

# Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra technologická zařízení staveb



Česká zemědělská univerzita v Praze

**Technická  
fakulta**

**Bakalářská práce**

**Nízkoteplotní vytápění budov**

**Vedoucí bakalářské práce:**

prof. Ing. Pavel Kic, DrSc.

**Vypracoval:**

Jiří Mervart

Praha 2015

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra technologických zařízení staveb

Technická fakulta

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jiří Mervart

Technologická zařízení staveb

Název práce

**Nízkoteplotní vytápění budov**

Název anglicky

**Low temperature heating of buildings**

---

### Cíle práce

Cílem bakalářské práce je provést zhodnocení systémů a zařízení pro nízkoteplotní vytápění budov. Zaměřit se především na metody, umožňující snížení spotřeby energie a dodržení potřebných provozních a hygienických parametrů pohody prostředí.

### Metodika

Na základě poznatků z literatury i vlastních úvah provést rozbor možností využití různých energeticky úsporných systémů nízkoteplotního vytápění budov a uvést princip výpočtu tepelné bilance pro zimním období. Navrhnout a využít vhodnou metodiku měření potřebných parametrů a doporučit vhodná opatření a řešení pro praxi.



## **Doporučený rozsah práce**

30 až 40 stran textu

## **Klíčová slova**

vytápění; budovy; hygiena; pohoda prostředí; energie

---

## **Doporučené zdroje informací**

Časopisy: Vytápění, větrání, instalace.

Dahlsveen, T.-Petráš, D.-Hirš, J.: Energetický audit budov. Bratislava, 2003, 295 s.

Daniels, K.: Technika budov. Jaga, Bratislava, 2003, 519 s

Kic, P.-Brož, V.: Zařízení pro větrání a klimatizaci stájí. IVV Mze ČR, 2000, 71 s.

Nový, R. et al: Technika prostředí. ČVUT, Praha, 2000, 265 s.

Székyová, M.-Ferstl, K.-Nový, R.: Větrání a klimatizace. JAGA, Bratislava 2006, 359 s.

Tywoniak, J.: Nízkoenergetické domy – principy a příklady. Grada, Praha, 2005, 194 s.

---

## **Předběžný termín obhajoby**

2015/05 (květen)

## **Vedoucí práce**

prof. Ing. Pavel Kic, DrSc.

---

Elektronicky schváleno dne 12. 1. 2012

**doc. Ing. Jan Malaták, Ph.D.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 25. 1. 2012

**prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.**

Děkan

V Praze dne 24. 03. 2015

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Nízkoteplotní vytápění budov vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v příloženém soupisu literatury. Souhlasím, aby práce byla uložena v knihovně ČZU v Praze a zpřístupněna ke studijním účelům.

V Praze dne

.....

## **Poděkování**

Touto cestou bych rád vyjádřil poděkování svému vedoucímu bakalářské práce prof. Ing. Pavlu Kicovi, DrSc. za trpělivost a připomínky k bakalářské práci. Dále děkuji především svým rodičům a ostatním blízkým za podporu a pomoc, kterou mi během studia a psaní bakalářské práce věnovali.

## **Abstrakt**

Úkolem této bakalářské práce je zhodnotit současné novodobé systémy pro nízkoteplotní vytápění budov. Dále se zaměřit na metody snížení energie na vytápění pomocí těchto technologií a uvést konkrétní příklady.

V první části této práce se popisuje historie zdroje tepla. Obecný rozdíl mezi klasickými a současnými moderními zdroji tepla a vnímání tepla a chladu na lidské tělo a jeho následné fyziologické procesy, které nastávají při náhlých změnách teploty působící na člověka.

Pozornost je následně věnována i současným moderním topným systémům využívající převážně nízkoteplotní vytápění jako je podlahové topení či topení sálavými složkami.

V neposlední řadě je popis konkrétní rekonstrukce bytu ve starším dvougeneračním domě doposud vytápěným plynovým kotlem zrekonstruovaným na současné vytápění sálavým stropním topením. Uvedení skutečných úspor, výhody, nevýhody, příklad výpočtu tepelných ztrát aj.

***Klíčová slova:*** vytápění; budovy; hygiena; pohoda prostředí; energie

## **Abstract**

The aim of this bachelor thesis is to evaluate the current modern systems for low temperature heating of buildings. Furthermore, focusing on methods of reducing energy use for heating by using these technologies and mentioning concrete examples.

The first part of the research describes a history source of heat. The general difference between classic and contemporary modern sources of heat and perception of heat and cold on the human body and its subsequent physiological processes that occur during sudden temperature changes applied to humans.

In addition, the attention is paid to contemporary modern heating systems using mainly low-temperature heating systems such as underfloor heating or radiant heating components.

At the end , a description of a specific apartment renovation in an older two-generation house previously heated by gas boiler, converted to the current radiant ceiling heating. Putting real savings, advantages, disadvantages and an example of calculating heat losses and others.

***Key words:*** *heating; buildings; hygiene; comfortable of environment; power*

## Obsah

1. ÚVOD.....	9
2. HISTORIE OTOPNÝCH SOUSTAV.....	10
3. TEORIE VYTÁPĚNÍ.....	11
3.1 Tepelná pohoda.....	11
3.2 Fyziologické procesy v těle člověka.....	12
3.2.1 Reakce lidského těla na teplé prostředí.....	13
3.2.2 Reakce lidského těla na chladné prostředí.....	13
4. NÍZKOTEPLTNÍ ZDROJE TEPLA.....	14
4.1 Tepelné čerpadlo vzduch/voda.....	15
4.2 Tepelné čerpadlo vzduch/vzduch.....	16
4.3 Tepelné čerpadlo země/voda.....	16
4.4 Tepelné čerpadlo voda/voda.....	17
5. TEORIE SÁLAVÉHO PŘENOSU TEPLA.....	18
6. DRUHY SÁLAVÉHO VYTÁPĚNÍ.....	22
6.1 Individuální vytápění blízko ležícími panely.....	22
6.2 Celkové vytápění zavěšenými panely.....	23
6.3 Vytápění infračervenými zářiči.....	23
6.4 Velkoplošné vytápění.....	23
6.4.1 Podlahové topení.....	24
6.4.2 Stěnové topení.....	26
6.4.3 Stropní topení.....	27
6.4.3.1 Konstrukční druhy stropního topení.....	28
6.4.3.1.1 Systém stropního topení s teplonosným rastrem.....	29
7. VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VE 2.NP DVOUGENERAČNÍHO DOMU....	32
8. ZÁVĚR.....	41
9. SEZNAM LITERATURY.....	43

Příloha A: Měření vnitřních teplot sálavým stropním vytápěním



# 1. Úvod

Současný teoretický i praktický přístup k problematice vytápění obytných, kancelářských i technických prostor se, oproti době před cca 20ti a více lety, značně změnil a neustále se dále vyvíjí. Rozhodujícím faktorem, který danou problematiku ovlivňuje, jsou stále se zlepšující tepelně - izolační parametry používaných stavebních materiálů. Projevuje se to zejména v tepelných ztrátách stavební konstrukce obvodových stěn, respektive tepelné obálky budovy. Parametr, který byl dříve rozhodující (prostup tepla stavební konstrukcí), bývá dnes již na tak nízké hodnotě, že přestává být směrodatný pro další uvažování směrem k volbě vhodné otopné soustavy. V důsledku se tak mění nejen požadavky na vstupní teplotu topné vody do systémů předávajících teplo do místnosti, ale jinak vypadají i vertikální a horizontální průběhy teplot vzduchu ve vytápěné místnosti. Tyto a další faktory, např. instalace systémů řízeného větrání s rekuperací odpadního tepla, stále častější požadavky na chlazení místností atd., dávají do zcela nového úhlu pohledu vytápěcí technologie s převládajícím radiačním (sálavým) systémem přenosu tepla.

Souběžně se změnami ve stavebních a izolačních materiálech, probíhá proces masivního přechodu na nové, vysoce účinné zdroje tepla, mezi které je možné řadit plynové kondenzační kotle a zejména tepelná čerpadla. Pro oba zdroje platí, že jde v porovnání s klasickými zdroji o zdroje nízkoteplotní. Smyslem této práce je zhodnotit stávající situaci v oblasti navrhování a řešení otopných soustav, a to při souběžném zohlednění obou výše uvedených parametrů – nová kvalita stavebních materiálů a nová kvalita zdrojů tepla. Společným jmenovatelem pro obě témata je nižší teplota, tedy nízkoteplotní systémy.

Častým problémem při uvažování nad principy vytápění bývá skutečnost, že si neuvědomujeme, že se jedná v podstatě o dva technologické principy (dvě tepelné bilance). První princip (první tepelná bilance) se týká dané vytápěné místnosti. Druhý princip (druhá tepelná bilance) se týká vlivu daného prostředí na člověka. Často se setkáváme v praxi se skutečností, že vše je podřízeno „požadavku místnosti“. Přitom, až na výjimky, se místnosti nevytápí s cílem, aby bylo v místnosti teplo, ale s cílem, aby bylo člověku v místnosti teplo. Toto zdánlivé slovíčkaření je však zcela zásadní.

## 2. Historie otopných soustav

Za první ústřední vytápění můžeme označit soustavu s využitím kouřových plynů k vytápění podlahy v 80. letech před našim letopočtem v domech a vilách římských občanů. Prvním známým autorem této myšlenky byl Sergius Orata. Později se vedle podlahy využilo vedení kouřových plynů ve stěnových dutinách. Na počátku našeho letopočtu došlo k využití kouřových plynů k vytápění v Číně (soustava Kang). Na rozdíl od římských poměrů bylo čínské vytápění využíváno i středními vrstvami obyvatel. Spalovalo se jak dříví, tak i uhlí. Po pádu římské říše se čekalo na vytápění kouřovými plyny až do 18. století. Technické nedostatky (netěsnosti kanálů) zhoršovaly hygienu vytápěných prostor, a tak se od tohoto vytápění postupně upustilo. Výsledkem snah po odstranění hygienických závad při přímém využívání kouřových plynů bylo použití výměníku, ve kterém se kouřovými plyny ohříval vzduch. Tento ohřátý vzduch se pak používal k vytápění místností. Primitivní výměník vznikl vytvořením další klenby nad ohništěm a takto vzniklým meziprostorem proudil samotížně čerstvý vzduch, který se po ohřátí rozváděl do vytápěných místností. Tento ojedinělý případ (hrad Marburg – 14.stol.) lze považovat za první teplovzdušné vytápění. (LÁZŇOVSKÝ, 1996)

Počátky vytápění teplou vodou je možné hledat již u Římanů, kteří využívali termálních pramenů a zaváděli termální vodu do dutých kovových desek nebo do keramických trubek v podlaze. Francouzský fyzik Bonnemain použil jako první moderní samotížnou teplovodní soustavu k vytápění líhni v roce 1777. Teplovodní soustava pro vícepodlažní dům byla poprvé realizována v Anglii Francouzem de Chabannesem v roce 1817. Dvoutrubkovou teplovodní soustavu navrhli v roce 1822 Angličané Atkinson a Tredgold. Zajímavé je, že teorie teplovodního vytápění (princip přirozené cirkulace a hydraulické ztráty) je známa již od roku 1836 (Hood), ale až do konce 19. století se teplovodní soustavy navrhovaly empiricky. (LÁZŇOVSKÝ, 1996)

Historickou událostí bylo použití vody horké až 150 °C při tlaku 0,3 MPa v uzavřené soustavě, která vznikla ze snah po úsporách mědi (trubky). Kolem roku 1900 bylo poprvé použito nuceného oběhu teplé vody a tato soustava si udržela své dominantní postavení dodnes. ( LÁZŇOVSKÝ, 1996 )

### 3. Teorie vytápění

Pro vytápění místností za účelem získání pocitu tepla neboli tepelné pohody, ať již nízkoteplotním nebo vysokoteplotním zdrojem tepla, se musí důkladně určit tepelné ztráty objektu či jednotlivých místností. Pro každou místnost platí, že čím vyšší teplotu žádáme, tím rychleji o teplo přicházíme prostupem jednotlivými stěnami a okny. Největší ztráty tepla jsou logicky přes obvodové konstrukce, protože rozdíl vnitřní vytápěné teploty oproti venkovní je nejvyšší. Přes stěny (příčky), které oddělují místnosti o stejné teplotě neutíká žádné teplo, neboť na obou stranách je tlak teplot stejný a nedochází tak k přenosu tepla. Díky důkladnému výpočtu tepelných ztrát zjistíme, kolik tepelné energie je nutné dodávat, abychom udrželi žádanou teplotu v počítaném objektu.

#### 3.1 Tepelná pohoda

Pojem tepelná pohoda můžeme vyjádřit dosažením takových poměrů, za kterých člověk nepocituje ani chlad, ani nadměrné teplo, ani se nepotí, tedy cítí se tepelně neutrálně. Sdílené tepelné toky mezi člověkem a okolím (tepelný tok sáláním, konvekcí, dýcháním, vypařováním a vedením) musí být v rovnováze s metabolickým tepelným tokem. (BAŠTA, 2010)

Základní faktory ovlivňující tepelnou pohodu:

a) faktory osoby:

- činnost vyjádřená metabolickým tepelným tokem  $q_m$  ( $W \cdot m^{-2}$ )
- tepelný odpor oblečení  $R_{ob}$  ( $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$ )

b) faktory prostředí:

- teplota vnitřního vzduchu  $t_i$  ( $^{\circ}C$ )
- střední radiační teplota  $t_r$  ( $^{\circ}C$ )
- rychlost proudění vzduchu  $W$  ( $m \cdot s^{-1}$ )
- tlak vodních par ve vzduchu  $P_D$  (Pa)

### 3.2 Fyziologické procesy v těle člověka

Obecně platí, že lidské tělo je nepřetržitým zdrojem tepla. Takovou metabolickou tepelnou produkci můžeme dělit na dvě základní skupiny:

- *Bazální metabolismus* = produkce tepla tělem člověka na základě biologický procesů
- *Svalový metabolismus* = produkce tepla tělem člověka při tělesné aktivitě

Teplu produkované organismem je zapotřebí odvádět do okolí, aby nedošlo ke změně tělesné teploty. Průměrná tělesná teplota u člověka se pohybuje v rozmezí 35,8 °C až 37,3 °C. Tato teplota zaručuje správné fungování všech tělesných orgánů a reakcí, které v nich probíhají. Důležitým rozdílem je povrchová teplota kůže, která se může pohybovat v rozmezí 31 °C až 34 °C vlivem působení okolního prostředí. Rozdíly teplot jsou závislosti průběhu času, ale i pokrytím oblečením a množstvím krve, které protéká periferními kapilárami v podkoží. V lidském těle dochází k nepřetržitému procesu dopravy tepla z vnitřních tkání k povrchu kůže, odkud je teplo odváděno sáláním, prouděním, vedením a vypařováním. (CENTNEROVÁ, 2000)

Činnost	W	W.m <sup>-2</sup>
Spaní	70	40
Odpočívání ( ležení na posteli)	80	46
Sezení, odpočívání	100	58
Stání, práce v sedě	120	70
Velmi lehká práce ( nakupování )	160	93
Lehká práce ( práce s přístroji )	200	116
Středně těžká práce ( tanec )	300	175
Těžká práce ( tenis )	600	350
Velmi těžká práce ( squosh, práce v hutích )	700	410

**Tab. 1:** Hodnoty metabolismu<sup>1</sup>

V tab.1 jsou uvedeny typické hodnoty metabolismu při různých činnostech těla vyjádřeny jako tepelný výkon průměrného člověka ( W ) a jako měrný tepelný výkon na jednotku plochy lidského těla ( W.m<sup>-2</sup> ).

( CENTNEROVÁ, 2000 )

<sup>1</sup> Zdroj: <http://www.tzb-info.cz/404-tepelna-pohoda-a-nepohoda>

Vyjádření tepelné bilance lidského těla můžeme vyjádřit níže uvedeným výrazem:

$$M \pm R \pm C_v \pm C_d - E_{diff} - E_{rsw} - E_{resp} - L = \Delta S \quad (W)$$

- M - hodnota metabolismu
- R - tepelná ztráta (zisk) sáláním
- $C_v$  - tepelná ztráta (zisk) prouděním
- $C_d$  - tepelná ztráta (zisk) vedením
- $E_{diff}$  - tepelná ztráta difuzí pokožky
- $E_{rsw}$  - tepelná ztráta běžným pocením
- $E_{resp}$  - tepelná ztráta dýcháním (latentní)
- L - tepelná ztráta dýcháním (citelná)
- $\Delta S$  - změna tepelné kapacity

V případě kladné změny tepelné kapacity bude teplota lidského těla stoupat. Pokud dosáhneme záporné změny, pak teplota lidského těla klesá. Odvod tepla z lidského těla závisí na okolních parametrech, ale není pasivní. Lidské tělo je homoiotermické, tzn. že má několik fyziologických regulačních mechanismů jak docílit tepelné rovnováhy, kde změna tepelné kapacity  $\Delta S = 0$  (CENTNEROVÁ, 2000)

### 3.2.1 Reakce lidského těla na teplé prostředí

Reakcí lidského těla na teplé prostředí či stoupající produkci metabolického tepla je tzv. *vazodilatace*. Jedná se o rozšíření podkožních cév k zásobování pokožky krví. V podstatě to je teplota pokožky, která zvýší odvod tepla z těla. Jestliže zvýšení teploty pokožky nemůže obnovit tepelnou rovnováhu, pak dochází k reakci funkce potních žláz a začne děj chlazení vlivem odpařováním. Pokud ani v tomto případě nedochází k obnovení tepelné rovnováhy těla, pak nastává reakce zvaná hypertermie, tzn. nevyhnutelné přehřívání organismu. Vnitřní teplota těla dosáhne až 41 °C, funkce pocení je pak zamezena a při nedodání tekutin lidskému tělu nastává kóma, popř. smrt člověka. (CENTNEROVÁ, 2000)

### 3.2.2 Reakce lidského těla na chladné prostředí

Reakcí lidského těla na chladné prostředí se projevuje tzv. vazokonstrikcí, neboli snížením podkožní cirkulace krve a teploty pokožky, přičemž následně dochází ke snížení



tepelných ztrát lidského těla. Tento jev je spojen se vznikem “husí kůže“ ke zlepšení tepelné izolace kůže. V případě neúčinnosti tohoto jevu následuje termogeneze. Výrazem termogeneze je napětí ve svalech a třesení, které má za příčinu zvyšující tepelnou produkci těla až na 10ti násobnou hodnotu. Vnitřní teplota lidského těla se stále udržuje ve zmíněném rozmezí teplot okolo 37°C. Končetiny těla (především prsty u nohou a rukou) mohou mít nedostatek krve a jejich teplota pak klesá až pod hranici 20°C. V některých případech mohou i omrznout, aniž by byla ohrožena vnitřní teplota těla. Jestliže tyto fyziologické reakce nezajistí tepelnou rovnováhu, pak nastane stav zvaný hypotermie, tzn. podchlazení těla při poklesu vnitřní teploty pod hranici 35°C. I v případě, že hypotermie nenastane, pokračující vystavení těla chladným podmínkám způsobuje vzestup krevního tlaku, srdeční frekvence a spotřeby kyslíku. Začne-li klesat teplota tělesného jádra, klesá srdeční frekvence a dochází k selhání krevního oběhu. Smrt nastává většinou při dosažení kritické hranice vnitřní teploty těla 25°C.

(CENTNEROVÁ, 2000)

#### 4. Nízkoteplotní zdroje tepla

V současné době je nejrozšířenějším nízkoteplotním zdrojem tepla tepelné čerpadlo. Hovoříme tedy o efektivním využití obnovitelných zdrojů. Existuje několik druhů tepelných čerpadel, jejichž principy získávání tepla se značně liší. U všech níže zmíněných typů však platí stejné základní složení tepelného čerpadla a to:

- **Výparník** - získává teplo z přírodních zdrojů (ze vzduchu, vody, země)
- **Kondenzátor** – získané teplo dodává do požadovaných prostor (přeměna páry na kapalinu)
- **Kompresor** – zajišťuje přenos energie mezi výparníkem a kondenzátorem

## 4.1 Tepelné čerpadlo Vzduch / Voda

Tento systém pro získávání tepla z venkovního vzduchu dokáže vyprodukovat při srovnatelné spotřebě elektrické energie až třináásobný zisk tepelné energie než klasický elektrokotel. S pokrokem technologie můžeme tvrdit, že tento systém tepelných čerpadel má garantovaný operační provoz i při venkovních teplotách přesahující - 25 °C. Princip systému Vzduch/Voda lze zjednodušeně vysvětlit následovně. Venkovní jednotka tepelného čerpadla, která obsahuje nasávací ventilátory přivádí okolní venkovní vzduch k výparníku. Proudící kapalné chladivo (nejčastěji s označením R410A) výparníkem má menší teplotu než přiváděný okolní vzduch a díky tomu přechází tepelná energie z nasávaného vzduchu do chladiva a následuje tak děj vypařování. Chladivo v plynné formě je pak stlačeno pomocí kompresoru. Tím se zvyšuje teplota chladiva a výrazně i tlak. Dochází k ději přehřáté páry, která proudí do kondenzátoru (nejčastěji deskové výměníky tepla), který zajišťuje předání tepla do otopné soustavy. Díky expanznímu ventilu pak dojde k výraznému poklesu tlaku a přeměny chladiva do kapalné formy, který proudí do výparníku a cyklus se tak znovu opakuje.



**Obrázek 1:** Venkovní jednotka tepelného čerpadla vzduch / voda<sup>1</sup>, ukázka strojovny<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Zdroj: Rekonstrukce bytu ve 2.NP RD v Berouně – jednotka umístěna v podkrovní části

<sup>2</sup> Zdroj: Rekonstrukce bytu ve 2.NP RD v Berouně – strojovna v bývalé místnosti pro úklid

## 4.2 Tepelné čerpadlo Vzduch / Vzduch

System tepelných čerpadel vzduch/vzduch je používán na stejném principu jako u systému vzduch/voda. Rozdílem je pouze způsob přenosu tepla, kdy k venkovní jednotce tepelného čerpadla mohou mít jednu či více vnitřních jednotek. V případě malých výkonů či vyhřívání pouze jedné místnosti (např. kancelář) lze využít systém SPLIT – jedná se o využití venkovní jednotky pro získávání tepla ze vzduchu a jedné vnitřní jednotky pro distribuci získaného tepla pomocí teplého vzduchu. Pokud chceme systémem vzduch / vzduch vytápět dvě a více místností, pak se jedná o tzv. MULTISPLIT , kdy na jednu venkovní jednotku tepelného čerpadla můžeme zapojit až pět vnitřních jednotek.

Výhodou použití je režim chlazení, kdy můžeme přes vnitřní jednotku distribuovat ochlazený vzduch (min.16 °C) do místnosti. Pomocí několika úrovní ventilátoru pak lze v letním období vychladit místnost na požadovanou teplotu velice rychle a efektivně a nadále pak jen udržovat nastavenou teplotu. (NAVRÁTIL, 199 )

## 4.3 Tepelné čerpadlo Země / Voda – plošný zemský kolektor

Charakteristickým prvkem pro tento systém tepelných čerpadel je vytvoření plošného kolektoru pod povrchem zemské půdy (zahrada u domu). Plošným kolektorem nazýváme pokládku plastových hadic o průměru  $D_H = 40\text{mm}$ , které jsou dle velikosti plochy pokládány pod povrch půdy do nezámrazné hloubky 1,4 – 1,6m. Výběr umístění plošných kolektorů musí být předem důkladně naplánován, neboť na povrch této plochy nelze plánovat jakékoliv stavební úpravy (kůlna, dílna, bazén apod.). Při výběru je nutné také posouzení složení půdy. Tzn. to, zda-li jsme schopni v dané lokalitě vykopat určenou plochu do nezámrazné hloubky. Komplikací jsou pak zeminy s vysokým obsahem jílu, podpovrchového kamení či jiné nerostné suroviny ve zvýšeném množství. Před pokládkou hadic do země se musí vykopaný povrch urovnat – úprava násypem písku. Ten následně použijeme i jako první (ochranou vrstvu) při zasypávání natažených hadic. Další vrstvou je vracení vykopané zeminy s pravidelným udusáváním. Průměrná velikost plochy pro získání 1kW výkonu tepelného čerpadla činí cca 25m<sup>2</sup>. (NAVRÁTIL, 1997)

Získávání tepla ze země tvoří cca 3 % tepelné energie která je odebírána z hloubky pod kolektorem. Ostatní část tvořící celek pro získání tepla je odebírána z vrstvy udusané zeminy, která má naakumulované teplo získané z energie slunečních paprsků. Dochází tak k ohřívání velmi chladné nemrznoucí kapaliny, která proudí nataženými hadicemi pod povrchem půdy. Vlivem tohoto ohřátí dochází ve výměníku k předání teploty médiu v plynné formě a následným stlačením v kompresoru zvýšíme výrazně teplotu plynu, která při průchodu výměníkem topného systému předá získané teplo do otopné soustavy.



**Obrázek 2:** Pokládka plošného kolektoru do nezámrazné hloubky<sup>1</sup>

#### **4.4 Tepelné čerpadlo Voda/ Voda**

Získávání tepla pomocí tepelného čerpadla pracující na systému voda / voda lze umožnit pouze v daných lokalitách, kde není nouze o dostatečné množství spodní vody, nebo v ideálním případě se zdrojem geotermální vody. Výrazným plusem tohoto systému je hodnota topného faktoru, kdy u nízko-teplotních vytápěcích systémů (podlahové topení, sálavé stropy) nabývá hodnoty 5. Dá se tedy říci, že při odebrání 1 kW z el. sítě získáme až 5 kW tepelné energie. Takto velká hodnota je získána díky čerpané vodě, která má stálou průměrnou teplotu 10,2°C. Na tuto teplotu nemají vliv změny zemského povrchu.

---

<sup>1</sup> Zdroj: Výstavba RD - Litoměřice

## 5. Teorie sálavého přenosu tepla

U klasického způsobu vytápění dochází k přenosu tepla od lokálního zdroje (kamna, radiátor, el. akumulární kamna apod.) prostřednictvím ohřátého vzduchu a to většinou vlivem přirozeného proudění (na základě rozdílu měrné hmotnosti studeného a teplého vzduchu) ke všem stěnám v místnosti, případně k nábytku a ostatním předmětům. Prostřednictvím tohoto teplého vzduchu se stěny, nábytek, předměty ohřejí až dosáhnou takové povrchové teploty, kdy dle principů tepelné pohody celkové působení sálavé složky těchto ploch a teplota vzduchu zapříčiní požadovanou tepelnou pohodu. Tyto klasické systémy jsou charakteristické tím, že teplota vzduchu je vyšší než teplota stěn, nábytku a ostatních předmětů.

U sálavého způsobu vytápění je transportní funkce vzduchu zcela zrušena, případně silně potlačena. Teplo se do prostoru dodává přímo prostřednictvím radiačního principu. Radiační plocha – zářič, může být podlaha, stěny nebo strop nebo všechny plochy současně. V praxi se ve většině instalací využívá ohřev pouze od jedné plochy buď podlahy nebo stropu. Ve výjimečných případech je instalováno topení do stěny – náročné prostory okolo bazénů apod.. Tyto systémy jsou charakteristické tím, že teplota stěn je vyšší než teplota vzduchu.

Za klasickou, „čistě“ sálavou technologii, lze považovat stropní topení. U této technologie je maximum přenosu tepelné energie soustředěno pouze do radiačního (sálavého) principu. U všech ostatních plošných vytápěcích technologií (podlahové, stěnové) dochází k ohřevu vzduchu v těsném sousedství vytápěné plochy. Dodaná energie se pak dělí na energii sálavou a na ohřev vzduchu – konvekční princip. Tento ohřátý vzduch začne stoupat vzhůru a na jeho místo je přiváděný přirozeným prouděním studený vzduch. Ten pak plochu ochlazuje. Zkouškami bylo potvrzeno, že rozdíl teploty u stejného teplotního plošného zdroje je při instalaci u stropu až o 20 % vyšší, než při svislé instalaci. (Zkouška byla provedena na sálavém slídovém panelu 100W. Při svislé instalaci bylo dosaženo 80°C povrchové teploty. U instalace u stropu teplota přesahovala 100°C. Jednalo se o plochu 0,5m<sup>2</sup>. Ještě dalšího zvýšení teploty bylo dosaženo provedením cca 5 mm vystouplým olemováním).



V případě celoplošného stropního vytápění fungují stěny jako přirozené ohraničení vytápěcí plochy. Ohřátý vzduch zůstává těsně pod touto plochou, nemá kam odtéci a tvoří tepelně izolační vrstvu.

K dosažení tepelné pohody je však zapotřebí docílit rovnoměrného rozložení teploty v celém daném prostoru. Právě sálavý princip vytápění se zdrojovou plochou, kterou tvoří strop, je pro tento záměr ideálním řešením. Teplo je od stropu předáváno sáláním do prostoru. Tepelné paprsky, které vysílá (vyzařuje) povrch sálavé plochy, v tomto případě stropu, jsou vlastně elektromagnetické vlny s délkou vlny 0,78 až 400  $\mu\text{m}$ , tj. v rozsahu infračervené části spektra elektromagnetických vln. Šíří se rychlostí 300 000 km/s. Toto záření obsáhne (zasáhne) podstatnou většinu ploch stěn, podlahy, ale i ploch nábytku a ostatních předmětů. Velká část záření po dopadu na danou plochu (předmět) předá svoji energii a daná plocha se ohřeje. Dopadající paprsky se však v některých případech v závislosti na úhlu dopadu a materiálu plochy odrazí a dostávají se tak i ve zmenšené intenzitě do zastíněných míst např. pod stůl apod.. To vysvětluje pro mnoho laiků nepochopitelnou skutečnost, že ačkoliv topíme stropem, teplo je i od podlahy. (PETRÁŠ, 2008 )

Velmi podstatnou skutečností u sálavého stropního vytápění je pak fakt, že pro dosažení stejné tepelné pohody je oproti konvenčním principům vytápění (přenos tepla prouděním vzduchu od teplotně vyššího zdroje tepla) zapotřebí o cca 3°C menší teplota vzduchu v daném prostoru. Tepelné ztráty prostupem stavební konstrukcí jsou odvislé právě od teploty vzduchu omývajícího ochlazovanou konstrukci. Dlouhodobě se ustálila poučka, že 1°C teploty vzduchu navíc znamená potřebu nárůstu příkonu v tepelném zdroji o 6 %. Z podstaty sálavého vytápění, a zejména to platí u stropního vytápění, je tak možné dosáhnout překvapivě vysokých úspor.

Stropní topení není technologie posledních let. Již v 60tých letech minulého století vznikalo na mnoha místech více či méně pokusně omezené množství instalací. Původcem sálavých otopných soustav s otopnými tělesy zabetonovanými do desek připevněných na povrch zdiva byl v roce 1907 Angličan Barker. Později v roce 1926 s anglickou firmou Crital uložil otopné trubky přímo do konstrukce objektu (nejčastěji do stropu a podlahy). V roce 1935 si dal Holanďan Van Dooren patentovat současné využití sálavých otopných

trubek ve stropě jako výztužného prvku stavební konstrukce. Můžeme tedy již v této době hovořit o sálavém vytápění, a to velkoplošném teplovodním. (PETRÁŠ, 2008)

Přes fakt, že sálavé velkoplošné vytápění teplým vzduchem v kanálcích podlahy je známo už více jak dvě tisíciletí, respektive teplovodní sálavé velkoplošné vytápění s otopnými trubkami zabetonovanými ve stavební konstrukci téměř 100 let, v naší praxi stále převládají otopné soustavy s tradičními otopnými tělesy – radiátory s konvenčním odevzdáváním tepla do interiéru, maximálně systémy podlahového topení, které jsou (dalo by se říci) na polovině cesty ke 100 % sálavému vytápění. (PETRÁŠ, 2008 )

V prvé řadě je v této souvislosti třeba říci, že tomu tak není všude. V posledních několika letech se stropní topení značně rozšiřuje v Německé spolkové republice. Udává se, že zhruba 40 % nově postavených rodinných domů je již touto technologií vybaveno a podle posledních informací letecká společnost Lufthansa instaluje tyto systémy do všech svých nových nebo nově rekonstruovaných objektů. Pro pochopení neochoty mnoha tuzemských projektantů věnovat těmto technologiím odpovídající pozornost, je třeba se vrátit o několik let nazpět. Projektování rodinných domů nechám stranou. V nedávné minulosti to byla okrajová záležitost a většina stavebníků musela vycházet z minimálních finančních možností. Vzhledem ke zkřiveným cenám energií ani nebyl důvod zvažovat efektivitu instalovaných vytápěcích systémů. Více možností bylo při výstavbě velkých objektů typů školy, administrativní budovy, obchodní domy apod.. Domnívám se, že zde se opakoval stejný problém s cenou tepla, která neodpovídala realitě, ale své sehrály také tehdy preferované systémy dálkových rozvodů tepla. Do objektu se přivádělo teplo o značně vysoké teplotě, kterou bylo třeba snižovat na teplotu použitelnou při vytápění. Dříve používané regulační systémy měly svoje určité možnosti a meze. Pokud byla teplota o nějaký ten stupeň vyšší, nic se nedělo, docházelo k regulaci lokální, otevřela se okna. Tepelná čerpadla byla v plenkách, a tak v pravém slova smyslu, nízkoteplotní zdroje tepla neexistovaly. Těch několik instalací stropního topení bylo navrženo nikoliv s ohledem na nízkoteplotní zdroj, ale omezovala se plocha instalovaného potrubí a tím se zmenšovalo procento aktivního využití plochy stropu. To mělo mnoho nepříznivých dopadů. Místnosti byly nerovnoměrně vytápěny, okrajové zóny byly nedotápěny, zatímco ve středu byla radiační intenzita až nepříjemná a lidskému tělu nepřírozená (hlava byla přehřívána). Tyto

a další důvody vedly v našich krajích k získání určité negativní nálepky pro tuto technologii.

V dnešní době by mělo vše nahrávat značnému rozmachu tohoto systému vytápění. Běžně se používají zdroje tepla, které patří do kategorie nízkoteplotních. Patří sem kondenzační plynové kotle, ale zejména tepelná čerpadla. Jejich efektivita provozu je v přímé vazbě na výstupní teplotu topné vody. Součástí každého tepelného čerpadla je vnitřní ekvitermní regulace, která provádí zásah již v jádru technologie tepelného čerpadla a má tak dopad na vnitřní tlaky uvnitř technologie a tedy na mechanický odpor kompresoru a potažmo na spotřebu elektromotoru kompresoru. Co nejnižší teplota topné vody otopného systému je proto v přímém souladu s požadavkem na co nejvyšší efektivitu provozu tepelného čerpadla. Systémy stropního topení mají ze všech otopných soustav nejmenší požadavek na výši teploty topné vody. Podle tepelných ztrát vytápěné místnosti, podle zvolené rozteče (vzdálenosti) otopných trubek, s ohledem na délku smyčky a s ohledem na tepelně izolační vlastnosti vrstvy nad otopnou trubkou se pohybuje teplota topné vody od 29°C do cca 38°C. V odborné literatuře se často uvádí teploty 40 až 50°C. Pro nové technologie to však již neplatí a teploty jsou výrazně nižší a dostávají se pod teploty udávané pro podlahové topení.

Zatím nezmiňovanou vlastností stropního topení určitého konstrukčního provedení je také možnost využití pro potřeby chlazení. Jak bylo uvedeno již v jedné z úvodních kapitol, při všech procesech, které nazýváme topením v podstatě netopíme, ale chladíme. Připomenu, že se jedná o teplotní bilanci vůči člověku, nikoliv vůči místnosti. Lidský organizmus je neustálým zdrojem tepla a teplo musíme v reálu neustále odvádět. Vytápění je pak tímto úhlem pohledu vždy chlazením. Od této úvahy je již krůček k vysvětlení principu chlazení. V případě, že je zapotřebí chladit, teplota lidského organismu stoupá a okolí nestačí přebytečné teplo odnímat. Ve většině případů je uvažováno s tím, že zdrojem tepla je tepelné čerpadlo. Každé tepelné čerpadlo je možné přepnout do režimu chlazení. Na výstupu potom bude voda o požadované teplotě min. 17°C (problematika kondenzace vzdušné vlhkosti). Takto teplou (studenou) vodu pustíme do systému stropního topení. Povrchová teplota stropu poklesne na mezní teplotu nad rosný bod a vůči povrchu těla se zvýší teplotní rozdíl. Ochlazování radiací směrem od povrchu lidského těla k povrchu stropu se zvýší a dojde ke snížení tělesné povrchové teploty. Vzhledem k již zmíněnému

limitu daném teplotou rosného bodu, je toto chlazení účinné omezeně a nevychladí objekty s nedostatečnou tepelnou izolací, případně místnosti s výraznými teplotními zisky například od oslunění.

## **6. Druhy sálavého vytápění**

V současnosti známé způsoby sálavého vytápění je možné rozdělit na:

- individuální vytápění blízko ležícími panely
- celkové vytápění zavěšenými panely
- vytápění infračervenými zářiči
- velkoplošné vytápění (stropní, stěnové a podlahové otopné plochy)

Sálavá otopná plocha může být umístěna ve stavební konstrukci jako její neoddělitelná součást (velkoplošné otopné soustavy) nebo je vytvořena jako samostatná otopná plocha volně umístěná v prostoru (sálavé panely, otopné desky, infrazářiče). (PETRÁŠ, 2008)

### **6.1 Individuální vytápění blízko ležícími panely**

Jedná se o převážně doplňkové elektrické topné zdroje, které se umísťují na zeď, ale zavěšují se i pod strop. Mají za úkol lokálně vylepšit tepelnou pohodu v místě, kde se osoby vyskytují stabilně na jednom místě. Setkat se s touto technologií můžeme jak v průmyslu a obchodu, tak i v soukromých interiérech. Používají se například při lokálním řešení tepelné pohody u stanišť obsluhy na výrobních linkách ve strojírenském, chemickém nebo potravinářském průmyslu, na staništích pokladen ve velkých prodejních halách s celkově nižší teplotou vzduchu. Můžeme se s nimi také setkat v domácnostech při umístění např. u místa sledování televize. Povrchová teplota se pohybuje v rozmezí cca 80 až 110°C. Provedení může být řešeno jako estetický interiérový prvek. Při instalacích se musí dbát na dostatečnou vzdálenost nad hlavou osob v daném prostoru.

Technologie je velmi citlivá na proudění vzduchu v daném prostoru. Případný průvan může výrazně snížit účinnost instalace.

## **6.2 Celkové vytápění zavěšenými panely**

Jedná se o technicky totožné panely jako u předcházejících aplikací. Panely se zavěšují na strop vytápěné místnosti a pokrývají svým výkonem celou tepelnou ztrátu dané místnosti. Jde o instalace, jejichž nové montáže již prakticky neprobíhají. K jejich relativně většímu rozsahu použití v našich zemích došlo v letech 1990 až 1992 v návaznosti na tehdejší podporu elektrického vytápění ze strany ČEZu. Systémy se vyznačovaly velice problematickou možností regulace. Jediným způsobem, jak upravit výkon soustavy, byla možnost odpínání jednotlivých panelů. Tím docházelo k nerovnoměrnému toku tepelné (radiční) energie v místnosti a vytápění bylo značně nekomfortní.

## **6.3 Vytápění infračervenými zářiči**

Tento druh sálavého vytápění lze nazvat jako vysokoteplotní sálavé vytápění. Jedná se opět o lokální tepelné zdroje, které mohou být jak elektrické (např. známé infrazářiče z koupelen ve starých bytových jádrech), ale může jít i o plynové zářiče, které se používají v průmyslu u instalací v těžkých provozech s předpokladem vlivu proudění vzduchu.

## **6.4 Velkoplošné vytápění**

Již z názvu vyplývá, že se jedná o systémy, které se vyznačují velikostí své plochy. Spadají sem nejznámější systémy podlahového, stěnového a stropního vytápění. Ve většině případů se jedná o teplovodní systémy, ale mohou být i elektrické. Zejména, s ohledem na minimální tepelné ztráty nově stavěných objektů v režimu pasivní dům, je použití odporových elektrických systémů čistě z pohledu investiční nenáročnosti pochopitelné.



### 6.4.1 Podlahové topení

Podlahové velkoplošné vytápění bylo v minulosti používáno jako doplňkové ke stropnímu vytápění, když plocha stropu nestačila na pokrytí tepelných ztrát. Výraznějšímu rozšíření podlahového vytápění bránil i požadavek nízké teploty povrchu podlahy, s čímž souvisel i malý tepelný výkon. Nové konstrukce, architektonické návrhy, zlepšení tepelně-technických vlastností budov a nové materiály na zhotovení otopných systémů v současnosti umožnily vznik celé řady systémů podlahového vytápění.

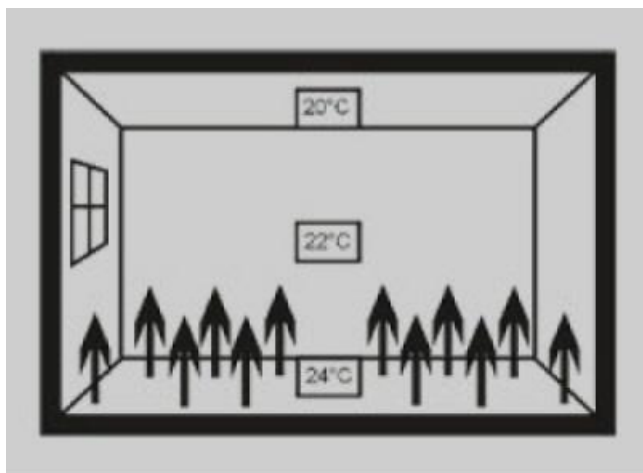
Volba podlahového vytápění je determinována především samotným objektem. Ten musí splňovat tepelně-technické vlastnosti, aby průměrná tepelná ztráta byla menší než  $25 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ , resp. průměrná roční spotřeba tepla nižší než  $70$  až  $80 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}$ . Z výše popsaného je tedy zřejmé, že minimální energetická náročnost je způsobena hlavně samotným objektem, dále provozním režimem s možností akumulace tepla v podlaze s tepelnou setrvačností přibližně 4 až 8 hodin a s vysokým stupněm samoregulace. (PETRÁŠ, 2008)

Optimální tepelný stav interiérů s podlahovým vytápěním bývá obvykle zabezpečen výslednými teplotami o 2 až  $3^\circ\text{K}$  nižšími než při konvenčním vytápění a současně s téměř ideálním vertikálním a horizontálním teplotním gradientem.

Podlahové teplovodní vytápění patří mezi sálavé otopné soustavy, přičemž však podíl sálavé složky na celkovém přenosu tepla z otopné plochy je jen o něco vyšší než tok tepla konvekcí (55 % : 45 %). To současně velmi vhodně vzájemně ovlivňuje výhody obou způsobů přenosu tepla do interiéru. (PETRÁŠ, 2008)

Podlahové teplovodní vytápění je zároveň velkoplošné tzn. otopné trubky jsou součástí podlahové konstrukce. Vzhledem k hygienickým požadavkům souvisejícím s limitovanou povrchovou teplotou podlahy, a tím i s relativně nižšími měrnými tepelnými výkony otopné podlahy jsou otopné trubky téměř vždy uloženy pod celou plochou podlahy. To mimořádně pozitivně ovlivňuje rovnoměrnost přenosu tepla v interiéru a napomáhá vytvářet teplotně homogenní uniformní prostředí, ať již ve vertikálním, nebo i horizontálním směru.

Vzhledem k uvedeným faktům se teplovodní podlahové vytápění řadí mezi progresivní otopné soustavy, garantující energetické, environmentální a ekonomické aspekty vytápění budov. (PETRÁŠ, 2008)



**Obrázek 3:** Proudění vzduchu podlahového vytápění<sup>1</sup>

Pro spolehlivé fungování podlahového vytápění je nutné zajistit dostatečnou tepelnou izolaci od spodní nosné vrstvy, aby teplo neodcházelo do základové desky nebo do podloží. Izolovat je třeba také boční stěny. Účinnost závisí na použité nášlapné vrstvě podlahové krytiny, která překrývá topnou betonovou desku. Čím je tepelný odpor nášlapné vrstvy menší, tím lepšího výsledku ohřevu vzduchu podlahové vytápění dosahuje. Proto jsou ideálním materiálem keramické a kamenné dlažby a laminátové podlahy. Dřevěné podlahy už ideální nejsou, záleží na druhu dřeviny, ale do tloušťky kolem 18mm jsou ještě použitelné. Naprosto nevhodné jsou koberce.

Instalace podlahového vytápění může být na rozdíl od jiných způsobů vytápění stavebně náročnější a při provádění prací je třeba dbát na pečlivost a kontrolu materiálů i stavebních postupů. Chyby při práci, například netěsnosti potrubí nebo chyby v elektrickém zapojení či poškození elektroinstalačních rozvodů, se později těžko odstraňují.

---

<sup>1</sup> Zdroj: <http://schema-stav.webnode.cz/panelove-domy/podlahove-topeni/>

### Co přináší podlahové vytápění:

- Podlaha se pomalu rozehřívá a pomalu chladne.
- V zimě je v místnosti s podlahovým vytápěním lepší tepelná pohoda, protože je u země vzduch nejteplejší. U radiátorů je naopak u země vzduch chladný a nejteplejší je v úrovni hlavy.
- Pokud použijeme na povrch podlahy dlažbu, bude v zimních měsících, když se topí, příjemně teplá, ale když nebudeme topit, bude velmi chladná.
- Podlaha funguje jako velké otopné těleso. V místech, kde na ni postavíme masivní nábytek, topit nebude a snižuje se tak tepelný výkon podlahy.
- Tepelný výkon vytápěné podlahy je omezený maximální teplotou povrchu 29°C. Průměrný výkon podlahy je cca 90 W.m<sup>-2</sup>.



**Obrázek 4:** Pokládka plastového potrubí – tvorba teplovodních smyček<sup>1</sup>

### 6.4.2 Stěnové topení

Stěnové teplovodní vytápění patří též mezi sálavé otopné soustavy. Podíl sálavé složky na přenosu tepla z otopné plochy je vyšší než tok tepla konvekcí. Udává se poměr 65 % : 35 %. Z pohledu lidského vnímání je stěnové vytápění nejpříjemnější ze sálavých technologií. Při stěnovém vytápění není nebezpečí dané zvýšením teploty v úrovni hlavy.

---

<sup>1</sup> Zdroj: Výstavba RD - Lovosice

Instaluje se v prostorech s predem jasne definovanou skladbou interieru, napriklad hotelove mistnosti apod.. V obytnych mistnostech soukromeho sektoru neni stenové vytápění časté. (PETRÁŠ, 2008)

### 6.4.3. Stropní topení

Stropní topení je nejmodernější způsob vytápění. Oproti klasickým vytápěcím systémům, které transportují teplo k osobě pohybující se ve vytápěném prostoru prostřednictvím vedení (kondukcí) a prouděním (konvekcí) využívá technologie stropního topení v maximální míře princip záření (radiaci). Jinak řečeno, většina klasických vytápěcích technologií zahřívá primárně především vzduch a ten se pak rozptyluje cirkulací po prostoru. Stropní topení pracuje na principu výměny sálavého tepla mezi teplými a studenými plochami. Dochází k působení tepelného sálání z teplých ploch (strop) na plochy (předměty, povrch lidského těla) chladnější, které sálání přijímají a tím se ohřívají. Tímto způsobem se ve vytápěném prostoru zahřívají podlaha i stěny velmi rovnoměrně.

Rozvoj technologií stropního (stěnového) topení v posledních letech je vyvolán několika souběžně působícími faktory, z nichž každý sám má svojí váhu, ale v součtu posouvají tuto technologii o výrazný stupeň výš oproti běžně známým způsobům vytápění.

- **Nízká teplota topné vody:**

Základní představitelem zdroje tepla, jehož provozní efektivita je přímo odvozená od teploty topné vody, jsou tepelná čerpadla. Čím je teplota vyšší, tím je nižší výsledný topný faktor a tím dražší je výroba jednotkového množství tepla. Stropní topné systémy jsou z tohoto pohledu nejvýhodnější technologie. Teplota topné vody zpravidla nepřesahuje teplotu max. 39°C. Přitom běžné teploty topné vody se pohybují okolo 32 až 35°C.

Dalšími zdroji tepla, které je možné ve vazbě se stropním topením s výhodou využít, jsou systémy dotované solární energií, v určitém smyslu kondenzační plynové kotle a akumulární systémy s rozšířeným rozsahem využití do nízkých teplot topné vody.

- **Estetický účinek:**

Stropní topení má velmi příznivý dopad při navrhování interiérů obytných i užitných prostor. Oproti klasickým otopným systémům s topnými tělesy zde odpadá problém estetického začlenění topného tělesa do interiéru. Toto je možné velmi významně využít nejen u nových staveb, ale také významně při navrhování a realizaci rekonstrukcí historických objektů.

- **Hygienický účinek:**

U stropního topení nedochází k prakticky žádnému pozorovatelnému proudění vzduchu. To má příznivý vliv na téměř nulové víření prachových částic a tedy na zdravotně nezávadné prostředí.

- **Možnost použití pro chlazení:**

Technologie stropního vytápění umožňuje s prakticky nulovými úpravami použití jako plně hodnotné chlazení. Zejména v kombinaci s tepelnými čerpadly jde o optimální kombinaci.

- **Vysoká efektivita provozu:**

Díky tepelnému sálání vzniká rovnoměrné rozložení teploty v celém vytápěném prostoru. To vnímá člověk velice příznivě. Proto může být teplota vzduchu v prostoru v porovnání s klasickým vytápěním o 2 až 3°C nižší. Tepelná ztráta objektu daná prostupem tepla je odvislá od rozdílu vnitřní a venkovní teploty vzduchu. Uvádí se, že rozdíl o 1°C odpovídá cca 6 % úspory na dodávaném množství tepelné energie.

### **6.4.3. 1 Konstrukční druhy stropního topení**

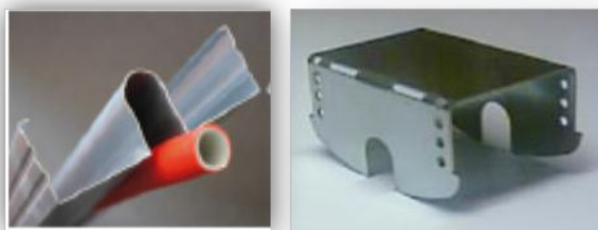
Existuje mnoho rozdílných typů provedení stropního topení. Jedna z nejnovějších technologií je instalace teplovodních rozvodných trubek do vrstvy cca 2cm nad stropní plochou stropního panelu již při výrobě panelu v panelárně. Současně s instalací stropního panelu na stavbě se nainstaluje otopná soustava. Jednotlivé smyčky vystupují z horní plochy panelu a dále se pak propojí v klasickém rozdělovači, který je zcela totožný s rozdělovačem u podlahového topení.

Obdobný výsledek je možné docílit při výrobě stropního tělesa litím betonu do bednění přímo na stavbě. Rozdíl je pouze v pracnosti a propojení stavební a topenářské profese. Existují výrobci kazet, které je možné nainstalovat a propojit do paralelně sériového schématu dle požadovaných hydraulických poměrů. Na trhu jsou také výrobci panelů ze sádrokartonové desky, do které jsou vyfrézovány 6mm drážky a do nich vložené PE hadičky, které jsou pak v drážce zatmeleny. Sádrokartonové desky se pak montují a spojují klasickou sádrokartonovou technologií. Hadičky se propojují speciálními tvarovkami. Významnou technologií jsou tzv. kapilární rohože, které se připevňují na základní plochu stropu či stěny a pak se prohodí omítkou.

Všechny výše uvedené technologie mají svoje klady a zápory. U kapilárních rohoží a PE hadiček jde o systémy v provedení bez kyslíkové bariery a musí se tomu podřídit navazující rozvody otopné soustavy.

#### **6.4.3.1.1 Systém stropního topení s teplonosným rozváděcím a úchytným rastrem**

Jako nejpříjemnější technické řešení konstrukce stropního topení se ukazuje systém, který vychází ze dvou nejrozšířenějších a obchodně nejdostupnějších konstrukčních prvků. Jedná se o prvky převzaté ze systémů podlahového topení a prvky klasické sádrokartonové konstrukce. Jediným originálním prvkem jsou roznášecí plechové profily. Instalace je oproti ostatním technologiím relativně jednoduchá a rychlá. Také výsledná cena kompletu je velmi příznivá.



**Obrázek 5:** *Roznášecí a úchytný prvek včetně spojovacích tvarovek<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Zdroj: <http://www.klimatop.cz/soubor-montazni-navod-klimasan-3-.pdf>



**Obrázek 6 :** *Sestavený topný rastr před záklopem sádrokartonem<sup>1</sup>; po zaklopení SDK<sup>2</sup>*

Hydraulická část systému je plně převzata z běžných systémů pro podlahové vytápění. Hadice pro rozvod topné vody jsou používány s hliníkovou vložkou. Rozdělovače klasické. Pokud je možné umístit rozdělovač nad úroveň konstrukce, je montáž zcela totožná s montáží u podlahového topení. Pokud tato možnost není, lze rozdělovač a sběrač otočit o 90° naležato, pouze odvzdušňovací elementy musí zůstat svisle. Odzkoušené jsou i instalace s rozvaděčem a sběračem umístěným svisle pod stropem. Pro zvýšení funkce odloučení kyslíku je vhodné včlenit do okruhu drátkové odlučovače kyslíku. Nejsou však podmínkou.

Délky jednotlivých okruhů jsou oproti podlahovému topení o něco kratší. Při použití pouze pro topení by neměla délka jednoho okruhu překročit 80m – to odpovídá cca 10m<sup>2</sup> + přípojovací vedení. Při použití také pro chlazení by neměla překročit cca 50 m – to odpovídá cca 5,5 m<sup>2</sup> + přípojovací vedení. Trubku je vhodné těsně před nasunutím navlhčit mýdlovou vodou pro lepší zasunutí do profilu.

Po provedení montáže potrubí a nejlépe po provedení tlakové a těsnicí zkoušky se celý systém zaklopí sádrokartonovou deskou. Tloušťka sádrokartonové desky může být 9 i 12,5mm. Při montáži sádrokartonových desek se postupuje zcela běžným postupem. Nutné

<sup>1</sup> Zdroj: Rekonstrukce bytu ve 2.NP RD v Berouně

<sup>2</sup> Zdroj: Rekonstrukce bytu ve 2.NP RD v Berouně

je pouze dávat si pozor, kde jsou osy rastrů, respektive, kde jsou umístěny hadice s topnou vodou. Při použití správné délky sádkartonových vrutů není nebezpečí provrtání trubky, protože vruty nedosáhnou k trubce. Propustnost tepla sádkartonovým záklopem o tloušťce 9 a 12,5 mm je znázorněna v příloze B.

- **Možnost využití časové regulace:**

Tato vlastnost je úzce závislá na tepelně izolačních a akumulacích vlastnostech obvodových stěn a podlahy. Pokud je objekt dostatečně tepelně zaizolován a má nízké akumulacích schopnosti (např. dřevostavba), potom je možné využít časovou regulaci. Systém má potom velmi rychlou časovou odezvu (v minutách) na změnu teplotního vytápěcího režimu a lze toho využít při dalším snížení energetické náročnosti vytápěného objektu. Toto vynikne obzvlášť v porovnání s podlahovým betonovým otopným systémem, kde je časová odezva v řádu několika hodin.

- **Výhoda použití u rekonstrukcí:**

Existuje mnoho stávajících obytných, kancelářských i technických prostor, kde je instalován klasický vysokoteplotní vytápěcí systém. Provozovatel přitom zvažuje možnost, jak snížit náklady na vytápění. Zcela logicky přichází na řadu zvažování přechodu na zdroj tepla s tepelným čerpadlem. Okamžitě však vzniká problém s vazbou na vytápěcí vysokoteplotní systém, který není tepelné čerpadlo, až na výjimky (např. dům byl dodatečně zateplený a byla vyměněná okna, otopná soustava byla navržena jako samotížná) schopné zásobovat topnou vodou o dostatečně vysoké teplotě (z důvodu vysoké pořizovací náročnosti a značné technické komplikovanosti se neuvažuje o dvoustupňových tepelných čerpadlech, případně o tepelných čerpadlech na CO<sub>2</sub>). Zvýšení plochy klasických topných těles má své omezení a instalace podlahového vytápění by znamenala zásadní zásah do stavební části (likvidace parketových podlah apod.) a ve většině případů by nebyla ani možná (posouvání dveřních zárubní, nízká nosnost podlah apod.). V těchto případech je mnohdy instalace stropního topení ideálním východiskem. Často bývá výška stropů relativně značně vysoká, a tak snížení o stavební konstrukci stropního topení je zanedbatelné. Tyto prostory však mívají ve většině případů silné obvodové stavební konstrukce s vysokou akumulacích schopností. Nelze proto uvažovat o vhodnosti použití časové regulace.



## **7. Výpočet tepelných ztrát bytu ve 2.NP dvougeneračního domu**

Počítané tepelné ztráty jsou pro bytovou jednotku umístěnou ve 2.NP dvougeneračního rodinného domu ve městě Beroun. Dům byl vystaven v letech 1980-1981. Vytápění celého domu bylo řešeno pomocí ústředního topení s plynovým kotlem. V roce 2013 došlo k výměně oken z původních tzv. špaletových oken s dřevěným rámem na plastová okna s 6-ti komorovým systémem a trojitými izolačními skly. Výrazná rekonstrukce byla realizována na bytové jednotce ve 2.NP, kde zdrojem tepla je tepelné čerpadlo systém Vzduch/Voda značky Mitsubishi ZUBADAN o výkonu 14kW.

Otopnou soustavu tvoří sálavé stropní topení, jehož konstrukci tvoří zinkované „rastry“ obsahující žlab pro vytvoření topných smyček z plastových hadic vyztužených hliníkovou vložkou montované na původní stropní plochu. Na tyto rastry jsou napřímo připevněny sádkartonové desky tvořící plochu nového sálavého stropu.

Při výpočtu tepelných ztrát počítačovým softwarem bylo počítáno se skutečnými rozměry stěn dle níže přiloženého půdorysného zakreslení. Celkové tepelné ztráty bytu určíme sečtením všech níže uvedených ztrát v jednotlivých místnostech.



## Výpočet tepelných ztrát jednotlivých místností:

### a) Ložnice:

Ložnice je situována na severozápadní stranu. Její obvodové stěny jsou složeny z pórobetonových tvárníc o tloušťce 300mm. Okenní rám je plastový se 6 komorovým systémem s trojitými skly s propustností tepla  $U_k = 0,7$ . Konstrukci podlahy tvoří dřevěné nosné trámy s prkenným záklopem a tepelně izolační škvárovou vrstvou zalitou betonovou pochozí vrstvou. Povrch podlahy je tvořen z laminátové plovoucí podlahy o tl. 8mm položený na akustickou a izolační dřevovláknité desky o tl.8mm na betonové vrstvě. Stropní konstrukce je tvořena z ocelových „I – profilů“ vyplněných keramickými stropními překlady hurdis se škvárobetonovým zásypem a betonovou pochozí vrstvou.

### Výpočet tepelných ztrát dle ČSN 06 - 0210

Venkovní výpočtová teplota $t_e$ :	<b>-12 °C</b>
Vnitřní výpočtová teplota :	<b>22 °C</b>
Orientace místnosti :	<b>SZ</b>
Počet dveří ( vnitřní ) :	<b>2x</b>
Charakteristické číslo místnosti :	<b>0,7</b>
Tepelný zisk $Q_z$ :	<b>70 W</b>
Teplota větracího vzduchu $t_{vv}$ :	<b>-12 °C</b>

Půdorysný rozměr – strana A :	<b>4,7 m</b>
Půdorysný rozměr – strana B :	<b>4,5 m</b>
Půdorysná plocha místnosti :	<b>21,5 m<sup>2</sup></b>
Konstrukční výška $V_k$ :	<b>2,9 m</b>
Světlá výška $V_s$ :	<b>2,5 m</b>
Vytápěný objem $V$ :	<b>61,34 m<sup>3</sup></b>
Objem místnosti :	<b>52,88 m<sup>3</sup></b>

	Typ konstr.	Počet	$t_{ei}$ ( °C )	( W.m <sup>2</sup> K )	d ( m )	v ( m )	S ( m <sup>2</sup> )	$S_d$ ( m <sup>2</sup> )	$S_v$ ( m <sup>2</sup> )	$S - S_v - S_d$
1.	SO	1x	-12	0,63	4,7	2,5	11,75	0	0	11,75
2.	SO	1x	-12	0,63	4,5	2,5	11,25	0	2,7	8,55
3.	OZ	1x	-12	0,7	2	1,35	2,7	0	0	2,7
4.	SN	1x	22	0,63	4,7	2,5	11,75	0	1,8	9,95
5.	DN	1x	22	2	0,9	2	1,8	0	0	1,8
6.	SN	1x	22	0,63	4,5	2,5	11,25	0	1,8	9,45
7.	DN	1x	22	2	0,9	2	1,8	0	0	1,8
8.	STR	1x	8	0,92	4,7	4,5	21,15	0	0	21,15
9.	PDL	1x	18	0,98	4,7	4,5	21,15	0	0	21,15

Tepelná ztráta místnosti $Q_c$	<b>945 W</b>
Měrná tepelná ztráta místnosti $q_c$	<b>15,4 W.m<sup>-3</sup></b>

## b) Obývací pokoj:

Obývací pokoj je situován na severozápadní stranu. Obvodové stěny jsou složeny z pórobetonových tvárníc o tloušťce 300mm. Okenní rám je plastový se 6 komorovým systémem s trojitými skly s propustností tepla  $U_k = 0,7$ . Konstrukci podlahy tvoří dřevěné nosné trámy s prkenným záklopem a tepelně izolační škvárovou vrstvou zalitou betonovou pochozí vrstvou. Povrch podlahy je tvořen z dřevěné plovoucí podlahy o tl. 10 mm položený na akustickou a izolační dřevovláknité desky o tl. 8mm na betonové vrstvě. Stropní konstrukce je tvořena z ocelových „I – profilů“ vyplněných keramickými stropními překlady hurdís se škvárobetonovým zásypem a betonovou pochozí vrstvou.

### Výpočet tepelných ztrát dle ČSN 06 - 0210

Venkovní výpočtová teplota $t_e$ :	<b>-12 °C</b>
Vnitřní výpočtová teplota :	<b>22 °C</b>
Orientace místnosti :	<b>SZ</b>
Počet dveří ( vnitřní ) :	<b>1x</b>
Charakteristické číslo místnosti :	<b>0,7</b>
Tepelný zisk $Q_z$ :	<b>80 W</b>
Teplota větracího vzduchu $t_{vv}$ :	<b>-12 °C</b>

Půdorysný rozměr – strana A :	<b>5,3 m</b>
Půdorysný rozměr – strana B :	<b>4,2 m</b>
Půdorysná plocha místnosti :	<b>22,26 m<sup>2</sup></b>
Konstrukční výška $V_k$ :	<b>2,9 m</b>
Světlá výška $V_s$ :	<b>2,5 m</b>
Vytápěný objem $V$ :	<b>64,55 m<sup>3</sup></b>
Objem místnosti :	<b>55,65 m<sup>3</sup></b>

	Typ konstr.	Počet	$t_{ei}$ ( °C )	( W.m <sup>2</sup> K )	d ( m )	v ( m )	S ( m <sup>2</sup> )	$S_d$ ( m <sup>2</sup> )	$S_v$ ( m <sup>2</sup> )	$S - S_v - S_d$
1.	SO	1x	-12	0,63	4,2	2,5	10,5	0	0	10,5
2.	SO	1x	-12	0,63	5,3	2,5	13,25	0	2,7	10,55
3.	OZ	1x	-12	0,7	2	1,35	2,7	0	0	2,7
4.	SN	1x	22	0,63	4,2	2,5	10,5	0	1,8	8,7
5.	DN	1x	22	2	0,9	2	1,8	0	0	1,8
6.	SN	1x	22	0,63	5,3	2,5	13,25	0	0	13,25
7.	STR	1x	8	0,92	5,3	4,2	22,26	0	0	22,26
8.	PDL	1x	18	0,98	5,3	4,2	22,26	0	0	22,26

Tepelná ztráta místnosti $Q_c$	<b>1007 W</b>
Měrná tepelná ztráta místnosti $q_c$	<b>15,6 W.m<sup>-3</sup></b>

### c) Kuchyně:

Kuchyně je situována na severovýchodní stranu. Obvodové stěny jsou složeny z pórobetonových tvárníc o tloušťce 300mm. Okenní rámy jsou z plastového materiálu se 6 komorovým systémem s trojitými skly s propustností tepla  $U_k = 0,7$ . Konstrukci podlahy tvoří dřevěné nosné trámy s prkenným záklopem a tepelně izolační škvárovou vrstvou zalitou betonovou pochozí vrstvou. Povrch podlahy je tvořen z linolea o tl.5mm. Stropní konstrukce je tvořena z ocelových „I – profilů“ vyplněných keramickými stropními překlady hurdis se škvárobetonovým zásypem a betonovou pochozí vrstvou.

#### Výpočet tepelných ztrát dle ČSN 06 - 0210

Venkovní výpočtová teplota $t_e$ :	<b>-12 °C</b>
Vnitřní výpočtová teplota :	<b>22 °C</b>
Orientace místnosti :	<b>SV</b>
Počet dveří ( vnitřní ) :	<b>1x</b>
Charakteristické číslo místnosti :	<b>0,7</b>
Tepelný zisk $Q_z$ :	<b>80 W</b>
Teplota větracího vzduchu $t_{vv}$ :	<b>-12 °C</b>

Půdorysný rozměr – strana A :	<b>5,3 m</b>
Půdorysný rozměr – strana B :	<b>4,2 m</b>
Půdorysná plocha místnosti :	<b>22,26 m<sup>2</sup></b>
Konstrukční výška $V_k$ :	<b>2,9 m</b>
Světlá výška $V_s$ :	<b>2,5 m</b>
Vytápěný objem $V$ :	<b>64,55 m<sup>3</sup></b>
Objem místnosti :	<b>55,65 m<sup>3</sup></b>

	Typ konstr.	Počet	$t_{ei}$ ( °C )	( W.m <sup>2</sup> K )	d ( m )	v ( m )	S ( m <sup>2</sup> )	$S_d$ ( m <sup>2</sup> )	$S_v$ ( m <sup>2</sup> )	$S - S_v - S_d$
1.	SO	1x	-12	0,63	5,3	2,5	13,25	0	2,7	10,55
2.	OZ	1x	-12	0,7	2	1,35	2,7	0	0	2,7
3.	SO	1x	-12	0,63	4	2,5	10	0	0,49	9,51
4.	OZ	1x	-12	0,7	0,7	0,7	0,49	0	0	0,49
5.	SN	1x	22	0,63	4	2,5	10	0	1,8	8,2
6.	DN	1x	22	2	0,9	2	1,8	0	0	1,8
7.	SN	1x	22	0,63	5,3	2,5	13,25	0	0	13,25
8.	STR	1x	8	0,92	4	5,3	21,2	0	0	21,2
9.	PDL	1x	18	0,98	4	5,3	21,2	0	0	21,2

Tepelná ztráta místnosti $Q_c$	<b>991 W</b>
Měrná tepelná ztráta místnosti $q_c$	<b>15,4 W.m<sup>-3</sup></b>

## d) Koupelna:

Kuchyně je situována na severovýchodní stranu. Obvodové stěny jsou složeny z pórobetonových tvárníc o tloušťce 300mm. Okenní rám je z plastového materiálu se 6 komorovým systémem s trojitými skly s propustností tepla  $U_k = 0,7$ . Konstrukci podlahy tvoří dřevěné nosné trámy s prkenným záklopem a tepelně izolační škvárovou vrstvou zalitou betonovou pochozí vrstvou. Povrch podlahy je tvořen z keramických dlaždic. Stropní konstrukce je tvořena z ocelových „I – profilů“ vyplněných keramickými stropními překlady hurdis se škvárobetonovým zásypem a betonovou pochozí vrstvou.

### Výpočet tepelných ztrát dle ČSN 06 - 0210

Venkovní výpočtová teplota $t_e$ :	<b>-12 °C</b>
Vnitřní výpočtová teplota :	<b>28 °C</b>
Orientace místnosti :	<b>SV</b>
Počet dveří ( vnitřní ) :	<b>1x</b>
Charakteristické číslo místnosti :	<b>0,7</b>
Tepelný zisk $Q_z$ :	<b>0 W</b>
Teplota větracího vzduchu $t_{vv}$ :	<b>-12 °C</b>

Půdorysný rozměr – strana A :	<b>2,65 m</b>
Půdorysný rozměr – strana B :	<b>3,1 m</b>
Půdorysná plocha místnosti :	<b>8,22m<sup>2</sup></b>
Konstrukční výška $V_k$ :	<b>2,9 m</b>
Světlá výška $V_s$ :	<b>2,5 m</b>
Vytápěný objem $V$ :	<b>23,82 m<sup>3</sup></b>
Objem místnosti :	<b>20,54 m<sup>3</sup></b>

	Typ konstr.	Počet	$t_{ei}$ ( °C )	( W.m <sup>2</sup> K )	d ( m )	v ( m )	S ( m <sup>2</sup> )	$S_d$ ( m <sup>2</sup> )	$S_v$ ( m <sup>2</sup> )	$S - S_v - S_d$
1.	SO	1x	-12	0,63	2,65	2,5	6,63	0	2	4,63
2.	OZ	1x	-12	0,7	2	1	2	0	0	2
3.	SO	1x	-12	0,63	3,1	2,5	7,75	0	0	7,75
4.	SN	1x	22	0,63	2,65	2,5	6,63	0	1,6	5,03
5.	DN	1x	22	2	0,8	2	1,6	0	0	1,4
6.	SN	1x	22	0,63	3,1	2,5	7,75	0	0	7,75
7.	STR	1x	-12	0,92	2,65	3,1	8,22	0	0	8,22
8.	PDL	1x	18	0,98	2,65	3,1	8,22	0	0	8,22

Tepelná ztráta místnosti $Q_c$	<b>884 W</b>
Měrná tepelná ztráta místnosti $q_c$	<b>37,1W.m<sup>-3</sup></b>

## e) WC:

Obvodové stěny jsou složeny z pórobetonových tvárnic o tloušťce 300mm. Okenní rám je z plastového materiálu se 6 komorovým systémem s trojitými skly s propustností tepla  $U_k = 0,7$ . Konstrukci podlahy tvoří dřevěné nosné trámy s prkenným záklopem a tepelně izolační škvárovou vrstvou zalitou betonovou pochozí vrstvou. Povrch podlahy je tvořen z keramický dlaždic. Stropní konstrukce je tvořena z ocelových „I – profilů“ vyplněných keramickými stropními překlady hurdis se škvárobetonovým zásypem a betonovou pochozí vrstvou.

### Výpočet tepelných ztrát dle ČSN 06 - 0210

Venkovní výpočtová teplota $t_e$ :	<b>-12 °C</b>
Vnitřní výpočtová teplota :	<b>22 °C</b>
Orientace místnosti :	<b>Z</b>
Počet dveří ( vnitřní ) :	<b>1x</b>
Charakteristické číslo místnosti :	<b>0,7</b>
Tepelný zisk $Q_z$ :	<b>0 W</b>
Teplota větracího vzduchu $t_{vv}$ :	<b>-12 °C</b>

Půdorysný rozměr – strana A :	<b>1,3m</b>
Půdorysný rozměr – strana B :	<b>0,9 m</b>
Půdorysná plocha místnosti :	<b>1,17 m<sup>2</sup></b>
Konstrukční výška $V_k$ :	<b>2,9 m</b>
Světlá výška $V_s$ :	<b>2,5 m</b>
Vytápěný objem $V$ :	<b>3,39 m<sup>3</sup></b>
Objem místnosti :	<b>2,93 m<sup>3</sup></b>

	Typ konstr.	Počet	$t_{ei}$ ( °C )	( W.m <sup>2</sup> K )	d ( m )	v ( m )	S ( m <sup>2</sup> )	$S_d$ ( m <sup>2</sup> )	$S_v$ ( m <sup>2</sup> )	$S - S_v - S_d$
<b>1.</b>	<b>SN</b>	<b>1x</b>	<b>22</b>	<b>0,63</b>	<b>0,9</b>	<b>2,5</b>	<b>2,25</b>	<b>0</b>	<b>1,4</b>	<b>0,85</b>
<b>2.</b>	<b>DN</b>	<b>1x</b>	<b>22</b>	<b>2</b>	<b>0,7</b>	<b>2</b>	<b>1,4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1,4</b>
<b>3.</b>	<b>SO</b>	<b>1x</b>	<b>-12</b>	<b>0,63</b>	<b>0,9</b>	<b>2,5</b>	<b>2,25</b>	<b>0</b>	<b>0,49</b>	<b>1,76</b>
<b>4.</b>	<b>OZ</b>	<b>1x</b>	<b>-12</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,49</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,49</b>
<b>5.</b>	<b>SN</b>	<b>1x</b>	<b>22</b>	<b>0,63</b>	<b>1,3</b>	<b>2,5</b>	<b>3,25</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3,25</b>
<b>6.</b>	<b>SN</b>	<b>1x</b>	<b>22</b>	<b>0,63</b>	<b>1,3</b>	<b>2,5</b>	<b>3,25</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3,25</b>
<b>7.</b>	<b>STR</b>	<b>1x</b>	<b>8</b>	<b>0,92</b>	<b>1,3</b>	<b>0,9</b>	<b>1,17</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1,17</b>
<b>8.</b>	<b>PDL</b>	<b>1x</b>	<b>18</b>	<b>0,98</b>	<b>1,3</b>	<b>0,9</b>	<b>1,17</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1,17</b>

Tepelná ztráta místnosti $Q_c$	<b>64 W</b>
Měrná tepelná ztráta místnosti $q_c$	<b>19 W.m<sup>-3</sup></b>

## f) Šatna:

Šatna je situována na severovýchodní stranu. Obvodové stěny jsou složeny z pórobetonových tvárnic o tloušťce 300mm. Okenní rám je z plastového materiálu se 6 komorovým systémem s trojitými skly s propustností tepla  $U_k = 0,7$ . Venkovní dveře jsou z přírodního materiálu (dřevo). Vlivem stáří – cca 30 let netěsné a s vyšším prostupem tepla. Konstrukci podlahy tvoří dřevěné nosné trámy s prkenným záklopem a tepelně izolační škvárovou vrstvou zalitou betonovou pochozí vrstvou. Povrch podlahy je tvořen z keramických dlaždic. Stropní konstrukce je tvořena z ocelových „I – profilů“ vyplněných keramickými stropními překlady hurdis se škvárobetonovým zásypem a betonovou pochozí vrstvou.

### Výpočet tepelných ztrát dle ČSN 06 - 0210

Venkovní výpočtová teplota $t_e$ :	<b>-12 °C</b>
Vnitřní výpočtová teplota :	<b>22 °C</b>
Orientace místnosti :	<b>SV</b>
Počet dveří:	<b>2x</b>
Charakteristické číslo místnosti :	<b>0,7</b>
Tepelný zisk $Q_z$ :	<b>0 W</b>
Teplota větracího vzduchu $t_{vv}$ :	<b>-12 °C</b>

Půdorysný rozměr – strana A :	<b>1,2m</b>
Půdorysný rozměr – strana B :	<b>3,1 m</b>
Půdorysná plocha místnosti :	<b>3,72m<sup>2</sup></b>
Konstrukční výška $V_k$ :	<b>2,9 m</b>
Světlá výška $V_s$ :	<b>2,5 m</b>
Vytápěný objem $V$ :	<b>10,79 m<sup>3</sup></b>
Objem místnosti :	<b>9,3 m<sup>3</sup></b>

	Typ konstr.	Počet	$t_{e,i}$ ( °C )	( W.m <sup>2</sup> K )	d ( m )	v ( m )	S ( m <sup>2</sup> )	$S_d$ ( m <sup>2</sup> )	$S_v$ ( m <sup>2</sup> )	$S - S_v - S_d$
1.	SO	1x	-12	0,63	1,2	2,5	3	0	1,35	1,65
2.	OZ	1x	-12	0,7	1,35	1	1,35	0	0	1,35
3.	SO	1x	-12	0,63	3,1	2,5	7,75	0	1,8	5,95
4.	DO	1x	-12	1,3	0,9	2	1,8	0	0	1,8
5.	SN	1x	22	0,63	1,2	2,5	3	0	1,6	1,4
6.	DN	1x	22	2	0,8	2	1,6	0	0	1,6
7.	SN	1x	22	0,63	3,1	2,5	7,75	0	0	7,75
8.	STR	1x	-12	0,92	1,2	3,1	3,72	0	0	3,72
9.	PDL	1x	18	0,98	1,2	3,1	3,72	0	0	3,72

Tepelná ztráta místnosti $Q_c$	<b>576 W</b>
Měrná tepelná ztráta místnosti $q_c$	<b>53,38 W.m<sup>-3</sup></b>



## g) Chodba:

Veškeré příčné a nosné stěny jsou tvořeny z pórobetonových tvárnic o tloušťce 300mm. Veškeré interiérové dveře jsou z laminátové dřevotřísky – plně se skleněnou výzdobou. Konstrukci podlahy tvoří dřevěné nosné trámy s prkenným záklopem a tepelně izolační škvárovou vrstvou zalitou betonovou pochozí vrstvou. Povrch podlahy je tvořen z keramický dlaždic. Stropní konstrukce je tvořena z ocelových „I – profilů“ vyplněných keramickými stropními překlady hurdis se škvárobetonovým zásypem a betonovou pochozí vrstvou.

### Výpočet tepelných ztrát dle ČSN 06 - 0210

Venkovní výpočtová teplota $t_e$ :	<b>-12 °C</b>
Vnitřní výpočtová teplota :	<b>22 °C</b>
Orientace místnosti :	-
Počet dveří:	<b>7x</b>
Charakteristické číslo místnosti :	<b>0,7</b>
Tepelný zisk $Q_z$ :	<b>0 W</b>
Teplota větracího vzduchu $t_{v,v}$ :	<b>-12 °C</b>

Půdorysný rozměr – strana A :	<b>2,5 m</b>
Půdorysný rozměr – strana B :	<b>3,5 m</b>
Půdorysná plocha místnosti :	<b>8,75 m<sup>2</sup></b>
Konstrukční výška $V_k$ :	<b>2,9 m</b>
Světlá výška $V_s$ :	<b>2,5 m</b>
Vytápěný objem $V$ :	<b>25,38 m<sup>3</sup></b>
Objem místnosti :	<b>21,88 m<sup>3</sup></b>

	Typ konstr.	Počet	$t_{e,i}$ ( °C )	( W.m <sup>-2</sup> K )	d ( m )	v ( m )	S ( m <sup>2</sup> )	$S_d$ ( m <sup>2</sup> )	$S_v$ ( m <sup>2</sup> )	$S - S_v - S_d$
1.	SN	1	22	0,63	2,3	2,5	5,75	0	3,6	2,15
2.	DN	2	22	2	0,9	2	1,8	0	0	3,6
3.	SN	1	22	0,63	0,9	2,5	2,25	0	1,4	0,85
4.	DN	1	22	2	0,7	2	1,4	0	0	1,4
5.	SN	1	22	0,63	2,5	2,5	6,25	0	3,2	3,05
6.	DN	2	22	2	0,8	2	1,6	0	0	3,2
7.	SN	1	22	0,63	3,5	2,5	8,75	0	1,8	6,95
8.	DN	1	22	2	0,9	2	1,8	0	0	1,8
9.	SN	1	22	0,63	1,8	2,5	4,5	0	1,8	2,7
10.	DN	1	22	2	0,3	2	1,8	0	0	1,8
11.	STR	1	8	0,92	3,5	2,5	8,75	0	0	8,75
12.	PDL	1	18	0,98	3,5	2,5	8,75	0	0	8,75

Tepelná ztráta místnosti $Q_c$	<b>352 W</b>
Měrná tepelná ztráta místnosti $q_c$	<b>13,9 W.m<sup>-3</sup></b>

## 8. Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo ukázat na relativně novou situaci v oblasti nízkoteplotního vytápění. Nové nejsou jednotlivé uváděné technologie. Nový je výsledek kombinace těchto technologií, které samostatně prošly, zejména v posledních letech, výraznými kvalitativními změnami.

Za oblast zdrojů tepla jsem se snažil zvýraznit značný posun v technologiích tepelných čerpadel systémů vzduch/voda. Zejména skutečnost, že pracovní rozsah některých typů je až do teploty venkovního vzduchu – 25°C až – 28 °C při udržení stabilního jmenovitého výkonu do -15°C venkovního vzduchu . Teplota topné vody je při těchto podmínkách 55 až 60°C. Tyto parametry umožňují bez omezení využít tepelné čerpadlo jako plnohodnotný tepelný zdroj bez potřeby instalace bivalentního zdroje .

Z oblasti otopných systémů jsem se výrazněji věnoval systémům plošného vytápění. Za nejperspektivnější technologii z této oblasti považuji systémy stropního vytápění. V bakalářské práci jsem se pokusil ukázat na principy působení tepla v různých formách (kondukce, radiace) na lidské tělo a na principech teorie tepelné pohody ukázat výhody stropního topení. Pozitiva této technologie jsou zejména v rovnoměrnosti teplotního profilu vytápěného prostoru . To má vliv na minimální proudění vzduchu vlivem přelévání teplejšího a chladnějšího vzduchu a tedy víření prachových částic. Největším pozitivem je skutečnost, že pocitu stejné tepelné pohody se dosahuje při teplotách vzduchu o 2° až 3°C nižší, než u ostatních typů otopných soustav. Teplota vzduchu je rozhodující pro velikost tepelné ztráty daného objektu. U klasických zdrojů tepla se uvádí, že 1°C teploty vzduchu v interieru navíc znamená 6% nákladů na přípravu tepla. Stropní topení tedy samo o sobě může znamenat snížení nákladů až o 18%.

Za hlavní sdělení této bakalářské práce považuji popis kombinace zdroje tepla – tepelné čerpadlo a otopné soustavy – stropní velkoplošný systém. Sloučením těchto technologií vzniká výrazně efektivní a komfortní systém, který je nabízí uživateli příjemný pobyt v daném prostoru při nejefektivnějších provozních nákladech. Teplota topné vody u těchto systémů se pohybuje v závislosti na venkovní teplotě od 28°C do 33°C. Tyto teploty zaručují provoz tepelného čerpadla při nejvýše možném topném faktoru COP. Celý systém

je možné, pouze změnou povelu pro tepelné čerpadlo, převést do režimu chlazení. Vzhledem k tomu, že cena některých technologií stropního vytápění je již citelně pod cenou technologie podlahového vytápění, dá se předpokládat, že brzy dojde k výraznému rozmachu této technologie – zejména právě ve vazbě na tepelné čerpadlo.

Závěrem je třeba uvést, že v laické, ale mnohdy i v odborné veřejnosti v českých zemích, převládá k tomuto systému nedůvěra. Mnoho lidí je v zajetí představy, že teplo stoupá vzhůru, a že topit od stropu je hloupost. Vzhůru stoupá pouze teplý vzduch. V našem případě hovoříme o radiaci. Jedná se o zcela totožný princip, jaký známe u ohřevu slunečními paprsky. U sluníčka se nikdo nediví, že teplo přichází shora.

## 9. Seznam literatury

PETRÁŠ, Dušan et.al. *Nízkoteplotní vytápění a obnovitelné zdroje energie*. 1. vydání. Bratislava: Jaga group, 2008. 208s. ISBN 978-80-8076-069-4

BAŠTA, Jiří. *Velkoplošné sálavé vytápění podlahové, stěnové a stropní vytápění a chlazení*. 1. vydání. Praha: Grada publishing, 2010. 128s. ISBN 978-80-247-3524-5

NAVRÁTIL, Jan. *Domácí kotel a tepelné čerpadlo*. 1.vydání. Olomouc: Moravské tiskárny ,1997. 154s. ISBN 80 902244-1-5

LÁZŇOVSKÝ, Miroslav et.al. *Vytápění rodinných domů*. 1.vydání. Praha: Nakladatelství T.Malina, 1996. 488s. ISBN 80-901975-2-3

CENTNEROVÁ, Lada. *Tepelná pohoda a nepohoda* [ online ]. Vystaveno:13.12.2000 [cit. 2015-2-18]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/404-tepelna-pohoda-a-nepohoda/>

STUPAVSKÝ, Vladimír. *O vytápění biomasou od A až do Z* [ online ]. Vystaveno:13.7.2012 [cit.2015-2-20]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/peletky/8814-o-vytapeni-biomasou-od-a-az-do-z/>

## **Seznam obrázků:**

Obrázek 1 : Venkovní jednotka tepelného čerpadla vzduch / voda; ukázka strojovny.....	15
Obrázek 2 : Pokládka plošného kolektoru do nezámrzné hloubky.....	17
Obrázek 3 : Proudění vzduchu podlahového vytápění.....	25
Obrázek 4 : Pokládka plastového potrubí; tvorba teplovodních smyček.....	26
Obrázek 5 : Roznášecí a úchytný prvek včetně spojovacích tvarovek.....	29
Obrázek 6 : Sestavený topný rastr před zaklopením SDK; po zaklopení SDK.....	30
Obrázek 7 : Půdorys rekonstruovaného bytu ve 2.NP .....	33

## **Seznam zkratek:**

SO (stěna venkovní - ochlazovaná)

SN (stěna vnitřní - neochlazovaná)

DO (dveře venkovní - ochlazované)

DN (dveře vnitřní - neochlazované)

OZ (okno zdvojené)

PDL (podlaha)

STR (strop)

U (součinitel prostupu tepla konstrukcí)

SDK (sádrokarton)

tl. (tloušťka)

např. (například)

tj. (to je)

ap.,apod. (a podobně)

atd. (a tak dále)

tzn. (to znamená)

tzv. (tak zvaný)

## **Seznam použitých symbolů:**

$P_D$  – tlak vodních par ve vzduchu [ Pa ]

$t_i$  – teplota vnitřního vzduchu [ °C ]

$t_r$  – střední radiační teplota [ °C ]

$W$  – rychlost proudění vzduchu [ m.s<sup>-1</sup> ]

$R_{ob}$  – tepelný odpor oblečení [ m<sup>2</sup>.K.W<sup>-1</sup> ]

$q_m$  – činnost vyjádřená metabolickým tepelným tokem [ W.m<sup>-2</sup> ]

$M$  – hodnota metabolismu [ W.m<sup>-2</sup> ]

$R$  – tepelná ztráta (zisk) sáláním [ W ]

$C_v$  – tepelná ztráta (zisk) prouděním [ W ]

$C_d$  – tepelná ztráta (zisk) vedením [ W ]

$E_{resp}$  – tepelná ztráta dýcháním (latentní) [ W ]

$L$  – tepelná ztráta dýcháním (citelná) [ W ]

$\Delta S$  – změna tepelné kapacity [ J.K<sup>-1</sup> ]

$H$  – výhřevnost [ J.kg<sup>-1</sup> ]

$T$  – termodynamická teplota [ K ]

$t_{e,i}$  – teplota v prostoru za zadávanou konstrukcí [ °C ]

$Q_c$  – celková tepelná ztráta [ W ]

$Q_t$  – tepelný zisk [ W ]

$t_{vv}$  – teplota větracího vzduchu [ °C ]

$V_k$  – konstrukční výška [ m ]

$V_s$  – světlá výška [ m ]

## **Příloha A: Propustnost tepla SDK záklopem o tloušťce 9 a 12,5 mm:**

Pro získání přesných hodnot teploty v jednotlivých místnostech jsme uskutečnili měření pomocí zapůjčených měřících přístrojů z technické fakulty ČZU. Zařízením Commet Datalogger s výrobními čísly 00070082 a 00070083 byla měřena vnitřní teplota v intervalech po 15 minutách v prostorách obývacího pokoje a ložnice, které jsou vzájemně odděleny příčnou stěnou z pórobetonových tvárníc o tloušťce 200mm. V obývacím pokoji jsou teplovodní hadice umístěné v zinkovaných rastroch na stropu zakryty sádkartonovým záklopem o tloušťce 9mm. V ložnici je tloušťka sádkartonových desek 12,5mm. Z níže uvedených grafů lze vyčíst, že prostup tepla v obývacím pokoji je nepatrně vyšší než v ložnici. Výrazný pokles teploty v ložnici ve večerních hodinách je způsoben otevřením okna pro zdravý spánek. Následně lze pozorovat rychlost dosažení žádané teploty, kdy okno bylo zavřeno po 5 hodině ranní. U obou grafů je znázorněna i venkovní teplota získána z hodnot nejbližší meteorologické stanice. Stanice je umístěna v obci Vysoký Újezd u Berouna v zastavěné části. Graf tvoří dvě vnitřní teploty v rozdílných místnostech a venkovní teplota v závislosti na časových intervalech.

### **Výrobní čísla měřících přístrojů:**

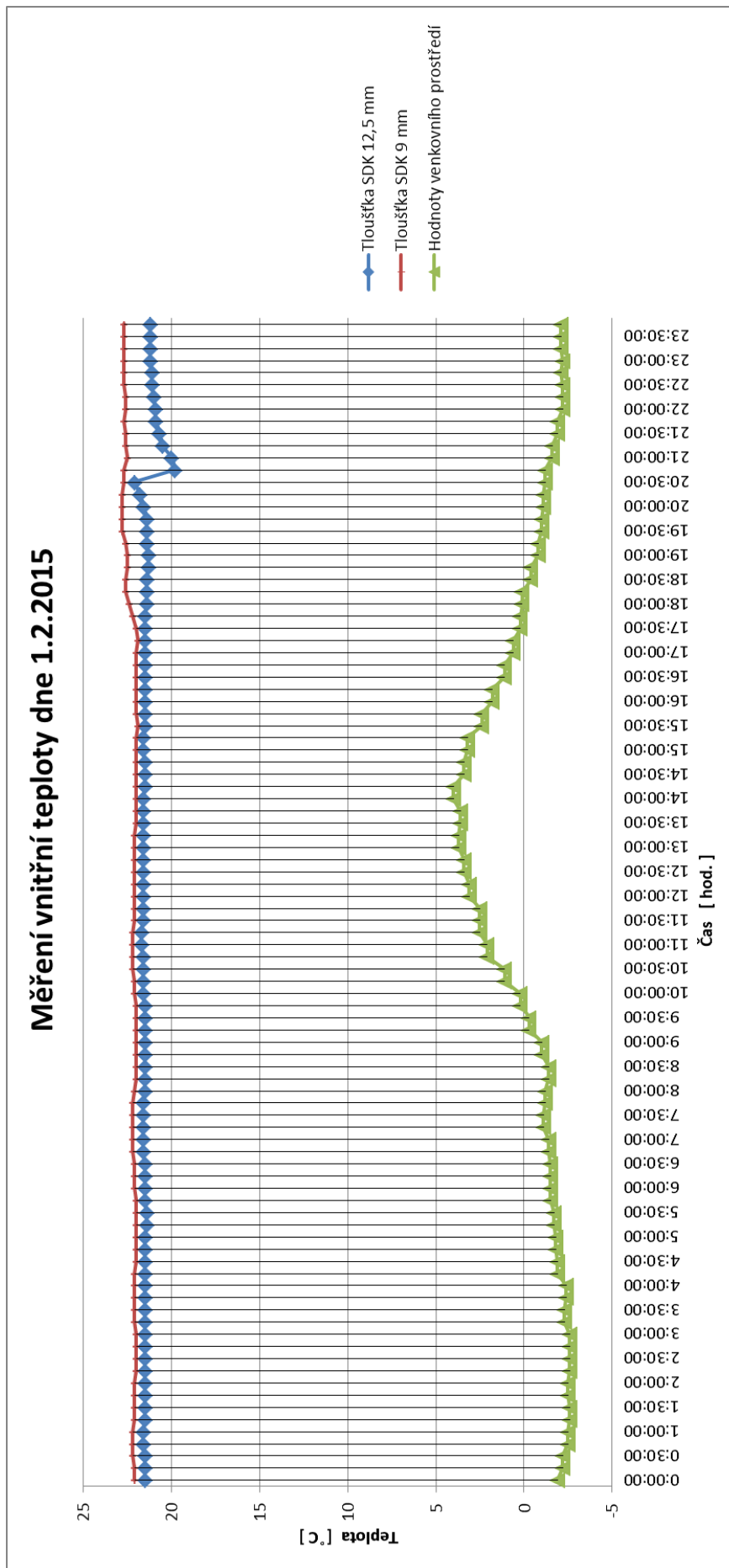
Měřicí přístroj Data Logger č. 1 umístěný v ložnici: 00070082

Měřicí přístroj Data Logger č. 2 umístěný v obývacím pokoji: 00070083

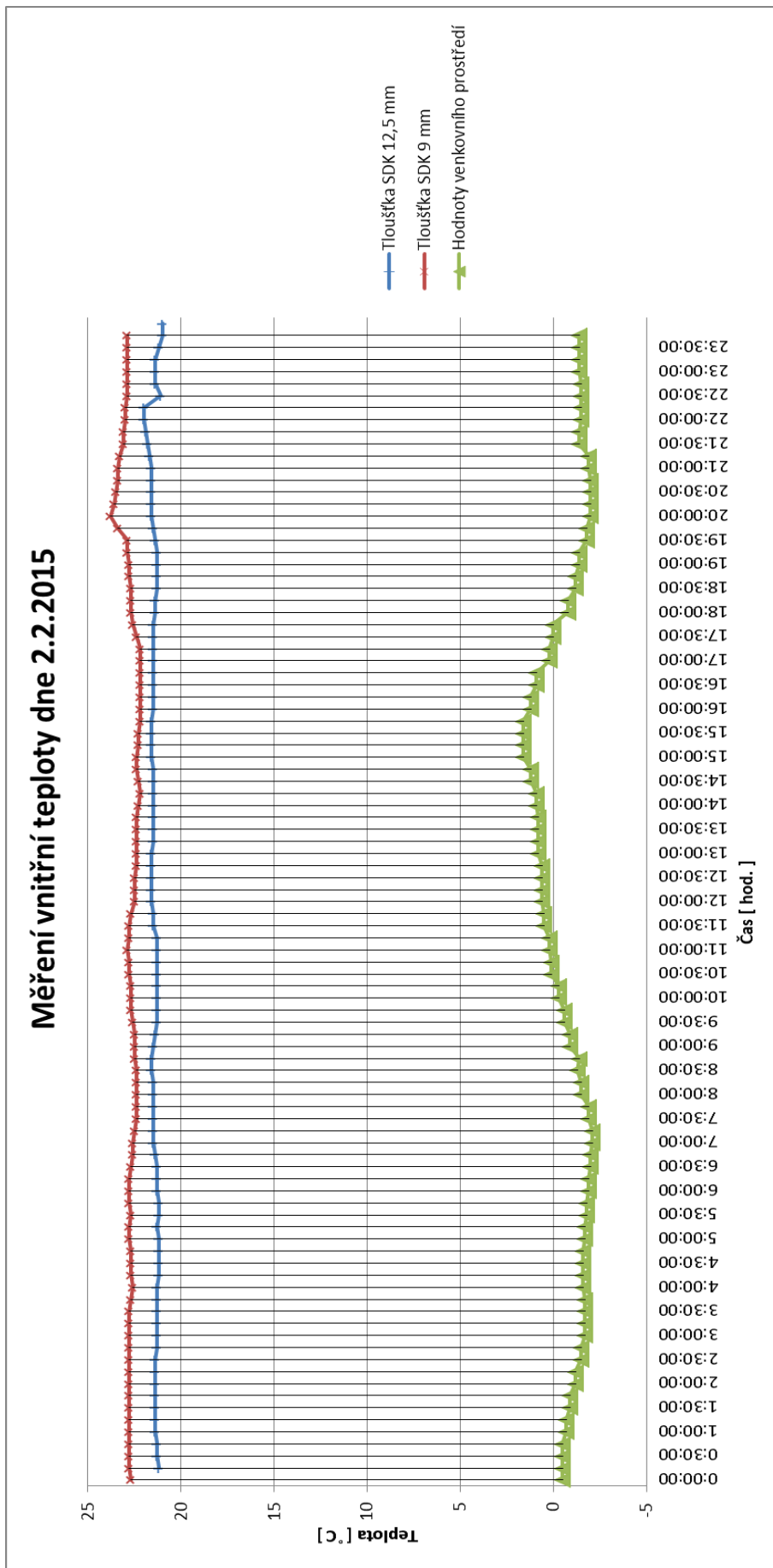
Obě místnosti mají okno situované na stejnou světovou stranu, na severozápad.

Během měřených dnů lze zahrnout do tepelných zisků tepelná energie získaná od lidského těla. Nejvíce v odpoledních a večerních hodinách v obývacím pokoji – 2 osoby (200W).





Graf 1: Propustnost tepla SDK záklopem o tloušťce 9 a 12,5 mm při měřené venkovní teplotě



**Graf 2:** Propustnost tepla SDK záklopem o tloušťce 9 a 12,5 mm při měřené venkovní teplotě