



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ**

INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

**POSOUZENÍ VLIVU RŮZNÝCH VARIANT ŘEŠENÍ OTOPNÉ  
SOUSTAVY NA HODNOTU BYTOVÉHO DOMU**

ASSESSING THE IMPACT OF VARIOUS HEATING SYSTEMS ON THE VALUE OF A RESIDENTIAL  
BUILDING

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

MASTER'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

**Bc. Roman Štencel**

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

**Ing. Vítězslava Hlavinková, Ph.D.**

**BRNO 2017**

# Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav soudního inženýrství  
Student: **Bc. Roman Štencí**  
Studijní program: Soudní inženýrství  
Studijní obor: Realitní inženýrství  
Vedoucí práce: **Ing. Vítězslava Hlavinková, Ph.D.**  
Akademický rok: 2016/17

Ředitel ústavu 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:

## **Posouzení vlivu různých variant řešení otopné soustavy na hodnotu bytového domu**

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

Výpočet tepelných ztrát bytového domu, návrh různých variant zdrojů tepla a otopných soustav.  
Zjištění podstatných faktorů, které ovlivňují hodnotu bytového domu.  
Výpočet investičních a provozních nákladů pro jednotlivé varianty.  
Analýza ekonomičnosti provozu a výnosnosti různých variant z hlediska majitele bytového domu a vyhodnocení vlivu zvolených variant řešení otopných soustav na hodnotu bytového domu.

### **Cíle diplomové práce:**

Navržení a posouzení vlivu různých variant řešení otopných soustav na ekonomičnost provozu a hodnotu bytového domu.

### **Seznam doporučené literatury:**

BRADÁČ, A.; a kol. Teorie a praxe oceňování nemovitých věcí, první vydání. Brno: AKADEMICKÉ NAKLADATELSTVÍ CERM, s.r.o., 2016, 790 p. ISBN 978-80-7204-930- 1.

Zákon č. 151/1997 Sb., o oceňování majetku.

Vyhláška Ministerstva financí ČR č. 441/2013 Sb., v aktuálním znění k datu odevzdání diplomové práce.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2016/17

V Brně, dne

L. S.

---

doc. Ing. Aleš Vémola, Ph.D.  
ředitel

### ***Abstrakt***

Tato diplomová práce se zabývá vlivem zdroje tepla na hodnotu bytového domu. V úvodu popisuje výpočet tepelných ztrát, druhy otopných soustav, předávacích ploch, zdrojů tepla pro vytápění a ohřev teplé užitkové vody, způsoby tržního ocenění. Dále jsou vybrány dvě varianty zdrojů tepla pro vytápění a ohřev teplé užitkové vody pro bytový dům Domino. Pro obě varianty jsou navrženy otopné prvky pro pokrytí tepelných ztrát domu. Na konci práce je zhodnocení návratnosti dražší varianty na zhotovení, avšak levnější na provoz, zisk při prodeji a výnosnost při pronájmu bytového domu.

### ***Abstract***

This master's thesis deals with influence of heat source on the value of the apartment building. The introduction describes the calculation of heat losses, types of heating systems, heating elements, heat sources for heating and hot water, methods of market valuation. Further are chosen two variants of heat sources for heating and domestic hot water for the Domino apartment building. Both heating elements are designed to cover the heat losses of the house. At the end of the thesis is an evaluation of the return of a more expensive variant, but cheaper to operate, profit from sale and profitability on rent of the apartment building.

### ***Klíčová slova***

Zdroj tepla, bytový dům, výpočet tepelných ztrát, zisk z prodeje, výnosnost při pronájmu

### ***Keywords***

Heat source, apartment building, calculation of heat losses, profit on sale, profitability on rent

***Bibliografická citace***

ŠTENCL, R. *Posouzení vlivu různých variant řešení otopné soustavy na hodnotu bytového domu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2017. 99 s.  
Vedoucí diplomové práce Ing. Vítězslava Hlavinková, Ph.D..

***Prohlášení***

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne .....

.....

Podpis diplomanta

### ***Poděkování***

Chtěl bych poděkovat Ing. Vítězslavě Hlavinkové, Ph.D. za odborné vedení, pomoc při řešení problémů a připomínky při vypracování diplomové práce. Dále bych chtěl velmi poděkovat celé rodině, kteří mě podporovali během celé doby studia.

# OBSAH

1	ÚVOD.....	12
2	TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU.....	13
2.1	Tepelné ztráty prostupem .....	14
2.1.1	<i>Tepelný odpor.....</i>	<i>14</i>
2.1.2	<i>Součinitel prostupu tepla.....</i>	<i>15</i>
2.1.3	<i>Předběžný výpočet tepelných ztrát.....</i>	<i>17</i>
2.2	Tepelné ztráty větráním.....	18
2.2.1	<i>Přirozené větrání.....</i>	<i>19</i>
2.2.2	<i>Nucené větrání .....</i>	<i>21</i>
2.3	Přesný výpočet tepelné ztráty.....	22
3	TEPELNÉ SOUSTAVY A OTOPNÉ SOUSTAVY.....	26
3.1	Soustavy podle oběhu.....	27
3.1.1	<i>Soustavy s přirozeným oběhem .....</i>	<i>27</i>
3.1.2	<i>Soustavy s nuceným oběhem .....</i>	<i>28</i>
3.2	Soustavy podle počtu potrubí.....	29
3.2.1	<i>Jednotrubkové otopné soustavy.....</i>	<i>29</i>
3.2.2	<i>Dvoutrubkové otopné soustavy .....</i>	<i>30</i>
3.3	Předávací plochy tepla.....	31
3.3.1	<i>Teplovzdušné jednotky .....</i>	<i>32</i>
3.3.2	<i>Lokální topidla .....</i>	<i>33</i>
3.3.3	<i>Otopná tělesa .....</i>	<i>35</i>
3.3.4	<i>Podlahové vytápění.....</i>	<i>43</i>
3.4	Zdroje tepla.....	44
3.4.1	<i>Kotle.....</i>	<i>45</i>
4	TRŽNÍ METODY OCENĚNÍ.....	48
4.1	Nákladová metoda.....	48
4.2	Metoda přímého porovnání .....	49
4.3	Výnosová metoda.....	49
5	BYTOVÝ DŮM DOMINO .....	50
5.2	Výchozí podklady.....	54
5.2.1	<i>Založení objektu .....</i>	<i>54</i>
5.2.2	<i>Svislé obvodové a nosné konstrukce .....</i>	<i>54</i>
5.2.3	<i>Vnitřní příčky .....</i>	<i>57</i>

5.2.4	<i>Vodorovné nosné konstrukce</i> .....	57
5.2.5	<i>Konstrukce spojující různé výškové úrovně</i> .....	57
5.2.6	<i>Konstrukce střechy</i> .....	58
5.2.7	<i>Výplně otvorů</i> .....	58
5.3	Klimatické výpočtové hodnoty .....	59
5.4	Výpočet tepelných ztrát .....	59
5.5	Společné prvky otopných soustav.....	60
5.5.1	<i>Potrubní trasy</i> .....	60
5.5.2	<i>Armatury</i> .....	61
5.5.3	<i>Ohřev TUV</i> .....	61
5.6	Rozdílné prvky variant.....	62
5.6.1	<i>Zdroje tepla</i> .....	62
5.6.2	<i>Otopná tělesa</i> .....	69
5.7	Investice jednotlivých variant .....	70
5.7.1	<i>Porovnání variant otopných těles</i> .....	70
5.7.2	<i>Porovnání variant zdrojů tepla</i> .....	71
5.7.3	<i>Porovnání variant ústředního vytápění</i> .....	72
5.7.4	<i>Vliv variant na celkovou cenu stavebních objektů a provozních souborů</i> ... 74	
5.8	Provozní náklady jednotlivých variant .....	75
5.8.1	<i>Náklady na dodávku energie první varianty</i> .....	75
5.8.2	<i>Náklady na dodávku energie druhé varianty</i> .....	76
5.8.3	<i>Porovnání nákladů na dodávku energií obou variant</i> .....	77
5.8.4	<i>Výpočet návratnosti</i> .....	78
5.9	Porovnání výnosnosti investice při prodeji bytového domu.....	79
5.9.1	<i>Přímé porovnání prodejů komerčních jednotek</i> .....	79
5.9.2	<i>Přímé porovnání prodejů bytových jednotek dispozice 2+kk a 3+kk</i> .....	80
5.9.3	<i>Prodejní cena bytového domu</i> .....	82
5.9.4	<i>Porovnání výnosnosti investice při prodeji bytového domu</i> .....	83
5.10	Porovnání výnosnosti investice při pronájmu bytového domu.....	84
5.10.1	<i>Přímé porovnání pronájmů komerčních jednotek</i> .....	84
5.10.2	<i>Přímé porovnání pronájmů bytových jednotek dispozice 2+kk a 3+kk</i> .....	84
5.10.3	<i>Roční nájemné bytového domu</i> .....	86
5.10.4	<i>Výnosová hodnota</i> .....	87
6	VYHODNOCENÍ ZVOLENÝCH VARIANT .....	89
7	ZÁVĚR.....	93

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	94
---------------------------------	----

# 1 ÚVOD

V dnešní době snižování nákladů na vytápění u bytových domů, především zateplováním, je opomíjen vliv návrhu otopné soustavy, zejména zdroje tepla. Různé varianty zdrojů tepla mohou mít vliv nejen na nižší náklady na vytápění a ohřev teplé užitkové vody, ale i na celkovou cenu elektřiny, díky dosažení levnějšího tarifu od dodavatele energií. Různé druhy zdrojů tepla mají vliv na ekologickou stopu.

Předmětem této diplomové práce je posouzení vlivu různých variant řešení otopných ploch a zdrojů tepla na ekonomičnost provozu a hodnotu bytového domu Domino v ulici Francouzská v Brně.

Na základě stavební projektové dokumentace a skladeb konstrukcí bude vypracován výpočet tepelných ztrát obálkovou metodou, který určí roční potřebu tepla pro vytápění a ohřev teplé užitkové vody. Výpočet tepelných ztrát obálkovou metodou bude dále sloužit jako podklad pro návrh zdrojů tepla.

Návrh otopných ploch bude proveden výpočtem tepelných ztrát přesnou metodou po jednotlivých místnostech. Návrh otopných ploch pro krytí tepelných ztrát je přímo závislý na střední teplotě protékajícího média. Z toho důvodu budou otopné plochy navrženy na základě technických možností zdrojů tepla. V první variantě je uvažováno s kaskádou plynových kondenzačních kotlů o teplotním spádu 65/55°C. Ve druhé variantě je uvažováno s kaskádou tepelných čerpadel o teplotním spádu 48/38°C.

Rozpočty za profesi ústřední vytápění budou sestaveny ve dvou variantách na základě navrženého zdroje tepla a otopných ploch. Dále budou sestaveny roční kalkulace spotřeb tepla obou variant a následně stanovena cena za roční dodávku energie.

Na základě pořizovacích a provozních nákladů jednotlivých variant bude vypočtena návratnost investice.

Dále bude sestavena databáze prodejů a pronájmů bytových domů v Brně, které budou využity k porovnání výnosnosti při prodeji a pro stanovení ročního nájemného a následně výnosové hodnoty při pronájmu bytového domu Domino.

Cílem práce je porovnání a vyhodnocení ekonomičnosti provozů jednotlivých variant otopných soustav, výnosnosti investice při prodeji nebo pronájmu z pohledu investora a majitele bytového domu.

## 2 TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU

Výpočet tepelných ztrát je jedna z hlavních částí pro stanovení otopných prvků v objektu a také pro stanovení zdroje vytápění. Jde o výčet tepelných toků, ke kterým dochází mezi vytápěnými prostory a okolními chladnějšími částmi, ať už venkovním prostorem nebo i chladnějšími místnostmi.

Tepelná ztráta se stanovuje pro nejnižší venkovní teplotu v zimním období, která je stanovena normou ČSN 38 3350 Zásobování teplem. Pro výpočet je potřeba znát některé vstupní hodnoty. Jednou z nich je právě stanovení venkovní výpočtové teploty. Tato norma určuje pro některé oblasti referenční hodnoty, které jsou závislé na místních klimatických podmínkách a nadmořské výšce. (8,15)

Lokalita (místo měření)	Nadmořská výška	Venkovní výpočtová teplota	Otopné období pro					
			$t_{em}=12^{\circ}$		$t_{em}=13^{\circ}$		$t_{em}=15^{\circ}$	
			$t_{es}$	d	$t_{es}$	d	$t_{es}$	d
			[m]	[°C]	[°C]	[dny]	[°C]	[dny]
Benešov	327	-15	3,5	234	3,9	245	5,2	280
Beroun (Králov Dvůr)	229	-12	3,7	225	4,1	236	5,3	268
Blansko (Dolní Lhota)	273	-15	3,3	229	3,7	241	5,1	275
Brno	227	-12	3,6	222	4,0	232	5,1	263
Bruntál	546	-18	2,7	255	3,3	271	4,8	315
Břeclav (Lednice)	159	-12	4,1	215	4,4	224	5,2	253
Česká Lípa	276	-15	3,3	232	3,8	245	5,1	282
České Budějovice	384	-15	3,4	232	3,8	244	5,1	279
Český Krumlov	489	-18	3,1	243	3,5	254	4,6	288
Děčín (Březiny, Libverda)	141	-12	3,8	225	4,2	236	5,5	269
Domažlice	428	-15	3,4	235	3,8	247	5,1	284

$t_{em}$ [°C] - střední denní venkovní teplota pro začátek a konec otopného období
$t_{es}$ [°C] - střední venkovní teplota za otopné období
d [dny] - počet dnů otopného období

Tabulka 1 – Ukázka venkovní výpočtové teploty a otopného období

Dalšími vstupními hodnotami pro stanovení tepelných ztrát jsou například:

- Orientace ochlazovaných konstrukcí ke světovým stranám
- Poloha objektu

- Rozměry a poloha místností v budově
- Velikost, poloha a výplně otvorů
- Tepelně technické vlastnosti ochlazovaných konstrukcí
- Účely a požadavky na vnitřní teplotu místností

Vnitřní výpočtové teploty místností jsou jedním z prvků charakterizující interiér, který ovlivňuje tepelnou pohodu člověka. Tyto faktory, které jsou u každého člověka vnímány individuálně, jsou ovlivňovány konstitucí postavy, tepelným tokem metabolismu, fyzickou námahou, věkem, zdravotním stavem a pohlavím člověka. Také však oděvem, který má člověk oblečený a to především jeho tepelnou propustností, tedy jeho tepelně izolační vlastnostmi. (1)

Tepelné ztráty objektu se dělí na ztráty prostupem konstrukcemi, na základě jejich fyzikálních vlastností a také na ztráty větráním.

## 2.1 TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM

Pro stanovení tepelné ztráty prostupem tepla je důležité nejdříve stanovit okamžitý tepelný tok, který uniká jednotlivými konstrukcemi objektu. Každá konstrukce vykazuje tepelně izolační vodivost  $\lambda$ . Tato vlastnost určuje schopnost daného materiálu vést teplo. Hodnota se udává v jednotkách  $W/m \times k$ . Je to tedy hodnota množství tepla proudícího jedním metrem daného materiálu při rozdílu povrchové teploty na opačných stranách konstrukce. Jelikož jsou všechny stavební konstrukce složené z různých materiálů, je nutné spočítat spolupůsobení jednotlivých materiálů, které spolu utváří jeden celek. Součet těchto vlastností se nazývá tepelný odpor. (1)

### 2.1.1 Tepelný odpor

Tepelný odpor  $R$  se spočítá jako podíl tloušťky dané konstrukce (např.: cihly) a jejího součinitele tepelné vodivosti.

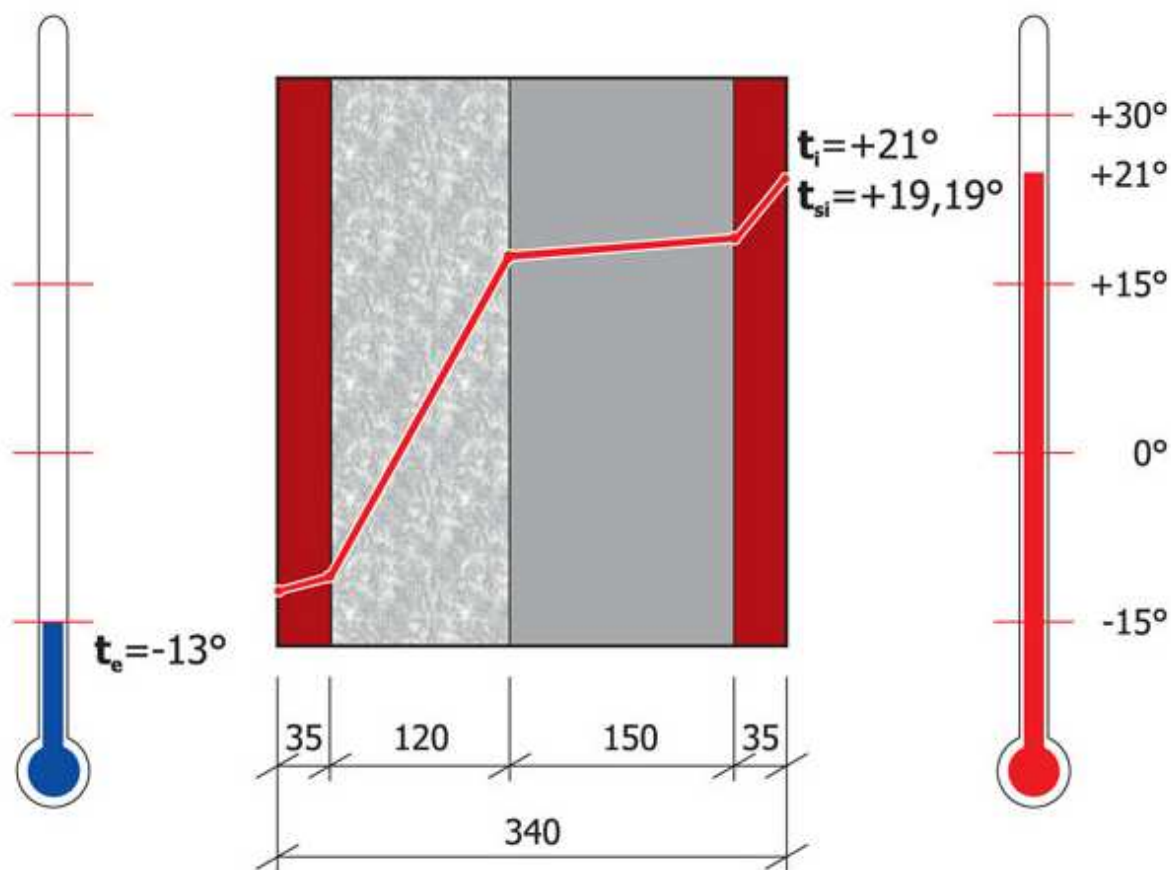
$$R = \frac{d}{\lambda}$$

*Rovnice 1 - Tepelný odpor*

Díky jednotlivým tepelným odporům každého prvku lze stanovit celkový tepelný odpor konstrukce  $R_N$ . Ten se spočítá jako suma jednotlivých odporů materiálů, které v konstrukci spolupůsobí.

$$R_N = \sum_1^n \frac{d}{\lambda}$$

Rovnice 2 - Tepelný odpor konstrukce



Obrázek 1 - Vývoj teploty při prostupu konstrukcí

## 2.1.2 Součinitel prostupu tepla

Pro stanovení součinitele prostupu tepla je potřeba znát hodnoty odporu při prostupu tepla  $n$  a vnitřní straně konstrukce  $R_{si}$  a hodnoty odporu při prostupu tepla na vnější straně konstrukce  $R_{se}$ . Tyto hodnoty stanovuje norma ČSN EN ISO 6946 Stavební prvky a stavební konstrukce - Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla - Výpočtová metoda.

Odpor při prostupu tepla	Směr tepelného toku		
	Nahoru	Vodorovně	Dolů
$R_{si}$	0,10	0,13	0,17
$R_{se}$	0,04	0,04	0,04

Tabulka 2 - Hodnoty odporů při prostupu tepla  $R_{si}$ ,  $R_{se}$  ( $m^2K/W$ )

Díky vypočtenému odporu konstrukce a stanovených odporech tepla při prostupu na vnitřní  $R_{si}$  a vnější  $R_{se}$  straně konstrukce se může pokračovat k výpočtu součinitele prostupu tepla, který je potřeba k výpočtu tepelných ztrát. (1)

$$U = \frac{1}{R_{si} + R_N + R_{se}}$$

*Rovnice 3 - Součinitel prostupu tepla*

Jelikož cílem výpočtu tepelných ztrát je potřeba energie, kterou je za potřebí vydat na vytopení interiérových prostor místností, je tedy jasné, že je v zájmu investora, aby náklady na tuto energii co nejvíce snížil. Legislativa tyto hodnoty součinitelů tepla určuje, aby snižovala potřeby energií a především zvyšovala ekologii. Požadavky na stavební konstrukce jsou upravované normou ČSN 73 0540 – Tepelná ochrana budov, díl 2 a změna Z1 z roku 2005. Tyto hodnoty jsou požadované a doporučené pro budovy s návrhovou teplotou místností 20°C u převažujících počtů místností.

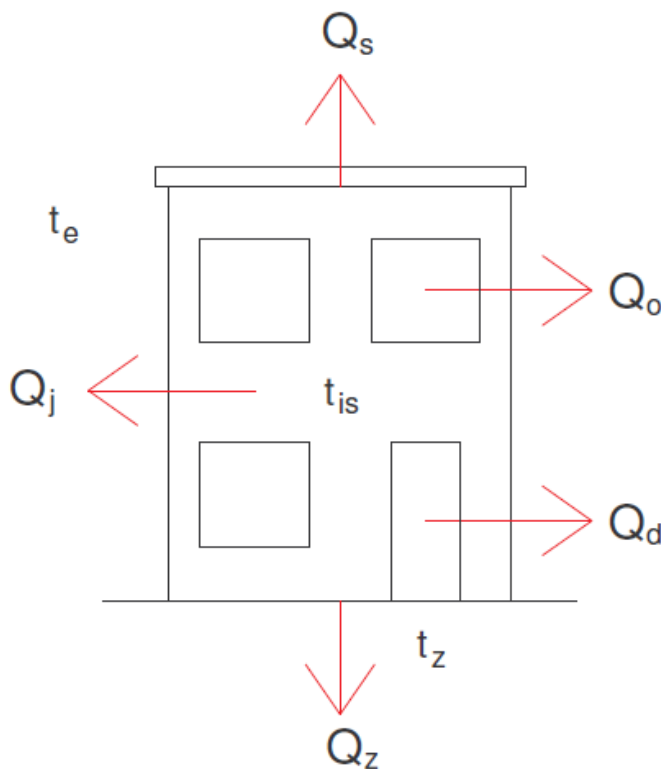
Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla [W/(m <sup>2</sup> ·K)]		
	Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty	Doporučené hodnoty pro pasivní domy
	$U_{N,20}$	$U_{rec,20}$	$U_{pas,20}$
Stěna vnější	0,3	těžká: 0,25	0,18 až 0,12
		lehká: 0,20	
Střeška strmá se sklonem nad 45°	0,3	0,2	0,18 až 0,12
Střeška plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop s podlahou nad venkovním prostorem	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop pod nevytápěnou půdou (se střeškou bez tepelné izolace)	0,3	0,2	0,15 až 0,10
Stěna k nevytápěné půdě (se střeškou bez tepelné izolace)	0,3	těžká: 0,25	0,18 až 0,12
		lehká: 0,20	
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině	0,45	0,3	0,22 až 0,15
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru	0,6	0,4	0,30 až 0,20
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k temperovanému prostoru	0,75	0,5	0,38 až 0,25
Strop a stěna vnější z temperovaného prostoru k venkovnímu prostředí	0,75	0,5	0,38 až 0,25
Podlaha a stěna temperovaného prostoru přilehlá k zemině	0,85	0,6	0,45 až 0,30
Stěna mezi sousedními budovami	1,05	0,7	0,5
Strop mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	1,05	0,7	
Stěna mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	1,3	0,9	
Strop vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,2	1,45	
Stěna vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,7	1,8	

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla [W/(m <sup>2</sup> ·K)]		
	Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty	Doporučené hodnoty pro pasivní domy
	U <sub>N,20</sub>	U <sub>rec,20</sub>	U <sub>pas,20</sub>
Výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí, kromě dveří	1,5	1,2	0,8 až 0,6
Dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního prostředí	1,7	1,2	0,9

Tabulka 3 – Ukázka hodnot součinitelů prostupu tepla

### 2.1.3 Předběžný výpočet tepelných ztrát

Předběžný výpočet tepelných ztrát slouží pro orientační stanovení potřeby tepla celého objektu. Pro tuto metodu není důležité znát odpory konstrukcí uvnitř budovy, jako jsou například příčky, vnitřní dveře atd. Jednou z nejpoužívanějších metod předběžného výpočtu je tzv. obálková metoda. Tepelná ztráta obálkovou metodou se stanoví pouze pomocí konstrukcí, které oddělují vnitřní prostředí od vnějšího. Jmenovitě jsou to obvodové stěny, podlaha objektu na zemině, střecha a vnější výplně otvoru jako jsou okna a vstupní dveře. (1)



Obrázek 2 - Obálka budovy

Celková tepelná ztráta prostupem se určí jako součet jednotlivých tepelných ztrát všech konstrukcí. U objektu na obrázku 2 je ztráta tvořena prostupem střechou, vnějšími stěnami, okny, dveřmi a podlahou na zemině.

$$Q_P = Q_s + Q_j + Q_o + Q_d + Q_z$$

*Rovnice 4 – Ztráta prostupem obálkou budovy*

Jednotlivé dílčí tepelné ztráty prostupy se stanoví jako součin plochy konstrukce A, součinitele prostupu tepla U a rozdílu vnitřní výpočtové teploty  $t_i$  a vnější výpočtové teploty  $t_e$ .

$$Q_{Ti} = U \times A \times (t_i - t_e)$$

*Rovnice 5 – Ztráta prostupem jedné konstrukce*

## 2.2 TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM

Další možností, jak z objektu uniká přivedené teplo je pomocí vzduchu. Způsoby přivádění vzduchu do objektu se dělí na nucené větrání, které je kontrolované pomocí vzduchotechnických jednotek nebo pouze ventilátory, a přirozené větrání, které je zajišťováno pouze netěsností obvodového pláště. Vzhledem k produkci CO<sub>2</sub>, je stanoveno minimální množství výměny vzduchu pomocí vyhlášky č. 268/2009 Sb. Tato vyhláška říká: „*Pobytové místnosti musí mít zajištěno dostatečné přirozené nebo nucené větrání a musí být dostatečně vytápěny s možností regulace vnitřní teploty. Pro větrání pobytových místností musí být zajištěno v době pobytu osob minimální množství vyměňovaného venkovního vzduchu 25 m<sup>3</sup>/h na osobu, nebo minimální intenzita větrání 0,5 l/h. Jako ukazatel kvality vnitřního prostředí slouží oxid uhličitý CO<sub>2</sub>, jehož koncentrace ve vnitřním vzduchu nesmí překročit hodnotu 1 500 ppm.*“ (17, s.48) (1)

Česká technická norma ČSN 73 0540-3 stanovuje minimální požadovanou intenzitu větrání užívané místnosti  $n_N$ . Jedna z poznámek zní takto: „*Pro obytné a obdobné budovy je požadována intenzita větrání, přepočítána z minimálních dávek potřebného čerstvého vzduchu obvykle mezi hodnotami  $n_N = 0,3 \text{ h}^{-1}$  až  $n_N = 0,6 \text{ h}^{-1}$ .*“ (18, s. 54) Pro otopné období musí být navíc splněn požadavek, že intenzita nesmí být větší než 1,5 násobek minimálního průtoku čerstvého vzduchu v místnosti.

Výpočet tepelné ztráty větráním se vypočte podle vztahu:

$$Q_{v,i} = H_{v,i} \times (t_i - t_e)$$

*Rovnice 6 – Tepelná ztráta větráním*

Hodnota měrné tepelné ztráty větráním  $H_{v,i}$  se stanoví jako objem výměny vzduchu v prostoru vynásobený hustotou vzduchu a měrnou tepelnou kapacitou vzduchu.

$$H_{v,i} = V_i \times \rho \times c$$

*Rovnice 7 – Měrná tepelná ztráta větráním*

Velmi často se používá i zjednodušený vztah:

$$H_{v,i} = V_i \times 0,34$$

*Rovnice 8 – Zjednodušený vztah pro měrnou tepelnou ztrátu větráním*

Jelikož jsou v budovách systémy s nuceným větráním, tak je za potřeby upravit metodiku výpočtu oproti přirozenému větrání.

### **2.2.1 Přirozené větrání**

Díky fyzikálním vlivům je možné u netěsných budov zajistit přirozené větrání. Toto větrání je ovlivněno tlakovými rozdíly, které vznikají při rozdílu vnitřních a vnějších teplot a také dynamickým tlakem větru, který působí na objekt.

Přirozené větrání je zajištěno infiltrací a exfiltrací vzduchu přes obvodový plášť. Tato nekontrolovatelná výměna zajišťuje zdravé mikroklima v objektech kvůli eliminaci znehodnoceného vzduchu, především oxidem uhličitým, ale i odér, zvýšená hodnota radonu v suterénech a vlhkost. (3)

Vlhkost v budovách je v posledních letech zvýšená, jelikož je kladen důraz na snižování potřeby energií. Mají na to vliv především dotace na zateplování domů, výměna oken s dřevěnými na plastové rámy. Je to velice poznat na potřebě větrání po výměně oken. Pokud měly především objekty pro bydlení dřevěná okna, které měly netěsné rámy, nebylo větrání tak potřebné. Po výměně těchto ráků za plastové, které jsou těsnější, vzniká větší vlhkost v obytných prostorech a tím se zvyšuje procentuální výskyt mikroorganismů a tím větší pravděpodobnost tvorby plísní.

Pokud chce investor dosáhnout na nejvyšší dotace ze státních dotačních programů, je zapotřebí splnit zkoušku těsnosti objektu. Tento test navazuje na požadavek dle normy ČSN 730540-2, který upravuje výměnu vzduchu infiltrací pláštěm budovy vztahem:

$$V_{inf,i} = 2 \times V_m \times n_{50} \times e_i \times \varepsilon_i$$

*Rovnice 9 – Infiltrace pláštěm budovy*

Hodnota  $n_{50}$  je intenzita výměny vzduchu za hodinu při rozdílu tlaku mezi venkovním a vnitřním prostředím 50 Pa.

Objekt	n50 vysoký	n50 střední	n50 nízký
RD	< 4	2-10	> 10
Ostatní (bytové domy nebo jiné budovy)	< 2	2-5	> 5

*Tabulka 4 – Stupeň těsnosti obvodového pláště budovy*

Při testu těsnosti budov pro dotace se musí dostat rekonstruovaný rodinný dům na hodnotu 2,5 a novostavba na hodnotu 0,6. Tyto hodnoty jsou daleko nižší než ve výše uvedené tabulce. Navíc se předpokládá, že v roce 2020 vejde v platnost vyhláška, podle které už nebude možné postavit nový rodinný dům, který nebude splňovat hodnotu 0,6. (3)

V rovnici se počítá i s korekčním součinitelem  $\epsilon_i$ , který zohledňuje možné zvýšení rychlosti proudění vzduchu s výškou prostoru nad povrchem zeminy a také se stínícím součinitelem.

Poloha (třída zastínění)	Bez oken	1 okno	Více oken
Nechráněná (žádné)	0	0,03	0,05
Průměrně chráněná (mírně zastínění)	0	0,02	0,03
Velmi chráněná (velké zastínění)	0	0,01	0,02

*Tabulka 5 – Stínící součinitel  $e$*

Množství větraného vzduchu je závislé na aktivitě člověka a především na produkci CO<sub>2</sub>. Minimální hodnota by měla být 15-25 m<sup>3</sup>/h. Minimální intenzita výměny vzduchu je stanovena následující tabulkou. (18)

Typ místnosti	$n_{min}$
Obytné místnosti	0,5
Kuchyně a koupelny bez oken	1,5
Kanceláře	1,0
Zasedací místnosti, třídy, apod.	2,0

*Tabulka 6 – Hygienická minimální intenzita výměny vzduchu*

Nejmenší požadované množství vzduchu z hygienických důvodů se tedy vypočítá podle následujícího vztahu:

$$V_{min,i} = n_{min} \times V$$

*Rovnice 10 – Minimální výměna vzduchu z hygienických důvodů*

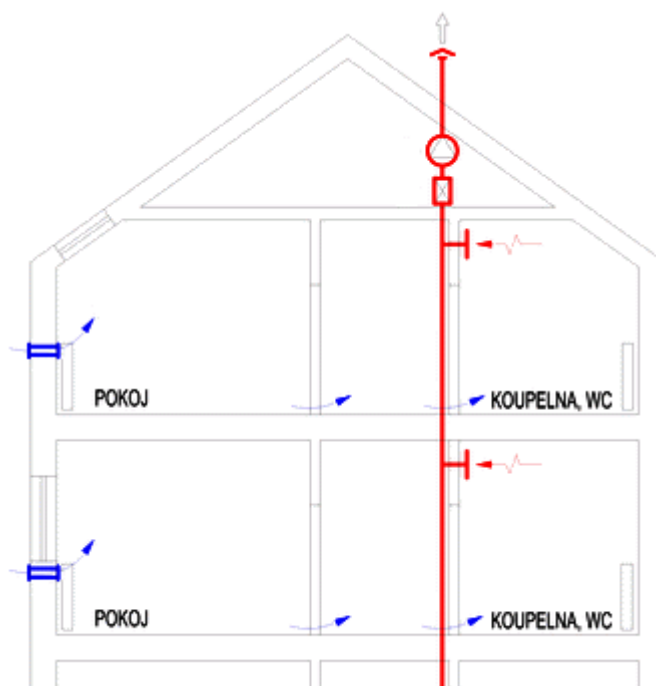
V rovnici je objem vytápěného prostoru, který je součtem z vnitřních rozměrů místností nebo jako 0,8 násobek vnějších rozměrů celé budovy.

## 2.2.2 Nucené větrání

V novostavbách pozemních staveb všeho druhu se dnes řeší nucené větrání. V obytných budovách se nucené větrání doporučuje řešit jedním z následujících možností:

- nucené podtlakové větrání,
- nucené rovnotlaké větrání,
- hybridní větrání.

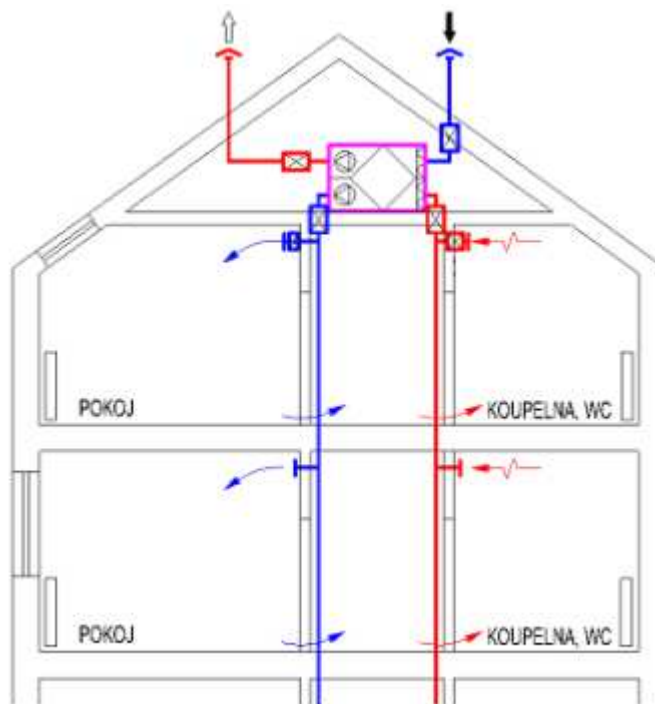
V případě podtlakového větrání se v obytných budovách odvádí vzduch z místností, kde je nějaký škodlivý zdroj nebo zdroj vlhkosti, jako jsou například kuchyně a hygienické zázemí. Přívod vzduchu byl jednodušší před zmiňovanými přestavbami přes netěsnosti v okenních rámech. V dnešní době plastových oknech je nutné zajistit přísávání čerstvého vzduchu jinými způsoby. Jsou to otvory jakéhokoliv tvaru. Mohou být opatřeny například filtry pro zajištění čistoty vzduchu. Ohřev podtlakového vzduchu zajišťuje otopná soustava. Nevýhodou podtlakového větrání je, že přiváděný vzduch musí být ohříván, přitom by se mohla využít energie toho odváděného. (1,3)



Obrázek 3 – Nucené podtlakové větrání (30)

Hlavní výhodou rovnotlakého systému větrání je kvalita přiváděného vzduchu. Vzduchotechnické jednotky přivádějí v jednu dobu čerstvý vzduch a současně zajišťuje odvod znehodnoceného. Jelikož tento proces zajišťuje jedna jednotka, je možné získávat zpět teplo odváděného vzduchu. Klesá tím tedy spotřeba energie na ohřev čerstvého vzduchu. Na druhou

stranu je zapotřebí elektrické energie pro napájení ventilátorů. Vzduchotechnické jednotky samozřejmě zajišťují filtraci, ohřev, chlazení a jiné úpravy vzduchu. Pořizovací náklady rovnotlakých systémů jsou samozřejmě vyšší než u podtlakových. Další nevýhodou je větší nárok na umístění vzduchotechnického potrubí a jednotky. (1)



Obrázek 4 – Nucené rovnotlaké větrání (30)

### 2.3 PŘESNÝ VÝPOČET TEPELNÉ ZTRÁTY

Pro navržení otopných těles, tedy potřebného výkonu pro pokrytí ztrát jednotlivých místností v objektu je zapotřebí přesný výpočet tepelných ztrát. Součet všech těchto ztrát je pak přesná celková tepelná ztráta objektu. Vzhledem k přesnému celkovému výpočtu pak můžeme navrhnout nejen otopná tělesa, ale je možný přesný návrh zdroje tepla.

Do výpočtu vstupují přesné návrhové teploty pro různé druhy místností. Pro různé typy budov norma ČSN EN 12 831 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu doporučuje výpočtové teploty v místnostech. Tyto návrhové hodnoty jsou pouze doporučené a zahrnují teploty vzduchu a například i vlivy sálajících okolních ploch. Výpočtové teploty projektant vytápění vždy konzultuje s investorem a na jeho přání může poupravit výpočtovou metodiku. Pro názornost byla vložena tabulka s doporučenými výpočtovými hodnotami pro místnosti v obytných domech. (19)

Druh vytápěné místnosti	Výpočtová vnitřní teplota	Relativní vlhkost vzduchu
Obývací místnosti	20 °C	60 %
Kuchyně	20 °C	60 %
Koupelny	24 °C	90 %
Klozety	20 °C	60 %
Vytápěné vedlejší místnosti (předsíň, chodby aj.)	15 °C	60 %
Vytápěná schodiště	10 °C	60 %

Tabulka 7 – Výpočtové vnitřní teploty pro místnosti obytných budov trvale obývaných

V přesném výpočtu tepelných ztrát vstupují po stanovení výpočtové teploty i teploty sousedících místností případně výpočtové teploty venkovní, stanovené podle teplotní oblasti, ve které se navrhovaný objekt nachází. (3)

K celkové tepelné ztrátě prostupem se ještě připočítávají některé přírážky, které zohledňují polohu konstrukce, vlivy ochlazování konstrukce a také urychlení zátoku. Rovnice pro konečnou tepelnou ztrátu prostupem má tvar:

$$Q_P = Q_O \times (1 + p_1 + p_2 + p_3)$$

Rovnice 11 – Konečná tepelná ztráta prostupem

Přírážka  $p_1$  stanovuje vyrovnání vlivu ochlazovaných konstrukcí, který závisí na průměrném součiniteli prostupu tepla počítané místnosti, který se stanoví: (1)

$$k_C = \frac{Q_O}{\sum S \times (t_i - t_e)}$$

Rovnice 12 – Průměrný součinitel prostupu tepla

$\sum S$  je plocha všech konstrukcí, které ohraničují hodnocenou místnost. Výsledný vztah pro přírážku  $p_1$  má tvar:

$$p_1 = 0,15 \times k_C$$

Rovnice 13 – Přírážka pro vyrovnání vlivu chladných konstrukcí

Přírážka  $p_2$  upravuje tepelnou ztrátu pro urychlení zátoku. Je to faktor, který počítá s tím, pokud není prostor nepřetržitě vytápěn. Například pokud je zdroj tepla kotelna na tuhá paliva menší než 150 kW a zároveň je doba denního vytápění kratší než 16 hodin, pak přírážka  $p_2=0,10$ . (1,18)

Poslední přírážka  $p_3$  zohledňuje polohu nejvíce ochlazované konstrukce posuzované místnosti vůči světovým stranám. Výše přírážky jsou ovlivněny energií získanou ze slunečního

záření. Hodnoty této přírážky dosahují čtyř různých hodnot, které jsou uvedené v následující tabulce. (1,18)

Světová strana	Hodnota přírážky $p_3$
Sever	0,10
Severozápad, severovýchod, východ	0,05
Západ, jihozápad, jihovýchod	0,00
Jih	-0,05

*Tabulka 8 – Hodnoty přírážky vzhledem ke světovým stranám*

Po stanovení tepelné ztráty prostupem je za potřebí stanovit přesnou hodnotu tepelné ztráty větráním  $Q_V$ . Tato hodnota se stanoví podle vzorce:

$$Q_V = 1300 \times V_V \times (t_i - t_e)$$

*Rovnice 14 – Tepelná ztráta místnosti větráním*

Hodnota objemového toku větracího vzduchu  $V_V$  v rovnici tepelné ztráty místnosti větráním je větší z hodnot objemového toku větracího vzduchu z hygienických důvodů  $V_{vH}$  nebo objemového toku větracího vzduchu pro přirozené větrání infiltrací  $V_{vP}$ .

Z hygienických požadavků vychází hodnota objemového toku větracího vzduchu  $V_{vH}$  potřebnou intenzitou výměny vzduchu pro místnosti podle druhu využití  $n_h$  a z vnitřního objemu místnosti  $V_m$ . (1)

Druh využití místnosti	Intenzita výměny vzduchu $n_h$
Pro obytné místnosti obytných budov	0,50 h <sup>-1</sup>
Pro občanské budovy a ostatní místnosti obytných budov	0,35 h <sup>-1</sup>
Pro ostatní budovy	0,25 h <sup>-1</sup>

*Tabulka 9 – Intenzita výměny vzduchu*

Vzorec pro výpočet objemového toku větracího vzduchu  $V_{vH}$  má tedy tvar:

$$V_{vH} = \frac{n_h}{3600} \times V_m$$

*Rovnice 15 – Objemový tok větracího vzduchu z hygienických důvodů*

Druhá možnost stanovení objemového toku větracího vzduchu je pomocí přirozeného větrání infiltrací, tedy hlavně spárami oken a dveří. Tento výpočet zahrnuje součinitel spárové průvzdušnosti pro typ oken a venkovních dveří  $i_{LV}$ , délku spár otevíravých částí  $L$ , charakteristické číslo budovy  $B$  a charakteristické číslo místnosti  $M$ . (1)

Charakteristické číslo  $B$  závisí na ovlivnění rychlosti větru, tedy poloze budovy v krajině a také druhu objektu. Podle druhu budovy se rozlišují stavby pouze na dvě skupiny, a to na budovy samostatně stojící a na budovy řadové. Ovlivnění větrem se dělí na dvě základní

skupiny, která řeší, jestli je budova v oblasti s normální intenzitou větru a na krajinu s intenzivními větry. Dále se každá tato skupina dělí na tři části podle polohy daného objektu k jeho okolí. Toto měřítko se dělí na chráněnou polohu, tedy kdy je budova ve vnitřní části města, budovy uvnitř sídlišť nebo objekty, které jsou kolem dokola kryty vyššími budovami, polohou nechráněnou, kam patří budovy ve vnitřních částech měst, ale které převyšují ostatní budovy v okolí nebo na okrajích sídlišť. Poslední části jsou budovy s polohou velmi nepříznivou, které velice převyšují okolní objekty nebo které stojí na nezalesněných rovinách, návrších nebo na březích řek. (1)

Krajinná oblast se zřetelem na intenzitě větru	Poloha budovy v krajině	Rychlost větru	Charakteristické číslo budovy B (Pa <sup>0,67</sup> )	
		w (m/s)	Řadové budovy	Osamělé budovy
Normální krajina	Chráněná	4	3	4
	Nechráněná	6	6	8
	Velmi nepříznivá	8	9	12
Krajina s intenzivními větry	Chráněná	6	6	8
	Nechráněná	8	9	12
	Velmi nepříznivá	10	12	16

Tabulka 10 – Charakteristické číslo budovy

Posledním činitelem pro výpočet objemového toku větracího vzduchu pro přirozené větrání infiltrací je charakteristické číslo místnosti M, které závisí na poměru průvzdušnosti oken, vnějších a vnitřních dveří. Mohou nastat čtyři nejpravděpodobnější vztahy, a to podle následující zkrácené tabulky nebo podle podrobné tabulky:

Poměr průvzdušnosti	Hodnota M
Průvzdušnost vnitřních dveří je menší než průvzdušnost oken	0,4
Průvzdušnost vnitřních dveří je stejná jako průvzdušnost oken	0,5
Průvzdušnost vnitřních dveří je větší než průvzdušnost oken	0,6
Velkoprostorové kanceláře nebo sály	1

Tabulka 11 – Zjednodušená tabulka charakteristického čísla místnosti

Vnitřní dveře		Hodnota součinu $\sum(i_{L,V} \times L)$ (m <sup>3</sup> ×s <sup>-1</sup> ×Pa <sup>0,67</sup> )	Charakteristické číslo místnosti M
Těsnost	Počet		
Netěsné bez prahů	1	< 30×10 <sup>-4</sup>	0,7
		> 30×10 <sup>-4</sup> < 50×10 <sup>-4</sup>	0,5
		> 50×10 <sup>-4</sup>	0,4
	2	< 60×10 <sup>-4</sup>	0,7
		> 60×10 <sup>-4</sup> < 100×10 <sup>-4</sup>	0,5

Vnitřní dveře		Hodnota součinu $\sum(i_{L,V} \times L)$ ( $m^3 \times s^{-1} \times Pa^{0,67}$ )	Charakteristické číslo místnosti M
Těsnost	Počet		
	3	$> 100 \times 10^{-4}$	0,4
		$< 90 \times 10^{-4}$	0,7
		$> 90 \times 10^{-4} < 150 \times 10^{-4}$	0,5
		$> 150 \times 10^{-4}$	0,4
Těsné s prahy	1	$< 15 \times 10^{-4}$	0,7
		$> 15 \times 10^{-4} < 25 \times 10^{-4}$	0,5
		$> 25 \times 10^{-4}$	0,4
	2	$< 30 \times 10^{-4}$	0,7
		$> 30 \times 10^{-4} < 50 \times 10^{-4}$	0,5
		$> 50 \times 10^{-4}$	0,4
	3	$< 45 \times 10^{-4}$	0,7
		$> 45 \times 10^{-4} < 75 \times 10^{-4}$	0,5
		$> 75 \times 10^{-4}$	0,4

*Tabulka 12 – Charakteristické číslo místnosti*

Celková tepelná ztráta místnosti se stanoví jako součet konečné tepelné ztráty prostupem a tepelné ztráty větráním. (1)

$$Q_C = Q_P \times Q_V$$

*Rovnice 16 – Celková tepelná ztráta*

### 3 TEPELNÉ SOUSTAVY A OTOPNÉ SOUSTAVY

Pod pojmem tepelná soustava se rozumí systém, ve kterém se samotné teplo vyrábí, tedy zdroj tepla a následně je dopravováno pomocí médií až ke spotřebičům, které toto teplo předávají do prostoru. (3)

Tepelné soustavy se dělí podle třech nejzákladnějších hledisek. Rozdělení podle druhu, podle tlaku a podle teploty teplotnosné látky. Podle druhu se dělí na vodní, parní skupenství a na soustavy, které předávají teplo pomocí vzduchu, tedy tzv. teplovzdušné soustavy. Parní tepelné soustavy se používají převážně pro vytápění výrobních hal. Nejrozšířenější tepelné soustavy podle druhu teplotnosné látky jsou systémy vodní. Ty se používají jak v budovách pro bydlení, ale i v budovách administrativních. Nejméně rozšířené jsou soustavy teplovzdušné. (1,3)

Soustavy se dělí podle tlaku teplotnosné látky na podtlakové, nízkotlaké, středotlaké a vysokotlaké. Nejvíce používané jsou soustavy podtlakové a nízkotlaké. Tyto soustavy jsou

používané pro komerční stavby a stavby pro bydlení. Středotlaké a vysokotlaké systémy se používají ve stavbách pro průmysl. (3)

Třetím hlediskem rozdělení soustav je teplota předávací látky. Systémy se dělí na nízkoteplotní, teplovodní a horkovodní. Horkovodní soustavy se používají ve výrobních halách, teplovodní pro systémy s klasickými předávacími plochami, jako jsou například radiátory. Nízkoteplotní systémy jsou v dnešní době využívány hlavně pro vytápění domů pro bydlení nebo administrativních budov pomocí podlahového vytápění. (3)

Část tepelné soustavy, která slouží pouze k vytápění se nazývá otopná soustava. Pokud otopná soustava slouží pouze pro vytápění, neslouží tedy pro výrobu teplé užitkové vody, je pak tepelná soustava shodná s otopnou soustavou. (3)

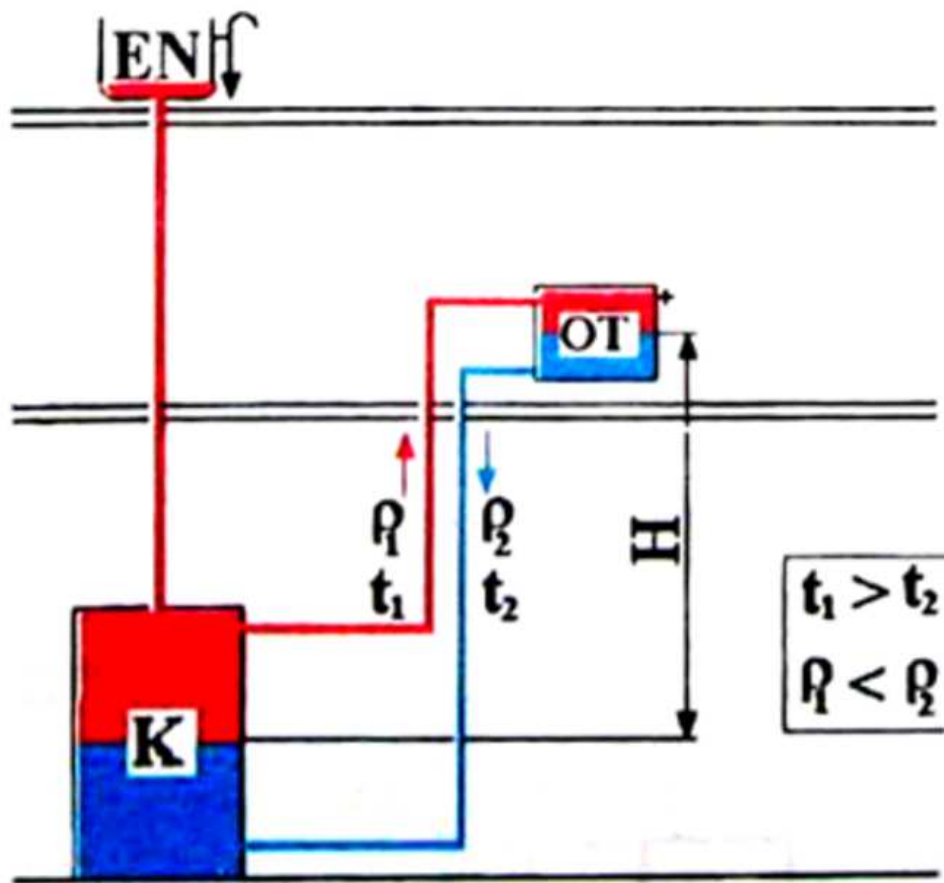
Otopnou soustavu lze dělit podle různých hledisek, jako jsou například podle druhu sdílení tepla, počtu potrubí, umístění rozvodu potrubí, oběhu teplotnosné látky a vedení potrubí k otopným tělesům. (3)

## **3.1 SOUSTAVY PODLE OBĚHU**

### **3.1.1 Soustavy s přirozeným oběhem**

Soustavy s přirozeným oběhem vody v otopné soustavě nevyužívají oběhová čerpadla, ale oběh zajišťují fyzikální zákony. Vzhledem k tomu, že při různé teplotě se mění i hustota vody je možné těchto fyzikálních jevů využít k vytápění. Zdroj tepla u soustavy s přirozeným oběhem musí být umístěn v nejnižším podlaží, tedy pod otopnými tělesy. Chladnější voda ve vratném potrubí dosahuje díky vyšší hustotě vyššího hydrostatického tlaku než u teplé vody, tedy na přívodu. Tento přetlak v potrubí zajistí pohyb vody ve směru od předávacího zařízení, tedy od tělesa, ke zdroji, tedy ke kotli. Soustavu je možné provést jako dvoutrubkovou se spodním rozvodem nebo s horním rozvodem potrubí a také ve variantě otevřené nebo uzavřené soustavě. Většinou jsou tyto systémy zabezpečeny otevřenou expanzní nádobou v nejvyšším patře budovy, nejčastěji umístěnou v podkroví objektu, tedy nad všemi otopnými tělesy. (3)

Většinou se soustavy s přirozeným oběhem prováděly v menších objektech, jako jsou rodinné domy nebo malé bytové domy. Zdrojem tepla byly používány kotle na tuhá paliva. Jelikož se při návrhu těchto soustav počítá s větším rozdílem teplot přívodní a vratné vody, obvykle je  $\Delta t$  20°C a zároveň se střední teplota pohybuje kolem 80°C, tak není za potřebí velká otopná tělesa, ale na druhou stranu je za potřebí větší průměry potrubí pro zajištění nízké tlakové ztráty. Všechny armatury musí také splňovat podmínku co nejnižší tlakové ztráty. (3)



Obrázek 5 – Soustava s přirozeným oběhem (12)

Hlavní výhodou soustav s přirozeným oběhem topné vody je, že není za potřeby k provozu elektrická energie, která by byla za potřeby k provozu oběhového čerpadla. Další výhody otopné soustavy jsou, že zde není žádný zdroj hluku a také díky absenci elektrických přístrojů zde není nutná náročná obsluha v řízení a regulaci. (3)

Nevýhody kromě velkých průměrů potrubí, zajištění nízkých tlakových ztrát v soustavě (použití armatur s malým odporem) a umístění expanzní nádrže většinou v půdních prostorech, kde je nutné vzhledem k nevytápěnému prostoru nutné velké izolace a také složité dolévání vody do systému, je asi největší nevýhodou pomalé zatápění soustavy, tedy dlouhého nástupu tepelného výkonu v systému. Vzhledem k požadavkům na malé ztráty v potrubní soustavě vlivem absence oběhového čerpadla nelze systém s přirozeným oběhem uplatnit ve velkých objektech s rozsáhlou půdorysnou plochou. (3)

### 3.1.2 Soustavy s nuceným oběhem

V dnešní době se používají výhradně soustavy s nuceným oběhem topného média. Oproti soustavám samotížným je nutné sice zajistit oběh média v okruzích pomocí oběhových čerpadel, které zajistí potřebují přísun elektrické energie. Naopak je možné díky téměř

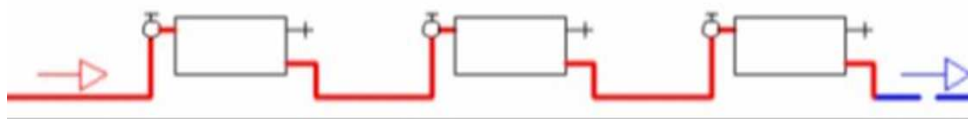
jakémukoliv výtlaku čerpadel zajistit dopravu teplé vody ve větších budovách a nehledě na velikost tlakových ztrát v potrubní síti. Podle umístění kotelny se používají systémy se spodní rozvodem potrubí, pokud je zdroj tepla umístěn například v podzemním podlaží a nebo s horním rozvodem, pokud je umístěn v nejvyšším podlaží. V bytových domech se často používá velké množství stoupaček, a to především k omezení rozsáhlých půdorysných rozvodů v obytných podlažích, avšak toto řešením má nevýhodu v rozúčtování tepla pomocí indikátorů topných nákladů na každém tělese. Pokud potrubí do bytové jednotky vstupuje pouze na jednom místě, velmi často prostřednictvím instalační šachty je jednoduší osazení jednoho měřicího kalorimetru a následně napojení všech otopných prvků pomocí horizontálního rozvodu v podlaze nebo v drážkách. Místo otevřené expanzní nádoby se v uzavřených soustavách s nuceným oběhem používají tlakové expanzní nádoby nebo jiné expanzní zařízení. V těchto soustavách se dají okruhy lehce regulovat a umožňují rychlý zátop. (3)

## 3.2 SOUSTAVY PODLE POČTU POTRUBÍ

### 3.2.1 Jednotrubkové otopné soustavy

Tyto systémy mají výhodu v ušetření potrubí, protože se zde z vratného potrubí jednoho tělesa stává potrubí přívodní pro následující těleso v soustavě. Jednotrubkové otopné soustavy se dělí na dva základní druhy, a to na průtočný systém a systém s obtokem. (12)

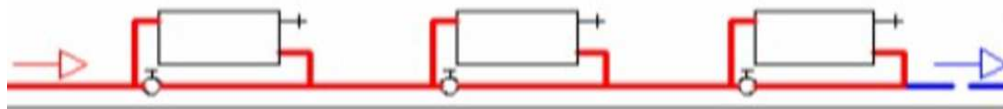
Základním provedením jednotrubkové otopné soustavy je průtočná varianta, kde tělesa jsou napojena za sebou. Jelikož do přívodního potrubí druhého tělesa vstupuje pouze ochlazená voda z předešlého tělesa v okruhu, je tento systém složitý na výpočet. Střední hodnoty teplot vstupní vody na začátku okruhu jsou vyšší než na jeho konci a je tedy jasné, že se musí zvyšovat předávací plocha otopného prvku s jeho pořadím. Navíc je tento systém náchylný na regulaci. Když je uzavřené jakékoliv těleso v okruhu, tak do následujících těles už přívodní voda nedoteče. (3,12)



Obrázek 6 – Jednotrubková otopná soustava průtočná (12)

Využívanější jsou jednotrubkové systémy s obtokem popřípadě se směšovací armaturou. Tyto soustavy musí být v prostoru zkratu opatřeny sací fitinkou, škrťací clonou,

zúžením potrubí nebo regulační armaturou, která je dnes už nejvíce využívána, protože zajišťuje plynulou regulaci zatékání otopné vody do tělesa nebo obtokem. Tento systém tedy je možný více regulovat a využívat teplejší vodu pro následující tělesa, avšak je nutné počítat se složitějšími výpočty. (12)

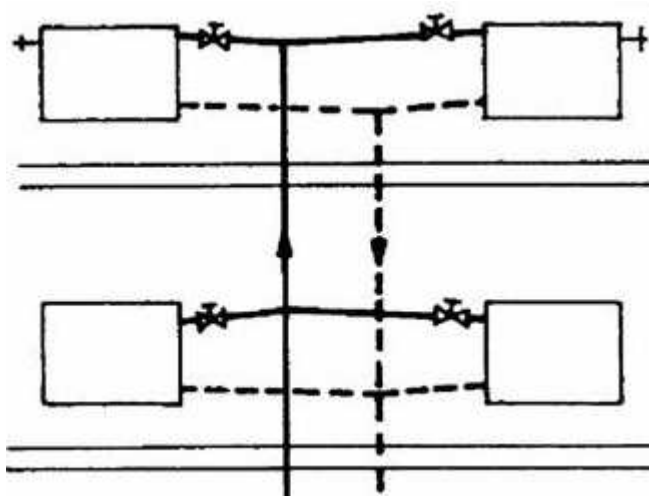


Obrázek 7 – Jednotrubková otopná soustava s obtokem (12)

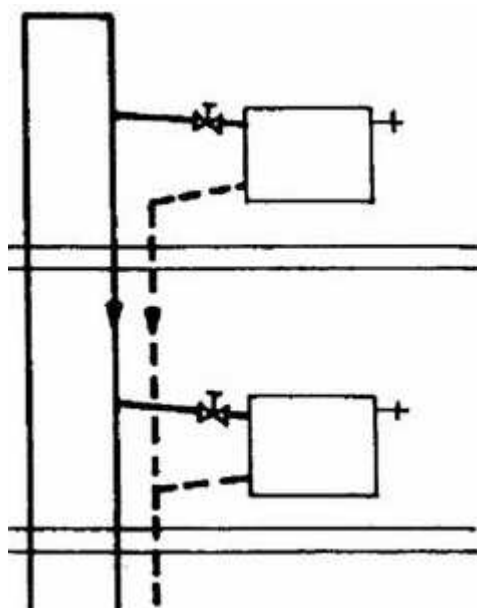
### 3.2.2 Dvoutrubkové otopné soustavy

V dnešní době se nejvíce využívají dvoutrubkové otopné soustavy, které umožňují velkou variabilitu půdorysných umístění těles, především je jejich výhoda regulovatelnosti každého otopného prvku zvlášť na rozdíl od soustav s jedním potrubím. Tyto systémy zjednodušují výpočet výkonu těles. Dvoutrubková otopná soustava se dělí na dva druhy, a to na protiproudé a souprourdé připojení. Každá z těchto variant má své výhody. (12)

V protiproudém zapojení otopných těles proudí voda v místě rozvodu v opačném směru, tudíž je jednodušší výpočet velikosti potrubí. Přívodní a odvodní potrubí má vždy ve stejném místě okruhu stejnou dimenzi. Pokud jsou však otopné prvky v řadě za sebou, je vhodné použít souprourdý (tzv. Tichelmannův) způsob zapojení, jelikož se napomůže hydraulickému vyrovnání soustavy v místě otopných těles. Nevýhodou souprourdého zapojení je délka největší dimenze potrubí, a tím pádem i následné vyšší ceny. (3,12)



Obrázek 8 – Dvoutrubková otopná soustava s protiproudým zapojením (1)



Obrázek 9 – Dvoutrubková otopná soustava se souprourdým zapojením (1)

### 3.3 PŘEDÁVACÍ PLOCHY TEPLA

Předávání tepla dochází od každé věci, která má vyšší teplotu než okolní prostor. Předávání tepla se dělí na čtyři způsoby:

- Vedením,
- Prouděním,
- Sáláním,
- Zářením.

Při vedení dochází výměna kinetické energie částic, které spolu sousedí. Proudění nastává, když částice mění svou polohu, a přitom přenáší svou energii. Jako médium se využívají nejen kapaliny, ale i plyny. Pohyb může nastat volný, tedy například v soustavách s přirozeným oběhem nebo nucený pomocí čerpadel nebo ventilátorů. Posledním způsobem šíření tepla je záření. Dochází k němu pomocí elektromagnetických vln. Tepelné sálání dochází na úrovni infračerveného spektra. Pro tento druh vytápění je nutné mít dvě tělesa, zářící a ozařované. (2)

Otopné plochy se dělí na čtyři základní druhy:

- Konvekční,
- Sálavé,
- Teplovzdušné jednotky,
- Lokální topidla.

Všechny tyto druhy předávacích ploch se používají v domech pro bydlení, avšak nejvíce se používají otopná tělesa konvekčního typu, pod které spadají článková, desková a trubková tělesa, popřípadě konvektory. V dnešní době je velice oblíbené podlahové vytápění, které lze doplnit i o stěnové a také stropní. Poslední dobou je kladen důraz na veliké prosklené plochy, které zajišťují velké tepelné zisky, ale mají velkou nevýhodu v letním období, protože je pak důležité myslet i na chlazení obytných prostor. Právě sálavé otopné plochy se v letních měsících mohou využít i pro chlazení. Chlazení lze zajistit i vzduchotechnickými jednotkami, které mohou přivádět jak ohřátý vzduch a tím splňovat funkci vytápění v zimní období nebo naopak v létě chladit. Vytápění pomocí vzduchotechnických jednotek je velice nákladné a většinou nepokryje celou tepelnou ztrátu objektu, tudíž je doplněno o jiné otopné prvky. Jsou jimi buď klasická otopná tělesa nebo se v dnešní době využívají lokální topidla. (2)

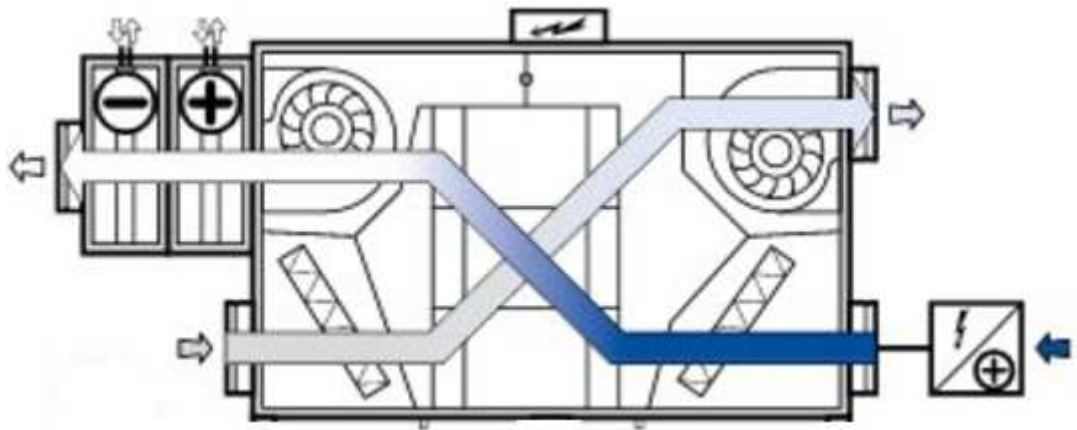
### 3.3.1 Teplovzdušné jednotky

Jednotky, které ohřívají vzduch a následně kryjí tepelné ztráty, se dají rozdělit do dvou základních skupin. První skupina ohřívá vzduch v místnosti, tedy nepřivádí vzduch čistý.



*Obrázek 10 – Teplovzdušná jednotka bez přívodu čerstvého vzduchu (21)*

Vzduchotechnické jednotky mají přívod venkovního vzduchu a využívají odpadní vzduch pro ohřev studeného přes rekuperační část vzduchotechnické jednotky. (3)



Obrázek 11 – Schéma vzduchotechnické jednotky (20)

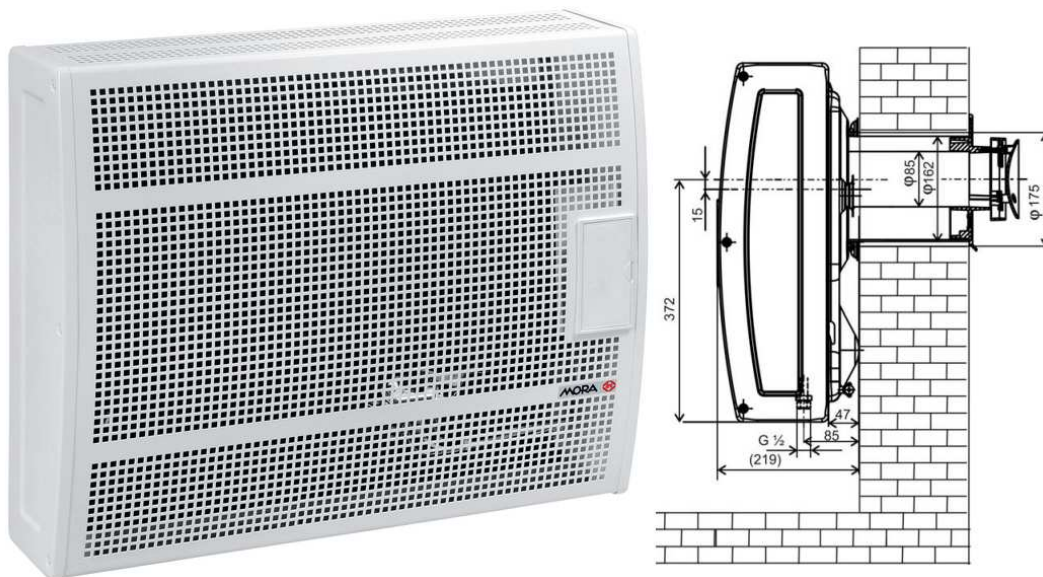
Obě tyto varianty mohou používat pro ohřev vzduchu vodní nebo elektrické ohříváče. (3)

### 3.3.2 Lokální topidla

Princip lokálních topidel funguje na principu, kde přeměna energie přiváděné látky na teplo dochází přímo v konečném kroku. Topné médium může být v mnoha skupenstvích, ať už je to elektřina, plyn, kapalina nebo pevná látka. (3)

#### *Plynová lokální topidla*

Plynová lokální topidla známá jako „vafky“ nejsou dnes oblíbená, ale v mnoha domech, především historických činžovních budovách jsou využívána. Nevýhody vytápění pomocí plynových lokálních topidel jsou především v nepohodlné obsluze a neekonomičnosti, avšak výrobci stále tyto podokenní topidla vyvíjejí a snižují jejich spotřebu. Tato topidla se využívají v budovách, kde se topí pomocí zemního plynu, ale není zde možné nainstalovat kotel plynový kotel, protože není možné napojit odvod spalin na komínové těleso. „Vafky“ se dnes prodávají jak s napojením na komín, ale častější je varianta odtahu spalin přes zeď. (3)



Obrázek 12 – Lokální plynové topidlo s odtahem spalin pře zed' (22)

### **Krby a krbová kamna**

Mezi lokální topidla na pevné látky samozřejmě patří kamna, krby a krbová kamna. V poslední době je topení dřevem oblíbené, ale z hlediska potřeby komínového tělesa na pevná paliva je tato varianta možná tak akorát v rodinných nebo menších bytových domech. Navíc je zde velké pracnost s příkládáním paliva a taky uskladněním dřeva. (3)

### **Elektrické přímotopy**

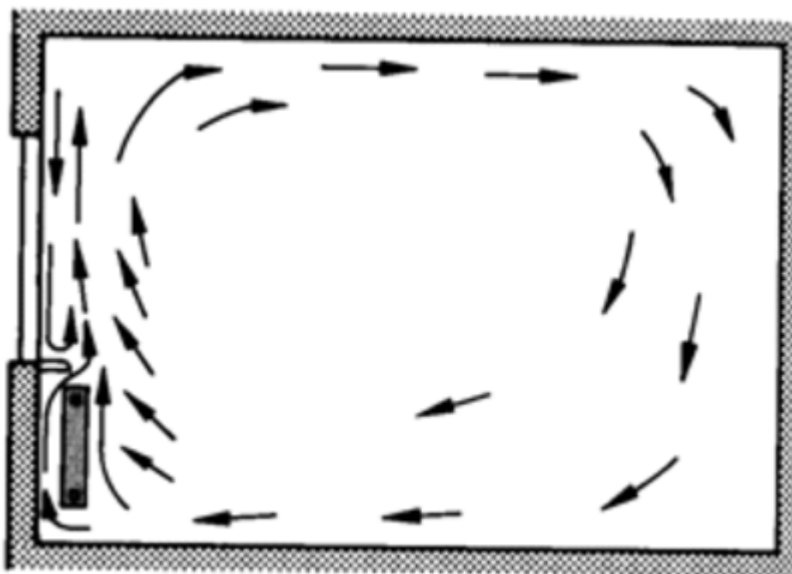
Elektrické přímotopy jsou nejlepší lokální topidla z hlediska údržby a realizace. Od roku 1992 do 1995 propagovala vláda České Republiky právě elektrické přímotopné konektory jako nejlepší způsob vytápění. Řada domácností přešla na plynové kotle, ale řada z nich má možnost vytápět oběma způsoby. Nevýhodou vytápění elektrickou energií je dvojitý tarif. V mnoha místech je vytápění elektřinou jedinou variantou, protože jsou místa bez dodávky zemního plynu. Elektrické přímotopy mají výhodu rychlého zátupu a často se používají jako bivalentní zdroj tepla k tepelným čerpadlům. Další výhodou elektrických přímotopů je, že jsou na trhu jak stabilní, tak i mobilní, ale často lidé zapomínají, že elektrické přípojky nejsou vždy přizpůsobené pro tento způsob vytápění. (3)



*Obrázek 13 – Nástěnný přímotopný konvektor (31)*

### **3.3.3 Otopná tělesa**

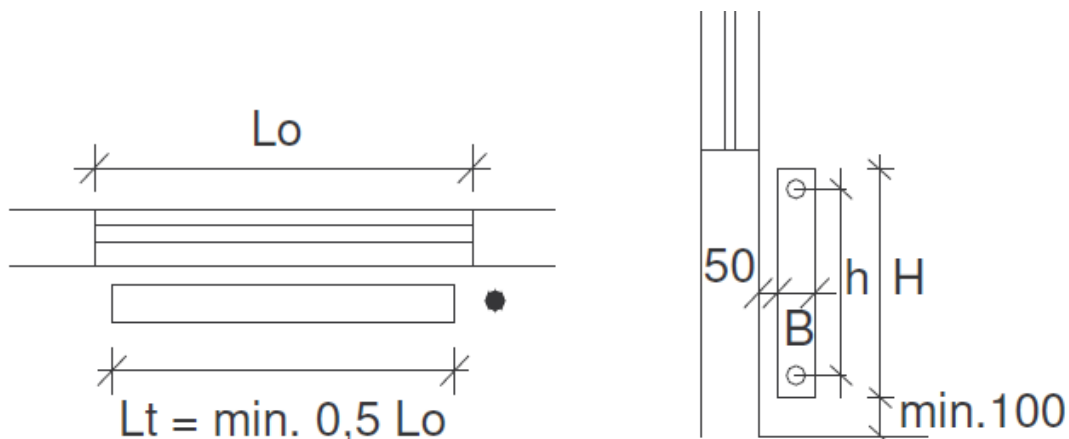
Nejrozšířenějšími předávacími plochami u teplovodních soustav jsou otopná tělesa. Otopná tělesa se nejčastěji umísťují na nejvíce ochlazovanou plochu v místnosti a nejlépe pod okna. Sálání chladné skleněné výplně a také chladný vzduch, který proudí od okna, těleso ohřeje a následně stoupá vzhůru. (3)



*Obrázek 14 – Proudění vzduchu s otopným tělesem pod oknem (23)*

Umístění otopného tělesa je důležité nejen pro jeho správnou funkčnost, ale také z hlediska estetičnosti, protože by nikdy nemělo přesahovat šířku okna a také by nemělo zasahovat do výšky parapetu. Tzn. že výška tělesa musí splňovat maximální výšku parapetu a

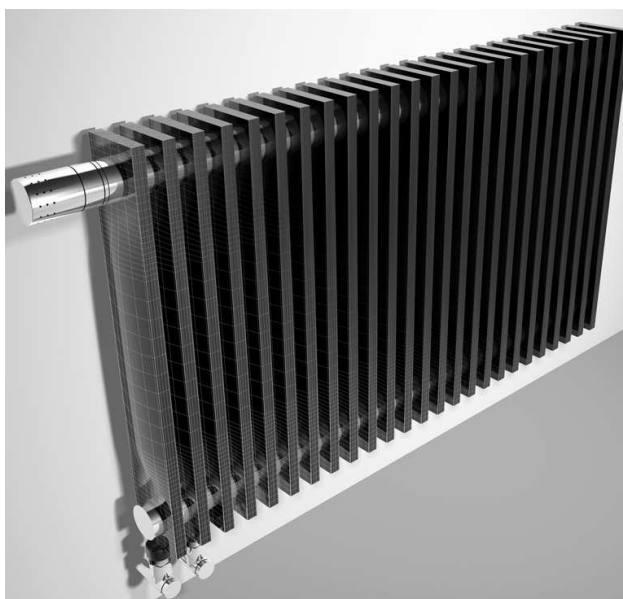
od této výšky je odečtena minimální výška tělesa nad podlahou. Dále by se délka tělesa měla co nejvíce přibližovat délce okna a mělo by být odsazeno 50 mm od zdi. (1)



Obrázek 15 – Umístění otopného tělesa (1)

### Článeková otopná tělesa

V historii byla článeková otopná tělesa nejpoužívanějšími otopnými tělesy, ale v dnešní době se od nich opouští především kvůli jejich vyšší ceně, avšak někteří výrobci vyrábí kromě klasických i designové, retro a luxusní verze.



Obrázek 16 – Luxusní článekové otopné těleso (24)

Článeková otopná tělesa jsou sestavena z různých článků a jsou navzájem spojena mezi sebou pomocí závitových vsuvek. Na předešlém obrázku je vidět provedení tělesa VK, které není u článekových těles tak obvyklé. Většinou se vyrábí s bočním připojením na otopnou soustavu. Připevňování článekových těles je většinou pomocí konzol do stěn, ale dají se osadit i

na stojánkové, nastavitelné konzoly do nebo na podlahu. Počet upevňovacích prvků nezáleží jen na velikosti tělesa, ale i na materiálu, ze kterého je vyrobené. (2)

Druhy článkových otopných těles podle materiálu:

- Litinové,
- ocelové,
- hliníkové.

Litinová tělesa se na rozdíl od ostatních článkových otopných těles používají nejen v teplovodních, ale i v nízkotlakých parních soustavách. Navíc jsou oproti ostatním výrazně těžší. Jejich výhodou je dlouhá životnost, až 50 let. Za zmínku stojí nevýhoda radiátorů ze slitin hliníku, které potřebují pro provoz upravenou vodu nejlépe na hodnotu pH 7,3.

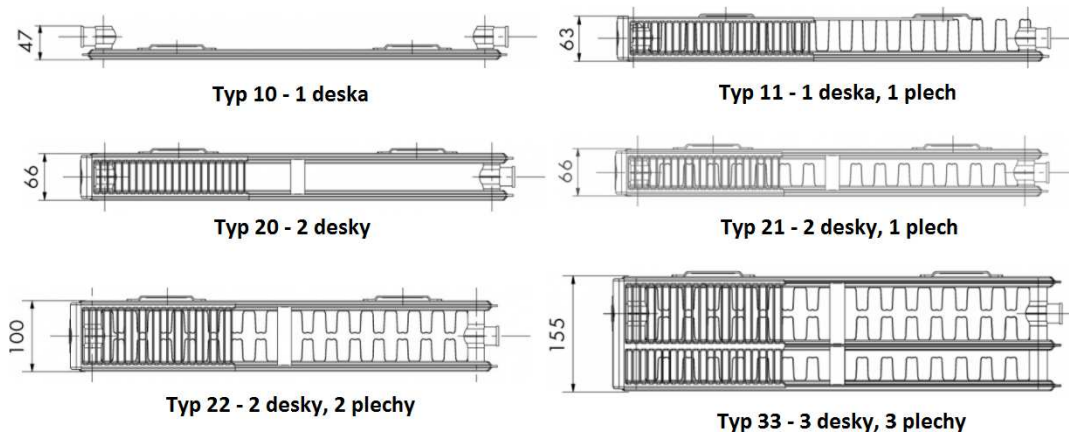


*Obrázek 17 – Litinové článkové otopné těleso*

Hlavní nevýhodou článkových otopných těles je velký objem vody v radiátoru.

### ***Desková otopná tělesa***

Dnes asi nejrozšířenější otopná tělesa pro vytápění jakýchkoliv prostor. Hlavní předávací plochou deskových otopných těles jsou lisované ocelové desky spojené svařováním. Jsou tvarované tak, aby mezi sebou dvě desky utvořily prostor pro protékání vody vertikálními i horizontálními kanálky. Otopná tělesa se vyrábí s jedním až třemi takovými komplety. Pro zvýšení předávací plochy se mezi tyto desky vkládají přídatné plechy, které dále teplo přenášejí, ale voda jimi už neproudí. Pro typy deskových těles se vžil označení dvou číslic. První číslo označuje počet desek a druhé číslo označuje počet přídatných plechů. (2)



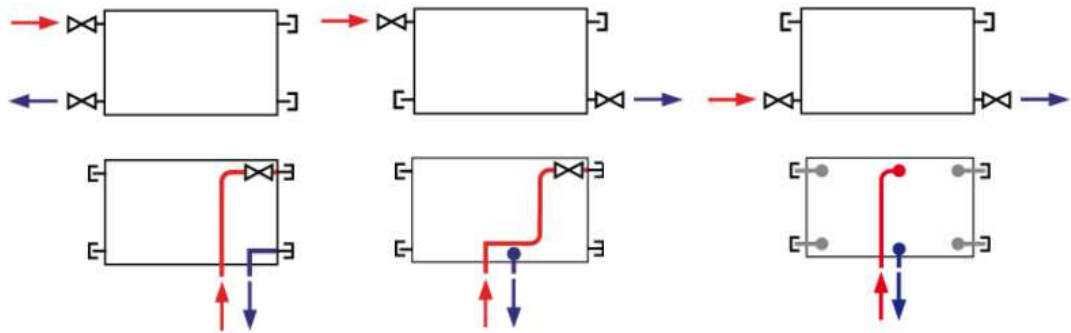
*Obrázek 18 – Typy deskových otopných těles (11)*

Skladba desek a přidavných plechů není jediné kritérium, podle kterého si může člověk těleso vybrat. Nejen že jsou na trhu dostupná v mnoha velikostních variantách, ať už v rozdílných výškách nebo šířkách, ale zákazník si může vybrat různé druhy napojení na otopnou soustavu nebo vzhled přední desky.



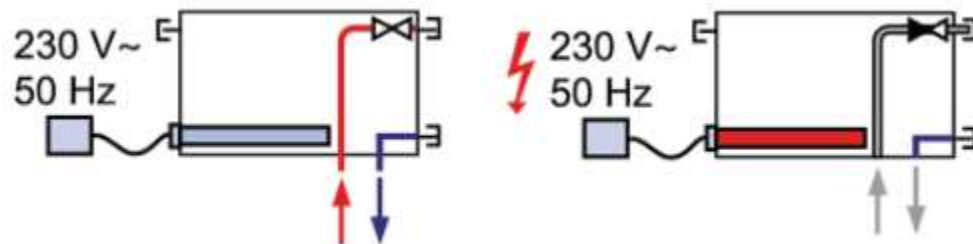
*Obrázek 19 – Deskové otopné těleso s bočním připojením (11)*

U klasických těles je možnost připojení jak z levé nebo pravé strany, popřípadě se u těles napojených na jednotrubkové otopné soustavy hodí průběžné napojení těles, kde vratné potrubí vystupuje na opačné straně než je do něj přiváděná teplá voda. Samozřejmě je možné zakoupit variantu ventilkompakt s vnitřním rozvodem s připojením na otopnou soustavu ze spodu. Klasické napojení je z pravé spodní strany označované VK, ale je možné objednat napojení z levé spodní strany VKL nebo může mít vstup uprostřed tělesa označen VKM. Kromě vnitřního rozvodu jsou tělesa typu ventilkompakt vybavena i termostatickým ventilem pro přednastavení tělesa. Každé otopné těleso, jak klasické, tak i v provedení ventilkompakt, je vybaveno odvzdušňovací zátkou. (11)



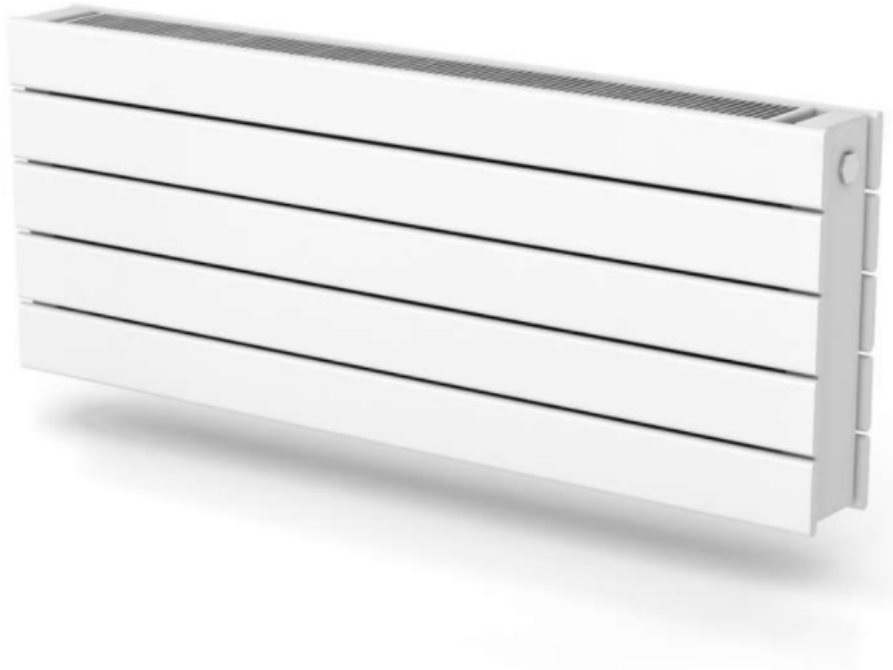
Obrázek 20 – Způsoby napojení deskových otopných těles (11)

Vzhledem k tomu, že desková otopná tělesa mají poměrně malý objem vody, je možná dobrá regulace a nástup výkonu není tak pomalý jako u článkových otopných těles. Pro možnost rychlého zátoku se vyrábí i varianty s elektrickou topnou tyčí, která se jednoduše zapojí do zásuvky elektrické sítě.



Obrázek 21 – Deskové otopné těleso s elektrickou topnou tyčí (11)

Aby výrobci vyhověli co největšímu počtu zákazníků, vymýšlejí různé designy těles. Všechna otopná tělesa se vyrábějí i s možností hladké přední desky, která následně může být opatřena zvláštním polepem. Je tedy možné mít vlastní originální těleso. Samozřejmě je možné objednat těleso s vertikálními nebo horizontálními prolisy. Desková otopná tělesa se vyrábějí i ve vertikálním provedení, která slouží jako designový prvek, který sice má vlastnosti vytápění, ale protože se nedají umístit pod okna, jejich vytápěcí schopnost klesá.



*Obrázek 22 – Designové deskové otopné těleso (11)*

Některá speciální tělesa splňují i požadavky prostor se zvýšenými nároky na hygienické opatření, jako jsou například v nemocničních zařízeních. V místnostech jako jsou například sprchy a umývárny je potřeba zajistit větší odolnost těles vůči vlhkosti, které výrobci zajišťují pozinkováním celého otopného tělesa. Některá otopná tělesa se vyrábějí i s nehřející přední deskou kvůli bezpečnosti, například proti popálení dětí ve školkách. (11)

Upevnění deskových těles se provádí přes standartní navrtávací stěnové konzoly, na které je těleso uchyceno přes přivařené chyty na zadání desce. Samozřejmě je možné otopná tělesa postavit na výškově nastavitelné stojánkové konzoly.

### ***Trubková otopná tělesa***

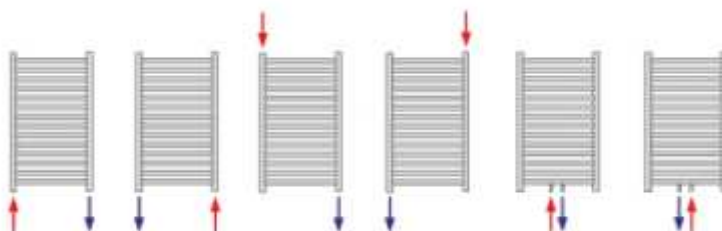
Trubková otopná tělesa se používají nejvíce v koupelnách. Topná voda koluje v trubkovém systému, který je svařován do vodorovného nebo svislého registru, jednoho dlouhého hadu, popřípadě do složitých designových tvarů.

Nejpoužívanější trubkovým tělesům, které se používají hlavně v koupelnách se přezdívá „žebříky“. Vodorovné profily tvoří rovné nebo oblé ocelové kruhové tyčkové profily, které jsou napojeny na svislé potrubí na stranách tělesa. Tyto postranní profily slouží jako rozdělovač a sběrač topné vody. Průřez těchto postranic bývá jak kruhový tak obdélníkový.



*Obrázek 23 – Trubkové otopné těleso se středovým připojením (25)*

Napojení na rozvody topné vody je nejčastější ze spodní strany žebříku, buď z prostředka nebo přímo z postranních trubek. Méně používaná varianta je i s přívodem z horní strany a odvod ze spodní. Tato varianta má smysl pouze u jednotrubkové soustavy s vertikálním rozvodem tepla. Napojení je zpravidla průměru DN 15 a na horních stranách tělesa jsou osazené odvzdušňovací zátky.



*Obrázek 24 – Způsoby napojení trubkových otopných těles (25)*

Stejně jako u deskových otopných těles se i zde používají elektrické topné tyče. Elektrické vytápění se také kombinuje s připojením na teplovodní otopnou soustavu, ale často se využívá jako jediná možná topná energie. Při takovém stavu se těleso ve výrobě naplní nemrznoucí směsí. (25)

Jelikož trubková otopná tělesa nemají takový topný výkon jako desková otopná tělesa, používají především v hygienických zázemích, kde je požadavek na odolnost proti vlhkému prostředí. Často se tedy využívají pro sušení ručníků a v úklidových místnostech pro sušení mokrých úklidových hader.

Upevnění trubkových otopných těles se provádí pomocí konzol do stěn nebo zároveň k podlaze.

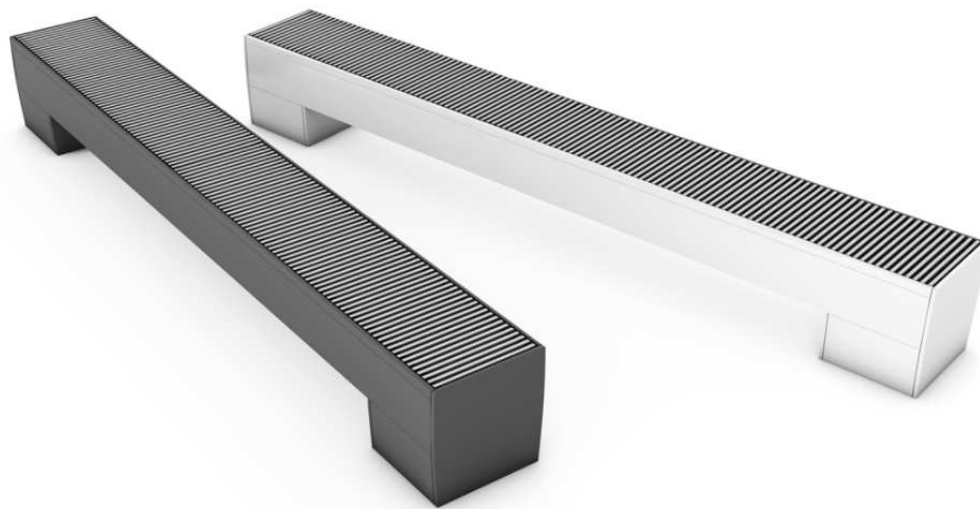
### ***Konvektory***

Konvektory jsou v dnešní době velice oblíbené z hlediska designové jednoduchosti. Můžeme je rozdělit na dva základní druhy podle místa osazení:

- povrchové,
- podlahové.

Pro oba druhy platí, že otopným prvkem je žebrový registr umístěný ve spodní části konvektoru, který se skládá zpravidla z měděných trubek a hliníkových lamel. Navíc může být konvektor doplněn o ventilátor, který zvyšuje jeho výkon.

Povrchové konvektory se osazují většinou pod okna pomocí konzol do stěn nebo při osazení před francouzská okna se kotví pomocí nastavitelných stojánkových konzol do podlahy. Této druhé variantě se velmi často říká „konvektorová lavice“. (13)



*Obrázek 25 – Lavicový konvektor (14)*

Jelikož se stále více v bytných domech vyskytují požadavky na velká francouzská okna, je nutné zajistit tepelnou pohodu pomocí ofukování skleněných ploch, které jsou nejvíce ochlazované. Nejlepším řešením je osazení podlahových konvektorů před tato okna. Tyto prvky se zabudují pomocí plechové vany do konstrukce podlahy. Přes konvektor, který je umístěn společně s ventilátorem ve vaně, se umístí pochozí krycí mřížka, která se vyrábí z hliníku v různých barevných odstínech nebo ve dražší variantě ze dřeva, většinou ve stejném odstínu jako je podlahová krytina. Výrobci podlahových konvektorů nabízejí spoustu tvarů jak už rovných, obloukových, tak i skládaných podle tvarů a členitosti fasád budov.



*Obrázek 26 – Podlahový konvektor (13)*

Výkon podlahových konvektorů je ovlivněn nejen teplotním spádem teplovodní soustavy, velikostí a druhem registru, teplotě interiéru, ale i hloubkou vany. Bez použití ventilátoru výkon ovlivňuje právě proudění vzduchu ve vaně konvektoru.

Velkou nevýhodou podlahových konvektorů je hromadění prachových částic ve vaně.

#### **3.3.4 Podlahové vytápění**

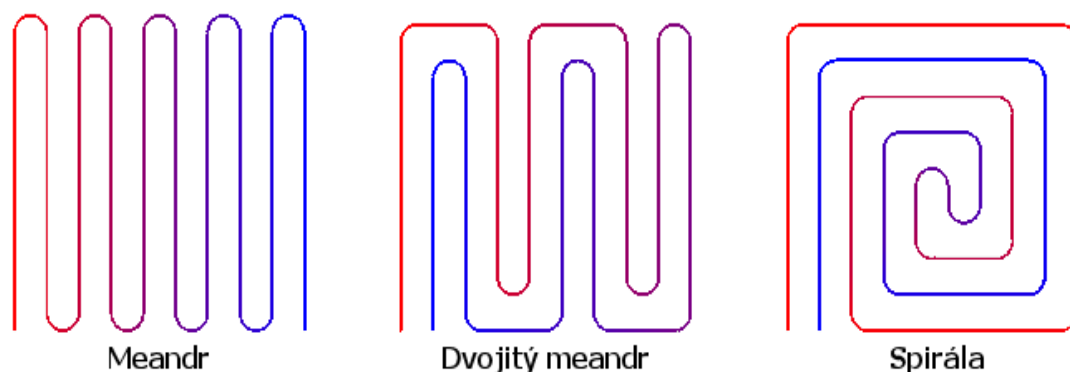
Podlahové vytápění je jedním z druhů sálavého vytápění. Dále se sálavé vytápění používá ještě zabudované na stropních a stěnových konstrukcích. Všechny tyto sálavé prvky se i využívají kromě vytápění i pro chlazení, pokud se používá jako předávací médium voda. Pro vytápění se také používají kromě vodních trubek i elektrické dráty a rohože. (2)

##### ***Teplovodní podlahové vytápění***

Potrubí se zabudovává vždy do konstrukce podlahy, ale technologie se dělí na dva systémy, které se dělí na mokré nebo suché provedení. V případě mokrého provedení se potrubí zabetonovává do roznášecí vrstvy, která se nachází nad tepelnou izolací. Při suchém systému se potrubí vkládá přímo do tepelné izolace, nad kterou se následně pokládá tepelně vodivá vrstva a roznášecí beton. Tepelně vodivá vrstva se zpravidla dělá z hliníkových profilů, které zvyšují předávací plochu potrubí.

Potrubí pro podlahové vytápění se nejčastěji používá z vrstveného potrubí, které se skládá z hlavní části síťovaného polyetylenu PEX, doplněného v některých případech o hliník pro lepší vodivost samotného potrubí. V historii byly pro podlahové vytápění používány i měděné trubky, které sice mají lepší vodivé schopnosti než PEX, avšak nemají tak dobré ohybové vlastnosti pro jednoduchou pokládku. (1)

Potrubí se ukládá při mokrém provedení do tzv. systémových desek s výstupky, pomocí plastových přichytek, do montážních lišt nebo do nosných rohoží. Klazení potrubí se provádí podle dvou různých způsobů, a to buď do tzv. meandru, který je jednodušší, nebo do tzv. spirály. Meandrové rozložení smyčky se začíná pokládat od vnějších zdí, kde se nacházejí nejvíce ochlazované konstrukce, dále pak klesá teplota v potrubí směrem do středu místnosti, popřípadě objektu. Spirálovité rozložení smyček střídá přívodní a vratnou část okruhu a tím dochází k rovnoměrnému rozložení předávací plochy z hlediska teploty. Vzhledem k menším poloměrům při klazení smyček do spirál je tato pokládka šetrnější k potrubí.



Obrázek 27 – Způsoby pokládky potrubí podlahového vytápění (26)

Výkon topných smyček záleží nejen na teplotě přiváděné vody, ale také na velikosti smyčky, která se dá jednoduše ovlivnit roztečí potrubí. Ta se v obytných místnostech doporučuje 200 nebo 225 mm a v koupelnách, kde je zapotřebí dosáhnout vyšší teploty v místnosti, se doporučuje rozteč potrubí 150 nebo až 100 mm. (2)

Omezená je také výše teploty, které může být na povrchu podlahy dosaženo. Nejen, že by se některé podlahové krytiny mohly za vyšších teplot zkroutit, popřípadě by mohly popraskat, ale také se nesmí přesáhnout maximální teplota z hygienických a fyziologických hledisek.

### 3.4 ZDROJE TEPLA

Všechny prostory, pro které se musí zajistit tepelné podmínky pro užívání nejen pro bydlení, musí mít nějaký zdroj tepla, který pokryje teplé ztráty, především obvodových konstrukcí, vůči venkovnímu prostředí. V dnešní době se už nevyužívá pouze kotlů, u kterých dochází k přeměně energie pomocí spalování, ať už nejpoužívanějšího zemního plynu nebo tuhých paliv, pro vytápění a ohřev teplé užitkové vody, ale čím dál více se jako zdroj tepla používají tepelná čerpadla, která získávají teplo z okolního prostředí, ať už ze země, vody nebo vzduchu. (1)

### 3.4.1 Kotle

Kotle se podle druhu paliv na:

- plynové,
- elektrokotle,
- na tuhá paliva,
- na kapalná paliva.

Podle umístění na:

- nástěnné,
- stacionární.

Podle způsobu provozu na:

- nízkoteplotní (teplota vody v kotli nesmí být menší než 50/40 °C),
- kondenzační (teplota vody v kotli může být menší než 50/40 °C),
- klasické (teplota vratné vody v kotli nesmí být menší 60 °C).

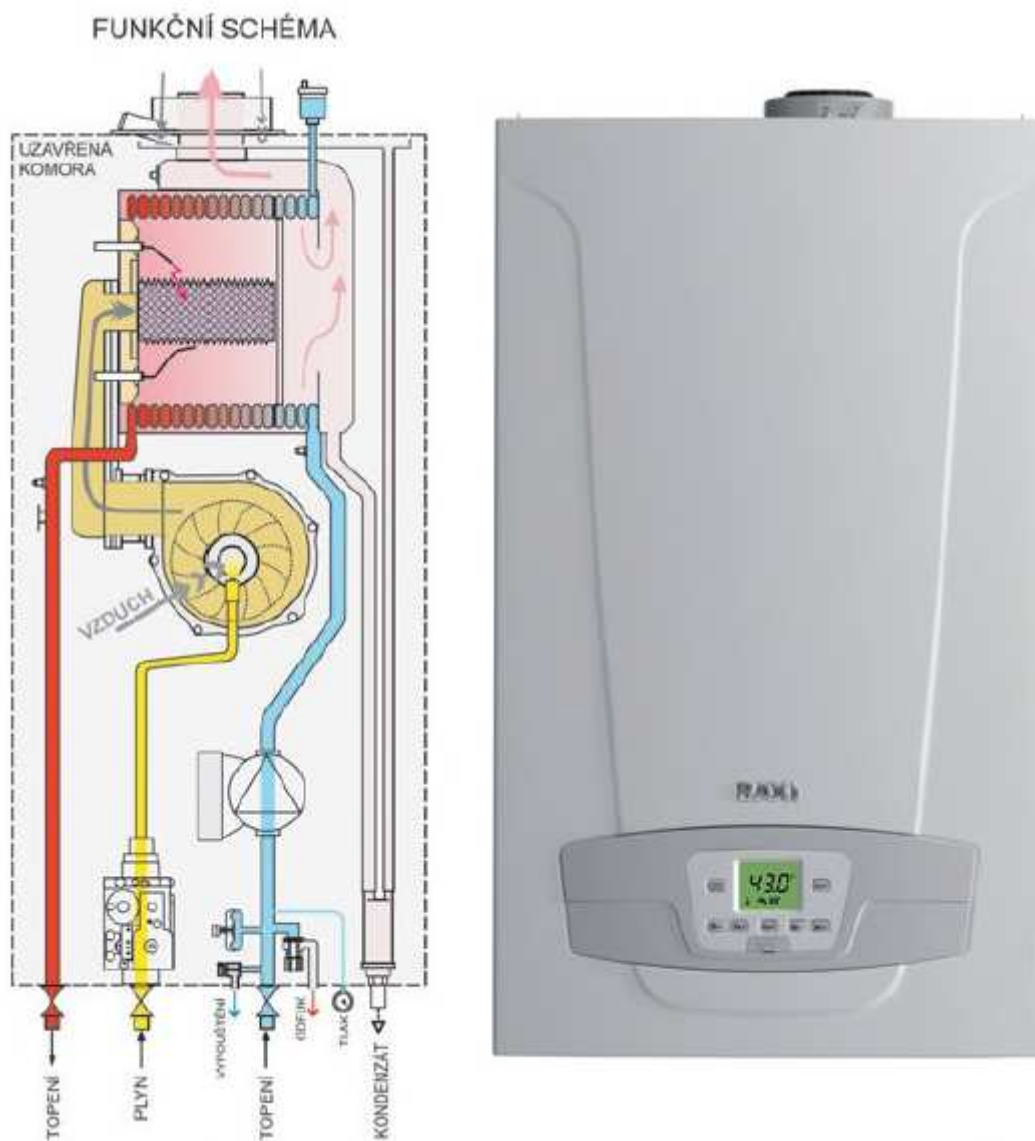
A na další druhy podle použitého materiálu, odvodu spalin, typu hořáku atd. (3)

#### *Plynové kotle*

Nejvíce používanými kotli jsou v poslední době plynové kotle, vzhledem k jejich jednoduchosti, velkému výkonu, čistotou provozu a snadnou obsluhou. Nejnižší řadou plynových kotlů jsou nástěnné kotle pro vytápění, popřípadě pro ohřev teplé užitkové vody. Tyto kotle se umísťují přímo do bytových jednotek, nejčastěji do koupelen. Tyto kotle se dělají ve variantách s přívodem spalovacího vzduchu přímo z prostoru, ve kterém je kotel naistalován nebo pomocí potrubí pro spalovací vzduch z venkovního prostředí přes uzavřenou spalovací komoru. V obou případech je odvod spalin zajištěn do venkovního prostoru. V těchto kotlech je zajištěn nucený průtok vody pomocí oběhového čerpadla. Standardní výbava těchto kotlů obsahuje expanzní nádobu, regulátor teploty otopné vody, pojistný ventil, čidlo úniku spalin, termostat, plynovou armaturu aj. (3)

U dnešní moderních plynových kotlů lze nastavit ekvitermní regulací. Výstupní teploty vody u těchto kotlů se dají nastavit v rozmezí od 40°C až do 95°C. Účinnost těchto kotlů přesahuje 90 %.(3)

U těchto kompaktních kotlů, které zajišťují i ohřev teplé užitkové vody jsou opatřeny trojcestným ventilem, nejčastěji deskovým výměníkem a popřípadě i malý zásobník pro zajištění rychlé dodávky teplé vody.



Obrázek 28 – Plynový kotel (5)

### **Kotle na pevná paliva**

V dnešní době se stále méně používají kotle na tuhá paliva především kvůli jejich nehospodárnosti vlivem složité regulace, nutnosti likvidace zbytků po palivu, a především kvůli vysoké produkci emisí, hlavně při topení pomocí uhlí. Tyto kotle se dnes užívají pouze v místech, kde je možnost blízkého uskladnění, tedy převážně u rodinných domů. V historii se využívaly kotelny na tuhá paliva i pro vytápění bytových domů. Tuhá paliva se dnes používají pro vytápění s centrálními zdroji tepla. Pro tyto potřeby se využívá především biomasa. (2)

## ***Tepelná čerpadla***

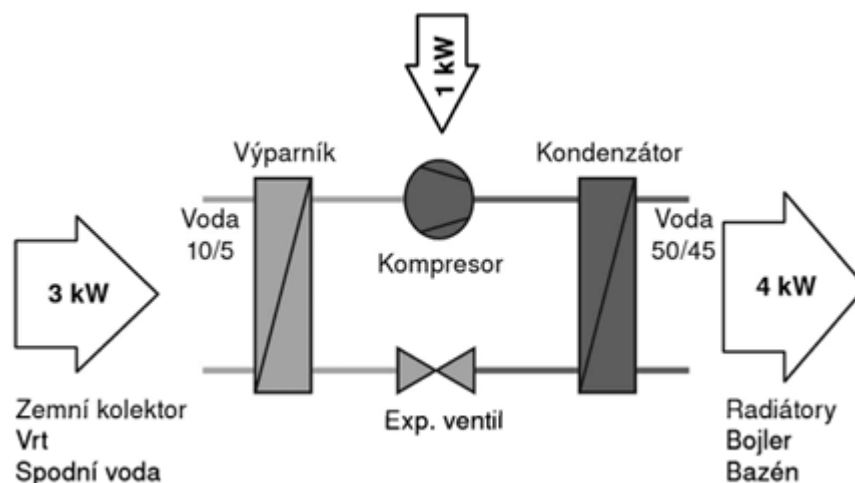
Tepelné čerpadlo je jedním z alternativních zdrojů obnovitelné energie. Využívá totiž teplo z okolního prostředí, ať už je jím země, voda nebo vzduch. Převádí tuto energii na vyšší teplotní hladinu a zbytkové teplo využívá pro vytápění, popřípadě ohřev teplé užitkové vody.



*Obrázek 29 – Venkovní jednotka tepelného čerpadla vzduch-voda (16)*

Základní způsoby odběru tepla tepelnými čerpadly ze země prostřednictvím plošných kolektorů, vrtů nebo pomocí energetických pilotů.

Kapalina ohřátá venkovním teplem se odvede do výparníku tepelného čerpadla, kde dochází k předávce do chladiva, které koluje uvnitř zařízení. Následně se chladivo ve výparníku vypaří a vzniklý plyn je předáván přes kompresor, který stlačí chladivo, tím ho ohřeje, a předá do kondenzátoru. Zde dochází k předávce tepla do topné vody pro vytápění domu. Následně chladivo znovu mění své skupenství z plynného na kapalné. Odtud znovu putuje přes expanzní ventil, kde se prudce ochladí, zpět do výparníku. Tento proces se stále velmi rychle opakuje. (6)



Obrázek 30 – Schéma tepelného čerpadla (6)

Nejdůležitějším parametrem tepelných čerpadel je topný faktor, který vypovídá o jeho účinnosti. Jde o poměr mezi vyrobeným teplem a spotřebovanou elektrickou energií, kterou potřebuje tepelné čerpadlo pro svůj chod.

## 4 TRŽNÍ METODY OCENĚNÍ

Tržní hodnota vyjadřuje cenu, za kterou by mohla být prodána například stavba mezi prodávajícím a kupujícím v den ocenění, za předpokladu, že je předmět prodeje vystaven na trhu, nejsou kladeny překážky obvyklého prodeje a jednání kupujícího ani prodávajícího není ovlivněno žádnou tísní. Na hodnotu nemovitostí při tržním ocenění mají vliv faktory, například fyzikální vlivy (stáří, velikost, poloha atd.), ekonomické vlivy (zaměstnanost, životní úroveň, inflace, atd.), politicko-správní vlivy (územní plánování, daně, životní prostředí, atd.) a sociálně-demografické vlivy (vzdělání, životní styl, sociální politika, atd.). (27)

Tržní ocenění se dělí na tři základní způsoby:

- nákladová metoda,
- metoda přímého porovnání,
- výnosová metoda.

### 4.1 NÁKLADOVÁ METODA

Novostavba se většinou již v rámci projektu musí ocenit pro potřeby investora, aby věděl, kolik peněz musí vynaložit její vlastní výstavbu. Tato cena se dá stanovit několika různě podrobnými metodami. Hodnota, která se těmito způsoby stanoví, se nazývá reprodukční cena, někdy označována jako tzv. cena časová. Pro tuto cenu se používají tyto čtyři metody:

- propočet ceny pomocí technickohospodářských ukazatelů,
- položkový rozpočet,
- cenová kalkulace,
- metody agregovaných položek.

Nejrozšířenějším způsobem při projektování je metoda pomocí položkového rozpočtu. Tato metoda násobí objemy jednotlivých stavebních konstrukcí jednotkovou cenou, kterou je možné u většiny profesí ve stavebnictví zjistit v cenových katalozích stavebních prací. (4)

## 4.2 METODA PŘÍMÉHO POROVNÁNÍ

Při této metodě dochází k úpravám cen podobných prvků, na základě porovnání s etalonem, tedy například s oceňovanou nemovitostí. Porovnávací prvky jsou již uskutečněné prodeje, pokud možno v obdobných podmínkách jako je lokalita, čas atd. Pokud není možné sestavit dostatečnou databázi již uskutečněných prodejů, je možné využít například inzerci, avšak cena se musí upravit koeficientem. (4)

## 4.3 VÝNOSOVÁ METODA

Touto metodou se oceňují stavby, které budou po výstavbě sloužit převážně pro zisk investora. Výnosová metoda počítá s tím, že investor bude stavbu využívat pro dlouhodobě trvající příjem v podobě nájemného. Výnosová hodnota je vlastně částka, odpovídající ziskům dosažených z investované částky uložených na úrokovou míru, míru kapitalizace. (4)

Od hrubého nájemného se musí odečíst předpokládané náklady na dosažení výnosů. Tyto náklady jsou především:

- daň z nemovitosti,
- pojištění,
- kapitálové odpisy,
- náklady na údržbu,
- náklady na správu nemovitosti.

Výnosy z nájemného mohou být buď konstantní, nebo se jejich výše může měnit jako u nákladů. (4)

Obecný vztah pro výnosovou hodnotu, pokud stavba nebude prodána, je následující:

$$C_V = \left( \sum_{t=1}^n \frac{z_t}{q^t} \right)$$

*Rovnice 17 – Obecný vztah pro výnosovou hodnotu*

kde:  $C_V$  – výnosová hodnota (cena zjištěná výnosovým způsobem),

$n$  – počet budoucích let, po které budou dosahovány výnosy,

$t$  – rok, ze kterého je počítán výnos,

$z_t$  – předpokládaný zisk v roce  $t$  (čistý výnos),

$q$  – úročitel ( $q = 1 + i = 1 + u / 100$ ).

Pokud budou po celou dobu výnosy konstantní a předpokládaná doba výnosů bude neomezená, a zároveň není přepokládán prodej na konci, pak se tento případ nazývá věčná renta a výsledný vzorec má tvar:

$$C_V = \frac{z}{i} \times 100 \%$$

*Rovnice 18 – Výnosový hodnota s konstantními výnosy*

kde:  $z$  – zisk,

$i$  – úroková míra (míra kapitalizace)

## 5 BYTOVÝ DŮM DOMINO

Na začátku roku 2016 byla zahájena výstavba bytového domu Domino v ulici Francouzská ve čtvrti Zábrdovice, která zasahuje do tří městských částí.

### *Městská čtvrť Zábrdovice*

Celková rozloha Zábrdovic je 163,55 hektarů. Na západě zasahuje téměř 71 hektary do městské části Brno-střed, na východě skoro 49 hektary do části katastrálního území Brno-Židenice a na severu něco málo přes 44 hektarů do katastru městské části Brna-sever. Zábrdovice se rozkládají na obou březích řeky Svitavy, která touto čtvrtí protéká.

Zábrdovická čtvrť sousedí přímo s historickým centrem města Brna. Nachází se zde velmi hustá zástavba. Převažují zde historické obytné domy, které na sebe navazují. Téměř se zde nevyskytují rodinné domy. Většina domů jsou dvou až více patrové.

Hlavní ulicí zábrdovické čtvrti je zajisté ulice Cejl, která tvoří centrum dění Zábrdovic. Tato ulice je hlavní dopravní tepnou. Na křižovatce Cejlu a Tkalcovské ulice se nachází hypermarket Albert. Touto ulicí také projíždí tramvaje číslo 2, která vede do Staré osady, číslo 4 do Husovic, Maloměřic a Obřan a tramvaj číslo 11 do Černých Polí a na konečnou do sídlištní čtvrtě Lesná.

Další hlavní dopravní tepnou je ulice Milady Horákové, na kterou následně navazují ulice Merhautova a Jugoslávská.

V městské části se dále nacházejí areály Vojenské nemocnice Brno, brněnská Úrazová nemocnice, Městské lázně Zábrdovice, bývalý zábrdovický klášter s kostelem Nanebevzetí Panny Marie, areál brněnské Zbrojovky a budovy bývalé továrny Vlněna.

Zábrdovické centrum, především ulice Cejl je označováno jako tzv. Brněnský Bronx. Je to především tím, že se zde nachází početná romská komunita. Možná i proto jsou zde na budovách známky malé a někdy až nedostatečné údržby na budovách. Nachází se zde také Muzeum romské komunity.

### ***Historie ulice Francouzská***

Ulice Francouzská je důležité místo pro historii Brna pro svou archeologickou minulost. Při budování kanalizace v prostoru křižovatky s ulicí Přadláckou v roce 1891 zde byl nalezen jeden z největších archeologických nálezů v Brně. Podle zprávy prof. Alexandra Makowského německého mineraloga, geologa a především paleontologa zde byl odkryt hrob z období paleolitu. Byly zde nalezeny ostatky muže a mnoho milodarů, především kosti zvířat, například mamutí lopatky, kly, lebky různě pravěké nástroje a jiné rituální předměty. Nejdůležitějším předmětem této sbírky je dvacetimetrová figurka muže z mamutího klu. Tento pohřbený je v některých literaturách nazýván jako kouzelník či šaman z Brna. Vědci předpokládají, že tyto ostatky jsou staré kolem 25 tisíc let, protože přisuzují příslušnost muže ke kultuře tzv. pavloieny, která je pojmenována podle lokality kolem Pavlova pod Pálavou na jižní Moravě. Všechny nalezené ostatky a předměty jsou dnes uloženy ve sbírkách Moravského zemského muzea v Brně.

### ***Popis bytového domu Domino***

Objekt bytového domu Domino je určen pro z největší části pro bydlení. Je to bytový dům, který má osm nadzemních podlaží a jedno podzemní podlaží. Nachází se zde 26 bytů a

dva pronajímatelné komerční prostory. V prostoru 1.np a 1.pp je průjezd do dvora objektu, kde se nachází parkoviště pro osobní automobily.

### ***Architektonické a dispoziční řešení***

Parcela pro navrhovanou stavbu se nachází v zastavěné části obce na stabilizované ploše smíšené obytné. Objekt respektuje uliční čáru. Dům je postaven s osmi nadzemními a jedním podzemním podlažím. Podlaží 6.np, 7.np a 8.np jsou pravidelně uskakovaná. Orientace bytů je směrem k jihu (do ulice Francouzská), ve dvorní části jsou okna ložnic orientovaná k severu. V objektu jsou navržena tři schodiště, dvě spojující jednotlivá podlaží bytů, a jedno, které propojuje pouze komerční prostor v 1.np a 1.pp.

Dům je zastřešen plochou střechou. Z levé strany navazuje na stávající obytný dům s pěti nadzemními a jedním podzemním podlažím. Z pravé strany ulice navazuje na stávající dvoupodlažní dům. Uliční fasádu vytváří pravidelný rastr francouzských oken střídavě opatřených balkony. Dvorní část je řešena francouzskými okny s balkony. Fasáda je omítnuta omítkou v bílé lomené barvě a zábradlí balkónů jsou zasklena bezpečnostními skly. Všechny byty mají balkony směrem do ulice Francouzské a jsou tak přímo osluněny z jižní strany.

Bytový dům má dvě schodišťová jádra, která jsou součástí objektu. Pro každé schodišťové jádro připadá také osobní výtah. V prvním nadzemním podlaží se nachází dvě komerční jednotky, větší z těchto prostor zasahuje i do podzemního podlaží. Tato komerční jednotka má i své propojovací schodiště. Dále se v prvním nadzemním podlaží nachází vstupní hala bytového domu s poštovními schránkami. Na ní dále navazuje chodbový prostor, který ústí do schodišťových jader. Dále se zde nachází dvě místnosti pro uskladnění kočárků, kol a jedna úklidová místnost.

V prvním podzemním podlaží se nachází kromě zmiňované místnosti komerčního prostoru také 26 sklepů, elektrorozvodna, místnost pro hlavní uzávěr vody a kotelna.

Zastavěná plocha: 411 m<sup>2</sup>

Obestavěný prostor: 9 800 m<sup>3</sup>

Plocha bytů: 1 600 m<sup>2</sup>

Plocha komerční: 125 m<sup>2</sup>

Počet komerčních jednotek: 2

Počet parkovacích stání: 33 + 2 invalidé před objektem

Název	Dispozice	Plocha bytu	Balkon	Sklep	Celkem
<b>2.NP</b>					
Byt č. 1	2+kk	59,8 m <sup>2</sup>	2,4 m <sup>2</sup>	2,9 m <sup>2</sup>	65,1 m <sup>2</sup>
Byt č. 2	2+kk	63,9 m <sup>2</sup>	2,4 m <sup>2</sup>	2,9 m <sup>2</sup>	69,2 m <sup>2</sup>
Byt č. 3	2+kk	62,9 m <sup>2</sup>	2,4 m <sup>2</sup>	2,9 m <sup>2</sup>	68,2 m <sup>2</sup>
Byt č. 4	2+kk	67,1 m <sup>2</sup>	2,4 m <sup>2</sup>	2,9 m <sup>2</sup>	72,4 m <sup>2</sup>
<b>3.NP</b>					
Byt č. 5	2+kk	59,8 m <sup>2</sup>	2,40 m <sup>2</sup> + 3,40 m <sup>2</sup>	2,9 m <sup>2</sup>	68,5 m <sup>2</sup>
Byt č. 6	2+kk	63,9 m <sup>2</sup>	2,40 m <sup>2</sup> + 3,40 m <sup>2</sup>	2,9 m <sup>2</sup>	72,6 m <sup>2</sup>
Byt č. 7	2+kk	62,9 m <sup>2</sup>	2,40 m <sup>2</sup> + 3,40 m <sup>2</sup>	2,9 m <sup>2</sup>	71,6 m <sup>2</sup>
Byt č. 8	2+kk	67,1 m <sup>2</sup>	2,40 m <sup>2</sup> + 3,40 m <sup>2</sup>	2,9 m <sup>2</sup>	75,8 m <sup>2</sup>
<b>4.NP</b>					
Byt č. 9	2+kk	59,8 m <sup>2</sup>	2,40 m <sup>2</sup> + 3,40 m <sup>2</sup>	2,7 m <sup>2</sup>	68,3 m <sup>2</sup>
Byt č. 10	2+kk	63,9 m <sup>2</sup>	2,40 m <sup>2</sup> + 3,40 m <sup>2</sup>	2,9 m <sup>2</sup>	72,6 m <sup>2</sup>
Byt č. 11	2+kk	62,9 m <sup>2</sup>	2,40 m <sup>2</sup> + 3,40 m <sup>2</sup>	2,9 m <sup>2</sup>	72,8 m <sup>2</sup>
Byt č. 12	2+kk	67,1 m <sup>2</sup>	2,40 m <sup>2</sup> + 3,40 m <sup>2</sup>	2,9 m <sup>2</sup>	75,8 m <sup>2</sup>
<b>5.NP</b>					
Byt č. 13	2+kk	59,8 m <sup>2</sup>	2,40 m <sup>2</sup> + 3,40 m <sup>2</sup>	3,2 m <sup>2</sup>	68,8 m <sup>2</sup>
Byt č. 14	2+kk	63,9 m <sup>2</sup>	2,40 m <sup>2</sup> + 3,40 m <sup>2</sup>	3,2 m <sup>2</sup>	72,9 m <sup>2</sup>
Byt č. 15	2+kk	62,9 m <sup>2</sup>	2,40 m <sup>2</sup> + 3,40 m <sup>2</sup>	3,4 m <sup>2</sup>	72,1 m <sup>2</sup>
Byt č. 16	2+kk	67,1 m <sup>2</sup>	2,40 m <sup>2</sup> + 3,40 m <sup>2</sup>	2,9 m <sup>2</sup>	75,8 m <sup>2</sup>
<b>6.NP</b>					
Byt č. 17	2+kk	52,8 m <sup>2</sup>	5,60 m <sup>2</sup> + 3,40 m <sup>2</sup>	2,9 m <sup>2</sup>	64,7 m <sup>2</sup>
Byt č. 18	2+kk	56,9 m <sup>2</sup>	5,80 m <sup>2</sup> + 3,40 m <sup>2</sup>	2,9 m <sup>2</sup>	69,0 m <sup>2</sup>
Byt č. 19	2+kk	55,6 m <sup>2</sup>	5,80 m <sup>2</sup> + 3,40 m <sup>2</sup>	3,5 m <sup>2</sup>	68,3 m <sup>2</sup>
Byt č. 20	2+kk	60,1 m <sup>2</sup>	6,00 m <sup>2</sup> + 3,40 m <sup>2</sup>	3,5 m <sup>2</sup>	73,0 m <sup>2</sup>
<b>7.NP</b>					
Byt č. 21	2+kk	44,9 m <sup>2</sup>	5,60 m <sup>2</sup> + 3,40 m <sup>2</sup>	3,4 m <sup>2</sup>	57,3 m <sup>2</sup>
Byt č. 22	2+kk	49,0 m <sup>2</sup>	5,80 m <sup>2</sup> + 3,40 m <sup>2</sup>	3,3 m <sup>2</sup>	61,5 m <sup>2</sup>
Byt č. 23	2+kk	48,0 m <sup>2</sup>	5,80 m <sup>2</sup> + 3,40 m <sup>2</sup>	3,4 m <sup>2</sup>	60,6 m <sup>2</sup>
Byt č. 24	2+kk	52,2 m <sup>2</sup>	6,00 m <sup>2</sup> + 3,40 m <sup>2</sup>	3,5 m <sup>2</sup>	65,2 m <sup>2</sup>
<b>8.NP</b>					
Byt č. 25	3+kk	79,8 m <sup>2</sup>	11,70 m <sup>2</sup> + (2 x 3,40 m <sup>2</sup> )	4,1 m <sup>2</sup>	102,4 m <sup>2</sup>
Byt č. 26	3+kk	86,3 m <sup>2</sup>	11,70 m <sup>2</sup> + (2 x 3,40 m <sup>2</sup> )	7,0 m <sup>2</sup>	108,4 m <sup>2</sup>

*Tabulka 13 – Velikosti a dispozice bytových jednotek*

## 5.2 VÝCHOZÍ PODKLADY


### 5.2.1 Založení objektu

Objekt je založen na 32 železobetonových vrtaných pilotách o průměru 900 mm a železobetonové desce o tloušťce 400 mm. Piloty jsou použity na krajích, kde objekt sousedí s vedlejšími budovami. Základy jsou navrženy tak, aby nebyla negativně ovlivněna statika okolních domů. Na základové desce je vrstva drátkobetonu o tloušťce 130 mm, který tvoří podlahu podzemního podlaží. Všechny betony použité v konstrukcích jsou z betonu C20/25.

### 5.2.2 Svislé obvodové a nosné konstrukce

Svislé obvodové konstrukce jsou tvořené z železobetonové konstrukce, zdiva z cihelných tvárnic Porotherm P+D šířky 300 mm a zateplovacího systému ETICS. Zateplovací desky z podélných minerálních vláken tloušťky 140 mm je připevňován lepicím tmelem na zdivo. Z exteriérové části izolace je nanášena armovací stěrka a silikátová omítka.

#### Porotherm 30 P+D

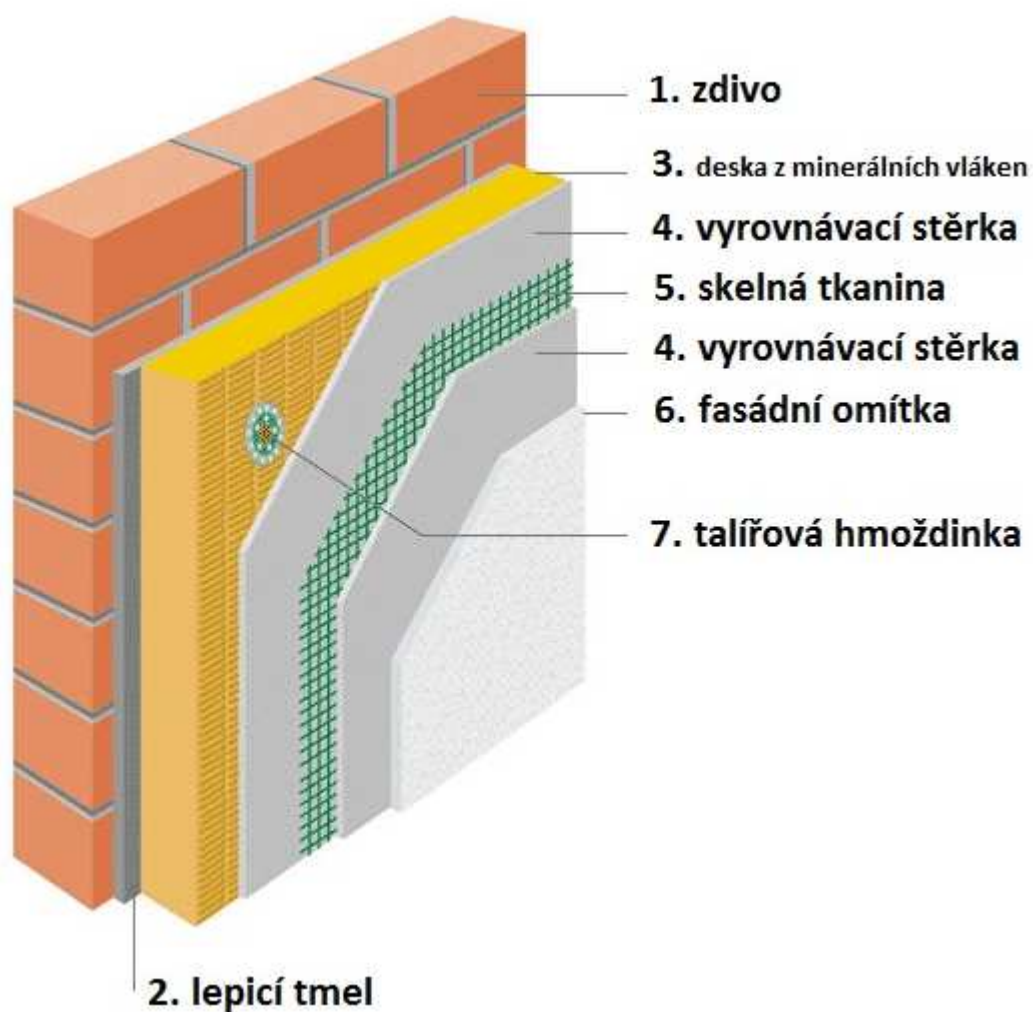
	<b>Cihly:</b>		<b>Zdivo:</b>		<b>Zvuková izolace zdiva*</b>
	- rozměry d/š/v	247x300x238 mm	- tloušťka	300 mm	- nutno se řídit vysvětlivkami uvedenými v kapitole 1, strana 13 až 15
	- skupina zdících prvků	2	- spotřeba cihel	16 ks/m <sup>2</sup>	<b>Vážená laboratorní neprůzvučnost</b>
	- objem. hmot. prvku	800-870 kg/m <sup>3</sup>		53,3 ks/m <sup>2</sup>	$R_w = 52 (-2; -4)$ dB při plošné hmotnosti zdiva včetně omítek tl. 15 mm 318 kg/m <sup>2</sup>
	- hmotnost	max. 15,4 kg/ks	- spotřeba malty	28 l/m <sup>2</sup>	* hodnota stanovena měřením
	- pevnost v tlaku (kat. I)	15/10 N/mm <sup>2</sup>		94 l/m <sup>2</sup>	
	- $\lambda_{10}$ dryunit	0,17 W/(m·K)	- charakteristická pevnost v tlaku $f_k$ a součinitel přetvárnosti $K_E$ zdiva podle ČSN EN 1996-1-1		
	- nasákavost	NPD			<b>Tepelně-technické údaje zdiva</b>
	- mrazuvzdornost	NPD (F0)			zdivo na maltu
	- obsah akt. rozpust. solí	NPD (S0)			obvyčejnou
- rozměrová stabilita	NPD			bez omítek	
- přídržnost pro M 10	0,30 N/mm <sup>2</sup>			bez omítek	
pro M 5 a M 2,5	0,20 N/mm <sup>2</sup>			s omítk. obvyč.*	
NPD - není stanoven žádný požadavek					* oboustranná vápenocementová omítka tl. 15 mm

Obrázek 31 – Cihelný blok Porotherm 30 P+D (26)

Vnější zateplovací kontaktní systém ETICS (zkratka z anglického External Thermal Isulation Composite Systems), tedy v překladu vnější tepelně izolační kompozitní systém je jakýkoliv systém, který má vlastnosti navzájem navazujících výrobků navrženy tak, aby pozitivně ovlivňoval izolační charakter budovy. Nedodržením přesných certifikovaných postupů skladby systémů, a především detailů napojení na otvory a jiná problémová místa z hlediska tepelných mostů zde rapidně klesá životnost systému.

Zateplovací systémy z fasádních minerálních vat mají oproti polystyrenu lepší vlastnosti paropropustnosti, delší životnost, větší schopnosti zvukově izolační a především lepší odolnost z hlediska požární bezpečnosti. Ta je důležitá u vícepatrových budov jako je právě tento bytový dům.

Na druhou stranu jsou jeho nevýhody ve vyšší pořizovací ceně, větší hmotnosti, tedy horší manipulaci při aplikaci zateplovacího systému a následně vzniká větší zatížení nosné konstrukce budovy. Problém může vznikat při instalaci vzhledem k počasí. Minerální vata je bohužel nasákavá, proto se na rozdíl od polystyrenových systémů musí počítat s rychlým zabezpečením vůči dešťům.



Obrázek 32 – Kontaktní zateplovací systém (27)

Izolační desky se připevňují talířovými hmoždinkami, které se musí zaizolovat, aby nedocházelo ke vzniku tepelných mostů.



Obrázek 33 – Izolace přes upevňovací hmoždinku (27)

Následně se provádí vyrovnání nerovností pomocí stěrky, která je vyztužena sít'ovinou ze skelného vlákna. Poslední vrstvou na fasádě je povrchová omítka.

Ze strany ke stávající budově je použita taktéž železobetonová konstrukce s cihelnými bloky Porotherm P+D o šířce 300 mm, ale místo minerálního zateplovacího systému jsou použity polystyrenové desky z EPS 70 S.

Vnitřní nosné zdi jsou tvořeny akustickými cihelnými bloky Porotherm 30 AHU SYM, které mají díky vysoké objemové hmotnosti a systému děrování dobré akustické a tepelně akumuláční vlastnosti. Stěny tvořené z těchto cihel splňují hlavně funkci mezibytových příček.

## Porotherm 30 AKU SYM



### Cihly:

– rozměry d/š/v	247x300x238 mm
– skupina zdících prvků	2
– objem. hmot. prvku	980 kg/m <sup>3</sup>
– hmotnost	cca 16,6 kg/ks
– pevnost v tlaku (kat. I)	20/15 N/mm <sup>2</sup>
– λ <sub>10, dry, unit</sub>	0,32 W/(m.K)
– nasákavost	NPD
– mrazuvzdornost	NPD (F0)
– obsah akt. rozpust. solí	NPD (S0)
– rozměrová stabilita	NPD
– přídržnost pro M 10	0,30 N/mm <sup>2</sup>

NPD – není stanoven žádný požadavek

### Zdivo:

– tloušťka	300 mm
– spotřeba cihel	16 ks/m <sup>2</sup>
	53,3 ks/m <sup>3</sup>
– spotřeba malty	34 l/m <sup>2</sup>
	113 l/m <sup>3</sup>

– charakteristická pevnost v tlaku  $f_k$  a součinitel přetvárnosti  $K_E$  zdiva podle ČSN EN 1996-1-1

$f_k$ (MPa)	M10	M5	M2,5
cihly P20	8,03	6,52	5,30
P15	6,56	5,33	4,33
$K_E$	1000	1000	1000

### Zvuková izolace zdiva\*

– nutno se řídit vysvětlivkami uvedenými v kapitole 1, strana 13 až 15

Vážená laboratorní neprůzvučnost  $R_w = 58$  (-2; -7) dB při plošné hmotnosti zdiva včetně obyčejných omítek tl. 15 mm 372 kg/m<sup>2</sup>

\* hodnota stanovena měřením

### Tepelně-technické údaje zdiva

zdivo na maltu obyčejnou	u	λ	R	U
	%	W/mK	m <sup>2</sup> K/W	m <sup>2</sup> K
bez omítek	0	0,34	0,88	0,90
bez omítek	0,5	0,35	0,85	0,90
s omítkami*	0,5	0,37	0,91	0,85

\* oboustranná vápenocementová omítka tl. 15 mm

Obrázek 34 – Cihelný blok Porotherm 30 AKU SYM (26)

### 5.2.3 Vnitřní příčky

Stěny příček jsou tvořené z akustických příček Porotherm 11,5 AKU, které jsou kladené na maltu M 10. Zdi z tohoto materiálu jsou postavené v rámci jednoho bytu, proto nejsou na ně kladené velké nároky na tepelnou izolaci vůči svému okolí.

## POROTHERM 11,5 AKU

Cihly:		Zdivo:		Tepelně-technické údaje zdiva				
- rozměry d/š/v	497 x 115 x 238 mm	- tloušťka	115 mm	zdivo na maltu	$u$	$\lambda_U$	$R_U$	$U_{int}$
- skupina zdicích prvků	2	- spotřeba cihel	8 ks/m <sup>2</sup>	cementovou	%	W/mK	m <sup>2</sup> K/W	W/m <sup>2</sup> K
- objem. hmot. prvku	1050 kg/m <sup>3</sup>	- spotřeba malty	9 l/m <sup>2</sup>	bez omítek	0	0,32	0,36	1,60
- hmotnost	cca 14,4 kg/ks	<b>Zvuková izolace zdiva*</b>		bez omítek	0,5	0,33	0,35	1,65
- pevnost v tlaku (kat. I)	15/10 N/mm <sup>2</sup>	- nutno se řídit vysvětlivkami uvedenými v kapitole 1, strana 13 až 15		s omít. obyč.*	0,5	0,38	0,38	1,55
- $\lambda_{10,dry,unit}$	0,30 W/(m.K)	<b>Vážená laboratorní neprůzvučnost</b>		* oboustranná vápenocementová omítka tl. 15 mm				
- nasákavost	NPD	$R_w = 47$ (-2; -5) dB při plošné hmotnosti zdiva včetně omítek tl. 15 mm 175 kg/m <sup>2</sup>						
- mrazuvzdornost	NPD (F0)	* hodnota stanovena výpočtem						
- obsah akt. rozpust. solí	NPD (S0)							
- rozměrová stabilita	NPD							
- přídržnost pro M 10	0,30 N/mm <sup>2</sup>							

NPD – není stanoven žádný požadavek

Obrázek 35 – Cihelný blok Porotherm 11,5 AKU (26)

### 5.2.4 Vodorovné nosné konstrukce

Všechny stropní desky jsou z železobetonu o tloušťce 220 mm. V místě pod průjezdem do dvora je stropní deska zesílena na 250 mm. Nad průjezdem je také konstrukce doplněna oproti ostatním skladbám pod obytnými prostory o tepelnou izolaci. Tloušťka izolace v průjezdu je 140 mm. Všechny balkóny a terasy jsou zajištěny tepelnou izolací, aby byly přerušeny tepelné mosty. V místech styku stropních desek s nosnými vnitřními i obvodovými svislými konstrukcemi z keramického zdiva jsou opatřeny železobetonové desky žebry o výšce 250 mm pro zajištění lepších statických vlastností stropních konstrukcí.

### 5.2.5 Konstrukce spojující různé výškové úrovně

Obě hlavní schodiště jsou z prefabrikovaných železobetonových konstrukcí. Všechna schodiště v objektu jsou levotočivá a dvouramenná. Každé rameno hlavního schodiště má 10 stupňů o výšce 150 mm a délce 280 mm. Schodiště, které propojuje první podzemní podlaží a první nadzemní podlaží v komerčním prostoru má dvě ramena, ale na rozdíl od hlavních schodišťových ramen mají dohromady 18 stupňů o výšce 166,7 mm.

U obou hlavních schodišť se nacházejí výtahové šachty. Konstrukce výtahových šachet je z železobetonu.

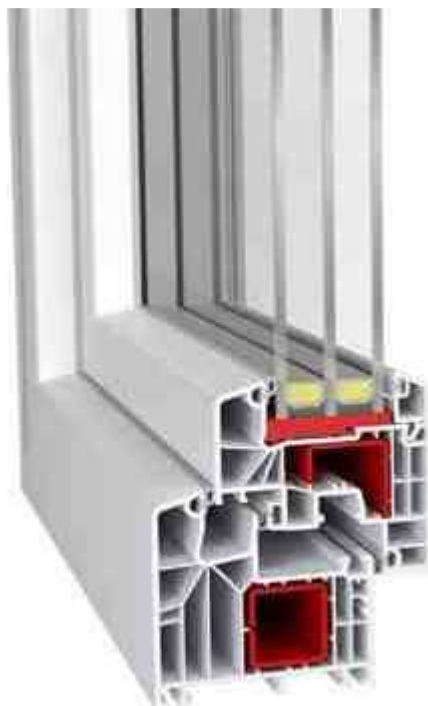
### 5.2.6 Konstrukce střechy

Celý objekt zastřešuje plochá střecha z nosné železobetonové konstrukce. Střecha je navržena jako plochá, jednoplášťová, nevětraná, s hydroizolací mechanicky kotvenou, lepenou nebo přitíženou dlažbou. Na nosnou železobetonovou monolitickou stropní desku je aplikována parozábrana z modifikovaného asfaltového pásu bodově natavená, která po dobu výstavby slouží jako pojistná hydroizolace. Na parozábranu je kladena spádová vrstva z polystyrénových klínů o spádu 2,0 %, popřípadě 3,0 % z polystyrenu EPS 100S Stabil kladenou na sraz a vazbu, na spádovou vrstvu je pak kladena další vrstva izolace z polystyrenu EPS 150S Stabil. Spádová vrstva je tloušťky 20 – 240 mm a tloušťka hlavního tepelné izolačního polystyrenu je 200 mm. Hydroizolační fólie z měkčeného PVC je kladena na separační geotextilii. Na střеше, balkónech a terasách jsou pochozí plochy tvořeny pomocí betonových dlaždic tloušťky 40 mm vhodné do exteriéru, které splňují podmínky pro vystavení povětrnostním vlivům, požadavky na protiskluznost, nenasákavost a odolnost proti mrazu. Osazeny jsou na plastové rektifikovatelné terče.

V prostoru nad poslední podestou je světlík pro zajištění dostatečného osvětlení prostoru posledního patra, vstupu na střechu a také požární bezpečnosti chráněné únikové cesty.

### 5.2.7 Výplně otvorů

Všechna okna a balkonové dveře jsou plastová s šesti komorovým profilem a izolačním trojsklem. Součinitel prostupu trojskla je  $U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Součinitel prostupu tepla celého okna nebo balkonových dveří je  $U_w = 0,88 \text{ W/m}^2\text{K}$ .



Obrázek 36 – Profil plastového šestikomorového rámu s trojsklem (28)

### 5.3 KLIMATICKÉ VÝPOČTOVÉ HODNOTY

Místo: Brno

Nadmořská výška: 227 m n.m.

Normální tlak vzduchu: 0,0975 MPa

Letní výpočtová teplota: +29°C (pro návrh zdrojů chladu: +35°C)

Zimní výpočtová teplota: -12°C (dle ČSN EN 12 831)

Počet dnů v otopném období: 222

Průměrná teplota v otopném období: +3,6°C při d12

### 5.4 VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT

Vnitřní teploty jsou voleny v souladu s vyhláškou 194/2007 Sb., která stanovuje pravidla pro navrhování vytápění, dodávku teplé užitkové vody, měrné ukazatele spotřeby tepla a požadavky na regulační zařízení otopných soustav zajišťující dodávku tepelné energie k předávacím prvkům otopných soustav.

Výpočet tepelných ztrát byl proveden obálkovou metodou pro stanovení zdroje tepla. Tepelné ztráty byly stanoveny dle ČSN EN 12 831. Výchozím podkladem byly součinitele ze zadávací dokumentace stavby.

Tepelné zátěže hlavních obytných prostor jsou uvažovány od maximálně tří osob, osvětlení a technologie. Uvažovaná tepelná zátěž na jednu osobu je 50 W.

Potřeba tepla pro ohřev TUV vychází z požadavku profese ZTI. Předpokládá se dohřev kompletního zásobníku 2x800 l během maximálně 90 minut.

Potřeba tepla pro vytápění bytového domu Domino, po započtení zátopové přírážky a výměny vzduchu, je 80 kW a pro ohřev teplé užitkové vody je za potřebí 60 kW. Musí být tedy navržen zdroj tepla s výkonem minimálně 140 kW.

Pro navržení otopných prvků byl proveden výpočet tepelných ztrát přesnou metodou, který byl proveden pro každou vytápěnou místnost v bytovém domě Domino. Pro názornost je níže uvedena tabulka vypočtených hodnot tepelné ztráty referenčního bytu.

Místnost	Teplota v místnosti	Objem místnosti	Podlahová plocha	Tepelná ztráta výměnou vzduchu	Tepelná ztráta prostupem	Celková tepelná ztráta
Obývací pokoj	20 °C	82,9 m <sup>3</sup>	31,3 m <sup>2</sup>	270 W	689 W	1116 W
Koupelna	24 °C	18,4 m <sup>3</sup>	7,0 m <sup>2</sup>	96 W	205 W	368 W
WC	15 °C	6,9 m <sup>3</sup>	2,6 m <sup>2</sup>	13 W	27 W	48 W
Chodba	18 °C	20,7 m <sup>3</sup>	7,8 m <sup>2</sup>	16 W	35 W	62 W
Ložnice	20 °C	39,4 m <sup>3</sup>	14,9 m <sup>2</sup>	107 W	425 W	606 W
Celková tepelná ztráta bytu						2201 W

*Tabulka 14 – Tepelná ztráta bytu č.1*

Pro pokrytí tepelných ztrát jednotlivých místností musí být dále navrženy koncové otopné prvky.

## 5.5 SPOLEČNÉ PRVKY OTOPNÝCH SOUSTAV

### 5.5.1 Potrubní trasy

Potrubní rozvody v kotelně a na hlavních páteřních trasách jsou navrženy z ocelových trubek bezešvých a hladkých spojovaných svařováním. Horizontální rozvody jsou navrženy tak, že budou spádovány směrem ke zdroji tepla, nebo k páteřní stoupačce. Na nejvyšších místech budou potrubní rozvody osazeny automatickými odvzdušňovacími ventily, na nejnižších místech vypouštěcími kohouty. Potrubí je navrženo na konstrukcích sestávajících se z typového upevňovacího materiálu (třmeny, objímky, táhla). Při upevňování potrubí je nutno provést uchycení potrubí přes izolaci tak, aby se zabránilo tepelným mostům.

Veškerá ocelové potrubí a armatury musí být vodivě propojeny. Všechny přírubové spoje budou v rámci dodávky vytápění provedeny s použitím vějířovitých podložek. Požární ucpávky nebo manžety pro prostupy potrubí přes stavební požárně dělící konstrukci.

Potrubí je rozděleno do čtyř potrubních větví přímo na rozdělovači a sběrači. Tyto větve jsou rozděleny na různé spolu související celky. Největší větev je pro napojení všech otopných prvků bytových jednotek. Druhá větev slouží pro vytápění komerčních jednotek v 1.NP a 1.PP. Třetí větev slouží pro vytápění všech společných prostor v bytovém domě a čtvrtá větev slouží pro přípravu teplé užitkové vody.

Pod stropem v 1.PP jsou vedeny hlavní horizontální rozvody a dále vstupují do stoupaček. Na patě každé stoupačky jsou umístěny uzavírací a vypouštěcí armatury.

Potrubí topné vody od stoupacích šachet k otopným tělesům je navrženo z vícevrstvého plastového potrubí PE-RT s lisovanými tvarovkami. Systém Gabotherm bude použit pro vedení horizontálních potrubních tras do DN32 od hlavních páteřních rozvodů. Odolnost tohoto potrubí je do 95°C.

Všechna otopná tělesa budou napojena se spodním rohovým připojením. Tepelná roztažnost potrubí bude řešena vhodným vedením, popřípadě bude potrubí opatřeno ohyby, kompenzacemi pomocí přirozených odskoků podél zdi.

### **5.5.2 Armatury**

V celém rozvodu jsou použity uzavírací kulové kohouty, klapky, filtry, zpětné klapky a vyvažovací armatury. Potrubní rozvody jsou dále doplněny drobnými odvzdušňovacími a měřicími armaturami. Projekt uvažuje s automatickým odvzdušňováním potrubního systému. Systém bude odvzdušněn odvzdušňovacími automaty v nejvyšších bodech potrubního rozvodu. Vypouštění soustavy bude řešeno v blízkosti napojených stoupaček, dále v patách stoupaček.

Vyvažovací ventily jsou navrženy Hycoccon, Hydrocontrol od firmy Oventrop na přívodním potrubí. Pro správné nastavení celého systému je zapotřebí odborného hydraulického zaregulování všech armatur. Toto nastavení musí být provedeno certifikovaným hydraulickým zařízením.

### **5.5.3 Ohřev TUV**

Ve špičkovém období je potřeba tepla pro teplou užitkovou vodu 60 kW. Ohřev teplé užitkové vody je řešen pomocí nerezového zásobníku s nepřímým ohřevem 2x800 l s předávací

plochou 4,56m<sup>2</sup> a se schopností 1612 l L10 při výstupní teplotě 45°C a bude probíhat v přednostním režimu. Kompletní dohřev obou zásobníků by měl být zajištěn během maximálně 90 minut. Ohřev teplé užitkové vody bude probíhat v přednostním režimu v odbočce za hydraulickým vyrovnávačem dynamických tlaků. Pro ohřev je uvažováno s nabíjecím teplotním spádem 65/55°C. Tento ohřev je prioritní. Zásobník bude umístěn v společné místnosti se zdrojem tepla a bude zajišťovat konstantní výstupní teplotu na 50 až 55°C. Zásobníky s nepřímým ohřevem, napojení studené vody, cirkulace, propojení mezi zásobníkem pro přehřev a dohřev je součástí dodávky profese zdravotně technických instalací.

## 5.6 ROZDÍLNÉ PRVKY VARIANT

### 5.6.1 Zdroje tepla

#### *Kaskáda kondenzačních kotlů*

Pro první variantu bylo navržena kaskáda plynových kotlů. Kaskády plynových kotlů jsou nejrozšířenějším zdrojem tepla pro bytové domy.

Pro kaskádu v bytovém domě Domino byly použity kotle Vitodens 200-W, které mají výkon jako jeden kotel od 49 kW až do 150 kW. Plynové kotle Vitodens 200-W se tedy vyrábějí v různých výkonových variantách.

Samostatný kotel Vitodens 200-W					
Rozsah jmenovitého tepelného výkonu					
50/30 °C					
12,0 – 49,0 kW	12,0 – 60,0 kW	20,0 – 80,0 kW	20,0 – 99,0 kW	32,0 – 120,0 kW	32,0 – 150,0 kW
80/60 °C					
10,9 – 44,5 kW	10,9 – 54,4 kW	18,2 – 72,6 kW	18,2 – 90,0 kW	29,1 – 109,1 kW	29,1 – 136,0 kW
Rozměry					
Délka x šířka x výška					
380 x 480 x 850 mm		530 x 480 x 850 mm		690 x 600 x 900 mm	
Hmotnost					
65 kg	65 kg	83 kg	83 kg	130 kg	130 kg
Objem výměníku tepla					
71	71	12,81	12,81	151	151

*Tabulka 15 – Výkonové varianty kotle Viessmann Vitodens 200-W*

Tyto kotle dodatečně využívají tepla odvodu spalin a tím snižuje náklady na vytápění a šetří životní prostředí. Tepelné výměníky v těchto kotlech jsou vyrobeny z ušlechtilé oceli,

kteře poskytují vysoký výkon. Přeměna energie na teplo je dosahována až na hodnotách 98 %. Dodávají se s integrovaným průtokovým ohříváčem nebo s odděleným zásobníkem teplé vody. Tyto vlastnosti se využívají převážně v instalacích s omezeným prostorem, jako jsou například rodinné domy nebo při použití s vlastním zdroji tepla v bytových jednotkách.

Tyto kotle dále využívají ocelové válcové hořáky, které dosahují dlouhé životnosti a zároveň integrované regulace spalování, které automaticky přizpůsobuje spalování. Kotle Vitodens 200-W jsou vybaveny barevným dotykovým displejem.

Kotlové kaskády mají jmenovitý výkon od 98 kW až do 594 kW za předpokladu použití šesti kotlů. Systém automaticky uzpůsobuje chod kotlů podle aktuální potřeby tepla. V jednu chvíli může pracovat jeden kotel modulovaně nebo více kotlů.

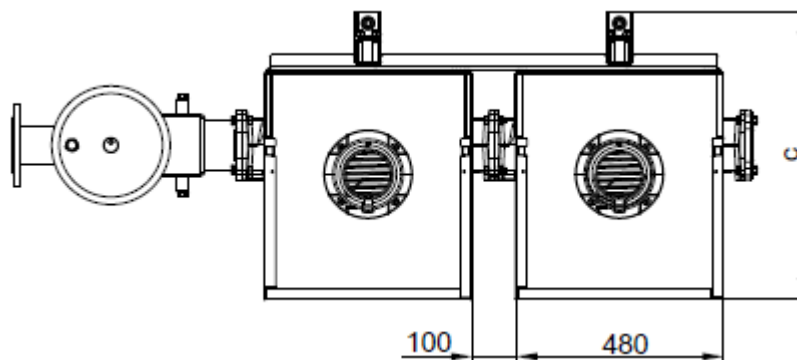
<b>Vitodens 200-W kaskáda</b>					
Rozsah jmenovitého tepelného výkonu					
50/30 °C					
12 – 49 kW	12 – 60 kW	20 – 80 kW	20 – 99 kW	32 – 120 kW	32 – 150 kW
kaskáda dvou kotlů					
12 – 98 kW	12 – 120 kW	20 – 160 kW	20 – 198 kW	–	–
kaskáda tří kotlů					
12 – 147 kW	12 – 180 kW	20 – 240 kW	20 – 297 kW	–	–
kaskáda čtyř kotlů					
12 – 196 kW	12 – 240 kW	20 – 320 kW	20 – 396 kW	–	–
kaskáda pěti kotlů					
12 – 245 kW	12 – 300 kW	20 – 400 kW	20 – 495 kW	–	–
kaskáda šesti kotlů					
12 – 294 kW	12 – 360 kW	20 – 480 kW	20 – 594 kW	–	–

*Tabulka 16 – Výkonové varianty kaskád kotlů Viessmann Vitodens 200-W*

Ovládání kaskádové soustavy zajišťuje kaskádová regulace Vitotronic 300-K, která řídí všechny kotle a propojuje je do jedné topné centrály.

Pro výstavbu kaskádových zařízení se nabízí kompletní vzájemně sladěná systémová technika: regulaci, kompletně tepelně izolované hydraulické kaskády a společný odvod spalin. Jednotlivé kotle se montují přímo na stěnu pomocí montážního rámu. Součástí každého kotle v kaskádě je oběhové čerpadlo, kulový kohout, napouštěcí a vypouštěcí kohout, uzavírací kohout pro připojení kotle na plynovou přípojku, pojistný ventil a tepelná izolace armatur a potrubí, které vede za hydraulické výhybky. Topné médium je vedeno hydraulickou výhybkou přes hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků. Odtud je provedeno napojení rozdělovače/sběrače a vlastního systému.





Obrázek 38 - Kaskáda plynových kotlů s hydraulickou výhybkou (29)

Zdroje tepla se napojují na spalínovou kaskádu, která je řešena koaxiálně včetně sání spalovacího vzduchu. Průměr přípojky každého kotle je 80 mm pro spalínovou část a 125 mm pro přípojku přiváděného vzduchu. Všechny přípojky jsou napojeny do koaxiálního kouřovodu, který má průměr 160/225 mm. Dále bude celý spalínový systém odveden šachtou nad střechu bytového domu. Případný odvod kondenzátu ze spalínového potrubí odvede profese zdravotně technických instalací.

Kotelna bytového domu Domino spadá do kotelen III. kategorie, tedy kotelny s tepelným výkonem od 50 kW do 0,5 MW. Kotelna je umístěna v 1.PP. Pro udržení minimální teploty v zimním období udrží v kotelně jak vlastní tepelná zátěž zařízení, tak přímotopné těleso. Pro udržení maximální teploty 35 °C v letním období bude zajišťovat vzduchotechnické zařízení, které zároveň bude udržovat minimální intenzitu větrání. Je zapotřebí udržet takový stav, aby nedocházelo k provozu kotlů v podtlaku.

Teplotní spád zdrojů tepla je navržen na 65 / 55 °C a při ohřevu teplé užitkové vody 65 / 55 °C. Teplotní spád v přechodném období 65 / 55 °C s ekvitermní regulací, která bude nastavena na 2 – 3 K. Tyto spády jsou navrženy v kondenzačním režimu, které odpovídá optimálnímu vychlazování vratné vody. Zajišťuje tedy vyšší provozní účinnosti zdroje tepla.

### ***Tepelné čerpadlo vzduch-voda***

Pro druhou variantu zdroje tepla bylo zvoleno tepelné čerpadlo Alpha-Innotec LW 310A. V souladu s normou EN14511 jeho topný výkon při venkovní teplotě 2 °C a výstupní teplotě 35 °C je 31 kW za předpokladu chodu dvou kompresorů a 16,8 kW pokud je v chodu pouze jeden kompresor. Objemový průtok vzduchu při maximální tlakové ztrátě je 7800 m<sup>3</sup>/h. Nominální objemový průtok při venkovní teplotě 7 °C a výstupní teplotě 35 °C je 6000 l/h. Maximální objemový průtok je 10 000 l/h.

<b>Systém tepelného čerpadla</b>	vzduch-voda
<b>Typ jednotky</b>	kompaktní
<b>Rozměry jednotky</b>	1258x1779x2127 [mm]
<b>Hmotnost jednotky</b>	573 [kg]
<b>Topný výkon PH ; A2/W35 (dle ČSN EN 14 511)</b>	31.0 [kW]
<b>Topný faktor COP; A2/W35 (dle ČSN EN 14 511)</b>	3.5 [kWt.kWe-1]
<b>Maximální výstupní teplota topné vody</b>	60 [°C]
<b>Typ kompresoru</b>	2xScroll
<b>Možnost regulace výkonu</b>	ano
<b>Způsob regulace výkonu</b>	1 nebo 2 kompresory
<b>Připojení k elektrické síti – (počet fází, napětí, frekvence)</b>	3~/PE/400V/50 Hz
<b>Maximální elektrický příkon (bez bivalentního zdroje)</b>	8.75 [kW]
<b>Integrovaný bivalentní zdroj</b>	ne
<b>Použité chladivo</b>	R404A
<b>Hmotnost chladiva</b>	13.0 [kg]
<b>Hladina akustického dle EN 12 102</b>	59 [dB(A)]

*Tabulka 17 – Technická data tepelného čerpadla Alpha-InnoTec LW 310A*

Připojení na topný okruh je dimenze DN 40. Potrubí pro napojení na otopnou soustavu je nutné vést z tepelného čerpadla rovnou do nezámrzné hloubky. Nutná je ochrana tohoto potrubí v chráničkách a izolacích. Bezprostřední napojení je opatřeno flexibilními hadicemi. Samotný zdroj je naplněný chladivem R404A o objemu 13 l. Odvod kondenzátu zajišťuje hadice o průměru 30 mm. Pro napojení na elektrickou síť je potřeba třífázový jistič s napětím 400 V. Příkon tepelného čerpadla je 8,47 kW při proudu 16,8 A, avšak maximální provozní potřeba proudu je 28 A.

Pro toto teplené čerpadlo je zapotřebí opatřit betonový podstavec a vsakovací plochu v oblasti výfuku vzduchu pro kondenzát, která se nejčastěji dělá z drobného šterku.



*Obrázek 39 – Venkovní TČ vzduch–voda Alpha-InnoTec a regulátor (16)*

Regulaci tepelného čerpadla zajišťuje regulátor Luxtronik 2.0, který je propojen s venkovní jednotkou pomocí řídicího kabelu o délce až 60 m. Regulátor automaticky rozpoznává typ čerpadla a při propojení s dalšími regulátory pak jeden hlavní přístroj ovládá celou soustavu. Samotný přístroj ukládá data stará 48 h s rozlišením jedné minuty, ale je možné soustavu propojit prostřednictvím síťového kabelu s počítačem, takže lze celý systém ovládat externě.

Tepelná čerpadla vzduch-voda se nedoporučují zapojit jako jediný zdroj tepla vzhledem k tomu, že s klesající venkovní teplotou, převážně pod  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , rapidně klesá účinnost čerpadel, především jejich tepelný výkon. Teplotní spád druhé varianty je  $48 / 38\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Při výstupní teplotě  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  a venkovní teplotě  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  zajišťuje výrobce topný výkon jednoho čerpadla pouze 15 kW. Pokud jsou tepelná čerpadla jediným zdrojem tepla, pak je nutné zapojit opravdu mnoho čerpadel a vzhledem k jejich ceně se stává celá otopná soustava velice drahá. Nejčastějším řešením je zapojení bivalentního zdroje tepla. Při rekonstrukcích je nejjednodušší využít stávající zdroj tepla. V případě novostaveb je nejlevnější využití elektrické energie. Vzhledem k použití tepelných čerpadel je sazba elektrické energie levnější a také většinou není zapotřebí zhotovovat přípojku plynu.

### ***Elektrický kotel***

Pro druhou variantu je za potřebí pro snížení vstupních nákladů počítat s bivalentním zdrojem tepla. Při nízkých teplotách je nutné zajistit maximální požadavek potřeby tepla a

vzhledem k nízkých výkonech tepelných čerpadel v teplotách pod  $-10\text{ °C}$  a nízkým tarifům je elektrokotel nejlepší volba. Při extrémních mrazech kolem  $-20\text{ °C}$  mají navržená tepelná čerpadla výkon kolem 15 kW, dohromady mají čtyři čerpadla výkon 60 kW, proto jsem jako bivalentní zdroj tepla navrhl dva elektrokotle Thermana Therm EL 45 s výkonem 45 kW. Dohromady tedy celá soustava zajistí výkon 150 kW, který pokryje maximální stav potřebného výkonu.

<b>Technický popis</b>	Thermana Therm EL 45
<b>Jmenovitý tepelný výkon</b>	45 kW
<b>Minimální regulační stupeň výkonu</b>	5 000 W
<b>Počet stupňů regulace výkonu</b>	9
<b>Jmenovitá proud</b>	66 A
<b>Stupeň elektrického krytí</b>	IP 40
<b>Jmenovité napájecí napětí / frekvence</b>	3 x 400 V / 50 Hz
<b>Maximální jmenovitý proud</b>	3 x 72 A
<b>Maximální výstupní teplota vody</b>	80 °C
<b>Účinnost při jmenovité výkonu</b>	99,5 %
<b>Rozměry</b>	800x475x235 mm
<b>Hmotnost</b>	45 kg

*Tabulka 18 – Technická data elektrického kotle Thermana Therm EL 45*

Elektrokotle se připevňují na zeď pomocí závěsné lišty, zapojeny budou do série před rozdělovač. Přívodní potrubí od kaskády tepelných čerpadel bude zapojeno jako zpáteční potrubí pro elektrokotle. Pokud nebude teplota v tomto potrubí dosahovat potřebné teploty, pak elektrokotle budou fungovat jako dohřev a tepelná čerpadla jako předeřev. Tím se jednoduše zajistí potřebná teplota vody bez složité regulace.

### ***Tepelné čerpadlo země-voda***

Jako s třetím zdrojem tepla pro bytový dům bylo uvažováno tepelné čerpadlo země-voda. Pro tepelné čerpadlo, které získává energii ze země je zapotřebí výměník buď s horizontálním nebo vertikálním výměníkem.

Plocha kolektoru se spočítá jako podíl celkového potřebného výkonu  $Q$  a měrného odebíraného výkonu  $q_e$ .

$$A_{min} = \frac{Q}{q_e}$$

*Rovnice 19 – Výpočet plochy kolektoru (16)*

Celkový potřebný výkon je pro bytový dům Domino 140 kW a měrný odebíraný výkon pro naši lokalitu uvažují vzhledem k zemině na 25W/m<sup>2</sup>. Potřebná plocha kolektoru tedy je:

$$A_{min} = \frac{140\,000}{25} = 5\,600\,m^2$$

*Rovnice 20 – Plocha kolektoru*

Jelikož se bytový dům nachází v hustě zastavěné části města Brna, není možné uvažovat s plošným kolektorem. Na tento kolektor není dostatečný prostor ve dvoře bytového domu.

Jediné možné řešení je použít tento prostor pod parkovacími místy na zemní vrtu. Potřebná délka zemních vrtů se spočítá podle vztahu:

$$L = \frac{Q}{q_e}$$

*Rovnice 21 – Výpočet délky kolektoru (16)*

Dosažením potřebného výkonu do vzorce pro bytový dům Domino, který činí 140kW a vzhledem k místním podmínkám i měrný odebíraná výkon pro zemní vrtu 60W/m.

$$L = \frac{140\,000}{60} = 2\,333\,m$$

*Rovnice 22– Délka kolektoru*

Jelikož se cena jednoho metru vrtu, injektážních směsí a zavedení injektážního potrubí pohybuje kolem 850 Kč/m byla by tedy výsledná cena vrtů téměř dva miliony korun. Cena investice by byla pro bytový dům nepřiměřená a zcela určitě nenávratná.

## 5.6.2 Otopná tělesa

Tepelné spády obou variant jsou navrženy v rozdílu přívodní a vratné vody stejné, tedy 10 K, ale bohužel u varianty tepelných čerpadel je střední hodnota nižší. Průtok v potrubí díky stejnému rozdílu teplot zůstává prakticky stejný a ztráta v potrubí nenabývá velkých rozdílů, tudíž není za potřebí měnit dimenzi potrubí, avšak problém nastává v menším výkonu otopných prvků při rapidně nižší střední hodnotě teploty vody v otopné soustavě. Je tedy za potřebí zvětšit otopné prvky nebo jejich počet.

Na straně do dvora bohužel už výkonově nestačí vertikální otopné prvky, které byly ve variantě s plynovými kotly umístěny vedle francouzských oken na balkóny. Ve druhé variantě

byly nahrazeny podlahovými konvektory, které se umístí přímo před dveře na balkón. Jelikož je za potřebí zajistit pro tyto otopné prvky nejen dodávku teplé vody ale i připojení elektrické energie pro napájení ventilátoru a také regulační prvky pro jeho otáčky, jsou tyto otopné prvky daleko dražší.

## 5.7 INVESTICE JEDNOTLIVÝCH VARIANT

### 5.7.1 Porovnání variant otopných těles

Vzhledem k nižší střední teplotě v otopné soustavě u varianty s tepelnými čerpadly je zapotřebí zvýšit předávací plochu těles nebo vyměnit desková otopná tělesa za podlahové konvektory s ventilátorem. V následující tabulkách jsou uvedeny příklady záměny těles a také zvýšení ceny, která s výměnou souvisí.

<b>Byt č.1</b>			
<b>Varianta 1 - kaskáda plynový kotlů</b>			
Typ OT	Počet	Cena za kus	Cena celkem
22VK-4110	1	4 874 Kč	4 874 Kč
KLC-M 1220x600	1	1 868 Kč	1 868 Kč
22VK-4160	1	5 981 Kč	5 981 Kč
			<b>12 723 Kč</b>
<b>Varianta 2 - kaskáda tepelných čerpadel vzduch-voda</b>			
Typ OT	Počet	Cena za kus	Cena celkem
33VK-4160	1	7 751 Kč	7 751 Kč
KLC-M 1220x600	1	1 868 Kč	1 868 Kč
22VK-4160	1	5 981 Kč	5 981 Kč
FVE 160/11/20	1	12 243 Kč	12 243 Kč
Regulace	1	2 521 Kč	2 521 Kč
Krycí mřížka 20x160	1	2 649 Kč	2 649 Kč
			<b>33 013 Kč</b>

Tabulka 19 – Porovnání cen jednotlivých variant z hlediska otopných prvků pro byt č.1

Z předchozí tabulky je vidět, že pro vytopení první místnosti bylo nutné zvětšit těleso z dvou desek a dvou plechů o délce 1 100 mm ve variantě kaskády plynových kotlů na těleso o skladbě tří desek a tří plechů o délce 1 600 mm. Druhá varianta je tedy na jednom tělese stejného typu, ale větší předávací ploše o 2 877 Kč bez DPH dražší.

Pro pokrytí tepelných ztrát koupelny, kde je navrženo trubkové otopné těleso o výšce 1 222 mm a šířce 600 mm, nebylo nutné otopné těleso zvětšovat, i když výkon tělesa klesnul.

Jelikož v místnosti do ulice je jedno okno s parapetem ve výšce 600 mm od podlahy a druhé okno je francouzského typu s otevíracími dveřmi na balón je tedy možné umístit před toto okno podlahový konvektor. Zvětšení předávací plochy deskového otopného tělesa jako v případě první místnosti by nezajistilo potřebný výkon pro pokrytí potřebného topného výkonu. Proto pod oknem s vysokým parapetem bylo ponecháno stejné deskové otopné těleso o dvou deskách a dvou vnitřních pleších s výškou 400 mm a délkou 1 600 mm a zároveň byl přidán podlahový konvektor s ventilátorem o délce 1 600 mm, šířce 200 mm a hloubce vany 110 mm. Tento konvektor má navíc díky regulaci otáček ventilátoru čtyři hodnoty tepelného výkonu. Při vypnutém ventilátoru, tedy vlastní přirozené konvekci tepla, je výkon konvektoru pouhých 98 W. Při zapnutí ventilátoru na první stupeň má výkon konvektoru 714 W, při druhém stupni 916 W a při třetím 1 119 W. Tento konvektor stojí sám o sobě 12 243 Kč bez DPH, avšak je nutné dokoupit regulaci pro řízení ventilátoru za dalších 2 521 Kč, která obsahuje R-Box pro řízení otáček za 1 001 Kč bez DPH, zdroj stejnosměrného napětí za 1 100 Kč bez DPH a montážní krabici do stěny se zapravením za 420 Kč bez DPH. Poslední položka navíc pro podlahový konvektor je krycí mřížka, kterou je možno dokoupit v různých variantách. Neutrální varianta mřížky z hliníku stojí 2 649 Kč bez DPH. Cena pro pokrytí tepelných ztrát této místnosti je při variantě se zdrojem kaskády tepelných čerpadel vyšší o 17 413 Kč bez DPH.

Celková cena otopných prvků pro pokrytí tepelných ztrát tohoto bytu je ve druhé variantě vyšší o 20 290 Kč bez DPH. Je třeba, ale ještě započítat potrubí a přípojovací armatury pro dopojení druhého otopného tělesa v obývacím pokoji. Celková cena druhé varianty se zvedne ještě o dalších zhruba 800 Kč bez DPH.

Celkové náklady na pořízení otopných ploch pro variantu kaskády plynových kotlů jsou 1 009 518 Kč bez DPH. Náklady na druhou variantu otopných ploch, tedy při kaskádě tepelných čerpadel jsou 1 434 296 Kč bez DPH.

### 5.7.2 Porovnání variant zdrojů tepla

V následující tabulce je přehledně vidět cena zdrojů tepla včetně příslušenství a regulačních prvků, které sbírají data od jednotlivých zdrojů v kaskádě a následně ji regulují.

<b>Zdroje tepla</b>			
<b>Varianta 1 - kaskáda plynový kotlů</b>			
<b>Položka</b>	<b>Počet</b>	<b>Cena za položku</b>	<b>Cena celkem</b>
Plynový kotel Viessmann Vitodens 200-W	3	87 299 Kč	261 897 Kč
Kouřovod a komín	1	76 020 Kč	76 020 Kč

			<b>596 429 Kč</b>
<b>Varianta 2 - kaskáda tepelných čerpadel vzduch-voda</b>			
Položka	Počet	Cena za položku	Cena celkem
Tepelné čerpadlo Alpha-InnoTec LW 310A	4	414 900 Kč	1 659 600 Kč
Regulátor tepelného čerpadla Luxtronik 2.0	4	21 990 Kč	87 960 Kč
Řídící kabel	4	7 890 Kč	31 560 Kč
Elektrický kotel Thermona Therm EL 45	2	28 900 Kč	57 800 Kč
			<b>2 314 912 Kč</b>

*Tabulka 20 – Porovnání cen jednotlivých variant z hlediska zdrojů tepla*

Cena stavebního dílu zdroje tepla pro první variantu se zdrojem tepla jako kaskádou plynových kotlů stojí celkově 596 429 Kč bez DPH. Nejdražší položkou této varianty je samozřejmě nástěnný plynový kotel Viessmann Vitodens 200-W o výkonu 60 kW, který stojí 87 299 Kč bez DPH. Dohromady tedy kaskáda těchto plynových kotlů stojí 261 897 Kč bez DPH. Druhou největší položkou této varianty je kouřovod a komín, který stojí 76 020 Kč bez DPH. Tato položka se samozřejmě ve druhé variantě kaskády tepelných čerpadel vzduch-voda neobjevuje.

Cena stavebního dílu zdroje tepla druhé varianty, tedy pomocí kaskády tepelných čerpadel vzduch-voda je 2 314 912 Kč bez DPH. Vzhledem k tomu, že je zapotřebí při nižších venkovních teplotách, tedy v zimním období, zajistit maximální potřeby tepla je nutné doplnit bivalentní zdroj, proto je druhou největší položkou u druhé varianty elektrický kotel. Cena jednoho kusu je 28 900 Kč bez DPH. Pro zajištění potřebného výkonu jsou nutné ale dva elektrické kotle, tudíž cena bivalentního zdroje tepla pro druhou variantu je 57 800 Kč bez DPH. Nejdražší položkou této varianty jsou samozřejmě tepelná čerpadla vzduch-voda. Cena jednoho čerpadla Alpha-InnoTec LW 310A je 414 900 Kč bez DPH. Každé tepelné čerpadlo je ovládáno regulátorem, který stojí 21 990 Kč bez DPH. Tento regulátor je zapotřebí s čerpadlem propojit řídicím kabelem v hodnotě 7 890 Kč bez DPH. Celková cena jednoho čerpadla s ovládacím prvkem a propojovacím kabelem pro řízení a komunikaci je 444 780 Kč bez DPH. Jelikož pro pokrytí potřeb tepla jsou zapotřebí čtyři tepelná čerpadla je jejich celková cena včetně řídicího systému 1 779 120 Kč bez DPH.

### **5.7.3 Porovnání variant ústředního vytápění**

V následující tabulce je vidět shrnutí jednotlivých stavebních dílů a jejich cen v obou variantách zdrojů tepla.

Stavební díl	Varianta 1 - kaskáda plynový kotlů		Varianta 2 - kaskáda tepelných čerpadel vzduch-voda	
	Cena	Procentuální výše	Cena	Procentuální výše
Zemní práce	135 559 Kč	0,24%	135 559 Kč	0,23%
Piloty	4 917 255 Kč	8,70%	4 917 255 Kč	8,38%
Základy	2 223 952 Kč	3,93%	2 223 952 Kč	3,79%
Svislé a kompletní konstrukce	5 155 565 Kč	9,12%	5 155 565 Kč	8,79%
Konstrukce montované z PREFA dílů	389 601 Kč	0,69%	389 601 Kč	0,66%
Sádkartonové konstrukce	532 367 Kč	0,94%	532 367 Kč	0,91%
Vodorovné konstrukce	7 606 440 Kč	13,45%	7 606 440 Kč	12,96%
Schodiště	281 591 Kč	0,50%	281 591 Kč	0,48%
Komunikace	5 208 Kč	0,01%	5 208 Kč	0,01%
Úpravy povrchů vnitřní	4 141 041 Kč	7,32%	4 141 041 Kč	7,06%
Úpravy povrchů vnější	2 374 981 Kč	4,20%	2 374 981 Kč	4,05%
Podlahy a podlahové konstrukce	1 222 677 Kč	2,16%	1 222 677 Kč	2,08%
Osazování výplní otvorů	357 584 Kč	0,63%	357 584 Kč	0,61%
Lešení a stavební výtahy	373 590 Kč	0,66%	373 590 Kč	0,64%
Dokončovací konstrukce na pozemních stavbách	571 911 Kč	1,01%	571 911 Kč	0,97%
Železobetonové monolitické konstrukce-doplňky	722 850 Kč	1,28%	722 850 Kč	1,23%
Staveništní přesun hmot	1 384 841 Kč	2,45%	1 384 841 Kč	2,36%
Izolace proti vodě	747 212 Kč	1,32%	747 212 Kč	1,27%
Živičné krytiny	992 212 Kč	1,75%	992 212 Kč	1,69%
Izolace tepelné	2 405 208 Kč	4,25%	2 405 208 Kč	4,10%
Zdravotechnická instalace	3 419 226 Kč	6,05%	3 419 226 Kč	5,83%
Vnitřní plynovod	86 883 Kč	0,15%	86 883 Kč	0,15%
<b>Ústřední vytápění</b>	<b>3 450 769 Kč</b>	<b>6,10%</b>	<b>5 591 056 Kč</b>	<b>9,53%</b>
Konstrukce tesařské	42 534 Kč	0,08%	42 534 Kč	0,07%
Konstrukce klempířské	735 301 Kč	1,30%	735 301 Kč	1,25%
Konstrukce truhlářské	1 791 589 Kč	3,17%	1 791 589 Kč	3,05%
Konstrukce zámečnické	1 099 589 Kč	1,94%	1 099 589 Kč	1,87%
Otvorové prvky z plastu	1 351 475 Kč	2,39%	1 351 475 Kč	2,30%
Konstrukce systémové z Alu profilů	849 549 Kč	1,50%	849 549 Kč	1,45%
Podlahy z dlaždic a obklady	735 399 Kč	1,30%	735 399 Kč	1,25%
Podlahy vlysové a parketové	1 137 260 Kč	2,01%	1 137 260 Kč	1,94%
Podlahy ze syntetických hmot	14 020 Kč	0,02%	14 020 Kč	0,02%
Obklady keramické	479 584 Kč	0,85%	479 584 Kč	0,82%
Nátěry	33 886 Kč	0,06%	33 886 Kč	0,06%
Malby	364 191 Kč	0,64%	364 191 Kč	0,62%
Elektromontáže	2 121 204 Kč	3,75%	2 121 204 Kč	3,61%
Montáž slaboproudé techniky	451 362 Kč	0,80%	451 362 Kč	0,77%
Měření a regulace	315 563 Kč	0,56%	315 563 Kč	0,54%
Montáže vzduchotechnických zařízení	713 948 Kč	1,26%	713 948 Kč	1,22%
Montáže dopravních zařízení - výtahy a plošiny	808 970 Kč	1,43%	808 970 Kč	1,38%

Stavební díl	Varianta 1 - kaskáda plynových kotlů		Varianta 2 - kaskáda tepelných čerpadel vzduch-voda	
	Cena	Procentuální výše	Cena	Procentuální výše
<b>CELKEM OBJEKT</b>	<b>56 543 947 Kč</b>	<b>100,00%</b>	<b>58 684 234 Kč</b>	<b>100,00%</b>

Tabulka 21 – Rekapitulace stavebních dílů bytového domu Domino

V rekapitulaci objektu bytového domu je vidět, že se procentuálně první varianta s kaskádou plynových kotlů na hodnotě celého objektu podílí 6,1 %, když cena této varianty je 3 450 769 Kč bez DPH. Varianta se zdrojem tepla pomocí tepelných čerpadel vzduch-voda se díky své ceně 5 591 056 Kč bez DPH se na celkové ceně objektu bytového domu Domino podílí 9,53 %.

#### 5.7.4 Vliv variant na celkovou cenu stavebních objektů a provozních souborů

V následujících tabulkách je vidět celková cena budovy bytového domu Domino a jeho procentuálním poměru vůči ostatním částem stavby.

Název objektu / provozního souboru	Cena celkem	Základ pro DPH	DPH celkem	%
BUDOVA BD	70 812 813 Kč	58 522 986 Kč	12 289 827 Kč	90,6
PŘÍPOJKA VODY	185 522 Kč	153 324 Kč	32 198 Kč	0,2
PŘÍPOJKA KANALIZACE	323 278 Kč	267 172 Kč	56 106 Kč	0,4
PŘÍPOJKA PLYNU	181 115 Kč	149 682 Kč	31 433 Kč	0,2
PŘÍPRAVA ÚZEMÍ A HTÚ	2 115 472 Kč	1 748 324 Kč	367 148 Kč	2,7
ZPEVNĚNÉ PLOCHY	1 897 238 Kč	1 567 965 Kč	329 273 Kč	2,4
OPLOCENÍ	888 999 Kč	734 710 Kč	154 289 Kč	1,1
SADOVÉ ÚPRAVY	220 498 Kč	182 230 Kč	38 268 Kč	0,3
VENKOVNÍ ROZVODY KANALIZACE	1 137 925 Kč	940 434 Kč	197 491 Kč	1,5
VENKOVNÍ ROZVODY VODY	361 089 Kč	298 421 Kč	62 668 Kč	0,5
<b>Celkem za stavbu</b>	<b>78 123 950 Kč</b>	<b>64 565 248 Kč</b>	<b>13 558 702 Kč</b>	<b>100,0</b>

Tabulka 22 – Rekapitulace stavebních objektů pro variantu kaskády plynových kotlů

V předchozí tabulce je vidět, že celková hodnota budovy bytového domu Domino včetně DPH je 70 812 813 Kč, tvoří tedy 90,6 % celkové hodnoty stavby. Přípojka plynu, která se je jedním z částí stavby pro variantu se zdrojem tepla pomocí kaskády plynových kotlů, tvoří 0,2 % z celkové částky, tedy 181 115 Kč.

Název objektu / provozního souboru	Cena celkem	Základ pro DPH	DPH celkem	%
BUDOVA BD	73 493 201 Kč	60 738 183 Kč	12 755 108 Kč	91,2
PŘÍPOJKA VODY	185 522 Kč	153 324 Kč	32 198 Kč	0,2

PŘÍPOJKA KANALIZACE	323 278 Kč	267 172 Kč	56 106 Kč	0,4
PŘÍPOJKA PLYNU - ZRUŠENA	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0,0
PŘÍPRAVA ÚZEMÍ A HTÚ	2 115 472 Kč	1 748 324 Kč	367 148 Kč	2,6
ZPEVNĚNÉ PLOCHY	1 897 238 Kč	1 567 965 Kč	329 273 Kč	2,4
OPLOCENÍ	888 999 Kč	734 710 Kč	154 289 Kč	1,1
SADOVÉ ÚPRAVY	220 498 Kč	182 230 Kč	38 268 Kč	0,3
VENKOVNÍ ROZVODY KANALIZACE	1 137 925 Kč	940 434 Kč	197 491 Kč	1,4
VENKOVNÍ ROZVODY VODY	361 089 Kč	298 421 Kč	62 668 Kč	0,4
<b>Celkem za stavbu</b>	<b>80 623 223 Kč</b>	<b>66 630 763 Kč</b>	<b>13 992 460 Kč</b>	<b>100,0</b>

Tabulka 23 – Rekapitulace stavebních objektů pro variantu kaskády tepelných čerpadel vzduch-voda

Druhá varianta je na ceně budovy dražší o 2 215 197 Kč s DPH. Tento rozdíl dělá na celkovém podílu stavby 0,6 %. Je to zapříčiněno nejen vyšší cenou varianty zdroje tepla, tedy ústředního vytápění jako celku, ale i vlivem zrušení přípojky plynu, která není pro variantu s požitím tepelných čerpadel potřeba.

## 5.8 PROVOZNÍ NÁKLADY JEDNOTLIVÝCH VARIANT

Vzhledem k tomu, že mezi oběma variantami není rozdíl ve spotřebě tepla, protože se varianty neliší například v zateplení nebo ve spotřebě teplé užitkové vody jsou jejich vstupní hodnoty stejné. Roční spotřeba tepla na vytápění je 233,71 MWh a na výrobu teplé užitkové vody je 99,98 MWh.

### 5.8.1 Náklady na dodávku energie první varianty

Roční spotřeba	ÚT	233,71	MWh
	TUV	99,98	mWh
Cena za MWh plynu		906,10	Kč
ÚT	Roční spotřeba	233,71	MWh
	Cena spotřeby za rok	211 761,64	Kč
TUV	Roční spotřeba	99,98	MWh
	Cena spotřeby za rok	90 589,34	Kč
Celková cena spotřeby za rok		302 350,98	Kč
Cena za kapacitu 1000m <sup>3</sup>		254 143,31	Kč
Cena za přípojku		69 897,82	Kč
Celková cena za rok		372 248,80	Kč

Tabulka 24 – Cena roční spotřeby plynu

Průměrná cena za jednu MWh plynu v Brně je dnes při spotřebě nad 300 MWh za rok 906,10 Kč. Roční spotřeba na výrobu tepla pro vytápění bytového domu tedy dnes stojí 211 762 Kč. Cena za rok na ohřev teplé užitkové vody pro potřeby bytového domu Domino je

90 589 Kč. Po sečtení dostaneme cenu za celkovou spotřebu na výrobu teplé vody jak pro vytápění, tak pro ohřev teplé užitkové vody. Celková spotřeba je tedy 302 351 Kč. Další vstupní hodnotou, která vstupuje do výpočtu celkové ceny dodané energie je cena pevná složka, tedy u vytápění plynem je to cena za kapacitu přípojky. Dodavatelé plynu udávají hodnotu, která je průměrně ve výši 254 143,31 Kč za 1000 m<sup>3</sup> kapacity přípojky. Pro orientační přepočtení objemu spotřebovaného zemního plynu z m<sup>3</sup> na MWh se používá koeficient: 1 m<sup>3</sup> = 0,01055 MWh. Výpočet celkové roční ceny za přípojku plynu se stanoví podle vzorce:

$$(roční\ spotřeba \times cena\ za\ MWh) + \left( \frac{roční\ spotřeba\ v\ 1\ 000\ m^3}{115} \times cena\ za\ kapacitu\ 1\ 000\ m^3 \right)$$

*Rovnice 23 – Výpočet celkové roční ceny za přípojku plynu*

Po dosazení do tohoto vzorce vychází roční cena za přípojku 69 898 Kč. Při sečtení pevné částky a vlastní roční ceny za spotřebu plynu dostaneme celkovou cenu 372 249 Kč za rok při variantě zdroje tepla pomocí kaskády plynových kotlů pro bytový dům Domino.

### 5.8.2 Náklady na dodávku energie druhé varianty

Při vytápění pomocí tepelných čerpadel, elektrokotli musíme brát na vědomí, že elektřina je dodávána ve dvou tarifech, a to ve vysokém a nízkém. Jejich cena a doba trvání v průběhu dne se mění podle toho, jakým typem zdroje tepla je objekt vytápěn. Pro vytápění pomocí tepelných čerpadel je sazba označena jako D 57d. Je to tarif s odběrným místem vytápěným pomocí mimo jiné systémem tepelných čerpadel. Denně je dodávána elektřina v nízkém tarifu po dobu minimálně 20 hodin.

Roční spotřeba	ÚT	233,71	MWh	
	TUV	99,98	MWh	
Vysoký tarif	Cena za MWh		130,30 Kč	
	Počet hodin tarifu za den		4 hod	
	ÚT	Roční spotřeba	38,95	MWh
		Cena spotřeby za rok	5 075,33	Kč
	TUV	Roční spotřeba	16,66	MWh
		Cena spotřeby za rok	2 171,17	Kč
	Celková cena za rok		7 263,16	Kč
	Nízký tarif	Cena za MWh elektřiny		120,10 Kč
Počet hodin tarifu za den		20 hod		
ÚT		Roční spotřeba	194,76	MWh
		Cena spotřeby za rok	23 390,15	Kč
TUV		Roční spotřeba	83,31	MWh

		Cena spotřeby za rok	10 006,05	Kč
	Celková cena za rok		33 479,51	Kč
Celková cena spotřeby za rok			40 742,68	Kč
Cena hlavního jističe za		měsíc	10 164,00	Kč
		rok	121 968,00	Kč
Celková cena za rok			162 710,68	Kč

*Tabulka 25 – Cena roční spotřeby elektřiny*

Průměrná cena vysokého tarifu v Brně při této sazbě je v dnešní době 130,3 Kč za MWh a pro nízký tarif je cena 120,1 Kč za MWh. Pokud budeme počítat, že každý den bude spotřeba energie rovnoměrně rozložena a dodavatel bude vysoký tarif dodávat 4 hodiny denně, pak cena spotřeby za rok v tomto tarifu pro vytápění bude 5 075 Kč a pro ohřev teplé užitkové vody bude 2 171 Kč. Po sečtení cen za spotřebu ve vysokém tarifu je částka 7 263 Kč.

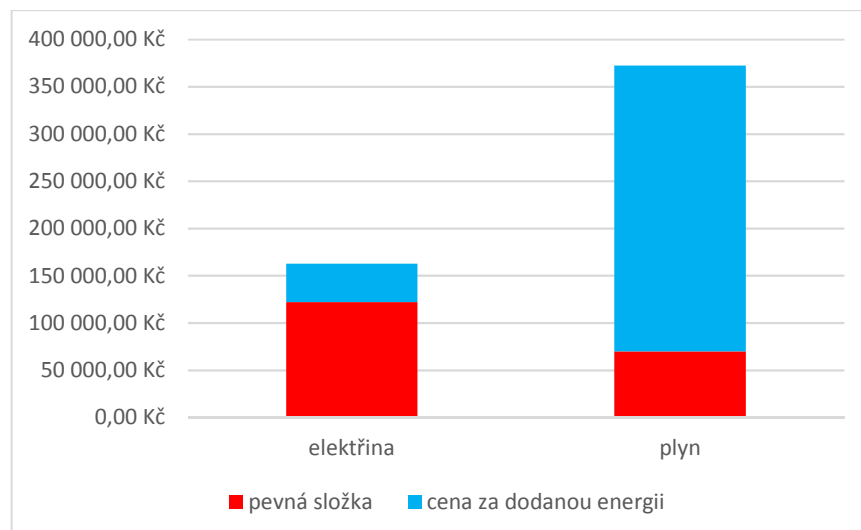
Po zbylý čas dne, tedy po dobu 20 hodin bude dodávaná elektřina v nízkém tarifu za cenu zmiňovaných 120,1 Kč za MWh. Roční spotřeba pro vytápění v nízkém tarifu bude 194,76 MWh a pro ohřev teplé užitkové vody bude 83,31 MWh. Cena za spotřebu po vynásobení ceny a roční spotřeby je pro vytápění v nízkém tarifu 23 390 Kč a pro ohřev teplé užitkové vody 10 006 Kč. Celková cena za dodanou elektřinu v nízkém tarifu je 33 480 Kč.

Sečtené ceny za spotřeby v obou tarifech, dají hodnotu 40 743 Kč za rok. Pro připojení celé tepelné soustavy je zapotřebí jistič větší než třífázový s proudem nad 160 A je tedy cena měsíčního nájmu 10 164 Kč. Roční pevná složka varianty zdroje tepla pomocí tepelných čerpadel je 121 968 Kč.

Pokud se sečte roční pevnou složku s celkovou cenou za spotřebu pro vytápění a ohřev teplé užitkové vody obou tarifů, je celková cena ve výši 162 711 Kč za rok pro variantě zdroje tepla pomocí kaskády tepelných čerpadel pro bytový dům Domino.

### **5.8.3 Porovnání nákladů na dodávku energií obou variant**

V následujícím grafu je vidět porovnání ceny za roční spotřebu energií a ceny pevných složek, které jsou spojená s nájmem hlavního jističe, resp. kapacity plynové přípojky.



*Graf 1 – Graf spotřeby jednotlivých variant zdroje tepla*

Z grafu vyplývá, že pevná složka za dodávku elektrické energie pro vytápění a ohřev teplé užitkové vody při variantě zdroje tepla pomocí kaskády tepelných čerpadel je 1,7 krát násobně vyšší, než kterou majitel zaplatí za kapacitu plynové přípojky při variantě zdroje tepla pomocí kaskády plynových kotlů. Naopak cena za dodanou energii je u varianty s plynovými kotly 7,4 krát násobně vyšší, než u varianty s tepelnými čerpadly. Pokud se sečte cena za pevné složky a cena za dodanou energii obou variant získá se výsledek, že roční náklady na dodávku energií jsou téměř 2,3 krát násobně vyšší u varianty s kaskádou plynových kotlů než u varianty s kaskádou tepelných čerpadel.

#### 5.8.4 Výpočet návratnosti

Z hlediska investora bytového domu je určitě nejdůležitější zisk z prodeje nebo popřípadě nájmu. Pokud by majitel bytový dům neprodával buď jako celek nebo po jednotlivých bytových jednotkách může počítat s návratností investice, pokud jako zdroj tepla použije variantu kaskády tepelných čerpadel, která je o 2 408 632 Kč vyšší než u kaskády plynových kotlů. Vzhledem k nižším nákladům na vytápění a ohřev teplé užitkové vody varianty se zdrojem tepla pomocí kaskády tepelných čerpadel, které jsou o 209 538 Kč ročně nižší, se investice vrátí v průběhu dvanáctého roku. Tento fakt je zvýrazněn v následující tabulce návratnosti.

		Kaskáda plynových kotlů	Kaskáda TČ vzduch-voda
Pořizovací náklady		4 175 431 Kč	6 584 063 Kč
Cena energií za rok		372 249 Kč	162 711 Kč
Pořizovací náklad	po 1. roce	4 547 680 Kč	6 746 774 Kč
	po 2. roce	4 919 929 Kč	6 909 484 Kč

	Kaskáda plynových kotlů	Kaskáda TČ vzduch-voda
po 3. roce	5 292 177 Kč	7 072 195 Kč
po 4. roce	5 664 426 Kč	7 234 906 Kč
po 5. roce	6 036 675 Kč	7 397 616 Kč
po 6. roce	6 408 924 Kč	7 560 327 Kč
po 7. roce	6 781 173 Kč	7 723 038 Kč
po 8. roce	7 153 421 Kč	7 885 748 Kč
po 9. roce	7 525 670 Kč	8 048 459 Kč
po 10. roce	7 897 919 Kč	8 211 170 Kč
po 11. roce	8 270 168 Kč	8 373 881 Kč
po 12. roce	8 642 417 Kč	8 536 591 Kč
po 13. roce	9 014 665 Kč	8 699 302 Kč

Tabulka 26 – Návratnost kaskády tepelných čerpadel vzduch-voda

V pořizovacích nákladech na zhotovení ústředního vytápění varianty se zdrojem tepla pomocí kaskády plynových čerpadel jsou zahrnuty i náklady na zhotovení plynové přípojky, která není ve druhé variantě s použitím tepelných čerpadel potřeba.

## 5.9 POROVNÁNÍ VÝNOSNOSTI INVESTICE PŘI PRODEJI BYTOVÉHO DOMU

Pro porovnání návratnosti bytového domu při prodeji je nutné znát obvyklou cenu, za kterou se v Brně prodávají bytové domy, jelikož se ale v této době se bytové domy jako celky neprodávají byla vytvořena databáze prodeje bytových a komerčních jednotek, které jsou porovnatelné s jednotkami v posuzovaném bytovém domě Domino. Následně bylo pro tyto databáze provedeno přímé porovnání s referenčními jednotkami bytového domu.

### 5.9.1 Přímé porovnání prodejů komerčních jednotek

V 1.NP a částečně i v 1.PP bytového domu Domino se nacházejí dvě komerční jednotky. Velikost větší komerční jednotky je 120 m<sup>2</sup>. Tudíž byla vytvořena databáze komerčních jednotek k prodeji, které mají přibližně stejnou podlahovou plochu a zároveň se nacházejí v objektech novostaveb postavených v Brně. Index odlišnosti byl složen z osmi koeficientů úpravy.

- K1 – Koeficient úpravy na velikost jednotky, který zohledňuje podlahovou plochu jednotky.

- K2 – Koeficient úpravy na lokalitu, který zohledňuje lokalitu jednotky vzhledem k centru města Brna a tím i dopravní dostupnost městskou hromadnou dopravou od centra Brna.
- K3 – Koeficient úpravy na vybavení, příslušenství.
- K4 – Koeficient úpravy na parkování pro zákazníky.
- K5 – Koeficient úpravy na parkování v ceně, který upravuje možnost parkovní pro majitele komerční jednotky
- K6 – Koeficient úpravy na dopravní dostupnost, který zohledňuje dopravní dostupnost vlastním dopravním prostředkem, vliv hustoty dopravy v jejím okolí.
- K7 – Koeficient úpravy na patro, kde se jednotka v objektu nachází.
- K8 – Koeficient úpravy na úvahu znalce.

Č.	Lokalita	Podlahová plocha jednotky v m <sup>2</sup>	Cena jednotky	Cena jednotky za m <sup>2</sup>	IO	Cena oceňované jednotky za m <sup>2</sup>
1	Veveří - Lidická	122	6 710 000 Kč	55 000 Kč	0,95	51 248 Kč
2	Královo Pole - Mojžírovo náměstí	117	3 976 000 Kč	33 983 Kč	1,26	42 032 Kč
3	Bystřec - Říčanská	107	4 300 000 Kč	40 187 Kč	1,32	52 083 Kč
4	Líšeň - Houbalova	127	2 678 800 Kč	21 093 Kč	2,48	51 187 Kč
Průměrná cena za m <sup>2</sup>						49 137 Kč

*Tabulka 27 – Přímé porovnání prodejů komerčních prostor*

Z výše uvedené zkrácené tabulky přímého porovnání je vidět, že první tři komerční jednotky jsou přibližně stejné kvality jako posuzovaná. Nevýhodou třetí komerční jednotky v Bystřci je její poloha vůči centru Brna. Čtvrtá komerční jednotka v Líšni je sice v objektu novostavby, avšak interiér je ve stádiu hrubé stavby. Je tedy zapotřebí velkých finančních prostředků pro dokončení stavby pro užívání.

Výsledná průměrná cena při prodeji komerční jednotky v novostavbě a zároveň v Brně je 49 137 Kč za m<sup>2</sup>.

### **5.9.2 Přímé porovnání prodejů bytových jednotek dispozice 2+kk a 3+kk**

V objektu bytového domu Domino se nachází 26 bytových jednotek dvou různých dispozic. Od 2.NP do 7.NP se nachází 24 bytových jednotek dispozice 2+kk. Průměrná podlahová plocha bytu je 64 m<sup>2</sup>. V 8.NP se nacházejí dva byty s dispozicí 3+kk. Pro porovnání byl použit byt s menší podlahovou plochou. Pro stanovení obvyklé ceny bytových jednotek těchto typu byla sestavena databáze bytových jednotek v brněnských novostavbách s přibližně stejnou podlahovou plochou, jako mají byty této dispozice v bytovém domě Domino. Pro

stanovení průměrné ceny za m<sup>2</sup> podlahové plochy, za kterou se v dnešní době prodávají byty v Brně, byly výsledné databáze použity pro sestavení přímého porovnání s referenčními byty. Index odlišnosti jednotlivých bytů byl stanoven z následujících osmi koeficientů úpravy:

- K1 – Koeficient úpravy na velikost bytu, který zohledňuje podlahovou plochu bytu.
- K2 – Koeficient úpravy na lokalitu, který zohledňuje lokalitu jednotky vzhledem k centru města Brna a tím i dopravní dostupnost městskou hromadnou dopravou od centra Brna.
- K3 – Koeficient úpravy na vybavení bytu.
- K4 – Koeficient úpravy na balkon, lodžii.
- K5 – Koeficient úpravy na parkování v ceně, který upravuje možnost parkovní na parkovacím stání, které buď patří k bytu, lze dokoupit nebo musí majitel bytu parkovat na ulici u domu.
- K6 – Koeficient úpravy na dopravní dostupnost, který zohledňuje dopravní dostupnost vlastním dopravním prostředkem, vliv hustoty dopravy v jejím okolí.
- K7 – Koeficient úpravy na příslušenství, který zohledňuje, jestli je v příslušenství bytu sklep, zdali se nachází v domě výtah, atd.
- K8 – Koeficient úpravy na úvahu znalce.

Č.	Lokalita	Podlahová plocha jednotky v m <sup>2</sup>	Cena jednotky	Cena jednotky za m <sup>2</sup>	IO	Cena oceňované jednotky za m <sup>2</sup>
1	Husovice - Soběšická	58	3 390 000 Kč	58 448 Kč	1,05	60 061 Kč
2	Černá Pole - Jugoslávská	51	3 685 000 Kč	72 255 Kč	1,24	87 477 Kč
3	Zábřdovice - Mlýnská	52	3 400 000 Kč	65 385 Kč	1,13	72 412 Kč
4	Veveří - Konečné náměstí	65	4 188 000 Kč	64 431 Kč	1,17	73 824 Kč
5	Trnitá - Křenová	65	3 503 208 Kč	53 896 Kč	1,11	58 836 Kč
6	Bystrc - Říčanská	65	3 790 000 Kč	58 308 Kč	1,21	69 351 Kč
7	Staré Brno - Hybešova	69	3 557 000 Kč	51 551 Kč	1,02	51 371 Kč
8	Starý Lískovec - U Leskavy	52	3 590 000 Kč	69 038 Kč	1,16	78 667 Kč
9	Trnitá - Rumiště	58	3 513 135 Kč	60 571 Kč	1,22	72 152 Kč
10	Černá Pole - Jugoslávská	70	4 365 000 Kč	62 357 Kč	1,01	61 503 Kč
11	Štýřice - Vídeňská	57	3 825 000 Kč	67 105 Kč	1,17	76 876 Kč
12	Černovice - Řehořova	58	3 470 355 Kč	59 834 Kč	1,12	65 953 Kč
13	Židenice - Gajdošova	60	3 950 200 Kč	65 837 Kč	1,14	73 294 Kč
Průměrná cena za m <sup>2</sup>						69 367 Kč

Tabulka 28 – Přímé porovnání prodejů bytů 2+kk

Č.	Lokalita	Podlahová plocha jednotky v m <sup>2</sup>	Cena jednotky	Cena jednotky za m <sup>2</sup>	IO	Cena oceňované jednotky za m <sup>2</sup>
1	Komín - Podveská	80	5 950 000 Kč	74 375 Kč	1,04	75 706 Kč
2	Černá Pole - Milady Horákové	77	4 550 000 Kč	59 091 Kč	1,05	60 780 Kč
3	Černovice - Charbulova	77	4 300 000 Kč	55 844 Kč	1,23	67 066 Kč
4	Zábrdovice - Mlýnská	72	4 900 000 Kč	68 056 Kč	1,08	72 005 Kč
5	Nový Lískovec - Petr Křivky	78	5 330 000 Kč	68 333 Kč	1,11	74 566 Kč
6	Zábrdovice - Mlýnská	80	5 250 000 Kč	65 625 Kč	1,01	64 872 Kč
7	Zábrdovice - Zábrdovická	80	5 270 000 Kč	65 875 Kč	0,93	60 147 Kč
8	Nový Lískovec - Kamínky	77	5 230 000 Kč	67 922 Kč	1,05	69 815 Kč
9	Starý Lískovec - U Leskavy	80	4 999 000 Kč	62 488 Kč	1,03	62 938 Kč
10	Černá Pole - Milady Horákové	77	5 030 000 Kč	65 325 Kč	1,04	66 514 Kč
Průměrná cena za m <sup>2</sup>						67 441 Kč

*Tabulka 29– Přímé porovnání prodeje bytů 3+kk*

Při zpracování databáze bylo zjištěno, že celkovou cenu bytu ovlivňuje nejvíce velikost bytu, avšak na jednotkové ceně to není patrné. Jednotkovou cenu neovlivňují ani faktory jako je lokalita, vybavenost ani parkovací stání, které je převážně v centru města Brna velice cenné, Převážná většina bytu se nabízí pouze s možností dokoupení parkovacího stání ve dvorech bytových domů nebo garážového stání v podzemních garážích.

Průměrná cena za m<sup>2</sup> bytové jednotky s dispozicí 2+kk je 69 367 Kč a s dispozicí 3+kk je průměrná cena 67 441 Kč.

### 5.9.3 Prodejní cena bytového domu

Jelikož se v dnešní době neprodávají celé bytové domy, byla stanovena prodejní cenu pomocí databází a následného přímého porovnání za předpokladu, že by se celý bytový dům prodal po jednotlivých bytech a komerčních jednotkách. V následující tabulce byly sestaveny potenciaální prodejní ceny jednotlivých bytů na základě jejich dispozice, podlahové plochy a jednotkové ceny zjištěné pomocí přímého porovnání.

Název jednotky	Typ	Podlaží	Plocha v m <sup>2</sup>	Cena za m <sup>2</sup>	Cena za jednotku
Komerční jednotka č.1	KJ	1.NP	120,1	49 137 Kč	5 901 405 Kč
Komerční jednotka č.2	KJ	1.NP	32,4	49 137 Kč	1 592 053 Kč
Byt č.1	2+kk	2.NP	59,8	69 367 Kč	4 148 174 Kč
Byt č.2	2+kk	2.NP	63,9	69 367 Kč	4 432 581 Kč
Byt č.3	2+kk	2.NP	52,9	69 367 Kč	3 669 539 Kč
Byt č.4	2+kk	2.NP	67,1	69 367 Kč	4 654 557 Kč
Byt č.5	2+kk	3.NP	59,8	69 367 Kč	4 148 174 Kč
Byt č.6	2+kk	3.NP	63,9	69 367 Kč	4 432 581 Kč
Byt č.7	2+kk	3.NP	52,9	69 367 Kč	3 669 539 Kč
Byt č.8	2+kk	3.NP	67,1	69 367 Kč	4 654 557 Kč

Název jednotky	Typ	Podlaží	Plocha v m <sup>2</sup>	Cena za m <sup>2</sup>	Cena za jednotku
Byt č.9	2+kk	4.NP	59,8	69 367 Kč	4 148 174 Kč
Byt č.10	2+kk	4.NP	63,9	69 367 Kč	4 432 581 Kč
Byt č.11	2+kk	4.NP	52,9	69 367 Kč	3 669 539 Kč
Byt č.12	2+kk	4.NP	67,1	69 367 Kč	4 654 557 Kč
Byt č.13	2+kk	5.NP	59,8	69 367 Kč	4 148 174 Kč
Byt č.14	2+kk	5.NP	63,9	69 367 Kč	4 432 581 Kč
Byt č.15	2+kk	5.NP	52,9	69 367 Kč	3 669 539 Kč
Byt č.16	2+kk	5.NP	67,1	69 367 Kč	4 654 557 Kč
Byt č.17	2+kk	6.NP	52,8	69 367 Kč	3 662 602 Kč
Byt č.18	2+kk	6.NP	56,9	69 367 Kč	3 947 009 Kč
Byt č.19	2+kk	6.NP	55,6	69 367 Kč	3 856 831 Kč
Byt č.20	2+kk	6.NP	60,1	69 367 Kč	4 168 985 Kč
Byt č.21	2+kk	7.NP	44,9	69 367 Kč	3 114 599 Kč
Byt č.22	2+kk	7.NP	49,0	69 367 Kč	3 399 006 Kč
Byt č.23	2+kk	7.NP	48,0	69 367 Kč	3 329 638 Kč
Byt č.24	2+kk	7.NP	52,2	69 367 Kč	3 620 982 Kč
Byt č.25	3+kk	8.NP	79,8	67 441 Kč	5 381 782 Kč
Byt č.26	3+kk	8.NP	86,3	67 441 Kč	5 820 148 Kč
Celková cena obvyklá					115 414 441 Kč

*Tabulka 30 – Prodejní cena bytového domu Domino*

Celková prodejní cena bytového domu Domino, stanovená pomocí databází a přímých porovnání po jednotlivých dispozičních řešení bytů a komerčních jednotek, je 115 414 441 Kč.

#### 5.9.4 Porovnání výnosnosti investice při prodeji bytového domu

V následující tabulce je možné vidět srovnání výnosnosti prodeje bytového domu Domino při různých variantách zdrojů tepla.

Celková prodejní cena BD Domino	115 414 441 Kč	Výnos varianty
Požizovací cena varianty s kaskádou plynových kotlů	78 123 950 Kč	37 290 492 Kč
Požizovací cena varianty s kaskádou tepelných čerpadel vzduch-voda	80 623 223 Kč	34 791 219 Kč

*Tabulka 31 – Výnosnost investice při okamžité prodeji bytového domu*

Jelikož se při prodeji bytových domů, resp. bytových jednotek nebo komerčních jednotek, mezi faktory ovlivňující cenu nevstupují zdroje tepla na vytápění a ohřev teplé užitkové vody, není důležité, jaký zdroj tepla je v objektu použit. Pro investora, který postaví bytový dům za účelu okamžitého zisku prostřednictvím prodeje, je výhodnější tento bytový dům postavit s levnějším zdrojem tepla, zpravidla však s vyššími provozními náklady.

## 5.10 POROVNÁNÍ VÝNOSNOSTI INVESTICE PŘI PRONÁJMU BYTOVÉHO DOMU

Pro sestavení výnosové hodnoty bytového domu je nutné znát obvyklou cenu, za kterou se v Brně pronajímají bytové domy, jelikož se ale v této době se bytové domy jako celky nepronajímají, byla vytvořena databáze pronájmů bytových a komerčních jednotek, které jsou porovnatelné s jednotkami v mnou zkoumaném bytovém domě Domino. Následně bylo provedeno pro tyto databáze přímé porovnání s referenčními jednotkami bytového domu.

### 5.10.1 Přímé porovnání pronájmů komerčních jednotek

V bytovém domě Domino se nachází dvě komerční jednotky. Velikost větší komerční jednotky je 120 m<sup>2</sup>. Byla tedy vytvořena databáze komerčních jednotek k pronájmu, které mají přibližně stejnou podlahovou plochu a zároveň se nacházejí v objektech novostaveb postavených v Brně. Index odlišnosti je součinem z osmi koeficientů úpravy o stejném složení jako v kapitole přímého porovnání komerčních jednotek určených k prodeji.

Č.	Lokalita	Podlahová plocha jednotky v m <sup>2</sup>	Cena jednotky	Cena jednotky za m <sup>2</sup>	IO	Cena oceňované jednotky za m <sup>2</sup>
1	Štýřice - Vídeňská	113	25 000 Kč	221 Kč	1,36	295 Kč
2	Štýřice - Vídeňská	120	34 800 Kč	290 Kč	1,13	320 Kč
Průměrná cena za m <sup>2</sup>						308 Kč

Tabulka 32 – Přímé porovnání pronájmů komerčních prostor

Z výše uvedené zkrácené tabulky přímého porovnání vyplývá, že komerční jednotky jsou přibližně stejného stavu, avšak první komerční porovnávací prostor je uzpůsobený pro potravinářský obchod, tudíž jeho využití, bez velkých stavebních úprav, je celkem omezený.

Průměrná cena za m<sup>2</sup> pronájmu komerční jednotky je podle přímého porovnání 308 Kč.

### 5.10.2 Přímé porovnání pronájmů bytových jednotek dispozice 2+kk a 3+kk

V objektu bytového domu Domino se nachází 26 bytových jednotek dvou různých dispozic. Od 2.NP do 7.NP se nachází 24 bytových jednotek dispozice 2+kk. Pro sestavení přímého porovnání bylo uvažováno se stejnou hodnotou podlahové plochy, jako při porovnání prodeju bytových jednotek, tedy 64 m<sup>2</sup>. V 8.NP se nacházejí dva byty s dispozicí 3+kk. Pro porovnání byl použit stejný byt jako při porovnání prodeju, tedy s podlahovou plochou 79 m<sup>2</sup>. Pro stanovení obvyklé ceny bytových jednotek těchto typů byla stanovena databáze bytových jednotek v brněnských novostavbách s přibližně stejnou podlahovou plochou, jako mají byty této dispozice v bytovém domě Domino. Pro stanovení průměrné ceny za m<sup>2</sup> podlahové plochy,

za kterou se v dnešní době pronajímají byty v Brně, byly použity výsledné databáze použil pro sestavení přímého porovnání s referenčními byty. Index odlišnosti jednotlivých bytů byl stanoven ze stejných koeficientů úpravy jako v kapitole přímého porovnání bytových jednotek určených k prodeji.

Č.	Lokalita	Podlahová plocha jednotky v m <sup>2</sup>	Cena jednotky	Cena jednotky za m <sup>2</sup>	IO	Cena oceňované jednotky za m <sup>2</sup>
1	Komín - Podveská	55	10 500 Kč	191 Kč	1,22	229 Kč
2	Statina - Šmahova	55	10 500 Kč	191 Kč	1,27	238 Kč
3	Trnitá - Masná	58	12 000 Kč	207 Kč	1,26	255 Kč
4	Komín - Podveská	58	13 000 Kč	224 Kč	1,24	272 Kč
5	Zábrdovice - Francouzská	60	14 800 Kč	247 Kč	1,33	320 Kč
6	Bystrc - Říčanská	52	12 500 Kč	240 Kč	1,27	299 Kč
7	Židenice - Gajdošova	64	13 000 Kč	203 Kč	1,09	217 Kč
8	Slatina - Kigginsova	64	12 900 Kč	202 Kč	1,10	217 Kč
9	Staré Brno - Anenská	66	18 000 Kč	273 Kč	1,09	291 Kč
10	Slatina - Kigginsova	61	15 000 Kč	246 Kč	0,92	221 Kč
11	Lesná - Dusíkova	68	13 500 Kč	199 Kč	1,02	198 Kč
12	Trnitá - Křenová	68	12 490 Kč	184 Kč	1,14	206 Kč
13	Bystrc - Říčanská	68	14 000 Kč	206 Kč	1,05	213 Kč
Průměrná cena za m <sup>2</sup>						244 Kč

Tabulka 33 – Přímé porovnání pronájmů bytů 2+kk

Při zpracování databáze pro byty dispozice 2+kk bylo zjištěno, že jednotkovou cenu ovlivňuje především lokalita, tedy poloha bytu vůči centru Brna. Nejvíce to znázorňuje byt v městské části Staré Brno, avšak jeho nevýhoda oproti bytům v bytovém domě Domino je absence sklepu a parkovacího stání, které je velmi ceněno převážně v centru města, kde se právě porovnávací byt nachází.

Průměrná cena za pronájem m<sup>2</sup> bytové jednotky s dispozicí 2+kk je 244 Kč.

Č.	Lokalita	Podlahová plocha jednotky v m <sup>2</sup>	Cena jednotky	Cena jednotky za m <sup>2</sup>	IO	Cena oceňované jednotky za m <sup>2</sup>
1	Komín - Sadařská	79	13 000 Kč	260 Kč	1,53	389 Kč
2	Obřany - Fryčajova	50	13 600 Kč	213 Kč	1,11	230 Kč
3	Černovice - Mírová	64	12 500 Kč	192 Kč	1,32	249 Kč
4	Komín - Branka	65	15 000 Kč	214 Kč	1,12	234 Kč
5	Obřany - Fryčajova	70	13 600 Kč	184 Kč	1,27	228 Kč
6	Královo Pole - Palackého třída	74	13 900 Kč	172 Kč	1,15	193 Kč
7	Nový Lískovec - Kamínky	81	14 900 Kč	173 Kč	0,93	158 Kč
8	Královo Pole - Kosmova	86	20 000 Kč	260 Kč	1,11	283 Kč
9	Komín - Jundrovská	77	15 900 Kč	177 Kč	0,95	165 Kč
10	Štýřice - Ludmily Konečné	90	20 000 Kč	200 Kč	0,92	180 Kč
Průměrná cena za m <sup>2</sup>						231 Kč

Tabulka 34 – Přímé porovnání pronájmů bytů 3+kk

Při zpracování databáze pro byty dispozice 3+kk bylo zjištěno, že celkovou cenu bytu ovlivňuje nejvíce velikost bytu, která u některých případů ovlivňuje i jednotkovou cenu.

Průměrná cena za pronájem m<sup>2</sup> bytové jednotky s dispozicí 3+kk je 232 Kč.

### 5.10.3 Roční nájemné bytového domu

Jelikož se v dnešní době nevyskytují na trhu pronájmy celých bytových domů, byla stanovena cena nájemného pomocí databází a následného přímého porovnání za předpokladu, že by se celý bytový dům pronajímal po jednotlivých bytech a komerčních jednotkách. V následující tabulce je sestaveno potencionální nájemní ceny jednotlivých bytů na základě jejich dispozice, podlahové plochy a jednotkové ceny zjištěné pomocí přímého porovnání.

Název jednotky	Typ	Podlaží	Plocha v m <sup>2</sup>	Cena za m <sup>2</sup>	Cena za jednotku
Komerční jednotka č.1	KJ	1.NP	120,1	308 Kč	36 935 Kč
Komerční jednotka č.2	KJ	1.NP	32,4	308 Kč	9 964 Kč
Byt č.1	2+kk	2.NP	59,8	244 Kč	14 608 Kč
Byt č.2	2+kk	2.NP	63,9	244 Kč	15 609 Kč
Byt č.3	2+kk	2.NP	52,9	244 Kč	12 922 Kč
Byt č.4	2+kk	2.NP	67,1	244 Kč	16 391 Kč
Byt č.5	2+kk	3.NP	59,8	244 Kč	14 608 Kč
Byt č.6	2+kk	3.NP	63,9	244 Kč	15 609 Kč
Byt č.7	2+kk	3.NP	52,9	244 Kč	12 922 Kč
Byt č.8	2+kk	3.NP	67,1	244 Kč	16 391 Kč
Byt č.9	2+kk	4.NP	59,8	244 Kč	14 608 Kč
Byt č.10	2+kk	4.NP	63,9	244 Kč	15 609 Kč
Byt č.11	2+kk	4.NP	52,9	244 Kč	12 922 Kč
Byt č.12	2+kk	4.NP	67,1	244 Kč	16 391 Kč
Byt č.13	2+kk	5.NP	59,8	244 Kč	14 608 Kč
Byt č.14	2+kk	5.NP	63,9	244 Kč	15 609 Kč
Byt č.15	2+kk	5.NP	52,9	244 Kč	12 922 Kč
Byt č.16	2+kk	5.NP	67,1	244 Kč	16 391 Kč
Byt č.17	2+kk	6.NP	52,8	244 Kč	12 898 Kč
Byt č.18	2+kk	6.NP	56,9	244 Kč	13 899 Kč
Byt č.19	2+kk	6.NP	55,6	244 Kč	13 582 Kč
Byt č.20	2+kk	6.NP	60,1	244 Kč	14 681 Kč
Byt č.21	2+kk	7.NP	44,9	244 Kč	10 968 Kč
Byt č.22	2+kk	7.NP	49,0	244 Kč	11 970 Kč
Byt č.23	2+kk	7.NP	48,0	244 Kč	11 725 Kč
Byt č.24	2+kk	7.NP	52,2	244 Kč	12 751 Kč
Byt č.25	3+kk	8.NP	79,8	231 Kč	18 425 Kč
Byt č.26	3+kk	8.NP	86,3	231 Kč	19 926 Kč
<b>Nájemné BD za měsíc</b>					<b>425 846 Kč</b>
<b>Nájemné BD za rok</b>					<b>5 110 158 Kč</b>

Tabulka 35 – Roční nájemné bytového domu Domino

Celková nájemní cena bytového domu Domino, stanovená pomocí databází a přímých porovnání po jednotlivých dispozičních řešení bytů a komerčních jednotek, je 425 846 Kč za měsíc, tedy 5 110 158 Kč za rok.

#### 5.10.4 Výnosová hodnota

Pro stanovení výnosové hodnoty byl proveden výpočet daně z pozemku a daně ze stavby do následujících dvou tabulek.

Výpočet daně z pozemků	Poplatník	Měrná jednotka
Celková výměra pozemku snížená o výměru zastavěnou zdanitelnými stavbami, celková výměra stavebního pozemku nebo zpevněné plochy	996	m <sup>2</sup>
Základ daně podle § 5 odst. 3 zákona - vyplňte pouze u předmětů daně E až G, X a Y	996	m <sup>2</sup>
Sazba daně podle § 6 odst. 2 zákona - vyplňte pouze u předmětů daně E až G, X a Y	0,20	Kč/m <sup>2</sup>
<b>Daň z pozemků (zaokrouhlí se na celé Kč nahoru)</b>	<b>200</b>	<b>Kč</b>

Tabulka 36 – Výpočet daně z pozemku

Výpočet daně ze staveb	Poplatník	Měrná jednotka
Základ daně ze staveb a jednotek - zastavěná plocha zdanitelné stavby H až P nebo upravená podlahová plocha zdanitelné jednotky R až Z (zaokrouhlí se na celé m <sup>2</sup> nahoru)	411,00	m <sup>2</sup>
Základní sazba daně podle § 11 odst. 1 zákona	2,00	Kč/m <sup>2</sup>
Počet nadzemních podlaží dalších - vyplňte pouze u zdaň. staveb H až P	8	
Zvýšení základní sazby za další nadzemní podlaží podle § 11 odst. 2 zákona - vyplňte pouze u zdanitelných staveb H až P	6	Kč
Koeficient podle § 11 odst. 3 a 4 zákona - vyplňte pouze u zdanitelných staveb H až O a zd. jednotek R až Z	3,5	
Výsledná sazba daně (zaokrouhlí se na 2 desetinná místa)	28,00	Kč/m <sup>2</sup>
<b>Daň ze staveb a jednotek (zaokrouhlí se na celé Kč nahoru)</b>	<b>11 508</b>	<b>Kč</b>
Podlahová plocha nebyt. prostoru k podnikání v budově obytného domu H, upravená podlahová plocha nebyt. prostoru k podnikání v zd. jednotce R, V, Z	160	m <sup>2</sup>
<b>Daň ze staveb a jednotek po případném zvýšení podle § 11a zákona a po uplatnění nároku na osvobození</b>	<b>11 829</b>	<b>Kč</b>

Tabulka 37 – Výpočet daně ze stavby

Výnosové ocenění bytového domu je vypočteno za předpokladu, že budou pronajaty všechny bytové i komerční jednotky. Náklady na pojištění jsem stanovil jako 0,8% z reprodukční ceny. Daň z nemovitosti je stanovena podle formuláře pro přiznání k dani

z nemovitosti, ze kterého jsou uvedeny předchozí zkrácené tabulky. Průměrné roční náklady na běžnou údržbu jsou stanoveny jako 0,5 % z reprodukční ceny, protože se jedná o novostavbu. Nepředpokládá se, že budou u novostavby bytového domu nutné drahé opravy a údržby. Roční náklady na správu nemovitosti byly vypočteny na 140 Kč na jednu bytovou nebo komerční jednotku a měsíc. Míra kapitalizace pro netytové bytové domy podle cenového předpisu je 4,5 %.

<b>Příjmy z nájemného (za rok)</b>		
<b>Objekt</b>	Roční nájemné	
Celkové roční nájemné bytového domu Domino	Kč	5 110 157,51
<b>Celkem příjem z nájemného ročně</b>	<b>Kč</b>	<b>5 110 157,51</b>
<b>Výdaje na dosažení příjmů (za rok)</b>		
<b>Podklady pro výpočet výdajů</b>		
Reprodukční cena všech staveb vč. přísl.	RC (Kč)	78 123 949,64
Časová cena všech staveb včetně příslušenství	C (Kč)	78 123 949,64
Předpokládaná doba kapitalizace pro amortizaci	T (roků) ...n	30,00
Předpokládané roční procento na údržbu a opravy	% z RC	0,50
Míra kapitalizace roční pro výpočet amortizace	u (%) ..i	3,00
Úročitel pro výpočet amortizace	q (-)	1,030
<b>Výpočet výdajů</b>		
Daň z nemovitosti	Kč	12 029,00
Pojištění	Kč	62 499,16
Průměrné kapitalizované roční odpisy výpočtem	Kč	1 642 107,56
Průměrné roční náklady na běžnou údržbu a opravy	Kč	390 619,75
Správa nemovitostí	Kč	47 040,00
Jiné náklady	Kč	0,00
Roční nájemné z pozemku	Kč	0,00
<b>Celkem výdaje ročně</b>	<b>Kč</b>	<b>2 154 295,46</b>
<b>Výpočet čistého ročního nájemného</b>		
Příjmy ročně celkem	Kč	5 110 157,51
Výdaje ročně celkem	Kč	2 154 295,46
<b>Čisté roční nájemné</b>	<b>Kč</b>	<b>2 955 862,05</b>
<b>Výpočet výnosové hodnoty</b>		
Čisté roční nájemné	Kč	2 955 862,05
Míra kapitalizace pro výpočet výnosové hodnoty	%	4,50
<b>Výnosová hodnota</b>	<b>Kč</b>	<b>65 685 823,33</b>

Tabulka 38 – Výpočet výnosové hodnoty pro variantu s kaskádou plynových kotlů

Výnosová hodnota pro variantu bytového domu Domino se zdrojem tepla pomocí kaskády plynových kotlů vyšla 65 685 823 Kč.

<b>Příjmy z nájemného (za rok)</b>		
<b>Objekt</b>	Roční nájemné	
Celkové roční nájemné bytového domu Domino	Kč	5 110 157,51
<b>Celkem příjem z nájemného ročně</b>	<b>Kč</b>	<b>5 110 157,51</b>
<b>Výdaje na dosažení příjmů (za rok)</b>		
<b>Podklady pro výpočet výdajů</b>		
Reprodukční cena všech staveb vč. přísl.	RC (Kč)	80 623 222,79

Časová cena všech staveb včetně příslušenství	C (Kč)	80 623 222,79
Předpokládaná doba kapitalizace pro amortizaci	T (roků) ...n	30,00
Předpokládané roční procento na údržbu a opravy	% z RC	0,50
Míra kapitalizace roční pro výpočet amortizace	u (%) ..i	3,00
Úročitel pro výpočet amortizace	q (-)	1,030
<b>Výpočet výdajů</b>		
Daň z nemovitosti	Kč	12 029,00
Pojištění	Kč	64 498,58
Průměrné kapitalizované roční odpisy výpočtem	Kč	1 694 640,43
Průměrné roční náklady na běžnou údržbu a opravy	Kč	403 116,11
Správa nemovitostí	Kč	47 040,00
Jiné náklady	Kč	0,00
Roční nájemné z pozemku	Kč	0,00
<b>Celkem výdaje ročně</b>	<b>Kč</b>	<b>2 221 324,12</b>
<b>Výpočet čistého ročního nájemného</b>		
Příjmy ročně celkem	Kč	5 110 157,51
Výdaje ročně celkem	Kč	2 221 324,12
Čisté roční nájemné	Kč	2 888 833,40
<b>Výpočet výnosové hodnoty</b>		
Čisté roční nájemné	Kč	2 888 833,40
Míra kapitalizace pro výpočet výnosové hodnoty	%	4,50
<b>Výnosová hodnota</b>	<b>Kč</b>	<b>64 196 297,67</b>

Tabulka 39 – Výpočet výnosové hodnoty pro variantu s kaskádou tepelných čerpadel

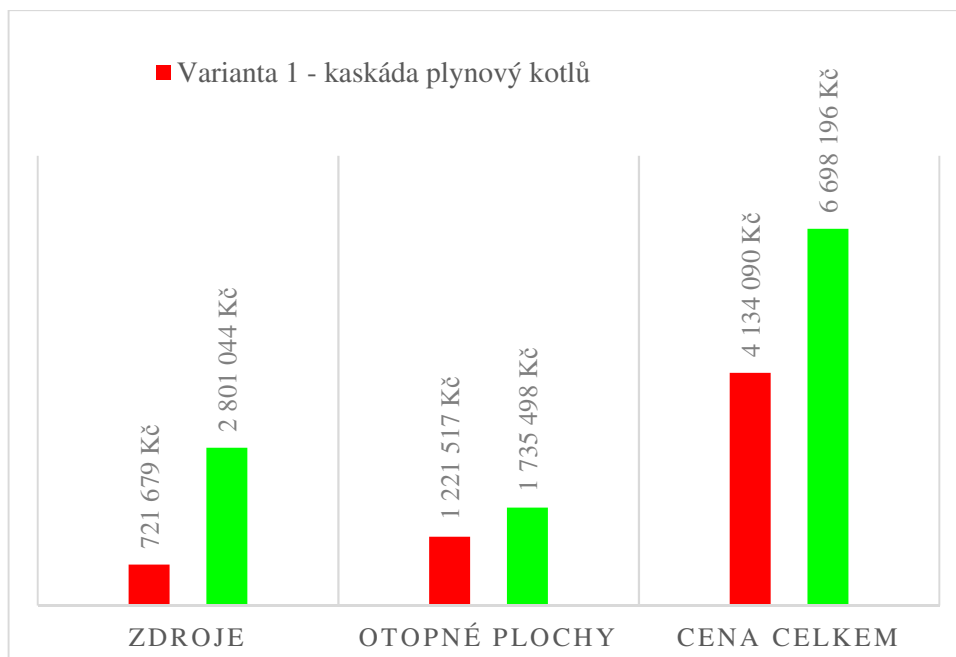
Pro druhou variantu bytového domu Domino se zdrojem tepla pomocí kaskády tepelných čerpadel vyšla výnosová hodnota 64 196 298 Kč.

Výnosová hodnota pro variantu zdroje tepla díky nižšímu čistému ročnímu nájemnému vyšší u varianty s kaskádou plynových kotlů.

## 6 VYHODNOCENÍ ZVOLENÝCH VARIANT

Pro první variantu otopné soustavy byl zvolen zdroj tepla pomocí kaskády plynových kotlů a pro druhou variantu byla navržena kaskáda tepelných čerpadel vzduch-voda.

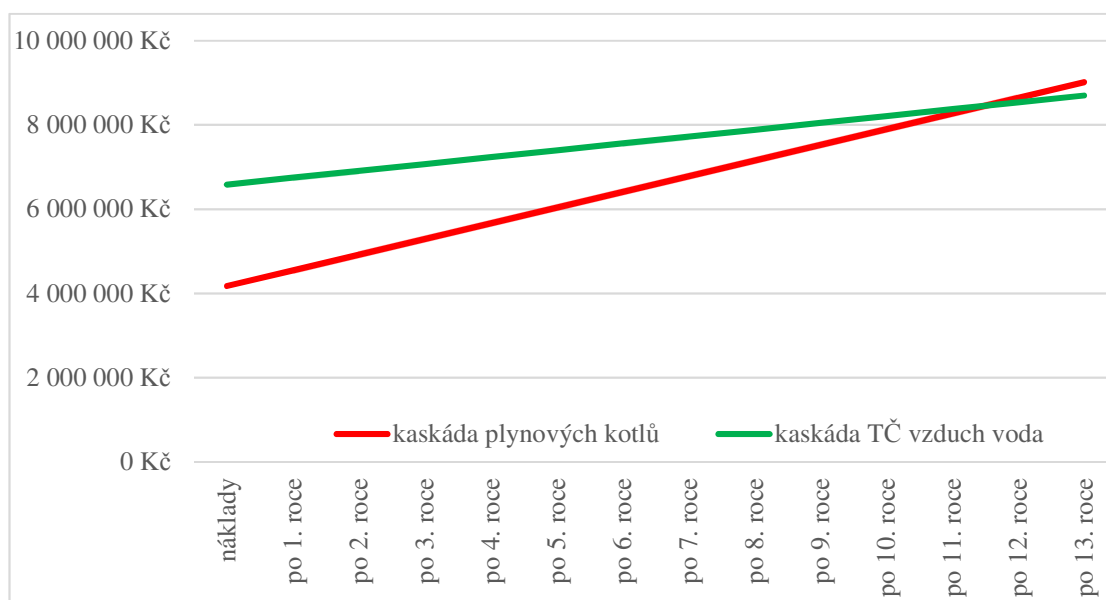
Ve variantě se zdrojem tepla pomocí kaskády tepelných čerpadel jsou použita otopná tělesa s větší předávací plochou nebo jsou navrženy podlahového konvektory s ventilátory, na rozdíl od varianty s kaskádou plynových kotlů.



Graf 2 – Cenový rozdíl jednotlivých variant ústředního vytápění

Investice do kaskády tepelných čerpadel je o 2 079 364 Kč včetně DPH vyšší než do kaskády plynových kotlů. Otopné plochy jsou u druhé varianty dražší o 513 981 Kč včetně DPH. V celkovém součtu ústředního vytápění je druhá varianta dražší o 2 564 106 Kč včetně DPH. Od této částky lze odečíst cenu za zhotovení plynové přípojky, která ve variantě s tepelnými čerpadly není zapotřebí.

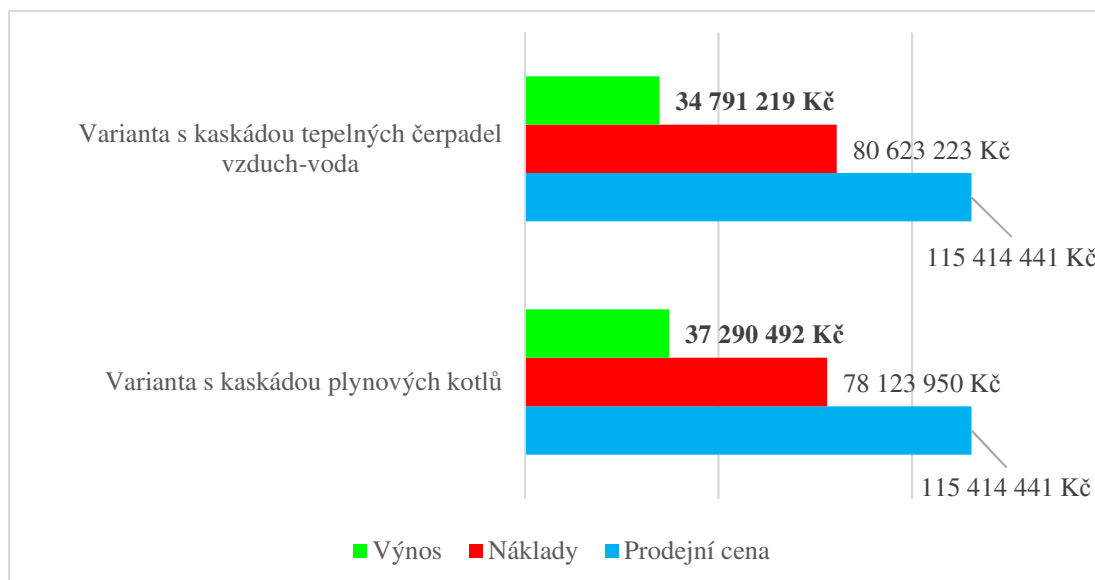
Dále byly provedeny výpočty provozních nákladů na jednotlivé varianty.



Graf 3 – Návratnost kaskády tepelných čerpadel vzduch-voda

Náklady na energie jsou u varianty s tepelnými čerpadly nižší ročně o 209 538 Kč včetně DPH. Investice do druhé varianty se tedy vrátí v průběhu 12. roku používání.

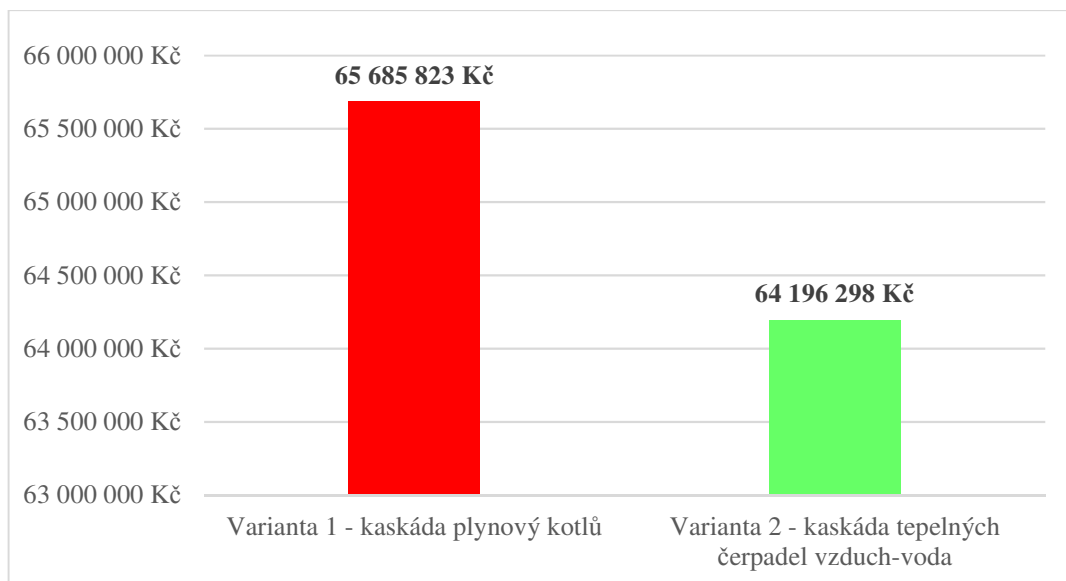
Pro stanovení výnosnosti při prodeji byla vytvořena databáze bytu a komerčních jednotek k prodeji v Brně, protože se v současné době v Brně nenabízejí celé bytové domy k prodeji. Na základě této databáze byla provedeno přímé porovnání s referenčními jednotkami bytového domu Domino a následně stanovena prodejní cena celého bytového domu.



*Graf 4 – Výnosnost při prodeji bytového domu*

Při prodeji bytového domu Domino ihned po výstavbě je výhodnější pro investora zvolit variantu kaskádu plynových kotlů, protože zdroj tepla nepadá pod faktory, které by ovlivňovaly cenu bytového domu na trhu. S variantou kaskády tepelných čerpadel by přišel o výnos v hodnotě 2 499 273 Kč včetně DPH.

Pro stanovení výnosové hodnoty při pronájmu byla vytvořena databáze bytu a komerčních jednotek k pronájmu v Brně, protože se v současné době v Brně nenabízejí celé bytové domy k pronájmu. Na základě této databáze bylo provedeno přímé porovnání s referenčními jednotkami bytového domu Domino a následně byly stanovené výnosové hodnoty pro obě varianty zdrojů tepla pro vytápění a ohřev teplé užitkové vody.



*Graf 5 – Výnosová hodnota jednotlivých variant*

Výnosová hodnota varianty s kaskádou plynových kotlů vyšla o 1 489 526 Kč vyšší.

## 7 ZÁVĚR

V úvodní části diplomové práce byla vysvětlena problematika výpočtu tepelných ztrát. Dále byly představeny různé varianty otopných soustav, otopných prvků a zdrojů tepla, kterými jsou objekty vytápěny a zajišťují ohřev teplé užitkové vody. V této části byly teoreticky popsány metody tržního ocenění nemovitostí, které pak byly v navazující části použity.

V navazující části diplomové práce jsou navrženy dvě varianty zdrojů tepla pro bytový dům Domino ve Francouzské ulici v Brně. Dále jsou na základě zdrojů tepla navrženy otopné soustavy, včetně otopných prvků, které zajišťují vytápění bytového domu.

Na základě těchto variant jsou vytvořeny položkové rozpočty, které ukazují, že varianta tepelných čerpadel je dražší v pořizovacích nákladech o 62 %, avšak její náklady na provoz z hlediska spotřeby jsou nižší o 56 %. Návratnost této varianty zdroje tepla je 12 let.

Pokud by investor bytový dům Domino prodal po bytech, resp. komerčních jednotkách, za ceny, které byly zjištěny pomocí přímého porovnání, vycházejícího z databáze sestavené z inzerátů určených pro prodej bytových a komerčních jednotek stejné dispozice a podobné velikosti v Brně, byla by výhodnější varianta zdroje tepla pomocí kaskády plynových kotlů, protože právě spotřeba energií na vytápění a ohřev teplé užitkové vody nespadá mezi faktory, které by ovlivňovaly hodnotu bytových domů na trhu.

Za předpokladu, že by investor bytový dům Domino pronajímal po částech jako u prodeje, byla by znovu ze stejného důvodu, tedy většího výdělku, lepší varianta zdroje tepla pomocí kaskády plynových kotlů. Investor by si ročně na čistém ročním nájemném vydělal o 2,3 % více. Tento fakt je ovlivněn bohužel tím, že majitel bytového domu musí spotřebu rozúčtovat podle skutečné spotřeby nájemníka.

Kaskáda tepelných čerpadel nemá vliv jen na cenu energií pro vytápění a ohřev teplé užitkové vody, ale vzhledem k tomu, že dodavatelé elektrické energie zohledňují právě zdroj tepla do typu tarifu, který má vliv na cenu elektřiny jako takové, je možné tedy platit menší částku za osvětlení, vaření atd.

Levnější náklady na energie, které při konstantních cenách zajistí návratnost investice do dražšího zdroje tepla pro vytápění a ohřev teplé užitkové vody, pocítí pouze nájemce bytové nebo komerční jednotky na zúčtování energií. Investor by musel ve výši nájemného zohlednit svou investici, aby byl schopen pokrýt náklady.

## 8 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- (1) POČINKOVÁ, Marcela. *TZB II - VYTÁPĚNÍ BUDOV*. Brno, 2006. Studijní opory. VUT v Brně, Fakulta stavební.
- (2) DUFKA, Jaroslav. *Vytápění domů a bytů*. 2. zcela přepracované vydání. Grada, 2004.
- (3) [JIŘÍ BAŠTA .. ET AL.]. *Topenářská příručka: 120 let topenářství v Čechách a na Moravě*. Praha: GAS, 2001. ISBN 8086176819.
- (4) BRADÁČ, Albert. *Teorie oceňování nemovitostí*. 8., přeprac. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2009, 753 s. ISBN 978-80-7204-630-0.
- (5) TZB – Info *Nová řada plynových kondenzačních kotlů BAXI*. [online], 2011 [cit. 2017-04-15], Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/>
- (6) KARLÍK, Robert. *Tepelné čerpadlo pro váš dům*. Praha: Grada, 2009. Profi & hobby. ISBN 978-80-247-2720-2.
- (8) ČSN 06 0210: *Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění*. 1994. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.
- (9) ČSN 73 0540-3 *Tepelná ochrana budov. Část 3: Výpočtové hodnoty veličin pro navrhování a ověřování*. 1994. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.
- (10) TZB - Info *Nová ČSN 73 2902 pro upevňování ETICS* [online], 2011 [cit. 2017-04-15]., Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/>
- (11) *Topení, vytápění a radiátory - KORADO* Desková a trubková otopná tělesa. [online], 2014 [cit. 2017-04-15]. Dostupné z: <http://www.korado.cz/>
- (12) ZMÁTLÍK, Jan. *Teplovodní otopné soustavy s přirozeným oběhem vody* [online], Slaný, 2012 [cit. 2017-03-13]. Dostupné z: <http://slideplayer.cz>
- (13) *Konvektory - KORADO* [online], 2014 [cit. 2017-04-15]. Dostupné z: <http://www.korado.cz/>
- (14) *FREEDOM Clima / FREEDOM Micro* [online], [cit. 2017-04-15]. Dostupné z: <http://www.jagacz.com/FREE.html>
- (15) ČSN 38 3350: *Zásobování teplem, všeobecné zásady*. 1989. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.

- (16) *Projekční příručka 2014* [online], 2014 [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: <http://www.alpha-innotec.cz>
- (17) *Vyhláška č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby*. 2009.
- (18) *ČSN 73 0540-3: Tepelná ochrana budov. Část 3: Výpočtové hodnoty veličin pro navrhování a ověřování*. 1994. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.
- (19) *ČSN 73 0540-3: Tepelná ochrana budov. Část 3: Výpočtové hodnoty veličin pro navrhování a ověřování*. 2005. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.
- (20) *Univerzální větrací jednotky* [online], 2016 [cit. 2017-04-12]. Dostupné z: <http://www.atrea.cz/cz>
- (21) *Vytápěcí jednotky* [online], 2016 [cit. 2017-04-12]. Dostupné z: <http://www.dencohappel.com/cs>
- (22) *Lokální plynová topidla* [online], 2016 [cit. 2017-04-12]. Dostupné z: <http://www.mora.cz/>
- (23) *TZB - Info Umístování otopných těles ve vytápěném prostoru*. [online]. 2011 [cit. 2017-04-15], Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/>
- (24) *TWINE / PINCH LR* [online], 2015 [cit. 2017-04-15]. Dostupné z: [http://www.jagacz.com/TWIN\\_LR.html](http://www.jagacz.com/TWIN_LR.html)
- (25) *Trubková otopná tělesa – KORADO*. Desková a trubková otopná tělesa. [online], 2014 [cit. 2017-04-15]. Dostupné z: <http://www.korado.cz/>
- (26) *Podlahové topení svépomocí* [online], 2013 [cit. 2017-04-12]. Dostupné z: <http://www.domeceksnu.cz>
- (27) *Odborná literatura od Verlag Dashöfer* [online], 2008 [cit. 2017-05-20]. Dostupné z: <http://www.dashofer.cz/>
- (26) *Porotherm – Technické listy* [online], 2016 [cit. 2017-05-03]. Dostupné z: <http://www.wienerberger.cz>
- (27) *Zateplovací standard ETICS* [online], 2016 [cit. 2017-05-03]. Dostupné z: <http://www.rinvest.cz/etics>

- (28) Plastová okna a dveře KBE 70 [online], 2016 [cit. 2017-05-03]. Dostupné z: <http://www.oknamacek.cz>
- (29) Nástěnné plynové kondenzační kotle Vitodens [online], 2016 [cit. 2017-04-12]. Dostupné z: <http://www.viessmann.cz>
- (30) *TZB - Info Systémy větrání obytných budov.* [online]. 2011 [cit. 2017-04-15], Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/>
- (31) *Nástěnné přímotopné konvektory.* [online]. 2016 [cit. 2017-05-12], Dostupné z: <http://www.aeg.cz/>

K sestavení diplomové práce byly použity tyto programy: Microsoft Word 2016 (licence – FourClima s.r.o.), Microsoft Excel 2016 (licence – FourClima s.r.o.), AutoCad 2016 (licence – FourClima s.r.o.), Protech (licence – FourClima s.r.o.).

### **Seznam obrázků**

Obrázek 1 - Vývoj teploty při prostupu konstrukcí.....	15
Obrázek 2 - Obálka budovy .....	17
Obrázek 3 – Nucené podtlakové větrání (30).....	21
Obrázek 4 – Nucené rovnotlaké větrání (30) .....	22
Obrázek 5 – Soustava s přirozeným oběhem (12).....	28
Obrázek 6 – Jednotrubková otopná soustava průtočná (12) .....	29
Obrázek 7 – Jednotrubková otopná soustava s obtokem (12).....	30
Obrázek 8 – Dvoutrubková otopná soustava s protiproudým zapojením (1).....	30
Obrázek 9 – Dvoutrubková otopná soustava se souprroudým zapojením (1).....	31
Obrázek 10 – Teplovzdušná jednotka bez přívodu čerstvého vzduchu (21).....	32
Obrázek 11 – Schéma vzduchotechnické jednotky (20) .....	33
Obrázek 12 – Lokální plynové topidlo s odtahem spalin pře zeď (22).....	34
Obrázek 13 – Nástěnný přímotopný konvektor (31).....	35
Obrázek 14 – Proudění vzduchu s otopným tělesem pod oknem (23).....	35
Obrázek 15 – Umístění otopného tělesa (1) .....	36
Obrázek 16 – Luxusní článkové otopné těleso (24).....	36
Obrázek 17 – Litinové článkové otopné těleso .....	37
Obrázek 18 – Typy deskových otopných těles (11).....	38

Obrázek 19 – Deskové otopné těleso s bočním připojením (11).....	38
Obrázek 20 – Způsoby napojení deskových otopných těles (11).....	39
Obrázek 21 – Deskové otopné těleso s elektrickou topnou tyčí (11) .....	39
Obrázek 22 – Designové deskové otopné těleso (11).....	40
Obrázek 23 – Trubkové otopné těleso se středovým připojením (25).....	41
Obrázek 24 – Způsoby napojení trubkových otopných těles (25).....	41
Obrázek 25 – Lavicový konvektor (14).....	42
Obrázek 26 – Podlahový konvektor (13).....	43
Obrázek 27 – Způsoby pokládky potrubí podlahového vytápění (26) .....	44
Obrázek 28 – Plynový kotel (5).....	46
Obrázek 29 – Venkovní jednotka tepelného čerpadla vzduch-voda (16).....	47
Obrázek 30 – Schéma tepelného čerpadla (6) .....	48
Obrázek 31 – Cihelný blok Porotherm 30 P+D (26).....	54
Obrázek 32 – Kontaktní zateplovací systém (27).....	55
Obrázek 33 – Izolace přes upevňovací hmoždinku (27) .....	56
Obrázek 34 – Cihelný blok Porotherm 30 AKU SYM (26) .....	56
Obrázek 35 – Cihelný blok Porotherm 11,5 AKU (26).....	57
Obrázek 36 – Profil plastového šestikomorového rámu s trojsklem (28).....	59
Obrázek 37 - Plynový kotel (29) .....	64
Obrázek 38 - Kaskáda plynových kotlů s hydraulickou výhybkou (29) .....	65
Obrázek 39 – Venkovní TČ vzduch–voda Alpha-InnoTec a regulátor (16) .....	67

### **Seznam rovnic**

Rovnice 1 - Tepelný odpor .....	14
Rovnice 2 - Tepelný odpor konstrukce.....	15
Rovnice 3 - Součinitel prostupu tepla.....	16
Rovnice 4 – Ztráta prostupem obálkou budovy.....	18
Rovnice 5 – Ztráta prostupem jedné konstrukce .....	18
Rovnice 6 – Tepelná ztráta větráním .....	18
Rovnice 7 – Měrná tepelná ztráta větráním.....	19
Rovnice 8 – Zjednodušený vztah pro měrnou tepelnou ztrátu větráním.....	19
Rovnice 9 – Infiltrace pláštěm budovy .....	19
Rovnice 10 – Minimální výměna vzduchu z hygienických důvodů.....	20
Rovnice 11 – Konečná tepelná ztráta prostupem .....	23
Rovnice 12 – Průměrný součinitel prostupu tepla.....	23
Rovnice 13 – Přirážka pro vyrovnání vlivu chladných konstrukcí.....	23

Rovnice 14 – Tepelná ztráta místnosti větráním.....	24
Rovnice 15 – Objemový tok větracího vzduchu z hygienických důvodů.....	24
Rovnice 16 – Celková tepelná ztráta.....	26
Rovnice 17 – Obecný vztah pro výnosovou hodnotu .....	50
Rovnice 18 – Výnosová hodnota s konstantními výnosy .....	50
Rovnice 19 – Výpočet plochy kolektoru (16).....	69
Rovnice 20 – Plocha kolektoru .....	69
Rovnice 21 – Výpočet délky kolektoru (16).....	69
Rovnice 22– Délka kolektoru.....	69
Rovnice 23 – Výpočet celkové roční ceny za přípojku plynu.....	76

### **Seznam grafů**

Graf 1 – Graf spotřeby jednotlivých variant zdroje tepla.....	78
Graf 2 – Cenový rozdíl jednotlivých variant ústředního vytápění .....	90
Graf 3 – Návrhnost kaskády tepelných čerpadel vzduch-voda .....	90
Graf 4 – Výnosnost při prodeji bytového domu.....	91
Graf 5 – Výnosová hodnota jednotlivých variant .....	92

### **Seznam tabulek**

Tabulka 1 – Ukázka venkovní výpočtové teploty a otopného období .....	13
Tabulka 2 - Hodnoty odporů při prostupu tepla $R_{si}$ , $R_{se}$ ( $m^2K/W$ ) .....	15
Tabulka 3 – Ukázka hodnot součinitelů prostupů tepla .....	17
Tabulka 4 – Stupeň těsnosti obvodového pláště budovy .....	20
Tabulka 5 – Stínící součinitel $e$ .....	20
Tabulka 6 – Hygienická minimální intenzita výměny vzduchu.....	20
Tabulka 7 – Výpočtové vnitřní teploty pro místnosti obytných budov trvale obývaných .....	23
Tabulka 8 – Hodnoty přírážky vzhledem ke světovým stranám.....	24
Tabulka 9 – Intenzita výměny vzduchu .....	24
Tabulka 10 – Charakteristické číslo budovy .....	25
Tabulka 11 – Zjednodušená tabulka charakteristického čísla místnosti .....	25
Tabulka 12 – Charakteristické číslo místnosti .....	26
Tabulka 13 – Velikosti a dispozice bytových jednotek.....	53
Tabulka 14 – Tepelná ztráta bytu č.1 .....	60
Tabulka 15 – Výkonové varianty kotle Viessmann Vitodens 200-W.....	62
Tabulka 16 – Výkonové varianty kaskád kotlů Viessmann Vitodens 200-W .....	63
Tabulka 17 – Technická data tepelného čerpadla Alpha-InnoTec LW 310A.....	66

Tabulka 18 – Technická data elektrického kotle Thermona Therm EL 45 .....	68
Tabulka 19 – Porovnání cen jednotlivých variant z hlediska otopných prvků pro byt č.1 .....	70
Tabulka 20 – Porovnání cen jednotlivých variant z hlediska zdrojů tepla .....	72
Tabulka 21 – Rekapitulace stavebních dílů bytového domu Domino .....	74
Tabulka 22 – Rekapitulace stavebních objektů pro variantu kaskády plynových kotlů .....	74
Tabulka 23 – Rekapitulace stavebních objektů pro variantu kaskády tepelných čerpadel vzduch-voda.....	75
Tabulka 24 – Cena roční spotřeby plynu .....	75
Tabulka 25 – Cena roční spotřeby elektřiny .....	77
Tabulka 26 – Návratnost kaskády tepelných čerpadel vzduch-voda.....	79
Tabulka 27 – Přímé porovnání prodejů komerčních prostor .....	80
Tabulka 28 – Přímé porovnání prodejů bytů 2+kk .....	81
Tabulka 29– Přímé porovnání prodejů bytů 3+kk .....	82
Tabulka 30 – Prodejní cena bytového domu Domino .....	83
Tabulka 31 – Výnosnost investice při okamžité prodeji bytového domu .....	83
Tabulka 32 – Přímé porovnání pronájmů komerčních prostor .....	84
Tabulka 33 – Přímé porovnání pronájmů bytů 2+kk.....	85
Tabulka 34 – Přímé porovnání pronájmů bytů 3+kk.....	85
Tabulka 35 – Roční nájemné bytového domu Domino .....	86
Tabulka 36 – Výpočet daně z pozemku.....	87
Tabulka 37 – Výpočet daně ze stavby .....	87
Tabulka 38 – Výpočet výnosové hodnoty pro variantu s kaskádou plynových kotlů ..	88
Tabulka 39 – Výpočet výnosové hodnoty pro variantu s kaskádou tepelných čerpadel .....	89