

**České vysoké učení technické v Praze**

**Fakulta stavební**

**Katedra technických zařízení budov**



**Bakalářská práce**

**Projekt vytápění v bytovém objektu**

**Vypracoval: Tomáš Hajlich**

**Vedoucí: Ing. Pavla Pechová, Ph.D.**

© 2019 ČVUT v Praze



## ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební  
Thákurova 7, 166 29 Praha 6

### ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

#### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Hajlich Jméno: Tomáš Osobní číslo: 438061  
Zadávající katedra: Katedra technických zařízení budov  
Studijní program: Stavební inženýrství  
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

#### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Projekt vytápění v bytovém objektu  
Název bakalářské práce anglicky: The Heating Design in Residential Building

Pokyny pro vypracování:

V teoretické části zpracujte rešerši způsobů vytápění v bytových stavbách. V praktické části zpracujte 2 varianty vytápění v zadaném bytovém objektu. Obě varianty porovnejte z hlediska účinnosti a finanční náročnosti.

Seznam doporučené literatury:

Energetické a ekologické systémy budov 2, ČVUT v Praze, Fakulta stavební, 2007.

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Pavla Pechová, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 19.2.2019

Termín odevzdání bakalářské práce: 26.5.2019

*Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku*

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

#### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

*Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.*

19.2.2019  
Datum převzetí zadání

[Podpis]  
Podpis studenta(ky)

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Projekt vytápění v bytovém objektu" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 24. 5. 2019

---

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Pavle Pechové za odborné vedení, cenné rady a připomínky při zpracovávání bakalářské práce. Dále rodičům za trpělivost a finanční podporu.

## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce řeší vytápění pětipodlažního obytného domu. Cílem této práce je navrhnout dvě varianty vytápění a následně tyto varianty porovnat z hlediska účinnosti a finanční náročnosti. Dále je zpracována projektová dokumentace obou variant a jsou provedeny výpočty otopných soustav.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Vytápění, desková tělesa, konvektory, bytový objekt

---

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis deals with heating of five-storey residential building. The aim of this thesis is to design two types of heating and later compare these types in terms of efficiency and financial cost. As next is processed project documentation of both types and are processed calculations of heating systems.

## **KEY WORDS**

Heating, panel radiators, convectors, residential building

## Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíle práce .....	2
3	Metodika .....	2
4	Použité veličiny a symboly ve výpočtech .....	2
5	Popis objektu.....	4
6	Popis lokace .....	6
7	Vytápění .....	7
7.1	Paliva .....	7
7.1.1	Zemní plyn .....	7
7.1.2	Elektřina .....	8
7.2	Způsoby vytápění .....	8
7.2.1	Plynový kotel .....	8
7.2.2	Elektrický kotel .....	9
7.3	Otopné plochy .....	9
7.3.1	Desková topná tělesa.....	9
7.3.2	Konvektory.....	10
7.4	Hydraulické ztráty .....	11
7.5	Oběhové čerpadlo .....	11
8	Výběr finální varianty .....	12
8.1	Cena.....	12
8.2	Účinnost.....	13
8.3	Komfort .....	14
8.4	Životní prostředí .....	14
8.5	Čistota.....	15
9	Finální varianta.....	15
10	Diskuze.....	15

11	Závěr .....	16
12	Seznam použitých zdrojů .....	17
13	Seznam tabulek .....	18
14	Seznam obrázků .....	18
15	Seznam příloh.....	19

# 1 Úvod

Při návrhu druhu a systému vytápění je nutno si uvědomit, že v dnešní době stráví člověk naprostou většinu svého běžného dne v interiérovém prostředí (práce, domov, automobil, škola). Člověk v interiéru nejvíce vnímá tepelně vlhkostní mikroklima, které nám zajišťuje tepelnou pohodu, od které se poté odvozuje příjemné užívání objektu.

Volba způsobu vytápění, daného objektu je z hlediska užívání stavby velmi důležitým aspektem. Na jeho výběru závisí nejen finanční stránka provozu objektu, ale také pohodlí uživatelů objektu. Při výběru bychom měli zohlednit i vliv na životní prostředí z hlediska znečištění ovzduší a množství vzniklého tuhého odpadu. Lze také ovlivnit čas, který nám zabere údržba a obsluha daného druhu vytápění.



## 2 Cíle práce

V teoretické části zpracovat rešerši způsobů vytápění v bytových stavebách. V praktické části zpracovat 2 varianty vytápění v zadaném bytovém objektu. Obě varianty porovnat z hlediska účinnosti a finanční náročnosti.

## 3 Metodika

První částí práce je literární rešerše, ve které za pomoci literárních zdrojů a vlastních vědomostí popisují možnosti a způsoby vytápění bytových domů.

Druhou částí práce je zpracování první varianty vytápění. Tato varianta využívá jako zdroj tepla zemní plyn. Za pomoci plynového kotle je ohřívána topná voda, která je následně pomocí čerpadel dopravována do deskových topných těles. Plynový kotel zároveň ohřívá i vodu pro potřeby uživatelů, která je následně uchovávána v zásobníku teplé vody.

Třetí částí práce je zpracování druhé varianty vytápění. Tato varianta nevyužívá tuhých ani plyných paliv, ale veškeré vytápění je závislé na elektřině, čímž je z hlediska vzniklých spalin šetrnější k životnímu prostředí. Pomocí elektrického kotle je ohřívána topná voda, která je poté dopravována pomocí čerpadel do konvektorů umístěných v podlaze. Elektrický kotel zároveň, jako v předešlé variantě, ohřívá i vodu pro potřeby uživatelů objektu, která je poté uchovávána v zásobníku teplé vody.

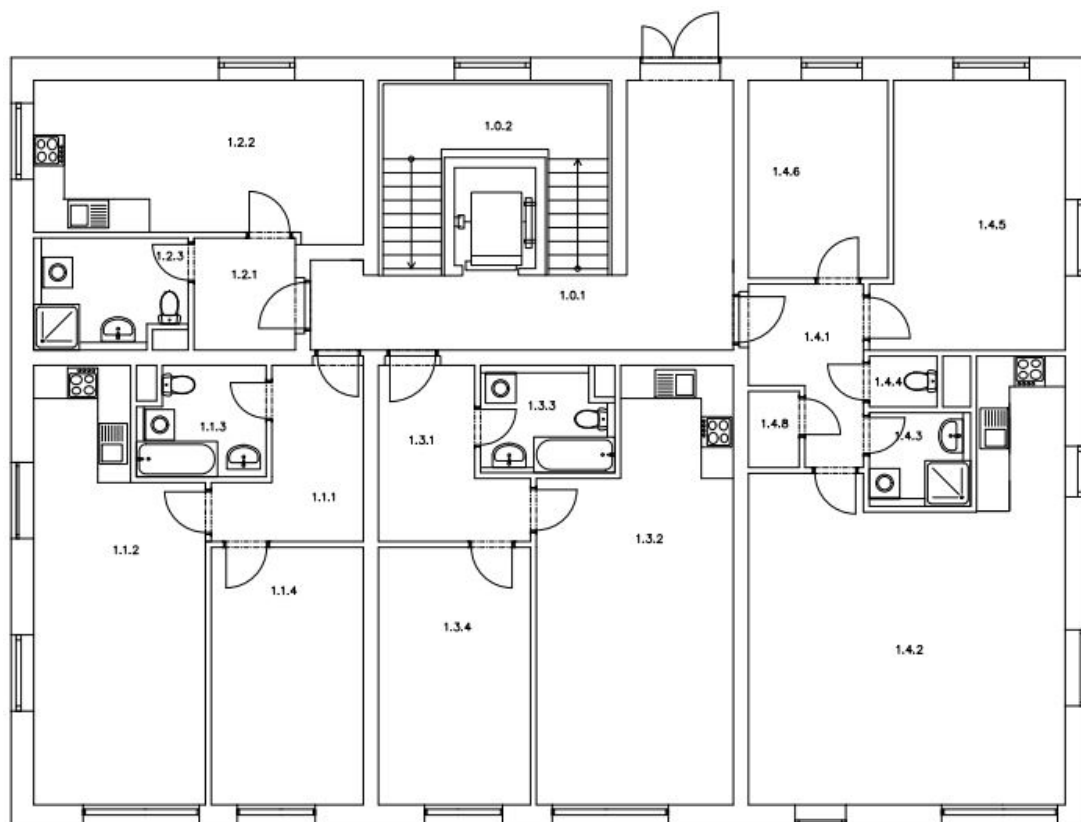
## 4 Použité veličiny a symboly ve výpočtech

$Q_{tv,d}$	denní potřeba vody pro ohřev TUV [Wh/rok]
$d$	počet dnů otopného období v roce $<13^{\circ}\text{C}$
$t_{svl}$	teplota studené vody v létě [ $^{\circ}\text{C}$ ]
$t_{svz}$	teplota studené vody v zimě [ $^{\circ}\text{C}$ ]
$t_{is}$	průměrná výpočtová vnitřní teplota v budově [ $^{\circ}\text{C}$ ]
$t_{es}$	průměrná venkovní teplota v otopném období [ $^{\circ}\text{C}$ ]
$Q_{VYT,r}$	roční potřeba tepla [Wh/rok]

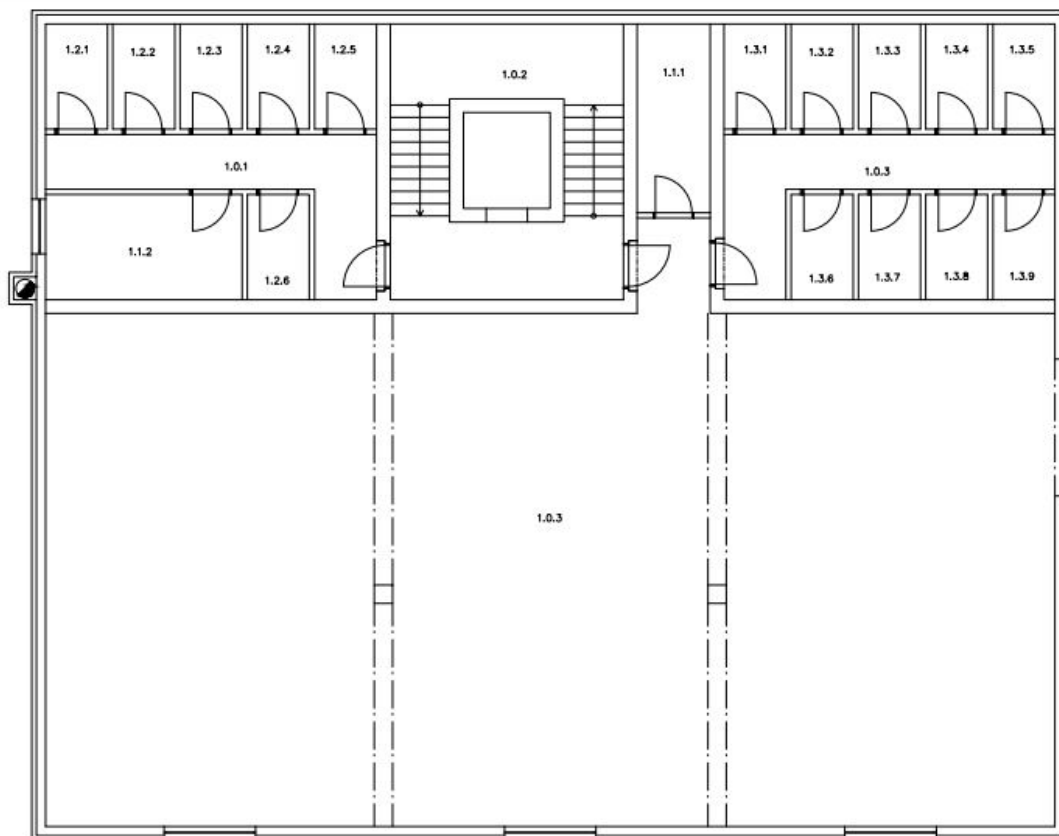
$Q_C$	tepelná ztráta objektu dle ČSN EN 12 831 [W]
$e$	opravný součinitel na snížení teploty, zkrácení doby vytápění, nesoučasnost tepelné ztráty infiltrací [-]
$D$	počet denostupňů [d.K]
$t_e$	výpočtová venkovní teplota [°C]
$e_i$	nesoučasnost tepelné ztráty infiltrací a tepelné ztráty prostupem. [-]
$e_t$	snížení teploty v místnosti během dne resp. noci. V některých objektech je vlivem vhodné regulace možno snížit teplotu po určitou část dne. [-]
$e_d$	zkrácení doby vytápění u objektu s přestávkami v provozu $e_d$ . [-]
$h_o$	účinnost rozvodu [%]
$h_r$	účinnost obsluhy resp. možnosti regulace soustavy [%]
$B_H$	hodinová spotřeba paliva [m <sup>3</sup> /h]
$V_S$	skutečné množství vzduchu pro spalování [m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ]
$V_i$	množství vzduchu pro odvod škodlivin [m <sup>3</sup> /h];
$i$	doporučená intenzita větrání kotelny [1/h];
$O$	vnitřní objem větraného prostoru kotelny [m <sup>3</sup> ];
$Q_K$	výkon kotlů [W]
$\rho$	hustota vzduchu [kg/m <sup>3</sup> ]
$c$	měrná tepelná kapacita vzduchu [J/kg.K]
$\Delta t$	rozdíl teplot vzduchu
$S$	plocha větracího otvoru [m <sup>2</sup> ]
$V_{max}$	maximální množství větracího vzduchu [m <sup>3</sup> /h]
$v$	rychlost větracího vzduchu [m/s]

## 5 Popis objektu

Řešený objekt je určen výhradně pro bydlení. Nachází se v městě Turnov a má celkem 5 podlaží. Nejnižší podlaží je částečně pod úrovní terénu a jsou v něm umístěny garážová stání, sklepní kóje a technická místnost. Zbylá 4 podlaží jsou nadzemní, přičemž v každém z nich se nachází 4 bytové jednotky. Objekt je založen na železobetonové desce. Nosný systém je stěnový, přičemž částečně podzemní podlaží je z monolitického betonu a všechna nadzemní podlaží jsou vyzděna z keramických pálených cihel. Střešní plášť je řešený jako plochá střecha s atikou.



Obrázek 1: Půdorys typického podlaží



*Obrázek 2: Půdorys částečně podzemního podlaží*

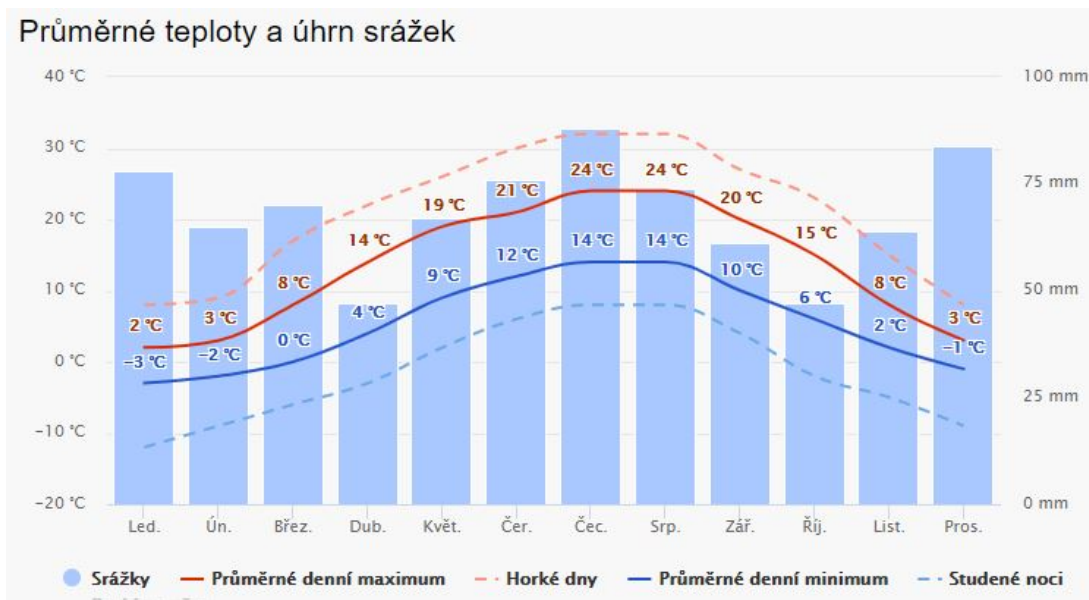
## 6 Popis lokace

Objekt se nachází ve městě Turnov. Turnov je město nacházející se v Libereckém kraji a okresu Semily. Průměrná nadmořská výška činí 260 m n.m.



Obrázek 3: Poloha města Turnov<sup>[13]</sup>

Pro moji práci jsou nejdůležitější klimatické podmínky v dané oblasti a to hlavně průměrné venkovní teploty.



Obrázek 4: Průměrné teploty a úhrn srážek<sup>[14]</sup>

## 7 Vytápění

*“ Vytápění je činnost, která má za úkol udržovat vnitřní teplotu (bytu, domu, pokoje) na úrovni tepelné pohody. Tato činnost bezprostředně souvisí s existencí člověka a snahou zlepšovat své životní podmínky, mezi které patří i potlačování nepříznivých klimatických podmínek. V České republice zhruba 2/3 spotřebované energie domácnostmi připadá právě na vytápění. “ [4]*

U každého systému vytápění je nutné navrhnout topné médium, zdroj tepla (kotel, tepelné čerpadlo, solární panel, atd.), cirkulační systém topné vody (samotíž, čerpadlo), armatury, potrubní síť, otopné plochy, regulační systém a v neposlední řadě pojistná a zabezpečovací zařízení.

Cílem vytápění je pokrýt tepelné ztráty daných místností a dosáhnout tak tepelné pohody uživatele objektu.

### 7.1 Paliva

V této kapitole se budeme zabývat palivy pro vytápění, které byly v bakalářské práci použity pro variantní řešení daného objektu.

#### 7.1.1 Zemní plyn

Zemní plyn je jedno z nejpoužívanějších plynných paliv pro zdroje tepla kvůli jeho dobrým vlastnostem. Zemní plyn je zhruba dvakrát lehčí než vzduch, nedýchatelný, není jedovatý, ale je výbušný. Lze ho dělit podle vzniku na ropný a karbonový. Díky vysokým tlakům je jeho transport pomocí plynovodů možný i na velké vzdálenosti.

Dalšími plynnými palivy jsou například svítiplyn, který má asi tak poloviční výhřevnost a propan-butan, který je těžší než vzduch, takže hrozí jeho hromadění při úniku.

## 7.1.2 Elektřina

Elektřina je jeden z nejpohodlnějších způsobů vytápění vůbec. Nabízí se vytápění přímotopy, což je spíše krátkodobé řešení, nebo pro dlouhodobé řešení, vytápění elektrickými kotli, na které jsou přes rozvodné potrubí napojena otopná tělesa. Elektrický otopný systém je pro uživatele časově velmi nenáročný, takže ho neokrádá téměř o žádný volný čas a navíc nám nabízí možnost dálkového ovládání, což přispívá k maximálnímu komfortu. Dalším kladem tohoto systému je, že není potřeba, jako je to například u plynu, zřizovat další přípojku a zajišťovat odvod spalin z kotelny, čímž se nepatrně snižuje pořizovací cena, ale na druhou stranu nám vzroste požadavek na odebíraný příkon elektrické energie čímž se nám cena zvýší.

## 7.2 Způsoby vytápění

V této kapitole se budeme zabývat variantami vytápění, které byly v této bakalářské práci použity pro variantní řešení daného objektu.

### 7.2.1 Plynový kotel

V první variantě byl jako zdroj tepla zvolen plynový kotel, který byl navržen podle potřeby tepla pro centrální ohřev teplé vody a potřeby tepla pro vytápění. Dle těchto parametrů byl navržen kondenzační plynový kotel Viadrus G90<sup>[9]</sup> o výkonu 96kW, který je umístěn v technické místnosti, kterou najdeme v částečně podzemním podlaží. Dále je v technické místnosti umístěna expanzní nádoba CIMM ACS CE<sup>[7]</sup> o objemu 16l a maximálním pracovním tlaku 8bar a zásobník teplé vody REGULUS RBC<sup>[6]</sup> o objemu 1500l. Odvod spalin je zajištěn komínem Schiedel<sup>[10]</sup> a odvětrávání technické místnosti je zajištěno pomocí otvoru ve zdi opatřeným mřížkou o rozměrech 0,4x0,5m.



Obrázek 5: Plynový kotel Viadrus G90<sup>[9]</sup>

## 7.2.2 Elektrický kotel

V druhé variantě byl jako zdroj tepla zvolen elektrický kotel, který byl navržen podle potřeby tepla pro centrální ohřev teplé vody a potřeby tepla pro vytápění. Dle těchto parametrů byl navržen kotel od společnosti Thermon THERM EL 45<sup>[5]</sup> o jmenovitém tepelném výkonu 45kW, který je umístěn v technické místnosti, kterou najdeme v částečně podzemním podlaží. Dále je v technické místnosti umístěna expanzní nádoba CIMM ACS CE<sup>[7]</sup> o objemu 16l a maximálním pracovním tlaku 8bar a zásobník teplé vody REGULUS RBC<sup>[6]</sup> o objemu 1500l. Odvod spalin není potřeba u elektrického kotle řešit, a proto komín nenavrhujeme. Odvětrávání technické místnosti je zajištěno pomocí otvoru ve zdi opatřeným mřížkou o rozměrech 0,1x0,08m.



Obrázek 6: Kotel THERM EL 45<sup>[5]</sup>

## 7.3 Otopné plochy

V této kapitole se budeme zabývat variantami otopných ploch, které byly v této bakalářské práci použity pro variantní řešení daného objektu.

### 7.3.1 Desková topná tělesa

Ve variantě číslo jedna s plynovým kotlem, jsem navrhl jako otopnou plochu desková topná tělesa s ventilem a spodním připojením, konkrétně RADIK VKU TYP 21<sup>[8]</sup>. Tělesa jsou umístěna pod každým okenním otvorem a navržena na alespoň 80% jeho šířky, s přihlédnutím ke ztrátě místnosti. Výjimku tvoří pouze koupelny, kde jsem z hlediska praktického využití navrhl podle tepelné ztráty místnosti trubková topná tělesa, konkrétně KORALUX LINEAR CLASSIC<sup>[11]</sup>. Rozměry a výkony konkrétních těles viz příloha: Návrh otopných ploch. Ztráty daných místností viz příloha: Výpočet ztrát.



NÁVRH OTOPNÝCH PLOCH						
ČÍSLO MÍSTNOSTI	ÚČEL MÍSTNOSTI	VÝP. TEPLOTA [°C]	TEPELNÁ ZTRÁTA $\Phi$ [W]	TYP OTOPNÉ PLOCHY	VÝKON OT. PLOCHY $Q_{ot}$ [W]	PODÍL $Q_{ot} \cdot 100 / \Phi$ [%]
1.1.2.	obývací pokoj + KK	20	1243,2	3x VKU 21 1000x500mm	3351	269,55
1.1.3.	koupelna	24	577,3	1x KORALUX CLASSIC 500x1500mm	638	110,51
1.1.4.	pokoj	20	529	1x VKU 21 1200x500mm	1340	253,31
1.2.2.	obývací pokoj + KK	20	1276,8	2x VKU 21 1200x500mm	2680	209,90
1.2.3.	koupelna	24	595,3	1x KORALUX CLASSIC 500x1820mm	795	133,55
1.3.2.	obývací pokoj + KK	20	1439,6	2x VKU 21 1200x500mm	2680	186,16
1.3.3.	koupelna	24	635,2	1x KORALUX CLASSIC 500x1820mm	795	125,16
1.3.4.	pokoj	20	728,3	1x VKU 21 1200x500mm	1340	183,99
1.4.2.	obývací pokoj + KK	20	2005,7	2x VKU 21 1000x500mm 2x VKU 21 1200x500mm	4914	245,00
1.4.3.	koupelna	24	382,2	1x KORALUX CLASSIC 500x1220mm	507	132,65
1.4.5.	pokoj	20	827,3	1x VKU 21 1000x500mm 1x VKU 21 1200x500mm	2457	296,99
1.4.6.	pokoj	20	595,5	1x VKU 21 1200x500mm	1340	225,02

Tabulka 1: Návrh otopných ploh pro typické podlaží Varianta č.1

### 7.3.2 Konvektory

Ve variantě číslo dva s elektrickým kotlem jsem navrhl jako otopnou plochu podlahové konvektory typ KORAFLEX FK<sup>[12]</sup> s přirozenou konvekcí. Konvektory jsou umístěny pod každým okenním otvorem a navržena na jejich šířku, s přihlédnutím ke ztrátě místnosti. Pro velkou hloubku konvektorů, která činí 190mm, je nutné zvýšit skladby podlah, aby nedocházelo k narušení nosné stropní konstrukce a tím k ponížení její únosnosti. Výjimku tvoří pouze koupelny, kde jsem z hlediska praktického využití navrhl podle tepelné ztráty místnosti trubková topná tělesa, konkrétně KORALUX LINEAR CLASSIC<sup>[11]</sup>. Rozměry a výkony konkrétních těles viz příloha: Návrh otopných ploh. Ztráty daných místností viz příloha: Výpočet ztrát.

NÁVRH OTOPNÝCH PLOCH						
ČÍSLO MÍSTNOSTI	ÚČEL MÍSTNOSTI	VÝP. TEPLOTA [°C]	TEPELNÁ ZTRÁTA $\Phi$ [W]	TYP OTOPNÉ PLOCHY	VÝKON OT. PLOCHY $Q_{ot}$ [W]	PODÍL $Q_{ot} \cdot 100 / \Phi$ [%]
1.1.2.	obývací pokoj + KK	20	1243,2	3xKORAFLEX FK hl. 190mm 1200x340mm	1941	156,13
1.1.3.	koupelna	24	577,3	1x KORALUX CLASSIC 500x1500mm	638	110,51
1.1.4.	pokoj	20	529	3xKORAFLEX FK hl. 190mm 1600x340mm	935	176,75
1.2.2.	obývací pokoj + KK	20	1276,8	1xKORAFLEX FK hl. 190mm 1600x340mm 1xKORAFLEX FK hl. 190mm 1200x340mm	1582	123,90
1.2.3.	koupelna	24	595,3	1x KORALUX CLASSIC 500x1820mm	795	133,55
1.3.2.	obývací pokoj + KK	20	1439,6	1xKORAFLEX FK hl. 190mm 2800x340mm	1798	124,90
1.3.3.	koupelna	24	635,2	1x KORALUX CLASSIC 500x1820mm	795	125,16
1.3.4.	pokoj	20	728,3	1xKORAFLEX FK hl. 190mm 1600x340mm	935	128,38
1.4.2.	obývací pokoj + KK	20	2005,7	2xKORAFLEX FK hl. 190mm 1400x340mm 2xKORAFLEX FK hl. 190mm 1200x340mm	2876	143,39
1.4.3.	koupelna	24	382,2	1x KORALUX CLASSIC 500x1220mm	507	132,65
1.4.5.	pokoj	20	827,3	1xKORAFLEX FK hl. 190mm 1400x340mm 1xKORAFLEX FK hl. 190mm 1200x340mm	1438	173,82
1.4.6.	pokoj	20	595,5	3xKORAFLEX FK hl. 190mm 1400x340mm	791	132,83

Tabulka 2: Návrh otopných ploh pro typické podlaží Varianta č.2

## 7.4 Hydraulické ztráty

Hydraulické ztráty jsou důležitým faktorem pro návrh čerpadla a potrubí. Celkové hydraulické ztráty spočteme součtem ztrát vzniklých třením, závislých hlavně na rychlosti proudění kapaliny, délce potrubí, druhu teplotnosné látky, průměru potrubí a ztrát místních, způsobených koleny, T-kusy atd.

Pro zjištění hydraulických ztrát je nutné vědět, že se jedná o dvoutrubkovou otopnou soustavu s použitím měděného potrubí, a poté si spočítat výkon otopných těles v daném okruhu a z něj poté určit hmotností průtok, na který poté navrhujeme adekvátní průměry potrubí, aby v potrubí nevznikali příliš velké rychlosti, které způsobují hlučnost proudění teplotnosné látky v potrubí a vysoké ztráty třením, čímž by mohlo dojít k prodražení kvůli nutnosti použití výkonnějšího, čili dražšího oběhového čerpadla.

Výpočet hydraulických ztrát viz příloha: Návrh čerpadla

## 7.5 Oběhové čerpadlo

Dle výpočtu hydraulických ztrát, jsem pro každou větev navrhl samostatné čerpadlo, kterým hydraulickou ztrátu překonáme a zajistíme tak bezproblémovou cirkulaci teplotnosné látky. Nevýhodou tohoto systému je závislost na elektrické energii oproti využití systému samotíže, který využívá fyzikálního jevu, kdy ohřátá teplotnosná látka stoupá směrem vzhůru a studená naopak klesá dolů, čímž se zajistí cirkulace.

Ve variantě č.1 bylo navrženo elektronické oběhové čerpadlo Grundfos MAGNA1 25-40.<sup>[13]</sup>

Ve variantě č.2 bylo navrženo elektronické oběhové čerpadlo Grundfos ALPHA3 32-80.<sup>[16]</sup>

## 8 Výběr finální varianty

Při výběru finální varianty vytápění je velikou výhodou, že se jedná o novostavbu a ne o rekonstrukci, která by nás mohla dosti omezovat. Je tedy už jen otázkou cena, účinnost, čistota, komfort a dopad na životní prostředí.

### 8.1 Cena

Cena bývá z hlediska investora nejdůležitějším faktorem při výběru finální varianty vytápění. Ovšem je nutné si uvědomit poměr cena kvalita, čímž by levnější varianta po pár letech mohla vyjít vlastně draž z důvodu častých oprav.

Z hlediska okamžitých nákladů investora vychází levněji varianta č.1 i přes to, že je nutné navíc vybudovat komín pro odvod spalin, který u varianty č.2 není. U varianty č.2 jsou největší položkou konvektory, které mají sice vysokou pořizovací cenu, ale z hlediska dlouhodobého nám náklady ušetří díky jejich maximálnímu využití.

#### Varianta 1

Kotel - Viadrus G90	81 029,00 Kč
Expanzní nádoba - CIMM ACS SE 16l	924,00 Kč
Zásobník teplé vody - Regulus RBC 1500l	113 256,00 Kč
Otopná tělesa	350 008,00 Kč
Komín Schiedel	73 516,00 Kč
	618 733,00 Kč

Tabulka 3: Pořizovací náklady varianty č.1

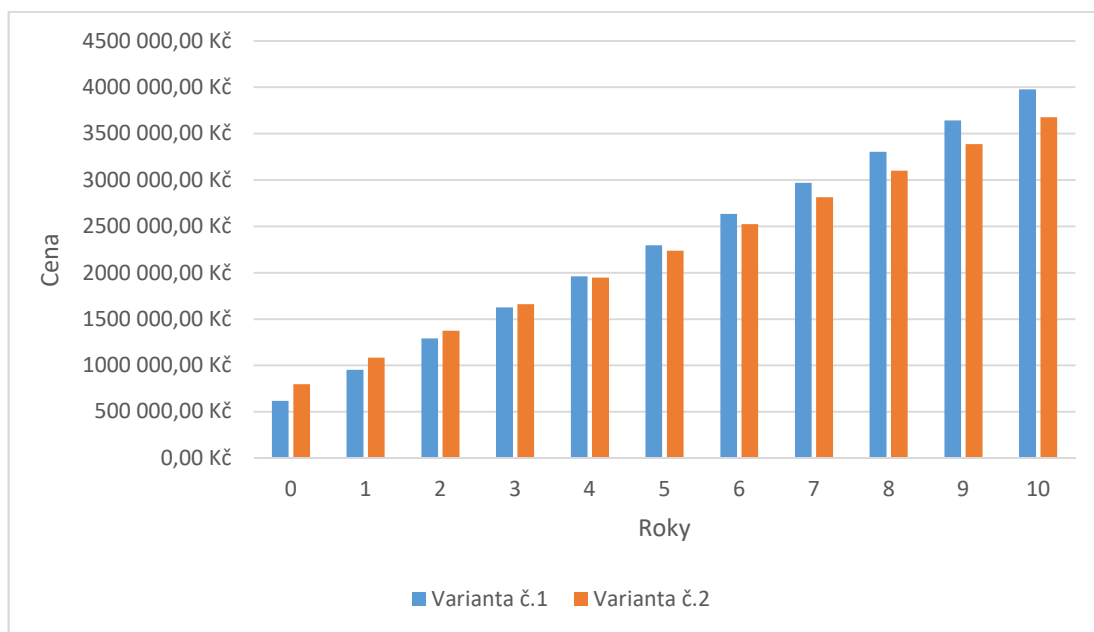
#### Varianta 2

Kotel - THERM EL 45	33 759,00 Kč
Expanzní nádoba - CIMM ACS SE 16l	924,00 Kč
Zásobník teplé vody - Regulus RBC 1500l	113 256,00 Kč
Konvektory	648 668,00 Kč
	796 607,00 Kč

Tabulka 4: Pořizovací náklady varianty č.2

V této bakalářské práci jsem zvolil z hlediska ceny časový horizont 10 let, který by měl dostatečně znázornit vývoj ceny spojené s každoročními náklady viz. Obr. č.7.

Jak už bylo naznačeno, tak z hlediska dlouhodobého, vyjde co se týče finanční stránky lépe varianta č.2, u které roční náklady na vytápění vycházejí na 288 011 Kč. I přes její vyšší pořizovací náklady, bude už mezi třetím a čtvrtým rokem vycházet tato varianta levněji, oproti variantě s plynovým kotlem, kde se roční náklady vyšplhají na 335 789 Kč.



Obrázek 7: Graf vývoje ceny

## 8.2 Účinnost

Účinnost byla největším problémem u varianty č.1 vytápění zemním plynem a deskovými otopnými tělesy. V této variantě byl největší problém počet okenních otvorů, kdy jsem navrhoval šířku tělesa alespoň na 80% šířky okna. I když byla navržena jedna z nejméně výkonných variant deskových těles, tak i přes to docházelo ke značnému předimenzování místností v poměru tepelná ztráta místností a suma výkonu deskových těles.

Suma tepelných výkonů deskových těles v celém objektu činí **91 348W**.

Naopak u varianty č.2 vytápění elektřinou a konvektory nebyl s počtem okenních otvorů problém. Jednotlivé konvektory nabízejí podstatně menší tepelný výkon, než je tomu u deskových těles, čímž bylo možné dosáhnout adekvátní účinnosti konvektorových těles vzhledem k tepelné ztrátě dané místnosti.

Suma tepelných výkonů konvektorových těles v celém objektu činí **60 124W**.

Jak je vidět v tabulce přiložené níže, tak desková tělesa jsou, co se týče tepelného výkonu, téměř 1,5 násobně předimenzovaná, což je z hlediska hospodárnosti velmi neefektivní. Oproti tomu konvektory jsou navrženy “pouze“ na 152% tepelných ztrát a to je, co se týče hospodárnosti, podstatně lepší. Konvektory nejsou navrženy přesně na 100% z důvodu, že počasí je nevyzpytatelné a může přijít teplota nižší, než jsem uvažoval (-12°C). Druhým důvodem je rychlost vytopení daného objektu, kdy uživatel přijde do nevytopeného objektu a chce mít teplotu v místnostech co nejdříve podle jeho představ.

	Výkon těles [W]	Tepelná ztráta objektu [W]	Účinnost [%]
Varianta č.1	91348	39506,4	231,22
Varianta č.2	60124	39506,4	152,19

*Tabulka 5: Účinnost otopných těles*

### 8.3 Komfort

Komfort řešíme hlavně u systémů, kdy topíme tuhými palivy a je nutné je ručně doplňovat do kotle, nebo pokud máme automatický kotel se zásobníkem, tak je nutné doplňovat palivo do zásobníku. Navíc jsou tyto systémy o dost více časově náročné na údržbu jako například vymetání komína, vynášení popela a podobně. Systém s tuhými palivy jsem ale v této práci nevyužil a co se týče zemního plynu a elektřiny, tak jsou oba systémy podstatně méně náročné na pravidelnou údržbu. Pokud si budeme chtít dopřát opravdového komfortu, je možné mít k vytápěcímu systému dálkový přístup, kterým si zajistíme, že po příchodu do objektu bude objekt vytopen, což by u systému tuhých paliv byl problém.

### 8.4 Životní prostředí

V dnešní době velice řešené téma a z mého pohledu velmi důležité. Při spalování tuhých nebo plyných paliv vzniká spousta emisních látek jako například oxid uhličitý, oxidy dusíku a další prašné částice. Proto jsou kotle rozděleny na základě účinnosti a emisí do emisních tříd podle normy ČSN EN 303-5. Kotle 1. a 2. emisní

třídy nelze zakoupit už od ledna 2014, 3. emisní třídy nelze zakoupit od ledna 2018 a od ledna 2022 bude možno zakoupit pouze kotle splňující požadavky EKODESIGN. Ohled na životní prostředí se může také odrazit na celkové ceně vytápěcího systému, získáním například kotlíkové dotace.

## 8.5 Čistota

Čistota je velkým problémem a to hlavně pokud je technická místnost umístěna v řešeném objektu, což je náš případ. Největší problémy nastávají opět u vytápění tuhými palivy, kdy musíme jednak řešit jak a kudy palivo do technické místnosti dostaneme. Mnou řešené varianty tuto možnost nevyužívají. Jediný problém nastává u vytápění plynem, kdy je nutné odvést vzniklé spaliny pryč z technické místnosti. Je to sice oproti problému tuhých paliv zanedbatelný problém, ale oproti vytápění elektřinou v tomto aspektu vytápění plynem poněkud zaostává.

## 9 Finální varianta

Po zvážení všech faktorů výběru zvítězila ve všech bodech, kromě okamžitých nákladů, které jsou sice vyšší, ale z hlediska dlouhodobého jsou náklady zase nižší, varianta číslo 2, která řeší vytápění elektrickým kotlem s konvektory a trubkovými otopnými tělesy v koupelnách.

## 10 Diskuze

Pokud se zaměříme na výběr finální varianty, tak je nutné zvážit hlavně výběr paliva. Při dnešním rozvoji elektromobilů a celkovému nárůstu používání elektroniky, čímž se automaticky zvyšuje spotřeba a zároveň i naše závislost na elektřině, je otázkou, jak se do budoucna budou ceny elektřiny pohybovat. U plynu je problémem, že sice jeho těžba v ČR probíhá, ale v malém měřítku, oproti tomu kolik ho do ČR dovážíme, takže jeho cena za metr krychlový je do budoucna také spekulativní.

Další otázkou je, jak se do budoucna bude rozvíjet šetrnost k životnímu prostředí, které řešíme hlavně u vytápění plynem, kdy vznikají při spalování emisní látky, které

podporují tak zvaný skleníkový efekt. Tomuto problému se u vytápění elektřinou vyhneme, protože při něm žádné spaliny nevznikají. Když se na to ale podíváme z druhé stránky, tak elektřina potřebná pro vytápění se musí někde vyrobit, jako například ve spalovnách s kogenerační jednotkou, kde opět řešíme problém vzniklých spalin podporujících skleníkový efekt nebo například elektřina vzniklá v solárních elektrárnách, kde jsou problém solární panely, které jsou prakticky nerecyklovatelné.

## 11 Závěr

Cílem bakalářské práce bylo navržení dvou variant vytápění obytného domu, následně jejich porovnání z hlediska finanční náročnosti a vybrání finální varianty.

Možností vytápění je dnes na trhu mnoho. Od vytápění fosilními palivy jako je například zemní plyn, uhlí a tak dále přes biopaliva, elektřinu a různé další dnes velmi populární obnovitelné zdroje jako je například vytápění solárními panely nebo tepelnými čerpadly.

Mnou byla zvolena velice pohodlná varianta vytápění a tou je vytápění elektrickým kotlem napojeným přes rozvody na podlahové konvektory. Dnešní trh umožňuje využití plné automatizace celé soustavy, což nám zaručí velmi jednoduché ovládání.

Jako první byly spočteny ztráty daného obytného objektu pro každou jeho místnost dle ČSN EN 128 31. Vnitřní výpočtové hodnoty teplot místností byly uvažovány dle ČSN EN 128 31. Na spočtené ztráty byla navržena otopná tělesa, ke kterým byly poté navrženy dle výkonů daných těles patřičné dimenze potrubí dvoutrubkového rozvodu z měděného potrubí. Na sumu výkonů otopných těles a potřeby tepla pro ohřátí teplé vody do zásobníku REGULUS RBC 1500l<sup>[6]</sup>, byl navržen elektrokotel THERM EL 45.<sup>[5]</sup> Pro otopnou soustavu bylo dále nutné navrhnout vyrovnávací tlakovou nádobu a to konkrétně CIMM ACS CE 16l. Pro odvětrávání kotelny byl navržen větrací otvor o velikosti 0,1x0,08m.

Co se týče finanční stránky zvolené varianty, tak svými pořizovacími náklady jednoznačně převyšuje variantu s plynovým kotlem a to skoro o 200 000Kč což je v tomto případě velmi nezanedbatelná částka. Nicméně z hlediska dlouhodobého se počáteční větší investice vyplatí, neboť už po čtyřech letech se náklady obou variant

vyrovnají a po deseti letech budou náklady na variantu s elektrokotlem o cca 350 000Kč nižší.

Když se zaměříme na účinnost, tak je mnou zvolená varianta mnohem lépe využita oproti variantě s deskovými otopnými tělesy, u kterých jejich tepelný výkon v nemalé míře přesahuje tepelné ztráty dílčích místností i celkové tepelné ztráty objektu. Mnou zvolená varianta využívá vytápění konvektory, které jsou navrženy na 150% celkových ztrát objektu. Pouze v koupelnách byla z hlediska praktického využití zvolena trubková otopná tělesa se spodním připojením.

## 12 Seznam použitých zdrojů

- [1] PETRÁŠ, Dušan. *Vytápění rodinných a bytových domů*. Bratislava: Jaga, 2005. Vytápění. ISBN 80-8076-020-9.
- [2] JELÍNEK, Vladimír. *Technická zařízení budov: podklady pro projekty*. Vyd. 2. přeprac. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2004. ISBN 80-01-02887-9.
- [3] KABELE, Karel. *Energetické a ekologické systémy 1: zdravotní technika, vytápění*. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2005. ISBN 80-01-03327-9.
- [4] HAMALČÍKOVÁ, K., © 2017: *Vyplatí se vytápet elektrinou, nebo plynem? Srovnání 3 modelových situací*. (online). [cit. 14.05.2019], dostupné z: <https://www.elektrina.cz/je-lepsi-vytapet-elektrinou-nebo-plynem>
- [5] Elektrokotle Thermona (online). [cit. 14.05.2019], dostupné z: <https://www.thermona.cz/elektrokotle/elektrokotle-standardni-rada/kotel-therm-el-45>
- [6] Topení Regulus (online). [cit. 14.05.2019], dostupné z: <https://www.regulus.cz/cz/zasobnik-rbc-1500>
- [7] Triton Drábek (online). [cit. 14.05.2019], dostupné z: <https://www.triton-drabek.cz/cerpadla-a-vodarny/tlakove-nadoby-nadrze/cimm-acsc-cimm-acsc-16-l-vyrovnavaci-tlakova-nadoba-pro-tuv/>
- [8] Korado – Radik (online). [cit. 14.05.2019], dostupné z: <https://www.korado.cz/produkty/radik/radik-vku.html>



- [9] Viadrus a.s. (online). [cit. 14.05.2019], dostupné z: <https://www.viadrus.cz/kotle-pro-kotelny/g90-23-cz1.html>
- [10] Schiedel (online). [cit. 14.05.2019], dostupné z: <https://www.schiedel.com/cz/produkty/keramicke-kominove-systemy/absolut/>
- [11] Korado – Koralux (online). [cit. 14.05.2019], dostupné z: <https://www.korado.cz/produkty/koralux/koralux-linear-max.html>
- [12] Korado – Konvektory (online). [cit. 14.05.2019], dostupné z: <https://www.korado.cz/produkty/konvektory/koraflex-fk.html>
- [13] Bola spol. s r.o. (online). [cit. 14.05.2019], dostupné z: <https://www.bola.cz/elektronicke-obehove-cerpadlo-grundfos-magna1-25-40>
- [14] Meteoblue (online). [cit. 18.05.2019], dostupné z: [https://www.meteoblue.com/cs/po%C4%8Das%C3%AD/p%C5%99edpov%C4%9B%C4%8F/modelclimate/turnov\\_%C4%8Cesko\\_3063853](https://www.meteoblue.com/cs/po%C4%8Das%C3%AD/p%C5%99edpov%C4%9B%C4%8F/modelclimate/turnov_%C4%8Cesko_3063853)
- [15] Mapy CZ (online). [cit. 18.05.2019], dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=15.4111663&y=49.6871914&z=7&source=muni&id=2751>
- [16] BOLA spol. s r.o. (online). [cit. 18.05.2019], dostupné z: <https://www.bola.cz/elektronicke-obehove-cerpadlo-grundfos-alpha3-32-80>

## 13 Seznam tabulek

*Tabulka 1: Návrh otopných ploch pro typické podlaží Varianta č.1*

*Tabulka 2: Návrh otopných ploch pro typické podlaží Varianta č.2*

*Tabulka 3: Pořizovací náklady varianty č.1*

*Tabulka 4: Pořizovací náklady varianty č.2*

*Tabulka 5: Účinnost otopných těles*

## 14 Seznam obrázků

*Obrázek 1: Půdorys typického podlaží*

*Obrázek 2: Půdorys částečně podzemního podlaží*

*Obrázek 3: Poloha města Turnov<sup>[15]</sup>*

*Obrázek 4: Průměrné teploty a úhrn srážek<sup>[14]</sup>*

*Obrázek 5: Plynový kotel Viadrus G90<sup>[9]</sup>*

*Obrázek 6: Kotel THERM EL 45<sup>[5]</sup>*

*Obrázek 7: Graf vývoje ceny*

## **15 Seznam příloh**

Výpočty tepelných ztrát

Varianta č. 1: Technická zpráva

Podélné řezy

Půdorys vytápění (typické podlaží)

Půdorys vytápění (přízemí)

Návrh kotelny

Půdorys kotelny

Řez kotelny

Návrh čerpadla

Návrh otopných těles

Varianta č.2: Technická zpráva

Podélné řezy

Půdorys vytápění (typické podlaží)

Půdorys vytápění (přízemí)

Návrh kotelny

Půdorys kotelny

Řez kotelny

Návrh čerpadla

Návrh konvektorů