

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ  
FAKULTA STAVEBNÍ  
Katedra technologie staveb**



**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
Návrh nového vytápění RD Zbraslav**

**Jan Kalenský**

**2020**

**Vedoucí bakalářské práce: Ing. Martin Hlava, PhD.**

Prohlašuji, že jsem předkládanou bakalářskou práci vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

V Praze dne: .....

.....

Jan Kalenský

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Martinu Hlavovi, PhD. za poskytnutí cenných rad během konzultací, podporu a jeho ochotu s čímkoliv pomoci během zpracování práce. Dále bych chtěl poděkovat své rodině a mé přítelkyni za podporu.



## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení:	<i>Kabovský</i>	Jméno:	<i>Jan</i>	Osobní číslo:	<i>468475</i>
Zadávatel katedra:	<i>Katedra technologie staveb</i>				
Studijní program:	<i>Stavební inženýrství</i>				
Studijní obor:	<i>Příprava, realizace a provoz staveb</i>				

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:	<i>Návrh možností vytápění RD "Braslav"</i>		
Název bakalářské práce anglicky:	<i>Heats design of family house "Braslav" heating</i>		
Pokyny pro vypracování:	<ol style="list-style-type: none"><li>1) Možnost vytápění z potrubní techniky</li><li>2) Možnost vytápění z potrubní masivní techniky</li><li>3) Vhodným současným stavení vytápění</li><li>4) Návrh možností vytápění pro RD</li><li>5) Porovnání těchto vytápění z potrubní finanční a efektivně</li></ol>		
Seznam doporučené literatury:			
Jméno vedoucího bakalářské práce:	<i>Ing. Martin Hlavica Ph.D.</i>		
Datum zadání bakalářské práce:	<i>20.2.2020</i>	Termín odevzdání bakalářské práce:	<i>17.5.2020</i>
<small>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</small>			
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“.

<i>20.2.2020</i>	
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)



## **Návrh nového vytápění RD Zbraslav**

Bakalářská práce se v první části zabývá možnostmi vytápění RD. Počínaje u historie vytápění domů, přes rozebrání tepelných zdrojů až po materiály určené k rozvodu tepla po domě. V druhé části se práce zaměřuje na seznámení s konkrétním rodinným domem, u něhož je známý zdroj tepla. Pro tento dům se bude navrhovat nové vytápění. To se bude následně porovnávat se současným typem vytápění z hlediska finančního.

## **Klíčová slova**

Vytápění, rodinný dům, zdroje tepla, plynový kotel

## **New heating design of a family house in Zbraslav**

The first part of this bachelor thesis deals with the types of family house heating, starting with the history of home heating methods and a description of heat sources and then proceeding to the analysis of various heat distribution systems which can be used throughout the house. The second part focuses on a particular family house in Zbraslav, for which a heat source is known. A new heating system will be proposed for this house, followed by a comparison of costs with the current heating system at the end of the thesis.

### **Keywords**

Heating, family house, heat source, gas boiler

## Obsah

Úvod.....	9
<b>1. Možnosti vytápění z pohledů zdrojů .....</b>	<b>10</b>
<b>1.1 Historie zdrojů tepla .....</b>	<b>10</b>
<b>1.2 Uhlí .....</b>	<b>10</b>
1.2.1 Černé uhlí .....	10
1.2.2 Hnědé uhlí .....	11
<b>1.3 Biomasa .....</b>	<b>11</b>
1.3.1 Pelety .....	11
1.3.2 Palivové dřevo .....	12
1.3.3 Brikety .....	12
<b>1.4 Plyn .....</b>	<b>13</b>
1.4.1 Zemní plyn .....	14
1.4.2 Propan-butan.....	14
1.4.3 Svítiplyn.....	15
1.4.4 Bioplyn.....	15
<b>1.5 Tepelná čerpadla .....</b>	<b>15</b>
<b>1.6 Elektřina.....</b>	<b>19</b>
1.6.1 Elektrokotel.....	19
1.6.2 Přímotop.....	19
<b>1.7 Solární panely .....</b>	<b>21</b>
<b>2. Zhodnocení zdrojů z pohledu využití v budoucnosti .....</b>	<b>23</b>
2.1 Využití uhlí k vytápění.....	23
2.2 Využití dřeva k vytápění .....	23
2.3 Využití elektřiny k vytápění.....	23
2.4 Využití solární energie k vytápění.....	24
2.5 Využití plynu k vytápění .....	24
<b>3. Možnosti materiálů pro rozvody vytápění.....</b>	<b>25</b>
3.1 Potrubí z mědi .....	25
3.2 Potrubí z oceli .....	25
3.3 Potrubí z plastu.....	25
<b>4. Otopné soustavy .....</b>	<b>27</b>
4.1 Vodní otopné soustavy.....	27
4.2 Parní otopné soustavy.....	29
4.3 Teplovzdušné otopné soustavy .....	30

<b>5. Praktická část - popis současného vytápění RD</b> .....	31
<b>5.1 Popis rodinného domu</b> .....	31
<b>5.2 Skladby konstrukcí RD</b> .....	32
<b>5.3 Popis současného vytápění</b> .....	33
<b>6. Vyhodnocení současného stavu RD</b> .....	34
<b>6.1 Výpočet součinitelů prostupů tepla</b> .....	34
<b>6.2 Výpočet tepelných ztrát objektu</b> .....	35
<b>7. Porovnání vlastností paliv a nákladů na zařízení</b> .....	37
<b>7.1 Z hlediska výhřevnosti jednotlivých paliv</b> .....	37
<b>7.2 Z hlediska ceny za 1 kWh</b> .....	37
<b>7.3 Z hlediska nákladů na vytápění</b> .....	38
<b>7.4 Z hlediska pořizovacích nákladů</b> .....	39
<b>7.5 Shrnutí informací</b> .....	39
<b>Závěr</b> .....	40
<b>Použitá literatura</b> .....	41
<b>Seznam zkratk a použitých symbolů</b> .....	45
<b>Seznam obrázků</b> .....	46
<b>Seznam tabulek</b> .....	46
<b>Seznam grafů</b> .....	47
<b>Seznam příloh</b> .....	47

## Úvod

Vytápění je důležitou částí každé budovy. Technologie pro vytápění se zdokonalují stále, tak i využívání různých druhů paliv. V dnešní době se snažíme o co nejúčinnější využití paliv. Velikou roli v dnešní době hraje ekologie, ta se značně promítá i do vytápění. Je snaha o minimalizování znečišťování ovzduší, to se dá ovlivnit jak správnou volbou zdroje tepla a palivy pro vytápění. Náklady na vytápění nám též ovlivňuje provedení samotné stavby, které se dají ovlivnit už při samotném návrhu budovy.

Cílem této bakalářské práce je navrhnout optimálních možností pro vytápění domu. Pro výpočet byl zvolen rodinný dům investora na Zbraslavi, který je obdobně veliký jako potencionálně kupovaný objekt. Díky této možnosti koupě srovnatelně velikého domu, jenž se podobá posuzovanému rodinnému domu v bakalářské práci, by investor rád věděl, jaký zdroj pro vytápění by měl zvolit. V začátku práce budou rozebrány možné druhy paliv, které se dají použít pro vytápění. Následně za pomoci těchto informací budou sestaveny tabulky a grafy, ve kterých se porovnají jednotlivá paliva cenově. Výsledkem práce by pak měl být návrh na optimální zdroj tepla pro budoucí objekt.

## **1 Možnosti vytápění z pohledů zdrojů**

### **1.1 Historie zdrojů tepla**

Jako první zdroj tepla se dá bezpochyby považovat surové dřevo. Jeho největší výhodou jakožto zdroje vytápění byla dostupnost. Nemuselo se odnikud dovážet, dostupné bylo v podstatě všude. Postupem času se do popředí dostalo uhlí, a to na začátku 17. století, což souviselo s příchodem průmyslové revoluce a související nutností nahradit dřevo jiným zdrojem. [1]. S rostoucí vyspělostí lidstva a jeho neustálým pudem něco nového objevovat a vynalézat, se začaly objevovat další zdroje vytápění. Na konci 19. století byla na trh uvedena plynová koupelnová kamna [2]. Pokrok zrychloval každým rokem a díky tomu dnešní doba nabízí z mnoha zdrojů pro vytápění.

### **1.2 Uhlí**

V případě uhlí se jedná o fosilní palivo, které se v přírodě vyskytuje v největším zastoupení. Jeho zásoby vystačí (podle odhadů) minimálně ještě 200 let za předpokladu, že se bude spotřebovávat podobným tempem jako dosud [3]. Celosvětově největší ověřené zásoby mají USA, v těsném závěsu jsou Rusko, Čína a Indie [4].

Samotné uhlí se začalo tvořit už v pravěku z pozůstatků rostlin a přesliček v údolích a nízko posazených oblastech. Po odumření tyto zbytky klesaly na dno bažiny a tam se bez přístupu kyslíku nemohly biologicky rozložit a díky vysokému tlaku vyvíjenému na ně vzniklo uhlí. Nejvyšší kvalita uhlí vzniklo v období prvohorního karbonu před 300 milióny lety [5].

#### **1.2.1 Černé uhlí**

Na našem území se v současnosti nachází 90% veškerých zásob černého uhlí v ostravsko-karvinském revíru. Jeho těžbu zde zajišťuje firma OKD. Poměr mezi černým a hnědým uhlím je v naší zemi takový, že z veškerého uhlí lokalizovaného na našem území zabírá černé 40% a zbylých 60% zabírá uhlí hnědé [5].

Černé uhlí má vyšší výhřevnost, je kvalitnější a ekologičtější. Mezi uživateli se najde hodně takových, kteří dávají přednost hnědému uhlí z důvodu

jeho nižší ceny [6], ačkoli výhřevnost černého uhlí může dosáhnout až 30MJ/kg, kdežto u hnědého uhlí to je jen 20MJ/kg [1].

### 1.2.2 Hnědé uhlí

Těžba probíhá na Sokolovské, Chebské a hlavně na Severočeské pánvi. Nejbližším státem, který má oproti nám vysoké zásoby hnědého uhlí, je Německo. Na našem území se vyskytuje 0,8 miliardy tun hnědého uhlí, kdežto na území Německa to je 40 miliard tun. Ve světě má pak největší zásoby Rusko se svými 91 miliardami tun [7]. Nižší cena se dá odvodit z toho, že hnědé uhlí je uloženo v menší hloubce než to černé, proto postačují jen povrchové doly, jejich náklady na zřízení jsou logicky nižší. Má však i svoji nevýhodu a tou je, že trvale narušuje a ničí přírodu. Bílina, největší povrchový důl na našem území, má už dnes rozlohu 18 km<sup>2</sup>. K roku 2050 se odhaduje jeho zvětšení o dalších 10 km<sup>2</sup> [8].

## 1.3 Biomasa

Biomasa patří mezi obnovitelné zdroje energie, je to hmota organického původu. Energii obsaženou v biomase získáváme zejména jejím spalováním. Předností tohoto zdroje je rovněž fakt, že topení s ním je ekologické a šetrné k životnímu prostředí. V energetice se upřednostňuje rostlinná biomasa, ta se dá i cíleně pěstovat. Všechno tyto rostliny, které se cíleně pěstují, začaly být označovány jako rostliny energetické [9].

### *Výhody x nevýhody biomasy*

- + obnovitelný zdroj energie
- + cenová dostupnost
- Potřeba větších skladovacích prostor
- Nákladná doprava

### 1.3.1 Pelety

Dalším zdrojem jsou pelety, malé válcovité tyčinky, které jsou lisovány za vysokých teplot. Často se vyrábějí z lokálních zdrojů, například pokud se někde v naší blízkosti nachází pila, můžeme zbytky dřeva odebírat přímo od ní.

Další možností, z čeho vyrábět pelety, je sláma, seno a zemědělské zbytky [10]. Pelety můžeme také třídít podle použitého dřeva. Třída A1 obsahuje neošetřené zbytky dřeva bez příměsí kůry. Třída A2 už obsahuje určitou příměs kůry a třída B má už vyšší příměs kůry a vyrobena je z použitého dřeva [11]. Všechny typy pelet se dají spalovat pouze ve speciálních automatických kotlích nebo v kamnech na pelety. Výhřevnost u pelet dosahuje 18MJ/kg a tím pádem může být v jistých případech lepší než uhlí. Výrobci udávají, že na vytápění běžného rodinného domu je zapotřebí 4 – 6 tun pelet ročně [10].



Obr. 1 Dřevěné pelety [12]

### 1.3.2 Palivové dřevo

Dřevo se též řadí mezi obnovitelné zdroje, jež jsou dostupné po celé zemi. Na území České republiky se nachází 2,67 milionu hektarů lesů [13]. Výhřevnost dřeva se při vlhkosti 20% pohybuje okolo 15 MJ/kg. Čím je dřevo mokřejší, tím menší nám dává energetický zisk při spalování. Dřevo listnatých stromů je vhodné k vytvoření dlouhotrvajícího žáru v kotli, kdežto dřevo z jehličnanů je vhodné pro zapalování v kotlích, a v případech, kdy chceme vyhřát prostor rychle [10].

#### *Výhody x nevýhody palivového dřeva*

- + levné a dostupné palivo
- + popel lze použít jako hnojivo
- nutná úprava dřeva (nařezání a našťipání)
- větší skladovací prostory
- musí se nechat vyschnout

### 1.3.3 Brikety

Brikety mají tvar větších válců. Vyráběny jsou ze štěpky, kůry, drtě, pilin i rostlinných zbytků. Tím pádem mají obdobné složení jako dřevěné pelety, jen



s tím rozdílem, že mají větší rozměr. Jejich výhřevnost se pohybuje okolo 18 MJ/kg, je tedy skoro srovnatelná s kvalitním hnědým uhlím, které má maximální výhřevnost okolo 20 MJ/kg [10].



*Výhody x nevýhody dřevěných briket*

- + jednoduchá manipulace
- + popel lze použít jako hnojivo
- + lze použít jako doplňkový zdroj tepla

Obr. 2 Dřevěné brikety [14]

## 1.4 Plyn

V dnešní době je plyn typický zdroj tepla pro vytápění. Mnoho domácností, které jsou situovány okolo měst anebo poblíž nich, mají možnost připojení na plynové potrubí. Široké zastoupení spotřebitelů poslední dobou váhá, zda si pořídí plynový kotel nebo budou vytápět elektřinou. Plynná paliva k vytápění se dělí do čtyř skupin:

1. málo výhřevné plyny, výhřevnost do 16,8 MJ/m<sup>3</sup>
2. středně výhřevné plyny, výhřevnost 16,8 až 20 MJ/m<sup>3</sup>
3. velmi výhřevné plyny, výhřevnost 20 až 80 MJ/m<sup>3</sup>
4. vysoce výhřevné plyny, výhřevnost nad 80 MJ/m<sup>3</sup> [15].

Plynové spotřebiče pak dělíme do tří skupin:

### *Typ spotřebiče A*

První kategorie má přívod vzduchu, který je nutný k provozu zařízení, přímo z místnosti, kde je daný spotřebič nainstalován. Spaliny jsou následně odváděny do téhož prostoru, což je jistá nevýhoda takovýchto spotřebičů. Patří sem například plynové sporáky nebo vařiče [16].

### *Typ spotřebiče B*

Vzduch pro provoz spotřebiče typu B se přivádí z prostoru, kde je spotřebič nainstalován, čili stejně jako u typu A pouze s tím rozdílem, že spaliny se již odvádí do venkovního prostoru. Patří sem plynové kotle s atmosférickým hořákem [16].

### *Typ spotřebiče C*

Pro tyto spotřebiče se již vzduch pro provoz přivádí z venkovního prostoru. Do venkovního prostoru se pak odvádí i spaliny. Patří sem hlavně plynové kotle a kotle se samostatným kouřovodem [16].

#### *Výhody x nevýhody vytápění plynem*

- + vysoká účinnost
- + méně náročné na prostor
- + čistý provoz
- + minimální nároky na obsluhu
- každoroční revize plynového kotle

### **1.4.1 Zemní plyn**

Zemní plyn charakterizujeme jako přírodní hořlavý plyn, který je výbušný, bezbarvý, dvakrát lehčí než vzduch a dvakrát výhřevnější než svítiplyn, ale není jedovatý [15]. Řadíme ho do topných plynů. Využívá se k vytápění, vaření a ohřevu vody v elektrárnách, teplárnách či dopravě [17]. Zemní plyn dělíme na dva druhy - ropný a karbonový. Ten první se vyskytuje společně s ložisky ropy nebo nafty, zatímco druhý se vyskytuje v uhelných ložiscích [15].

V České republice se ložiska zemního plynu nachází v oblasti Jižní Moravy. Za rok se na našem území vytěží okolo 200 milionů m<sup>3</sup> zemního plynu ročně, což nepokrývá naši spotřebu plynu, a tak jsme nuceni plyn dovážet. Ten se k nám dováží z velké části z Ruské federace a z jisté části i z Norska. Česká republika má svoji celkovou spotřebu plynu okolo 9 miliard m<sup>3</sup> za rok [18]. Výhřevnost plynu je 34 MJ/m<sup>3</sup> a množství vzduchu, který spálí, je okolo 9,6 m<sup>3</sup>/ m<sup>3</sup> zemního plynu.

### **1.4.2 Propan-butan**

Další druh plynu, propan-butan, se skládá z propanu (ten je ve směsi zastoupen 30 až 50%) a butanu (ten má zastoupení 50 až 70%). Vyrábí se jako vedlejší produkt při rafinérském zpracování benzínu.

Tento plyn je bezbarvý, zapáchající a nedýchatelný. Je výbušný, mnohem těžší než vzduch, ale není jedovatý. Již v malé kombinaci se vzduchem nebo kyslíkem tvoří výbušnou směs. Ke spotřebiteli se dodává

v uzavřených nádobách jako kapalný, který lze za pomoci malého zvětšení přetlaku proměnit na plynný propan-butan [15]. Výhřevnost propan-butanu se pohybuje okolo 100 MJ/m<sup>3</sup>.

### 1.4.3 Svítiplyn

V minulosti se svítiplyn používal výhradně pro osvětlování. První plynové veřejné osvětlení bylo uvedeno do provozu na začátku 19. století v Londýně. K nám do Prahy se plynové osvětlení dostalo v polovině 19. století. V průběhu 20. století se od toho plynu začalo postupně ustupovat - byl totiž vyměněn za bezpečnější varianty, které v té době již byly dostupné a těmi byly elektřina a zemní plyn [19].

Svítiplyn je plyn umělý, jehož výroba spočívala v tlakovém zplyňování černého uhlí. V dnešní době je však tato metoda výroby svítiplynu již nahrazena jinými postupy. Jedním z nich je úprava karbonového zemního plynu, další je zplyňování hnědého uhlí kyslíkem [15].

### 1.4.4 Bioplyn

Tento druh plynu je takzvaně surový, jeho vznik zajišťuje anaerobní fermentace organické hmoty. Samotný plyn obsahuje okolo 50% až 70% metanu a zbytek je složen z oxidu uhličitého, vody, sloučenin síry a dusíku [20]. Řadíme jej mezi obnovitelné zdroje energie. Bioplyn se nejčastěji používá pro výrobu tepla, při níž dochází k přímému spalování bioplynu. Výhřevnost bioplynu se pohybuje v rozmezí 18-26 MJ/m<sup>3</sup>. Druhý častý způsob využití bioplynu je při kogeneraci, což je v překladu současná výroba tepla a elektřiny zároveň [21].

## 1.5 Tepelná čerpadla

Historie tepelných čerpadel se začala psát již v 19. století. Popis základní myšlenky principu jejich fungování popsal významný britský fyzik William Thomson Kelvin v roce 1852. V Evropě se čerpadla začala používat až okolo roku 1980, kdy se zvětšovala poptávka po vytápění alternativními fosilními palivy z důvodu ropné krize. V České republice se důrazněji zaznamenal výskyt čerpadel až v roce 1990. Tato čerpadla byla importována

ze zemí, které již měly s tepelnými čerpadly zkušenosti, příkladem by bylo Německo, Švédsko nebo Rakousko [22].

Tepelný faktor představuje jeden z nejdůležitějších parametrů pro výběr vhodného tepelného čerpadla. Jako zjednodušenou formulaci, co to tepelný faktor vlastně je, se dá uvést, že je to poměr mezi tepelnou energií získanou a spotřebovanou tepelným čerpadlem. Označujeme ho zkratkou COP. Čím máme větší hodnotu COP, tím je výroba pomocí tepelného čerpadla efektivnější a jeho provoz je levnější. Hodnoty COP se pohybují mezi 2 až 5, číslo je bezrozměrné [23].

Dalším faktorem, který je potřeba zohlednit při výběru tepelného čerpadla, je volba topného systému. Za předpokladu že zvolíme radiátory, musíme vodu ohřát na teplotu 50°C až 70°C. Z tohoto důvodu musí tepelné čerpadlo vynaložit veliké množství energie, aby vodu ohřálo na tak velkou teplotu. Tím pádem vytápění pomocí radiátorů účinnost tepelného čerpadla snižuje. Druhou možností topného systému je podlahové vytápění. Tento systém je pro tepelné čerpadlo výrazně výhodnější. Teplota vody do podlahového vytápění totiž postačuje okolo pouhých 35°C, takže tepelné čerpadlo nemusí vyvíjet tolik energie k ohřátí vody. [23].

### *Typy tepelných čerpadel*

#### **Vzduch / voda**

Čerpadlo typu vzduch / voda odebírá energii z venkovního vzduchu a teplo tímto způsobem získané používá pro ohřev vody v topném systému nebo pro ohřev vody v zásobníku teplé vody. Tento druh čerpadel je vhodnou variantou, pokud si chcete pořídit tepelné čerpadlo, ale nemáte k dispozici větší pozemek [24].

#### *Výhody x nevýhody tepelných čerpadel vzduch / voda*

- + jednoduchá a rychlá instalace
- + nízké pořizovací náklady oproti čerpadlu země / voda
- s poklesem teploty vzduchu klesá topný faktor
- o 30% vyšší spotřeba elektřiny než u čerpadla země / voda
- možné problémy s hlučností venkovní jednotky čerpadla



Obr. 3 Tepelné čerpadlo vzduch / voda [25]

### **Země / voda**

Tento typ tepelného čerpadla odebírá energii z hloubky pod zemským povrchem. V samotném vrtu je instalována plastová sonda, ve které je uložena nemrznoucí směs. Tato sonda zajistí přenos tepla z hloubky vrtu do tepelného čerpadla. Množství vrtů závisí na velikosti vytápěného domu. U některých staveb postačuje jeden vrt, některé potřebují více. Hloubka vrtů se pohybuje od 80m do 250m [24].

### *Výhody x nevýhody tepelných čerpadel země / voda*

- + stálé teploty v zemině – vyšší topný faktor
- + vrty mohou být součástí půdorysu budovy
- + bezhlučné a bezúdržbové řešení
- větší investice z důvodu rozsáhlých zemních prací
- zemní kolektor potřebuje velkou plochu
- nutné stavební povolení k vrtu



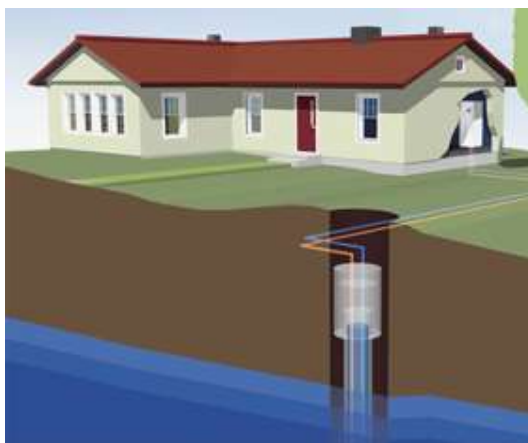
Obr. 4 Tepelné čerpadlo země / voda [26]

### Voda / voda

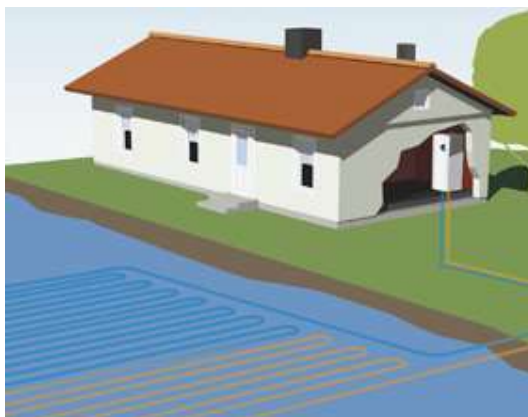
Čerpadla typu voda / voda získávají energii ze spodní nebo geotermální vody. Principem těchto tepelných čerpadel je, že z vrtané studny se voda čerpá do výměníku tepelného čerpadla a po jejím zchlazení se zpětně vrací do země [24]. Tepelné čerpadlo vyžaduje stálý přívod velkého množství vody, která by měla mít teplotu 7°C až 12°C.

#### *Výhody x nevýhody tepelných čerpadel voda / voda*

- + dosahuje největšího topného faktoru ze všech čerpadel
- + nižší investiční náklady oproti čerpadlům s vrtky
- vyšší náklady na servis (čištění filtrů a výměníků)
- realizovatelné jen v lokalitách s dostatkem vody



Obr. 5 Tepelné čerpadlo voda / voda - studny [27]



Obr. 6 Tepelné čerpadlo voda / voda – vodní plocha [28]

## 1.6 Elektřina

Elektřina se v dnešní době využívá skoro na každém kroku. Výrobu elektřiny v našem státě zajišťují primárně uhelné elektrárny, pak elektrárny jaderné, vodní a větrné.

### *Výhody x nevýhody vytápění elektřinou*

- + dostupnost elektřiny
- + nízké pořizovací náklady kotle
- + čistý provoz
- vysoká cena elektřiny

### 1.6.1 Elektrokotel

Elektrokotel ohřívá vodu, která funguje jako přenosné médium díky čerpadlu, které zajišťuje dopravu ohřáté vody do otopných těles [29]. Elektrokotel sám o sobě nepotřebuje veliké místo, snadno se ovládá a nevyžaduje komín. Jediná nevýhoda, která vyskočí mnoha lidem na mysl, je vysoká cena elektrické energie.

Tento typ kotle se hodí pro pasivní a nízkoenergetické domy, které mají malé ztráty tepla. Tudiž díky vysoké účinnosti, která dosahuje hodnoty až 99%, elektrokotle rodinné domy rychle vytopí. Alternativně se využívá varianta, kdy je elektrokotel kombinován s jiným druhem vytápění. Příkladem může být kombinace tepelného čerpadla nebo kamen s elektrokotlem [30].

### *Výhody x nevýhody elektrokotle*

- + nižší pořizovací cena
- + snadná montáž
- + snadná obsluha
- vyšší cena za vytápění
- vhodné jen pro pasivní / nízkoenergetické budovy

### 1.6.2 Přímotop

Elektrické přímotopy pracují na jednoduchém principu výměny vzduchu o různých teplotách. Dolní částí konstrukce přímotopu se nasává chladný

vzduch z dané místnosti, ten se následně ohřeje uvnitř přímotopu a vychází samovolně vrchní mřížkou zařízení ven [31].

Zásadní problémem či nevýhodou je, že přímotopy způsobují nežádoucí víření prachových částic v prostoru a jsou tím pádem nevhodné pro alergiky nebo osoby trpícími dýchacími potížemi. Jelikož přímotopy víří vzduch, tak se postupem času usazuje prach na topném elementu. Ten snižuje účinnost zařízení, a proto je doporučeno pravidelně zbavovat přímotop nánosu prachu. Výsledkem je delší životnost a účinnost zařízení [31].

Rozdělujeme dva základní typy přímotopů, nástěnné a samostatně stojící. Tato zařízení slouží převážně k vytápění nebo temperování středně velkých místností [32].

#### *Výhody x nevýhody přímotopů*

- + nízká pořizovací cena
- + snadná montáž
- + snadná obsluha
- vyšší cena za elektřinu
- nevhodné pro osoby s dýchacími problémy
- pravidelné odstraňování prachu



Obr. 7 Přímotop – samostatně stojící [33]



Obr. 8 Přímotop – nástěnný [34]



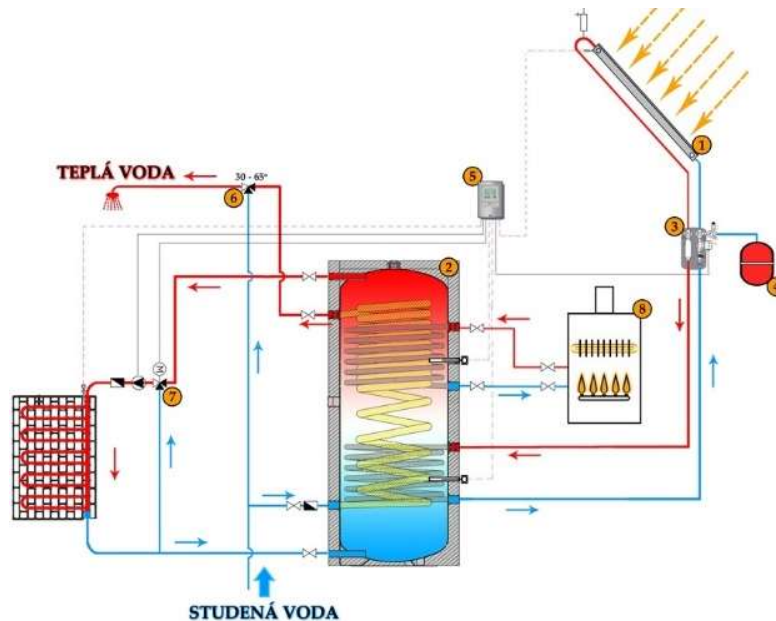
## 1.7 Solární panely

Principy fotovoltaiky byly objeveny již v 19. století. Začátkem bylo objevení fotoelektrického jevu, jehož objevitelem byl Alexandre Edmond Becquerel. Ten ho svůj objev prezentoval na zasedání francouzské Akademie věd 29. července 1839. Díky kosmonautice se pak použití fotovoltaiky výrazně zlepšilo. Lidé hledali, čím by mohli napájet vesmírné družice a tato potřeba dala vzniknout fotovoltaickým panelům [35].

Solární panely se nejčastěji instalují na sedlové a ploché střechy. Mohou se ovšem umístit i na fasády objektů nebo na jejich balkony [36].

Na území České republiky se doporučuje sklon panelů okolo 35°. Další faktor, na který se musíme zaměřit při instalaci panelů je, na jakou světovou stranu budou natočeny. Nejlepší směr orientace, který můžeme zvolit, je na jih. Když nastane situace, že bude odchylka od jihu, tak je pro nás lepší upřednostnit orientaci na jihozápad před orientací na jihovýchod. Vychází to z poznatku, že v dopoledních hodinách je často vyšší oblačnost. Tím pádem nám na panely dopadá menší množství sluneční energie než odpoledne [37].

Solární panely se využívají nejčastěji jako sekundární topidlo, doplňují například elektrokotel nebo plynový kotel. Využívají se především u systémů vytápění, které pracují s nízkou teplotou otopných těles. Z tohoto důvodu se panely ideálně hodí k podlahovému vytápění nebo stěnovému vytápění [38].



Obr. 9 Schéma solárního systému pro ohřev TUV a přitápění [39]

*Výhody x nevýhody solárních panelů*

- + levná energie – využívá energii slunce
- + neprodukuje hluk
- + nepotřebuje velikou údržbu
- + šetrné a ekologické k životnímu prostředí
- vyšší pořizovací cena
- v ČR hodně kolísá sluneční záření – kvůli ročním obdobím
- větší nároky na plochu střechy

## **2 Zhodnocení zdrojů z pohledu využití v budoucnosti**

### **2.1 Využití uhlí k vytápění**

Užívání uhlí, jakožto suroviny používané jak k přímému spalování v kotlích (pro produkci tepla), tak i při spalování v elektrárnách, bude postupem času klesat. Je to zapříčiněné všeobecnou snahou o snížení produkce CO<sub>2</sub> do ovzduší. Proto volba vytápění uhlím v budoucnosti nemá velký význam a je lepší zvážit ostatní nabízené možnosti na trhu.

Téma na samotné uhlí je rozebráno v kapitole 1.2.

### **2.2 Využití dřeva k vytápění**

Jelikož snahy o snížení produkce škodlivin napomáhající globálnímu oteplování rostou každým rokem, je dřevo z pohledu vytápění dobrá volba. Dřevo je přírodní obnovitelný materiál, v budoucnosti se nejčastěji bude topit dřevem ve formě pelet [40].

Peletám je věnována kapitola 1.3.1.

### **2.3 Využití elektřiny k vytápění**

Elektřina se v dnešní době vyrábí mnoha různými způsoby s pomocí uhelných, vodních, větrných, jaderných elektráren a solární energie, kterou měníme v elektřinu.

Co se týče vodních elektráren, tak se v dnešní době hodně začíná mluvit o příbojových elektrárnách, přesto tato metoda není dosud ve světě příliš rozšířená. Největší elektrárnu tohoto typu staví v současné době ve Skotsku [41].

Dalším možností získávání elektřiny jsou jaderné elektrárny, je ale snaha jejich budování omezovat. Na našem území se nachází pouze dvě elektrárny tohoto typu, Temelín a Dukovany. Jejich společný výkon se pohybuje okolo 4290 MW [42].

Čím dál častěji se v odborné veřejnosti začíná mluvit o jaderné fúzi jako o zdroji nekonečné energie pro lidstvo. Zatím se pracuje na tokamaku, který dokáže udržet extrémně horké plazma pomocí silného magnetického pole a umožňuje intenzivní průběh fúze. První využitelný tokamak by měl být uveden do provozu v tomto roce. Pokud by se jeho provoz osvědčil, je tu

prognóza, že by začal dodávat elektřinu do sítě někdy mezi roky 2040 až 2050 [41].

## **2.4 Využití solární energie k vytápění**

Využívání solární energie je v dnešní době na vzestupu a tomu bude tak i nadále. Slunce uvažujeme jako ideální zdroj tepla, který se dá využívat skoro na každé části naší planety Země. V dnešní době se používá pro ohřev vody v bojlerech, bazénů a pro výrobu elektřiny [43].

Další informace týkající se solární energie (hlavně panelů) jsou uvedeny v kapitole 1.7.

## **2.5 Využití plynu k vytápění**

Využití zemního plynu z pohledu energetické produkce by mělo do roku 2040 vzrůst z 21% na 25%. Plyn by se tímto měl dostat před uhlí v žebříčku z pohledu využití v energetickém průmyslu. Tyto informace vyplývají ze zprávy Mezinárodní energetické agentury IEA. Podle této agentury by zásoby zemního plynu měly vystačit na minimálně 250 dalších let, i přes stále se zvyšující poptávku po této surovině [44].

Zemnímu plynu se šířeji věnuje kapitola 1.4.1.

### **3 Možnosti materiálů pro rozvody vytápění**

Volba materiálu pro rozvody otopné soustavy je důležitým aspektem pro dobré fungování vytápění. Při výběru konkrétních materiálů trubek a tvarovek je nutné brát v potaz provozní tlak a teplotu při které bude soustava provozována. Pozornost se dále věnuje řešení délkové roztažnosti, umístění a vedení potrubí [45]. Při zvolení kovových materiálů lze trubky vést před stěnami oproti plastovým potrubím, u kterých se tento působení nerealizuje, jelikož jsou náchylné k mechanickému poškození. Prevence zabránění poškození spočívá v podpoře potrubí podpůrnou konstrukcí. Jako takovou konstrukci můžeme použít například korytka nebo žlábků. Další možností je zabudování potrubí do podlah nebo stěn [15].

#### **3.1 Potrubí z mědi**

Dalším oblíbeným materiálovým řešením rozvodů je měděné provedení. Tento materiál má stejné mechanické vlastnosti jako kovové trubky. Jeho výhoda však spočívá v menší tloušťce stěn trubek, tím i v menším průměru trubek. Tyto trubky se spojují pomocí kapilárního pájení. Nevýhodou je, že při použití těchto trubek bychom měli vyvarovat jakékoliv kombinaci s hliníkovými tělesy. Kombinace těchto dvou materiálů by mohla mít za následek elektrochemickou korozi.

#### **3.2 Potrubí z oceli**

Tento materiál pro potrubí je tradičním pro rozvody otopných soustav vytápění. Pro rozvody se používá ocel třídy 11.353.0., na potrubí se používají různé druhy ocelových trubek, v závislosti na průměru trubky. Pro rozvody s  $DN \leq 50$  se z pravidla používají trubky závitové. Pokud budeme volit větší DN trubek, tak už budeme používat hladké bezešvé trubky. Všechny trubky se spojují pomocí dvou typů svařování. Jedním je svařování za pomoci elektrického oblouku, druhé je pomocí plamene [15].

#### **3.3 Potrubí z plastu**

Plast je další z možností, které můžeme použít pro potrubí. Na trhu se vyskytuje nespočet různých plastů. Důležitý poznatek je, že ne všechny typy

plastů můžeme použít na jakoukoliv otopnou soustavu. Plasty používané pro rozvody jsou síťované polyetylény (PEX, VPE), chlorované PVC, polybuten, statistický polypropylen (PP-R, PP-RC) a v neposlední řadě vrstvená potrubí s kovovou vložkou [15].

Životnost potrubí závisí na mnoha aspektech. Záleží na maximální teplotě otopné vody, maximálním provozním přetlaku v soustavě, vnějšímu a vnitřnímu průměru posuzovaného potrubí a délce potrubí [15].

Oproti montáži trubek z kovových materiálů je montáž plastových mnohem snazší a rychlejší. Trubky se spojují svařováním nebo za pomoci mechanických spojek. Díky snazší montáži plastových trubek je možné provádění prací méně kvalifikovaným personálem, což přispívá k rozšiřování plastu jako materiálu pro volbu rozvodů otopných soustav [15].

#### *Výhody x nevýhody plastových trubek*

- + nízká cena
- + snadné spojování
- + zdravotně nezávadné
- + vysoká životnost
- + nekorodují, nezarůstají
- velká teplotní roztažnost
- nutná podpůrná konstrukce

## 4 Otopné soustavy

Otopné soustavy slouží k distribuci tepla v objektu. Prostřednictvím otopných těles je zajišťována požadovaná teplota v jednotlivých místnostech objektu. Celá otopná soustava se skládá vždy ze zdroje tepla a potrubní sítě, která přenáší pomocí teplonosné látky energii (teplo) do poslední části otopné soustavy, čímž jsou spotřebiče tepla [15].

Teplonosné látky používané v otopných soustavách jsou nejčastěji voda, vodní pára a vzduch.

Dále můžeme dělit soustavy dle počtu trubek. V praxi se používá jednotrubková, dvoutrubková a vícetrubková soustava [46].

### 4.1 Vodní otopné soustavy

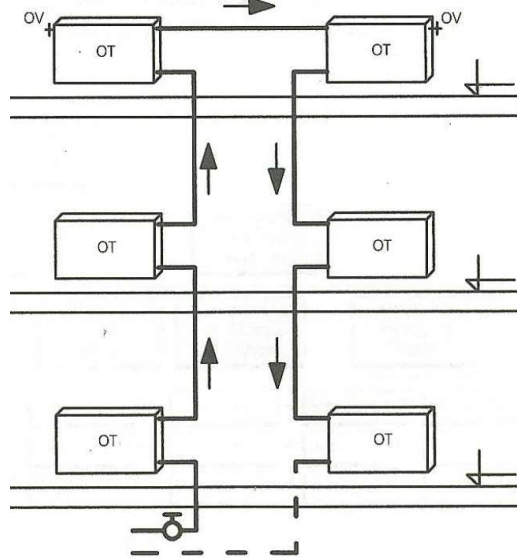
Princip vodní otopné soustavy spočívá v tom, že voda, jakožto teplonosná látka, dodává tepelnou energii z kotle do otopných těles v místnostech [15].

Na začátku se voda ohřeje ve zdroji, z toho je pomocí trubního vedení přenášena k otopným tělesům. Voda v tělesech ztrácí část své tepelné energie kvůli rozdílné teplotě místnosti, v níž je těleso umístěno, a dané povrchové teplotě tělesa. Po ochlazení se voda vrací zpět ke zdroji tepla. Tato otopná soustava tvoří uzavřený okruh, ve kterém koluje neměnný objem otopné vody [15].

Sítě otopné soustavy by se měly správně prostorově uspořádat, aby byla zajištěna tepelná pohoda, z důvodu vyvarování se narušování dispozice interiéru a hlavně kvůli eliminaci narušení konstrukce budovy. Soustava by se měla dát celá odvodnit. To pro případ dočasného odstavení otopné soustavy v zimním období, aby nemohla voda v potrubí zamrznout a roztrhat potrubí, což by vedlo k zatečení vody do konstrukcí a následné degradaci materiálů. Druhý požadavek je na odvzdušnění soustavy, to se dá zajistit pomocí spádu rozvodů k místům vypouštění a osazením odvzdušňovacích ventilů [15].

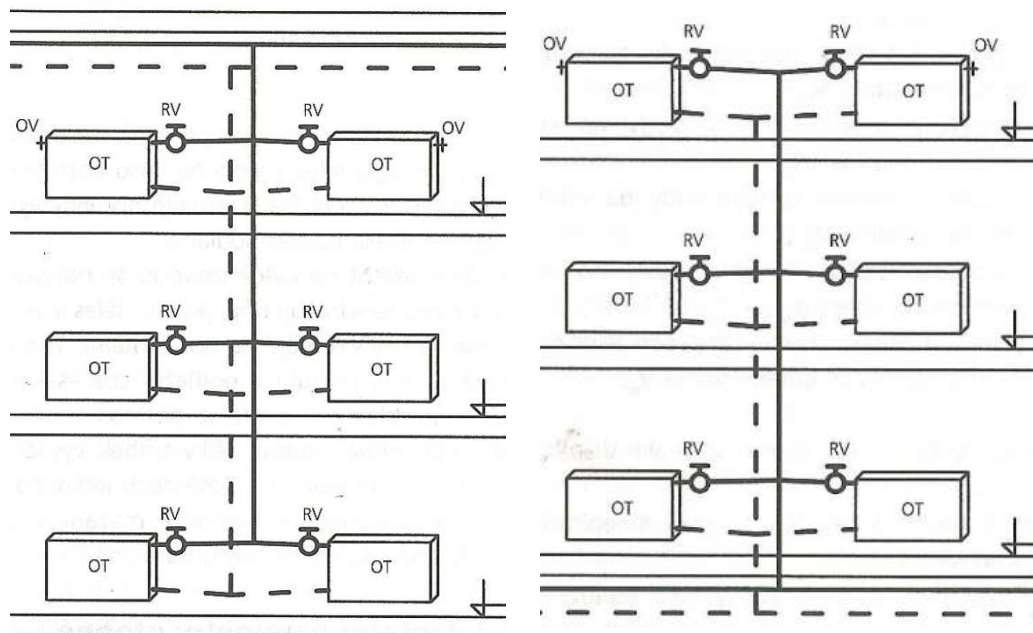
Otopná tělesa jsou vzájemně propojena buď jednotrubkovou nebo dvoutrubkovou soustavou. V jednotrubkové soustavě se jednotlivá tělesa zapojují sériově. V praxi to znamená, že ohřátá voda protéká skrz napojená

tělesa, jedno po druhém, takže se v potrubí mezi tělesy nachází jak přiváděná, tak i vratná voda. Jelikož jsou tělesa napojena sériově, dochází k postupnému snižování teploty přiváděné vody těleso od tělesa [47].



Obr. 10 Jednotrubková otopná soustava [48]

Oproti tomu v dvoutrubkové soustavě jsou tělesa zapojena paralelně. Tím pádem se dá na první pohled rozlišit, které potrubí je přivodní a které je vratné. Další výhodou tohoto řešení oproti jednotrubkové soustavě je, že tělesa pracují s pořád stejnou teplotou otopné vody. Dvoutrubkové soustavy jsou tím pádem v praxi nejpoužívanější [47].



Obr. 11 Dvoutrubková otopná soustava s horním a dolním rozvedem [49]



## 4.2 Parní otopné soustavy

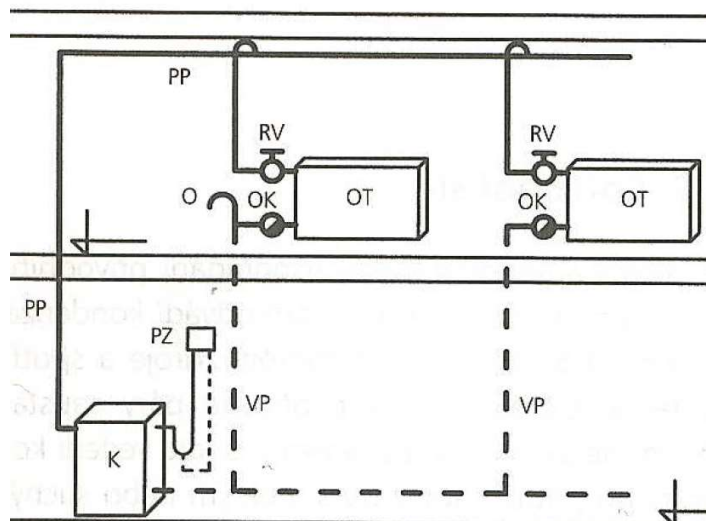
Jako teplotonosná látka zde funguje přehřátá vodní pára. Ta má za úkol přenos tepla vytvořeného v kotli přímo k otopným tělesům rozmístěným v budově [15].

Přehřátá pára poté, co se dostane do otopného tělesa, odevzdá výparné teplo a začne kondenzovat na stěnách tělesa. Kondenzát samotný se opět vrací zpět ke zdroji. Samotný pohyb páry v trubním vedení je zajišťován pomocí rozpínání páry, ale kondenzát se vrací zpět buď samospádem, nebo se odvádí do jímky a zní se přečerpává do zdroje. Odtud je následně přečerpáván zpátky ke zdroji [15].

Důležité jsou v potrubní síti pracovní tlaky. Sítě můžeme podle tlaku dělit na tři varianty. První variantou je podtlakové potrubí, u nějž je provozní tlak páry nižší než atmosférický. Další variantou je nízkotlaké potrubí, uvnitř něho se tlak páry pohybuje do 70 kPa. Poslední je středotlaké potrubí, přetlak páry tam je od 70 kPa do 1,6 MPa. [15].

Na potrubí parních otopných soustav se používají z velké většiny ocelové bezešvé závitové a hladké trubky. Spoje trubek jsou nerozebíratelné, ale samotné napojení otopných těles na soustavu je zajištěno rozebíratelnými šroubovatelnými spoji [15].

V současné době se tato otopná soustava navrhuje především do objektů s přerušovaným provozem (průmyslové a některé občanské budovy) [15].



Obr. 12 Parní otopná soustava [50]

#### *Výhody x nevýhody parního způsobu vytápění*

- + rychlý zátop
- + malá tepelná setrvačnost soustavy
- obtížná regulace výkonu
- vysoká povrchová teplota otopných ploch

### **4.3 Teplovzdušné otopné soustavy**

Teplonosná látka pro tento systém je vzduch, který proudí do místností. Ty jsou následně tímto teplým proudícím vzduchem vytápěny. Ten se v místnostech vlivem tepelných ztrát ochlazuje na danou vnitřní teplotu a po ochlazení se odvádí pryč z místnosti. Vzduch díky svým fyzikálním vlastnostem bohužel patří mezi horší nosiče tepla. Je to zapříčiněno jeho menším měrným teplem a nižší teplotou. Kvůli tomuto faktu dochází také k tomu, že rozvody teplovzdušného vytápění jsou větších rozměrů [46].

Rozvody vytápění jsou vedeny v konstrukcích podlah (pomocí kanálků), dále v půdním prostoru nebo pod stropem. Všechna vyústění rozvodů jsou umístěna v podlaze všech místností objektu [51].

Klasické řešení tohoto druhu vytápění jsou systémy s cirkulačním provozem. Veškerý teplý vzduch pro systém zajišťuje teplovzdušný agregát. Na ten jsou již následně napojeny rozvody pro vytápění budovy. Zpětné nasávání vzduchu většinou probíhá v prostoru chodby, odkud se z vytápěných místností může vzduch nasávat díky netěsnostem kolem dveří. Pokud by tyto netěsnosti nestačily ke správné cirkulaci vzduchu, přichází na řadu instalace větrací mřížky do dveřního křídla [46].

Teplovzdušné kotle pro tento systém mohou být plynové, olejové nebo elektrické. Skládají se z ventilační a filtrační jednotky, ohřívacího dílu a regulace [46].

## 5 Praktická část - popis současného vytápění RD

### 5.1 Popis rodinného domu

Rodinný dům se nachází na adrese: Romana Blahníka 795, Zbraslav, 156 00 Praha 16. Je to objekt postavený v 50. letech minulého století na okraji města.

Půdorysné rozměry spodního patra jsou 15,2 x 8,74 m, rozměry horního patra jsou 15,2 x 6,64 m. V přízemí se nachází společná chodba, kuchyně, spíž, jedna ložnice a obývací pokoj, ze kterého je přístup do pracovního koutu. Dále se v přízemí nachází koupelna a WC. Z chodby je přístup do nevytápěného sklepa, kde je též umístěn plynový kotel a zásobník teplé vody. V horním nadzemním podlaží se nacházejí dva pokoje, chodba, koupelna a WC. Podlahová plocha pro první podlaží je 89,12 m<sup>2</sup>, pro druhé činí 68,04 m<sup>2</sup>. Celkem to je 157,16 m<sup>2</sup>, tento rodinný dům užívají čtyři osoby.



Obr. 13 Rodinný dům na Zbraslavi (Foto Jan Kalenský)

## 5.2 Skladby konstrukcí RD

Budova má všechny stěny zděné buď z cihel plných pálených, nebo z tvárnic Porotherm. Vnitřní stěny jsou opatřeny vápenocementovou omítkou. Po obvodě je budova zateplena tepelnou izolací v tloušťkách 100mm a 140mm. Skladby podlah, stropů a stěn jsou uvedeny v následující tabulkách.

Podlaha nad sklepem		
• Nášlapná vrstva	10	mm
• Betonová mazanina	60	mm
• Systémová deska ÚT (Styrodur)	50	mm
• Tepelná izolace EPS	40	mm
• ŽB stropní deska	120	mm
• VC omítka	20	mm
Podlaha na terénu		
• Nášlapná vrstva	10	mm
• Betonová mazanina	60	mm
• Systémová deska ÚT (Styrodur)	50	mm
• Tepelná izolace EPS	100	mm
• Hydroizolace	-	mm
• Podkladní betonová deska	150	mm

Tab. 1 Skladby podlah

Strop nad 1.NP		
• Nášlapná vrstva	10	mm
• Betonová mazanina	60	mm
• Škvára	100	mm
• ŽB stropní deska	140	mm
• VC omítka	20	mm
Strop nad 2.NP		
• OSB desky	22	mm
• Tepelná izolace mezi trámky	160	mm
• Tepelná izolace pod trámky	50	mm
• Parozábrana	-	mm
• Sádrokarton	12,5	mm

Tab. 2 Skladby stropů

Střecha nad přístavbou		
• PVC folie	10	mm
• OSB deska	12,5	mm
• Tepelná izolace mezi trámkami	50	mm
• Tepelná izolace pod trámkami	40	mm
• Parozábrana	120	mm
• Sádrokarton	12,5	mm
Střecha nad přístavbou		
• Latě, kontralatě a krytina	-	mm
• Difúzní folie	-	mm
• Tepelná izolace mezi trámkami	100	mm
• Tepelná izolace pod trámkami	140	mm
• Parozábrana	-	mm
• Sádrokarton	12,5	mm

Tab. 3 Skladby střech

### 5.3 Popis současného vytápění

Stávající budova je vytápěna pomocí plynového kotle. Ten je umístěn ve sklepě, kde se také nachází zásobník teplé vody. První nadzemní podlaží budovy je vytápěno pomocí podlahového vytápění a nástěnných radiátorů. V kuchyni je umístěn radiátor AIRFEL TYP 22 VK (1400 x 600 x 104), další dva radiátory AIRFEL TYP 22 VK (1400 x 600 x 104) jsou umístěny pod okny v obývacím pokoji. Koupelna je doplněna o otopný žebřík. Druhé patro je vytápěno pouze pomocí radiátorů. V pokoji 2.03 je nainstalovaný radiátor AIRFEL TYP 21 VK (1400 x 600 x 70), v pokoji 2.05 jsou dva radiátory AIRFEL TYP 21 VK (800 x 500 x 70). Na chodbě je umístěn radiátor AIRFEL TYP 21 VK (800 x 600 x 70), na WC je radiátor AIRFEL TYP 21 VK (400 x 500 x 70) a vytápění koupelny zajišťuje otopný žebřík.

## 6 Vyhodnocení současného stavu RD

### 6.1 Výpočet součinitelů prostupů tepla

Na začátku byly vypočteny součinitele prostupu tepla pro všechny konstrukce s rodinném domě. K výpočtu těchto hodnot byl použit software Teplo 2017 EDU, © 2014 Svoboda Software. Veškeré součinitele prostupu tepla jsou uvedeny v *Tab. 4*, podrobnější rozebrání výpočtu je umístěno v příloze.

Součinitel prostupu tepla by se dal jednoduše popsat jako hodnota, která udává, jaké má konstrukce tepelně izolační vlastnosti. Čím je součinitel prostupu tepla menší, tím je naopak větší tepelně izolační vlastnost konstrukce.

Název konstrukce	Součinitel prostupu tepla U [W/m <sup>2</sup> *K]	Požadované hodnoty U <sub>N,20</sub> [W/m <sup>2</sup> *K] [52]
Obvodová stěna CP 450 + 140 EPS	0,227	0,3
Obvodová stěna CP 300 + 140 EPS	0,237	0,3
Obvodová stěna PTH 30 + 140 EPS	0,196	0,3
Obvodová stěna PTH 30 + 100 EPS	0,245	0,3
Vnitřní stěna CP 450	1,173	-
Vnitřní stěna PTH 24	0,895	-
Příčka PTH 8 Profi	1,766	-
Příčka PTH 14 Profi	1,265	-
Příčka CP 150	2,093	-
Podlaha na terénu	0,209	0,45
Podlaha nad sklepem	0,303	0,45
Strop nad 1.NP	1,289	-
Strop nad 2.NP	0,209	-
Střecha nad přístavbou	0,148	0,24
Střecha šikmá	0,188	0,24

*Tab. 4 Součinitelé prostupu tepla konstrukcí [52]*

Pro představu postupu výpočtu součinitele prostupu tepla zde uvádím vzorce s názvy jednotlivých veličin.

$$R = \frac{d}{\lambda} \quad \left[ \frac{m^2 * K}{W} \right]$$

$$U = \frac{1}{R_{si} + R + R_{se}} \quad \left[ \frac{W * K}{m^2} \right]$$

R – tepelný odpor [m<sup>2</sup>\*K/W]

d - je tloušťka vrstvy; tloušťka vrstvy v konstrukci [m];

λ - součinitel tepelné vodivosti [W/(m\*K)]

U – součinitel prostupu tepla [W/m<sup>2</sup>\*K]

R<sub>si</sub> – tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně [m<sup>2</sup>\*K/W]

R<sub>se</sub> – tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně [m<sup>2</sup>\*K/W]

## 6.2 Výpočet tepelných ztrát objektu

Nejdříve byly stanoveny okrajové podmínky pro výpočet. Pro danou lokalitu Praha – Zbraslav se stanovila venkovní teplota -13°C ze softwaru Teplo 2017 EDU, © 2014 Svoboda Software. Další teploty jsou uvažovány podle normy ČSN EN 12831. Pro obytné místnosti, WC i chodbu 20°C, pro koupelny 24°C a pro sklep teplota 5°C [53].

TEPLOTY PRO VÝPOČET		
Vnitřní výpočtová teplota	Θ <sub>i</sub>	20
Vnější výpočtová teplota	Θ <sub>e</sub>	-13
Výpočtový tepelný rozdíl	Θ <sub>i</sub> - Θ <sub>e</sub>	33

Tab. 5 Teploty pro výpočet

Dále byl proveden výpočet tepelných ztrát jak prostupem, tak i větráním pro vytápěné místnosti v objektu. Tepelné ztráty větráním se stanovili podle normy ČSN EN 12831. Hodnoty jednotlivých místností i jejich celkový součet je uveden v Tab. 6.

<b>1. Patro</b>			
<b>Místnost</b>	<b>Tepelné ztráty prostupem [W]</b>	<b>Tepelné ztráty větráním [W]</b>	<b>Celkové tepelné ztráty [W]</b>
Zádveří	245,2	110,8	355,9
Chodba	112,6	190,0	302,6
Kuchyň	468,8	752,1	1220,9
Spíž	108,2	44,9	153,1
Ložnice	116,7	198,3	315,0
Obývací pokoj	380,3	379,2	759,4
Pracovní kout	135,1	83,1	218,2
Koupelna	242,7	295,1	537,8
WC	9,5	72,0	81,5
<b>Celkem</b>	<b>1818,9</b>	<b>2125,4</b>	<b>3944,4</b>
<b>2. Patro</b>			
Schodiště	172,7	200,2	372,9
Hala	-15,0	45,8	30,8
Pokoj	302,2	349,1	651,3
Koupelna	221,3	231,3	452,6
Pokoj	334,0	114,8	448,8
WC	59,4	74,2	133,6
<b>Celkem</b>	<b>1074,6</b>	<b>1015,5</b>	<b>2090,0</b>
<b>CELKEM [kW]</b>	<b>2,9</b>	<b>3,1</b>	<b>6,0</b>

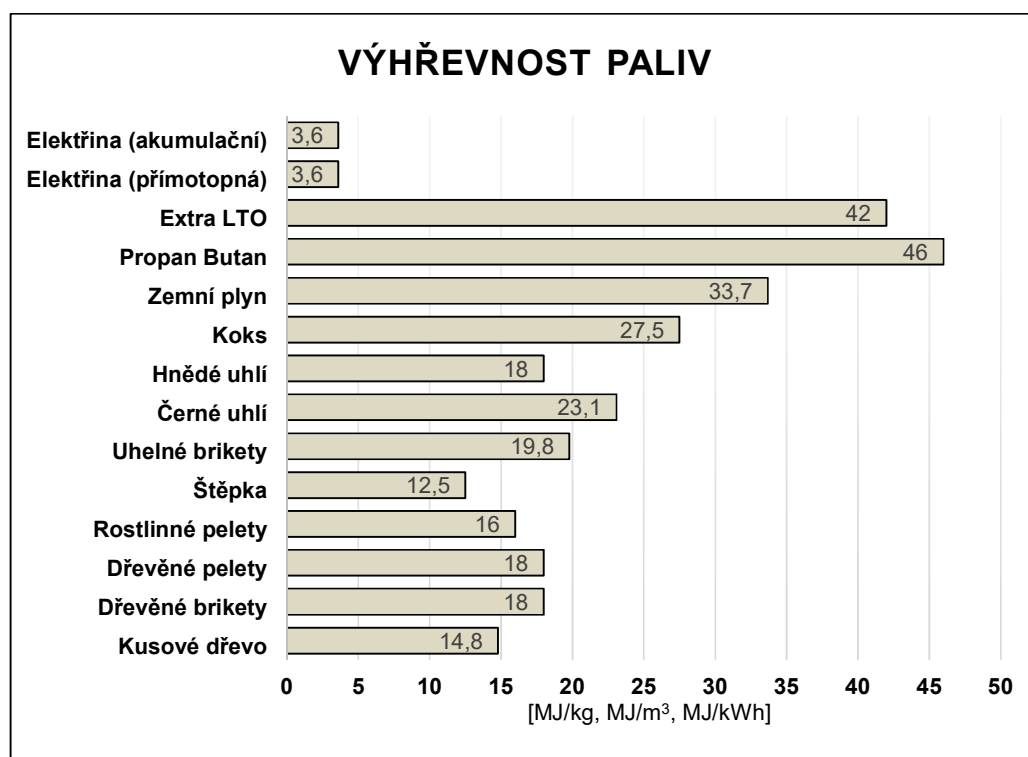
Tab. 6 Tepelné ztráty



## 7 Porovnání vlastností paliv a nákladů na zařízení

### 7.1 Z hlediska výhřevnosti jednotlivých paliv

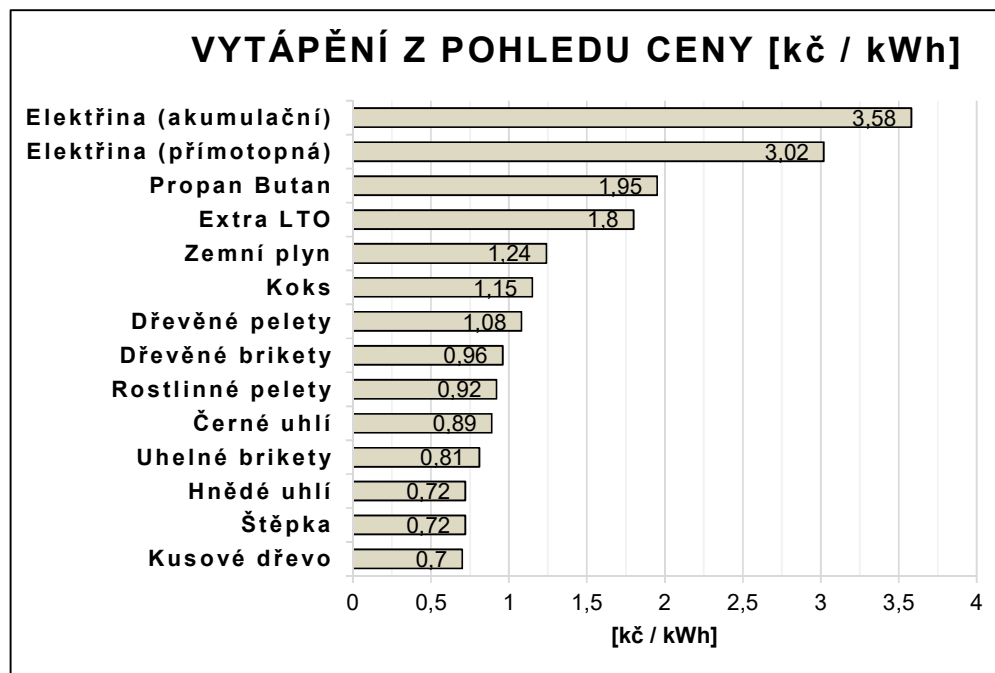
První možností jak porovnat paliva je dle jejich výhřevnosti. Výhřevnost je jednoduše řečeno množství energie, které se uvolní při spálení jedné jednotky paliva [15]. U pevných paliv to bývá většinou 1kg, u kapalných paliv zase  $\text{m}^3$  a u elektřiny to je MJ/kWh. Přehledné srovnání základních paliv je provedeno v *Grafu 1*. Většina zde vyjmenovaných paliv byla důkladněji rozebrána v kapitole 1. *Možnosti vytápění z pohledů zdrojů*.



*Graf 1 Výhřevnost paliv (dle atmos.eu – paliva a energie sestavil autor)*

### 7.2 Z hlediska ceny za 1 kWh

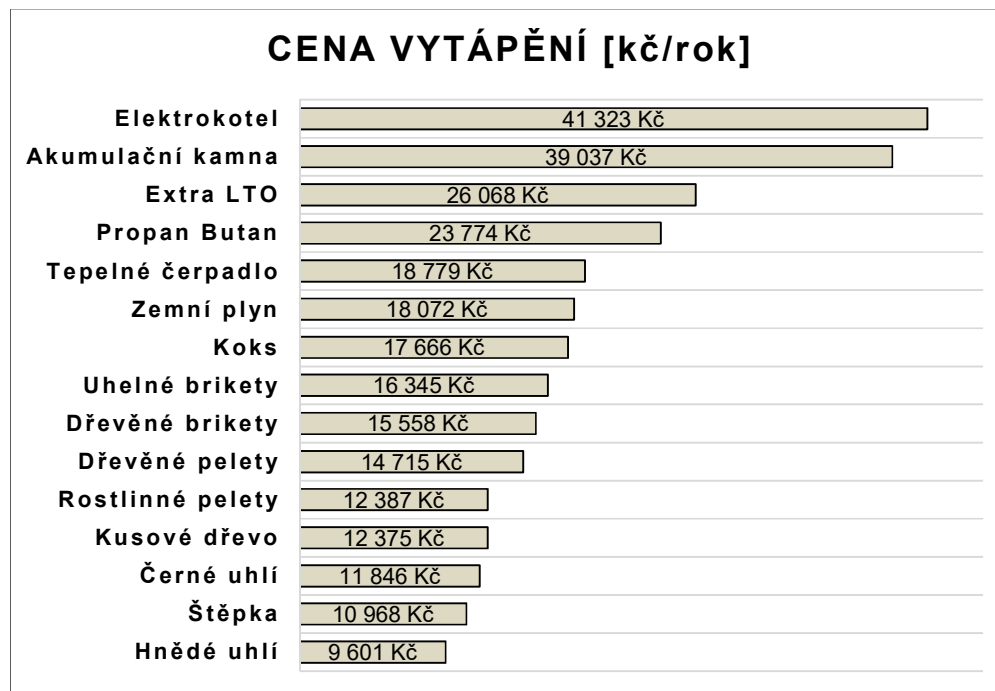
Další možností porovnání jednotlivých paliv je cena za 1 kWh. Výsledek porovnávání jednotlivých paliv je shrnut do *Grafu 2*.



Graf 2 Cena za 1 kWh (dle tzb-info.cz sestavil autor)

### 7.3 Z hlediska nákladů na vytápění

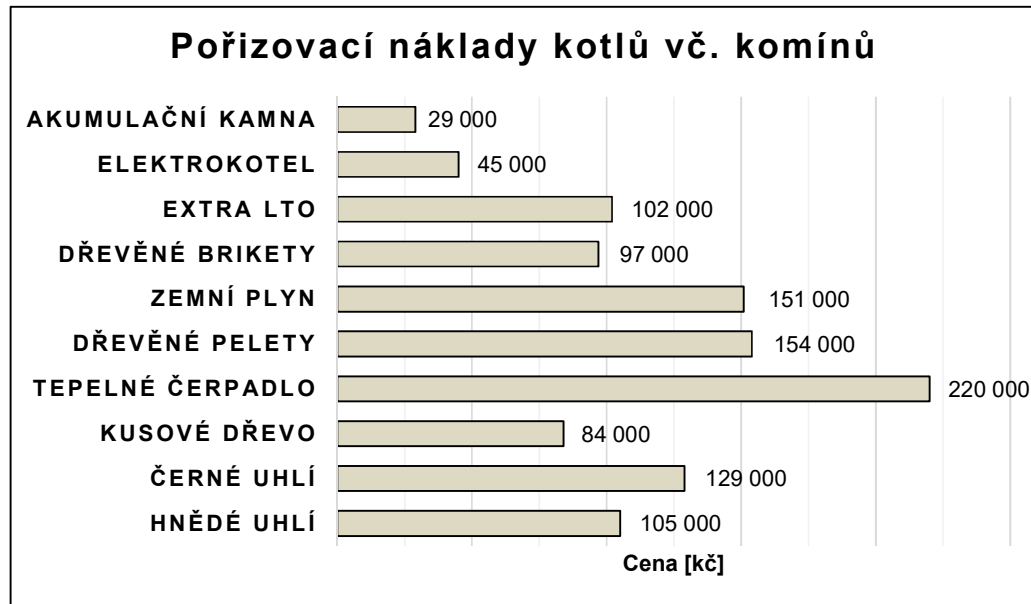
V ceně jsou zahrnuty náklady na vytápění spolu s paušálními platbami a revizemi, které jsou nutné k provozu kotlů / čerpadel.



Graf 2 Cena vytápění na rok (dle tzb-info.cz sestavil autor)

#### 7.4 Z hlediska pořizovacích nákladů

Do ceny byla započítaná pořizovací cena daného kotle / čerpadla, jeho následná instalace v budově a vybudování nového vyvločkovaného komínu. Cena nezohledňuje potencionální výstavbu úložného prostoru pro sypká paliva. U zemního plynu je do ceny započítáno i vybudování přípojky plynu.



Graf 3 Pořizovací cena kotle a komínu (dle tzb-info.cz sestavil autor)

#### 7.5 Shrnutí informací

Druh paliva	Výhřevnost [MJ/kg, MJ/m <sup>3</sup> , MJ/kWh]	Pořizovací náklady [kč]	Vynaložené náklady na vytápění na rok [kč/rok]
Hnědé uhlí	18	105 000	9 601
Černé uhlí	23,1	129 000	11 846
Kusové dřevo	14,8	84 000	12 375
Tepelné čerpadlo	-	220 000	18 779
Dřevěné pelety	18	154 000	14 715
Zemní plyn	33,7	151 000	18 072
Dřevěné brikety	18	97 000	15 558
Extra LTO	42	102 000	26 068
Elektrokotel	3,6	45 000	41 323
Akumulační kamna	3,6	29 000	39 037

Tab. 7 Porovnání vlastností a nákladů paliv

## **Závěr**

Cíle zadání bakalářské práce z hlediska vyhodnocení tepelných ztrát, nákladů na provoz a pořízení tepelných zdrojů byli splněny.

Celková tepelná ztráta pro řešený rodinný dům na Zbraslavi je 6,0 kW, vytápění je zajištěno plynovým kotlem, který dodává teplo do podlahového vytápění a radiátorů.

Výsledkem této práce je závěr, že pro potencionálně kupovaný objekt má investor několik možností pro jeho vytápění. Jednou je vytápění pomocí plynového kotle. Pořizovací náklady mohou být vyšší, z důvodu možného vybudování plynovodní přípojky. Pokud by k domu byl ovšem zaveden již plyn, tak se pořizovací náklady sníží o cca. 1/3. Cena na rok vytápění je poměrně přijatelná. Další možností je vytápění kusovým dřevem, tato varianta má nízké pořizovací náklady i celkovou cenu za rok vytápění. Na druhou stranu je nutné počítat s potřebným prostorem, kde se bude dané kusové dřevo skladovat. Třetí možnou variantou je tepelné čerpadlo v kombinaci s elektrokotlem, který by mohl doplňovat tepelné čerpadlo v zimních měsících, když by nestačilo dodat potřebný výkon. Všechny tyto zmíněné varianty jsou dobrou volbou z pohledů dostupnosti zdrojů pro vytápění v budoucnosti. Z pohledu ekologického jsou tyto varianty přijatelné.

Při výběru volby tepelného zdroje vytápění budovy, by se měl investor také rozhodovat, co je pro něj z hlediska momentální finanční situace lepší. Je třeba vzít v potaz i možnost, že k objektu budou třeba zavést některé sítě, nebo že se daný materiál pro vytápění bude muset někde skladovat. Některé varianty mají větší počáteční investice, anebo menší počáteční investice a větší náklady na vytápění za rok.

## Použitá literatura

- [1] OKD: Těžíme uhlí [online]. Dostupné z: <https://www.okd.cz/cs/tezime-uhli/historie-tezby-uhli>
- [2] Vaillant: Historie [online]. Dostupné z: <https://www.vaillant.cz/o-nas/spolecnost/historie/>
- [3] Vše o uhlí [online]. Dostupné z: <http://www.naseuhli.cz/vse-o-uhli>
- [4] Uhlí ve světě [online]. Dostupné z: <http://www.enviweb.cz/90635>
- [5] Černé uhlí [online]. Dostupné z: <http://www.cerneuhli.cz/vznik-uhli/>
- [6] Efektivní energie [online]. Dostupné z: <https://www.efektivnienergie.cz/jake-jsou-moznosti-vytapeni-rodinneho-domu-pevnymi-palivy/>
- [7] Carbounion [online]. Dostupné z: <https://www.carbounion.cz/radce/jak-velke-jsou-zasoby-uhli-v-cr-prinasime-vam-prehled>
- [8] EcoFuture [online]. Dostupné z: <https://www.ecofuture.cz/clanky/casosberne-zabery-ukazuji-jak-povrchova-tezba-meni-ceskou-krajinu>
- [9] E.ON [online]. Dostupné z: <https://www.eon.cz/radce/uspora-energie/jak-na-usporne-vytapeni/jake-vyhody-ma-vytapeni-biomasou>
- [10] Česká peleta [online]. Dostupné z: <https://www.ceska-peleta.cz/komfortni-teplisko/o-vytapeni-biomasou-od-a-az-do-z/>
- [11] CDP [online]. Dostupné z: <https://www.cdp.cz/typy-pelet/>
- [12] Dřevěné pelety. In: Ekopelety [online]. [vid. 29.02.2020]. Dostupné z: <https://www.ekopelety.cz/pelety/enplus-a2-volne-lozene/>
- [13] LESYČR [online]. Dostupné z: <https://lesy-cr.cz/tiskova-zprava/plocha-lesnich-pozemku-v-ceske-republice-roste/>
- [14] Dřevěné brikety. In: Česká peleta [online]. [vid. 29.02.2020]. Dostupné z: <https://www.ceska-peleta.cz/komfortni-teplisko/o-vytapeni-biomasou-od-a-az-do-z/>
- [15] PETRÁŠ, Dušan. *Vytápění rodinných a bytových domů*. Bratislava: Jaga, 2005. ISBN 80-8076-020-9
- [16] Peví [online]. Dostupné z: <https://www.pevi.cz/cz/zajimavosti-z-oboru/plynové-spotřebice-a-jejich-rozdelení-2>

- [17] CNG4you [online]. Dostupné z: <http://www.cng4you.cz/cng-info/co-je-zemni-plyn.html>
- [18] OENERGETICE [online]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/ropa/tezba-ropy-a-zemniho-plynu-v-ceske-republice-historie-a-soucasnost>
- [19] K-REPORT [online]. Dostupné z: [https://www.k-report.net/discus/archiv2011/3175/Svitiplyn\\_je\\_technicky\\_plyn-211066.pdf](https://www.k-report.net/discus/archiv2011/3175/Svitiplyn_je_technicky_plyn-211066.pdf)
- [20] GasNet [online]. Dostupné z: <https://www.gasnet.cz/cs/biopllyn/>
- [21] Snižujeme [online]. Dostupné z: <http://www.snizujeme.cz/clanky/biopllyn-druhy-stanice/>
- [22] ASB-portal [online]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/technicka-zarizeni-budov/vytapeni/historie-avyvoj-tepelnych-cerpadel-vcr-aeu>
- [23] Alpha – innotec [online]. Dostupné z: <https://www.alpha-innotec.cz/clanky/jaka-je-ucinnost-tepelnych-cerpadel-a-co-je-topny-faktor/>
- [24] Tepelná čerpadla IVT [online]. Dostupné z: [https://www.cerpadla-ivt.cz/cz/typy-tepelnych-cerpadel?gclid=Cj0KCQiA1-3yBRCmARIsAN7B4H194nItp2zmQ69mpTKIMbmlQwTDEAAztBI2GxGV8AR Y8rvlww-XGY4aAuqcEALw\\_wcB](https://www.cerpadla-ivt.cz/cz/typy-tepelnych-cerpadel?gclid=Cj0KCQiA1-3yBRCmARIsAN7B4H194nItp2zmQ69mpTKIMbmlQwTDEAAztBI2GxGV8AR Y8rvlww-XGY4aAuqcEALw_wcB)
- [25] Tepelné čerpadlo vzduch / voda. In: Tepelná čerpadla IVT [online]. [vid. 1.03.2020]. Dostupné z: <https://www.cerpadla-ivt.cz/cz/tepelna-cerpadla-vzduch-voda>
- [26] Tepelné čerpadlo země / voda. In: Tepelná čerpadla IVT [online]. [vid. 1.03.2020]. Dostupné z: <https://www.cerpadla-ivt.cz/cz/tepelna-cerpadla-zeme-voda-vrt>
- [27] Tepelné čerpadlo voda / voda - studny. In: Tepelná čerpadla IVT [online]. [vid. 1.03.2020]. Dostupné z: <https://www.cerpadla-ivt.cz/cz/tepelna-cerpadla-voda-voda-studny>
- [28] Tepelné čerpadlo voda / voda – vodní plocha. In: Tepelná čerpadla IVT [online]. [vid. 1.03.2020]. <https://www.cerpadla-ivt.cz/cz/tepelna-cerpadla-zeme-voda-vodni-plocha>
- [29] Ušetřeno [online]. Dostupné z: <https://www.usetreno.cz/jak-vybrat-elektrokotel/#gref>

- [30] AkoupeľnýAtopeni [online]. Dostupné z: <https://www.akoupeľnyatopeni.cz/clanky/co-je-to-elektrokotel-jak-funguje-vyhody-a-nevyhody>
- [31] Přímotopy e-shop [online]. Dostupné z: <https://www.primotopy.eu/primotopy-teorie-a88>
- [32] K&V ELEKTRO [online]. Dostupné z: <https://www.e1.cz/produkt/1512533-primotop-airelec-basic-pro-1-5kw-bila-1500w-?t=popis>
- [33] Přímotop – samostatně stojící. In: EURONICS [online]. Dostupné z: <https://www.euronics.cz/teplovzdušny-konvektor-hyundai-con301-bily-hyucon301/p531401/>
- [34] Přímotop – nástěnný. In: Esvit.cz [online]. Dostupné z: <https://www.esvit.cz/primotop-na-stenu-ecoflex-tac-vyrobce-fenix-vyber-variant>
- [35] E.ON [online]. Dostupné z: <https://www.eon-solar.cz/blog/1-jak-funguje-fotovoltaicky-neboli-solarni-panel>
- [36] Solarniexperti: Jak umístit na váš dům solární panely [online]. Dostupné z: <https://www.solarniexperti.cz/jak-umistit-na-dum-solarni-panely/>
- [37] EkoWATT: Vliv sklonu a orientace [online]. Dostupné z: <https://fotovoltaika.ekowatt.cz/vliv-sklonu-orientace.php>
- [38] TopenářiEKOMPLEX: Solární vytápění [online]. Dostupné z: <https://www.topeni-topenari.eu/topeni/topidla-alternativni/solarni-vytapeni/>
- [39] Schéma solárního systému pro ohřev TUV a přitápění. In: Solární Systémy [online]. Dostupné z: <http://www.solarni-system.eu/ohrev-vody-a-pritapeni>
- [40] EnviWeb: Budoucnost vytápění patří peletám [online]. Dostupné z: <http://www.enviweb.cz/111009>
- [41] EcoFuture: Jak budeme v budoucnosti vyrábět elektřinu? [online]. Dostupné z: <https://www.ecofuture.cz/clanky/-a50613---BfFwNjk/tuzkove-baterie-.-vse-co-potrebujete-vedet>
- [42] ČEZ: Jaderná energetika v České Republice [online]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/o-cez/vyrobní-zdroje/jaderna-energetika/jaderna-energetika-v-ceske-republice>

- [43] Volty: Budoucnost solární energie [online]. Dostupné z: <https://www.volty.cz/2016/03/06/budoucnost-solarni-energie/>
- [44] Bohemia Energy: Zemní plyn palivo budoucnosti [online]. Dostupné z: <http://www.bohemia-energy-plyn.cz/zemni-plyn>
- [45] STAVEBNICTVI3000: Topenářské rozvody z kovu, plastu [online]. Dostupné z: <https://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/topenarske-rozvody-z-kovu-plastu-nebo-vicevrstveho-materialu>
- [46] *Vytápění budov*. Praha: Český svaz stavebních inženýrů, 1997.
- [47] Tzb-info: Porovnání otopných soustav z hlediska některých parametrů [online]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/potrubi-a-armatury/18127-porovnani-otopnych-soustav-z-hlediska-nekterych-parametru>
- [48] KABELE, Karel. Dvoutrubková a jednotrubková otopná soustava [tištěný obrázek]. In: PETRÁŠ, Dušan. *Vytápění rodinných a bytových domů*. Bratislava: Jaga, 2005, s. 101. ISBN 80-8076-020-9
- [49] KABELE, Karel. Umístění ležatého rozvodu ve vícepodlažní budově [tištěný obrázek]. In: PETRÁŠ, Dušan. *Vytápění rodinných a bytových domů*. Bratislava: Jaga, 2005, s. 98. ISBN 80-8076-020-9
- [50] KABELE, Karel. Parní otopná soustava [...]. In: PETRÁŠ, Dušan. *Vytápění rodinných a bytových domů*. Bratislava: Jaga, 2005, s. 96. ISBN 80-8076-020-9
- [51] Tzb-info: Teplovzdušné vytápění obytných budov [online]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/teplovzduzne-vytapani/620-teplovzduzne-vytapani-obytnych-budov>
- [52] ČSN 73 0540-2. Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky, ÚNMZ Praha, 2011.
- [53] ČSN EN 12831. Tepelné soustavy v budovách - Výpočet tepelného výkonu. Praha: Český normalizační institut, 2005.



## Seznam zkratek a použitých symbolů

%	Procento
°C	Stupeň Celsia
CO <sub>2</sub>	Oxid uhličitý
COP	Topný faktor tepelných čerpadel
CP	Cihla plná
ČSN EN	Česká technická norma
d	Tloušťka
DN	Jmenovitý průměr
EPS	Expandovaný polystyren
IEA	International Energy Agency - Mezinárodní energetická agentura
kg	Kilogram
km <sup>2</sup>	Kilometr čtvereční
kPa	Kilopascal
kW	Kilowatt
kWh	Kilowatthodina
LTO	Lehký topný olej
m	Metr
m <sup>2</sup>	Metr čtvereční
m <sup>3</sup>	Metr kubický
MJ	Megajoule
mm	Milimetr
MPa	Megapascal
MW	Megawatt
NP	Nadzemní podlaží
Obr.	Obrázek
OKD	Ostravsko-karvinské doly
PEX	Síťovaný polyetylen
PP-R	Polypropylen
PP-RC	Statistický polypropylen

PTH	Porotherm
PVC	Polyvinylchlorid
R	Tepelný odpor
RD	Rodinný dům
Rse	Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně
Rsi	Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně
Tab.	Tabulka
U	Součinitel prostupu tepla
ÚT	Ústřední topení
W	Watt
ŽB	Železobeton

### Seznam obrázků

Obr. 1 Dřevěné pelety.....	11
Obr. 2 Dřevěné brikety.....	12
Obr. 3 Tepelné čerpadlo vzduch / voda.....	16
Obr. 4 Tepelné čerpadlo země / voda.....	16
Obr. 5 Tepelné čerpadlo voda / voda - studny.....	17
Obr. 6 Tepelné čerpadlo voda / voda – vodní plocha .....	17
Obr. 7 Přímotop – samostatně stojící.....	19
Obr. 8 Přímotop – nástěnný.....	19
Obr. 9 Schéma solárního systému pro ohřev TUV a přitápění.....	20
Obr. 10 Jednotrubková otopná soustava.....	28
Obr. 11 Dvoutrubková otopná soustava s horním a dolním rozvodem.....	28
Obr. 12 Parní otopná soustava.....	29
Obr. 13 Rodinný dům na Zbraslavi (Foto Jan Kalenský) .....	31

### Seznam tabulek

Tab. 1 Skladby podlah.....	32
Tab. 2 Skladby stropů.....	32
Tab. 3 Skladby střech.....	33

Tab. 4 Součinitelé prostupu tepla konstrukcí.....	34
Tab. 5 Teploty pro výpočet.....	35
Tab. 6 Tepelné ztráty.....	36
Tab. 7 Porovnání vlastností a nákladů paliv.....	39

### **Seznam grafů**

Graf 1 Skladby podlah.....	37
Graf 2 Cena za 1 kWh.....	37
Graf 3 Pořizovací cena kotle a komínu.....	39

### **Seznam příloh**

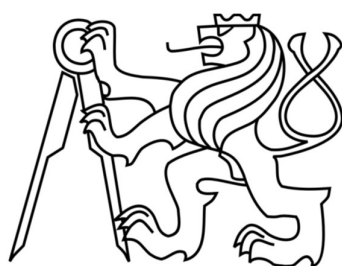
#### Příloha 1 – Výkresová část

č.1	SITUACE ŠIRŠÍCH VZTAHŮ	-
č.2	PŮDORYS 1.NP + 2.NP	1:75
č.3	PŮDORYS 1.PP	1:75

#### Příloha 2 – Výpočtová část

#### Příloha 3 – Potencionální budova

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ  
FAKULTA STAVEBNÍ**

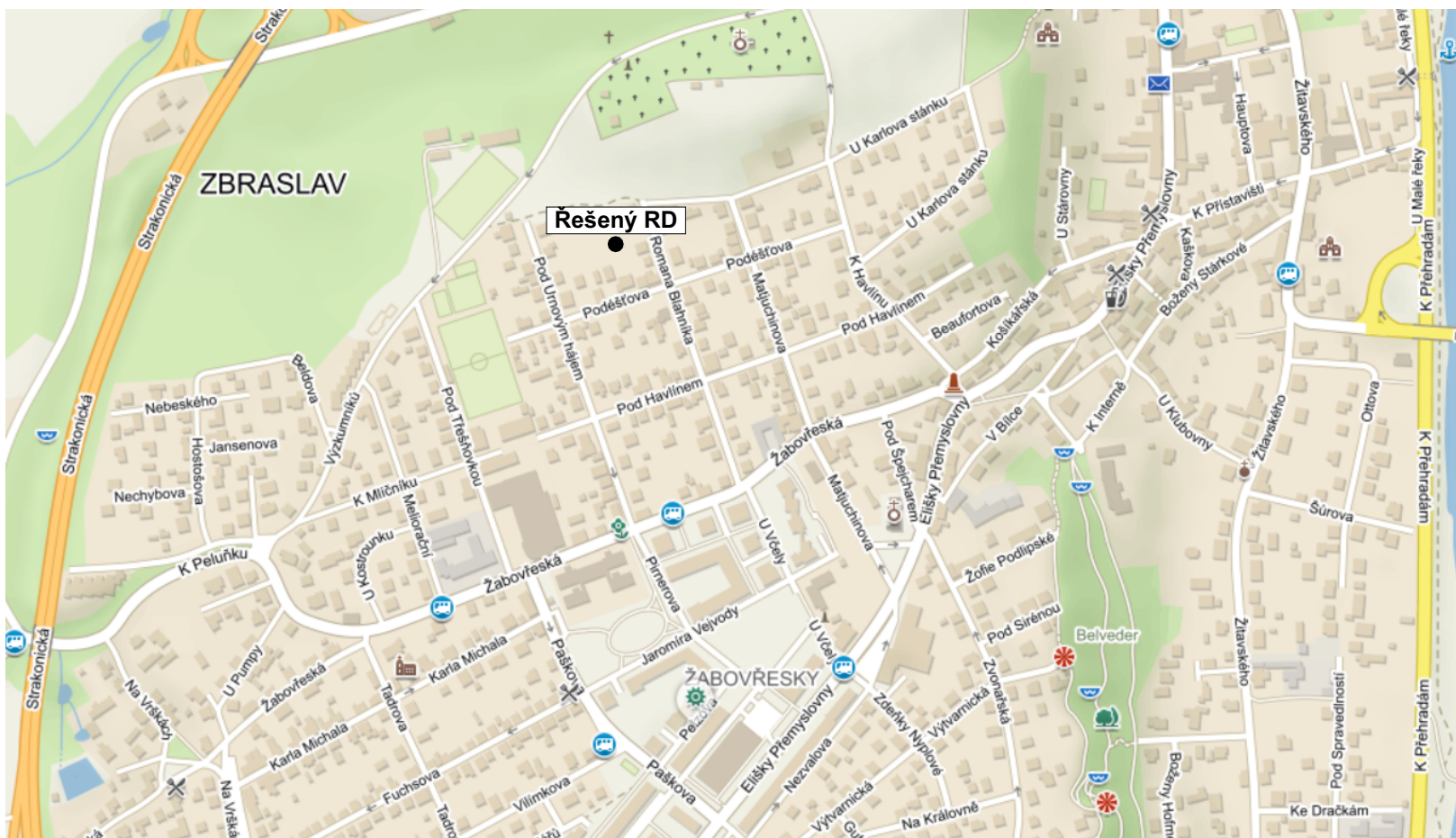
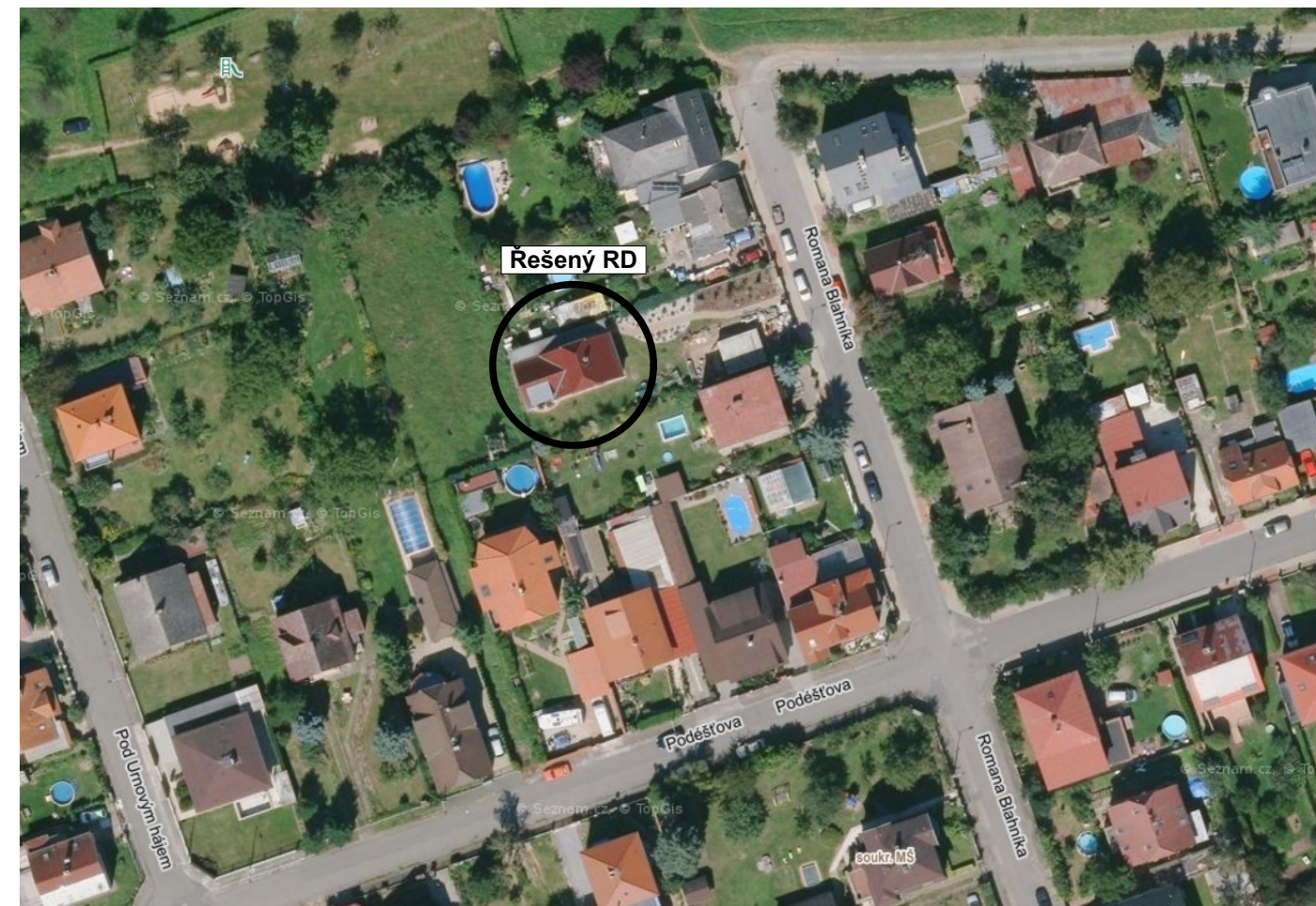


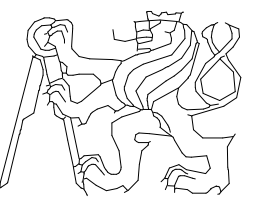
**PŘÍLOHA 1**  
**Výkresová část**

**2020**

**Jan Kalenský**

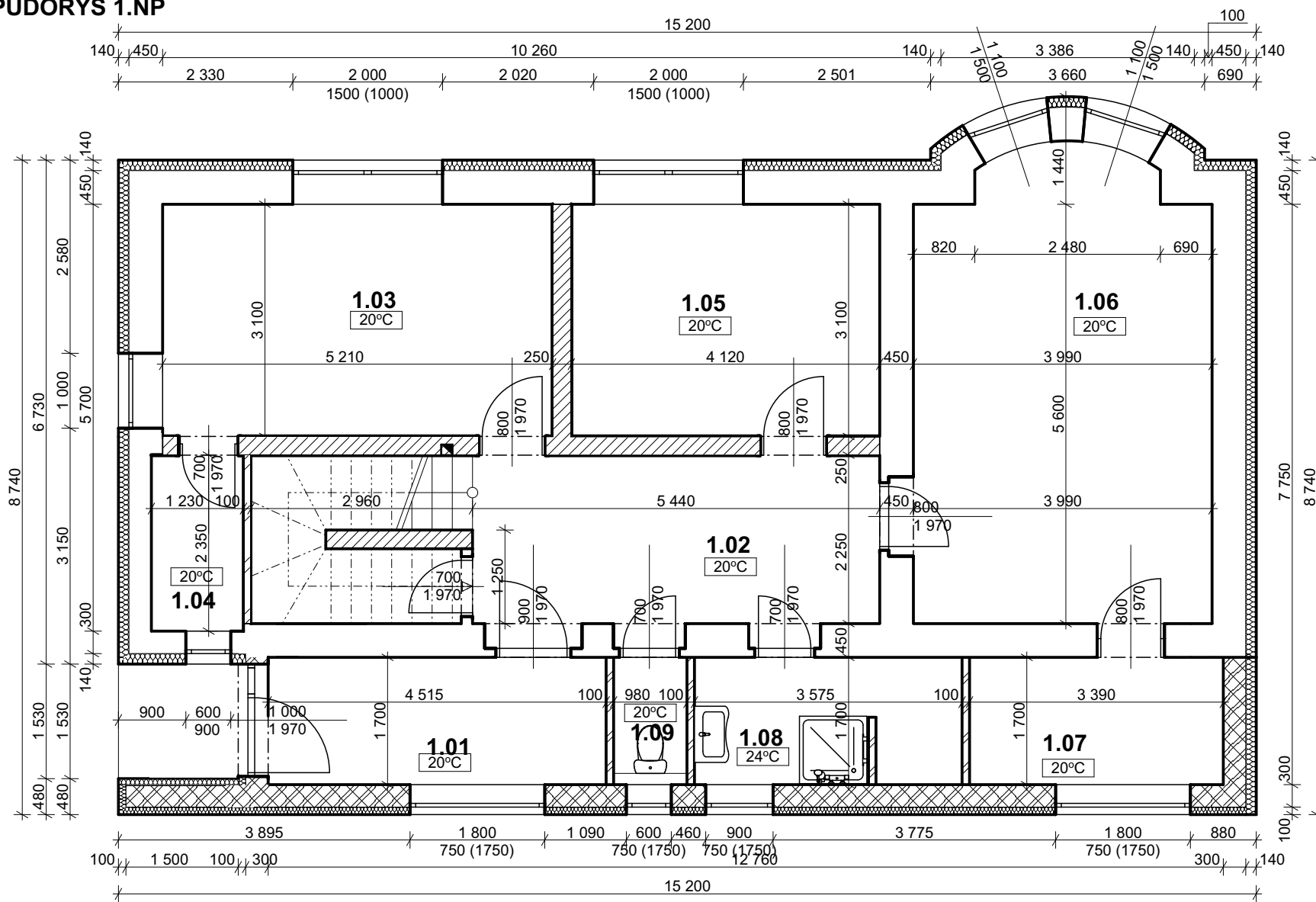




OBOR	KATEDRA	JMÉNO STUDENTA		
L	TECHNOLOGIE STAVEB	KALENSKÝ JAN		
ROČNÍK	Vedoucí bakalářské práce			
4.	Ing. Martin Hlava, PhD.			
PŘEDMĚT:	Bakalářská práce			
AKCE :	<b>Vytápění RD - Zbraslav</b>		FORMÁT	2x A4
OBSAH :	Situace širších vztahů		MĚŘÍTKO	
			ŠKOLNÍ ROK	2019/2020
			Č. VÝKR.	<b>1</b>



## PŮDORYS 1.NP



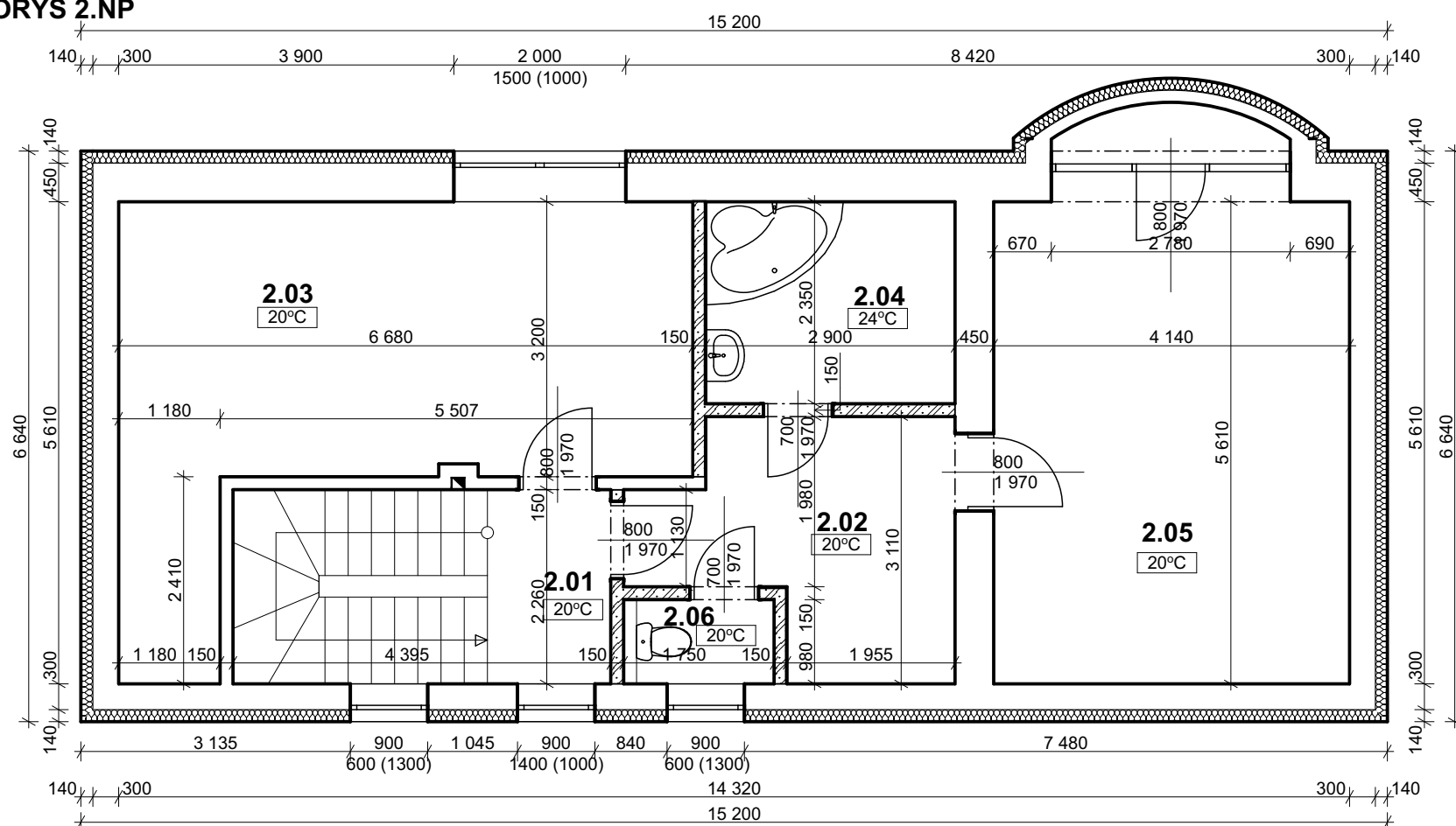
## LEGENDA MATERIÁLŮ:

	Zdivo CP, tl. 450, 300, 150 mm
	Zdivo Porotherm 24 P+D, tl. 240 mm
	Zdivo Porotherm 30 P+D, tl. 300 mm
	Zdivo Porotherm 14,5 P+D, tl. 150 mm
	Zdivo Porotherm 8 P+D, tl. 80 mm
	Tepelná izolace ETICS, tl. 140, 100 mm

## LEGENDA MÍSTNOSTÍ

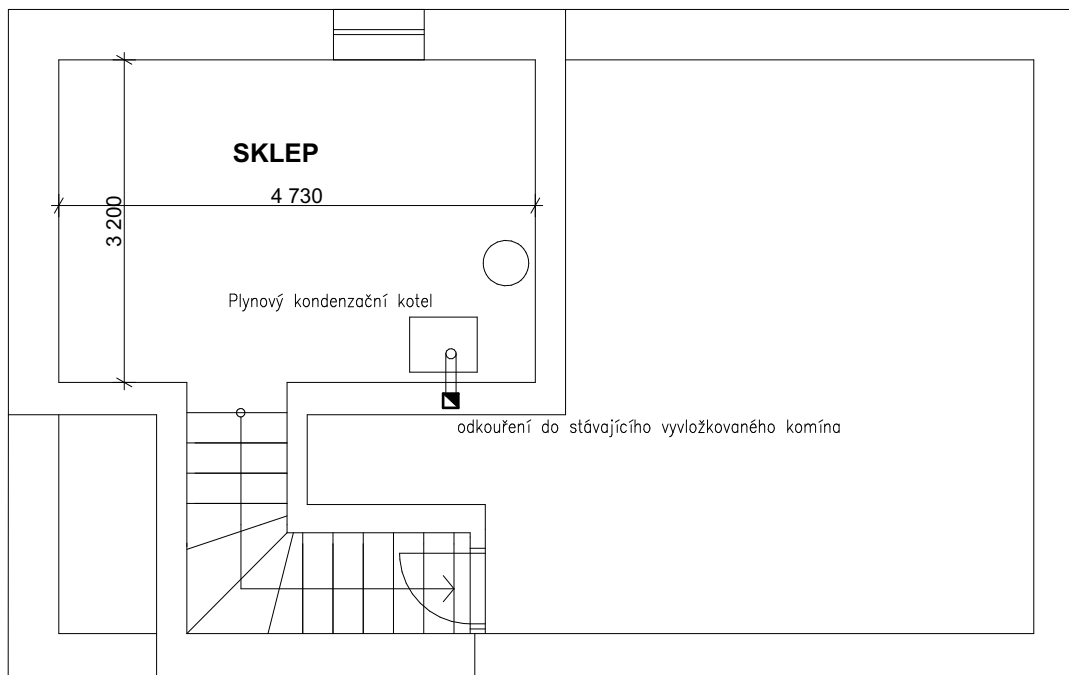
Č.	Název místnosti	Plocha (m <sup>2</sup> )
1.01	ZÁDVEŘÍ	7,95
1.02	CHODBA	13,18
1.03	KUCHYŇ	16,19
1.04	SPÍŽ	2,89
1.05	LOŽNICE	12,81
1.06	OBÝVACÍ POKOJ	24,43
1.07	PRACOVNÍ KOUT	5,76
1.08	KOUPELNA	6,08
1.09	WC	1,67
2.01	SCHODIŠTĚ	3,26
2.02	HALA	9,07
2.03	POKOJ	24,22
2.04	KOUPELNA	6,82
2.05	POKOJ	25,04
2.06	WC	1,71

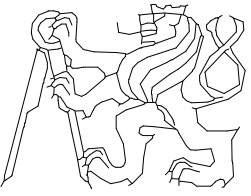
## PŮDORYS 2.NP



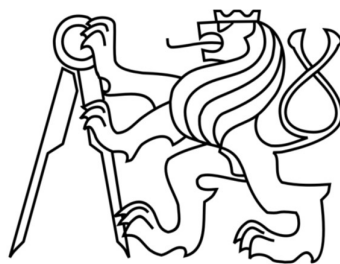
OBOR	KATEDRA	JMÉNO STUDENTA		
L	TECHNOLOGIE STAVEB	KALENSKÝ JAN		
ROČNÍK	Vedoucí bakalářské práce			
4.	Ing. Martin Hlava, PhD.			
PŘEDMĚT:	Bakalářská práce			
AKCE :	<b>Vytápění RD - Zbraslav</b>		FORMÁT	2x A4
			MĚŘÍTKO	1:75
			ŠKOLNÍ ROK	2019/2020
OBSAH :	Půdorys 1.NP + 2.NP		Č. VÝKR.	<b>2</b>

# PŮDORYS 1.PP



<b>OBOR</b>	<b>KATEDRA</b>	<b>JMÉNO STUDENTA</b>	
L	TECHNOLOGIE STAVEB	KALENSKÝ JAN	
<b>ROČNÍK</b>	Vedoucí bakalářské práce		
4.	Ing. Martin Hlava, PhD.		
<b>PŘEDMĚT:</b> Bakalářská práce			
<b>AKCE :</b> <b>Vytápění RD - Zbraslav</b>			<b>FORMÁT</b> 1x A4
			<b>MĚŘITKO</b> 1:75
			<b>ŠKOLNÍ ROK</b> 2019/2020
<b>OBSAH :</b> Půdorys 1.PP			<b>Č. VÝKR.</b> <b>3</b>

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ  
FAKULTA STAVEBNÍ**



**PŘÍLOHA 2**  
**Výpočtová část**

**2020**

**Jan Kalenský**



## SPOČTENÉ SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA PRO KONSTRUKCE

Název konstrukce: **CP 450 + ETICS 140**

Zpracovatel: Jan Kalenský

Datum : 16.03.2020

### **ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :**

#### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Omítka vápenoc.	0,0200	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
2	Zdivo CP	0,4500	0,8000	900,0	1700,0	8,5	0.0000
3	Omítka vápenoc.	0,0300	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
4	Lepicí malta	0,0050	0,3000	840,0	520,0	20,0	0.0000
5	Tepelná izolace	0,1400	0,0390	1250,0	19,0	40,0	0.0000
6	Lepidlo	0,0050	0,5700	1200,0	1550,0	20,0	0.0000
7	Tenkovrstvá omí.	0,0020	0,5400	790,0	1800,0	25,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

#### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHl : 55.0 %

### **I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)**

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,743$   
Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,974$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

### **II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)**

Požadavek:  $U_{N,20} = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$   
Vypočtená hodnota:  $U = 0,227 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U_N$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Název konstrukce: **CP 300 + ETICS 140**  
Zpracovatel: Jan Kalenský  
Datum : 16.03.2020

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Omítka vápenoc	0,0200	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
2	Zdivo CP	0,3000	0,8000	900,0	1700,0	8,5	0.0000
3	Omítka vápenoc	0,0300	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
4	Lepicí malta E	0,0050	0,3000	840,0	520,0	20,0	0.0000
5	Tepelná izoalc	0,1400	0,0390	1250,0	19,0	40,0	0.0000
6	Lepidlo	0,0050	0,5700	1200,0	1550,0	20,0	0.0000
7	Baumit tenkovr	0,0020	0,5400	790,0	1800,0	25,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH<sub>i</sub> : 55.0 %

## I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,743$   
Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,942$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

## II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $U_{N,20} = 0,30$  W/m2K  
Vypočtená hodnota:  $U = 0,237$  W/m2K

**$U < U_N$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Název konstrukce: **Porotherm 30 P+D + ETICS 140**  
Zpracovatel: Jan Kalenský  
Datum : 16.03.2020

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Omítka vápenoc	0,0200	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
2	Porotherm 30 P	0,3000	0,2300	960,0	800,0	8,0	0.0000
3	Lepicí malta	0,0050	0,3000	840,0	520,0	20,0	0.0000
4	Tepelná izolac	0,1400	0,0390	1250,0	19,0	40,0	0.0000
5	Lepidlo	0,0050	0,5700	1200,0	1550,0	20,0	0.0000
6	Tenkovrstvá om	0,0020	0,5400	790,0	1800,0	25,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

## I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,743$   
Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,952$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

## II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $U_{N,20} = 0,30$  W/m2K  
Vypočtená hodnota:  $U = 0,196$  W/m2K

**$U < U_N$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Název konstrukce: **Porotherm P+D + ETICS 100**  
Zpracovatel: Jan Kalenský  
Datum : 16.03.2020

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m <sup>3</sup> ]	Mi [-]	Ma [kg/m <sup>2</sup> ]
1	Omítka vápenoc	0,0200	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
2	Porotherm 30 P	0,3000	0,2300	960,0	800,0	8,0	0.0000
3	Lepící malta	0,0050	0,3000	840,0	520,0	20,0	0.0000
4	Tepelná izolac	0,1000	0,0390	1250,0	19,0	40,0	0.0000
5	Lepidlo	0,0050	0,5700	1200,0	1550,0	20,0	0.0000
6	Tenkovrstvá om	0,0020	0,5400	790,0	1800,0	25,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH<sub>i</sub> : 55.0 %

## I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,755$   
Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,952$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

## II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $U_{N,20} = 0,30$  W/m<sup>2</sup>K  
Vypočtená hodnota:  $U = 0,245$  W/m<sup>2</sup>K

**$U < U_N$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Název konstrukce: **Vnitřní stěna CP 450**  
Zpracovatel: Jan Kalenský  
Datum : 16.03.2020

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Omítka vápenoc	0,0150	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
2	Zdivo CP 2	0,4500	0,8000	900,0	1800,0	9,0	0.0000
3	Omítka vápenoc	0,0150	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.13 m2K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.13 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 21.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 50.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHl : 55.0 %

## II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $U_{N,20} = 1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$   
Vypočtená hodnota:  $U = 1,173 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U_N$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Název konstrukce: **Vnitřní stěna Porotherm 24 Profi**  
Zpracovatel: Jan Kalenský  
Datum : 16.03.2020

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Omítka vápenoc	0,0150	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
2	Porotherm 24 P	0,2400	0,2900	1000,0	800,0	10,0	0.0000
3	Omítka vápenoc	0,0150	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.13 m2K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.13 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 21.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 50.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

## II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $U_{N,20} = 1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$   
Vypočtená hodnota:  $U = 0,895 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U_N$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Název konstrukce: **Příčka Porotherm 8 Profi**  
Zpracovatel: Jan Kalenský  
Datum : 16.03.2020

### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

#### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Omítka vápenoc	0,0150	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
2	Porotherm 8 Pr	0,0800	0,2900	1000,0	870,0	10,0	0.0000
3	Omítka vápenoc	0,0150	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

#### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi :	0.13 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi :	0.25 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse :	0.13 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse :	0.13 m2K/W
Návrhová venkovní teplota Te :	21.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai :	21.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe :	50.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi :	55.0 %

### VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

#### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R :	0.306 m2K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U :	<b>1.766 W/m2K</b>

Název konstrukce: **Příčka Porotherm 14 P+D**  
Zpracovatel: Jan Kalenský  
Datum : 16.03.2020

### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

#### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m <sup>3</sup> ]	Mi [-]	Ma [kg/m <sup>2</sup> ]
1	Omítka vápenoc	0,0150	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
2	Porotherm 14 P	0,1400	0,2800	1000,0	870,0	10,0	0.0000
3	Omítka vápenoc	0,0150	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

#### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi :	0.13 m <sup>2</sup> K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi :	0.25 m <sup>2</sup> K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse :	0.13 m <sup>2</sup> K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse :	0.13 m <sup>2</sup> K/W
Návrhová venkovní teplota Te :	21.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai :	21.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe :	50.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi :	55.0 %

### VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

#### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R :	0.530 m <sup>2</sup> K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U :	<b>1.265 W/m<sup>2</sup>K</b>



Název konstrukce: **Příčka CP 150**  
Zpracovatel: Jan Kalenský  
Datum : 16.03.2020

### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

#### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Omítka vápenoc	0,0150	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
2	Zdivo CP 2	0,1500	0,8000	900,0	1800,0	9,0	0.0000
3	Omítka vápenoc	0,0150	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

#### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.13 m2K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.13 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 21.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 50.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

### VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

#### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 0.218 m2K/W  
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **2.093 W/m2K**

Název konstrukce: **Boky vikýře**

Zpracovatel: Jan Kalenský

Datum : 16.03.2020

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m <sup>3</sup> ]	Mi [-]	Ma [kg/m <sup>2</sup> ]
1	Sádrokarton	0,0125	0,2200	1060,0	750,0	9,0	0.0000
2	Parozábrana	0,0018	0,2100	1470,0	1225,0	26900,0	0.0000
3	Vzduchová meze	0,0300	0,1470	1010,0	1,2	0,4	0.0000
4	TI před sloupek	0,1000	0,0370	800,0	50,0	1,0	0.0000
5	TI mezi sloupek	0,0500	0,0370	800,0	50,0	1,0	0.0000
6	OSB desky	0,0220	0,1300	1700,0	650,0	50,0	0.0000
7	TI EPS	0,0500	0,0370	1270,0	20,5	50,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m<sup>2</sup>K/W

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m<sup>2</sup>K/W

Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C

Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

### Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,743$

Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,959$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

### II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $U_{N,20} = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota:  $U = 0,166 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U_N$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Název konstrukce: **Podlaha na terénu**  
Zpracovatel: Jan Kalenský  
Datum : 16.03.2020

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m <sup>3</sup> ]	Mi [-]	Ma [kg/m <sup>2</sup> ]
1	Laminátová pod	0,0100	0,2100	1050,0	1600,0	94000,0	0.0000
2	Betonová mazan	0,0600	1,2300	1020,0	2100,0	17,0	0.0000
3	Styrodur	0,0500	0,0300	2060,0	30,0	100,0	0.0000
4	EPS 100Z	0,1000	0,0370	1270,0	20,5	50,0	0.0000
5	Hydroizolace	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	26000,0	0.0000
6	Podkladní beto	0,1500	1,2300	1020,0	2100,0	17,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.17 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.00 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.00 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 5.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 100.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH<sub>i</sub> : 55.0 %

## I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,799$   
Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,949$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

## II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $U_{N,20} = 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$   
Vypočtená hodnota:  $U = 0,209 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U_N$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Název konstrukce: **Podlaha nad sklepem**  
Zpracovatel: Jan Kalenský  
Datum : 16.03.2020

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m <sup>3</sup> ]	Mi [-]	Ma [kg/m <sup>2</sup> ]
1	Laminátová pod	0,0100	0,2100	1050,0	1600,0	94000,0	0.0000
2	Betonová mazan	0,0600	1,2300	1020,0	2100,0	17,0	0.0000
3	Styrodur	0,0500	0,0300	2060,0	30,0	100,0	0.0000
4	EPS 100Z	0,0400	0,0370	1270,0	20,5	50,0	0.0000
5	Hydroizolace	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	26000,0	0.0000
6	ŽB stropní des	0,1200	1,5800	1020,0	2400,0	29,0	0.0000
7	Omítka vápenoc	0,0200	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.17 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.17 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.17 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 5.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 80.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH<sub>i</sub> : 55.0 %

## I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,654$   
Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,926$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

## II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $U_{N,20} = 0,45$  W/m<sup>2</sup>K  
Vypočtená hodnota:  $U = 0,303$  W/m<sup>2</sup>K

**$U < U_N$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Název konstrukce: **Strop nad 1.NP**  
Zpracovatel: Jan Kalenský  
Datum : 16.03.2020

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m <sup>3</sup> ]	Mi [-]	Ma [kg/m <sup>2</sup> ]
1	Laminátová pod	0,0100	0,2100	1050,0	1600,0	94000,0	0.0000
2	Betonová mazan	0,0600	1,2300	1020,0	2100,0	17,0	0.0000
3	Škvára	0,1000	0,2700	750,0	750,0	3,0	0.0000
4	ŽB strop	0,1400	1,5800	1020,0	2400,0	29,0	0.0000
5	Omítka vápenoc	0,0200	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.10 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 21.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 50.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

## II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $U_{N,20} = 2,2 \text{ W/m}^2\text{K}$   
Vypočtená hodnota:  $U = 1,289 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U_N$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Název konstrukce: **Strop nad 2.NP**  
Zpracovatel: Jan Kalenský  
Datum : 16.03.2020

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m <sup>3</sup> ]	Mi [-]	Ma [kg/m <sup>2</sup> ]
1	Sádrokarton	0,0125	0,2200	1060,0	750,0	9,0	0.0000
2	Parozábrana	0,0030	0,2100	1470,0	1200,0	420000,0	0.0000
3	TI pod trámky	0,0500	0,0360	840,0	21,5	1,0	0.0000
4	TI mezi trámky	0,1600	0,0530	967,8	41,7	1,5	0.0000
5	OSB desky	0,0220	0,1300	1700,0	650,0	50,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH<sub>i</sub> : 55.0 %

## I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,762$   
Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,949$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

## II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $U_{N,20} = 0,6$  W/m<sup>2</sup>K  
Vypočtená hodnota:  $U = 0,209$  W/m<sup>2</sup>K

**$U < U_N$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Název konstrukce: **Strop nad přístavbou**

Zpracovatel: Jan Kalenský

Datum : 16.03.2020

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m <sup>3</sup> ]	Mi [-]	Ma [kg/m <sup>2</sup> ]
1	Sádrokarton	0,0125	0,2200	1060,0	750,0	9,0	0.0000
2	Parozábrana	0,0030	0,2100	1470,0	1200,0	420000,0	0.0000
3	TI pod trámky	0,1400	0,0360	840,0	21,5	1,0	0.0000
4	TI mezi trámky	0,1400	0,0560	1007,0	50,8	1,5	0.0000
5	OSB desky	0,0220	0,1300	1700,0	650,0	50,0	0.0000
6	PVC folie	0,0020	0,3500	1470,0	1300,0	20000,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH<sub>i</sub> : 55.0 %

## I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,762$   
Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,964$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

## II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $U_{N,20} = 0,24$  W/m<sup>2</sup>K  
Vypočtená hodnota:  $U = 0,148$  W/m<sup>2</sup>K

**$U < U_N$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Název konstrukce: **Střecha šikmá + střecha vikýře**  
Zpracovatel: Jan Kalenský  
Datum : 16.03.2020

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Sádrokarton	0,0125	0,2200	1060,0	750,0	9,0	0.0000
2	Parozábrana	0,0030	0,2100	1470,0	1200,0	420000,0	0.0000
3	TI pod krokve	0,1000	0,0360	840,0	21,5	1,0	0.0000
4	TI mezi krokve	0,1200	0,0520	963,7	40,7	1,5	0.0000
5	Dífušní folie	0,0020	0,3500	1470,0	1300,0	20000,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH<sub>i</sub> : 55.0 %

## I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,743$   
Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,954$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

## II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $U_{N,20} = 0,24$  W/m2K  
Vypočtená hodnota:  $U = 0,188$  W/m2K

**$U < U_N$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

























Tabulka pro výpočet tepelné ztráty dle ČSN EN 12831

Místnost: Hala 2.02	Plocha stěny						Počet otvorů	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel prostupu tepla konstrukcí (včetně tepelných mostů a vazeb)	Teploza za konstrukci $\Theta_{u,k}$	Cílel tepelní redukce $f_{sp}, b_u$	Součinitel tepelné ztráty prostupem	Vnitřní výpočtová teplota $\Theta_i$	Vnější výpočtová teplota $\Theta_e$	K	Návrhová tepelná ztráta prostupem a větráním	Celková tepelná ztráta	
	Délka	Šířka/Výška	Plocha	Sířka/Výška	Plocha	Plocha													A
SO - vnitřní příčka	1,955	0,44	0,86	0	0	0,86	0	0,86	0,237	-13	1	0,20							
SO - ochlazovaná stěna	-	-	5,24	1	1,8	3,44	1	1,8	1,173	20	0	0,00							
OD - ochlazované okno	1,13	2,6	2,94	1	1,8	1,14	1,265	0	2,093	20	0	0,00							
DO - ochlazované dveře	0,97	2,6	2,52	0	0	2,52	0	2,52	2,093	20	0	0,00							
SN - vnitřní stěna	3,6	2,6	9,36	1	1,6	7,76	1,265	24	1,265	24	0	-1,19							
DN - vnitřní dveře	0,9	2	1,80	-	1,6	0,20	1,265	20	1,265	20	0	0,00							
PDL - podlaha	0,9	2	1,80	-	0	1,80	3,5	20	3,5	20	0	0,00							
STR - strop	0,8	2	1,60	-	0	1,60	3,5	24	-0,121212121	-0,68	0	0,00							
SCH - střeška	0,9	2	1,80	-	0	1,80	3,5	20	3,5	20	0	0,00							
DN 1 (schodiště)	0,8	2	1,60	-	0	1,60	3,5	20	3,5	20	0	0,00							
DN 2 (koupelna)	0,9	2	1,80	-	0	1,80	3,5	20	3,5	20	0	0,00							
DN 3 (pokoj)	0,8	2	1,60	-	0	1,60	3,5	20	3,5	20	0	0,00							
DN 4 (WC)	0,8	2	1,60	-	0	1,60	3,5	20	3,5	20	0	0,00							
PDL	-	-	8,19	0	0	8,19	1,289	20	0	20	0	0,00							
STR	-	-	2,84	0	0	2,84	0,209	5	0,454545455	5	0,454545455	0,27							
SCH	-	-	5,00	0	0	5,00	0,188	-13	0,188	-13	1	0,94							
$H_r = -0,46$													$\Theta_i$	$\Theta_e$	$\Theta_i - \Theta_e$	$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$	$\Phi_v + \Phi_l = \Phi$		
$H_r = -0,46$													20	-13	33	-15,0			
$V_i = \max(V_m * n; V_{inf}) = 4,135$													$m^3/h$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
Výměna vzduchu ve vytápěném prostoru													$m^3/h$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
Ppožadovaná výměna vzduchu													$m^3/h$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
Objem vzduchu v místnosti													$m^3$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
Světla výška místnosti													$m$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
Infiltace obvodovým pláštěm													$m^3/h$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$V_m = 8,27$													$m^3/h$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$n = 0,5$													$m^3/h$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$V_m = 8,27$													$m^3/h$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$v = 2,6$													$m^3/h$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$V_{inf} = 2,3156$													$m^3/h$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$c_p = 0,28$													$kg/m^3$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\rho = 1,2$													$kg/m^3$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$H_v = V_i * c_p * \rho * (\Theta_i - \Theta_{sup}) / (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$			$\Phi_T = H_r * (\Theta_i - \Theta_e) =$			$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$
$\Phi_v = H_v * (\Theta_i - \Theta_e) =$													$W/K$						

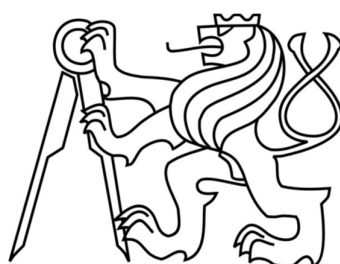








**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ  
FAKULTA STAVEBNÍ**



**PŘÍLOHA 3**  
**Potencionální budova**

**2020**

**Jan Kalenský**



