

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

**KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV**



**STUDIE POJEDNÁVAJÍCÍ O OTOPNÝCH PLOCHÁCH**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Miroslava Marková**

**Vedoucí bakalářské práce:**

**Ing. Roman Musil, Ph.D.**

**2016/2017**



## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Marková Jméno: Miroslava Osobní číslo: 423777

Zadávací katedra: K125 - Katedra technických zařízení budov

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Vytápění bytového domu

Název bakalářské práce anglicky: Heating of Residential Building

Pokyny pro vypracování:

Předmětem bakalářské práce bude vytápění bytového domu ve stupni rozšířeného stavebního povolení. Součástí projektu budou všechny půdorysy M1:50, schéma otopné soustavy, schéma zapojení zdroje tepla, návrh otopných ploch a technická zpráva. Bude proveden výpočet tlakových ztrát otopné soustavy vzhledem k návrhu oběhového čerpadla, není požadované kompletní vyvážení otopné soustavy.

Prohlubující část bakalářské práce bude pojednávat o otopných plochách vhodných pro použití v bytovém domě, rozdělení otopných ploch, typologie a jejich konstrukce. Dále budou pro vybranou místnost všechny řešené plochy navrženy a porovnány z pohledu technického, ekonomického i vlivu rozložení teploty v místnosti.

Seznam doporučené literatury:

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Roman Musil, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 28.02.2017

Termín odevzdání bakalářské práce: 28.05.2017

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

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

28.2.2017

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Prohlašuji, že jsem svoji bakalářskou práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů.

Jeníkov 28.5.2017

podpis:

# Obsah

Úvod.....	7
<b>1. Teoretická část.....</b>	<b>8</b>
1.1. Sdílení tepla.....	8
1.1.1 Tepelná výměna vedením – kondukce .....	8
1.1.1.1. Stacionární vedení tepla .....	9
1.1.1.2. Nestacionární vedení tepla .....	10
1.1.2 Tepelná výměna prouděním – konvekce.....	10
1.1.3 Tepelná výměna prouděním – radiace .....	11
1.2 Vytápění místnosti .....	12
1.2.1 Tepelná pohoda .....	12
1.2.2 Otopná tělesa.....	12
1.2.2.1 Stěnové radiátory .....	13
1.2.2.1.1 Čláčková otopná tělesa .....	13
1.2.2.1.2 Desková otopná tělesa .....	14
1.2.2.1.3 Trubková otopná tělesa .....	16
1.2.2.2 Konvektory.....	17
1.2.3 Integrované otopné plochy .....	18
1.2.3.1 Podlahové vytápění .....	18
1.2.3.1.1 Konstrukce a provedení podlahového vytápění.....	19
1.2.3.2 Stěnové vytápění .....	21
1.2.3.3 Stropní vytápění.....	22
1.2.3.3.1 Trubky zalité ve stropě.....	22
1.2.3.3.2 Lamely.....	23
1.2.3.3.3 Sálavé desky a pasy.....	24
1.2.3.3.4 Dutý podhled .....	24
1.2.3.4 Lokální topidla.....	25
<b>2. Praktická část .....</b>	<b>26</b>
2.1. Zkoumaná problematika .....	26
2.2 Návrh otopných ploch.....	26
2.2.1 Deskové otopné těleso .....	26
2.2.1.1 Technické řešení osazení deskového otopného tělesa .....	27
2.2.1.2 Ekonomické řešení osazení deskového otopného tělesa.....	27
2.2.1.3 Rozložení teploty v místnosti při osazení deskového OT .....	27
2.2.2 Podlahové vytápění .....	28
2.2.2.1 Technické řešení realizace podlahového vytápění .....	28
2.2.2.2 Ekonomické řešení realizace podlahového vytápění .....	29
2.2.2.3 Rozložení teploty v místnosti při realizaci podlahového vytápění .....	29
2.2.3 Stěnové vytápění .....	30
2.2.3.1 Technické řešení realizace stěnového vytápění .....	30
2.2.3.2 Ekonomické řešení realizace stěnového vytápění.....	31
2.2.3.3 Rozložení teploty v místnosti při realizaci stěnového vytápění .....	31
2.2.4 Stropní vytápění.....	32
<b>Závěr .....</b>	<b>33</b>
<b>Seznam použitých zdrojů .....</b>	<b>34</b>

<b>Seznam obrázků .....</b>	<b>37</b>
<b>Seznam tabulek .....</b>	<b>38</b>

## **Anotace**

Cílem bakalářské práce bylo navrhnout vytápění v bytovém domě v Jeníkově u Duchcova. Součástí bytového domu jsou čtyři samostatné bytové jednotky obývané nájemníky a nebytové prostory užívané firmou BITTERSMANN A SPOL., s.r.o. Projektová část obsahuje technickou zprávu a výkresovou dokumentaci. Prohlubující část bakalářské práce pojednává o otopných plochách. Teoretická část je doplněna praktickou částí, ve které jsou porovnány čtyři vybrané otopné plochy z hlediska finančního, technického, rozložení teploty v místnosti a také z hlediska realizace.

## **Annotation**

The aim of the bachelor thesis was to design heating in an apartment building in Jeníkov at Duchcov. The apartment building consists of four separate apartment units occupied by tenants and non-residential premises used by BITTERSMANN A SPOL., s.r.o. The project part contains a technical report and drawing documentation. The deepening part of the bachelor thesis deals with the heating surfaces. The theoretical part is supplemented by a practical part in which four selected heating surfaces are compared in terms of financial, technical, room temperature distribution and implementation.

## **Klíčová slova**

Bakalářská práce, bytový dům, vytápění, tepelné ztráty, kondenzační kotel, měděné potrubí, otopné plochy

## **Key words**

Bachelor thesis, apartment building, heating, heat losses, condensing boiler, copper pipeline, heating surfaces

# Úvod

Už od nepaměti je nám známo, že člověk potřeboval pro svůj život jídlo, vodu, slunce a teplo. Teplo pro přípravu pokrmů a teplo pro své žití. Nejprve u otevřeného ohniště v jeskyních, chýších, hradech a zámcích, kdy každá etapa vývoje měla své problémy a potíže v prostředí a s prostředím, kde člověk jako takový žil. Postupem času s rozvojem poznání na poli fyziky a chemie, se z rádobý primitivních počátečních problémů a jejich řešením vyvinula samostatná disciplína – Technická Zařízení Budov, která řeší veškeré souvislosti v prostředí, ve kterém člověk žije, kde pracuje, kde odpočívá a kde také relaxuje.

Za posledních 28 let došlo u nás k obrovské změně, ať už jsou to používané materiály, znalosti zdrojů tepla, jejich účinností a medií, která využívají. Nezanedbatelnou roli v dnešní době mají účinnosti jednotlivých zdrojů tepla, jejich dopad na životní prostředí, které jdou v ruku v ruce se snižováním tepelné náročnosti budov, s nimiž souvisí dodržování zdravého prostředí uvnitř budov.

V dnešní době, kdy ceny energií a paliv jsou velmi proměnlivé s více či méně stoupající cenou, je trendem jejich snižování rekonstrukcemi stávajících zdrojů tepla vedoucí ke zvýšení jejich účinností s minimalizací dopadu na životní prostředí. Zejména snižováním emisí skleníkových plynů.

Ne vždy je však možno vyhovět těmto požadavkům dnešní doby, zejména u historických budov a památkově chráněných objektů, kdy stavební konstrukce mnohdy neumožňují využití všech nejmodernějších prvků a technologií. Kdy není možné opatřit vnější obálky objektů tepelnými izolacemi, protože by došlo k nenávratnému znehodnocení těchto objektů.

Tato bakalářská práce se v teoretické části zabývá sdílením tepla jako takovým a možnostmi vytápění místností pro dosažení tepelné pohody obecně známými otopnými plochami. V praktické části se zabývá konkrétním návrhem otopných ploch v dané místnosti bytového domu, kdy jsou zohledňovány a porovnávány otopné plochy z pohledu technického, rozložení teploty v dané místnosti a v neposlední řadě pořizovací náklady.

# 1. Teoretická část

[1], [2], [3], [4]

## 1.1. Sdílení tepla

Sdílení neboli přenos tepla je fyzikální jev předávání tepla z místa s vyšší teplotou do místa s nižší teplotou a je tedy podmíněno teplotním rozdílem. Základ pro sdílení tepla představuje teplota a tepelný tok.

Teplo je tepelná energie, která souvisí s neuspořádaným pohybem částic v soustavě, zatímco teplota je veličina, která vyjadřuje střední kinetickou energii částic hmoty a k jejímu určení používáme tři stupnice. Za prvé Kelvinovu stupnici, jíž měříme v Kelvinech a k označení používáme K. Dále můžeme použít Celsiovu stupnici, u níž používáme stupně Celsiovy – označení °C a poslední je stupnice Fahrenheitova, která se v naší zemi moc nepoužívá a k jejímu označení používáme °F. Tepelným tokem se rozumí přesun tepelné energie.

Nauka o sdílení tepla se věnuje rozložení teploty v prostoru a v čase a dále tepelným tokům, které vznikají při přenosu tepla.

Přenos tepla může probíhat třemi základními způsoby. Prvním způsobem je vedení tepla neboli kondukce, druhým způsobem je proudění tepla neboli konvekce a třetím způsobem je sdílení tepla sáláním, které můžeme též nazvat radiací. Reálně ale přenos neprobíhá pouze jedním základním způsobem, nýbrž kombinací dvou nebo dokonce i všech tří základních způsobů sdílení tepla.

### 1.1.1 Tepelná výměna vedením – kondukce

Tepelná výměna vedením probíhá pomocí šíření tepelné energie mezi částmi tělesa, které se přímo dotýkají, tudíž kondukce probíhá na základě fyzického kontaktu. Vedení tepla je typický způsob sdílení tepla v pevných látkách. Tento proces závisí na teplotním spádu, průřezu materiálů, délce dráhy a na vlastnostech materiálu.

V tekutinách a plynech dochází také k vedení tepla, ale pouze za jistých podmínek např. pokud se vodorovná vrstva kapaliny nebo plynu zahřívá shora.

Při vedení tepla vycházíme z Fourierova zákona. Tento zákon vyjadřuje lineární vztah mezi hustotou tepelného toku  $\vec{q}$  a gradientem teploty  $T$ .

$$\vec{q} = -\lambda \operatorname{grad} T = -\lambda \frac{\partial T}{\partial x}, \quad (\text{W/m}^2) \quad [5]$$

kde  $\lambda$  ... součinitel tepelné vodivosti  $(\text{W/m} \cdot \text{K})$

Součinitel tepelné vodivosti  $\lambda$  je fyzikální veličina a charakterizuje schopnost materiálu vést teplo. Čím je součinitel tepelné vodivosti menší, tím materiál hůře vede teplo např. součinitel tepelné vodivosti tepelné izolace se pohybuje okolo hodnoty 0,04 W/m. K, zatímco součinitel tepelné vodivosti oceli se pohybuje okolo 50 W/m. K.

Poměr  $\partial T/\partial x$  značí teplotní gradient, což vyjadřuje poměr přírůstku teploty  $\partial T$  ke vzdálenosti  $\partial x$  mezi izotermními plochami (plochy, jejichž všechny body mají stejnou teplotu).



Pro vedení tepla můžeme sledovat dva stavy. Za prvé to může být stav, kdy se teplota tělesa v určitém místě nemění s časem a tento stav nazýváme jako ustálený (stacionární), anebo může docházet k opačnému případu, kdy se teplota tělesa v určitém místě s časem mění a tento stav označujeme jako neustálený (nestacionární).

### 1.1.1.1. Stacionární vedení tepla

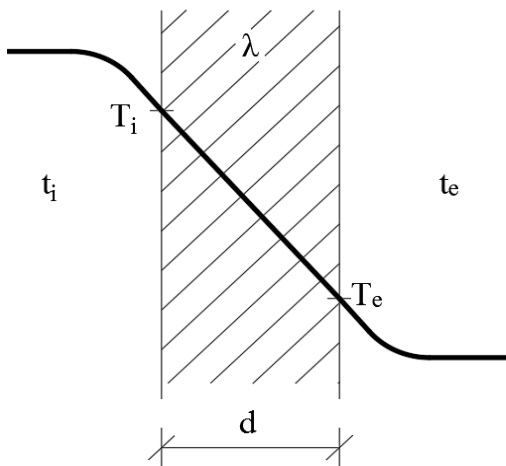
Vzhledem k běžné praxi se mi zdá jako nejlepší vysvětlit stacionární vedení tepla rovinnou stěnou.

Máme dvě prostředí, která dělí homogenní rovinná stěna. Obě prostředí mají svou charakteristickou teplotu, která se v čase nemění (je stálá). Teplotu prvního prostředí si označíme jako  $t_i$  (teplota interiéru) a teplotu druhého prostředí jako  $t_e$  (teplota exteriéru). S tímto zavedením teplot souvisí předpoklad, že  $t_i > t_e$ .

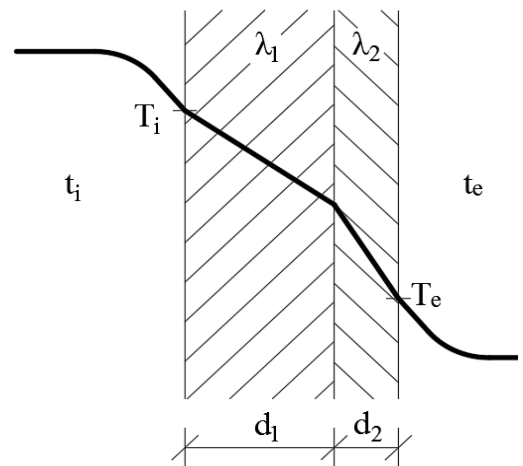
Tepelný tok  $Q$  (W), který prochází stěnou vypočteme pomocí vztahu:

$$Q = A \frac{\lambda}{d} (T_i - T_e) \quad (\text{W/m}^2) \quad [6]$$

kde	A	...	plocha povrchu stěny	(m <sup>2</sup> )
	$\lambda$	...	součinitel tepelné vodivosti stěny	(W/m. K)
	d	...	tloušťka stěny	(m)
	$T_i$	...	teplota vnitřního povrchu stěny	(°C)
	$T_e$	...	teplota vnějšího povrchu stěny	(°C)



Obrázek 1: Konduktce jednoduchou stěnou



Obrázek 2: Konduktce složenou stěnou

Měrný tepelný tok stěnou  $q$  (W/m<sup>2</sup>) se vyjádří jako tepelný tok  $Q$  (W) ku ploše stěny  $A$  (m<sup>2</sup>). Podíl  $\lambda/d$  je nazývá tepelná propustnost (W/m<sup>2</sup>K). Pokud bychom udělali převrácenou hodnotu tohoto podílu, získáme tím tepelný odpor stěny, který značíme  $R = d/\lambda$  (m<sup>2</sup>k/W).

Pokud bychom měli stěnu složenou z více vrstev (např. zateplená stěna), tak její celkový tepelný odpor spočteme jako sumu dílčích odporů jednotlivých vrstev. Tím pádem bude tepelný tok procházející stěnou o n-vrstvách:

$$Q = A \frac{(T_i - T_e)}{\sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j}} \quad (\text{W}) \quad [6]$$

### 1.1.1.2. Nestacionární vedení tepla

Vedení tepla v nestacionárním poli, tedy poli, ve kterém se teplota tělesa v určitém místě s časem mění např. průběh teplot v tělese během dne, můžeme analyticky řešit pouze v některých případech. Proto budeme muset použít obecnější vztah Fourierovy – Kirchhoffovy diferenciální rovnice vedení tepla.

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = a \nabla^2 T + \frac{q_i}{c\rho} \quad (\text{K/s}) \quad [7]$$

kde	$\frac{\partial T}{\partial \tau}$	...	totální diferenciál teploty	(K/s)
	a	...	součinitel teplotní vodivosti	(m <sup>2</sup> /s)
	$\nabla$	...	Laplaceův operátor	(K/m <sup>2</sup> )
	$q_i$	...	objemová vydatnost zdrojů tepla	(W/m <sup>3</sup> )
	c	...	měrná tepelná kapacita	(J/kg. K)
	$\rho$	...	měrná hustota tělesa	(kg/m <sup>3</sup> )

Úpravou tohoto vztahu lze získat nezbytné vztahy pro výpočet např. tepelných zisků a ztrát, nebo pomocí integrace dostaneme vztahy pro stacionární způsoby přenosu tepla.

Jelikož jsou řešení těchto diferenciálních rovnic dosti náročné, tak se v dnešní době dává přednost spíše výpočtům pomocí počítačového softwaru.

### 1.1.2 Tepelná výměna prouděním – konvekce

K přenosu tepla pomocí konvekce dochází v tekutinách (kapaliny, pára, plyn). Pokud dochází k přenosu tepla mezi tekutinou a povrchem tuhého tělesa nebo naopak, můžeme též hovořit o konvekci.

Rozlišujeme dva způsoby přenosu tepla v rámci konvekce, a to nucenou konvekci a přirozenou konvekci. Pokud dochází k nucené konvekci, tak hovoříme o nuceném proudění kapaliny. Tento jev může být způsoben vnějšími silami jako např. čerpadlo nebo ventilátor, zatímco přirozená konvekce je vyvolána nerovnoměrným rozdělením hustoty tekutiny.

Tento fyzikální děj závisí na celé řadě parametrů, jako jsou např. rychlost proudění kapaliny a její teplota nebo vlastnosti tekutiny ( $\lambda$ ,  $\rho$ , c,  $\nu$ ) a další. Všechny tyto parametry zahrnuje v součiniteli přestupu tepla Newtonův zákon a pomocí následujícího vztahu vyjadřuje konvekci takto:

$$Q = A\alpha(T_s - T_e) \quad (\text{W}) \quad [8]$$

kde	A	...	teplosměnná plocha	(m <sup>2</sup> )
	$\alpha$	...	součinitel přestupu tepla	(W/m <sup>2</sup> · K)
	T <sub>s</sub>	...	povrchová teplota stěny	(°C)
	T <sub>e</sub>	...	teplota tek. mimo teplotní mezní vrstvu	(°C)

Hodnotu součinitele  $\alpha$  vyšetřujeme experimentálně. Výsledky experimentů vyjadřujeme bezrozměrnými kritérii. Z tohoto důvodu můžeme obecně vyjádřit závislosti pomocí čísla Nusseltova, Fourierova, Reynoldsova, Grasshoffova a Prandtlova:

$$Nu = f( Fo, Re, Gr, Pr) \quad (-) \quad [9]$$

Bezrozměrná kritéria v této rovnici jsou:

$$Nu = \frac{\alpha l}{\lambda} \quad \text{číslo Nusseltovo}$$

$$Fo = \frac{a \tau}{l^2} \quad \text{číslo Fourierovo}$$

$$Re = \frac{wl}{\nu} \quad \text{číslo Reynoldsovo}$$

$$Gr = \beta \frac{g l^3}{\nu^2} \Delta T \quad \text{číslo Grasshoffovo}$$

$$Pr = \frac{\nu}{a} 3600 \quad \text{číslo Prantlovo}$$

kde	l	...	charakteristický rozměr	(m)
	$\tau$	...	čas	(s)
	w	...	rychlost proudění tekutiny	(m/s)
	$\nu$	...	viskozita	(°C)
	$\beta$	...	součinitel objemové roztažnosti	(1/K)
	g	...	gravitační zrychlení	(m/s <sup>2</sup> )
	$\Delta T$	...	rozdíl teplot	(K)
	a	...	součinitel teplotní vodivosti tekutiny	(m <sup>2</sup> /s)
	$\rho$	...	hustota tekutiny	(kg/m <sup>3</sup> )

### 1.1.3 Tepelná výměna prouděním – radiace

Ke sdílení tepla sáláním (radiací) dochází na základě tepelného záření pomocí elektromagnetických vln o vlnových délkách 1 až 1000  $\mu\text{m}$ , kdy k tomuto přenosu tepla nepotřebujeme přítomnost látky mezi tělesy.

Výsledný sálavý tok (Q), který dopadne na těleso se skládá z části energie, kterou těleso pohltí (Q<sub>A</sub>), část odrazí (Q<sub>R</sub>) a část samotným tělesem projde (Q<sub>D</sub>). Bilanční rovnice můžeme vyjádřit jako:

$$Q = Q_A + Q_R + Q_D \quad (W) \quad [10]$$

Pokud tuto rovnici vydělíme sálavým tokem Q, získáme vztah mezi A, R a D:

$$\frac{Q_A}{Q} + \frac{Q_R}{Q} + \frac{Q_D}{Q} = A + R + D = 1 \quad (-) \quad [10]$$

Pokud je  $A = 1$  ( $R = D = 0$ ) tak platí, že veškerá zářivá energie dopadající na těleso je pohlcena. Mluvíme tedy o dokonale černém tělese. Dokonale černé těleso, je těleso, které při všech vlnových délkách vyzařuje největší množství energie. Je-li  $R = 1$  ( $A = 0, D = 0$ ), celá dopadající energie se odrazí. Pokud je  $D = 1$  ( $A = 1, R = 1$ ), pak hovoříme o tělese dokonale průteplivém, jelikož všechna energie tělesem projde.

Reálná tělesa se blíží tělesům šedým, jelikož nepohlcují veškerou energii, ale zároveň jsou neprůteplivá ( $A + R = 1, D = 0$ ).

## **1.2 Vytápění místnosti**

Teplu dodávané do vytápěné místnosti můžeme předat pomocí otopných těles, stropním vytápěním (stropní sálavé plochy a panely), anebo otopnými podlahovými i stěnovými integrovanými velkoplošnými plochami.

Úkolem těchto těles, panelů nebo ploch je dodat do vytápění místnosti tolik tepla, aby v tomto prostoru byla vytvořena tepelná pohoda.

### **1.2.1 Tepelná pohoda**

Abychom dosáhli tepelné pohody, musí docházet k tepelné rovnováze mezi člověkem a okolím. Člověk totiž do okolí předává tepelnou produkci v podobě metabolického tepla. Zde záleží na pohlaví, věku, oblečení, zdravotním stavu nebo druhu vykonávané činnosti. Tepelnou pohodu okolí ovlivňují čtyři základní vlivy: teplota vzduchu, vlhkost vzduchu, povrchová teplota okolních stěn a také rychlost proudění vzduchu. Další faktory, ke kterým je dobré přihlédnout jsou například škodliviny ve vzduchu, hluk, pachy nebo ionizace.

Tepelný komfort člověka můžeme odvozovat také z receptorů tepla a chladu uvnitř a na celém povrchu těla. Na základě těchto faktorů můžeme s určitostí říci, že i když vytvoříme ideální klima podle zákonů a norem, vždy se najde alespoň jeden člověk, který bude pociťovat tepelný diskomfort, jelikož posuzování prostředí je subjektivní.

Abychom dosáhli tepelného komfortu, musíme spočítat tepelnou ztrátu místnosti, která se skládá z tepelné ztráty prostupem tepla a tepelné ztráty větráním. Na tuto hodnotu následně dimenzujeme otopné nebo sálavé plochy a panely.

### **1.2.2 Otopná tělesa**

Mezi druhy otopných ploch patří otopná tělesa. Otopná tělesa by měla být umístěna ve vytápěném prostoru tak, aby pokryla tepelnou ztrátu místnosti a tím zajistila tepelný komfort lidem, kteří místnost obývají. Otopná tělesa se odlišují od integrovaných otopných ploch (podlahová, stropní nebo stěnová) tím, že tyto plochy jsou přímo včleněny ve vytápěném prostoru.

Sdílení tepla otopného tělesa s okolním prostředím probíhá prostřednictvím kombinace sálání a konvekce. Vzájemný poměr mezi těmito druhy přenosu tepla především

ovlivňuje samotná konstrukce tělesa, tedy jeho druh a typ otopné plochy, jelikož tyto dvě hlavní složky ovlivňují způsob proudění vzduchu okolo otopné plochy a tím zároveň působí na složku přirozené konvekce.

Při výběru druhu či typu otopného tělesa bychom měli přihlížet k několika kritériím, mezi něž řadíme výkon, vzhled a soulad s interiérem, odolnost vůči korozi a opotřebenosti. Neměla by se také opomenout snadná montáž a údržba, ale také investiční náklady i nízká hladina hluku.

Volba typu otopného tělesa záleží na konkrétním konstrukčním řešení, tvaru, materiálovém provedení a vybavení. Otopná tělesa dělíme podle druhu na článková, desková, trubková a konvektory.

### **1.2.2.1 Stěnové radiátory**

Existují tři druhy stěnových radiátorů, a to stěnové radiátory článkové, deskové a trubkové.

Článkové radiátory bývají nejčastěji vyrobeny z litiny, oceli nebo slitin hliníku. Samotné články mohou být hladké nebo mohou mít podobu žeber malých rozměrů a bývají vzájemně spojeny do sestav.

Desková tělesa jsou nejčastěji ocelová. Otopnou plochu zde tvoří svislé hladké desky či desky s konvekčním plechem.

Trubková otopná tělesa jsou zhotovena z rozvodné a sběrné komory spojené trubkovými profily. Tato tělesa se nejčastěji používají k vytápění koupelen a WC, ale také menších kuchyní či technických místností.

#### **1.2.2.1.1 Článková otopná tělesa**

Článková tělesa se skládají z jednotlivých článků. Tyto články se mohou spojovat do soustav nebo se svařují, event. lisují.

Mezi dvě základní části článku můžeme zařadit horní a dolní komoru s náboji, které jsou opatřeny závitem. Tyto komory jsou propojeny přestupní plochou (žebrem). Podíl tepla sdílený konvekcí roste a klesá podíl tepla sdílený sáláním, pokud rozšiřujeme plochu na straně vzduchu. Podíl tepla sdílený sáláním do okolí pouze 20-38 %.

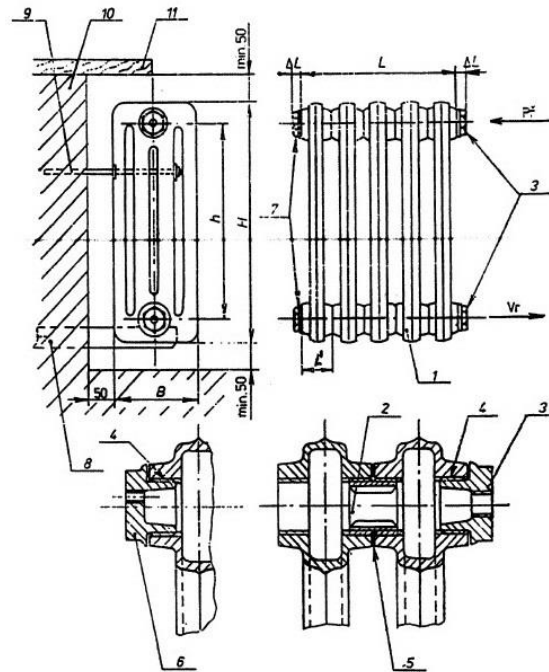
Článková otopná tělesa se vyrábí ze šedé litiny, ze slitin hliníku nebo výlisků z ocelových plechů.

Otopná tělesa litinová musejí být vyráběna z litiny s lupínkovým grafitem podle ISO 185. Tloušťka stěny u částí, které přicházejí do kontaktu s teplotonosnou látkou, nesmí být menší než 2,5mm. Výrobce musí zajistit dodržení nejmenší tloušťky stěny pravidelnými kontrolami výrobního zařízení a každodenními náhodnými zkouškami výrobků. [11]

U litinových článkových těles je možné rozšíření přestupní plochy žebry spojitých tvarů, ve vertikální ose mezi sloupky nebo v podobě nálitků na jednotlivých sloupcích skloněných pod určitým úhlem od horizontální roviny.

Tělesa ze slitin hliníků bývají vždy rozšířená, jelikož hliník disponuje velmi dobrými hodnotami tepelné vodivosti a také snadnosti tlakového lití složitějších tvarů. Díky těmto vlastnostem hliníku můžeme kombinovat žebra svislá a příčná. Tato tělesa se vyznačují dlouhou životností. Jsou známy případy, kdy tato tělesa vydržela v provozu bez závad a příznaků koroze i déle než 80 let.

Třetí typ článkových otopných těles se skládá ze článků, které jsou svařeny ze dvou výlisků z ocelového plechu. Tyto výlisky jsou tvořeny horní a dolní komorou, které jsou navzájem propojeny otopnou plochou.



Obrázek 3: Litinové článkové otopné těleso [12]

1 – článek, 2 – vsuvka s pravým a levým závitem, 3 – růžice, 4 – těsněno, 5 – těsnění, 6 – zátka s odvzdušněním, 7 – plná zátka, 8 – konzola, 9- držák, 10 – stěna, 11 – parapet, h – připojovací rozteč, B – hloubka, L' – délka článku, H – výška tělesa, L – délka tělesa,  $\Delta L$  – zvětšení délky růžic a zátek

### 1.2.2.1.2 Desková otopná tělesa

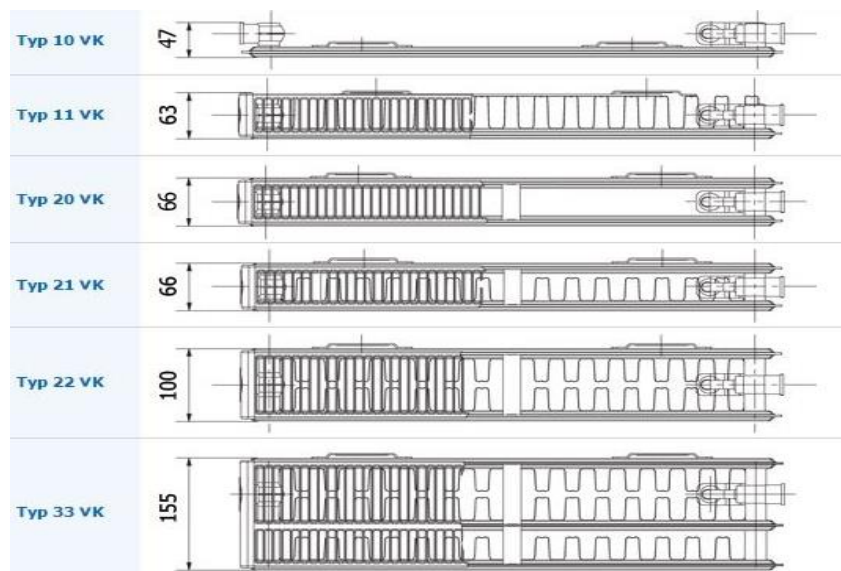
Za desková otopná tělesa považujeme souvislé hladké desky, popř. se zvětšením povrchu zvlněním nebo konvekčním plechem v různém montážním uspořádání, avšak za deskové těleso nemůžeme pokládat těleso, které je vyskládané z jednotlivých článků, i když výsledný výrobek vypadá jako deska. V dnešní době patří desková otopná tělesa mezi nejčastěji používané druhy otopných těles a mají nižší hmotnost než tělesa článková.

Základní částí deskových těles je horní a dolní sběrná komora, která je situovaná ve směru délky tělesa a tyto dvě komory spojují prolisy tvořící kanálky. Celé těleso tedy tvoří dvě prolisované desky z ocelového plechu, které bývají po obvodě tělesa švově svařované a mezi jednotlivými kanálky jsou svařeny bodově.

Pokud je čelní deska rovná, zcela hladká, používá se plech o tloušťce 2 mm a dochází tak ke zmenšení průtočného průřezu kanálku na polovinu, či se na deskové těleso standardního tvaru upevňuje lepícím tmelem hladká deska o tloušťce plechu 1,25 mm. Pro připojení na potrubní rozvod mají tělesa buď osový nebo boční výstup se závitem. V případě tzv. kompaktního provedení, mají tělesa zabudovávající propojovací garnituru s ventilovou vložkou, nebo přímo s ventilem s napojením spodem vlevo, vpravo či uprostřed. [13]

Tabulka 1: Typové označení deskových OT [14]

Typ	Počet desek	Počet konvekčních plechů	Typ	Počet desek	Počet konvekčních plechů
10	1	0	21	2	1
11	1	1	22	2	2
20	2	0	33	3	3



Obrázek 4: Přehled typů deskových radiátorů [15]

Desková otopná tělesa dělíme na jednoduchá, zdvojená, ztrojená a všechna s rozšířenými přestupními plochami nebo bez nich. Rozšířenou přestupní plochu tvoří obvykle soustava „žeber“, která jsou převážně rozložena do délky. Tělesa jsou zakryta z boku bočnicí a shora výdechovou mřížkou. Tato úprava zlepšuje jejich vzhled a zároveň zakrývá ostré hrany, u kterých by hrozilo riziko poranění. Rychlou reakci na regulační zásah umožňuje malý vodní rozsah.

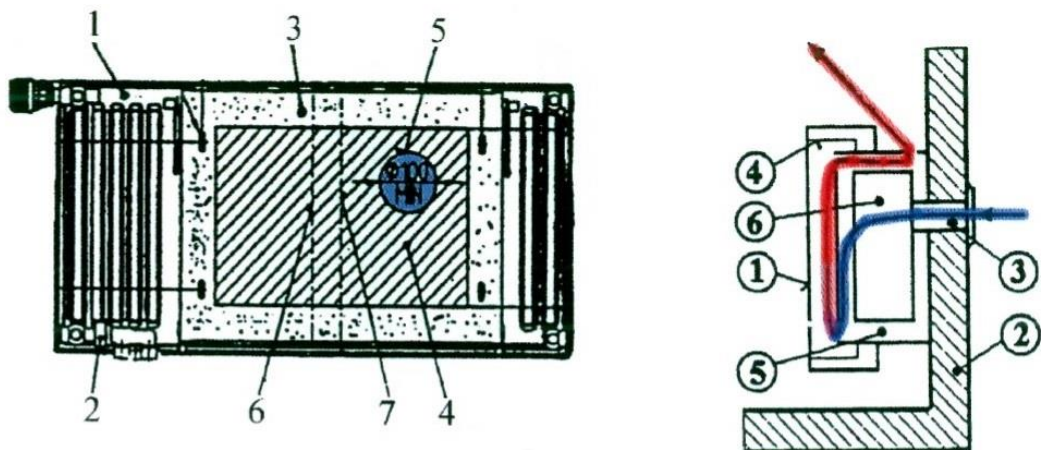
Pokud jsou vyšší nároky na splynutí tělesa s interiérem, je možno čelní plochu tělesa opatřit hladkou čelní deskou, obložit přírodním nebo umělým kamenivem nebo si nechat vyrobit potisk např. fotografii dle vlastního výběru a pomocí magnetů jí přichytit na deskové otopné těleso.



Obrázek 5: Různé typy deskových otopných těles [16]

V dnešní době se můžete setkat s deskovými otopnými tělesy s přívodem čerstvého vzduchu z venkovního prostředí. Tento přívod bývá umístěn v zadní instalační stěně a tento druh otopných těles je rozšířen hlavně ve skandinávských zemích. Toto řešení umožňuje použití otopného tělesa v režimu „teplovodní vytápění“ a zajištění přívodu ohřátého čerstvého větracího vzduchu.

Takovéto provedení je jednou z možností, jak zajistit potřebné množství větracího vzduchu, neboť těsná okna toto neumožňují. Použití speciálních připojovacích armatur umožňuje spodní napojení a odklonění tělesa od stěny při výměně filtru. [17]



Obrázek 6: Deskové otopné těleso s přívodem venkovního vzduchu [18]

1 – otopné těleso, 2 – připojovací armatura, 3 – box s filtrační vložkou, 4 – filtrační vložka, 5 – otvor pro trubku přívodního vzduchu, 6 – osa tělesa, 7 – osa boxu

Čísla v kroužku: 1 – otopné těleso, 2 – stěna, 3 – trubka, 4 – rozšířená přestupní plocha, 5 – filtrační box, 6 – filtrační vložka

### 1.2.2.1.3 Trubková otopná tělesa

Název tohoto druhu otopných těles je odvozen od výchozího konstrukčního prvku – trubky. Podstatu trubkových otopných těles tvoří rozvodné a sběrné komory, které jsou navzájem spojené řadou trubek menších průřezů. Trubky mohou být kruhového, čtvercového, obdélníkového průřezu nebo jejich kombinací. Nejčastější výskyt tvaru trubek bývá pomocí tří způsobů uspořádání – meandr, registr s vodorovnými trubkami a registr se svislými trubkami.



Obrázek 7: Uspořádání trubek u trubkového otopného tělesa [19]



Registr se svislými trubkami se uspořádáním svého vnitřního prostoru velmi podobá otopným tělesům článkovým a deskovým. Registr s vodorovnými trubkami, může být optimálně využit tehdy, pokud průtok teplotonosné látky přestupní plochou je vhodným způsobem usměrněn. Trubky trubkových otopných těles jsou nejčastěji ocelové nebo měděné a mohou být hladké či profilované do nejrůznějších tvarů.

V dnešní době se trubková otopná tělesa nejčastěji navrhují v koupelnách, protože zde slouží jako trubkové otopné koupelňové těleso a zároveň je vhodné k sušení textilií. Z estetických důvodů se vyrábí tělesa s různým prohnutím trubek ve vodorovné ale i svislé rovině a z praktických důvodů jsou tato tělesa doplňována zrcadly a různými držáky.



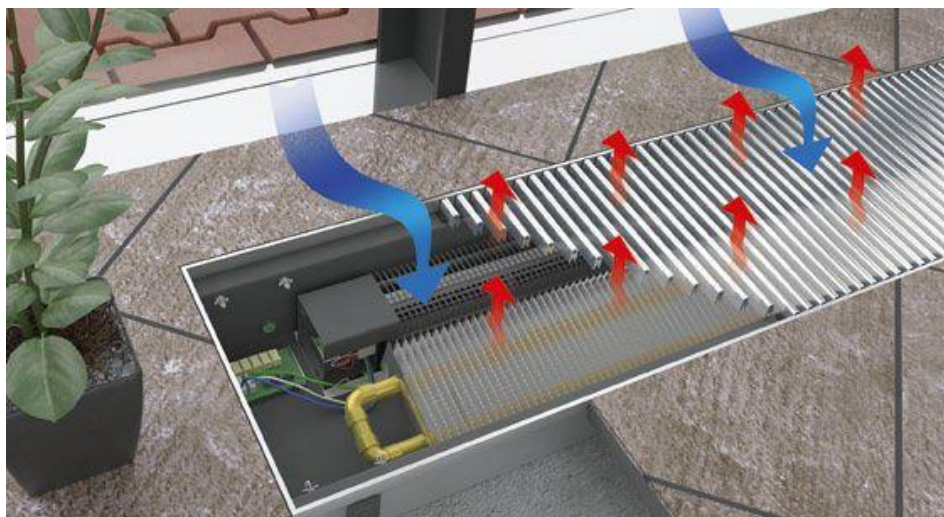
Obrázek 8: Koupelňová trubková tělesa [20]

### 1.2.2.2 Konvektory

Název konvektor vznikl od převážného způsobu sdílení tepla konvekcí (prouděním). Konvektor se obvykle skládá z trubkového výměníku tepla a skříně, která je v horní části opatřená výdechovou mřížkou. Výměník tepla bývá obvykle umístěn v těsné blízkosti dolního okraje skříně.

Konvektory můžeme rozdělit na:

- skříňové, které se dodávají jako celek (nástěnné konvektory, otopné lavice), popřípadě část skříně může tvořit stěna stavební konstrukce
- soklové neboli podparapetní, které jsou situovány průběžně pod nízkým parapetem s nízkou skříní
- podlahové (zapuštěné), protože jsou uloženy v kanálu v podlaze pod oknem. Konvektor zakrývá nosná krycí rohož, která musí umožnit pravidelné čištění vnitřního prostoru od prachu. Proudění v konvektoru může být přirozené nebo nucené (ventilátor).



Obrázek 9: Princip fungování podlahového konektoru [21]

Jak je z popisu a rozdělení jednotlivých typů patrné, mohou být konvektory podle svého řešení osazovány buď těsně na obvodovou stěnu, nebo v její blízkosti na stojánky. Některé typy se umísťují i přímo do stavební konstrukce, např. do zdi a podlahy. [22]

### 1.2.3 Integrované otopné plochy

Integrované otopné plochy jsou přímo včleněny ve vytápěném prostoru. Mluvíme zde převážně o podlahovém, stropním a stěnovém vytápění. Teplo z integrovaných otopných ploch je do místnosti dodáváno převážně sáláním (radiací) a pouze malé množství konvekcí (prouděním). To znamená, že se od sálající plochy ohřívají osálané plochy a následně se od sálajících a osálaných ploch se postupně ohřívá okolní vzduch, což je ta část konvekční z celkového tepelného toku. Z toho vyplývá, že vnitřní povrchové teploty stavebních konstrukcí jsou vyšší, než je teplota vzduchu ve vytápěné místnosti.

Podíl tepelného toku sdíleného sáláním je u stropního vytápění zhruba 80%, u stěnového vytápění asi 65 % a u podlahového vytápění přibližně 55%. Otopná plocha může být zahřívána teplou vodou, teplým vzduchem nebo elektricky.

#### 1.2.3.1 Podlahové vytápění

Prvotní řešení podlahového vytápění vyřešili již lidé ve starověkém Římě, kdy r.80 př.n.l. Sergius Orata navrhnul starořímské Hypokaustum. Tento návrh spočíval v tom, že ohniště bylo umístěno pod objektem a bez roštu se v něm spalovalo dřevo nebo dřevěné uhlí. Teplé spaliny proudily dutinami v podlaze, kterou tak prohřívají a teplo bylo následně přes podlahu sdíleno do vytápěného prostoru nad podlahou.

U podlahového vytápění se pro otopnou plochu využívá pouze jedna ze stavebních konstrukcí, která ohraničuje vytápěný prostor. Přenos tepla se u podlahového vytápění uskutečňuje pomocí sálavé složky (55%) a konvekční složky (45%). V dnešní době se využívá teplovodního, teplovzdušného nebo elektrického vytápění.

K zajištění tepelné pohody pomocí podlahového vytápění jako prostředníka je dáno samotným objektem. Tento objekt musí splňovat tepelně-technické vlastnosti pro podlahové

vytápění. Minimální náročnost objektu vzhledem ke spotřebě tepla je na prvním místě a teprve potom následuje vhodný provozní režim, možnost akumulace tepla či optimální regulace.

Abychom docílili tepelné pohody v místnostech s podlahovým vytápěním, je důležité si uvědomit, k jakému účelu budou místnosti sloužit. Jestli se jedná o podlahy, kde se vyskytují neobutí lidé např. aquacentrum, nebo se jedná o obývací pokoj v rodinném domě. Vzhledem k přímému kontaktu chodidla s podlahou, může u podlahového vytápění dojít k lokální tepelné nepohodě, pokud je povrchová teplota podlahy vyšší nebo vysoká. Proto je velmi důležité znát povrchové teploty podlahy, které člověk akceptuje a dále pak, během jaké doby bude chodidlo v kontaktu s podlahou nebo při jakém druhu obutí.

Při návrhu bychom se měli řídit optimálními teplotami podlahy, aby nedocházelo k diskomfortu, tudíž by průměrná teplota podlahy neměla překročit hranici 29°C. Pro člověka, který dlouhodobě sedí, se doporučuje optimální teplota podlahy 25°C a pro osoby sedící či stojící 23°C.

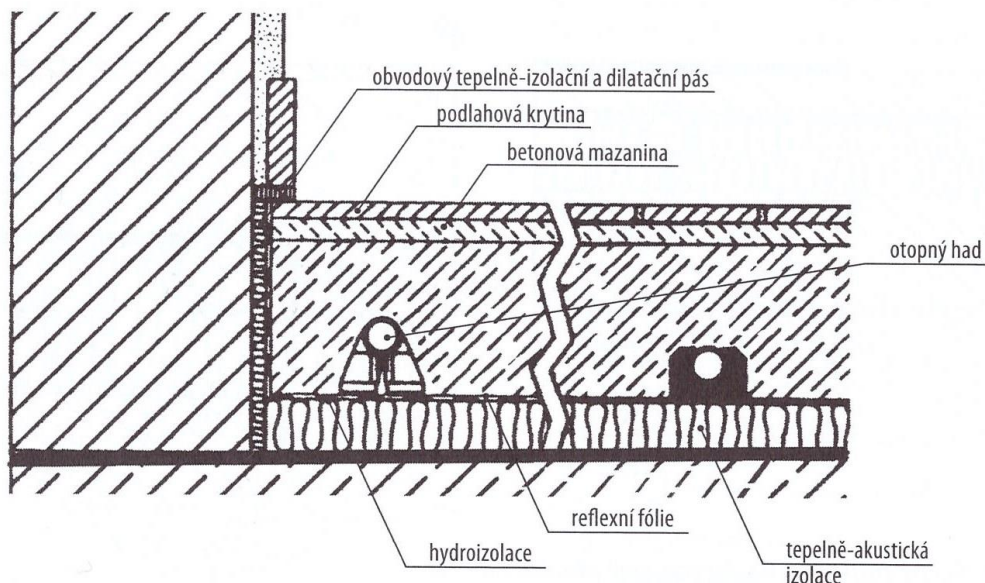
### 1.2.3.1.1 Konstrukce a provedení podlahového vytápění

Konstrukce podlahového vytápění není pevně spjata s nosnou částí podlahy, ale jakoby na ní plave, proto můžeme hovořit o termínu plovoucí podlaha.

Konstrukci podlahové plochy s mokrým způsobem pokládky otopného hadu tvoří:

- podkladový beton
- tepelně-akustická izolace
- obvodový tepelně-izolační a dilatační pás
- hydroizolace
- reflexní fólie
- otopný had
- betonová mazanina
- podlahová krytina

[23]



Obrázek 10: Řez konstrukcí podlahové plochy – mokrá pokládka [22]

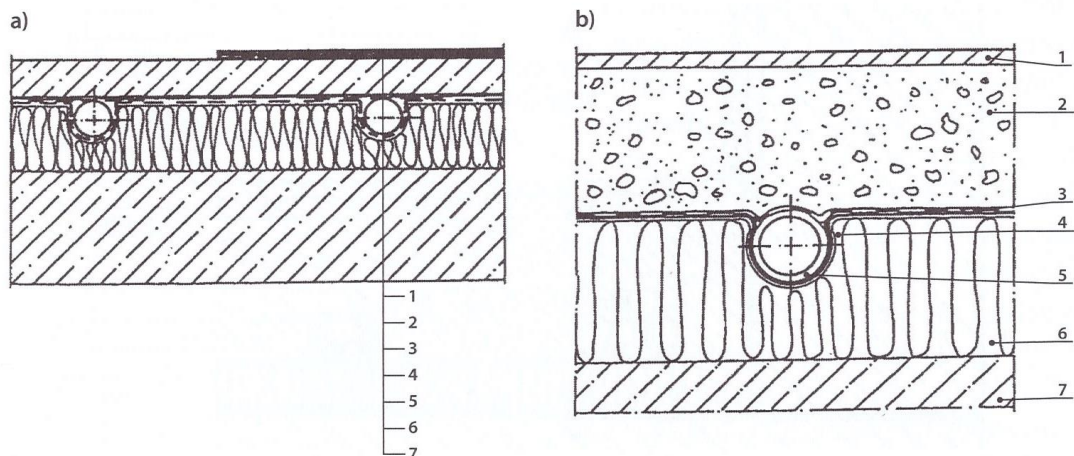
Projektant při návrhu podlahové otopné plochy může využít několika druhů variant, buď podle způsobu provedení, nebo podle tvarování otopného hadu. Provedení otopné podlahové plochy může být realizováno suchým způsobem, mokřím způsobem nebo provedeno přes modulové klima desky nebo přes kapilární rohože. Provedení podle tvarování otopného hadu je dvojitě. Buď hovoříme o tvaru meandru, nebo tvarování ve tvaru plošně spirály.

Pokud je potrubí uloženo do izolační vrstvy pod betonovou deskou, mluvíme o suchém provedení teplovodního podlahového vytápění. Trubky jsou od cementového potěru odděleny buď plastovou, nebo kovovou fólií. Tento druh podlahy pracuje s vyššími teplotami otopné vody. Přívodní teplota vody se pohybuje v rozmezí 40 až 70°C, takže tento způsob můžeme využít v prostorách, kde podlahové vytápění použijeme jako dodatkovou otopnou plochu nebo kde stačí pouze temperovat.

U mokrého způsobu provedení podlahového vytápění je otopný had zabudován přímo do betonové vrstvy podlahy nad tepelně-zvukovou izolaci. Předpokládána teplota přívodní otopné vody se pohybuje v rozmezí 35 až 55°C.

Modulové klima podlahy je tvořeno dutými profilovanými deskami či pásy. Tyto speciální desky či pásy se kladou na tepelnou izolaci a tvoří souvislou plochu a mezi sebou se hydraulicky propojují. Takovéto provedení podlahového vytápění umožňuje pracovat s nízkými teplotami vstupní otopné vody v rozmezí 25 až 35°C. Vzhledem k velmi malým průtočným průřezům jsou zde zvýšené požadavky na čistotu otopné vody, proto se tyto systémy v ČR nepoužívají.

Co se týká kapilárních rohoží, tak ty se pro podlahové vytápění používají jen velmi zřídka. Jejich použití je spíše vhodné u stěnového či stropního vytápění.



Obrázek 11: Suchý způsob vytvoření otopné plochy [24]

a) řez otopnou plochou, b) detail uložení trubky

1 – podlahová krytina, 2 – cementový potěr, 3 – hydroizolace, 4 – fólie, 5 – otopný had, 6 – tepelná izolace, 7 – nosná podlaha

Způsob tvarování otopného hadu je také důležitý. U meandrového způsobu kladení klesá teplota otopné vody od obvodové konstrukce směrem k vnitřní stěně, což umožňuje rovnoměrnější rozložení teplot ve vytápěné místnosti. U tohoto způsobu pokládky otopného hadu je možné oblouky tvarovat pod úhlem 180°, což vyžaduje použití menšího průměru potrubí (např. 16x2mm).

Tvarování otopného hadu do plošné spirály zajišťuje rovnoměrnou povrchovou teplotu podlahy po celé její ploše. Jedinou nevýhodou tohoto způsobu pokládky je,

že teplota klesá v horizontálním směru od vnitřní obvodové konstrukce. Pro uložení trubek do meandru se většinou navrhuje trubky 18x2mm, protože tvarování oblouků je možno maximálně pod úhlem 90°C.

Oba tyto způsoby umožňují kladení s okrajovou intenzivní zónou, která se umísťuje k okenní stěně, nebo do rohu objektu v šířce přibližně 0,5 až 1 m a částečně tak eliminuje negativní vliv ochlazovaných konstrukcí na vytváření místního tepelného diskomfortu.

Potrubí otopného hadu může být vyrobeno z nerez, mědi, plastů nebo vícevrstvé trubky a může být ukládáno mnoha způsoby. Mezi nejčastější patří např. ukládání do plastových lišt, upevnění plastovými příchytkami na síť nebo vtačováním trubek do systémové desky.



Obrázek 12: Systémová deska VARIONOVA 30-2 [25]

### **1.2.3.2 Stěnové vytápění**

Stěnová otopná plocha by se měla montovat na vnitřní stranu např. ochlazované stěny. Omítky, které používáme k omítání, musí snášet teploty otopné plochy a musí být vždy vyztuženy omítací sítí.

Uložení otopného hadu se u stěnového vytápění provádí na stěnu místnosti a zakryje se omítkou. Způsob aplikace otopného hadu u stěnového vytápění se provádí dvojím způsobem. První způsob pojednává o mokřém systému a druhý o systému suchém.

Mokré systémy jsou vhodnější pro zděné stavby a rekonstrukce, jelikož se otopný had upevní pomocí příchytek do hmoždinek nebo se mohou použít zatlukací spony.

U nepravidelných či jinak specifických ploch se využívají hřebenové lišty. Tímto máme vyřešené upevnění otopného hadu. Na upevněného otopného hada se nanáší přímo mokrá omítka. Na omítání musíme použít speciální omítku pro stěnové vytápění.

Suchý systém stěnového vytápění se používá spíše u nízkoenergetických a montovaných domů a také v podkroví nebo při rekonstrukci. Zde hovoříme o hotovém otopném hadu, který je uložen v sádrovláknitých deskách. Tyto desky se přímo montují na sádrokartonové stěny nebo na pomocné konstrukce, pokud máme stěnu zděnou.



Obrázek 13: Mokrý způsob pokládky [26]



Obrázek 14: Suchý způsob pokládky [27]

### **1.2.3.3 Stropní vytápění**

Stropní vytápění by se dalo rozdělit na čtyři druhy podle provedení, a to na trubky zalité ve stropě, použití lamel, použití sálových desek a pásu či uložení stropního vytápění v dutém podhledu. Do stropního vytápění přímo neřadíme světlé a tmavé plynové zářiče, protože mají otopnou plochu napojenou do lokálních spotřebičů, resp. zdrojů tepla.

#### **1.2.3.3.1 Trubky zalité ve stropě**

Při tomto druhu stropního vytápění používáme nejčastěji trubky 3/8", 1/2" či 3/4", které jsou následně zalité ve stropě a tím pádem jsou přímo součástí stropní konstrukce. Jedná se o starší způsob provedení. Otopný had musí být kladen současně s výstavbou stropu, takže musíme zajistit, aby před betonáží byla zajištěna distanční vzpěra cca 2 cm mezi bedněním a trubkami. Z toho vyplývá, že jsou zde kladené ohromné nároky na preciznost provedení, neboť při chybném spádování dochází neustále k provozním potížím s vypouštěním a odvzdušňováním.

Pokud je otopný had umístěn pouze v omítce stropu, bude celé provedení stropního vytápění mnohem jednodušší. Po realizaci stropu, můžeme na jeho spodní část upevnit otopného hada. K lepšímu uchycení vápeno-cementové malty si pomůžeme použitím rabičového pletiva. Celková tloušťka stropního vytápění tvoří pouhých 5 až 6 cm. Pokud bychom použili povlakové měděné trubky či trubky plastové, tak výsledná omítka dosáhne tloušťky zhruba pouhých 3 cm.

U tohoto druhu vytápění je důležité si ohlídat povrchovou teplotu integrované otopné plochy, jelikož by mohlo docházet k tepelné nepohodě, neboť vysoká teplota povrchu by způsobovala nadměrné osálení temene hlavy.

Kdyby tu byl předpoklad nadměrného úniku tepla směrem nahoru, museli bychom počítat i s návrhem tepelné izolace, která by tomuto jevu zamezila.



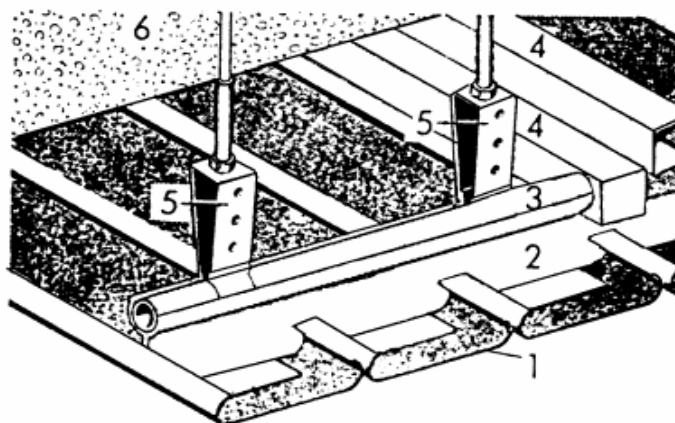
Obrázek 15: Trubkové stropní vytápění [28]

#### **1.2.3.3.2 Lamely**

Lamela je zvětšená přestupní plocha trubky a díky tomu jsou lamely schopny rovnoměrně rozprostřít tepelný tok a rychleji odvádí teplo z trubek. Pokud bychom se zaměřili na provedení tohoto druhu stropního vytápění, tak zde existují dvě nejznámější formy provedení.

Prvním je tzv. Stramax-standart strop, jehož šířku zajišťují hliníkové plechy, které mají uprostřed prolis, ve kterém se posouvá uchycená trubka. Pod lamelami je sádrová omítka s nosičem omítky, a tak vzniká hladký strop. [28]

Druhý způsob upevnění se nazývá Zent-Frengerův strop. Zde používáme perforované či neperforované povrchově upravené hliníkové plechy, které tvoří podhled. Trubky jsou zavěšeny pod stropem a hliníkové desky jsou k nim připevněny pomocí ocelových svorek. Mezi deskami jsou 1,5mm široké spáry, které se používají k provětrávání.



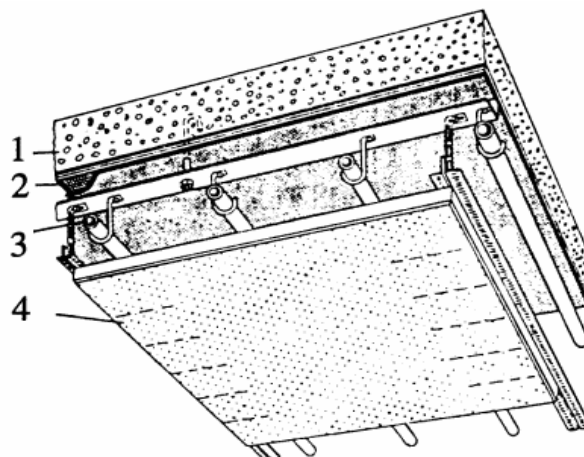
Obrázek 16: Zent - Frengerův strop s pásovými lamelami [29]  
 1 - pás, 2 - nosný profil, 3 - trubka, 4 - rozdělovač, 5 - závěs, 6 - nosný strop

### 1.2.3.3.3 Sálavé desky a pasy

Sálavé desky, pasy a panely netvoří přímo stropní otopnou plochu a na strop jsou pouze volně zavěšeny jako nosný prvek. Převážně se sestávají z ocelového plechu, na který jsou třmeny upevněny trubky (někdy i přivařeny) a který je povětšinou shora tepelně izolován. Na strop se mohou zavěšovat jednotlivě či v souvislých pasech. Využití nacházejí především u průmyslových staveb. [29]

### 1.2.3.3.4 Dutý podhled

V případě dutého podhledu procházejí trubky v prostoru, který je nad podhledem, ale zároveň pod nosnou konstrukcí. Spodní část nosného stropu musí být izolována, aby bylo zamezeno úniku tepla. Podhled musí být realizován s akustickou izolací. U tohoto druhu vytápění je možná různá variabilita použitých podhledů a vzniká tak zde prostor pro architektonickou tvůrčí představivost a schopnost. Další velká výhoda spočívá v dodatečné možnosti provedení změn.



Obrázek 17: Stropní vytápění s dutým podhledem a akustickou izolací [30]  
 1 – betonový strop, 2 – tepelná izolace s hliníkovou folií, 3 – trubka, 4 – akustická izolace v podobě desek



### 1.2.3.4 Lokální topidla

Pokud potřebujeme vytopit jednu či více místností, tak nejvhodnější a zároveň nejjednodušší varianta je použít lokální topení jako zdroj tepla. Zároveň je někdy mnohem lepší využít lokální topidla všude, kde nejsou dostupné inženýrské sítě, případně tam, kde by provoz nebo jeho výstavba nebyla rentabilní.

Lokální vytápění je vhodné zvolit pro objekty, které užíváme krátkodobě (chata, chalupa) nebo místnosti, které se nevyplatí trvale vytápět (garáž, půda). Zvláštní případ je, že i když daný objekt má vybudovaný centrální systém vytápění, tak používáme lokální topidla např. z estetických důvodů (historické domy s krbem).

Lokální topidla dělíme na elektrická, plynová a topidla na tuhá paliva. K elektrickým topidlům řadíme elektrické přímotopy, nástěnné infrazářiče, akumulární elektrická kamna a elektrické krby. Všechna tato lokální topidla mají zdroj napájený elektrickou energií. Mezi plynová lokální topidla patří nástěnná plynová topidla a přenosná plynová topidla. Rozdíl mezi nimi je takový, že přenosná plynová topidla nepotřebují vyústění spalin, ale potřebují dostatečné větrání a přívod spalovacího vzduchu. Zatímco nástěnná plynová topidla se bez vyústění spalin do komína nebo přes zeď (gamat) neobejdou. Kamna, krby a krbová kamna řadíme k lokálním topidlům na tuhá paliva.

Výhody lokálních topidel spočívají v jednoduché obsluze, nízkých pořizovacích nákladech nebo rychlém zprovoznění. Mezi nevýhody by se dalo zařadit nutnost topidla v každé místnosti, a navíc zabírá určitý prostor, dále bude obtížnější regulace teploty v objektu a v neposlední řadě nákladný provoz.



Obrázek 18: Elektrický přímotop [31]

## 2. Praktická část

### 2.1. Zkoumaná problematika

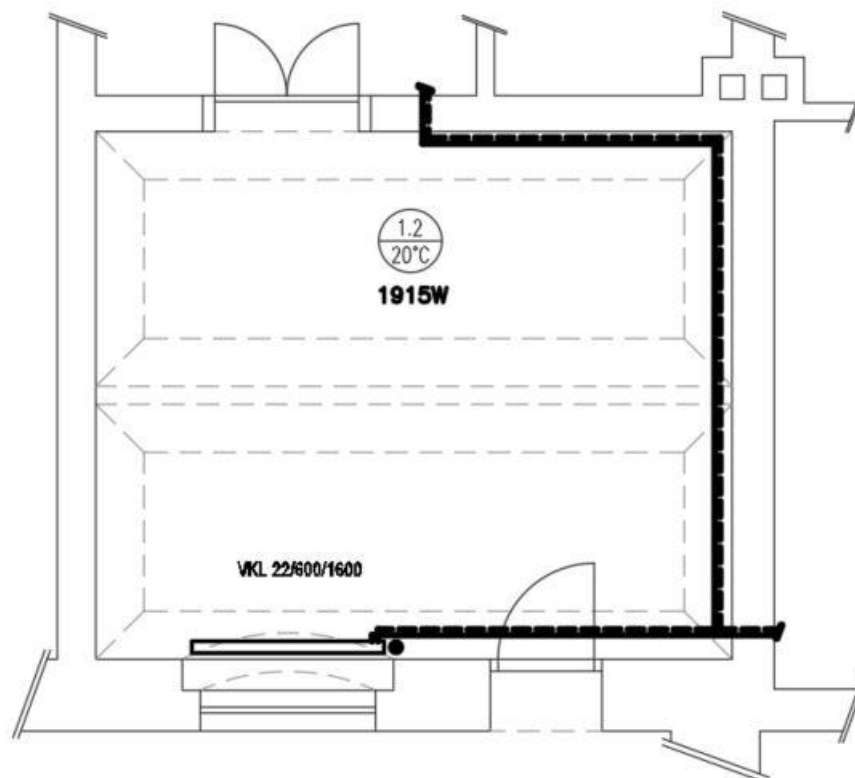
V praktické části se budeme zabývat návrhem a porovnáním otopných ploch z hlediska technického, ekonomického i vlivu rozložení teploty v místnosti. Celkem budou navrženy čtyři druhy otopných ploch pro místnost číslo 1.2 (Kancelář). Tato místnost se nachází v 1.NP (viz výkres č. 1). Tepelná ztráta této místnosti se rovná 1 915 W.

### 2.2 Návrh otopných ploch

K návrhu otopných ploch v kanceláři budeme porovnávat čtyři druhy otopných ploch. Všechny tyto plochy budou podloženy jednoduchými schémata.

#### 2.2.1 Deskové otopné těleso

Prvním druhem bude deskové otopné těleso od firmy KORADO. Zde ponecháme deskové otopné těleso od firmy KORADO Radik VKL 22 - výška 600 mm, délka 1600 mm, které má výkon otopné plochy 2 162 W. Tudíž pokryje tepelnou ztrátu místnosti 113 %.



Obrázek 19: Schéma – otopné těleso

### 2.2.1.1 Technické řešení osazení deskového otopného tělesa

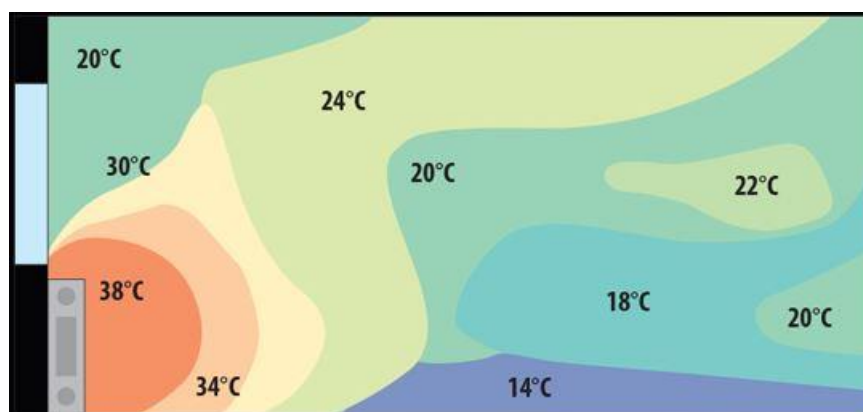
Realizace tohoto řešení obnáší drobné stavební práce v rozsahu vybourání drážek v podlaze pro připojení navrženého deskového otopného tělesa a potrubí pro další otopná tělesa v navazujících místnostech (viz Obrázek 19). V připravených drážkách bude vedeno měděné potrubí v dimenzích daných projektem. Pro připojení deskového otopného tělesa je uvažováno s potrubím o průměru 18 mm s tepelnou izolací, které v místě připojení vstupuje do drážky ve stěně a následně do rohové připojovací armatura HEIMEIER Multilux Korado. Otopné těleso bude opatřeno termostatickou hlavicí. Drážky v podlaze budou stavebně zapraveny.

### 2.2.1.2 Ekonomické řešení osazení deskového otopného tělesa

Tabulka 2: Ekonomické řešení – deskové otopné těleso

P.č.	Zkrácený popis ceníkové položky	MJ	Množ.	JC	Cena v Kč
1	Stavební přípomoc – bourání drážek a průrazů bez zadržek	h.	4,00	241,50	966,00
2	Potrubí z trubek měděných polotvrdých spojovaných měkkým pájením – d 18x1	m	6,30	270,60	1 704,80
3	Příplatek k potrubí měděnému za zhotovení přípojky z trubek měděných do D 18x1	ks	2,00	107,70	215,40
4	Připojovací armatura rohová Heimeier Multilux KORADO	ks	1,00	934,00	934,00
5	Svěrné šroubení Heimeier pro měděné trubky – 15x3/4"	ks	2,00	75,00	150,00
6	Otopné těleso ocel. desk. RADIK VENTIL KOMPAKT 22-6160 VKL	ks	1,00	6 665,00	6 665,00
7	Montáž otopných těles deskových	ks	1,00	144,50	144,50
8	Izolace tepelné z pěn. polyetylenu TUBOLIT DG – 18x13	m	6,30	22,00	138,60
9	Montáž izolací tepelných z pěnového polyetylenu	m	6,30	45,00	283,50
10	Stavební přípomoc – začištění drážek a průrazů	m	6,30	287,00	1 808,10
	<b>Celkem bez DPH</b>				<b>13 009,90</b>

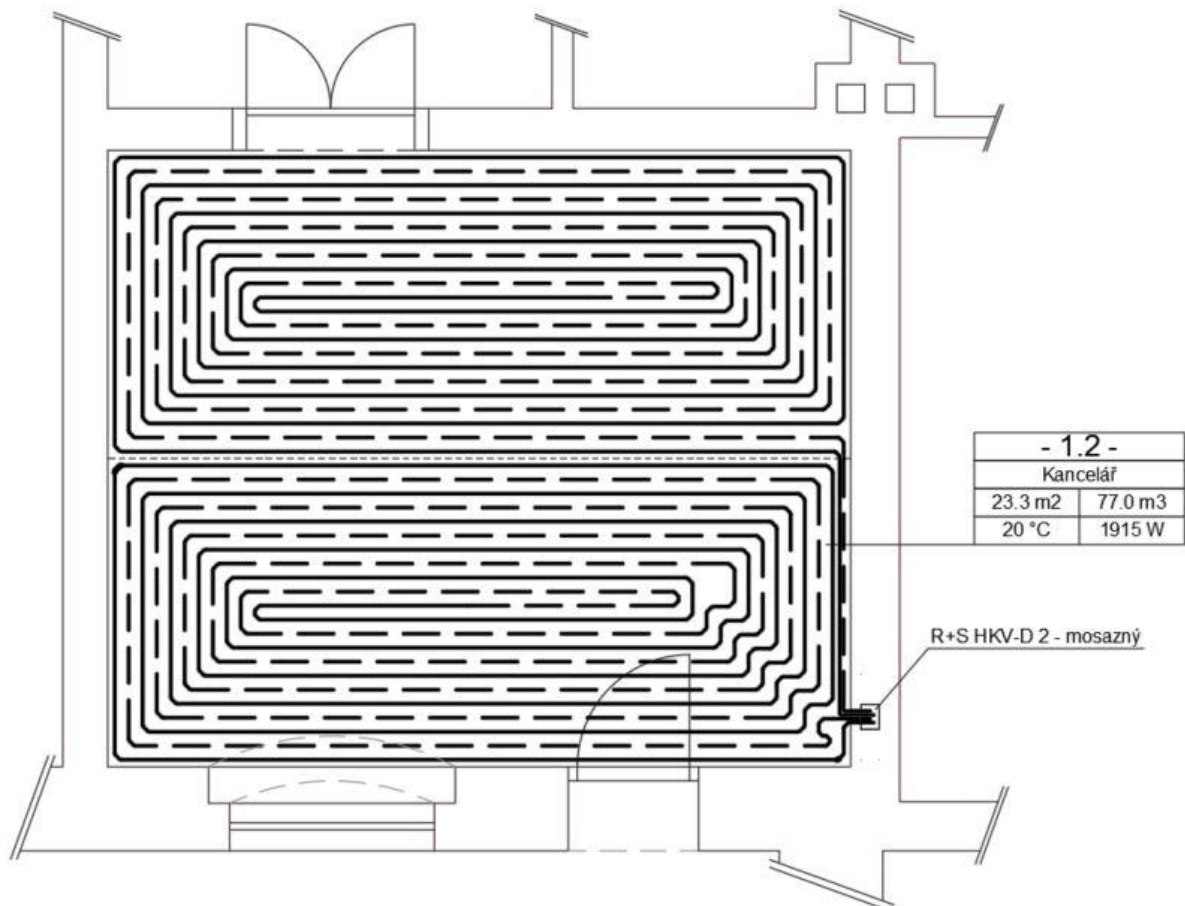
### 2.2.1.3 Rozložení teploty v místnosti při osazení deskového OT



Obrázek 20: Rozložení teploty v místnosti – deskové otopné těleso [32]

## 2.2.2 Podlahové vytápění

Druhým druhem je podlahové vytápění, které bylo navrženo pomocí softwaru RAUCAD TechCON, který je volně dostupný na stránkách firmy Rehau. Podlahová plocha je rozdělena do dvou okruhů, přičemž délka potrubí v jednu okruhu nesmí přesáhnout 120 m.



Obrázek 21: Schéma podlahového vytápění

### 2.2.2.1 Technické řešení realizace podlahového vytápění

Realizace tohoto řešení obnáší poměrně větší stavební práce spočívající ve vybourání stávající podlahové plochy v místnosti do hloubky cca 150 mm. Po vybourání podlahové plochy bude proveden podkladní beton v tloušťce 40–50 mm a vodorovná hydroizolace z asfaltových pásů. Obvodové stěny místnosti budou opatřeny podlahovou okrajovou dilatační páskou, podlahová plocha bude rozdělena dilatačním profilem na dvě samostatné podlahové plochy. Následně bude vybourán otvor pro rozdělovač podlahového topení, osazen rozdělovač s průtokoměrem HKV-D 2, mosazný, pro dva topné okruhy a připojen na nově provedené měděné potrubí 28x1,5 opatřené tepelnou izolací TUBOLIT DG – 28x13. Do vytvořených ploch budou položeny systémové desky VARIONOVA 30-2 (tl. podkladní izolace 30 mm + výstupky pro upevnění potrubí 20 mm). Do těchto desek bude položeno

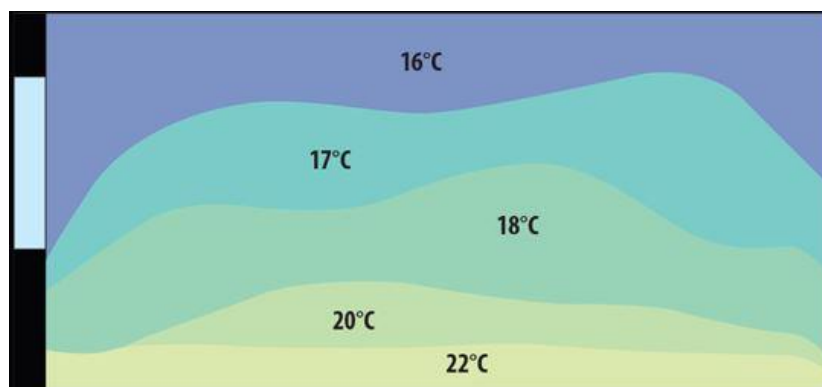
potrubí pro podlahové vytápění RAUTHERM S – 17x2,0 s roztečí 100 mm a dopojeno na rozdělovač se sběračem. Potrubí podlahového topení prostupující stěnami a dilatačním profilem bude opatřeno ochrannou trubkou 16/17. Po úspěšně provedené tlakové zkoušce bude podlahová plocha zalita anhydritovou směsí v tloušťce 40 mm a položená dlažba respektující vytvořenou dilataci mezi dvěma topnými okruhy. Po dobu lití anhydritové směsi musí být systém podlahového vytápění natlakován provozním tlakem.

### 2.2.2.2 Ekonomické řešení realizace podlahového vytápění

Tabulka 3: Ekonomické řešení – podlahové vytápění

P.č.	Zkrácený popis ceníkové položky	MJ	Množ.	JC	Cena v Kč
1	Vybourání podlahy do hl. 150 mm	m <sup>2</sup>	23,30	289,00	6 733,70
2	Potrubí z trubek měděných polotvrdých spojovaných měkkým pájením – d 28x1,5	m	1,00	645,10	645,10
3	Příplatek k potrubí měděnému za zhotovení přípojky z trubek měděných D 28x1,5	ks	2,00	137,70	275,40
4	Tlaková zkouška potrubí měděné do D 35x1,5	m	1,00	12,80	12,80
5	Podlahová okrajová dilatační páska	m	18,40	25,00	460,00
6	Dilatační profil	m	5,30	195,00	1 033,50
7	Systémová deska VARIONOVA 30-2	m <sup>2</sup>	23,30	295,00	6 873,50
8	Vodící oblouk 90° - 16/7	ks	4,00	19,00	76,00
9	Svěrné šroubení - 17	ks	4,00	107,00	428,00
10	Trubka RAUTHERM S – 17x2,0	m	236,00	49,00	11 564,00
11	Ochranná trubka pro vnější průměr trubky 16/17	m	2,00	16,00	32,00
12	Rozdělovač s průtokoměry HKV-D 2 (MS)	ks	1,00	4 570,00	4 570,00
13	Skříň rozdělovače pod omítku UP450	ks	1,00	1 980,00	1 980,00
14	Montáž podlahového topení	%	0,25	27 017,00	6 754,30
15	Tlaková zkouška potrubí z plastických hmot	m	236,00	5,30	1 250,80
16	Izolace tepelné z pěn. polyetylenu TUBOLIT DG – 28x13	m	1,00	28,20	28,20
17	Montáž izolací tepelných z pěnového polyetylenu	m	1,00	49,50	49,50
18	Podkladní beton tl. 40-50 mm	m <sup>3</sup>	1,17	2 500,00	2 925,00
19	Hydroizolace – asfaltový pás	m <sup>2</sup>	23,30	45,00	1 048,50
20	Podlahová plocha z anhydritu	m <sup>2</sup>	23,30	385,00	8 970,50
21	Dlažba	m <sup>2</sup>	23,30	550,00	12 815,00
	<b>Celkem bez DPH</b>				<b>68 525,80</b>

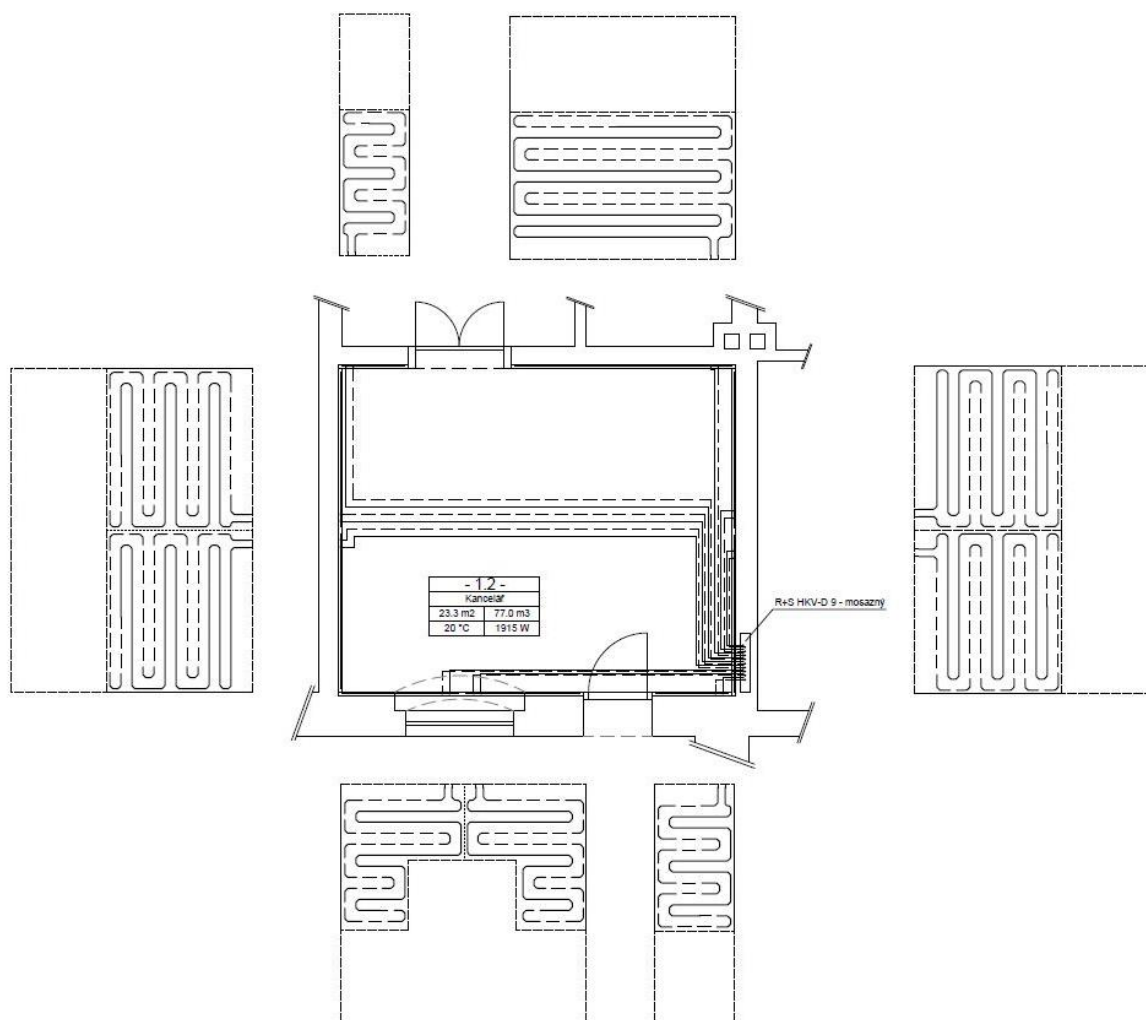
### 2.2.2.3 Rozložení teploty v místnosti při realizaci podlahového vytápění



Obrázek 22: Rozložení teploty v místnosti – podlahové vytápění [32]

### 2.2.3 Stěnové vytápění

Třetím druhem je stěnové vytápění do výšky 2 m, které bylo navrženo pomocí softwaru RAUCAD TechCON, který je volně dostupný na stránkách firmy Rehau. Plocha stěn je rozdělena do devíti okruhů, přičemž délka potrubí v jednu okruhu nesmí přesáhnout 60 m.



Obrázek 23: Schéma stěnového vytápění

#### 2.2.3.1 Technické řešení realizace stěnového vytápění

Provedení stěnového vytápění v daném rozsahu představuje velké stavební úpravy spočívající ve vybourání drážek v podlahové ploše, úpravu stěn pro instalaci stěnového vytápění, osazení rozdělovače a následné dorovnání stěn do tloušťky stěnového vytápění. Následně bude vybourán otvor pro rozdělovač podlahového topení, osazen rozdělovač s průtokoměry HKV-D 9, mosazný, pro devět topných okruhů a připojen na nově provedené měděné potrubí 28x1,5 opatřené tepelnou izolací TUBOLIT DG – 28x13. Dále budou upevněny lišty na konstrukci stěny pomocí upevňovací techniky. Montážní rozměry pro upevnění vodících lišt budou dle technických podkladů výrobce. Vodící oblouky případně dvojité držáky budou osazeny dle daného průměru potrubí. Do vytvořených

topných polí budou instalovány trubky RAUHERM S 14x1,5 mm s roztečí 150 mm a dopojeny na rozdělovač se sběračem.

Po úspěšně provedené tlakové zkoušce bude na stěnové plochy nanесena speciální omítka do výšky dvou metrů a dorovnán rozdíl nad tuto výšku až ke stropu. Po dobu nanášení speciálních omítek musí být systém stěnového vytápění natlakován provozním tlakem.

### 2.2.3.2 Ekonomické řešení realizace stěnového vytápění

Tabulka 4: Ekonomické řešení – stěnové vytápění

P.č.	Zkrácený popis ceníkové položky	MJ	Množ.	JC	Cena v Kč
1	Stavební přípomocce – bourání drážek a průrazů bez zadržek	h.	8,00	241,50	1 932,00
2	Potrubí z trubek měděných polotvrdých spojovaných měkkým pájením – d 28x1,5	m	1,00	645,10	645,10
3	Příplatek k potrubí měděnému za zhotovení přípojky z trubek měděných D 28x1,5	ks	2,00	137,70	275,40
4	Tlaková zkouška potrubí měděné do D 35x1,5	m	1,00	12,80	12,80
5	Rehau stěnové vytápění – mokrý způsob RAUTHERM S 14x1,5 mm	m <sup>2</sup>	33,70	425,00	14 322,50
6	Ochranná trubka pro vnější průměr trubky 10/14	m	15,00	12,00	180,00
7	Rozdělovač s průtokoměry HKV-D 9 (MS)	ks	1,00	9 430,00	9 430,00
8	Svěrné šroubení - 14	ks	18,00	107,00	1 926,00
9	Skříň rozdělovače pod omítku UP950	ks	1,00	2 610,00	2 610,00
10	Montáž stěnového topení	%	0,30	28 468,50	8 540,60
11	Tlaková zkouška potrubí z plastických hmot	m	308,30	5,30	1 634,00
12	Izolace tepelné z pěn. polyetylénu TUBOLIT DG – 28x13	m	1,00	28,20	28,20
13	Montáž izolací tepelných z pěnového polyetylénu	m	1,00	49,50	49,50
14	Stavební přípomocce – začištění drážek a průrazů	m	52,60	287,00	15 096,20
15	Speciální omítka pro stěnové vytápění tl. 29 mm	m <sup>2</sup>	33,70	700,00	23 590,00
16	Vyrovňovací omítka mezi stěnovým vytápěním a stropem tl. 29 mm	m <sup>2</sup>	21,50	560,00	12 040,00
17	Malba stěn	m <sup>2</sup>	55,20	45,00	2 484,00
	<b>Celkem bez DPH</b>				<b>94 796,30</b>

### 2.2.3.3 Rozložení teploty v místnosti při realizaci stěnového vytápění



Obrázek 24: Rozložení teploty v místnosti – stěnové vytápění [33]

## **2.2.4 Stropní vytápění**

Vzhledem ke skutečnosti, že řešená místnost je se zrcadlovými klenbami a nachází se v objektu, který je zapsán v rejstříku nemovitých kulturních památek ČR pod rejstříkovým číslem 43965/5-5249, kde realizací stropního vytápění by došlo k jejímu nenávratnému znehodnocení. Z tohoto důvodu zde není možné realizovat stropní vytápění.

Na základě výše uvedených skutečností nebude stropní vytápění v této části bakalářské práce řešeno.



*Obrázek 25: Reálná fotografie zrcadlové klenby v místnosti 1.2*



## Závěr

Cílem mé bakalářské práce bylo posoudit návrh otopných ploch pro danou místnost v bytovém domě, který je nemovitou kulturní památkou, kdy jsem musela zhodnotit mnoho aspektů kladených na zachování původního vzhledu tohoto objektu včetně interiéru.

Prvním z návrhů bylo deskové otopné těleso, které je z pohledu pokrytí tepelných ztrát, relativně přiměřeného rozložení tepla v místnosti, jednoduchosti montáže a dostupné ceny rychlým řešením, ale zasahujícím do vzhledu interiéru památkově chráněné budovy.

Druhým navrhovaným řešením je podlahové vytápění v dané místnosti pokrývající tepelné ztráty, optimálně rozložené teplo s poměrně většími stavebními úpravami spočívajícími ve vybourání nevyhovujících podlah, instalací podlahového topení se sice vyšší pořizovací cenou, ale s využitím nižšího teplotního spádu, tím nižší spotřeby paliva. A ve výsledném efektu nezasahující do vzhledu interiéru památkově chráněné budovy.

Třetím návrhem bylo stěnové vytápění pokrývající tepelné ztráty místnosti, avšak vyžadující velké stavební úpravy, spočívající v omítání topných smyček ve stěnách a dorovnávání tloušťky omítek dle skladby tloušťky stěnového vytápění až ke stropu místnosti. Dopad na pořizovací cenu stěnového vytápění má i pracnost montáže. Stěnové vytápění využívá rovněž nižšího teplotního spádu, což má v důsledku dopad na nižší spotřebu paliva, ale původní vzhled místnosti je nenávratně ztracen. Tím mám na mysli absenci paty zrcadlových kleneb.

Posledním z uvažovaných návrhů bylo stropní vytápění, které s ohledem na historický charakter objektu podléhající památkové ochraně, při jehož realizaci by došlo ke ztrátě zrcadlových kleneb. Z tohoto důvodu nebylo řešeno.

Hodnotím-li výše uvedené návrhy ze všech dříve zmiňovaných aspektů, musím konstatovat, že nejvhodnějším návrhem respektující historický ráz domu a požadavky památkové péče je druhý návrh – **podlahové vytápění**. Kdy vyšší pořizovací náklady budou kompenzovány nižší spotřebou paliva, nenarušeným interiérem dané místnosti a v konečném důsledku i nižšími emisemi, což je další přidanou hodnotou v dopadu na životní prostředí.

## Seznam použitých zdrojů

- [1] BAŠTA, J., K. BROŽ, J. CIKHART, M. ŠTORKAN a V. VALENTA. *Topenářská příručka – svazek 1: 120 let topenářství v Čechách a na Moravě*. První vydání. Praha: GAS, 2001. ISBN 80-86176-82-7.
- [2] BAŠTA, Jiří. *OTOPNÉ PLOCHY: otopná tělesa*. 2. přepracované vydání. Praha: Česká technika – nakladatelství ČVUT, 2016, 206 s. ISBN 978-80-01-05943-2.
- [3] BAŠTA, PH.D., Ing. Jiří. *VELKOPLOŠNÉ SÁLAVÉ VYTÁPĚNÍ: podlahové, stěnové a stropní vytápění a chlazení*. První vydání. Praha: Grada Publishing, 2010, 128 s. ISBN 978-80-247-3524-5.
- [4] Vytápění. *Topeni-topenari* [online]. [cit. 2017-04-28]. Dostupné z: <http://www.topeni-topenari.eu/topeni.php>
- [5] Základy sdílení tepla: Sdílení tepla vedením – kondukce. BAŠTA, J., K. BROŽ, J. CIKHART, M. ŠTORKAN a V. VALENTA. *Topenářská příručka – svazek 1: 120 let topenářství v Čechách a na Moravě*. Praha: GAS, 2001, s. 102. ISBN 80-86176-82-7.
- [6] Základy sdílení tepla: Sdílení tepla vedením – kondukce. BAŠTA, J., K. BROŽ, J. CIKHART, M. ŠTORKAN a V. VALENTA. *Topenářská příručka – svazek 1: 120 let topenářství v Čechách a na Moravě*. Praha: GAS, 2001, s. 103. ISBN 80-86176-82-7.
- [7] Sdílení tepla: Sdílení tepla vedením. JELÍNEK, CSC., Doc. Ing. Vladimír a Ing. Karel KABELE, CSC. *Technické zařízení budov 20: Vytápění - Přednášky*. 2. vydání. Praha: ČVUT, 1998, s. 4. ISBN 80-01-01938-1.
- [8] Základy sdílení tepla: Sdílení tepla prouděním – konvekce. BAŠTA, J., K. BROŽ, J. CIKHART, M. ŠTORKAN a V. VALENTA. *Topenářská příručka – svazek 1: 120 let topenářství v Čechách a na Moravě*. Praha: GAS, 2001, s. 107. ISBN 80-86176-82-7
- [9] Sdílení tepla: Sdílení tepla prouděním (konvekci). JELÍNEK, Vladimír a Karel KABELE, CSC. *Technické zařízení budov 20: Vytápění – Přednášky*. Druhé. Praha: ČVUT, 1998, s. 6-7. ISBN 80-01-01938-1.
- [10] Základy sdílení tepla: Sdílení tepla sáláním – radiace. BAŠTA, J., K. BROŽ, J. CIKHART, M. ŠTORKAN a V. VALENTA. *Topenářská příručka – svazek 1: 120 let topenářství v Čechách a na Moravě*. Praha: GAS, 2001, s. 110. ISBN 80-86176-82-7
- [11] DRUHY OTOPNÝCH TĚLES: Článeková otopná tělesa a jejich typy. *OTOPNÉ PLOCHY: otopná tělesa*. 2. přepracované vydání. Praha: Česká technika – nakladatelství ČVUT, 2016, s. 86. ISBN 978-80-01-05943-2.
- [12] DRUHY OTOPNÝCH TĚLES: Článeková otopná tělesa a jejich typy. *OTOPNÉ PLOCHY: otopná tělesa*. 2. přepracované vydání. Praha: Česká technika – nakladatelství ČVUT, 2016, s. 85. ISBN 978-80-01-05943-2.

- [13] DRUHY OTOPNÝCH TĚLES: Článeková otopná tělesa a jejich typy. *OTOPNÉ PLOCHY: otopná tělesa*. 2. přepracované vydání. Praha: Česká technika – nakladatelství ČVUT, 2016, s. 93. ISBN 978-80-01-05943-2.
- [14] BAŠTA, J. a R. VAVŘIČKA. OTOPNÉ PLOCHY (II) - DRUHY OTOPNÝCH TĚLES. *Desková otopná tělesa a jejich typy: Desková otopná tělesa a jejich typy* [online]. Praha: ČVUT, 2006 [cit. 2017-04-15]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/otopne-plochy/3064-otopne-plochy-ii-druhy-otopnych-teles>
- [15] Centrum vytápění. *Centrum vytápění: Topný systém – otopná tělesa* [online]. 2017 [cit. 2017-04-15]. Dostupné z: <http://www.centrumvytapani.cz/korado-radik-vk-10---600x600-mm-deskove-otopne-teleso->
- [16] ELUC. *Otopná tělesa* [online]. [cit. 2017-04-15]. Dostupné z: [https://eluc.kr-olomoucky.cz/uploads/images/12693/content\\_deska.jpg](https://eluc.kr-olomoucky.cz/uploads/images/12693/content_deska.jpg)
- [17] DRUHY OTOPNÝCH TĚLES: Desková otopná tělesa a jejich typy. *OTOPNÉ PLOCHY: otopná tělesa*. 2. přepracované vydání. Praha: Česká technika – nakladatelství ČVUT, 2016, s. 96. ISBN 978-80-01-05943-2
- [18] DRUHY OTOPNÝCH TĚLES: Desková otopná tělesa a jejich typy. *OTOPNÉ PLOCHY: otopná tělesa*. 2. přepracované vydání. Praha: Česká technika – nakladatelství ČVUT, 2016, s. 97. ISBN 978-80-01-05943-2
- [19] DRUHY OTOPNÝCH TĚLES: Trubková otopná tělesa a jejich typy. *OTOPNÉ PLOCHY: otopná tělesa*. 2. přepracované vydání. Praha: Česká technika – nakladatelství ČVUT, 2016, s. 98. ISBN 978-80-01-05943-2
- [20] Otopná tělesa nejsou jen těžké radiátory. In: *Topení – topenáři: Otopná tělesa* [online]. [cit. 2017-04-20]. Dostupné z: <http://www.topeni-topenari.eu/topeni/otopna-telesa.php>
- [21] POJAR, Petr. 11 důvodů proč instalovat otopné konvektory Licon. In: *ČESKÉSTAVBY.CZ* [online]. 2014 [cit. 2017-04-20]. Dostupné z: <http://www.ceskestavby.cz/clanky/11-duvodu-proc-instalovat-otopne-konvektory-licon-22843.html>
- [22] DRUHY OTOPNÝCH TĚLES: Konvektory a jejich typy. *OTOPNÉ PLOCHY: otopná tělesa*. 2. přepracované vydání. Praha: Česká technika – nakladatelství ČVUT, 2016, s. 105. ISBN 978-80-01-05943-2
- [23] Teplovodní podlahové vytápění: Konstrukce a provedení podlahové otopné plochy. BAŠTA, Jiří. *VELKOPLOŠNÉ SÁLAVÉ VYTÁPĚNÍ: podlahové, stěnové a stropní vytápění a chlazení*. Praha: Grada Publishing, 2010, s. 17. ISBN 978-80-247-3524-5.
- [24] Teplovodní podlahové vytápění: Konstrukce a provedení podlahové otopné plochy. BAŠTA, Jiří. *VELKOPLOŠNÉ SÁLAVÉ VYTÁPĚNÍ: podlahové, stěnové a stropní vytápění a chlazení*. Praha: Grada Publishing, 2010, s. 18. ISBN 978-80-247-3524-5.

- [25] Systémová deska VARIONOVA 30-2, výška 50 mm, 1400 x 800 mm /1,12 m<sup>2</sup>. In: *1-topeni-levne* [online]. <https://www.1-topeni-levne.cz/cz/katalog-podlahove-topeni-cenik/rehau/systemove-desky/produkt/systemova-deska-varionova-30-2--vyska-50-mm--1400-x-800-mm--1-12-m2> [cit. 2017-04-27]. Dostupné z: <https://www.1-topeni-levne.cz/cz/katalog-podlahove-topeni-cenik/rehau/systemove-desky/produkt/systemova-deska-varionova-30-2--vyska-50-mm--1400-x-800-mm--1-12-m2>
- [26] POJAR, Petr. Budeme v budoucnu vytápět své domy? In: *ČESKÉSTAVBY.CZ* [online]. 2012 [cit. 2017-04-28]. Dostupné z: <http://www.ceskestavby.cz/clanky/budeme-v-budoucnu-vytapet-sve-domy-21482.html>
- [27] Systémy Roth pro plošné vytápění a chlazení: Roth ClimaComfort® panelový systém. In: *Tzb-info: Vytápění* [online]. 2012 [cit. 2017-04-28]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/podlahove-vytapeni/8352-systemy-roth-pro-plosne-vytapeni-a-chlazení>
- [28] SÁLAVÉ CHLADICÍ SYSTÉMY 1: Spotřeba energie. In: *Asb-postal.cz: odborný stavební portál* [online]. 2009 [cit. 2017-04-28]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/tzb/vetrani-a-klimatizace/salave-chladici-systemy-1>.
- [29] BAŠTA, Jiří. Stropní vytápění: Použití lamel. BAŠTA, Jiří. *VELKOPLOŠNÉ SÁLAVÉ VYTÁPĚNÍ: podlahové, stěnové a stropní vytápění a chlazení*. Praha: Grada Publishing, 2010, s. 97. ISBN 978-80-247-3524-5.
- [30] BAŠTA, Jiří. Stropní vytápění: Použití sálavých desek a panelů. BAŠTA, Jiří. *VELKOPLOŠNÉ SÁLAVÉ VYTÁPĚNÍ: podlahové, stěnové a stropní vytápění a chlazení*. Praha: Grada Publishing, 2010, s. 99. ISBN 978-80-247-3524-5.
- [31] Elektrické přímotopy: Rychle zahřejí a nezruinují nás: Chcete se rychle ohřát? Pořídte si teplovzdušný ventilátor. In: *Nalezeno* [online]. 2009 [cit. 2017-04-28]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/vytapeni-1/primotopy/elektricke-primotopy-rychle-zahreji-a-nezruinuji-nas.aspx>
- [32] Podlahové vytápění. In: *Mvb* [online]. [cit. 2017-05-20]. Dostupné z: <http://www.mvb.cz/domacnosti/vytapeni/podlahove-vytapeni/>
- [33] Slunce na umělý pohon: Infračervené teplo. In: *Mújdům* [online]. 2014 [cit. 2017-05-20]. Dostupné z: [https://mujdum.dumabyt.cz/rubriky/alternativy/slunce-na-umely-pohon\\_67.html](https://mujdum.dumabyt.cz/rubriky/alternativy/slunce-na-umely-pohon_67.html)

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Kondukce jednoduchou stěnou.....	9
Obrázek 2: Kondukce složenou stěnou.....	9
Obrázek 3: Litinové článkové otopné těleso [12] .....	14
Obrázek 4: Přehled typů deskových radiátorů [15] .....	15
Obrázek 5: Různé typy deskových otopných těles [16] .....	15
Obrázek 6: Deskové otopné těleso s přívodem venkovního vzduchu [18] .....	16
Obrázek 7: Uspořádání trubek u trubkového otopného tělesa [19] .....	16
Obrázek 8: Koupelnová trubková tělesa [20] .....	17
Obrázek 9: Princip fungování podlahového konektoru [21] .....	18
Obrázek 10: Řez konstrukcí podlahové plochy – mokrá pokládka [22].....	19
Obrázek 11: Suchý způsob vytvoření otopné plochy [24] .....	20
Obrázek 12: Systémová deska VARIONOVA 30-2 [25] .....	21
Obrázek 13: Mokrý způsob pokládky [26] .....	22
Obrázek 14: Suchý způsob pokládky [27] .....	22
Obrázek 15: Trubkové stropní vytápění [28] .....	23
Obrázek 16: Zent - Frengerův strop s pásovými lamelami [29].....	24
Obrázek 17: Stropní vytápění s dutým podhledem a akustickou izolací [30] .....	24
Obrázek 18: Elektrický přímotop [31] .....	25
Obrázek 19: Schéma – otopné těleso .....	26
Obrázek 20: Rozložení teploty v místnosti – deskové otopné těleso [32] .....	27
Obrázek 21: Schéma podlahového vytápění .....	28
Obrázek 22: Rozložení teploty v místnosti – podlahové vytápění [32] .....	29
Obrázek 23: Schéma stěnového vytápění .....	30
Obrázek 24: Rozložení teploty v místnosti – stěnové vytápění [33] .....	31
Obrázek 25: Reálná fotografie zrcadlové klenby v místnosti 1.2 .....	32

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Typové označení deskových OT [14] .....	15
Tabulka 2: Ekonomické řešení – deskové otopné těleso.....	27
Tabulka 3: Ekonomické řešení – podlahové vytápění .....	29
Tabulka 4: Ekonomické řešení – stěnové vytápění.....	31