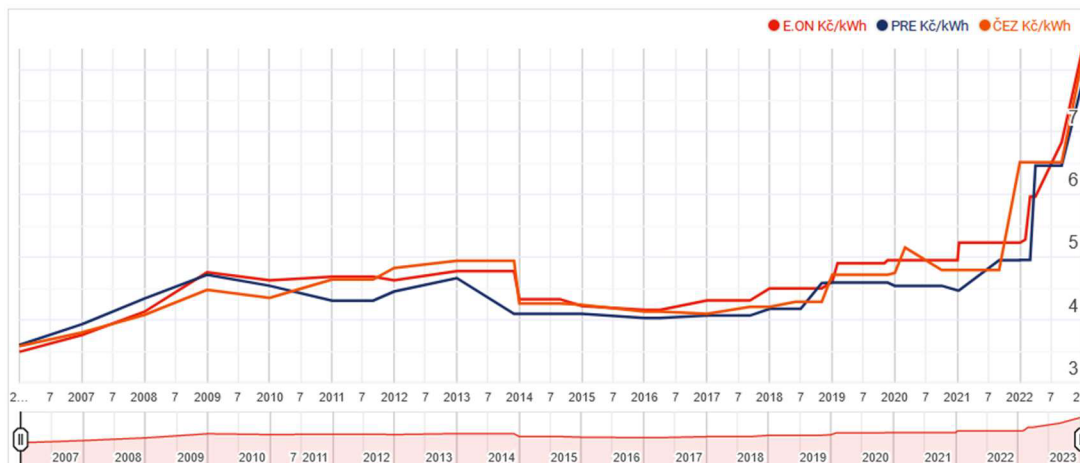
Pravidelné revízie elektrospotrebičov sa konajú raz za 5 rokov, podľa ČSN 33 1500. Samotné revízie sú individuálne a závisia ako často sa používajú, prípadne v akom prostredí sa nachádzajú. Cena revízií elektrokotla sa pohybuje v rozmedzí 2 500 Kč. [19]

#### *Elektrokotol – cena elektriny*

Výšku ceny elektriny sa vo všeobecnosti dozvedáme na až konci rok vo vyúčtovaní koľko elektriny sa spotrebuje a koľko nás stojí. Ako vieme elektrinu musí najprv niekto vyrobiť a dodávateľ ju následne kúpiť. Cenu ovplyvňuje:

- Pôvod výroby – z fosílnych palív alebo z obnoviteľných zdrojov
- Emisné povolenky
- Aktuálne kurzy meny v ktorej sa nakupuje

Cena elektriny sa počíta v Kč/kWh. V danom grafe je možnosť pozorovať vývoj cien elektriny za 1kWh do roku 2006 [20]. Ako je vidieť ceny elektriny sa v posledných rokoch zvyšujú a nebude tomu inak ani v budúcich rokoch, kým sa energetická kríza, spôsobená rôznymi situáciami, neskončí.



Obrázok 6 Vývoj cien elektriny [20]

### 1.3.5 Kotol na tuhé palivo

Vďaka neustálemu zvyšovaniu cien zemného plynu a elektriny, možnosťou získať lacnejšie palivo, je v súčasnej dobe aktuálne vykurovanie budov a ohrev vody pomocou kotlov na tuhé palivá. Vzhľadom k tomu, že sa vyrábajú v rozsahu 10 kW – MW dnešné kotly majú široký rozsah regulácie výkonu. Umožňujú vykurovať rodinné domy, chaty, chalupy, výrobné prevádzky, hospodárske budovy, rekreačné strediská a celé mestské sídliska či menšie obce. Tieto kotly slúžia k ohrevu vody pre vykurovanie vykurovacími telesami. Prevažná väčšina kotlov v dnešnej dobe je automatická. Mnohé sú doplnené o zariadenie zvyšujúce ich účinnosť alebo hospodárnosť prevádzky. [23]

Plne automatické kotly – zapáli sa a zhasne. Sám si udržiava teplotu vhodnú pre danú prevádzku. Ohrieva vodu vo vykurovacích telesách, podlahovom systéme a úžitkovú vodu. Môže spolupracovať s existujúcim systémom. Všetky činnosti sa vykonávajú jednouchým a príjemným spôsobom. Kotly si samé majú možnosť modulovať výkon a prispôbujú sa tak aktuálnej potrebe energie vo vykurovacej sústave alebo na požiadavky ohrevu teplej vody. Spotreba veľmi závisí od kvality peliet alebo iného zdroja. [24]

Kotly na tuhé paliva umiestňujeme do samostatnej miestnosti – kotolňa, do suchého a neobytného priestoru. Tuhé palivá sú: neobnoviteľné zdroje a biomasa (hnedé a čierne uhlie, drevo a drevené hmoty, drevené brikety a pelety, štiepka a slama)

- Klasické atmosférické – spaľovanie koksu, uhlia a dreva
- Kotly s automatickým dopĺňovaním paliva – uhlie, drevené pelety, brikety
- Kotly pre spaľovanie peliet – pelety z repy, zo slnečnice, drevené pelety s kôrou, drevené pelety
- Splyňovacie kotly na drevo - pelety a uhlie [1]



Obrázok 7 Univerzálne kotly pre horiaci spôsob spaľovania [1]

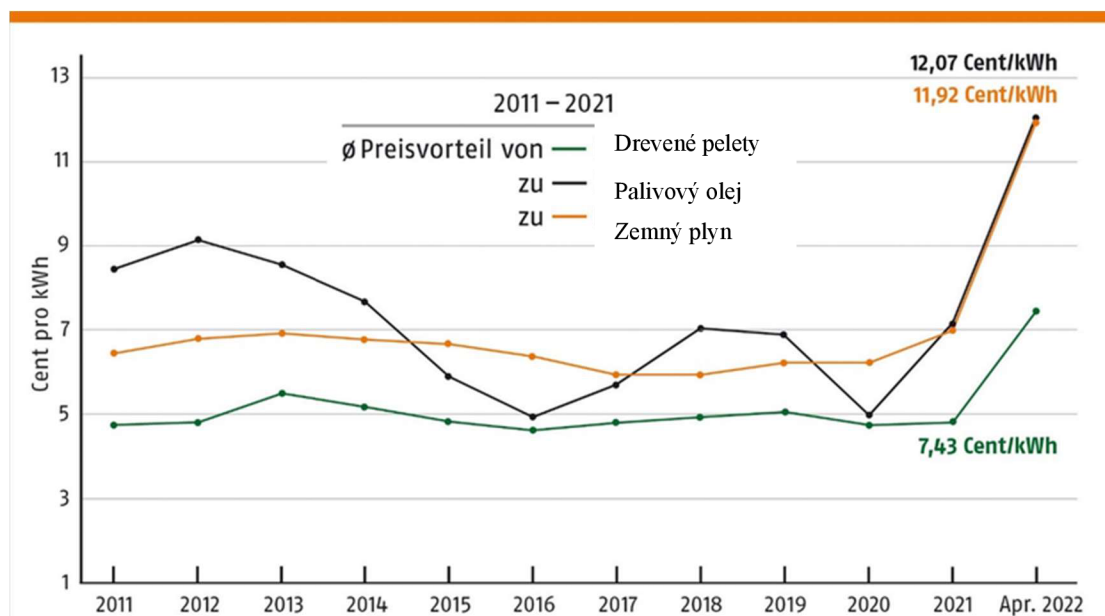


### Cena paliva – drevo

Drevo je od pradávna nielen veľmi ekologickým spôsobom vykurovania domácnosti, ale najnovšie je taktiež najekonomickejšim. Cena dreva veľmi závisí od typu dreva aké chceme t.j. tvrdé alebo mäkké drevo. Tvrdé drevo má nízku vlhkosť a vyššiu tvrdosť. To znamená, že horí stabilne, veľmi dlho a tak potom od toho sa odvíja aj cena. Cena tvrdého dreva sa pohybuje od 1500 do 2000 Kč. Mäkké drevo má vysokú vlhkosť a nižšiu tvrdosť. Cena mäkkého dreva sa pohybuje od 1200 do 1500 Kč, čo znamená že je lacnejšie ale rýchlo horí tak sa aj rýchlo spotrebuje. [25]

### Cena paliva – pelety

Cena peliet nie je výnimkou pri zdražovaní. V predchádzajúcich rokoch sa cena peliet pohybovala okolo 4,5 Kč/kg. V dôsledku krízy a vojny na Ukrajine sa cena peliet vyšplhala až na cenu v rozmedzí 9-11 Kč/ kg. Konečná cena peliet je vždy individuálna a záleží na objednanom množstve, spôsobe balenia a dopravy. [26]



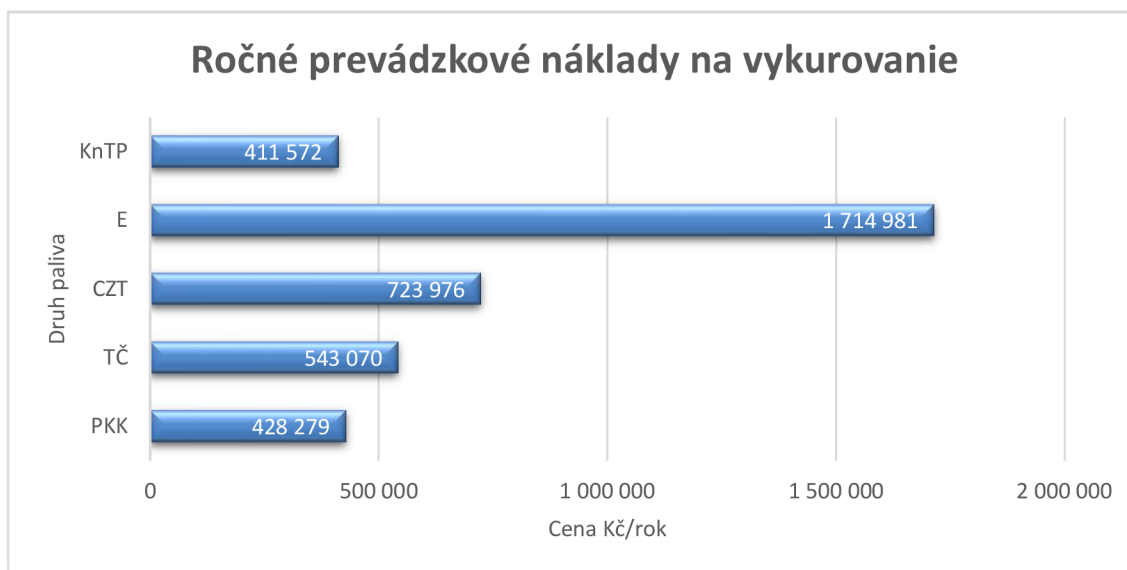
Graf 5 Vývoj cien v Nemecku [26]

#### 1.3.5.1 Revízie, servis a opravy kotlov na tuhé palivo

Povinnosť revízie kotlov na tuhé palivo je stanovaná zákonom o ochrane ovzdušia a je nutné ju vykonávať raz za 3 roky. Je potrebné aby revíziu robili iba autorizované osoby preškolené výrobcami t.j. revízni technici. Taktiež je nutné aby pri každej kontrole bola vystavená revízna správa. Taká to revízia kotlov sa pohybuje v cene okolo  $\pm$  1 000 Kč. [27]

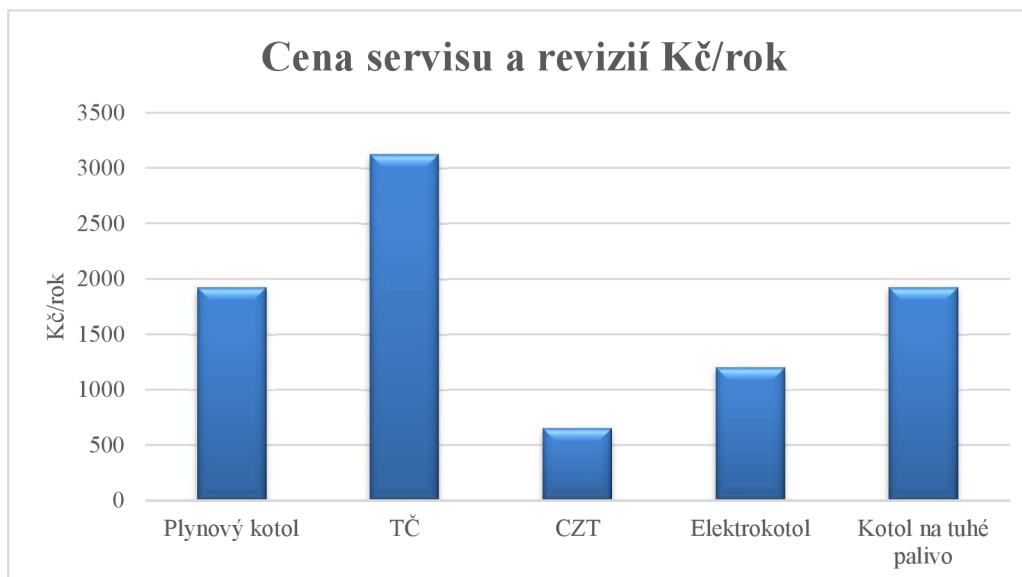
## 1.4. Porovnanie cien zdrojov

Porovnanie cien základných zdrojov vykurovania za ročnú prevádzku.



Graf 6 Ročné prevádzkové náklady [vlastné spracovanie]

Z výsledkov je jasné, že najvýhodnejším palivom na vykurovanie je pomocou tepelného čerpadla, ktoré má doposiaľ najnižšie cenové náklady na ročnú prevádzku. Ďalej nasledujú paliva – drevo, zemný plyn a najdrahším palivom je elektrina na ročnú prevádzku.



Graf 7 Náklady na revízie a servis [vlastné spracovanie]

Čo sa týka revízie a servisu jednotlivých zdrojov vykurovania tak najdrahším zdrojom je tepelné čerpadlo, keďže si vyžaduje servis nie len každé 3 roky, ale je potrebné vykonať revíziu každý rok. Nasleduje ďalej plynový kotel, ktorý má približne rovnakú cenu revízií spolu s elektrokotlom a najnižšiu cenu na revízie a servis má kotel na tuhé palivo.



## 2. B – VÝPOČTOVÁ ČASŤ

### 2.1 Analýza objektu

V praktickej časti tejto diplomovej práce sa rieši návrh ústredného vykurovania kancelárskej budovy Mestského úradu Brno-Líšeň. Objekt má 3 nadzemné podlažia a v podzemnej časti objektu sa nachádza parkovisko. V prvom nadzemnom podlaží sa nachádzajú 3 kancelárie, zasadacia miestnosť, technická miestnosť a knižnica. Taktiež prvé nadzemné podlažie je zabezpečené kuchynkou a hygienickým zariadením ako pre kancelárie tak aj pre knižnicu. 2 a 3 podlažie je identické a nachádzajú sa tam 4 kancelárie na každom podlaží, 1 spoločenská-zasadacia miestnosť, archívy a open space na každom podlaží.

Z konštrukčného hľadiska sa jedná o železobetónový skelet z keramických tvárnic hr. 300 mm s kontaktným zateplením na báze kamennej vlny hr. 150 mm s povrchovou úpravou silikónovou omietkou. Výplne otvorov sú z platového profilu. Strecha je šikmá so sklonom 45° a je zaizolovaná izoláciou 100+160 mm.

Vetranie v objekte je zaistené prirodzeným vetraním oknami, keďže v objekte nie je navrhnutá vzduchotechnika.

V technickej miestnosti bude umiestnený zdroj tepla, akumulčná nádoba a expanzná nádoba. V prvej variante je navrhnutým zdrojom tepla 2 plynové kondenzačné kotly Junkers ZBR 42-3A. Každý s výkonom 40 kW. Ďalej boli navrhnuté 2 vykurovacie vetvy, rozdelená na Sever a Juh + vykurovacia vetva pre ohrev teplej vody. V kanceláriách a knihovne sú navrhnuté vykurovacie telesá Korado Ventil Kompakt VK so spodným pripojením. Rozvody potrubia budú z meďi a budú vedené v podlahe. Vykurovací systém bol navrhnutý teplovodný dvojrúrkový s teplovodným spádom 65/50°C.

V druhej variante je navrhnutý zdroj tepla 2x plynový kondenzačný kotol Therm 35 KD, každý s výkonom 35 kW. V kanceláriách sa navrhli otopné telesá typu design Spiral pre spodné uchytanie, rúrkového typu. V knihovne sa navrhli lavicové konvektory s doskou.

V druhej variante som sa snažila navrhnuť vykurovanie pomocou vzduchotechnickej jednotky Fancoil. Keďže výkony týchto jednotiek po prepočte vychádzali hrozne veľké t.j. predimenzované a neboli by tak efektívne, tak som prehodnotila svoj návrh a zvolila som vykurovanie pomocou design vykurovacích rúrkových telies Spiral a lavíc Atol.

## 2.4 Výpočet súčiniteľa prestupu tepla

Podľa normy ČSN 73 0540-2:2011 Tepelná ochrana budov sú určené doporučené hodnoty súčiniteľov prestupu tepla  $U$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ] [21].

Obvodová stena				
č.	Vrstva stavebnej konštrukcie	d [m]	$\lambda$ [W/m.K]	R [ $m^2 \cdot K/W$ ]
1	Vápenná omietka	0,015	0,88	0,017
2	Tehlové murivo	0,300	0,78	0,385
3	Kamenná izolácia	0,150	0,04	3,750
4	Omietka silikónová	0,005	0,77	0,006
			<b><math>\Sigma R</math></b>	<b>4,158</b>
R <sub>se</sub> =0,04 R <sub>si</sub> =0,13			$U_N=1/(R_{si}+R+R_{se})$	
Posúdenie				
U [ $W/m^2 \cdot K$ ]	<b>0,23</b>		<b><math>U \leq U_{rec,20}</math></b>	
U <sub>N</sub> [ $W/m^2 \cdot K$ ]	<b>0,25</b>			
Vyhovuje				

Stropná konštrukcia do nevykurovaného suterénu				
č.	Vrstva stavebnej konštrukcie	d [m]	$\lambda$ [W/m.K]	R [ $m^2 \cdot K/W$ ]
1	Betónová mazanina	0,050	1,320	0,038
2	Tepelná izolácia	0,050	0,040	1,250
3	Stropný panel	0,150	1,200	0,125
4	Mínérálna vlna	0,050	0,041	1,220
			<b><math>\Sigma R</math></b>	<b>2,633</b>
R <sub>se</sub> =0,17 R <sub>si</sub> =0,17			$U_N=1/(R_{si}+R+R_{se})$	
Posúdenie				
U [ $W/m^2 \cdot K$ ]	<b>0,34</b>		<b><math>U \leq U_{rec,20}</math></b>	
U <sub>N</sub> [ $W/m^2 \cdot K$ ]	<b>0,40</b>			
Vyhovuje				

Strešná konštrukcia				
č.	Vrstva stavebnej konštrukcie	d [m]	$\lambda$ [W/m.K]	R [ $m^2 \cdot K/W$ ]
1	Tepelná izolácia pod krokvy	0,100	0,044	2,273
2	Tepelná izolácia medzi krokvy	0,160	0,062	2,581
3	Drevený záklop	0,025	0,220	0,114
4	Mínérálna vlna	0,050	0,041	1,220
			<b><math>\Sigma R</math></b>	<b>6,188</b>
R <sub>se</sub> =0,04 R <sub>si</sub> =0,10			$U_N=1/(R_{si}+R+R_{se})$	
Posúdenie				
U [ $W/m^2 \cdot K$ ]	<b>0,16</b>		<b><math>U \leq U_{rec,20}</math></b>	
U <sub>N</sub> [ $W/m^2 \cdot K$ ]	<b>0,16</b>			
Vyhovuje				

Vnútorná stena 300 mm				
č.	Vrstva stavebnej konštrukcie	d [m]	$\lambda$ [W/m.K]	R [m <sup>2</sup> .K/W]
1	Vápenná omietka	0,015	0,880	0,017
2	Tehlové murivo	0,300	0,780	0,385
3	Vápenná omietka	0,015	0,880	0,017
			<b><math>\Sigma R</math></b>	<b>0,419</b>
R <sub>se</sub> =0,13 R <sub>si</sub> =0,13			$U_N=1/(R_{si}+R+R_{se})$	
Posúdenie				
U [W/m <sup>2</sup> .K]	1,47			$U \leq U_{rec,20}$
U <sub>N</sub> [W/m <sup>2</sup> .K]	1,80			
Vyhovuje				

Vnútorná stena 150 mm				
č.	Vrstva stavebnej konštrukcie	d [m]	$\lambda$ [W/m.K]	R [m <sup>2</sup> .K/W]
1	Vápenná omietka	0,015	0,880	0,017
2	Tehlové murivo	0,150	0,780	0,160
3	Vápenná omietka	0,015	0,880	0,017
			<b><math>\Sigma R</math></b>	<b>0,194</b>
R <sub>se</sub> =0,13 R <sub>si</sub> =0,13			$U_N=1/(R_{si}+R+R_{se})$	
Posúdenie				
U [W/m <sup>2</sup> .K]	1,66			$U \leq U_{rec,20}$
U <sub>N</sub> [W/m <sup>2</sup> .K]	1,80			
Vyhovuje				

Podlaha interiéru				
č.	Vrstva stavebnej konštrukcie	d [m]	$\lambda$ [W/m.K]	R [m <sup>2</sup> .K/W]
1	Betónová mazanina	0,050	1,320	0,038
2	Kročajová izolácia	0,025	0,040	0,625
3	Stropný panel	0,150	1,200	0,125
			<b><math>\Sigma R</math></b>	<b>0,788</b>
R <sub>se</sub> =0,17 R <sub>si</sub> =0,17			$U_N=1/(R_{si}+R+R_{se})$	
Posúdenie				
U [W/m <sup>2</sup> .K]	0,95			$U \leq U_{rec,20}$
U <sub>N</sub> [W/m <sup>2</sup> .K]	1,45			
Vyhovuje				

## 2.5 Energetický štítok obálky budovy

Protokol k energetickému štítku obálky budovy bol spracovaný podľa  
ČSN 73 0540-2/2011

### Základní informace o hodnocené budově

Identifikační údaje budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	Brno-Líšeň, Jírova 2609/2, 62800
Katastrální území:	
Parcelní číslo:	
Datum uvedení budovy do provozu (nebo předpokládané datum uvedení do provozu):	
Vlastník nebo stavebník:	
Adresa:	
IČ:	
Tel./e-mail:	/

Návrhové teploty		
Parametr	jednotky	hodnota
Venkovní návrhová teplota v zimním období v místě stavby $\theta_e$	[°C]	-15
Z1 - Kancelárie	[°C]	20
Z2 - Schodiště, chodba	[°C]	20
Z3 - Technická místnost	[°C]	20
Z4 - Knihovna	[°C]	20

Geometrické charakteristiky budovy		
Parametr	jednotky	hodnota
Objem budovy V (objem částí budovy s upravovaným vnitřním prostředím vymezený vnějšími povrchy konstrukcí obálky budovy)	[m <sup>3</sup> ]	4 289,2
Celková plocha obálky budovy A (součet vnějších ploch konstrukcí ohraničujících objem budovy V)	[m <sup>2</sup> ]	1 803,5
Objemový faktor tvaru budovy A/V	[m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> ]	0,42
Celková energeticky vztažná plocha budovy A <sub>e</sub>	[m <sup>2</sup> ]	1 225,8

### Měrná tepelná ztráta a součinitel prostupu tepla

Konstrukce obálky budovy (ZÓNA Z1)	Referenční budova $\theta_i = 20\text{ °C}$				Hodnocená budova $\theta_i = 20\text{ °C}$			
	Plocha A [m <sup>2</sup> ]	Součinitel prostupu tepla $U_k$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla $H_T$ [W/K]	Plocha A [m <sup>2</sup> ]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m <sup>2</sup> K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla $H_T$ [W/K]
VYP-1 1-EXT Okno 5350 <sup>o</sup>	36,1	1,12	1,00	40,44	36,1	1,00	1,00	36,12
VYP-3 1-EXT Okno 2700 <sup>o</sup>	109,4	1,12	1,00	122,54	109,4	1,00	1,00	109,44
VYP-5 1-EXT Okno 1800 <sup>o</sup>	32,4	1,12	1,00	36,28	32,4	1,00	1,00	32,40
VYP-6 1-EXT Okno 1450 <sup>o</sup>	44,1	1,12	1,00	49,38	44,1	1,00	1,00	44,10
VYP-8 1-EXT Okno 2850 <sup>o</sup>	12,1	1,12	1,00	13,49	12,1	1,10	1,00	13,26
VYP-9 1-EXT Okno 3200 <sup>o</sup>	57,6	1,12	1,00	64,49	57,6	1,10	1,00	63,36
STN-10 1-EXT Obvodová stěna-sever ochladzovaná	29,7	0,30	1,00	8,92	29,7	0,23	1,00	6,84
STN-12 1-EXT Obvodová stěna-jih ochladzovaná	13,1	0,30	1,00	3,92	13,1	0,23	1,00	3,00
STN-13 1-EXT Obvodová stěna-západ ochladzovaná	7,2	0,30	1,00	2,16	7,2	0,23	1,00	1,66
PDL-14 1-EXT Podlaha	403,5	0,75	1,00	302,63	403,5	0,34	1,00	137,19
STR-15 1-EXT Střecha	432,7	0,24	1,00	103,85	432,7	0,16	1,00	69,24
Přirážky na tepelné vazby	$\Delta U_{\text{vn}} = 0,020$ [W/(m <sup>2</sup> K)] $\Delta U_{\text{vn}} = 0,020 \cdot 1$ 177,9		1,00	23,56	$\Delta U_{\text{vn}} = 0,050$ [W/(m <sup>2</sup> K)] $\Delta U_{\text{vn}} = 0,050 \cdot 1$ 177,9		1,00	58,90
Celkem bez vlivu $\Delta U_{\text{vn}}$	1 177,9	-	-	748,10	1 177,9	-	-	516,60
tepelné vazby <sup>2)</sup>	$\Sigma \Delta U_{\text{vn}}$			23,56	$\Sigma \Delta U_{\text{vn}}$			58,90
celková měrná tepelná ztráta prostupem tepla	-	-	-	771,66	-	-	-	575,49



Konstrukce obálky budovy (ZONA Z2)	Referenční budova $\theta_i = 20\text{ °C}$				Hodnocená budova $\theta_i = 20\text{ °C}$			
	Plocha A [m <sup>2</sup> ]	Součinitel prostupu tepla $U_k$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla $H_p$ [W/K]	Plocha A [m <sup>2</sup> ]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m <sup>2</sup> K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla $H_p$ [W/K]
VYP-2 2-EXT Okno 3000 <sup>o</sup>	20,3	1,12	1,00	22,67	20,3	1,00	1,00	20,25
VYP-3 2-EXT Okno 2700 <sup>o</sup>	18,2	1,12	1,00	20,42	18,2	1,00	1,00	18,24
VYP-6 2-EXT Okno 1450 <sup>o</sup>	13,1	1,12	1,00	14,62	13,1	1,00	1,00	13,06
VYP-7 2-EXT Okno 600 <sup>o</sup>	0,4	1,12	1,00	0,40	0,4	1,10	1,00	0,40
STN-10 2-EXT Obvodová stěna-sever ochlazovaná	3,1	0,30	1,00	0,92	3,1	0,23	1,00	0,70
STN-12 2-EXT Obvodová stěna-juh ochlazovaná	11,7	0,30	1,00	3,52	11,7	0,23	1,00	2,70
STN-13 2-EXT Obvodová stěna-západ ochlazovaná	5,9	0,30	1,00	1,78	5,9	0,23	1,00	1,37
PDL-14 2-EXT Podlaha	68,6	0,75	1,00	51,48	68,6	0,34	1,00	23,34
STR-15 2-EXT Střecha	278,4	0,24	1,00	66,82	278,4	0,16	1,00	44,55
Přirážky na tepelné vazby	$\Delta U_{\text{vn}} = 0,020$ [W/(m <sup>2</sup> K)] $\Delta U_{\text{vn}} = 0,020 \cdot$ 419,7		1,00	8,39	$\Delta U_{\text{vn}} = 0,050$ [W/(m <sup>2</sup> K)] $\Delta U_{\text{vn}} = 0,050 \cdot$ 419,7		1,00	20,98
<b>Celkem bez vlivu <math>\Delta U_{\text{vn}}</math></b>	<b>419,7</b>	-	-	<b>182,64</b>	<b>419,7</b>	-	-	<b>124,60</b>
tepelné vazby <sup>2)</sup>	$\Sigma \Delta U_{\text{vn}}$			8,39	$\Sigma \Delta U_{\text{vn}}$			20,98
<b>celková měrná tepelná ztráta prostupem tepla</b>	-	-	-	<b>191,03</b>	-	-	-	<b>145,58</b>

Konstrukce obálky budovy (ZÓNA Z3)	Referenční budova $\theta_i = 20\text{ °C}$				Hodnocená budova $\theta_i = 20\text{ °C}$			
	Plocha A [m <sup>2</sup> ]	Součinitel prostupu tepla $U_k$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla $H_k$ [W/K]	Plocha A [m <sup>2</sup> ]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m <sup>2</sup> K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla $H_k$ [W/K]
VYP-4 3-EXT Okno 2500 <sup>o</sup>	2,5	1,12	1,00	2,80	2,5	1,00	1,00	2,50
STN-10 3-EXT Obvodová stěna-sever ochlazovaná	18,6	0,30	1,00	5,59	18,6	0,23	1,00	4,28
PDL-14 3-EXT Podlaha	21,1	0,75	1,00	15,80	21,1	0,34	1,00	7,16
Přirážky na tepelné vazby	$\Delta U_{en} = 0,020$ [W/(m <sup>2</sup> K)] $\Delta U_{en} = 0,020 \cdot 42,2$		1,00	0,84	$\Delta U_{en} = 0,050$ [W/(m <sup>2</sup> K)] $\Delta U_{en} = 0,050 \cdot 42,2$		1,00	2,11
Celkem bez vlivu $\Delta U_{en}$	42,2	-	-	24,19	42,2	-	-	13,95
tepelné vazby <sup>2)</sup>	$\Sigma \Delta U_{en}$			0,84	$\Sigma \Delta U_{en}$			2,11
celková měrná tepelná ztráta prostupem tepla	-	-	-	25,03	-	-	-	16,06

Konstrukce obálky budovy (ZÓNA Z4)	Referenční budova $\theta_i = 20\text{ °C}$				Hodnocená budova $\theta_i = 20\text{ °C}$			
	Plocha A [m <sup>2</sup> ]	Součinitel prostupu tepla $U_k$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla $H_k$ [W/K]	Plocha A [m <sup>2</sup> ]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m <sup>2</sup> K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla $H_k$ [W/K]
VYP-4 4-EXT Okno 2500 <sup>o</sup>	11,3	1,12	1,00	12,60	11,3	1,00	1,00	11,25
VYP-5 4-EXT Okno 1800 <sup>o</sup>	12,2	1,12	1,00	13,60	12,2	1,00	1,00	12,15
VYP-6 4-EXT Okno 1450 <sup>o</sup>	6,3	1,12	1,00	7,07	6,3	1,00	1,00	6,31
STN-10 4-EXT Obvodová stěna-sever ochlazovaná	6,5	0,30	1,00	1,95	6,5	0,23	1,00	1,49
STN-11 4-EXT Obvodová stěna-východ ochlazovaná	3,5	0,30	1,00	1,05	3,5	0,23	1,00	0,81
STN-12 4-EXT Obvodová stěna-jih ochlazovaná	6,5	0,30	1,00	1,95	6,5	0,23	1,00	1,49
PDL-14 4-EXT Podlaha	117,5	0,75	1,00	88,13	117,5	0,34	1,00	39,95
Přirážky na tepelné vazby	$\Delta U_{en} = 0,020$ [W/(m <sup>2</sup> K)] $\Delta U_{en} = 0,020 \cdot$ 163,7		1,00	3,27	$\Delta U_{en} = 0,050$ [W/(m <sup>2</sup> K)] $\Delta U_{en} = 0,050 \cdot$ 163,7		1,00	8,18
Celkem bez vlivu $\Delta U_{en}$	163,7	-	-	126,34	163,7	-	-	73,45
tepelné vazby <sup>2)</sup>	$\Sigma \Delta U_{en}$			3,27	$\Sigma \Delta U_{en}$			8,18
celková měrná tepelná ztráta prostupem tepla	-	-	-	129,61	-	-	-	81,63

### Průměrný součinitel prostupu tepla budovy

Zóna / budova	$U_{em,Z,R}$	$U_{em,Z}$	Poměr $U_{em}/U_{em,R}$
	W/(m <sup>2</sup> .K)	W/(m <sup>2</sup> .K)	
Z1 - Kancelárie	0,655	0,489	74,58 %
Z2 - Schodiště, chodba	0,455	0,347	76,21 %
Z3 - Technická miestnosť	0,593	0,381	64,15 %
Z4 - Knihovňa	0,792	0,499	62,99 %
<b>budova celkem</b>	<b>0,620</b>	<b>0,454</b>	<b>73,28 %</b>
<b>budova splňuje požadavek <math>U_{em,R}</math> vybrané referenční budovy:</b>			<b>ANO</b>

Budova	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy		
	$U_{em,R,class}$	$U_{em}$	Klasifikační třída
	W/(m <sup>2</sup> K)	W/(m <sup>2</sup> K)	
Budova celkem	0,434	0,454	C

Klasifikační třídy	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	Slovní vyjádření klasifikační třídy
A	$U_{em} \leq 0,70 * U_{em,R,class}$	mimořádně úsporná
B	$0,70 * U_{em,R,class} < U_{em} \leq 0,90 * U_{em,R,class}$	velmi úsporná
C	$0,90 * U_{em,R,class} < U_{em} \leq 1,20 * U_{em,R,class}$	úsporná
D	$1,20 * U_{em,R,class} < U_{em} \leq 1,70 * U_{em,R,class}$	méně úsporná
E	$1,70 * U_{em,R,class} < U_{em} \leq 2,30 * U_{em,R,class}$	nehospodárná
F	$2,30 * U_{em,R,class} < U_{em} \leq 2,90 * U_{em,R,class}$	velmi nehospodárná
G	$U_{em} > 2,90 * U_{em,R,class}$	mimořádně nehospodárná

### Identifikační údaje osoby, která protokol vypracovala

Jméno a příjmení	Bc. Patrícia Smetanková
Adresa zpracovatele (ulice, popisné číslo, PSČ):	Bc. Patrícia Smetanková Kostolná 129 082 71 Krivany
Podpis zpracovatele protokolu	

### Datum vypracování protokolu průměrného součinitele prostupu tepla

Datum vypracování protokolu	30.11.2022
-----------------------------	------------



KLASIFIKACE PRŮMĚRNÉHO SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA OBÁLKY BUDOVY			
Typ budovy:	Administrativní budova	Hodnocení obálky budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	Jírova 2609 62800, Brno-Líšeň		
Katastrální území:			
Parcelní číslo:			
Celková podlahová plocha $A_e = 1225,76 \text{ [m}^2\text{]}$		hodnocená	doporučení
<p>mimořádně úsporná</p> <p>A</p> <p>0,30</p> <p>B</p> <p>0,39</p> <p>C</p> <p>0,52</p> <p>D</p> <p>0,74</p> <p>E</p> <p>1,00</p> <p>F</p> <p>1,26</p> <p>G</p> <p>mimořádně neekonomická</p>		0,454	
KLASIFIKACE		C	-
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{em} \text{ [W/(m}^2\text{K)] } U_{em} = H_T/A$		0,454	-
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{em,R,class} \text{ W/(m}^2\text{.K)}$ typu referenční budovy určené vyhláškou o ENB pro klasifikaci.		0,434	-
Platnost štítku do (datum):		30.11.2032 (nebo do změny obálky budovy)	
Jméno a příjmení:		Bc. Patricie Smetanková	

## 2.6 Výpočet tepelných strát

Výpočet tepelných strát bol vyhotovený pomocou softwaru Excel podľa normy ČSN EN 12831-1:2018 Energetická náročnosť budov [22]

*Základné informácie:*

Oblasť

Brno

Výpočtová vonkajšia teplota

$t_e = -12^\circ\text{C}$

Podľa účelu miestnosti	$t_i = 10^\circ\text{C}, 15^\circ\text{C}, 18^\circ\text{C}$ a $20^\circ\text{C}$
Priemerná teplota vykurovacieho obdobia	$t_{es} = 3,6^\circ\text{C}$
Počet dní vykurovacieho obdobia	235 dní (2020/2021)

## 2.6.1 Výpočet tepelných strát objektu

Tepelné straty prestupom a vetraním boli počítané pre všetky miestnosti daného objektu. Na základe vypočítaných strát boli navrhnuté výkony jednotlivých vykurovacích telies. Všetky tabuľky sa nachádzajú v prílohe P[1]

### Výpočet tepelných strát prestupom tepla

Tabuľka 1 Tepelné straty miestností

1.01 Zádverie											
konštr.	plocha A [m <sup>2</sup> ]	$U_k$ [W/m <sup>2</sup> .K]	$\Delta U_{tb}$ [W/m <sup>2</sup> .K]	$U_{kc}$ [W/m <sup>2</sup> .K]	$e_k$ [-]	$U_{equiv,k}$ [W/m <sup>2</sup> .K]	$\theta_{int,i,v}$ [°C]	$\theta_{zk}$ [°C]	$\Delta\theta$ [°C]	$H_{T,i,k}$ [W/K]	$\Phi_{T,i,k}$ [W]
SO1_450	10,94	0,21	0,05	0,26	1	-	15	-12	27	2,84	76,80
Okno3000	6,75	1,00	0,10	1,10	1	-	15	-12	27	7,43	200,48
NS1_150	7,80	1,60	-	1,60	1	-	15	15	0	12,48	0,00
Dvere900	1,97	1,00	-	1,00	1	-	15	15	0	1,97	0,00
PDL1	8,55	0,33	0,10	0,43	1	-	15	5	10	3,68	36,77
STR1	8,55	0,95	-	0,95	1	-	15	15	0	8,12	0,00
<b>Σ:</b>										<b>36,52</b>	<b>314,04</b>

1.02 Schodisko											
konštr.	plocha A [m <sup>2</sup> ]	$U_k$ [W/m <sup>2</sup> .K]	$\Delta U_{tb}$ [W/m <sup>2</sup> .K]	$U_{kc}$ [W/m <sup>2</sup> .K]	$e_k$ [-]	$U_{equiv,k}$ [W/m <sup>2</sup> .K]	$\theta_{int,i,v}$ [°C]	$\theta_{zk}$ [°C]	$\Delta\theta$ [°C]	$H_{T,i,k}$ [W/K]	$\Phi_{T,i,k}$ [W]
SO1_450	8,70	0,21	0,05	0,26	1	-	15	-12	27	2,26	61,07
NS2_125	18,85	1,60	-	1,60	1	-	15	15	0	30,16	0,00
<b>Σ:</b>										<b>32,42</b>	<b>61,07</b>

1.03 Chodba											
konštr.	plocha A [m <sup>2</sup> ]	$U_k$ [W/m <sup>2</sup> .K]	$\Delta U_{tb}$ [W/m <sup>2</sup> .K]	$U_{kc}$ [W/m <sup>2</sup> .K]	$e_k$ [-]	$U_{equiv,k}$ [W/m <sup>2</sup> .K]	$\theta_{int,i,v}$ [°C]	$\theta_{zk}$ [°C]	$\Delta\theta$ [°C]	$H_{T,i,k}$ [W/K]	$\Phi_{T,i,k}$ [W]
NS3_300	40,47	1,60	-	1,60	1	-	15	20	-5	64,75	-323,76
Dvere900	1,97	1,00	-	1,00	1	-	15	20	-5	1,97	-9,85
Dvere900	1,97	1,00	-	1,00	1	-	15	20	-5	1,97	-9,85
Dvere900	1,97	1,00	-	1,00	1	-	15	20	-5	1,97	-9,85
Dvere900	1,97	1,00	-	1,00	1	-	15	20	-5	1,97	-9,85
NS2_125	14,48	1,60	0,05	1,65	1	-	15	15	0	23,89	0,00
NS1_150	3,17	1,60	-	1,60	1	-	15	20	-5	5,07	-25,36
Dvere700	1,38	1,00	-	1,00	1	-	15	20	-5	1,38	-6,90
NS1_150	16,49	1,60	-	1,60	1	-	15	20	-5	26,38	-131,92
Dvere700	2,76	1,00	-	1,00	1	-	15	20	-5	2,76	-13,80
NS1_150	5,49	1,60	-	1,60	1	-	15	20	-5	8,78	-43,92
Dvere700	1,38	1,00	-	1,00	1	-	15	20	-5	1,38	-6,90
NS1_150	3,17	1,60	-	1,60	1	-	15	18	-3	5,07	-15,22
Dvere700	1,38	1,00	-	1,00	1	-	15	18	-3	1,38	-4,14
NS1_150	2,58	1,60	-	1,60	1	-	15	20	-5	4,13	-20,64
Dvere900	1,97	1,00	-	1,00	1	-	15	20	-5	1,97	-9,85
PDL1	24,60	0,33	0,10	0,43	1	-	15	5	10	10,58	105,78
STR1	24,60	0,95	-	0,95	1	-	15	15	0	23,37	0,00
<b>Σ:</b>										<b>188,78</b>	<b>-536,03</b>

## Výpočet tepelných strát vetraním:

Tabuľka 2 Tepelné straty vetraním

<b>1.01 Zádverie</b>				
Objem miestosti $V_i$ (m <sup>3</sup> )	Výpočtová vonkajšia teplota $\theta_e$ (°C)	Výpočtová vnútorná teplota $\theta_e$ (°C)	Hygienické požiadavky	
			$n$ (h <sup>-1</sup> )	$V_{min,i}$ (m <sup>3</sup> /h)
24,8	-12	15	0,5	12,4
Počet nechr. otvorov	<b>n50</b>	Činiteľ $e$	Výškový korekčný činiteľ $\epsilon$	$V_{inf,i}$ (m <sup>3</sup> /h)
1,00	4,5	0,03	1,00	6,70
Výpočet tepelnej straty vetraním				
max z $V_{min,i}$ a $V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná strata vetraním $\Phi V_i$ [W]	
12,40	4,22	27	<b>113,83</b>	
Tepelná strata spolu [W]			<b>427,87</b>	
<b>1.02 Schodisko</b>				
Objem miestosti $V_i$ (m <sup>3</sup> )	Výpočtová vonkajšia teplota $\theta_e$ (°C)	Výpočtová vnútorná teplota $\theta_e$ (°C)	Hygienické požiadavky	
			$n$ (h <sup>-1</sup> )	$V_{min,i}$ (m <sup>3</sup> /h)
30,65	-12	15	0,5	15,33
Počet nechr. otvorov	<b>n50</b>	Činiteľ $e$	Výškový korekčný činiteľ $\epsilon$	$V_{inf,i}$ (m <sup>3</sup> /h)
0,00	4,5	0,00	1,00	0,00
Výpočet tepelnej straty vetraním				
max z $V_{min,i}$ a $V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná strata vetraním $\Phi V_i$ [W]	
15,33	5,21	27	<b>140,68</b>	
Tepelná strata spolu [W]			<b>201,76</b>	
<b>1.03 Chodba</b>				
Objem miestosti $V_i$ (m <sup>3</sup> )	Výpočtová vonkajšia teplota $\theta_e$ (°C)	Výpočtová vnútorná teplota $\theta_e$ (°C)	Hygienické požiadavky	
			$n$ (h <sup>-1</sup> )	$V_{min,i}$ (m <sup>3</sup> /h)
71,4	-12	15	0,5	35,70
Počet nechr. otvorov	<b>n50</b>	Činiteľ $e$	Výškový korekčný činiteľ $\epsilon$	$V_{inf,i}$ (m <sup>3</sup> /h)
0,00	4,5	0,00	1,00	0,00
Výpočet tepelnej straty vetraním				
max z $V_{min,i}$ a $V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná strata vetraním $\Phi V_i$ [W]	
35,70	12,14	27	<b>327,73</b>	
Tepelná strata spolu [W]			<b>-208,30</b>	
<b>1.04 Kancelária</b>				
Objem miestosti $V_i$ (m <sup>3</sup> )	Výpočtová vonkajšia teplota $\theta_e$ (°C)	Výpočtová vnútorná teplota $\theta_e$ (°C)	Hygienické požiadavky	
			$n$ (h <sup>-1</sup> )	$V_{min,i}$ (m <sup>3</sup> /h)
69,11	-12	20	1,0	69,11
Počet nechr. otvorov	<b>n50</b>	Činiteľ $e$	Výškový korekčný činiteľ $\epsilon$	$V_{inf,i}$ (m <sup>3</sup> /h)
1,00	4,5	0,03	1,00	18,66
Výpočet tepelnej straty vetraním				
max z $V_{min,i}$ a $V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná strata vetraním $\Phi V_i$ [W]	
69,11	23,50	32	<b>751,92</b>	
Tepelná strata spolu [W]			<b>1577,48</b>	

## 2.6.2 Prehľad tepelných strát miestnosti

Tabuľka 3 Prehľad tepelných strát jednotlivých miestností

Ozn. Miestnosti	Návrhová teplota (°C)	Tepelné straty prestupom tepla (W)	Tepelné straty vetraním (W)	Celkom (W)
1.01 Zádverie	15	314,04	113,83	427,87
1.02 Schodisko	15	61,07	140,68	201,76
1.03 Chodba	15	-536,03	327,73	-208,30
1.04 Kancelária	20	825,57	751,92	1577,48
1.05 Kancelária	20	371,02	417,47	788,49
1.06 Kancelária	20	369,07	425,41	794,48
1.07 Zasadacia miestnosť	20	771,97	1836,33	2608,30
1.08 Technická	10	-391,36	170,24	-221,12
1.09 Zádverie	15	38,17	62,97	101,15
1.10 Kancelária OPEN SPACE	20	1299,39	951,73	2251,12
1.11 Server	18	31,96	34,43	66,38
1.12 Kuchynka	20	194,82	62,94	257,76
1.13 WC - muži	20	195,48	95,36	290,84
1.14 WC - ženy	20	204,10	107,00	311,11
1.15 Kuchynka	20	197,71	54,40	252,11
1.16 Sklad	15	-41,13	22,95	-18,18
1.17 Knihovňa - Zádverie	15	-16,08	101,99	85,91
1.18 Knihovňa	20	2179,86	1561,82	3741,69
1.19 Kuchynka - knihovňa	20	128,50	77,52	206,02
1.20 WC - ženy	20	92,83	75,83	168,66
1.21 WC - muži	20	117,22	104,83	222,05
2.01 Schodisko	15	83,47	136,78	220,25
2.02 Chodba	15	-623,48	803,75	180,27
2.03 Kancelária	20	787,89	735,49	1523,38
2.04 Kancelária	20	503,57	417,47	921,03
2.05 Kancelária	20	512,56	440,64	953,20
2.06 Zasadacia miestnosť	20	809,12	1808,91	2618,03
2.07 Kancelária	20	738,79	825,57	1564,36
2.08 Archív	18	172,03	165,75	337,78
2.09 Kancelária OPEN SPACE	20	1996,17	6605,03	8601,20
2.10 WC - muži	20	76,59	98,63	175,22
2.11 WC - ženy	20	61,8	75,29	137,09
2.12 Kuchynka - Open Space	20	96,84	77,3	174,14
2.13 Archív	18	174,79	122,76	297,55
2.14 Čajová kuchynka	20	190,38	57,77	248,15
2.15 WC - muži	20	156,52	88,51	245,03
2.16 WC - ženy	20	160,37	99,33	259,70
2.17 Kuchynka	20	175,45	50,97	226,43



3.01 Schodisko	15	83,47	136,78	220,25
3.02 Chodba	15	-506,63	803,75	297,12
3.03 Kancelária	20	1009,24	735,49	1744,73
3.04 Kancelária	20	629,25	417,47	1046,72
3.05 Kancelária	20	645,28	440,64	1085,92
3.06 Zasadacia miestnosť	20	1081,49	1808,91	2890,4
3.07 Kancelária	20	987,4	825,57	1812,98
3.08 Archív	18	257,23	165,75	422,98
3.09 Kancelária OPEN SPACE	20	2701,17	6605,03	9306,2
3.10 WC - muži	20	136,44	98,63	235,07
3.11 WC - ženy	20	107,5	75,29	182,79
3.12 Kuchynka - Open Space	20	143,48	77,3	220,78
3.13 Archív	18	238,55	122,76	316,31
3.14 Kuchynka	20	228,28	57,77	286,06
3.15 WC - muži	20	213,9	88,51	302,41
3.16 WC - ženy	20	224,78	99,33	324,11
3.17 Kuchynka	20	208,23	50,97	259,2

## 2.7 Variant 1

### 2.7.1 Návrh vykurovacích telies

Všetky vykurovacie telesa sú navrhnuté na teplotný spád 65/50°C. Výkon daných telies je navrhnutý na tepelné straty jednotlivých miestností. Na tento návrh bol použitý software firmy Korado. V jednotlivých miestnostiach budú použité doskové vykurovacie telesa typu Radik VK. V 1.NP v kanceláriách 1.04 až 1.07 budú použité doskové telesa s hladkou čelnou doskou Radik Plan VK.

#### 2.7.1.1 Zoznam vykurovacích telies

Tabuľka 4 Zoznam vykurovacích telies

Č.M.	Účel	ti	ΦHL,i	Typ OT d x v	Výkon Q (W)	z1*z2*z3*φ	Qt
101	Zádverie	15	629,63	Radik 21 VK 700/500	731	0,9	657,9
102	Schodisko	15	201,76	...	...	...	...
103	Chodba	15	-208,30	...	...	...	...
104	Kancelária	20	1577,48	Radik Plan VK 22 1400/300 2x	1794	0,95	1704,3
105	Kancelária	20	788,49	Radik Plan VK 22 1400/300	897	1	897
106	Kancelária	20	794,48	Radik Plan VK 22 1400/300	897	1	897
107	Zasadacia miestnosť	20	2608,30	Radik Plan VK 33 1600/300 2x	2880	1	2880
108	Technická miestnosť	10	-221,12	...	...	...	...
109	Zádverie	15	-119,97	...	...	...	...
110	Kancelária OPEN SPACE	20	2251,12	Radik 20 VK 1000/500 4x	2276	1	2276
111	Server	18	66,38	...	...	...	...
112	Kuchynka	20	324,14	Radik 20 VK 600/500	341	1	341
113	WC -muži	20	290,84	Radik 20 VK 600/500	341	0,95	323,95
114	WC - ženy	20	311,11	Radik 10 VK 600/400 2x	342	0,95	324,9
115	Kuchynka	20	252,11	Radik 20 VK 500/500	284	1	284
116	Sklad	15	-18,18	...	...	...	...
117	Knihovňa - zádverie	15	85,91	Radik 10 VK 400/500	165	0,95	156,75
118	Knihovňa	20	3741,69	Radik 20 VK 1400/500 4x	3800	1	3800
119	Kuchynka - knihovňa	20	206,02	Radik 10 VK 600/500	209	1	209
120	WC -ženy	20	168,66	Radik 10 VK 500/300 2x	222	0,95	210,9
121	WC - muži	20	222,05	Radik 11 VK 500/400	239	0,95	227,05

Č.M.	Účel	ti	ΦHL,i	Typ OT d x v	Výkon Q (W)	z1*z2*z3*φ	Qt
201	Schodisko	15	220,25	Radik 10 VK 600/500	...	...	...
202	Chodba	15	400,52	Radik 21 VK 500/500	446	0,95	423,7
203	Kancelária	20	1523,38	Radik 21 VK 1200/500 2x	1804	0,95	1713,8
204	Kancelária	20	921,03	Radik 20 VK 1600/500	1086	1	1086
205	Kancelária	20	953,20	Radik 20 VK 1600/500	1086	1	1086
206	Zasadacia miestnosť	20	2618,03	Radik 21 VK 1800/500 2x	2708	1	2708
207	Kancelária	20	1564,36	Radik 22 VK 1800/500	1757	1	1757
208	Archív	18	337,78	Radik 11 VK 600/500	374	1	374
209	Kancelária - OPEN SPACE	20	8601,20	Radik 22 VK 1800/500 5x	8785	1	8785
210	WC - muži	20	175,22	Radik 10 VK 500/300	222	0,95	210,9
211	WC - ženy	20	137,09	Radik 10 VK 500/300 2x	222	0,95	210,9
212	Kuchynka - OPEN SPACE	20	174,14	Radik 10 VK 500/300	222	1	222
213	Archív	18	297,55	Radik 10 VK 800/500	299	1	299
214	Čajová kuchynka	20	248,15	Radik 10 VK 800/500	278	1	278
215	WC - muži	20	245,03	Radik 10 VK 800/500	278	0,95	264,1
216	WC - ženy	20	259,70	Radik 10 VK 400/500 2x	280	0,95	266
217	Kuchynka	20	226,43	Radik 11 VK 500/400	239	1	239

Č.M.	Účel	ti	ΦHL,i	Typ OT d x v	Výkon Q (W)	z1*z2*z3*φ	Qt
301	Schodisko	15	220,25	...	...	...	...
302	Chodba	15	517,37	Radik 11 VK 800/500	549	0,95	521,55
303	Kancelária	20	1744,73	Radik 22 VK 900/500 2x	1952	0,95	1854,4
304	Kancelária	20	1046,72	Radik 20 VK 1600/500	1086	1	1086
305	Kancelária	20	1085,92	Radik 20 VK 1600/500	1086	1	1086
306	Zasadacia miestnosť	20	2890,40	Radik 22 VK 1600/500 2x	3122	1	3122
307	Kancelária	20	1812,98	Radik 22 VK 2000/500	1952	1	1952
308	Archív	18	422,98	Radik 20 VK 700/500	427	1	427
309	Kancelária OPEN SPACE	20	9306,20	Radik 33 VK 1600/400 5x	9405	1	9405
310	WC - muži	20	235,07	Radik 10 VK 800/500	278	0,95	264,1
311	WC - ženy	20	182,79	Radik 10 VK 500/300 2x	222	0,95	210,9
312	Kuchynka - OPEN SPACE	20	220,78	Radik 11 VK 500/400	239	1	239
313	Archív	18	361,31	Radik 11 VK 600/500	374	1	374
314	Kuchynka	20	286,06	Radik 20 VK 500/500	290	1	290
315	WC - muži	20	302,41	Radik 20 VK 600/500	341	0,95	323,95
316	WC - ženy	20	324,11	Radik 10 VK 500/500 2x	348	0,95	330,6
317	Kuchynka	20	259,20	Radik 10 VK 800/500	278	1	278

## 2.7.2 Príprava teplej vody podľa ČSN 06 0320

Teplu odobrané a stratené 24 hodinovou cirkuláciou,  $z = 0,3$ :

Tabuľka 5 Potreba vody v administratívnej budove

Pč. Os.	Prevádzka	Potreba	V <sub>deň</sub>	V <sub>deň</sub> (m <sup>3</sup> /deň)
1.NP	20	Administratíva	10	200
	5	Knihovňa	10	50
2-3.NP	60	Administratíva	10	600
				0,85

Teplu odobrané:

$$Q_{2t} = 1,163 \cdot V_{2p} \cdot (\theta_2 - \theta_1) = 1,163 \cdot 0,85 \cdot (55 - 10) = 44,48 \text{ kWh}$$

Teplu stratené:

$$Q_{2z} = Q_{2t} \cdot 0,3 = 44,48 \cdot 0,3 = 13,35 \text{ kWh}$$

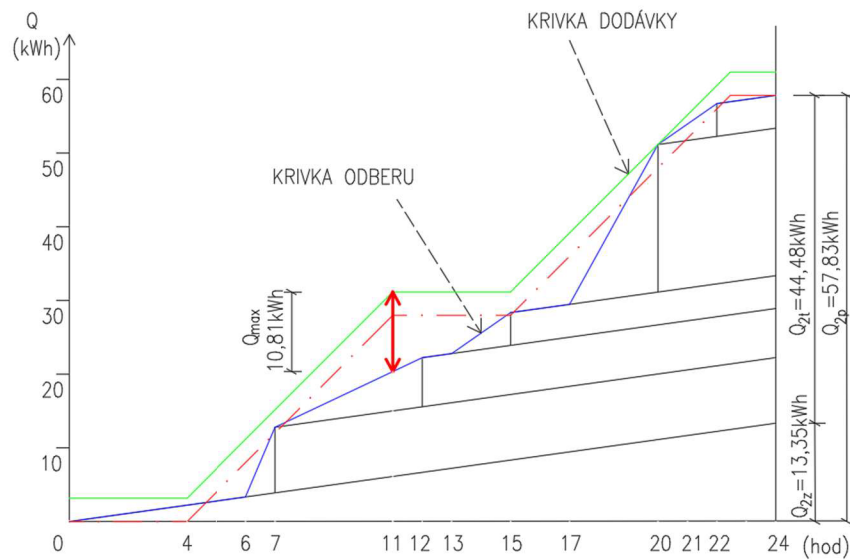
Teplo celkom:

$$Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z} = 44,48 + 13,35 = 57,83 \text{ kWh}$$

Odhadované rozdelenie potreby teplej vody počas dňa:

Tabuľka 6 Rozloženie potreby vody počas dňa

Čas (h)	Podiel odberu (%)	Teplo odobrané $Q_{2t}$ (kWh)	Teplo stratené $Q_{2z}$ (kWh)	Celkom (kWh)
6.7	20	8,90	2,67	11,57
7.12	15	6,67	2,00	8,67
13-15	10	4,45	1,33	5,78
17-20	45	20,02	6,01	26,02
20-22	10	4,45	1,33	5,78
Spolu	100	44,48	13,35	57,83



Graf 8 Krivka odberu a dodávky TV

**Veľkosť zásobníku:**

$$V_z = \frac{\Delta Q_{max}}{c_w \cdot (t_2 - t_1)} = \frac{10,81}{1,163 \cdot (55 - 10)} = 0,21 \text{ m}^3$$

Bol navrhnutý stacionárny zásobník teplej vody s objemom 234 l Dražice OKC 250 NTRR/BP.

MODEL		OKC 160 NTR/BP	OKC 200 NTR/BP	OKC 200 NTRR/BP	OKC 250 NTR/BP	OKC 250 NTRR/BP
OBJEM	l	148	208	200	242	234
HMOTNOSŤ BEZ VODY	kg	76	92	103	94	107
PREVÁDZKOVÝ TLAK ZÁSOBNÍKA	bar			6		
PREVÁDZKOVÝ TLAK VÝMENNÍKA	bar			10		
MAX.TEPLOTA VYKUROVACEJ VODY	°C			110		
MAX.TEPLOTA TEPLEJ VODY	°C			80		
VÝHREVNÁ PLOCHA HORNÉHO VÝMENNÍKA	m <sup>2</sup>	-	-	1	-	1
VÝHREVNÁ PLOCHA SPODNÉHO VÝMENNÍKA	m <sup>2</sup>	1,45	1,45	1	1,45	1
VÝKON HORNÉHO / SPODNÉHO VÝMENNÍKA PRI TEPLOTE VYKUROVACEJ VODY 80 °C A PRIETOKU 720 l/h	kW	- /32	- /32	24/24	- /32	24/24
TRVALÝ VÝKON TEPLEJ VODY <sup>1</sup> HORNÉHO / SPODNÉHO VÝMENNÍKA	l/h	- /990	- /990	650/670 *1080	- /990	650/670 *1080
ČAS OHREVU HORNÝM / SPODNÝM VÝMENNÍKOM Z 10°C NA 60 °C	min	- /16	- /23	14/14	- /26	14/17
TRIEDA ENERGETICKEJ ÚČINNOSTI		C	C	C	C	C
STATICKE STRATY	W	75	82	82	87	87

<sup>1</sup> Teplá voda 45 °C

<sup>2</sup> Tieto údaje sa nevzťahujú na typy NTR/BP, ktoré nemajú teleso

\* Výmenníky spojené do série

Obrázok 8 Parametre zásobníka OKC 250 NTRR/BP [28]

### Menovitý výkon ohrevu:

$$Q_{1n} = \frac{Q_1}{t} = \frac{57,83}{15} = 3,85 \text{ kW}$$

### Potrebná teplosmenná plocha:

$$T_1 = 65 \text{ °C} \quad t_1 = 10 \text{ °C}$$

$$T_2 = 50 \text{ °C} \quad t_2 = 55 \text{ °C}$$

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}} = \frac{(65 - 55) - (50 - 10)}{\ln \frac{(65 - 55)}{(50 - 10)}} = 21,64 \text{ °C}$$

$$A = \frac{Q_{1n} \cdot 10^3}{U \cdot \Delta t} = \frac{3855}{420 \cdot 21,64} = 0,42 \text{ m}^2$$



## 2.7.3 Automatické dopušťanie vody

Automatické dopĺňovanie vody v sústave je navrhnuté s membránovou tlakovou expanznou nádobou. Od firmy Reflex, ktoré je zložené z troch častí Fillset, Fillsoft II a Fillcontrol Plus. Proces prebieha automaticky

### Fillset

- oddelovací člen pro doplňovací systémy dle DIN 1988 a DIN EN 1717 při průměrném napojení na rozvod pitné vody
- systémový oddelovač BA schválený DVGW
- uzavírací armatury na vstupu i výstupu, stěnový držák
- včetně standardního nebo kontaktního vodoměru



	Fillset se standardním vodoměrem	Fillset s kontaktním vodoměrem
Obj. číslo	6811105	6811205
Dovol. provozní tlak	10 bar	10 bar
Dovol. provozní teplota	60 °C	60 °C
Šířka x výška	293 x 230 mm	293 x 230 mm
Hmotnost	1,7 kg	1,7 kg
Připojení vstup/výstup	R ½/R ½	R ½/R ½
Min. tlak na přítoku <sup>1)</sup>	p <sub>0</sub> + 1,3 bar	p <sub>0</sub> + 1,3 bar
Průtokový součinitel <sup>2)</sup> k <sub>vs</sub>	0,8 m <sup>3</sup> /h	0,8 m <sup>3</sup> /h
Průtokový součinitel <sup>3)</sup> k <sub>vs</sub>	0,7 m <sup>3</sup> /h	0,7 m <sup>3</sup> /h

<sup>1)</sup> p<sub>0</sub> = předtlak plynu v membránové tlakové expanzní nádobě  
<sup>2)</sup> při použití samostatně  
<sup>3)</sup> ve spojení s Fillsoftem

Tabulka 7 Technické parametry Fillset [29]

### Fillsoft I/II

- změkčovací armatura pro první plnění a doplňování topných soustav
- Fillsoft I: změkčovací kapacita 6.000 l x °dH
- Fillsoft II: změkčovací kapacita 12.000 l x °dH
- včetně uzavírací armatury s kohoutem pro kontrolní odběry a segmentovým šroubením\*
- Fillset I včetně omezovače průtoku

	Fillsoft I	Fillsoft II
Obj. číslo	6811600	6811700
Dovol. provozní tlak	8 bar	8 bar
Dovol. provozní teplota	40 °C	40 °C
Výška	600 mm	600 mm
Šířka	260 mm	380 mm
Max. průtok	0,4 m <sup>3</sup> /h	0,4 m <sup>3</sup> /h
Hmotnost	4,1 kg	7,6 kg
Připojení vstup/výstup	Rp ½/Rp ½	Rp ½/Rp ½
Kapacita	6,000 l x °dH	12,000 l x °dH



Fillsoft I



Fillsoft II

Tabulka 8 Technické parametry Fillsoft II [29]

### Fillcontrol Plus – doplňovací zařízení bez čerpadla

- pro kontrolu tlaku a automatické doplňování podle nastaveného počátečního tlaku v soustavách s membránovými tlakovými expanzními nádobami
- včetně držáku na stěnu
- s řídicí jednotkou Control Basic
- rozhraní RS-485, připojení Bus modulů a rozšiřujících modulů je možné
- kontrola kapacity změkčovacího zařízení Fillsoft



	Standard provedení	Nerez provedení
Obj. číslo	8812100	8812200
Dovol. provozní teplota	90 °C	90 °C
Výška x šířka x hloubka	320 x 340 x 190 mm	320 x 340 x 190 mm
Hmotnost	2,5 kg	2,5 kg
Připojení vstup/výstup	G ¾/G ½	G ¾/G ½
Dovol. provozní tlak	10 bar	10 bar
Vstupní tlak	10 bar	max. 10 bar
Min. tlak na přítoku	p <sub>0</sub> + 1,3 bar <sup>1)</sup>	p <sub>0</sub> + 1,3 bar <sup>1)</sup>
Max. vyrovnávací tlak na vstupu	p <sub>0</sub> + 4 bar <sup>2)</sup>	p <sub>0</sub> + 4 bar <sup>2)</sup>
Napájecí napětí	230 V/50 Hz	230 V/50 Hz
Průtokový součinitel <sup>3)</sup> k <sub>vs</sub>	1,4 m <sup>3</sup> /h	1,4 m <sup>3</sup> /h
Průtokový součinitel <sup>4)</sup> k <sub>vs</sub>	0,7 m <sup>3</sup> /h	0,7 m <sup>3</sup> /h

<sup>1)</sup> p<sub>0</sub> = předtlak plynu v membránové tlakové expanzní nádobě  
<sup>2)</sup> při překročení upravit nastavení redukčního ventilu  
<sup>3)</sup> při použití samostatně  
<sup>4)</sup> ve spojení s Fillsetem

Tabulka 9 technické parametry Fillcontrol Plus [29]

## 2.7.4 Návrh zdroja tepla

Tepelná strata  $Q_{vyt} = 53,66 \text{ kW}$

Príprava TV  $Q_{tv} = 3,85 \text{ kW}$

### Výkon zdroja

$$Q_{prip} = Q_{vyt} + Q_{TV} = 53,66 + 3,85 = 57,51 \text{ kW}$$

Zdroj tepla som navrhla 2 plynové kondenzačné kotly Junker Bosch Condens GC8700iW 30 PB, každý s max výkonom 31,1 kW.

Technické údaje	Jednotka	GC8700iW 30 P(B)	GC8700iW 30/35 C(B)
Farba čelného dizajnu		biela/čierna	biela/čierna
Max.menovitý tepelný výkon (50/30 °C)	kW	31,1	31,1
Min.menovitý tepelný výkon (50/30 °C)	kW	3,2	5,5
Max. výkon teplej vody	kW	-	34,4
Hladina akustického výkonu podľa ErP15	dB (A)	52,8	53
Ročným obdobím podmienená účinnosť vykurovania priestorov podľa ErP15	%	94	94
Trieda energetickej účinnosti		A	A
Trieda energetickej účinnosti prípravy teplej vody		-	A
Uvádzaný záťažový profil		-	XL

Tabuľka 10 Technické parametre plynového kotla Junkers GC8700iW 30PB [30]

## 2.7.5 Prívod spaľovacieho vzduchu a odvod spalín

Prívod vzduchu bude z vonkajšieho priestoru a odvod spalín bude opäť do vonkajšieho priestoru a to pomocou koncentrického komína. Komínové potrubie bude vyvedené nad strechu objektu a bude zakončené komínovou plastovou hlavicou. V technickej miestnosti, v ktorej sa nachádzajú plynové kondenzačné kotly, budú spaľovací priestor a splínové cesty oddelené plynotesne. Maximálna tlaková strata pre odymenie je 150 kPa. Montáž vodorovného potrubia bude s dodržaním minimálneho sklonu 3°.

## 2.7.6 Odvod kondenzátu

Kondenzát vzniká pri prevádzke plynového kondenzačného kotla a na jeho odvod bude slúžiť rúra v priemere 24 mm. Odvod kondenzátu bude aj z poistného ventilu ktoré budú mať pripojenie do kanalizácie. Potrubie bude v minimálnom sklone 5°. Zabezpečenie kontroly či dochádza k odvodu kondenzátu bude pred uvedením kotlov do prevádzky. Na celkový odvod kondenzátu bude slúžiť neutralizačný box.

## 2.7.7 Dimenzovanie a hydraulické posúdenie potrubia

### 2.7.7.1 Popis vykurovacej sústavy

Vykurovacia sústava je dvojrúrková s vertikálnym a horizontálnym rozvodom. Navrhnuté sú 2 vykurovacie vetvy pre Sever a Juh. Teplotný spád sústavy je 65/50°C.

V objekte sa nachádzajú 2 typy telies. Doskové vykurovacie telesá Radik Ventil Kompakt (VK) a vykurovacie telesá s hladkou čelnou doskou typu Plan VK. Telesá VK majú v sebe zabudovanú termostatickú vložku s 8 polohami nastavenia ventilu.

Na vstupe potrubia do rozdeľovačov budú umiestnené vyvažovacie ventily STAD. Vyvažovacie ventily budú použité aj na päťach stúpačiek, jednotlivých vetvách od rozdeľovača a zberača v technickej miestnosti.

V tomto dokumente je uvedená kritická vetva a rozvody technickej miestnosti. Všetky ostatné dimenzačné tabuľky vykurovacej sústavy sú priložené v prílohe P[2].

### 2.7.8 Dimenzovanie vykurovacích vetiev

č.ú.1.NP	$\Delta Q$ [W]	$\Delta M$ [kg/h]	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.I (Pa)	$\Sigma\xi$ (-)	Z (Pa)	$\Delta p_{TRV}$ (Pa)	$\Delta p_{HP\dot{S}}$ (Pa)	R.I+Z+ $\Delta p$ (Pa)	$\Delta p_{DIS}$ (Pa)		
1	1881	162	1881	162	6,6	18x1	52,8	0,23	348	2,6	69	TRV (8)	4650	HPŠ (9)	1435	6503	6503
2	278	24	2159	186	1,9	18x1	67,5	0,262	128	2,82	97		0		0	225	6728
3	222	19	2381	205	4,75	18x1	79,4	0,288	377	3,3	137		0		0	514	7242
4	239	21	2620	225	8,4	22x1	32,5	0,202	273	4,1	84		0		0	357	7599
5	374	32	2994	257	6,9	22x1	40,8	0,23	282	2,82	75		0		0	356	7955
6	1257	108	4251	366	3,8	22x1	71,4	0,328	271	2,6	140		0		0	411	8366
7	3860	332	8111	697	4,4	28x1,5	81	0,4	356	0,82	66		0		0	422	8788
8	4150	357	12261	1054	21	35x1,5	51,8	0,37	1088	2,6	178		0		0	1266	10054
1'			278	24					0		0	TRV (8)	102			102	6503
Přednastavení ventilu					6503	-	102	=	6401 Pa		kv	0,09	HPŠ (1)				
2'			222	19					0		0	TRV (8)	65			65	6728
Přednastavení ventilu					6728	-	65	=	6663 Pa		kv	0,07	HPŠ (1)				
3'			239	21					0		0	TRV (8)	75			75	7242
Přednastavení ventilu					7242	-	75	=	7167 Pa		kv	0,08	HPŠ (1)				
4'			374	32					0		0	TRV (8)	184			184	7599
Přednastavení ventilu					7599	-	184	=	7415 Pa		kv	0,12	HPŠ (1)				
5'			1257	108					0		0	TRV (8)	2077			2077	7955
Přednastavení ventilu					7955	-	2077	=	5878 Pa		kv	0,45	HPŠ (5)				

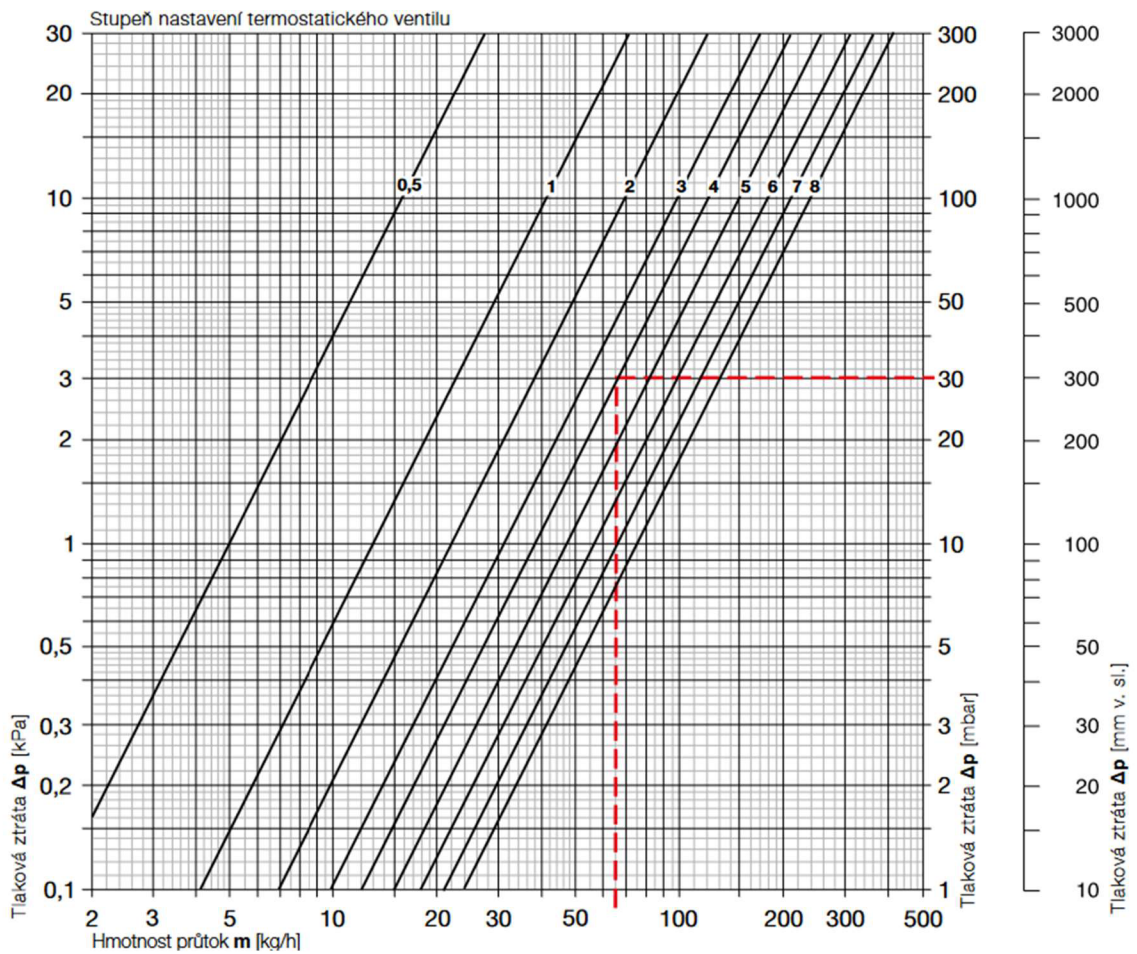
Tabuľka 11 Dimenzovanie okruhu Juh

### 2.7.9 Dimenzovanie rozvodov v technickej miestnosti

Tabuľka 12 Dimenzovanie rozvodov technickej miestnosti

Dimenzovanie k zásobníku															
č.ú.	$\Delta Q$ [W]	$\Delta M$ [kg/h]	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.I (Pa)	$\Sigma\xi$ (-)	Z (Pa)	$\Delta p$ (Pa)	R.I+Z+ $\Delta p$ (Pa)	$\Delta p_{DIS}$ (Pa)	
1	11566	995	11566	995	0,5	35x1,5	46,83	0,35	23	22,1	1354	490	1867	1867	
Dimenzovanie ku kotlu															
č.ú.	$\Delta Q$ [W]	$\Delta M$ [kg/h]	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.I (Pa)	$\Sigma\xi$ (-)	Z (Pa)	$\Delta p$ (Pa)	R.I+Z+ $\Delta p$ (Pa)	$\Delta p_{DIS}$ (Pa)	
	33634	2892	33634	2892	0,7	42x1,5	120,75	0,644	85	1	207	4000	4292	4292	
	33634	2892	67267	5784	2,9	54x2	128	0,84	371	13,8	4869	20	5260	9552	

## Návrhový diagram termostatického ventilu



Graf 9 Stupeň nastavenia termostatického ventilu [31]

Otopná tělesa v provedení VENTIL KOMPAKT bez přípojovacích armatur

Ventil s termostatickou hlaví

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
$k_v$ [m³/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
$k_v$ [m³/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

Tabuľka 13 Stupeň nastavenia ventilu [31]



## 2.7.10 Návrh zariadení – kombinovaný rozdeľovač a zberač

Navrhla som *kombinovaný rozdeľovač a zberač* ETL -Ekotherm

### Vstupné údaje:

Vetva 1 :  $M_1 = 1054 \text{ kg/h}$

Vetva 2 :  $M_2 = 3850 \text{ kg/h}$

Vetva 3 :  $M_{TV} = 995 \text{ kg/h}$

$$M = M_1 + M_2 + M_{TV} = 1054 + 3850 + 995 = 5899 \text{ kg/h} = 5,899 \text{ m}^3/\text{h}$$

TABULKA UVÁDÍ POUZE ORIENTAČNÍ VÝKONOVÉ PARAMETRY! VŽDY ZÁLEŽÍ NA ROZMÍSTĚNÍ HRDELI								
Qmax = [m <sup>3</sup> /hod]	6	10	15	23	42	65	95	130
do výkonu [kW] při Δt=20	120	250	350	550	1000	1500	2100	3000
MODUL	80	100	120	150	200	250	300	350
Průtok, průřez komor S <sub>p</sub> (m <sup>2</sup> )	0,0019	0,0028	0,0040	0,0070	0,0114	0,0176	0,0271	0,0380
Max. délka (m)	1,5	2,0	3,0					

Těla všech RS KOMBI standardně PN 0,6 MPa, teplota 110 °C

Tabulka 14 Kombinovaný rozdeľovač a zberač [32]

Rozdeľovač a zberač bude vyrobený na mieru podľa požiadaviek projektanta. Osová vzdialenosť vetví 250 mm podľa navrhnutých dimenzií potrubia a odporúčaných rozstupov.

Ďalej som navrhla *hydraulický vyrovnávač dynamických tlakov* (HVDT) od firmy ETL-Ekotherm typu HVDT II.

### Vstupné údaje:

Celkový objemový prietok:  $M = 5,899 \text{ m}^3/\text{h}$

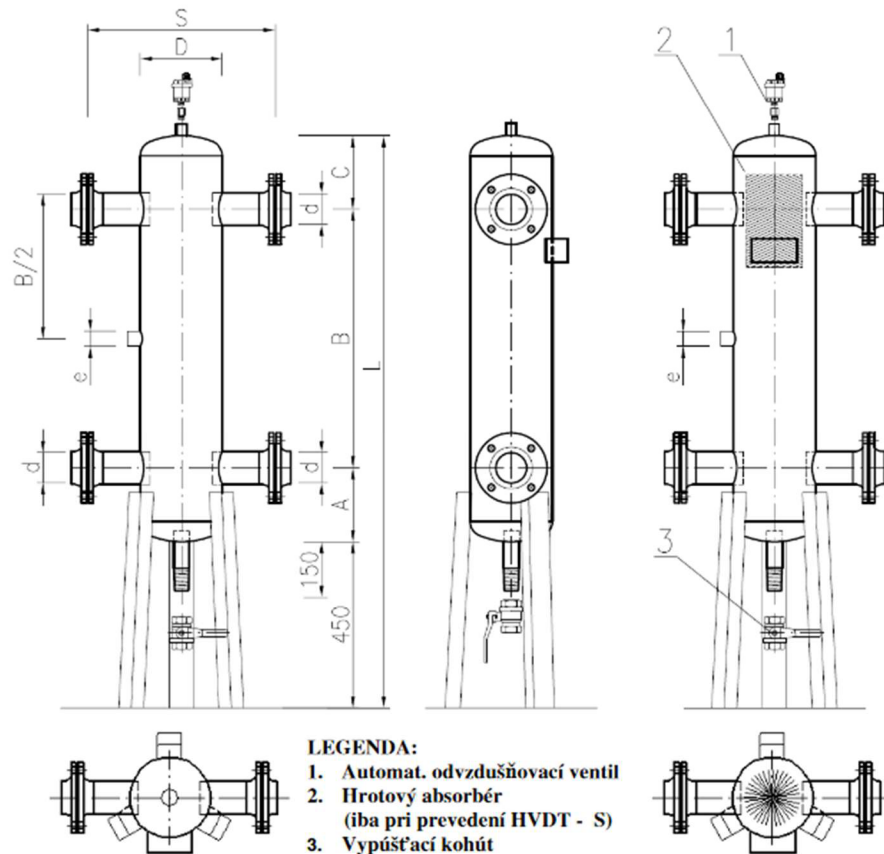
#### HVDT - základní rozměry

Typ HVDT	Max. průtok (m <sup>3</sup> /hod)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	S (mm)	d (mm)	e	f	Hmotnost (kg)
24B	1,8	100	300	65	89	200	5/4"	-	-	5
63B	2,5	110	380	80	108	230	6/4"	-	-	9
1B	4,0	110	400	100	108	240	2"	-	-	9,5
I	4,0	100	400	100	108	385	57	1"	5/4"	33
II	8,0	150	500	100	159	400	76	1"	5/4"	43
III	12,0	200	700	200	219	500	89	1"	5/4"	80
IV	20,0	200	700	200	219	500	108	5/4"	5/4"	86
V	30,0	250	900	200	273	560	133	6/4"	6/4"	145
VI	50,0	300	1000	200	324	620	159	6/4"	6/4"	191
Vla	80,0	350	1300	300	406	750	219	2"	6/4"	239
VII	100,0	400	1500	300	508	800	219	2 1/2"	6/4"	305

HVDT 24B, 63B a 1B nemají stojny, jsou určeny k uchycení na zeď (součástí HVDT je konzola pro uchycení) a mají vnější závit; povrchová úprava: vrchní syntetický nátěr.

Tabulka 15 HVDT [33]

HVDT bol navrhnutý typu II so stojanom.



Obrázok 9 Rozmery HVDT [33]

## 2.7.11 Návrh zmiešavacích armatúr

### 2.7.11.1 Vetva Juh

Vstupné údaje:

Výkon	$Q = 12,26 \text{ kW}$
Tlaková strata	$\Delta p_{DISP} = 10,05 \text{ kPa}$
Dimenzie	35x1,5
Teplotný spád	65/50 °C

**Hmotnostný prietok**

$$m = \frac{Q}{c \cdot \Delta t} = \frac{12261}{1,163 \cdot 10} = 1054 \text{ l/hod}$$

**Tlaková strata trojcestného ventilu**

$$\Delta p_{RV} = \Delta p_{DISP}$$

$$\Delta p_{RV} = 10,05 \text{ kPa}$$

### Výpočet Kv hodnoty

$$Kv = 0,01 \cdot \frac{m}{\sqrt{\Delta p_{EV}}} = 0,01 \cdot \frac{1054}{\sqrt{10,05}} = 3,32 \text{ m}^3/h$$

Navrhla som trojcestný ventil Regulus LK 840,  $Kvs = 4,0 \text{ m}^3/h$ , DN 20

### Výpočet skutočnej tlakovej straty regulačného ventilu

$$\Delta p_{RV} = \left(0,01 \cdot \frac{m}{Kvs}\right)^2 = \left(0,01 \cdot \frac{1054}{4}\right)^2 = 6,95 \text{ kPa}$$

### Výpočet autority regulačného ventilu

$$a = \frac{\Delta p_{RV}}{\Delta p_{RV} + \Delta p_{DISP}} = \frac{6,95}{6,95 + 10,05} = 0,41$$

## 2.7.11.2 Vetva k TV

Vstupné údaje:

Výkon  $Q_4 = 11,57 \text{ kW}$

Tlaková strata  $\Delta p_{DISP} = 1,87 \text{ kPa}$

Tlaková strata  $p_{SPO} = 0,49 \text{ kPa}$

Dimenzie  $35 \times 1,5$

Teplotný spád  $65/50 \text{ }^\circ\text{C}$

### Hmotnostný prietok

$$m = \frac{Q}{c \cdot \Delta t} = \frac{11566}{1,163 \cdot 10} = 995 \text{ l/hod}$$

### Tlaková strata vyvažovacieho ventilu

$$p_v = \Delta p_{DISP} - p_{SPO}$$

$$\Delta p_v = 1,87 - 0,49 = 1,38 \text{ kPa}$$

### Výpočet Kv hodnoty

$$Kv = 0,01 \cdot \frac{m}{\sqrt{\Delta p_v}} = 0,01 \cdot \frac{995}{\sqrt{1,38}} = 8,47 \text{ m}^3/h$$

Bol navrhnutý vyvažovací ventil Hydronic STAD;  $Kv=8,7$ ; DN 25; 4 otáčky, vyvažovací ventil je kvôli čerpadlu, aby sme sa dostali s čerpadlom do pracovnej oblasti, kde je schopné regulácie – posilnenie tlakovej straty. Potrebná tlaková strata + 7 kPa.

## 2.7.12 Tepelná izolácia

Tepelná izolácia sa navrhovala podľa vyhlášky č. 193/2007 Sb. na stránke TZB-info. Boli použité razené potrubné puzdra z minerálnej vlny pre potrubné rozvody, kaširované hliníkovou fóliou od firmy Rockwool – PIPO/PIPO ALS.

Rozmer potrubia	Výsledný súčiniteľ prestupu tepla		Určujúci súčiniteľ prestupu tepla	Hrúbka izolácie	Súčiniteľ tepelnej vodivosti izolácie	Posúdenie podľa výhlášky 193/2007
Dxt (mm)	$U_o$ (W/m.K)		$U_{o,v}$ (W/m.K)	$S_{iz}$ (mm)	$\lambda_{iz}$ (W/m.K)	$U_{o,v} < U_o$ VYHOVUJE
15x1	0,15	$\geq$	0,148	25	0,037	VYHOVUJE
18x1	0,15	$\geq$	0,132	40	0,037	VYHOVUJE
22x1	0,18	$\geq$	0,146	40	0,037	VYHOVUJE
28x1,5	0,18	$\geq$	0,165	40	0,037	VYHOVUJE
35x1,5	0,18	$\geq$	0,167	50	0,037	VYHOVUJE
42x1,5	0,27	$\geq$	0,184	50	0,037	VYHOVUJE
54x2	0,15	$\geq$	0,148	100	0,037	VYHOVUJE

Obrázok 10 Návrh hrúbky izolácie



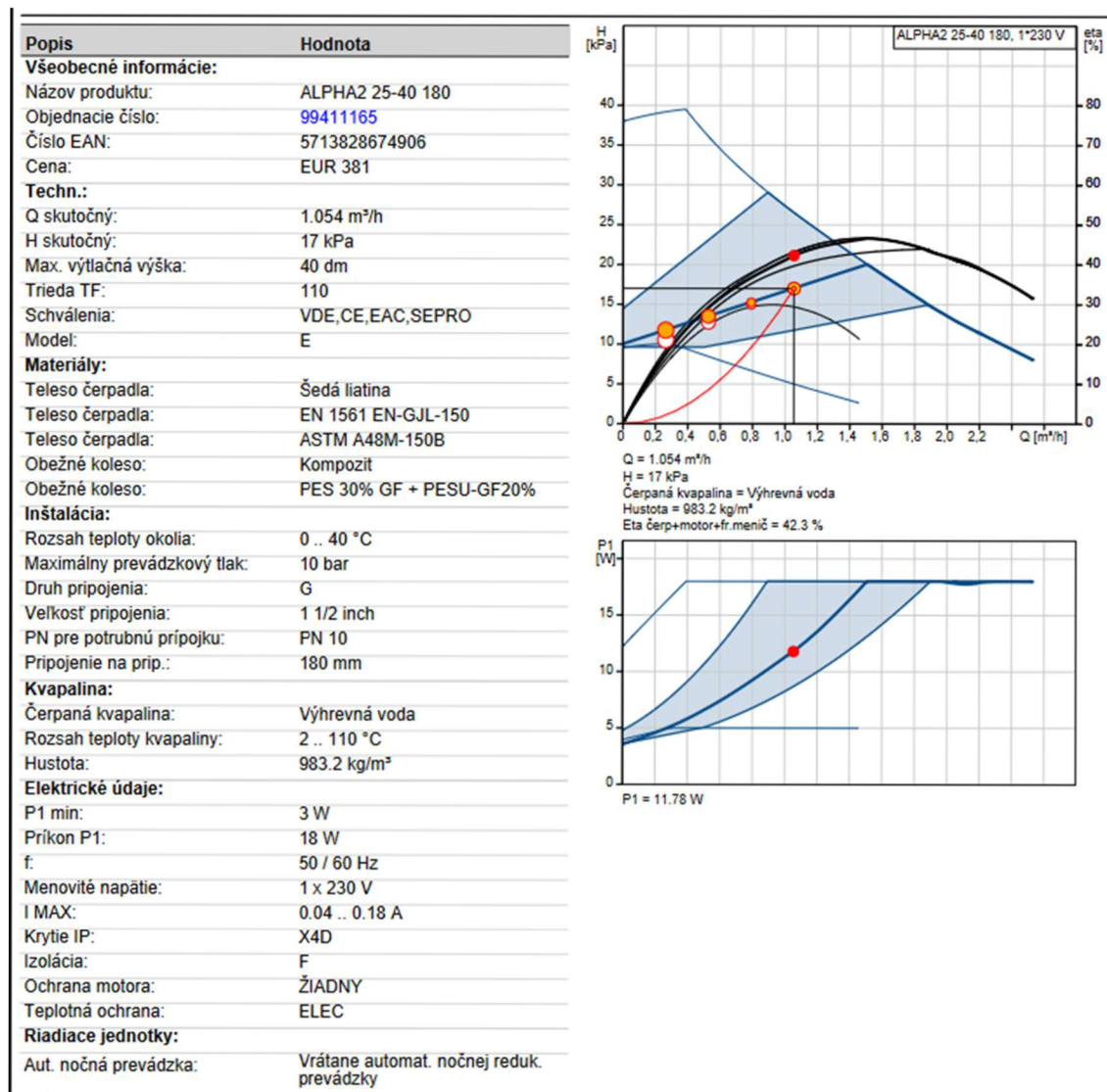
## 2.7.13 Návrh obehových čerpadiel

Obehové čerpadla boli navrhnuté od firmy Grundfos, pomocou voľne prístupného programu. Boli dimenzované na max prietok jednotlivých vetví a na max tlakové straty.

### Vetva Juh

Hmotnostný prietok 1054 kg/h

Tlaková strata 17 kPa

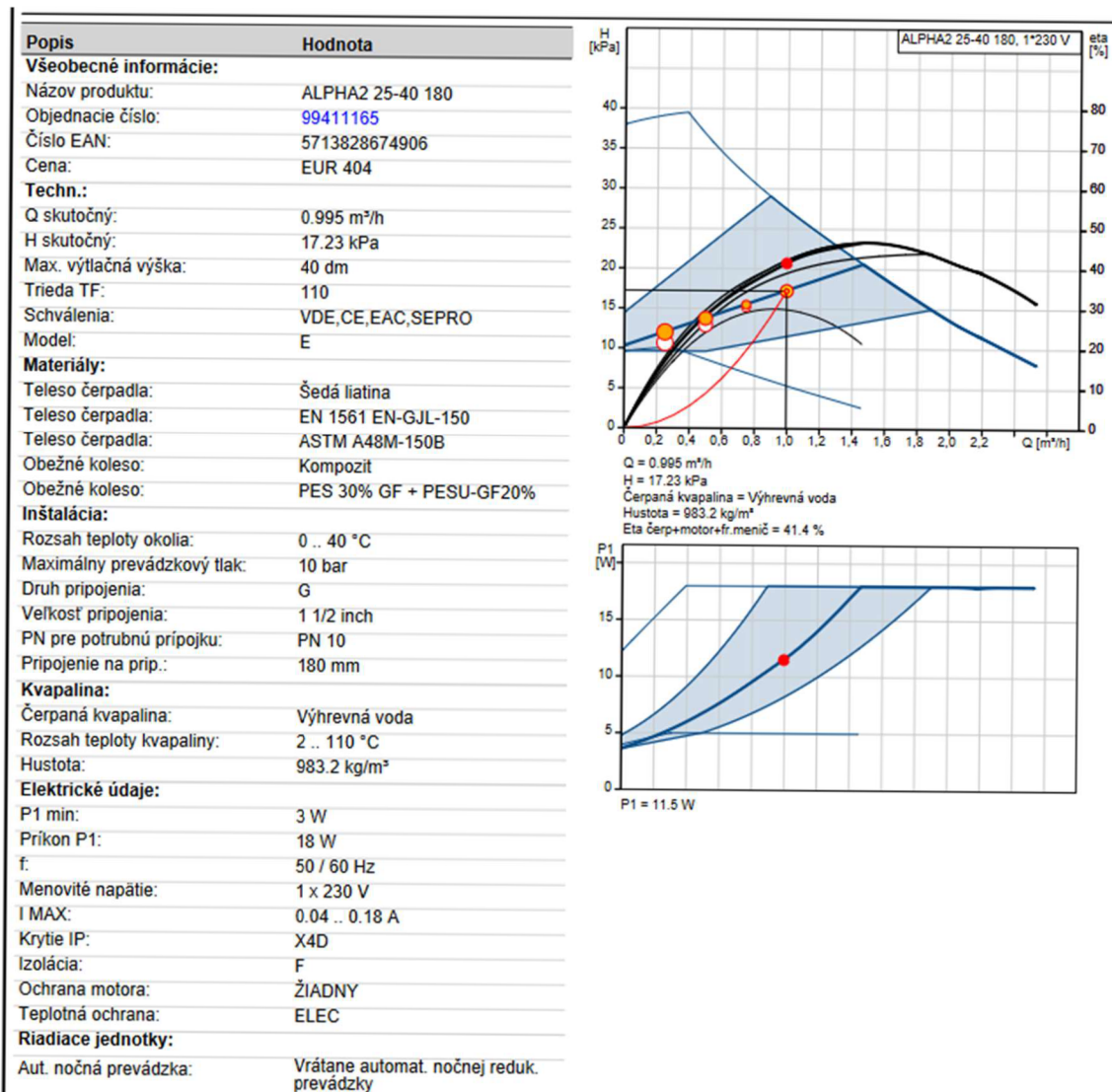


Graf 10 Graf čerpadla ALPHA2 25-40 180 [34]

## Vetva k ohrevu TV

Hmotnostný prietok 995 kg/h

Tlaková strata 10,23 kPa + 7 kPa – potrebná tlaková strata



Graf 11 Graf čerpadla ALPHA2 25-40 180 [34]

## 2.7.14 Návrh zabezpečovacieho zariadenia

### 2.7.14.1 Návrh expanznej nádoby

Návrh expanznej nádoby bol podľa normy ČSN 06 0830

Vstupné údaje:

Objem v kotlu  $V_k = 2 \cdot 13,5 = 27 \text{ l}$

Objem vody v potrubí  $V_p = 70 \text{ l}$

Objem vody vo vykurovacích telesách  $V_{OT} = 294,1 \text{ l}$

Celkový objem v sústave  $V_o = 391 \text{ l}$

Menovitý výkon zdroja  $Q_p = 62,2 \text{ Kw}$

Výška vykurovacej sústavy  $h = 7,8 \text{ m}$

Výška manometrickej roviny  $k_{MR} = 1 \text{ m}$

Maximálna teplota vody  $t_{MAX} = 65 \text{ °C}$

**Expanzný objem:**

$$V_{et} = 1,3 \cdot V_o \cdot n = 1,3 \cdot 0,391 \cdot 0,0142 = 0,00722 \text{ m}^3 = 7,22 \text{ l}$$

**Najnižší dovolený prevádzkový pretlak:**

$$p_{d,dov,A} = 1,1 \cdot \rho \cdot g \cdot h \cdot 10^{-3} + p_B = 1,1 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 7,8 \cdot 10^{-3} + 100 \\ = 184 \text{ kPa, volím } 190 \text{ kPa}$$

**Najvyšší dovolený pretlak:**

$$p_{h,dov,A} = p_{h,dov} + 100 = p_{ot} + 100 = 250 + 100 = 350 \text{ kPa, otvarací pretlak}$$

**Predbežný objem expanznej nádoby:**

$$V_{ep} = \frac{V_{et} \cdot (p_{hp} + 100)}{(p_{hp} - p_d)} = \frac{0,00722 \cdot (350 + 100)}{(350 - 190)} = 0,020 \text{ m}^3$$

**Priemer expanzného potrubia:**

$$d_p = 10 + 0,6 \cdot Q_p^{0,5} = 10 + 0,6 \cdot 62,2^{0,5} = 14,7 \text{ mm}$$

Navrhujem potrubie dimenzie DN15.

Podľa návrhu bola vybraná, pre vykurovaciu sústavu 1. varianty, expanzná nádoba Reflex V20, 20 l.

### 2.7.14.2 Návrh poistného ventilu pre jeden kotol

Návrh poistného ventilu bol podľa normy ČSN 06 0830

Menovitý výkon  $Q_p = 31,1 \text{ kW}$

Otvárací pretlak  $p = 350 \text{ kPa}$

Konštanta stavu sýtej páry  $K = 1,12 \text{ kW/mm}^2$

Výtokový súčiniteľ  $\alpha_w = 0,565$

**Prierez sedla poistného ventilu:**

$$A_o = \frac{Q_p}{\alpha_w \cdot K} = \frac{31,1}{0,565 \cdot 1,12} = 49,15 \text{ mm}^2$$

**Priemer sedla poistného ventilu:**

$$d_i = 2 \cdot \sqrt{\frac{A_o}{\pi}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{49,15}{\pi}} = 7,9 \text{ mm}$$

**Priemer sedla skutočného ventilu:**

$$d_o = a \cdot d_i = 1,34 \cdot 7,9 = 10,6 \text{ mm}$$

**Priemer poistného potrubia:**

$$d_p = 15 + 1,4 \cdot Q_p^{0,5} = 15 + 1,4 \cdot 31,1^{0,5} = 22,81 \text{ mm} \rightarrow \text{DN25}$$

Poistný ventil pre jeden kotol navrhujem DUCO 1"x1 1/4" DN 25 s otváracím pretlakom 350 kPa. Pre každý kotol zvlášť budú osadené 2 poistné ventily.

Označenie Typ DUCO	Menovitá svetlosť DN [mm]	Najmenšia prietokový prierez [mm <sup>2</sup> ]	Zaručený výtokový súčiniteľ $\alpha_w$ [-]	Otvárací tlak $p_o$ [kPa] Při $p_o$ do 300 kPa tolerancia $\pm 10$ % Při $p_o$ nad 300 kPa tolerancia $\pm 30$ kPa
<b>Pre vykurovanie:</b>				
1/2" x 3/4"	15	113	0,444	50;100;150;180;200;250;300;350;400;450;500;550
3/4" x 1"	20	176	0,565	50;100;150;180;200;250;300;350;400;450;500;550
1" x 1 1/4"	25	380	0,684	50;100;150;180;200;250;300;350;400;450;500;550
1 1/4" x 1 1/2"	32	804	0,693	50;100;150;200;250;300;350;400;450;500;550
1 1/2" x 2"	40	1017	0,549	50;100;150;200;250;300;350;400;450;500;550
2" x 2 1/2"	50	1589	0,576	50;100;150;200;250;300;350;400;450;500;550
1/2" x 3/4" M	15	113	0,444	250;300

Tabuľka 16 Výber poistného ventilu [1]

## 2.7.15 Ročná potreba tepla a paliva

### 2.7.15.1 Potreba energie pre ohrev teplej vody:

Vstupné údaje:

Oblasť	Brno
Dĺžka vykurovacieho obdobia	235 dní
Vonkajšia výpočtová teplota	$t_e = -12 \text{ °C}$
Priemerná vnútorná teplota	$t_i = 20 \text{ °C}$
Priemerná teplota vykurovacieho obdobia	$t_{es} = 3,6 \text{ °C}$

Ohrev teplej vody:

Spotreba teplej vody denne	$V_{2p} = 0,85 \text{ m}^3/\text{deň}$
Vstupná teplota vody v lete	$t_{1L} = 15 \text{ °C}$
Vstupná teplota vody v zime	$t_{1Z} = 10 \text{ °C}$
Vstupná teplota vody	$t_{TV} = 55 \text{ °C}$

#### Požadovaná energia

Energia na ohrev teplej vody:

$$E_{TV,d} = V_{2p} \cdot c \cdot (t_{TV} - t_{1Z}) = 0,85 \cdot 1,163 \cdot (55 - 10) = 44,48 \text{ kWh/deň}$$

Korekcia na premenlivú vstupnú teplotu:

$$k_t = \frac{t_{TV} - t_{1L}}{t_{TV} - t_{1Z}} = \frac{55 - 15}{55 - 10} = 0,89$$

#### Ročná spotreba tepla:

$$E_{TV} = E_{TV,d} \cdot d \cdot k_t + E_{TV,d} \cdot (350 - d)$$
$$44,48 \cdot 235 \cdot 0,89 + 44,48 \cdot (350 - 235) = 15 \text{ MWh/r}$$

Spotreba energie

$$E_{TV,SK} = \frac{E_{TV}}{\eta_{zdroj} \cdot \eta_{distr}} = \frac{15}{0,98 \cdot 0,95} = \mathbf{16 \text{ MWh}}$$

### 2.7.15.2 Potreba energie pre vykurovanie

Vstupné údaje:

Tepelná strata objektu	$Q_T = 53,66 \text{ kW}$
Vonkajšia výpočtová teplota	$t_e = -12 \text{ °C}$
Priemerná vnútorná teplota	$t_i = 20 \text{ °C}$
Priemerná teplota vykurovacieho obdobia	$t_{es} = 3,6 \text{ °C}$

**Merná tepelná strata budovy:**

$$H_{T+1} = \frac{Q_T}{\Delta t} = \frac{53660}{(20 - (-12))} = 1677 \text{ W/K}$$

Požadovaná potreba energie

$$E = 24 \cdot \varepsilon \cdot e \cdot D \cdot H_{T+1}$$

$\varepsilon$  ... súčiniteľ vyjadrujúci nesúčasnosť infiltrácie počas roka  $\varepsilon = 0,8$

$e$  ... súčiniteľ vyjadrujúci zníženie vplyvu prerušovaného vykurovania  $e = 0,77$

$D$  ... počet dennostupňov

$$D = d \cdot (t_{is} - t_{es}) = 235 \cdot (20 - 3,6) = 3854 \text{ deň} \cdot \text{K}$$

$d$  ... počet dní vykurovacieho obdobia

$t_{is}$  ... priemerná teplota vykurovacieho obdobia  $t_{is} = 20$

$$E = 24 \cdot \varepsilon \cdot e \cdot D \cdot H_{T+1} = 24 \cdot 0,8 \cdot 0,77 \cdot 3854 \cdot 1677 = 94,9 \text{ MWh/r}$$

**Spotreba energie**

$$E_{UT} = \frac{E}{\eta_{zdroj} \cdot \eta_{distr}} = \frac{94,9}{0,98 \cdot 0,95} = 102 \text{ MWh/r}$$

**Ročná spotreba paliva**

$H$  ... výhrevnosť zemného plynu  $H = 35,0 \text{ MJ/m}^3$

$$E = 3600 \cdot \frac{E}{H} = 3600 \cdot \frac{(E_{TV,SK} + E_{UT})}{H} = 3600 \cdot \frac{(16 + 102)}{35} = 12 \text{ 144 } \text{ m}^3/\text{r}$$

**Celková ročná potreba tepla pre vykurovanie a prípravu TV**

$$E_{TV,SK} + E_{UT} = 16 + 102 = 118 \text{ MWh/rok}$$

## 2.8 Variant 2 A

### 2.8.1 Návrh vykurovacích telies - Fancoil

V 2 variante som sa snažila navrhnuť v kanceláriách teplovzdušné vykurovanie. Teplovzdušné vykurovanie som navrhovala na teplotný spád 65/50°C a po prepočte výkonov na iné podmienky som zistila, že ak by som uvažovala s teplovzdušným vykurovaním, dané miestnosti by boli predimenzované. Tak nakoniec som túto variantu prehodnotila.

#### Dimenzovanie Fanciol

Prepočet výkonu telesa na iné podmienky:

$$\text{Opravný súčiniteľ na teplotný rozdiel} \quad \begin{array}{ll} \text{1.a} & c \geq 0,7 \\ \text{1.b} & c \leq 0,7 \end{array} \quad c = \frac{(t_{w2} - t_i)}{(t_{w1} - t_i)}$$

$Q_n$  ... výkon udaný výrobcom (W)

$n$  ... teplotný exponent

$$Q_T = Q_n \cdot \left( \frac{\Delta t_{ln}}{\Delta t_{ln,n}} \right)^n$$

1.a

1.b

$$\Delta t = \frac{(t_{w1} + t_{w2})}{2} - t_i$$

$$\Delta t = \frac{(t_{m1} - t_1) - (t_{m2} - t_2)}{\ln \frac{t_{m1} - t_1}{t_{m2} - t_2}}$$

Č.M.	Účel	$t_i$	$\Phi_{HL,i}$	Druh fancoilu	Pč. Jednotiek	Výkon fancoilu			Výkon
						Ohrev spád 65/50			
						min	med	max	
101	Zádvrie	15	629,63	Fan SK 04	1	1682	2179	2600	2179
102	Schodisko	15	201,76	...		...	...		
103	Chodba	15	-208,30	...		...	...		
104	Kancelária	20	1577,48	Fan SK 04	1	1414	1832	2186	1832
105	Kncelária	20	788,49	Fan SK 04	1	1414	1832	2186	1832
106	Kancelária	20	794,48	Fan SK 04	1	1414	1832	2186	1832
107	Zasadacia miestnosť	20	2608,30	Fan SK 24	1	1753	2496	3174	2496

Tabuľka 17 Dimenzovanie Fancoilov

**4-trubkové provedení** – měření bylo provedeno při následujících parametrech:

**Chlazení**

teplota vstup. vzduchu +27 °C (suchý teploměr), +19 °C (vlhký teploměr)

teplota chladicí vody +7/12 °C

**Topení**

teplota vstupního vzduchu +20 °C

teplota topné vody +70/60°C

model	SK 04			SK 14			SK 24			SK 26			SK 34			SK 36			
rychlost	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
průtok vzduchu	310	420	610	310	420	520	320	500	710	320	500	710	430	610	880	430	610	880	
celkový chladicí výkon	1,51	1,96	2,33	1,85	2,36	2,70	1,85	2,65	3,34	2,09	3,06	3,93	2,36	3,02	3,81	2,72	3,53	4,53	
čistelný chladicí výkon	1,15	1,55	1,90	1,34	1,71	1,98	1,34	1,98	2,56	1,49	2,24	2,95	1,75	2,29	2,97	1,97	2,62	3,46	
průtok vody	260	337	401	318	406	464	318	456	574	359	526	676	406	519	655	468	607	779	
$\Delta P$ chlazení	6,0	10,0	13,5	4,6	6,9	8,8	4,6	8,8	13,4	4,0	7,0	10,5	7,2	11,2	17,0	6,0	9,0	14,0	
topný výkon	1,96	2,54	3,03	2,43	3,02	3,46	2,43	3,46	4,40	1,98	2,71	3,35	3,10	3,97	4,95	2,46	3,06	3,79	
průtok vody	169	219	261	209	260	298	209	298	378	170	233	288	267	341	426	212	263	326	
$\Delta P$ topení	6,5	10,5	14,5	5,7	8,5	10,8	5,7	10,8	16,6	3,6	6,0	9,0	8,8	13,8	20,5	5,0	7,8	11,0	
hladina akustického výkonu	33	40	49	33	40	45	33	45	53	33	45	53	41	49	59	41	49	59	
hladina akustického tlaku*	24	31	40	24	31	36	24	36	44	24	36	44	32	40	50	32	40	50	
ventilátor	W	25	32	57	25	32	44	25	44	68	25	44	68	32	57	90	32	57	90
	A	0,11	0,15	0,27	0,11	0,15	0,20	0,11	0,20	0,32	0,11	0,20	0,32	0,15	0,27	0,45	0,15	0,27	0,45
FCEER / FCOOP	-	D / D			D / D			D / D			D / E			D / D			D / E		
objem výměníku chlazení	l	1,0			1,4			1,4			1,7			1,4			1,7		
objem výměníku topení	l	0,6			0,7			0,7			0,5			0,7			0,5		
rozměry	mm	575 x 575 x 275																	

Tabuľka 18 Typy fancoilov [35]



## 2.9 Variant 2 B

### 2.9.1 Návrh vykurovacích telies – Radiátory z rebrových trubiek Spiral

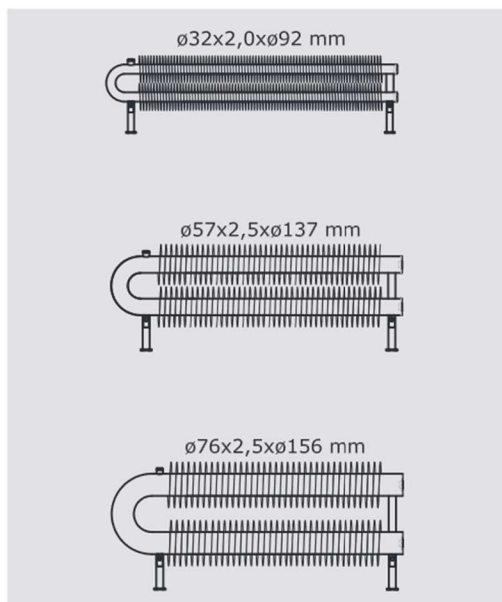
V druhej variante boli navrhnuté vykurovacie telesa na teplotný spád 65/50°C. Výkon daných telies je navrhnutý na tepelné straty jednotlivých miestností. V kanceláriach budú použité radiátory z rebrových trubiek Spiral, v knihovne som navrhla vykurovacie lavice Atol a v menších miestnostiach t.j. kuchynka, WC-muži, WC-ženy boli navrhnuté doskové vykurovacie telesa Korado Radik typu VK.

#### Design vykurovacie telesá s rebrovými trubkami – Spiral

Retro radiátory, ktoré boli znovu objavený designérmi. Tieto radiátory sú najviac umiestňované do administratívnych budov, hotelov, reštaurácií alebo do zasadacích miestností firiem. Nielen kvôli ich výkonnosti ale v teraz v tejto dobe hlavne kvôli ich designu. Ich výhodou je, že výkonnosť a možnosť napojenia do teplovodnej či párenej sústavy, nízka cena a dlhá životnosť.

V tejto práci som použila 2 typy týchto rebrových vykurovacích telies – RAO2-F s variantov uloženia na zemi a RAO3 taktiež s variantov uloženia na zemi.

#### TYPOVÉ ŘADY



Obrázok 12 Vykurovacie telesá - Spiral RAO2-F [36]



Obrázok 11 Vykurovacie telesá - Spiral RAO2-F [36]



## Atol – vykurovacía lavica

Skryté vykurovacie teleso v elegantnom tele. Vykurovacie teleso Atol – 5 článkový je horizontálne uložené v stabilnej konštrukcii. Horná časť je osadená masívnou drevenou doskou, na ktorú je možné posadiť sa alebo si na nej uložiť veci. Je to praktické riešenie v kombinácii s vykurovaním priestoru.



Obrázok 14 Vykurovacie teleso – Atol [37]



Obrázok 13 Vykurovacie teleso – Atol [37]

## 2.9.1.1 Zoznam vykurovacích telies

Č.M.	Účel	ti	ΦHL,i	Typ OT d x v	Výkon Q (W)	z1*z2*z3*φ	Qt
101	Zádverie	15	629,63	Spiral RAO3-F 1000/92	850	0,9	765
102	Schodisko	15	201,76	...	...	...	...
103	Chodba	15	-208,30	...	...	...	...
104	Kancelária	20	1577,48	Spiral RAO2-F 1500/156 2x	1725	0,95	1639
105	Kancelária	20	788,49	Spiral RAO2-F 1500/137	829	1	829
106	Kancelária	20	794,48	Spiral RAO2-F 1500/137	829	1	829
107	Zasadacia miestnosť	20	2608,30	Spiral RAO3-F 1000/92 4x	2890	1	2890
108	Technická miestnosť	10	-221,12	...	...	...	...
109	Zádverie	15	-119,97	...	...	...	...
110	Kancelária OPEN SPACE	20	2251,12	Spiral RAO3-F 1000/92 4x	2890	1	2890
111	Server	18	66,38	...	...	...	...
112	Kuchynka	20	324,14	Radik 20 VK 600/500	341	1	341
113	WC - muži	20	290,84	Radik 20 VK 600/500	341	0,95	324
114	WC - ženy	20	311,11	Radik 10 VK 600/400 2x	342	0,95	325
115	Kuchynka	20	252,11	Radik 20 VK 500/500	284	1	284
116	Sklad	15	-18,18	...	...	...	...
117	Knihovňa - zádverie	15	85,91	Radik 10 VK 400/500	165	0,95	157
118	Knihovňa	20	3741,69	Atol lavice L4 1600/455 8x	3781	1	3781
119	Kuchynka - knihovňa	20	206,02	Radik 10 VK 600/500	209	1	209
120	WC - ženy	20	168,66	Radik 10 VK 500/300 2x	222	0,95	210,9
121	WC - muži	20	222,05	Radik 11 VK 500/400	239	0,95	227,05

Č.M.	Účel	ti	ΦHL,i	Typ OT d x v	Výkon Q (W)	z1*z2*z3*φ	Qt
201	Schodisko	15	220,25	...	...	...	...
202	Chodba	15	400,52	Spiral RAO2-F 500/92	461	0,95	438
203	Kancelária	20	1523,38	Spiral RAO2-F 1500/156 2x	1725	0,95	1639
204	Kancelária	20	921,03	Spiral RAO2-F 1000/92	963	1	963
205	Kancelária	20	953,20	Spiral RAO2-F 1000/92	963	1	963
206	Zasadacia miestnosť	20	2618,03	Spiral RAO3-F 1000/92 4x	2890	1	2890
207	Kancelária	20	1564,36	Spiral RAO2-F 1500/137 2x	1658	1	1658
208	Archív	18	337,78	Radik 11 VK 600/500	374	1	374
209	Kancelária OPEN SPACE	20	8601,20	Spiral RAO3-F 2000/137 5x	9006	1	9006
210	WC - muži	20	175,22	Radik 10 VK 500/300	222	0,95	211
211	WC - ženy	20	137,09	Radik 10 VK 500/300 2x	222	0,95	211
212	Kuchynka - OPEN SPACE	20	174,14	Radik 10 VK 500/300	222	1	222
213	Archív	18	297,55	Radik 10 VK 800/500	299	1	299
214	Čajová kuchynka	20	248,15	Radik 10 VK 800/500	278	1	278
215	WC - muži	20	245,03	Radik 10 VK 800/500	278	0,95	264
216	WC - ženy	20	259,70	Radik 10 VK 400/500 2x	280	0,95	266
217	Kuchynka	20	226,43	Radik 11 VK 500/400	239	1	239

Č.M.	Účel	ti	ΦHL,i	Typ OT d x v	Výkon Q (W)	z1*z2*z3*φ	Qt
301	Schodisko	15	220,25	...	...	...	...
302	Chodba	15	517,37	Spiral RAO2-F 1000/92	567	0,95	538
303	Kancelária	20	1744,73	Spiral RAO2-F 2000/92 2x	2043	0,95	1941
304	Kancelária	20	1046,72	Spiral RAO3-F 1500/92	1156	1	1156
305	Kancelária	20	1085,92	Spiral RAO3-F 1500/92	1156	1	1156
306	Zasadacia miestnosť	20	2890,40	Spiral RAO3-F 1000/92 4x	2890	1	2890
307	Kancelária	20	1812,98	Spiral RAO3-F 2000/156	1819	1	1819
308	Archív	18	422,98	Radik 20 VK 700/500	427	1	427
309	Kancelária OPEN SPACE	20	9306,20	Spiral RAO3-F 2500/92 5x	9529	1	9529
310	WC - muži	20	235,07	Radik 10 VK 800/500	278	0,95	264
311	WC - ženy	20	182,79	Radik 10 VK 500/300 2x	222	0,95	211
312	Kuchynka - OPEN SPACE	20	220,78	Radik 11 VK 500/400	239	1	239
313	Archív	18	361,31	Radik 11 VK 600/500	374	1	374
314	Kuchynka	20	286,06	Radik 20 VK 500/500	290	1	290
315	WC - muži	20	302,41	Radik 20 VK 600/500	341	0,95	324
316	WC - ženy	20	324,11	Radik 10 VK 500/500 2x	348	0,95	331
317	Kuchynka	20	259,20	Radik 10 VK 800/500	278	1	278

Tabuľka 19 Zoznam vykurovacích telies - Variant 2

## 2.9.2 Návrh zdroja

Tepelná strata  $Q_{vyt} = 53,66 \text{ kW}$

Príprava TV  $Q_{tv} = 3,85 \text{ kW}$

### Výkon zdroja

$$Q_{prip} = Q_{vyt} + Q_{TV} = 53,66 + 3,85 = 57,51 \text{ kW}$$

Zdroj tepla som navrhla 2 plynové kondenzačné kotly Junker Bosch Condens GC8700iW 30 PB, každý s max výkonom 31,1 kW.

Technické údaje	Jednotka	GC8700iW 30 P(B)	GC8700iW 30/35 C(B)
Farba čelného dizajnu		biela/čierna	biela/čierna
Max.menovitý tepelný výkon (50/30 °C)	kW	31,1	31,1
Min.menovitý tepelný výkon (50/30 °C)	kW	3,2	5,5
Max. výkon teplej vody	kW	-	34,4
Hladina akustického výkonu podľa ErP15	dB (A)	52,8	53
Ročným obdobím podmienená účinnosť vykurovania priestorov podľa ErP15	%	94	94
Trieda energetickej účinnosti		A	A
Trieda energetickej účinnosti prípravy teplej vody		-	A
Uvádzaný záťažový profil		-	XL

Tabuľka 20 Návrh zdroja tepla [30]

## 2.9.3 Návrh zabezpečovacie zariadenia

### 2.9.3.1 Návrh expanznej nádoby

Návrh expanznej nádoby bol podľa normy ČSN 06 0830

Vstupné údaje:

Objem v kotlu  $V_k = 2 \cdot 13,5 = 27 \text{ l}$

Objem vody v potrubí  $V_p = 78 \text{ l}$

Objem vody vo vykurovacích telesách  $V_{OT} = 339,4 \text{ l}$

Celkový objem v sústave  $V_o = 444 \text{ l}$

Menovitý výkon zdroja  $Q_p = 62,2 \text{ Kw}$

Výška vykurovacej sústavy  $h = 7,8 \text{ m}$

Výška manometrickej roviny  $k_{MR} = 1 \text{ m}$

Maximálna teplota vody  $t_{MAX} = 65 \text{ °C}$

**Expanzný objem:**

$$V_{et} = 1,3 \cdot V_o \cdot n = 1,3 \cdot 0,444 \cdot 0,0142 = 0,00826 \text{ m}^3 = 8,26 \text{ l}$$

**Najnižší dovolený prevádzkový pretlak:**

$$p_{d,dov,A} = 1,1 \cdot \rho \cdot g \cdot h \cdot 10^{-3} + p_B = 1,1 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 7,8 \cdot 10^{-3} + 100 \\ = 184 \text{ kPa, volím } 190 \text{ kPa}$$

**Najvyšší dovolený pretlak:**

$$p_{h,dov,A} = p_{h,dov} + 100 = p_{ot} + 100 = 250 + 100 = 350 \text{ kPa, otvarací pretlak}$$

**Predbežný objem expanznej nádoby:**

$$V_{ep} = \frac{V_{et} \cdot (p_{hp} + 100)}{(p_{hp} - p_d)} = \frac{0,00826 \cdot (350 + 100)}{(350 - 190)} = 0,023 \text{ m}^3$$

**Priemer expanzného potrubia:**

$$d_p = 10 + 0,6 \cdot Q_p^{0,5} = 10 + 0,6 \cdot 62,2^{0,5} = 14,7 \text{ mm}$$

Navrhujem potrubie dimenzie DN15.

Podľa návrhu bola vybraná, pre vykurovaciu sústavu 2. varianty, expanzná nádoba Reflex NG25, 25 l.

### 2.9.3.2 Návrh poistného ventilu pre jeden kotol

Návrh poistného ventilu bol podľa normy ČSN 06 0830

Menovitý výkon  $Q_p = 31,1 \text{ kW}$

Otvárací pretlak  $p = 350 \text{ kPa}$

Konštanta stavu sýtej páry  $K = 1,12 \text{ kW/mm}^2$

Výtokový súčiniteľ  $\alpha_w = 0,565$

**Prierez sedla poistného ventilu:**

$$A_o = \frac{Q_p}{\alpha_w \cdot K} = \frac{31,1}{0,565 \cdot 1,12} = 49,15 \text{ mm}^2$$

**Priemer sedla poistného ventilu:**

$$d_i = 2 \cdot \sqrt{\frac{A_o}{\pi}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{49,15}{\pi}} = 7,9 \text{ mm}$$

**Priemer sedla skutočného ventilu:**

$$d_o = a \cdot d_i = 1,34 \cdot 7,9 = 10,6 \text{ mm}$$

**Priemer poistného potrubia:**

$$d_p = 15 + 1,4 \cdot Q_p^{0,5} = 15 + 1,4 \cdot 31,1^{0,5} = 22,8 \text{ mm} \rightarrow \text{DN25}$$

Poistný ventil pre jeden kotol navrhujem DUCO 1"x1 1/4" DN 25 s otváracím pretlakom 350 kPa. Pre každý kotol zvlášť budú osadené 2 poistné ventily.

Označenie Typ DUCO	Menovitá svetlosť DN [mm]	Najmenšia prietokový prierez [mm <sup>2</sup> ]	Zaručený výtokový súčiniteľ $\alpha_w$ [-]	Otvárací tlak $p_o$ [kPa] Pri $p_o$ do 300 kPa tolerancia $\pm 10 \%$ Pri $p_o$ nad 300 kPa tolerancia $\pm 30 \text{ kPa}$
<b>Pre vykurovanie:</b>				
1/2" x 3/4"	15	113	0,444	50;100;150;180;200;250;300;350;400;450;500;550
3/4" x 1"	20	176	0,565	50;100;150;180;200;250;300;350;400;450;500;550
1" x 1 1/4"	25	380	0,684	50;100;150;180;200;250;300;350;400;450;500;550
1 1/4" x 1 1/2"	32	634	0,693	50;100;150;200;250;300;350;400;450;500;550
1 1/2" x 2"	40	1017	0,549	50;100;150;200;250;300;350;400;450;500;550
2" x 2 1/2"	50	1589	0,576	50;100;150;200;250;300;350;400;450;500;550
1/2" x 3/4" M	15	113	0,444	250;300

Tabuľka 21 Výber poistného ventilu [1]

## 2.9.4 Porovnanie variant

Porovнала som varianty s vykurovacími telesami Radik VK a design vykurovacími telesami Spiral a Atol vykurovacie lavice. Porovнала som ceny týchto telies ich výhody a nevýhody.

Porovnanie otopných telies			
	Výhody	Nevýhody	Orientačná cena [Kč/ks]
Radik VK	výhodná cena, ideálne pre stredne veľké miestnosti, veľmi oblúbená značka	vysoká hmotnosť, menšia plocha	6 951
design Spiral	nižšia cenová ponuka, upevnenie na stenu alebo podlahu, dlhá životnosť, klasické pripojenie, rôzne rozmery, umiestnenie vertikálne aj horizontálne	povrch nie je úplne hladký - nerovnosti, zaistenie vtokových, výtokových a odvzdušňovacích otvorov	12 358
Atol - lavice	nižšia cena, dlhá životnosť, jednoduchá údržba a čistenie	malý podiel zdieľania tepla salánim, menšia variabilita umiestnenia	9 452

Tabuľka 22 Porovnanie variant [vlastné spracovanie]

Varianta Radik VK sú najpoužívanějšími telesami v návrhu vykurovania. Majú veľmi široký výber telies s takým spôsobom pripojenia aký nám vyhovuje. Taktiež zaisťujú potrebný výkon a sú vhodné pre všetky zdroje vykurovania. Taktiež je vhodné meniť alebo upraviť vzhľad voľbou designovej čelnej dosky s rôznym farebnými odtieňmi..

Varianta design Spiral vykurovacie telesá a Atol vykurovacie lavice. Design Spiral vykurovacie telesá sú inováciou pôvodného industriálneho štýlu. Kedysi vyhrievali veľké priemyslové haly no dnes majú veľké uplatnenie v administratívnych budovách ako aj v reštauráciách a bytových domoch. Tieto Spiral vykurovacie telesá sú novo objavený design.

Atol článkové telesá sa taktiež vyznačujú „retro“ vykurovacími telesami. Sú vhodné pre verejné budovy a to hlavne pre chodby, telocvične, šatne, predsieni a v mojom prípade uloženie do knižnice.

Vybrala som si ich preto aby sa znovu zviditeľnili tieto nie nové produkty. Aj vďaka svojim vzhľadom sú pre designerov veľmi žiadanými telesami pre verejné priestory, kde nie len samotná budova musí zaujať, ale taktiež vnútorné priestory.

Podľa cien je zrejmé, že vykurovacie telesá Radik VK sú najlacnejšou variantou a taktiež aj najpoužívanejšou.



## **2.10 Technická správa**

### **2.10.1 Úvod**

Projekt rieši vykurovanie kancelárskej budovy v rozsahu pre vydanie stavebného povolenia.

#### **2.10.1.1 Popis objektu**

Jedná sa o rekonštrukciu vykurovania pre kancelársku budovu Mestského úradu Brno-Líšeň. Objekt má 3 nadzemné podlažia a v podzemnom podlaží sa nachádza parkovisko. V 1.NP sa nachádzajú 3 samostatné kancelárie, technická miestnosť a jedna kancelária open space. Taktiež sa tam nachádza knihovňa s hygienickými zariadeniami. V 2 a 3.NP sú totožné 4 samostatné kancelárie, zasadacia miestnosť, sklady, archívy a kancelárie open space.

Z konštrukčného hľadiska ide o železobetónový skelet. Obvodové murivo je z existujúcich tvárnic s pridanou tepelnou izoláciou hrúbky 150 mm. Strešná konštrukcia je šikmá so sklonom 45° s tepelnou izoláciou 100+160 mm.

#### **2.10.1.2 Popis prevádzky**

V tejto budove sa nachádzajú celkom 11 kancelárií, 2x kancelária open space, 2x zasadacia miestnosť, technická miestnosť a v 1.NP knihovňa. Vykurovacie telesá:

- Vo variante 1 sa bude uvažovať s osadením najčastejšie používaných vykurovacích telies typu Radik VK a Radik Plan VK so zdrojom tepla 2x plynovým kotlom Junkers Bosch 30 PB, každý s max výkonom 31,1 kW a expanzná nádoba Reflex V20, 20l.
- Vo variante 2 sa bude uvažovať s osadením design rúrkových vykurovacích telies typu Spiral v kombinácii s vykurovacími telesami Radik VK a v knihovne s osadením vykurovacích lavíc so zdrojom tepla 2x plynový kondenzačný kotol Junkers Bosch Condens 30 PB, každý s max výkonom 31,1 kW a s expanznou nádobou Reflex NG25 o objeme 25l.

V technickej miestnosti bude okrem zdroja tepla, akumulčná nádoba, expanzná nádoba a vykurovacie vetvy, sever a juh a ohrev TV, ktoré budú napojené na kombinovaný rozdeľovač a zberač.



## 2.10.2 Podklady

Ako podklady pre návrh vykurovacieho systému boli použité

- Projektová dokumentácia objektu
- Platné normy a vyhlášky

## 2.10.3 Základné technické údaje

### 2.10.3.1 Klimatické údaje

Miesto:	Brno-Líšeň
Teplota v exteriéri:	$t_e = -12^\circ\text{C}$
Počet dní vo vykurovacom období:	$d = 235$ dní
Priemerná teplota vo vykurovacom období:	$t_{es} = 3,6^\circ\text{C}$

## 2.10.4 Tepelná bilancia

Hodnoty súčiniteľa prestupu tepla  $U_{N,20}$  u všetkých konštrukciách je splnený podľa normy ČSN 73 05410 2:2011 Tepelná ochrana budovy.

STN – Obvodová stena  $U = 0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$

PDL – Podlaha  $U = 0,34 \text{ W/m}^2\text{K}$

STR – Strecha  $U = 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$

NS1 – Vnútoraná stena 300 mm  $U = \text{W/m}^2\text{K}$

NS2 – Vnútoraná stena 150 mm  $U = \text{W/m}^2\text{K}$

Výplne otvorov  $U = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$

### 2.10.4.1 Tepelné straty

Tepelné straty boli počítané na základe normy ČSN EN 12 831 – Otopné soustavy v budovách pomocou softwaru MS Excel.

Tepelná strata prestupom tepla cez konštrukcie $\Phi_T$	20,9 kW
Tepelná strata vetraním $\Phi_V$	32,7 kW
Celkové tepelné straty $\Phi_{HI}$	53,5 kW

### 2.10.4.2 Ročná potreba tepla

Celková ročná potreba tepla na vykurovanie a prípravu teplej vody:

$$E_{TV,SK} + E_{UT} = 16 + 102 = \mathbf{118 \text{ MWh/rok}}$$

Ročná spotreba paliva:

$$E = 3600 \cdot \frac{(E_{TV,SK} + E_{UT})}{H} = 3600 \cdot \frac{118}{35} = \mathbf{12\ 144\ m^3/r}$$

### 2.10.5 Zdroj tepla

V 1 a 2 variante bol použitý zdroj tepla pre pokrytie potreby vykurovania a ohrev teplej vody 2x plynový kondenzačný zavesený kotol Junker Bosch Condens GC8700iW 30 PB, každý s max výkonom 31,1 kW.

V oboch prípadoch sa jedná o spotrebič typu C, tzn. že spaľovací vzduch je dodávaný z exteriéru pomocou koaxiálneho potrubia.

#### 2.10.5.1 Prívod spaľovacieho vzduchu a odvod spalín

Prívod vzduchu bude z vonkajšieho priestoru a odvod spalín bude opäť do vonkajšieho priestoru a to pomocou koncentrického komína. Montáž vodorovného potrubia bude s dodržaním minimálneho sklonu 3°.

### 2.10.6 Vykurovacia sústava

Vykurovacia sústava je dvojrúrková s vertikálnymi a horizontálnymi rozvodmi. Navrhnuté sú 3 vykurovacie vetvy rozdelené na Sever, Juh a ohrev teplej vody. Teplotný spád vykurovacej sústavy je 65/50°C.

#### **Vykurovanie:**

Kvapalina: voda

Teplotný spád: 65/50°C,  $\Delta t = 15\ K$

#### **Celkový výkon vykurovacej sústavy:**

Navrhovaný výkon pre vykurovanie 1 variant:  $Q_{vyk} = 57,5\ kW$

Navrhovaný výkon pre ohrev TV:  $Q_{TV} = 11,6\ kW$

$Q_{celk} = 69,1\ kW$

Navrhovaný výkon pre vykurovanie 2 variant:  $Q_{vyk} = 58,0\ kW$

Navrhovaný výkon pre ohrev TV:  $Q_{TV} = 11,6\ kW$

$Q_{celk} = 69,6\ kW$

#### **Celkový hmotnostný prietok:**

$M = 5784\ kg \cdot h^{-1}$

### **2.10.6.1 Rozvody vykurovacieho systému**

Rozvody systému budú vyhotovené z medeného potrubia. Potrubie sa pohybuje vo veľkostiach od 15x1-54x2 mm. Potrubie bude spojené spájkovaním na mätko. Vertikálne rozvody budú vedené tesne pri stene a budú vedené v ohraničenej stene kde sa odpoja do jednotlivých miestností. Horizontálne rozvody potrubia budú vedené pod stropom a v podlahe. Potrubia vedené v kanceláriách budú vedené v konštrukcii podlahy vo vrstve tepelnej izolácie. Tepelná izolácia rozvodov vedených pod stropom bude typu Rockwool.

### **2.10.6.2 Vykurovacie plochy**

Variant 1 – v objekte sa budú nachádzať 2 typy telies. Doskové vykurovacie telesá typu VK. Tie budú uložené v takmer všetkých miestnostiach okrem 1.NP v kanceláriách. Tam budú uložené doskové telesá typu Plan VK s hladkou čelnou doskou. Telesá VK majú v sebe zabudovanú termostatickú vložku s ôsmimi polohami nastavenia ventilu.

Variant 2 – v objekte sa budú nachádzať 3 typy telies. V menších miestnostiach t.j. kuchynka, archív a WC budú doskové vykurovacie telesá typu VK. V kanceláriách budú rúrkové vykurovacie telesa Spiral. A v knihovni sa budú nachádzať vykurovacie lavice Atol. Tie budú mať pod drevenou doskou naležato uložený 5 článkový Atol C4. Súčasťou tohto telesá je termostatický ventil a termostatická hlavica.

### **2.10.6.3 Obehové čerpadla**

Všetky obehové čerpadla boli navrhnuté od firmy Grundfos. Boli navrhnuté pomocou voľne prístupného programu z ich webovej stránky. Čerpadlá boli dimenzované na max. prietok jednotlivých vetví a na max tlakové straty.

Vetva Juh: Grundfos ALPHA 2 25-40 180

Vetva Sever: Grundfos ALPHA 2 25-40 180

Vetva ohrev TV: Grundfos ALPHA 2 25-40 180

### **2.10.6.4 Zabezpečovacie zariadenia**

Pre 1 variantu bola navrhnutá expanzná nádoba pre vykurovací systém, Reflex V20, o objeme 20 l, ktorá bude osadená v kotlovom okruhu. Podľa normy ČSN 06 0830 bol spravený aj návrh poistného ventilu. Poistné ventilu budú 2 typu DUCO 1"x1 1/4" DN 25, s otváracím pretlakom 350 kPa pre každý kotol zvlášť.

Pre 2 variantu bola navrhnutá expanzná nádoba pre vykurovací systém, Reflex NG25, o objeme 25 l, ktorá bude osadená v kotlovom okruhu. Podľa normy ČSN 06 0830

bol spravený aj návrh poistného ventilu. Poistné ventilu budú 2 typu DUCO 1"x1 1/4" DN 25, s otváracím pretlakom 350 kPa pre každý kotol zvlášť.

#### **2.10.6.5 Regulácia a meranie**

Sústava je ekvitermicky regulovaná. Reguláciu teploty vykurovacej vody v závislosti od vonkajšej teploty zabezpečuje trojcestný zmiešavací ventil. Na telesách budú osadené termostatické ventily s termostatickými hlavicami. Ďalej budú osadené na vykurovacích vetvách vyvažovací ventil, regulačný ventil a poistný ventil pre každý kotol zvlášť.

#### **2.10.6.6 Plnenie, vypúšťanie a odvzdušňovanie sústavy**

Sústava bude doplňovaná vodou z verejného vodovodu pomocou automatického systému doplňovania vody Fillcontrol plus compact so systémovým oddeľovačom potrubia pitnej vody.

Vypúšťanie sústavy bude realizované pomocou vypúšťacích kohútov umiestnených v technickej miestnosti a na stúpačkách. Vypúšťanie a dopúšťanie vykurovacích telies bude možné pomocou pripojovacích armatúr.

Ovzdušňovanie sústavy bude pomocou automatického odvzdušňovacieho ventilu v najvyšších častiach sústavy alebo jej jednotlivých úsekov. Každé teleso bude mať manuálny odvzdušňovací ventil.

#### **2.10.7 Požiadavky na profésie**

Stavebné práce:

- Vyhotovenie prestupov potrubia podľa projektu

Zdravotechnické inštalácie:

- Napojenie kotlov na rozvod studenej vody
- Zabezpečenie prívodu vody pre dopúšťanie ústredného kúrenia

Elektroinštalácia:

- Zabezpečenie elektrického napojenia kotla
- Kabeláž na reguláciu: vonkajší snímač, vnútorný snímač a pod.

Plynová inštalácia:

- Zabezpečenie prívodu plynu ku kotlu

#### **2.10.8 Skúšky**

Pred uvedením systému do prevádzky je nutné vykonať skúšky v súlade s ČSN 06 0830 Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovacie zariadenie ku skúškam všetkých

inštalovaných zabezpečovacích zariadení všetko v súlade s ČSN 06 0310 – Ústřední vytápění. Všetky časti navrhutej sústavy sa pred začatím a pred napojením zdrojov do prevádzky musia prepláchnuť. O každej skúške sa vypracuje protokol, ktorý bude súčasťou odovzdávacieho protokolu stavby.

**Tlaková skúška:** systém sa naplní vodou o max teplote 50°C, kde sa natlakuje na 250 kPa, čo je max prevádzkový tlak. Po odvzdušnení a dosiahnutí pretlaku sa vykoná vizuálna prehliadka všetkých časti systému. Skúška je úspešná, ak nedošlo k úbytku tlaku po dobu 6 hod.

**Dilatačná skúška:** skúška sa vykoná pres vykurovacou skúškou. Sústava sa ohreje na najvyššiu teplotu a následne sa nechá vychladnúť na teplotu okolitého vzduchu. Nesmú sa prejavovať netesnosti ani žiadne iné poruchy. Inak sa musí skúška spraviť znovu po oprave.

**Vykurovacia skúška:** trvanie tejto skúšky musí byť minimálne 24 hodín, kde sa kontroluje rovnomerné ohrievanie vykurovacích telies a rozvodov, správne funkcie armatúr, meracích prístrojov, dosiahnutie technických predpokladov ako sú teploty, tlaky, rozdiely teplôt atd. Ďalej sa vyskúša činnosť zabezpečovacieho zariadenia.

Po vykonaní prevádzkových skúšok sa vypracuje protokol o nastavení systému a zapíše sa do stavebného denníka.

### **2.10.9 Bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci**

Pri montážnych prácach a pri prevádzke zariadení je nutné dbať na platné normy ČSN. Zariadenia vykurovacieho systému môžu obsluhovať iba osoby s oprávnením na toto vykonávanie.

### **2.10.10 Použité normy, zákony a vyhlášky**

Projekt bol vypracovaný podľa platných vyhlášok a noriem:

ČSN 06 0830 – Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení

ČSN 06 0310 – Ústřední vytápění – Projektování a montáž

ČSN 73 0540-2 – Teplená ochrana budov – Část 2: Požadavky

ČSN EN 12 831-1 – Energetická náročnost budov – Výpočet tepelného výkonu

Zákon č. 309/2006 Sb. zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci

### **3. C – Preukazy energetickej náročnosti budov – spracovanie výsledkov**

Tretia časť tejto diplomovej práce sa bude venovať návrhu a spracovaniu výsledkov pre preukaz energetickej náročnosti budov a ich vyhodnotenie.

V teoretickej časti som sa venovala prevádzkovým nákladom na dané druhy a spôsoby vykurovania a v tejto časti by som ich chcela vyhodnotiť z hľadiska energetickej náročnosti budov.

Venovala som sa 5 variantám – plynový kotol, tepelné čerpadlo, CZT a kotol na tuhé palivo. Na všetky 5 varianty boli pomocou webového rozhrania DEKSOFT a programu Energetika vypracované preukazy energetickej náročnosti budovy. Kompletné PENB sú samostatnými prílohami P[3]. Na ďalších stranách sú iba uvedené grafické znázornenie preukazov podľa vyhlášky č. 264/2020 Sb.

PENB pre variantu 1 – plynový kotol

PENB pre variantu 2 – tepelné čerpadlo

PENB pre variantu 3 – CZT

PENB pre variantu 4 – elektrokotol

PENB pre variantu 5 – kotol na tuhé palivo

#### **3.1 Prehľad výsledkov PENB**

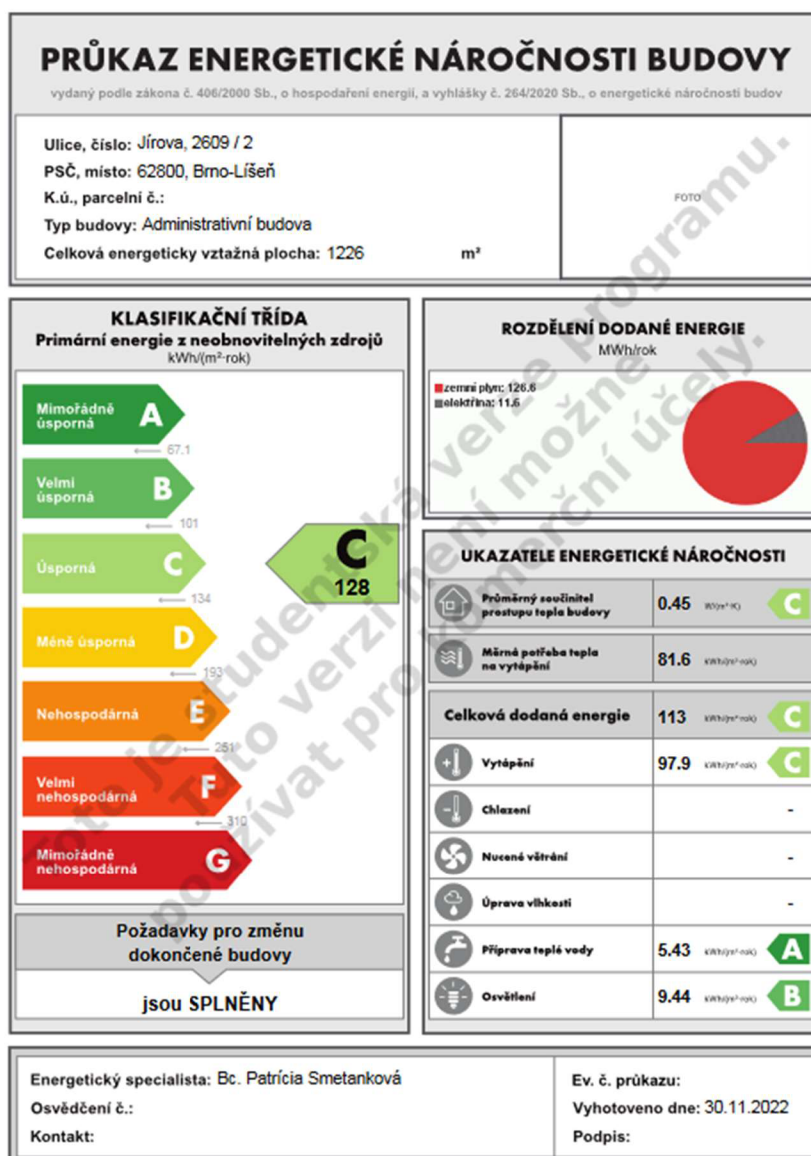
Rozhodujúcim parametrom pre výber daného zdroja sú prevádzkové náklady a obstarávacía cena, celkové investičné náklady po určitú dobu životnosti, produkcia emisií a spotreba primárnej neobnoviteľnej energie.

### 3.1.1 Variant 1 – Plynový kotol

V tejto variante sú zdrojom tepla 2 kondenzačné plynové kotly Junker Bosch Condens GC8700iW 30 PB, každý s max výkonom 31,1 kW. Kotol je určený na vykurovanie a ohrev teplej vody.

Na prípravu teplej vody bude použitý stacionárny nepriamovykurovací zásobník vody Dražice OKC 250 NTRR/BP, o objeme 234 litrov.

Grafické znázornenie PENB pre variantu 1



Obrázok 15 Grafické znázornenie PENB - 1. variant [vlastné spracovanie]



Vyhodnotenie: V tabuľke sú vyhodnotené požiadavky pre plynový kondenzačný kotol (PKK) podľa vyhlášky č.264/2020 Sb.

Hodnotený parameter	Jednotka	Varianta 1 - PKK		
		Výpočítana hodnota	Referenčná hodnota	Vyhovuje
Neobnoviteľné primárne zdroje	[kWh·m <sup>2</sup> ·rok <sup>-1</sup> ]	127,84	165,54	ANO
Celková dodaná energia	[kWh·m <sup>2</sup> ·rok <sup>-1</sup> ]	112,74	147,2	ANO
U <sub>em</sub>	[W·m <sup>2</sup> ·rok <sup>-1</sup> ]	0,45	0,62	ANO

Tabuľka 23 Vyhodnotenie V1 – PKK [vlastné spracovanie]

### 3.1.2 Tepelné čerpadlo vzduch/voda

#### 3.1.2.1 Návrh výkonu TČ

V tejto variante je navrhnuté tepelné čerpadlo vzduch/voda na tepelnú stratu budovy 53,66 kW. Výkon nutný na ohrev TV 4,10 kW.

$$Q_{TČ} = f_{HL} \cdot Q_{HL} + f_{DHW} \cdot Q_{DHW} = 0,95 \cdot 53,66 + 1,00 \cdot 4,21 = 55,2 \text{ kW}$$

$Q_{TČ}$  – výkon TČ [kW]

$f_{HL}$  – návrhový činiteľ pre tepelnú stratu, pre strednú tepelnú kapacitu budovy - 0,95 [-]

$Q_{HL}$  – návrhová tepelná strata budovy [kW]

$f_{DHW}$  – návrhový činiteľ pre prípravu TV – 1,00 [-]

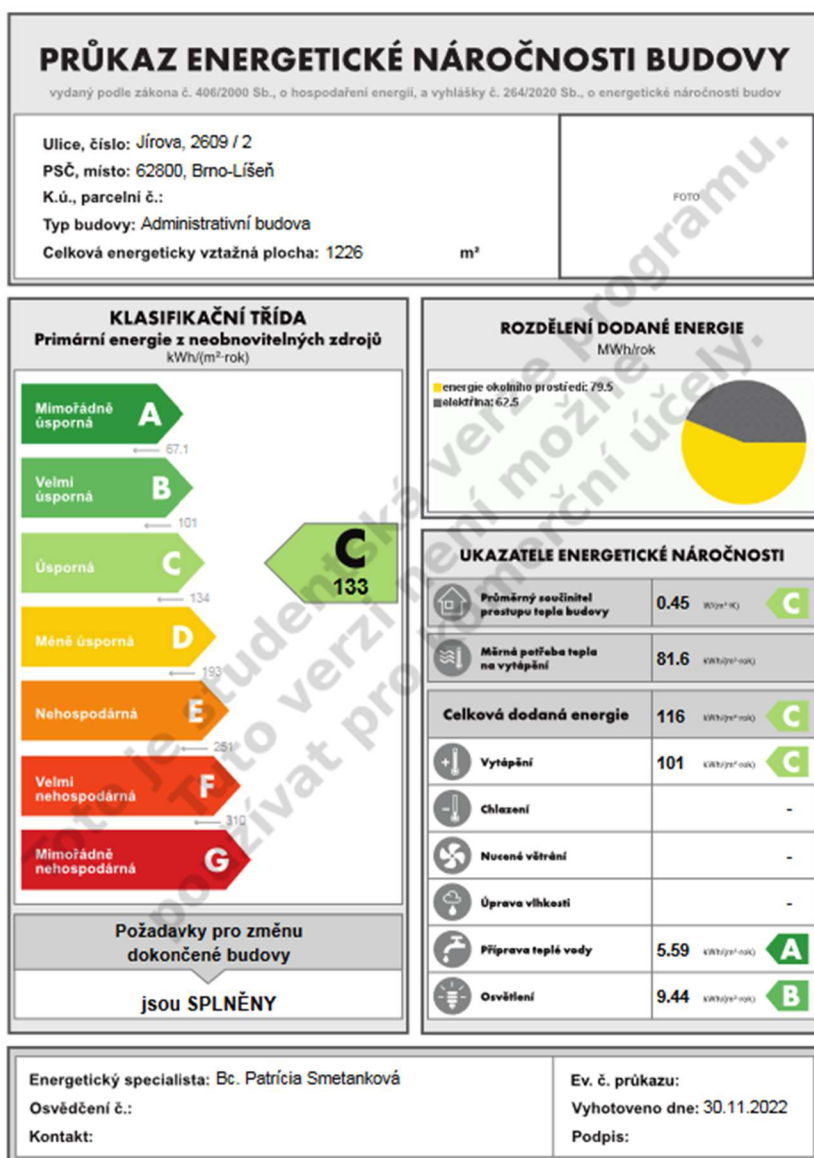
$Q_{DHW}$  – návrhový tepelný činiteľ pre prípravu TV [kW]

Tepelné čerpadlo sa navrhne na 80% vypočítaného výkonu:

$$Q_{TČ,80} = 0,8 \cdot 55,2 = 44,16 \text{ kW}$$

Ako vonkajší model navrhujem 3 tepelné čerpadla Fleetcom E/S, každý s výkonom 16,22 kW. Čerpadla budú umiestnená pri obvodovej stene objektu, tak orientované aby nespôsobili veľký hluk do okolitých zástavieb.

Grafické znázornenie PENB pre variantu 2



Obrázok 16 Grafické znázornenie PENB – 2. variant [vlastné spracovanie]

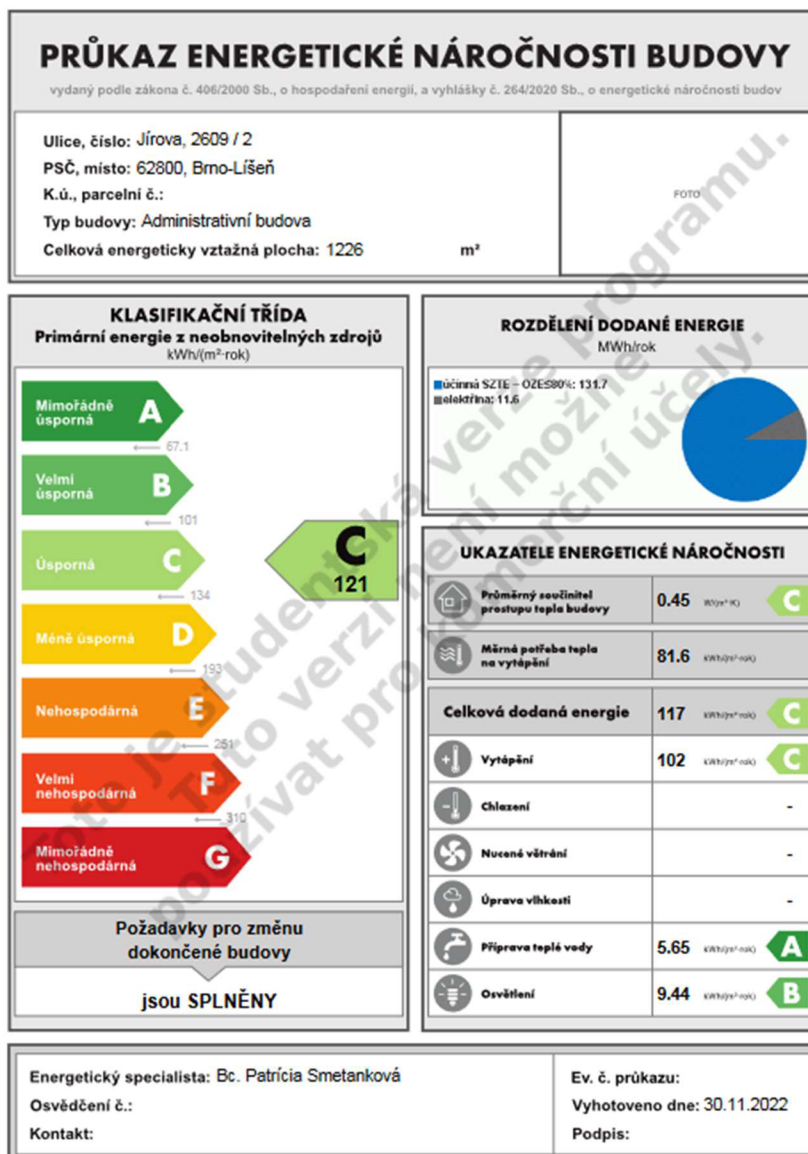
Vyhodnotenie: V tabuľke sú vyhodnotené požiadavky pre tepelné čerpadlo (TČ) podľa vyhlášky č.264/2020 Sb.

Hodnotený parameter	Jednotka	Varianta 2 - TČ		
		Výpočítaná hodnota	Referenčná hodnota	Vyhovuje
Neobnoviteľné primárne zdroje	[kWh·m <sup>2</sup> ·rok <sup>-1</sup> ]	132,50	165,54	ANO
Celková dodaná energia	[kWh·m <sup>2</sup> ·rok <sup>-1</sup> ]	115,84	147,20	ANO
U <sub>em</sub>	[W·m <sup>2</sup> ·rok <sup>-1</sup> ]	0,45	0,62	ANO

Tabuľka 24 Vyhodnotenie V2 – TČ [vlastné spracovanie]

### 3.1.3 CZT

Grafické znázornenie PENB pre variantu 3



Obrázok 17 Grafické znázornenie PENB - 3. variant [vlastné spracovanie]

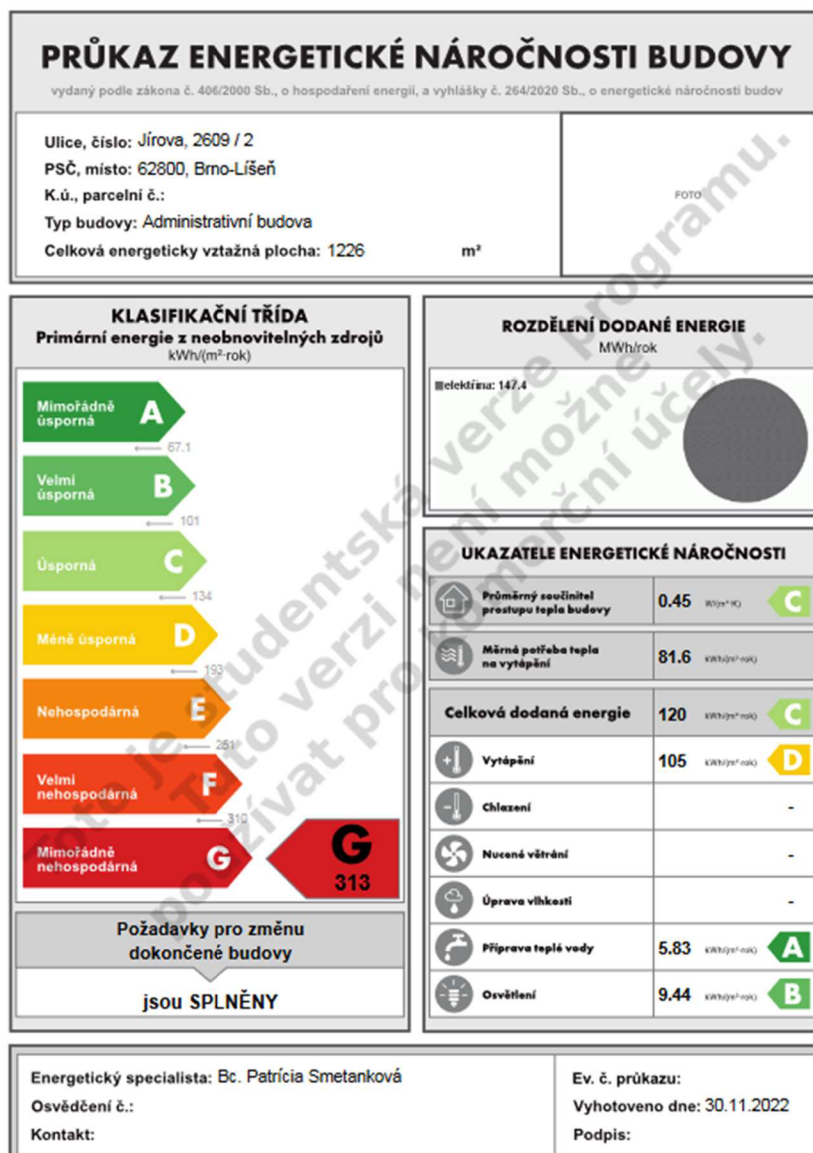
Vyhodnotenie: V tabuľke sú vyhodnotené požiadavky pre centrálné zásobovanie tepla (CZT) podľa vyhlášky č.264/2020 Sb.

Hodnotený parameter	Jednotka	Varianta 3 - CZT		
		Výpočítaná hodnota	Referenčná hodnota	Vyhovuje
Neobnoviteľné primárne zdroje	[kWh·m <sup>2</sup> ·rok <sup>-1</sup> ]	121,27	165,54	ANO
Celková dodaná energia	[kWh·m <sup>2</sup> ·rok <sup>-1</sup> ]	116,92	147,2	ANO
U <sub>em</sub>	[W·m <sup>2</sup> ·rok <sup>-1</sup> ]	0,45	0,62	ANO

Tabuľka 25 Vyhodnotenie V3 -CZT [vlastné spracovanie]

### 3.1.4 Elektrokotol

Grafické znázornenie PENB pre variantu 4



Obrázok 18 Grafické znázornenie PENB - 4. variant [vlastné spracovanie]

Vyhodnotenie: V tabuľke sú vyhodnotené požiadavky pre elektrokotol (E) podľa vyhlášky č.264/2020 Sb.

Hodnotený parameter	Jednotka	Varianta 4 - E		
		Výpočítana hodnota	Referenčná hodnota	Vyhovuje
Neobnoviteľné primárne zdroje	[kWh·m <sup>2</sup> ·rok <sup>-1</sup> ]	312,72	165,54	NIE
Celková dodaná energia	[kWh·m <sup>2</sup> ·rok <sup>-1</sup> ]	120,28	147,20	ANO
U <sub>em</sub>	[W·m <sup>2</sup> ·rok <sup>-1</sup> ]	0,45	0,62	ANO

Tabuľka 26 Vyhodnotenie V4 – E [vlastné spracovanie]

### 3.1.5 Kotel na tuhé palivo

#### 3.1.5.1 Návrh kotle na pelety

Kotel bude zaisťovať vykurovanie objektu.

Tepelná strata :

$$Q_{VYT} = 53,66 \text{ kW}$$

Výkon technickej miestnosti:

$$Q_{TM} = \max\{Q_{PRIP,I}; Q_{PRIP,II}\}$$

$$Q_{PRIP,I} = 0,7 \cdot Q_{VYT} + 0,7 \cdot Q_{VZT} + Q_{TV}$$

$Q_{PRIP,I}$  – výkon technickej miestnosti, varianta 1

$$Q_{PRIP,II} = Q_{VYT} + Q_{VZT} (+Q_{TECH})$$

$Q_{PRIP,II}$  – výkon technickej miestnosti, varianta 2

$$Q_{PRIP,I} = 0,7 \cdot 53,66 + 0,7 \cdot 0 + 4,21 = 41,77 \text{ kW}$$

$$Q_{PRIP,II} = 53,66 + 0 = 53,66 \text{ kW}$$

$$Q_{TM} = \max\{41,77; 53,66\} = 53,66 \text{ kW}$$

Navrhujem 2 kotly na pelety ATMOS D30P každý o výkone 8,9-29,8 kW. Kotel sa dodáva bez horáku a ďalšieho príslušenstva. Je nutné zabezpečiť horák pre správnu funkciu kotla a v ktorom musia byť spaľované iba kvalitné biele pelety v priemere 6-8 mm. Pri nedodržaní druhu peliet a pri ich spaľovaní by mohlo dôjsť k sekaniu peliet v spaľovacej komore a bolo by nutné horák čistiť najmenej raz za 3 dni.

Do horáka sa pelety dostanú šnekovým hriadeľovým dopravníkom DRA50 s dĺžkou 1,7 m a priemeru 80 mm.



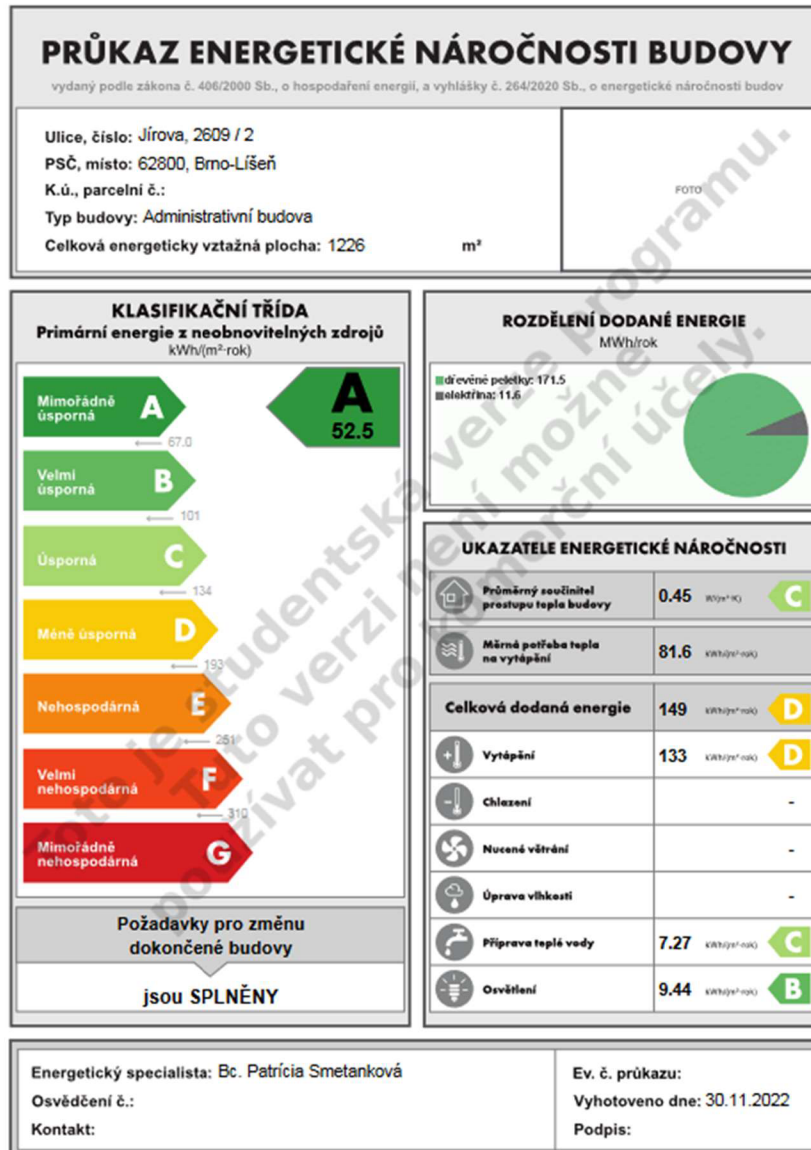
Obrázok 20 Kotel na pelety [39]



Obrázok 19 Kotel na pelety s horákom a šnekovým dopravníkom [38]



Grafické znázornenie PENB pre variantu 5



Obrázok 21 Grafické znázornenie PENB - 5. variant [vlastné spracovanie]

Vyhodnotenie: V tabuľke sú vyhodnotené požiadavky pre kotol na tuhé palivo (KnTP) podľa vyhlášky č.264/2020 Sb.

Hodnotený parameter	Jednotka	Varianta 5 - KnTP		
		Výpočítaná hodnota	Referenčná hodnota	Vyhovuje
Neobnoviteľné primárne zdroje	[kWh·m <sup>2</sup> ·rok <sup>-1</sup> ]	52,52	165,46	ANO
Celková dodaná energia	[kWh·m <sup>2</sup> ·rok <sup>-1</sup> ]	149,36	147,12	NIE
U <sub>em</sub>	[W·m <sup>2</sup> ·rok <sup>-1</sup> ]	0,45	0,62	ANO

Tabuľka 27 Vyhodnotenie PENB – V5 [vlastné spracovanie]

## 3.2 Zhrnutie a porovnanie variant

V nasledujúcich kapitole budú pomocou grafov a tabuliek porovnané predošlé varianty z ekonomického a ekologického hľadiska.

### 3.2.1 Ekonomické porovnanie

#### a) Obstarávacia cena na plynový kotol

Položka	Cena
Plynový kondenzačný kotol	130 000
Zásobník TV	43 720
Elektrické ohrevné teleso	5 370
Zabezpečovacie zariadenie	7 170
Montáž	20 000
Plynová prípojka	48 000
Komín	20 000
<b>Celkom</b>	<b>274 260</b>

Tabuľka 28 Obstarávacia cena V1 [vlastné spracovanie]

#### b) Obstarávacia cena na tepelné čerpadlo vzduch/voda

Položka	Cena
Tepelné čerpadlo	995 000
Akumulačná nádrž	28 200
Elektrické ohrevné teleso	6 310
Zásobník TV	43 720
Elektrické ohrevné teleso	5 370
Zabezpečovacie zariadenie	7 170
Montáž	20 000
<b>Celkom</b>	<b>1 105 770</b>

Tabuľka 29 Obstarávacia cena V2 [vlastné spracovanie]

#### c) Obstarávacia cena elektrokotla

Položka	Cena
Elektrokotol	49 600
Termostat	3 960
Akumulačná nádrž	40 900
Elektro inst. Krabice	150
Zabezpečovacie zariadenie	7 170
Montáž	30 000
<b>Celkom</b>	<b>131 780</b>

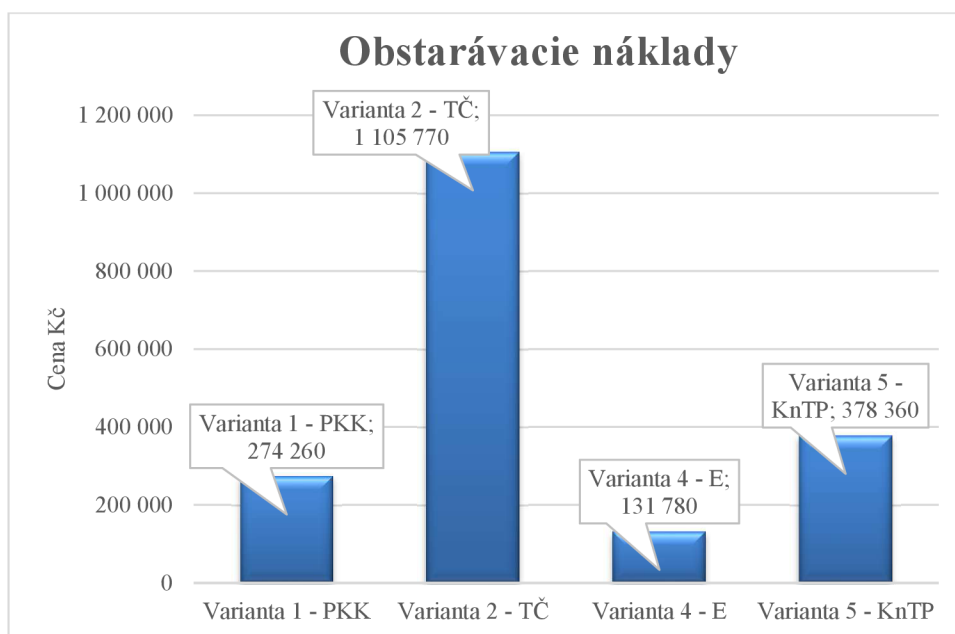
Tabuľka 30 Obstarávacia cena V4 [vlastné spracovanie]



d) Obstarávacia cena kotla na pelety

Položka	Cena
Kotol na pelety Atmos	133 800
Horák Atmos	62 800
Šnekový dopravník	56 000
Textilný zásobník	40 900
Akumulačná nádrž	28 200
Zabezpečovacie zariadenie	7 170
Komín	29 490
Montáž	20 000
<b>Celkom</b>	<b>378 360</b>

Tabuľka 31 Obstarávacia cena V4 [vlastné spracovanie]



Graf 12 Obstarávacie náklady [vlastné spracovanie]

Najvyššie obstarávacie náklady sú u varianty 2, t.j. tepelného čerpadla. Cenu by bolo možné znížiť zakúpením lacnejších tepelných čerpadiel. Ale to by už nemuseli mať rovnaké vlastnosti ako boli navrhnuté a to pracovať bez bivalentného zdroja. Tým pádom by stúpili náklady na energie a prevádzku.

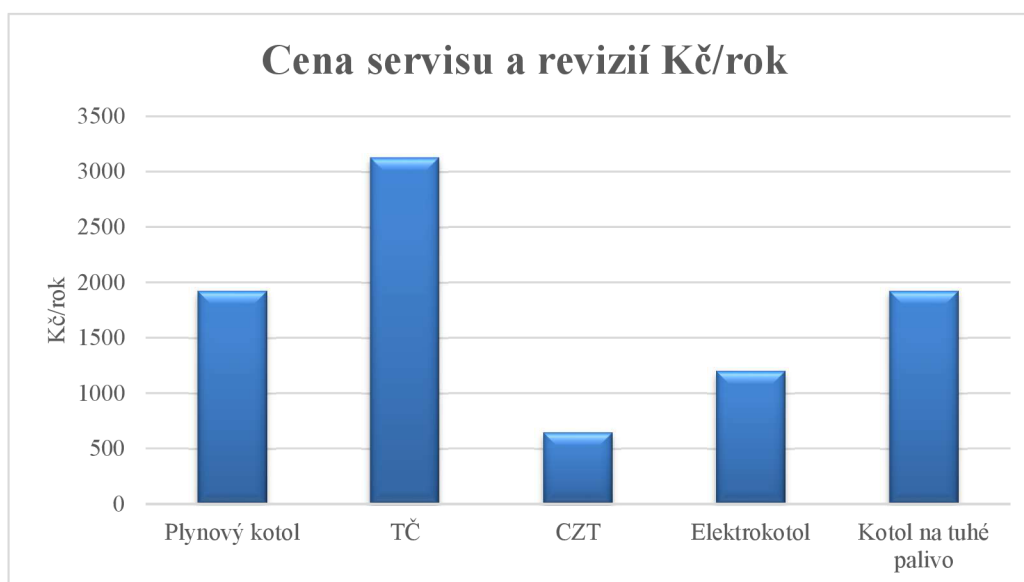
Druhou najnákladnejšou variantou sú kotle na tuhé palivo nasledujú plynové kondenzačné kotly a najlacnejšou variantou je elektrokotol.

### 3.2.2 Ročné náklady na revíziu a servisné práce

V prvej kapitole tejto práce som prešla porovnaním všetkých 4 variant na revíziu a servis. Výsledky sa nachádzajú v grafe.

Ceny servisu a revízií					
Zdroj	Plynový kotol	TČ	CZT [1GJ]	Elektrokotol	Kotol na tuhé palivo
Kč/rok	1924	3126,5	648,6	1202,5	1924
Ročné náklady na palivo					
Typ paliva	Zemný plyn [kWh]	Elektrina [kWh]	CZT [GJ]	Elektrina [kWh]	Drevené pelety [kg]
Spotreba paliva na rok	128 439	39 333	433	124 211	29 398
Jednotková cena	Kč/kWh	Kč/kWh	Kč/GJ	Kč/kWh	Kč/kg
	3,3345	13,807	1 672	13,807	14
Celkové náklady za rok	Kč/rok				
	428 279	543 070,00	723 976,00	1 714 981	411 572

Tabuľka 32 Ročné náklady na revíziu, servisné práce a náklady na palivo [vlastné spracovanie]



Graf 13 Náklady na revízie a servis [vlastné spracovanie]

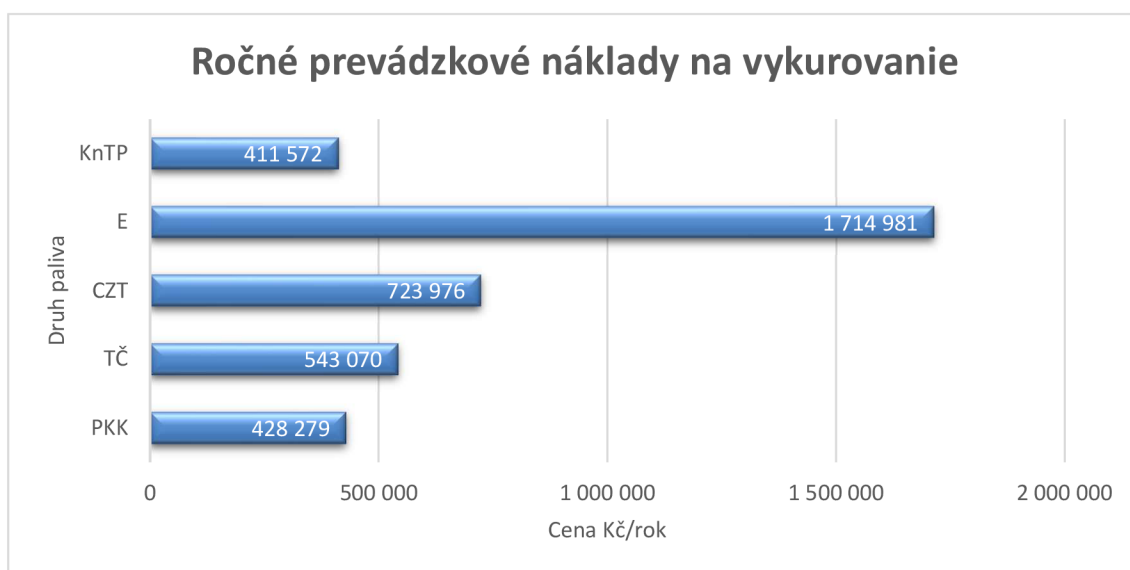
Ako je možné pozorovať z grafu tak najnákladnejšou variantou je tepelné čerpadlo. Nasleduje plynový kotol a kotol na tuhé palivo. Kotol na tuhé palivo je nutné servisovať minimálne 2x do roka, pred začiatkom vykurovacieho obdobia a po ukončení vykurovacieho obdobia. Medzi najlacnejšie ceny servisu a revízií sú varianty elektrokotol a najlacnejšou variantou je CZT. Rozdiel medzi najdrahšou a najlacnejšou variantou je takmer štvornásobný, avšak v celkovej miere prevádzkových nákladov a obstarávacích nákladov je táto položka zanedbateľná. Výpočet bol stanovený podľa normy ČSN EN 15 459-1, kde sú stanovené percentá z investičných nákladov.

### 3.2.3 Náklady na prevádzku systémov

Ročné náklady na prevádzku systémov plynového kondenzačného kotla, tepelného čerpadla, centrálného zásobovania tepla, elektrokotla a kotla na tuhé palivo v tabuľke 30 a k nej korešpondujúci graf 12 porovnávajúci náklady na prevádzku.

Ročné náklady na prevádzku					
Varianta	Kotol na tuhé palivo	Elektrokotol	CZT	TČ	Plynový kotol
Celkové náklady za rok	Kč/rok				
	411 572	1 714 981	723 976,00	543 070,00	428 279

Tabuľka 33 Ročné náklady na prevádzku systémov [vlastné spracovanie]



Graf 14 Ročné náklady na prevádzku systémov [vlastné spracovanie]

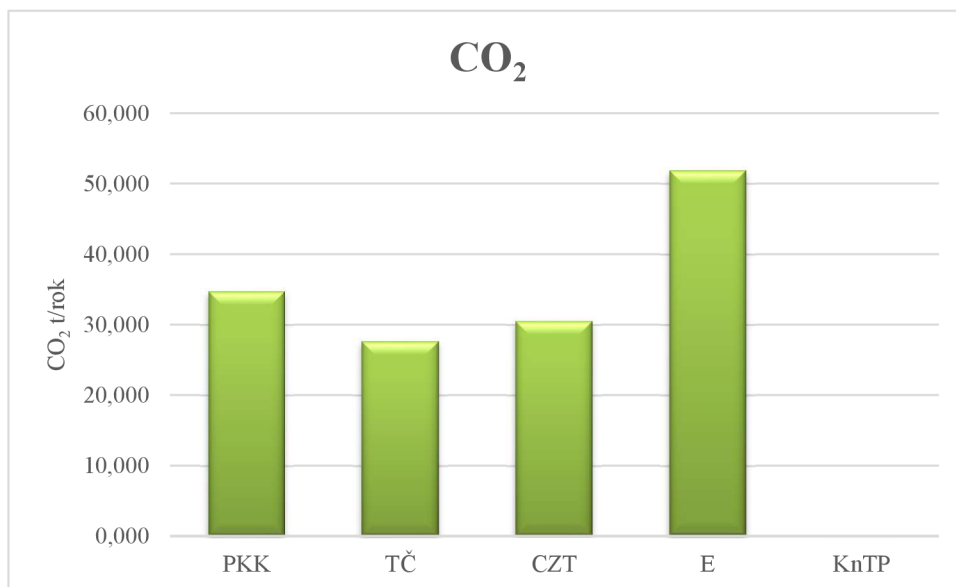
V dnešnej dobe, ako je vidieť aj na grafe porovnania nákladov na prevádzku, je zrejme že najnákladnejšou variantou na ročnú prevádzku je elektrokotol. Z celkových výdajov tvorí najväčší podiel nákladov na dnes drahú elektrickú energiu. Druhou najdrahšou variantou je systém CZT ďalej nasleduje tepelné čerpadlo a plynový kondenzačný kotol. Najlacnejšou variantou na ročné prevádzkové náklady je kotol na tuhé palivo.

### 3.2.4 Ekologické porovnanie

V tabuľke a grafe sa nachádza porovnanie množstva vyprodukovaných emisií CO<sub>2</sub> znečistenia ovzdušia pre jednotlivé varianty.

Znečisťujúce látky	PKK	TČ	CZT	E	KnTP
CO <sub>2</sub> [t/rok]	34,699	27,617	30,466	51,832	0,000

Tabuľka 34 Množstvo emisií jednotlivých znečisťujúcich látok [vlastné spracovanie]



Graf 15 Množstvo vyprodukovaného CO<sub>2</sub> [vlastné spracovanie]

Vyhodnotenie jednotlivých variant z hľadiska ekologického odpadu vyšlo najlepšie pre kotol na tuhé palivo (pelety), lebo je to rastlina, ktorá je z obnoviteľných zdrojov, preto sa neuvažuje s CO<sub>2</sub> u takýchto surovinách, je to ekologické. Ďalej nasleduje tepelné čerpadlo, CZT, plynový kotol a najhoršie dopadol elektrokotol z hľadiska ekologického odpadu

### 3.3 Zhodnotenie variant

Najdôležitejším kritériom boli celkové náklady v ktorých sú zahrnuté prevádzkové náklady a rovnomerné zahrnuté náklady na servis a revízie jednotlivých variant na 10 rokov. V nultom roku sú započítané obstarávacie náklady. V nasledujúcich rokoch potom sú rovnomerne započítané ročné prevádzkové náklady na energie, servis a revízie. Znázornené sú v nasledujúcej tabuľke koruny v tis. Kč a v grafe.

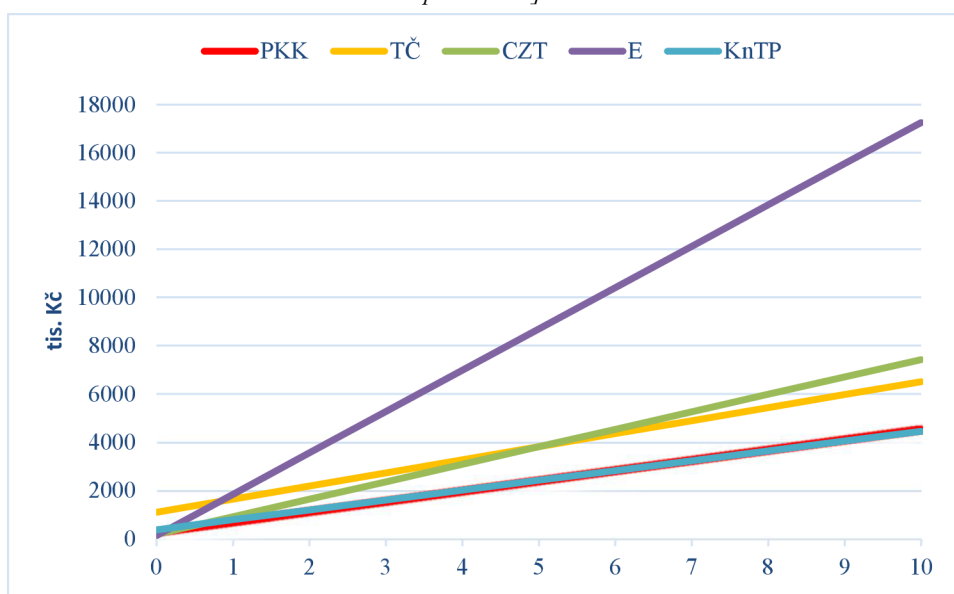
Porovnávala som ceny v nezastropovanej a zastropovanej cene. Kde zastropovaná cena znamená nastavenie cenových stropov pre výrobcov elektriny alebo plynu. Cena ktorá je schopná zastaviť alebo obmedziť rast cien dodávky energií. Pri nezastropenej cene je

možné vidieť takmer 2-násobné zvýšenie ceny napr. plynu alebo elektriny. Preto v dnešnej dobe t.j od januára 2023 vláda zaviedla zastropovanie cien dodávok energií, kde je vidieť výrazne zníženie cien. Použila som zastropovacie ceny a ceny bez zastropovania do firmy Eon.cz

*Bez zastropovania cien*

Rok	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PKK	274	698	1 123	1 547	1 971	2 396	2 820	3 244	3 669	4 093	4 517
TČ	1 105	1 647	2 189	2 730	3 271	3 813	4 354	4 895	5 436	5 978	6 519
CZT	187	912	1 636	2 361	3 085	3 810	4 534	5 259	5 984	6 708	7 433
E	132	1 844	3 557	5 269	6 982	8 694	10 406	12 119	13 831	15 544	17 256
KnTP	378	786	1 194	1 602	2 010	2 418	2 825	3 233	3 641	4 049	4 457

Tabuľka 35 Prehľad celkových nákladov v priebehu 10 rokov pri nezastropenej cene v tis. Kč [vlastné spracovanie]



Graf 16 Prehľad celkových nákladov v priebehu 10 rokov pri nezastropenej cene [vlastné spracovanie]

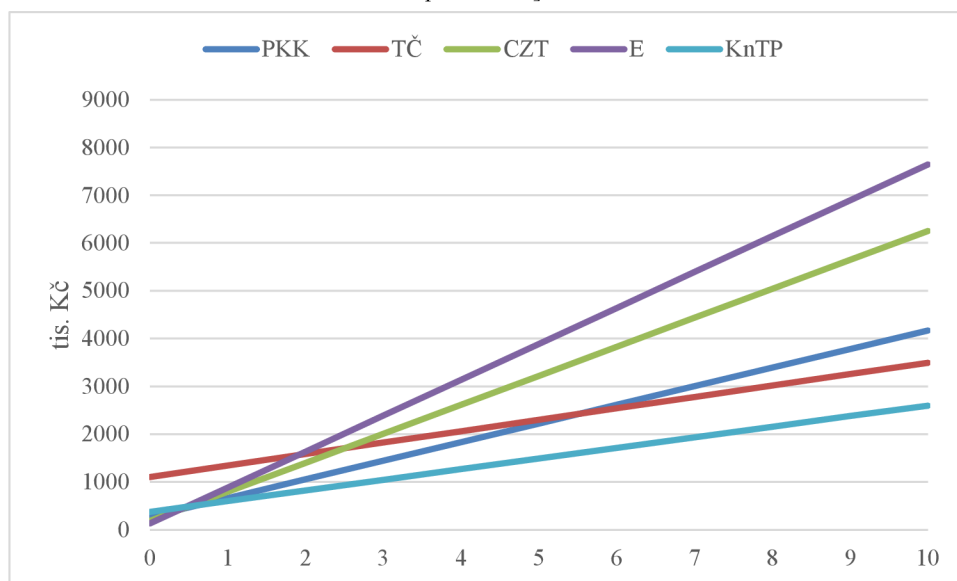
Z grafu je možné zistiť, že najvýhodnejším zdrojom na vykurovanie je tepelné čerpadlo z dôvodu nižších nákladov za obdobie 10 rokov. Hoci na začiatku sa zdá, že je to drahá investícia, ale rokmi sa náklady znižujú oproti ostatným variantám. Ďalším výhodným zdrojom je kotol na tuhé palivo a s podobnými hodnotami aj plynový kondenzačný kotol. Ďalej nasleduje CZT. A naopak operatívne náklady elektrokotla sú tak vysoké, že prekonávajú počiatočnú nízku investíciu v dobe nákupu.

### So zastropovanými cenami

Ceny pri zastropení sú výrazne nižšie ako pri nezastropených cenách. Preto som sa rozhodla o toto porovnanie keďže vláda ČR a EÚ schválili zastropovanie cien. Aby to pre ľudí nebolo ešte náročnejšie na ich výdavky, ktoré majú pri takomto zvyšovaní všetkých cien v dnešnej dobe.

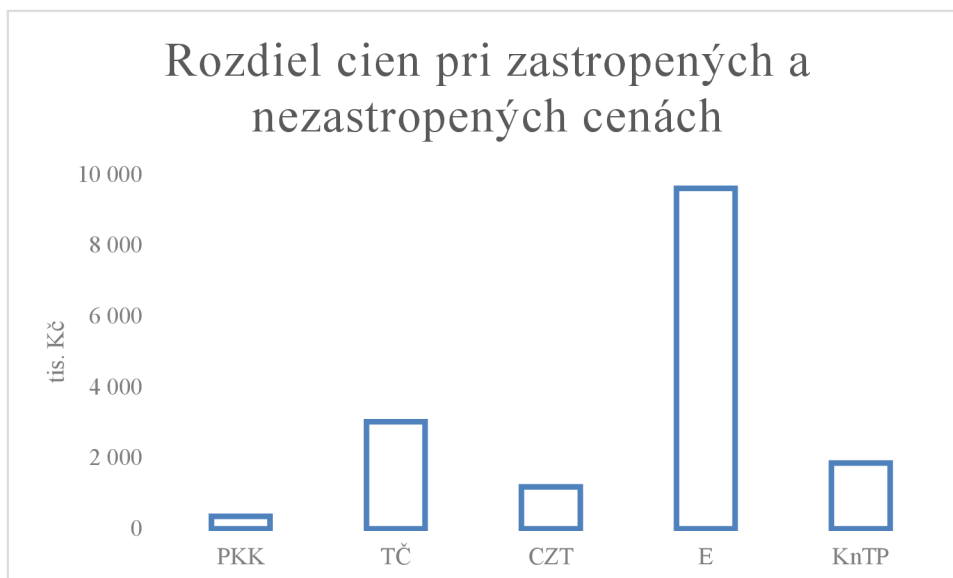
Rok	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PKK	274	664	1 054	1 443	1 833	2 223	2 613	3 002	3 392	3 782	4 172
TČ	1 105	1 345	1 584	1 823	2 062	2 301	2 540	2 779	3 018	3 257	3 497
CZT	187	794	1 401	2 007	2 614	3 221	3 828	4 435	5 041	5 648	6 255
E	132	883	1 635	2 386	3 138	3 889	4 640	5 392	6 143	6 895	7 646
KnTP	378	600	823	1 045	1 267	1 490	1 712	1 934	2 156	2 379	2 601

Tabuľka 36 Prehľad celkových nákladov v priebehu 10 rokov v tis. Kč pri zastropenej cene [vlastné spracovanie]



Graf 17 Prehľad celkových nákladov v priebehu 10 rokov pri zastropenej cene [vlastné spracovanie]

V tomto prípade je jasné z grafu 17, že najvýhodnejším zdrojom obdobne ako v predchádzajúcom grafe 16 tepelné čerpadlo, ale je zrejmé že pri zastropenej cene je výrazný pokles nákladov. Ďalej nasledujú kotol na tuhé palivo, plynový kotol, CZT a nakoniec najdrahším zdrojom za obdobie 10 rokov je elektrokotol.



*Graf 18 Rozdiel cien pri zastropených a nezastropených cenách*

Najvýraznejší rozdiel je u elektrokotla kde za 10 rokov sa jeho cena znížila zo 17 mil. Kč na 7,6 mil. Kč, čo je rozdiel 9,6 mil. Kč a takmer o 45% výhodnejšie pri zastropených cenách. Ďalším takým zdrojom kde zastropená cena je výhodnejšia je u tepelného čerpadla. Tam je rozdiel až 3 mil. Kč. Potom nasleduje kotol na tuhé palivo a s najnižšou výhodou pri zastropených cenách je u plynového kondenzačného kotla a u CZT.

Druhý kritériom bolo posúdenie ekologického dopadu na životné prostredie. Vyhodnotenie bolo rozobrané v predchádzajúcej kapitole 3.2.4 Ekologické porovnanie.

Tretím kritériom je posúdenie aká náročná bude starostlivosť o systém v dobe prevádzky. Nie sú tu zahrnuté servisne a revízne prehliadky. Najvyšším kritériom o starostlivosť je u elektrokotla, ktorý je takmer bez údržbový. Za elektrokotlom nasleduje CZT a tepelné čerpadlo, ktoré majú obdobnú starostlivosť. Nasleduje plynový kotol hoci si stav plynu v zásobníku kontroluje sama dodávateľská firma a že bude možné si dopĺňať LPG bez prítomnosti majiteľa, nastáva tu menšia záťaž na obsluhu v priebehu prevádzky. Najhoršie dopadol kotol na tuhé palivo (pelety), kde je nutné strážiť stav peliet v zásobníku a hlavne najviac v 14 dňových intervaloch je nutné vyprázdňovať prídavný popolník.



Posledným kritériom bola výška počiatkových nákladov. Z grafu 15 je zrejme, že počiatkové náklady po 2 rokoch nie sú až tak dôležité. Pretože veľký vplyv majú u jednotlivých variantách operatívne náklady.

### 3.4 Celkové zhodnotenie variant – multikritériálne hodnotenie

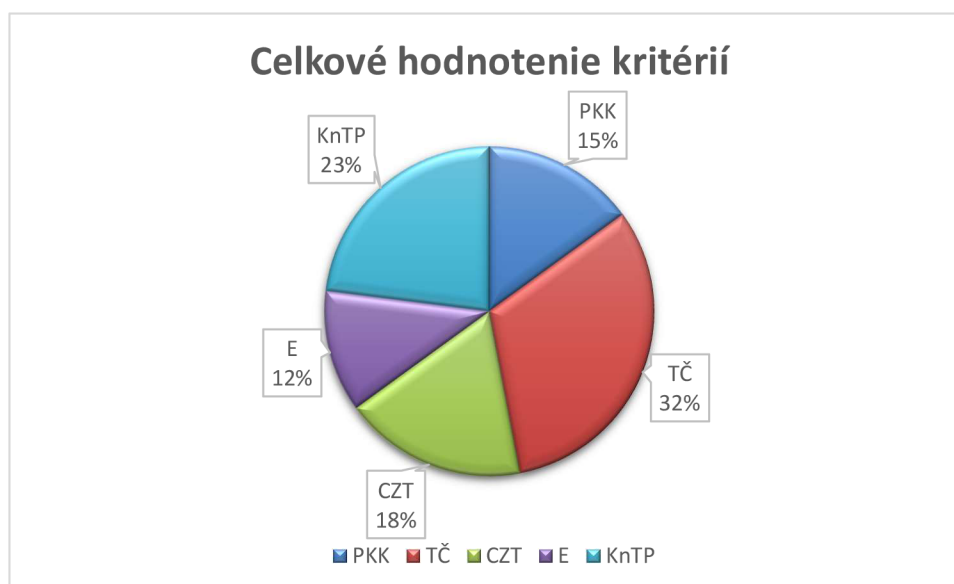
Multikritériálne hodnotenie bolo vyhotovené podľa vyhlášky č. 140/2021 Sb. o energetickom audite, z ktorého som si prepožičala časť pre zhodnotenie určitých kritérií. Je to hodnotenie podľa kritérií, ktoré majú určitú váhu hodnotenia. Váhu kritérií som zvolila podľa dôležitosti od 0 po 4. Kde 0 je minimálna najnižšia hodnota a číslo 4 maximálna najvyššia hodnota. Súčet váh musí byť 100.

Bolo to hodnotené podľa kritérií

- náklady za 10 rokov
- ekologický dopad
- starostlivosť o systém
- obstarávacie náklady

Dôležitosť	1	2	3	4	Suma
Kritérium	Náklady za 10 rokov	Ekologický dopad	Starostlivosť o systém	Obstarávacie náklady	
PKK	2	1	1	2	15
TČ	4	3	2	4	32
CZT	1	2	3	1	18
E	0	0	4	0	12
KnTP	3	4	0	3	23

Tabuľka 37 Multikritériálne porovnanie podľa dôležitosti [vlastné spracovanie]



Celkové zhodnotenie variant z multikriteriálneho hľadiska vyšlo podľa celkových výsledkov najvýhodnejšie pre variantu V2 s tepelným čerpadlom. Ďalšou najvhodnejšou variantou je V5 kotol na tuhé palivo ďalším je varianta V3 CZT. Potom nasleduje varianta V1 s plynovým kondenzačným kotlom a najhoršou variantou je V4 elektrokotol, kde dosiahol najnižší počet bodov podľa dôležitosti kritérií.

Z výsledkov analýzy zdrojov tepla, kde bola hodnotiacim parametrom neobnoviteľná energia, vyšla hodnotiacia budova v troch variantoch do klasifikačnej triedy C – úsporná. V prípade s elektrokotlom sa budova posunula do klasifikačnej triedy G, kde sa využíva iba samotná elektrina, ktorá nie je obnoviteľným zdrojom. Zasa kotol na pelety vyšiel do klasifikačnej triedy A, vďaka primárnej energii z obnoviteľných zdrojov, ktorým je drevo, čo je veľmi prijateľné. Ale bolo by to veľmi náročné na realizáciu, kde by okrem stávajúcej budovy musela byť ešte prístavba skladu alebo časť určitých priestorov, ktoré už majú svoju funkciu, by sa museli zmeniť na sklad na uskladňovanie peliet. No teoretický kotol na tuhé palivo by bol vhodným zdrojom na výrobu tepla z pohľadu obnoviteľných zdrojov.

Nakoniec ale všetky varianty splňujú požiadavky pre zmenu dokončenej stavby a to či už je budova v klasifikačnej triede A alebo G.

Varianta	Primárna energia z neobnoviteľných zdrojov [kWh·m <sup>-2</sup> ·rok <sup>-1</sup> ]	
	Klasifikačná trieda	Požiadavky pre zmenu dokončenej budovy
V1-PKK	C - úsporná	Splnené
V2-TČ	C - úsporná	Splnené
V3-CZT	C - úsporná	Splnené
V4-E	G - mimoriadne neúsporná	Splnené
V5-KnTP	A - mimoriadne úsporná	Splnené

Tabuľka 38 Primárna energia z neobnoviteľných zdrojov [vlastné spracovanie]

Celková dodaná energia pre osvetlenie je vzhľadom k technickému riešeniu rovnaká u všetkých variantoch a hodnotená triedou B – veľmi úsporná. Hodnota príprava teplej vody v klasifikačnej triede u 4 variantoch je v triede A – mimoriadne úsporná. Iba v 5. variante sa príprava teplej vody nachádza v klasifikačnej triede C – úsporná. Významnejší rozdiel je u celkovej dodanej energie na vykurovanie objektu. Najmenšia hodnotu má centrálné zásobovanie tepla. O trochu vyššiu celkovú dodanú energiu má plynový kondenzačný kotol zhodný s tepelným čerpadlom. V rovnakej klasifikačnej triede s celkovou dodanou energiou má elektrokotol trieda C – úsporná. Varianta s kotlom na

tuhé palivo (pelety) vyšla do klasifikačnej triedy D – menej úsporná. Dôvodom je nízka účinnosť zdroja tepla.

Z hľadiska požiadaviek na priemerný súčiniteľ prestupu tepla budovy bola budova zatriedená do klasifikačnej triedy C – úsporná s mernou potrebou tepla na vykurovanie  $81,6 \text{ kWh} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{rok}^{-1}$ .

Varianta	Celková dodaná energia [ $\text{kWh} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{rok}^{-1}$ ]						Suma
	Vykurovanie	Klasifikačná trieda	Príprava teplej vody	Klasifikačná trieda	Osvetlenie	Klasifikačná trieda	
V1-PKK	101	C - úsporná	5,53	A - mimoriadne úsporná	9,44	B - veľmi úsporná	115,97
V2-TČ	101		5,53		9,44		115,97
V3-CZT	102		1,9		9,44		113,34
V4-E	105	D - menej úsporná	5,76	C - úsporná	9,44		120,2
V5-KnTP	133		7,27		9,44		149,71

Tabuľka 39 Zhrnutie celkovej dodanej energie pre všetky varianty [vlastné spracovanie]

Cieľom tejto energetickej štúdie je vybrať vhodný zdroj tepla pre kancelársku budovu s prihliadnutím na prevádzkové náklady, na obstarávaciu cenu, na celkové investičné náklady na 10 rokov, na produkciu emisií a na spotrebu primárnej neobnoviteľnej energie.

Táto štúdia skúma 5 varianty zdrojov tepla, plynový kondenzačný kotol, tepelné čerpadlo, centrálné zásobovanie tepla, elektrokotol a kotol na tuhé palivo (pelety). Po zhodnotení všetkých parametrov by som navrhla tepelné čerpadlo. Síce jeho obstarávacie náklady sú spočiatku vysoké, ako je možné aj vidieť podľa nákladov na 10 rokov z grafov 16 a 17, tak je najvýhodnejším zdrojom. Ďalším dôvodom je nízka produkcia emisií  $\text{CO}_2$  u tepelného čerpadla. Preto si myslím, že sa oplatí doňho zainvestovať. Hoci z ekonomického hľadiska by bol najvhodnejším elektrokotol, ktorý je takmer 8-násobne lacnejší na obstarávacie náklady ako tepelné čerpadlo. Z hľadiska primárnej spotreby neobnoviteľnej energie by bolo najlepšou variantou kotol na tuhé palivo (pelety).

## Záver

Cieľom diplomovej práce bolo spracovať 5 variant preukazu energetickej náročnosti budov, kde každá z variant bude obsahovať iný zdroj tepla.

V rámci literárnej rešerše so spracovala tému na rôzne typy zdrojov pre vykurovanie. Informácie som brala z rôznych webových strán a z odborných kníh aby mi pomohli pri vypracovaní výpočtovej časti.

Výpočtová časť sa venovala v prvej variante návrhom najpoužívanejších vykurovacích doskových telies. Boli navrhnuté telesá od firmy Korado typu Radik VK s navrhnutým teplovodným dvojrúrkovým systémom s teplotným spádom 65/50°C. Ďalej som sa venovala návrhu zdroja, ktorým sú 2x plynový kondenzačný zavesený kotol Junker Bosch Condens GC8700iW 30 PB, každý s max výkonom 31,1 kW. Tento plynový kotol je navrhnutý predovšetkým z možnosti pripojenia na rozvod plynu v danej lokalite. Z investičného hľadiska a pomeru cena/výkon sú plynové kotle dostupným a výkonným variantom s prepracovaným technickým riešením. Na prípravu teplej vody bude použitý stacionárny zásobník Dražice OKC 250 NTRR/BP s objemom 234 l.

V druhej variante som navrhovala iný typ vykurovacích telies. Boli použité design vykurovacie telesá Spiral - rebrové trubky, ktoré boli navrhnuté do kancelárskych miestnostiach. V knihovni boli novo navrhnuté vykurovacie lavice. Skryté vykurovacie teleso v elegantnom tele. Atol – 5 článkové vykurovacie teleso, horná časť je osadená masívnou drevenou doskou, na ktorú je možné posadiť sa alebo si na nej uložiť veci. Taktiež som overovala návrh zdroja tepla a prepočtu expanznej nádoby.

V tretej časti bola vypracovaná energetická štúdia v ktorej boli hodnotené 5 vybrané zdroje tepla z ekonomického, ekologického hľadiska a potreby primárnej neobnoviteľnej energie. Na základe výsledkov by bol najvhodnejšou voľbou tepelné čerpadlo ako z hľadiska vyprodukovania nízkych emisií, či z hľadiska investične návratného spôsobu ako aj z primárnej neobnoviteľnej energie. Hoci z investičných nákladov sa tepelné čerpadlo nejavilo ako najvhodnejšia varianta.

No ale v dnešnej dobe je veľmi ťažké niečo vhodné navrhnuť, nie len pre ľudí cenovo dostupné, ale aj vhodné pre životné prostredie. Preto sa snažíme zistiť čo najviac poznatkov a informácií a ľuďom ponúknuť to najlepšie.

## Použité zdroje

- [1] Počinková, M. *TZB II – vytápění budov: Modul 5, Zdroje tepla – Kotelny*. Brno 2006.
- [2] VO-KU-PLYN, s.r.o. *Kondenzačné kotly I*. [online]. 2022. Dostupné na internete: <https://vokuplyn.sk/clanky/kondenzacne-kotly-kurenie-vykurovanie-kondenzacne-kotly-buderus-junkers-uspora-energie-ucinnost/>
- [3] Vytápění Tzb-info. *Přehled trhu plynových kotlu do 50kW – Ceny plynu, počty kotlu* [online]. 2022. Dostupné na internete: <https://vytapani.tzb-info.cz/vytapime-plynem/20823-prehled-trhu-plynovych-kotlu-do-50-kw-2017-2019-dil-2-ceny-plynu-pocty-kotlu>
- [4] Vyhláška č. 85/1978 Sb. Vyhláška Českého úřadu bezpečnosti práce o kontrolách, revizích a zkouškách plynových zařízení
- [5] Viessman, *Kolik stojí revize plynového kotle?*. [online]. 2022. Dostupné na internete: <https://www.viessmann.cz/cs/rady-a-tipy/revize-plynovych-kotlu.html>
- [6] Schlieger, *Jak funguje tepelné čerpadlo vzduch-voda*. [online]. 2022. Dostupné na internete: [https://www.schlieger.cz/radce/jak-funguje-tepelne-cerpadlo-vzduch-voda/?gclid=Cj0KCQiA4uCcBhDdARIsAH5jyUkgBzrZQFrELcDp32C0ABeaATH7RD\\_JH\\_O2-CS8VlzsMw50Mc2Ud-gaAkdzEALw\\_wcB](https://www.schlieger.cz/radce/jak-funguje-tepelne-cerpadlo-vzduch-voda/?gclid=Cj0KCQiA4uCcBhDdARIsAH5jyUkgBzrZQFrELcDp32C0ABeaATH7RD_JH_O2-CS8VlzsMw50Mc2Ud-gaAkdzEALw_wcB)
- [7] ZSE, *Úvod do tepelných čerpadel*. [online]. 2022. Dostupné na internete: <https://www.zse.sk/blog-clanok-uvod-do-tepelnych-cerpadiel>
- [8] Nařízení Evropského parlamentu a rady (EU) č. 517/2014 o flourovaných skleníkových panelech a o zrušení nařízení (ES) č. 842/2006
- [9] Allcomp a.s., *Povinné kontroly těsnosti tepelných čerpadel, revize*. [online]. 2022. Dostupné na internete: <https://www.allcomp.cz/cenik-sluzeb/>
- [10] Srovnej dřevo. *Tepelné čerpadlo: Co už vám prodejci neřeknou*. [online]. 2022. Dostupné na internete: <https://srovnejdřevo.cz/tepelne-cerpadlo-co-vam-prodejci-nereknou>
- [11] Enerbyt s.r.o., *Centrálné zásobovanie teplom (CZT)*. [online]. 2022. Dostupné na internete: [http://www.enerbyt.sk/index.php?option=com\\_content&view=article&id=82:czt&catid=101&Itemid=509](http://www.enerbyt.sk/index.php?option=com_content&view=article&id=82:czt&catid=101&Itemid=509)
- [12] Bardterm s.r.o., *Energetický poradca-Centrálne zásobovanie teplom alebo malá domová kotolňa?* [online]. 2022. Dostupné na internete:

- <http://www.bardterm.sk/77-4-Centralne-zasobovanie-teplom-alebo-mala-domova-kotolna?/>
- [13] Veolia, *Výhody centrálního zásobování teplem*. [online]. 2022. Dostupné na internete: <https://www.veolia.cz/cs/co-delame/mesta-obce/vyhody-centralniho-zasobovani-teplem>
- [14] ZT-Blansko.cz, *Cena tepla v Blansku zustane nizka i v prištím roce*. [online]. 2022. Dostupné na internete: <https://www.zt-blansko.cz/cena-tepla-v-blansku-zustane-nizka-i-v-pristim-roce>
- [15] Pro města a obce, *Zdražování se tepláren dotkne méně*. [online]. 2022. Dostupné na internete: <https://www.promestaobce.cz/dotace-finance/zdrazovani-se-teplaren-dotkne-mene/>
- [16] Tzb-info, *Elektrokotel si najde místo i v současných novostavbách*. [online]. 2022. Dostupné na internete: <https://vytapani.tzb-info.cz/elektricke-vytapani/24227-elektrokotel-si-najde-misto-i-v-soucasnych-novostavbach>
- [17] Tzb-info, *Elektrokotle jako ideální řešení pro vytápění nízkoenergetických domů a novostaveb*. [online]. 2022. Dostupné na internete: <https://vytapani.tzb-info.cz/elektricke-vytapani/19018-elektrokotle-jako-idealni-reseni-pro-vytapani-nizkoenergetickych-domu-a-novostaveb>
- [18] Revize Elektro, *Revize elektrokotle*. [online]. 2022. Dostupné na internete: <https://revize-elektro-revtech.cz/revize-elektrokotle/>
- [19] ČSN 33 1500 Revize elektrických zařízení, Technické normy
- [20] Tzb-info, *Cena elektřiny 2023 – srovnání E.ON, PRE, ČEZ* [online]. 2022. Dostupné na internete: <https://www.tzb-info.cz/ceny-paliv-a-energi/14-ceny-elektřiny>
- [21] ČSN 73 0540-2. *Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky*. Praha: Centrum technické normalizace, 2011.
- [22] ČSN EN 12831-1. *ČSN EN 12831-1 Energetická náročnost budov – Výpočet tepelného výkonu – Část 1: Tepelný výkon pro vytápění, Modul M3-3*. 1. Praha: Centrum technické normalizace, 2018.
- [23] Tzb-info, *Kotle na tuhá paliva I*, [online]. 2022. Dostupné na internete: <https://www.tzb-info.cz/651-kotle-na-tuha-paliva-i-obecna-cast>
- [24] Wentor, *Kotol na pelety so zásobníkom*, [online]. 2022. Dostupné na internete: [https://www.wentor.sk/obchod/kotol-na-pelety-lidia-compact-mini-so-zasobnikom/?utm\\_term=kotel%20na%20pelety&utm\\_campaign=Kotly+SK&utm](https://www.wentor.sk/obchod/kotol-na-pelety-lidia-compact-mini-so-zasobnikom/?utm_term=kotel%20na%20pelety&utm_campaign=Kotly+SK&utm)

- m\_source=adwords&utm\_medium=ppc&hsa\_acc=1621021042&hsa\_cam=9948375789&hsa\_grp=104564354630&hsa\_ad=432823018307&hsa\_src=g&hsa\_tgt=kwd-300310024242&hsa\_kw=kotel%20na%20pelety&hsa\_mt=p&hsa\_net=adwords&hsa\_ver=3&gclid=Cj0KCCQiAtbqdBhDvARIsAGYnXBMm7UFcQbxUsmfzaZj9i6mg\_C4MnJxWLoNqi\_1F6hAbWwHT5oECZWsaAqCMEALw\_wcB
- [25] Avocado media s.r.o., *Kolik stojí palivové dřevo v roce 2022*, [online]. 2022. Dostupné na internetu: <https://www.fondik.cz/clanky/palivove-drevo-cena>
- [26] Tzb-info, *Jsou nyní dřevní pelety drahe?*, [online]. 2022. Dostupné na internetu: <https://oze.tzb-info.cz/vytapeni-peletami/23972-jsou-nyni-drevni-pelety-drahe>
- [27] Dům kotlů, *Revize kotlů na tuhá paliva*, [online]. 2022. Dostupné na internetu: <https://dumkotlu.cz/revize-kotlu-na-tuha-paliva/>
- [28] Dražice, *Nepřímotopný zásobník OKC NTR/BP*, [online]. 2022. Dostupné na internetu: <file:///C:/Users/Acer/Downloads/navod-k-obsluze-a-instalaci-okc-ntr-bp-1.pdf>
- [29] Reflex. *Zařízení pro doplňování a úpravu kvality vody* [online]. bez dátumu. Dostupné na internetu: [https://www.reflex-winkelmann.com/sk/produkty/reflex\\_products/fillcontrol/](https://www.reflex-winkelmann.com/sk/produkty/reflex_products/fillcontrol/)
- [30] Atria.sk. *Kondenzačné kotly, Bosch Junkers* [online]. 2022. Dostupné na internetu: <https://www.atria.sk/bosch-condens-gc8700iw-30-pb-w-120-5-o1-b-cw-400/>
- [31] Korado. *Katalog Radik*, [online]. 2022. Dostupné na internetu: [FLIP PDF PLUS PRO \(korado.cz\)](#)
- [32] ETL. *Kombinovaný rozdělovač se sběračem RS Kombi*, [online]. 2022. Dostupné na internetu: <https://www.etl.cz/prilohy/ETL%202023%20RS%20KOMBI.pdf>
- [33] ETL. *Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků*, [online]. 2022. Dostupné na internetu: <https://www.etl.cz/prilohy/ETL%202023%20HVDT.pdf>
- [34] Grundfos. *Oběhová čerpadla*. [online] 2022. Dostupné na internetu: <https://cz.grundfos.com>
- [35] Hydronic Systems. *Kazetové jednotky SkyStar a SkyStar ECM*. [online] 2022. Dostupné na internetu: <https://www.hydrnix.cz/data/files/products/12139/1547047860-skystar.pdf>



- [36] Isan Radiátory s.r.o. *Radiátory z žebrových trubek*. [online] 2022. Dostupné na internete: [https://www.isan.cz/getattachment/Produkty/Spiral/ISAN\\_SPIRAL-technicky-katalog-platny-od-1-9-2022.pdf.aspx](https://www.isan.cz/getattachment/Produkty/Spiral/ISAN_SPIRAL-technicky-katalog-platny-od-1-9-2022.pdf.aspx)
- [37] Isan Radiátory s.r.o. *Čláňkové radiátory*. [online] 2022. Dostupné na internete: [https://www.isan.cz/getattachment/Produkty/Atol/ISAN\\_ATOL-technicky-katalog.pdf.aspx](https://www.isan.cz/getattachment/Produkty/Atol/ISAN_ATOL-technicky-katalog.pdf.aspx)
- [38] Atmos APS 250 Pneumatická doprava pelet (červená). *TOPENILEVNE.CZ* [online]. Trutnov: PROFI-UNION, spol. s.r.o, 2022. Dostupné na internete: <https://www.topenilevne.cz/atmos-aps-250-h0550-p43792/#gallery>
- [39] Atmos D 30 P Kotel na tuhá paliva. *TOPENILEVNE.CZ* [online]. Trutnov: PROFI-UNION, spol. s.r.o, 2022. Dostupné na internete: [https://www.topenilevne.cz/atmos-d-30-p-p43713/?gclid=Cj0KCQiA2sqOBhCGARIsAPuPK0jbH4tovVCHX4Zz5nEaz3LB0\\_0UIIwmN1TPm3\\_EscccGboBSAOzaLsaAvZwEALw\\_wcB](https://www.topenilevne.cz/atmos-d-30-p-p43713/?gclid=Cj0KCQiA2sqOBhCGARIsAPuPK0jbH4tovVCHX4Zz5nEaz3LB0_0UIIwmN1TPm3_EscccGboBSAOzaLsaAvZwEALw_wcB)

## Zoznam použitých skratiek a symbolov

### Skratky

ČSN	česká technická norma
DN	menovitý priemer
TV	teplá voda
VK	ventil kompak
PKK	plynový kondenzačný kotol
TČ	tepelné čerpadlo
CZT	centrálne zásobovanie tepla
E	elektrokotol
KnTP	kotol na tuhé palivo
CO <sub>2</sub>	oxid uhličitý

### Symboly

U	súčiniteľ prestupu tepla [W/m <sup>2</sup> .K]
R <sub>T</sub>	tepelný odpor konštrukcie pri prestupu tepla [m <sup>2</sup> .K/W]
R <sub>si</sub>	odpor pri prestupu tepla na vnútornej strane [m <sup>2</sup> .K/W]
R <sub>se</sub>	odpor pri prestupu tepla na vonkajšej strane [m <sup>2</sup> .K/W]
R	tepelný odpor konštrukcie [m <sup>2</sup> .K/W]
d	hrúbka vrstvy konštrukcie [m]
λ	súčiniteľ tepelnej vodivosti materiálu vrstvy danej konštrukcie [W/m.K]
A	celková plocha [m <sup>2</sup> ]
V	objem budovy [m <sup>3</sup> ]
Θ <sub>im</sub>	prevažujúca vnútorná teplota vo vykurovanom období [°C]
Θ <sub>e</sub>	vonkajšia návrhová teplota v zimnom období [°C]
b	redukčný súčiniteľ [ - ]
H <sub>T</sub>	merná strata prestupom tepla [W/K]
U <sub>em</sub>	priemerný súčiniteľ prestupu tepla [W/m <sup>2</sup> .K]
U <sub>em, rq</sub>	požadovaný súčiniteľ prestupu tepla [W/m <sup>2</sup> .K]
U <sub>em, rc</sub>	odporúčaný súčiniteľ prestupu tepla [W/m <sup>2</sup> .K]
A <sub>c</sub>	celková podlahová plocha [m <sup>2</sup> ]
t <sub>e</sub>	výpočtová vonkajšia teplota [°C]

$t_i$	prevažujúca teplota v interiéri [ $^{\circ}\text{C}$ ]
$t_{es}$	priemerná teplota vykurovacieho obdobia [ $^{\circ}\text{C}$ ]
$A_k$	plocha strednej časti [ $\text{m}^2$ ]
$U_k$	súčiniteľ prestupu tepla [ $\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ ]
$\Delta U_B$	korekčný súčiniteľ závislý na druhu stavebnej časti [ $\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ ]
$f_{U,k}$	korekčný súčiniteľ, ak boli do výpočtu $U$ zahrnuté odpory pri prestupu tepla [ - ]
$f_{ie,k}$	korekčný súčiniteľ, pokiaľ miestnosť nie je vyššia ako 4 m [ - ]
$H_{T,ie}$	merný tepelný tok prestupom z vykurovaného priestoru do vonkajšieho prostredia [ $\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ ]
$H_{T,ia}$	merný tepelný tok z vykurovaného priestoru do susedného vykurovaného priestoru [ $\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ ]
$H_{T,ig}$	merný tepelný tok prestupom do zeminy [ $\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ ]
$H_{V,i}$	merná tepelná strata vetraním [ $\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ ]
$n$	násobok výmeny vzduchu [ $\text{h}^{-1}$ ]
$\rho$	hustota vzduchu [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]
$c$	merná tepelná kapacita vzduchu [ $\text{J}/\text{kg}\cdot\text{K}$ ]
$\Theta_{int,i}$	výpočtová vnútorná teplota [ $^{\circ}\text{C}$ ]
$\Phi_i$	celková návrhová tepelná strata [ $\text{W}$ ]
$\Phi_{T,i}$	návrhová tepelná strata prestupom tepla [ $\text{W}$ ]
$\Phi_{V,i}$	návrhová tepelná strata vetraním [ $\text{W}$ ]
$Q_{Tskut}$	skutočný výkon [ $\text{W}$ ]
$Q_T$	vypočítaný, výkon telesa pre návrhové podmienky [ $\text{W}$ ]
$\varphi$	súčiniteľ na spôsob pripojenia telies [ - ]
$z_1$	súčiniteľ na úpravu okolia [ - ]
$z_2$	súčiniteľ na počet článkov [ - ]
$z_3$	súčiniteľ na umiestnenie telesa v miestnosti [ - ]
$m, M$	hmotnostný prietok [ $\text{kg}/\text{h}$ ]
$\Delta t$	rozdiel teplôt [ $^{\circ}\text{C}$ ]
$L$	dĺžka potrubia [ $\text{m}$ ]
$R$	merná tlaková strata [ $\text{Pa}/\text{m}$ ]
$\xi$	súčiniteľ miestneho odporu [ - ]
$Z$	tlaková strata vsadenými odpormi [ $\text{Pa}$ ]
$\Delta p_{rv}$	tlaková strata od armatúr [ $\text{Pa}$ ]

$\Delta p_{DIS}$	dispozičný tlak [Pa]
$n$	počet osôb [ - ]
$V_d$	spotreba vody [ $m^3/os$ ]
$V_{2p}$	celková potreba TV [ $m^3$ ]
$Q_{2t}$	teplo odobrané [kWh]
$\Theta_1$	teplota studenej vody [ $^{\circ}C$ ]
$\Theta_2$	teplota teplej vody [ $^{\circ}C$ ]
$Q_{2z}$	teplo stratené [kWh]
$Q_{2p}$	teplo celkom [kWh]
$V_z$	veľkosť zásobníka [ $m^3$ ]
$Q_{max}$	maximálny rozdiel medzi dodávkou a odberom tepla [kWh]
$Q_1$	maximálny odber [kW]
$Q_{In}$	menovitý výkon ohrevu [kW]
$t$	doba [hod]
$T_1$	teplota prívodu [ $^{\circ}C$ ]
$T_2$	teplota vratu [ $^{\circ}C$ ]
$Q_{vyt}$	potreba tepla pre vykurovanie [kW]
$Q_{TV}$	potreba tepla na ohrev teplej vody [kW]
$Q_{prip}$	stanovený výkon pre návrh zdroja tepla [kW]
$K_V$	prietokový súčiniteľ [ $m^3/h$ ]
$\alpha$	autorita regulačného ventilu [ - ]
$V_k$	objem v kotlu [ l ]
$V_p$	objem vody v potrubí [ l ]
$V_o$	celkový objem v sústave [ l ]
$Q_p$	menovitý výkon zdroja [kW]
$h$	výška vykurovacej sústavy [m]
$k_{MR}$	výška manometrickej roviny [m]
$t_{MAX}$	maximálna teplota vody [ $^{\circ}C$ ]
$V_{et}$	objem expanznej tlakovej nádoby [ l ]
$\eta$	stupeň využitia expanznej nádoby [ - ]
$n$	koeficient tepelnej rozťažnosti [ - ]
$p_{h,dov,A}$	najvyšší dovolený absolútny tlak [kPa]
$p_{h,dov,A}$	najnižší dovolený absolútny tlak [kPa]
$g$	tiažové zrýchlenie [ $m/s^2$ ]

$d_p$	priemer potrubia [mm]
$A_o$	prierez sedla poistného ventilu [m <sup>2</sup> ]
$\alpha_w$	výtokový súčiniteľ [-]
$K$	konštanta stavu sýtej páry [kW/mm <sup>2</sup> ]
$E_{TV,d}$	teplo pre ohrev vody [kWh/deň]
$k_t$	korekcia na premenlivú vstupnú teplotu [-]
$E_{TV}$	ročná potreba tepla [MWh/r]
$E_{TV,SK}$	ročná spotreba energie [MWh]
$H_{T+1}$	merná tepelná strata prestupom [W/K]
$E$	požadovaná energia na vykurovanie [MWh/r]
$\varepsilon$	súčiniteľ vyjadrujúci nesúčasť infiltrácie počas roka [-]
$e$	súčiniteľ vyjadrujúci zníženie vplyvu prerušovaného vykurovania [-]
$h$	počet hodín prevádzky [hod]
$D$	počet dennostupňov [-]
$\eta_{zdroj}$	účinnosť zdroja [%]
$\eta_{distr}$	účinnosť systému distribúcie [%]
$H$	výhrevnosť paliva [MJ/m <sup>3</sup> ]
$Q_{TČ}$	výkon tepelného čerpadla [kW]
$f_{HL}$	návrhový činiteľ pre tepelnú stratu, pre strednú tepelnú kapacitu budovy [-]
$Q_{HL}$	návrhová tepelná strata budovy [kW]
$f_{DHW}$	návrhový činiteľ pre prípravu TV [-]
$Q_{DHW}$	návrhový tepelný činiteľ pre prípravu TV [kW]

## Zoznam použitých obrázkov, tabuliek a grafov

### Obrázky

Obrázok 1 Princíp kondenzačného kotla [2] .....	15
Obrázok 2 Celková cena zemného plynu Kč/kWh (vrátane všetkých daní a odvodov) (Zdroj: ČSÚ, Eurostat) .....	15
Obrázok 3 Princíp tepelného čerpadla [4] .....	17
Obrázok 4 Princíp CZT [11].....	19
Obrázok 5 Elektrokotol Therm 35 KD .....	22
Obrázok 6 Vývoj cien elektriny [20].....	23
Obrázok 7 Univerzálne kotly prehoriaci spôsob spaľovania [1] .....	24
Obrázok 8 Parametre zásobníka OKC 250 NTRR/BP [28] .....	42
Obrázok 9 Rozmery HVDT [33].....	48
Obrázok 10 Návrh hrúbky izolácie.....	50
Obrázok 11 Vykurovacie telesá - Spirál RAO2-F [36] .....	58
Obrázok 12 Vykurovacie telesá - Spirál RAO2-F [36] .....	58
Obrázok 14 Vykurovacie teleso – Atol [37].....	59
Obrázok 13 Vykurovacie teleso – Atol [37].....	59
Obrázok 15 Grafické znázornenie PENB - 1. variant [vlastné spracovanie] .....	73
Obrázok 16 Grafické znázornenie PENB – 2. variant [vlastné spracovanie].....	75
Obrázok 17 Grafické znázornenie PENB - 3. variant [vlastné spracovanie] .....	76
Obrázok 18 Grafické znázornenie PENB - 4. variant [vlastné spracovanie] .....	77
Obrázok 19 Kotol na pelety s horákom a šnekovým dopravníkom [38].....	78
Obrázok 20 Kotol na pelety [39].....	78
Obrázok 21 Grafické znázornenie PENB - 5. variant [vlastné spracovanie] .....	79

## Tabuľky

Tabuľka 1 Tepelné straty miestností .....	36
Tabuľka 2 Tepelné straty vetraním.....	37
Tabuľka 3 Prehľad tepelných strát jednotlivých miestností.....	38
Tabuľka 4 Zoznam vykurovacích telies .....	39
Tabuľka 5 Potreba vody v administratívnej budove.....	40
Tabuľka 6 Rozloženie potreby vody počas dňa .....	41
Tabuľka 7 Technické parametre Fillset [29] .....	43
Tabuľka 8 Technické parametre Fillsoft II [29] .....	43
Tabuľka 9 technické parametre Fillcontrol Plus [29].....	43
Tabuľka 10 Technické parametre plynového kotla Junkers GC8700iW 30PB [30]44	
Tabuľka 11 Dimenzovanie okruhu Juh .....	45
Tabuľka 12 Dimenzovanie rozvodov technickej miestnosti .....	45
Tabuľka 13 Stupeň nastavenia ventilu [31].....	46
Tabuľka 14 Kombinovaný rozdeľovač a zberač [32].....	47
Tabuľka 15 HVDT [33].....	47
Tabuľka 16 Výber poistného ventilu [1] .....	54
Tabuľka 17 Dimenzovanie Fancoilov .....	57
Tabuľka 18 Typy fancoilov [35] .....	57
Tabuľka 19 Zoznam vykurovacích telies - Variant 2.....	60
Tabuľka 20 Návrh zdroja tepla [30].....	61
Tabuľka 21 Výber poistného ventilu [1] .....	63
Tabuľka 22 Porovnanie variant [vlastné spracovanie] .....	64
Tabuľka 23 Vyhodnotenie V1 – PKK [vlastné spracovanie].....	74
Tabuľka 24 Vyhodnotenie V2 – TČ [vlastné spracovanie].....	75
Tabuľka 25 Vyhodnotenie V3 -CZT [vlastné spracovanie].....	76
Tabuľka 26 Vyhodnotenie V4 – E [vlastné spracovanie] .....	77
Tabuľka 27 Vyhodnotenie PENB – V5 [vlastné spracovanie].....	79
Tabuľka 28 Obstarávacia cena V1 [vlastné spracovanie] .....	80
Tabuľka 29 Obstarávacia cena V2 [vlastné spracovanie] .....	80
Tabuľka 30 Obstarávacia cena V4 [Vlastné spracovanie] .....	80
Tabuľka 31 Obstarávacia cena V4 [vlastné spracovanie] .....	81
Tabuľka 32 Ročné náklady na revíziu, servisné práce a náklady na palivo [vlastné spracovanie].....	82



Tabuľka 33 Ročné náklady na prevádzku systémov [vlastné spracovanie] .....	83
Tabuľka 34 Množstvo emisií jednotlivých znečisťujúcich látok [vlastné spracovanie] .....	84
Tabuľka 36 Prehľad celkových nákladov v priebehu 10 rokov pri nezastropenej cene v tis. Kč [vlastné spracovanie].....	85
Tabuľka 37 Prehľad celkových nákladov v priebehu 10 rokov v tis. Kč pri zastropenej cene [vlastné spracovanie] .....	86
Tabuľka 38 Multikriteriálne porovnanie podľa dôležitosti [vlastné spracovanie]..	88
Tabuľka 39 Primárna energia z neobnoviteľných zdrojov [vlastné spracovanie]...	89
Tabuľka 40 Zhrnutie celkovej dodanej energie pre všetky varianty [vlastné spracovanie].....	90

## Grafy

Graf 1 Celková cena zemného plynu Kč/kWh (Vrátane všetkých daní a odvodov) (Zdroj: EU) .....	16
Graf 2 Priemerná cena zemného plynu v rokoch 1985-2018 (Zdroj: ČSÚ).....	16
Graf 3 Výroba elektriny na tepelné čerpadlo [10].....	19
Graf 4 Cena dodávky tepla [15] .....	21
Graf 5 Vývoj cien v Nemecku [26] .....	25
Graf 6 Ročné prevádzkové náklady [vlastné spracovanie] .....	26
Graf 7 Náklady na revízie a servis [vlastné spracovanie] .....	26
Graf 8 Krivka odberu a dodávky TV.....	41
Graf 9 Stupeň nastavenia termostatického ventilu [31] .....	46
Graf 10 Graf čerpadla ALPHA2 25-40 180 [34].....	51
Graf 11 Graf čerpadla ALPHA2 25-40 180 [34].....	52
Graf 12 Obstarávacie náklady [vlastné spracovanie] .....	81
Graf 13 Náklady na revízie a servis [vlastné spracovanie] .....	82
Graf 14 Ročné náklady na prevádzku systémov [vlastné spracovanie] .....	83
Graf 15 Množstvo vyprodukovaného CO <sub>2</sub> [vlastné spracovanie] .....	84
Graf 16 Prehľad celkových nákladov v priebehu 10 rokov pri nezastropenej cene [vlastné spracovanie] .....	85
Graf 17 Prehľad celkových nákladov v priebehu 10 rokov pri zastropenej cene [vlastné spracovanie] .....	86
Graf 18 Rozdiel cien pri zastropených a nezastropených cenách .....	87
Graf 19 Celkové hodnotenie kritérií [vlastné spracovanie].....	88

## Zoznam príloh

### Textové prílohy

- Príloha P[1] Výpočet tepelných strát miestnosti  
Príloha P[2] Dimenzovanie vykurovacej sústavy  
Príloha P[3] Preukazy energetickej náročnosti budov - PENB

### Výkresy

- V.01 Pôdorys 1.NP  
V.02 Pôdorys 2.NP  
V.03 Pôdorys 3.NP  
V.04 Schéma zapojenia vykurovacích telies  
V.05 Pôdorys technickej miestnosti  
V.06 Schéma zapojenia technickej miestnosti  
V.07 Pôdorys V2 1.NP  
V.08 Pôdorys V2 2.NP  
V.09 Pôdorys V2 3.NP  
V.10 Schéma zapojenia V2