

**ČESKÉ VYSOKÉ ÚČENÍ TECHNICKÉ**

**FAKULTA STAVEBNÍ**

Katedra technických zařízení budov



**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Vytápění bytového domu s využitím energie  
z obnovitelných zdrojů**

Alina Markova

2020

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Daniel Adamovský, Ph.D.

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Markova</u>	Jméno: <u>Alina</u>	Osobní číslo: <u>468617</u>
Zadávající katedra: <u>technických zařízení budov</u>		
Studijní program: <u>Stavební inženýrství</u>		
Studijní obor: <u>Konstrukce pozemních staveb</u>		

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: <u>Vytápění bytového domu s využitím energie z obnovitelných zdrojů</u>	
Název bakalářské práce anglicky: <u>Apartment house heating with renewable energy</u>	
Pokyny pro vypracování: Zpracujte prováděcí projekt vytápění bytového domu. Stanovte tepelné ztráty, výkony těles a zdroje tepla, zpracujte koncepci systému, navrhnete jednotlivé součásti (potrubí, otopné plochy, zdroj tepla, zabezpečení soustavy, aj.), napište technickou zprávu, zpracujte výkresovou dokumentaci a výkaz prvků. V rozšiřující části navrhnete alternativu zdroje tepla s využitím vyššího podílu energie z obnovitelných zdrojů a návrhy porovnejte.	
Seznam doporučené literatury: S. Guo, et. al., A review on the utilization of hybrid renewable energy, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 91, 2018, p. 1121-1147, ISSN 1364-0321, <a href="https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.04.105">https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.04.105</a> . Kabele a kol., Technická zařízení budov - Vytápění, podklady pro cvičení, ČVUT v Praze, 2014. Petraš a kol., Vytápění rodinných a bytových domů, Jaga, 2005.	
Jméno vedoucího bakalářské práce: <u>Ing. Daniel Adamovský, Ph.D.</u>	
Datum zadání bakalářské práce: <u>25.2.2020</u>	Termín odevzdání bakalářské práce: <u>17.5.2020</u> <i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>
_____ Podpis vedoucího práce	_____ Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

<i>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>	
<u>25.02.2020</u> Datum převzetí zadání	_____ Podpis studenta(ky)

## **Prohlášení**

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

V Praze 24.05.2020

.....

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala svému vedoucímu práce panu Ing. Danielu Adamovskému, Ph.D. za odborné vedení, pomoc a rady při zpracování této práce. Dále bych chtěla poděkovat své rodině a blízkým za pomoc a podporu během celého studia.

1. Úvod.....	8
2. Obecné informace o zdrojů energie pro vytápění .....	9
2.1. Historie vývoju zdrojů pro vytápění .....	9
2.2. Zdroje energie pro systém vytápění ve dnešní době .....	10
2.2.1. Zemní plyn .....	11
2.2.2. Ropa .....	12
2.2.3. Uhlí.....	13
2.2.4. Elektřina.....	14
3. Obnovitelné zdroje energie.....	16
3.1. Biomasa .....	17
3.2. Slunečná energie.....	18
3.3. Tepelné čerpadlo.....	19
4. Charakteristika vybraného objektu .....	21
4.1. Místo stavby a popis objektu.....	21
4.2. Funkční a dispoziční řešení .....	22
4.3. Konstrukční řešení .....	22
4.4. Popis navrhnutého systému vytápění .....	22
4.5. Výpis prvků.....	23
5. Návrh alternativního zdroje energii pro vybraný objekt .....	24
5.1. Návrh systému .....	24
5.2. Schémata návrhu.....	25
5.3. Výpis prvků.....	26
6. Porovnání .....	27
6.1. Ekonomické hledisko .....	27

6.2. Ekologické hledisko.....	30
7. Závěr.....	32
8. Seznam obrázků .....	33
9. Seznam tabulek.....	33
10. Použité zdroje .....	34
11. Použitý software .....	39
12. Seznam příloh a výkresové dokumentace .....	39

## **Abstrakt**

Představená bakalářská práce se zabývá vytápěním bytového domu. Závěrečná práce se skládá ze dvou částí — projektové části a rozšiřující části. Cílem projektové části je návrh optimálního řešení vytápění zadaného bytového domu. Součástí projektové části jsou výpočty potřebné k návrhu otopného systému, technické listy od výrobců jednotlivých zařízení, technická zpráva a výkresy v podrobnosti dokumentace pro provedení stavby. Rozšiřující část se zabývá zdroji energie, popisem obnovitelných a neobnovitelných zdrojů energie, které lze využít při návrhu systémů vytápění. Dále v rozšiřující části je představen návrh vytápění pomocí alternativního zdroje energie.

## **Klíčová slova**

Vytápění, bytový dům, zdroje tepla, alternativní zdroje tepla, otopná soustava, otopná tělesa, tepelné ztráty.

## **Abstract**

The presented bachelor thesis deals with the heating of an apartment building. The final work consists of two parts — the project part and the extension part. The aim of the project part is to design an optimal solution for heating a given apartment building. The project part includes calculations needed to design the heating system, technical sheets from the manufacturers of individual devices, technical report and drawings in the details of the documentation for the construction. The extension part deals with energy sources, description of renewable and non-renewable energy sources that can be used in the design of heating systems. Furthermore, in the extension part is presented the design of heating using an alternative energy source.

## **Keywords**

Heating, apartment building, heating energy sources, renewable heating energy sources, heating system, heating elements, heat losses.

## 1. Úvod

Vytápění je činnost, která zajišťuje udržování vnitřní teploty na úrovni tepelné pohody, která pak má vliv na zdraví a praceschopnost člověka. Při tepelné pohodě nastává ideální tepelně-vlhkostní mikroklima, kdy stav vnitřního prostředí z hlediska tepelných a vlhkostních toků mezi člověkem a okolím je v rovnováze. Tepelná pohoda je jeden z faktorů, který zajišťuje příjemné vnitřní prostředí budov. Složkami vnitřního prostředí jsou také kvalita vzduchu, akustické mikroklima atd., které mají vliv na pohodlnost prostředí pro člověka. Protože alespoň polovinu svého života strávíme doma potřebujeme určitý komfort a pohodu a je potřeba zahrnout i do návrhu projektu.

Při návrhu vhodného systému vytápění mělo by být zohledněno nejen tepelně-vlhkostní mikroklima, ale i další důležité aspekty. Například ekonomická náročnost projektu a jeho vliv na životní prostředí. Z ekonomického hlediska projekt by měl dosahovat určitých cílů, které jsou pro něho stanoveny, konkrétně systém vytápění by měl pokrývat co nejvíc tepelných ztrát objektu při minimální spotřebě vstupních zdrojů. Vážnost řízení vlivu systému vytápění na životní prostředí je opodstatněná tím, že v současné době lidstvo čelí řadě problémů spojených s využitím neobnovovatelných energetických zdrojů a optimalizace nebo, v extrémních případech, eliminace neobnovovatelných vstupů do systému vytápění přispěje k udržitelnému rozvoji společnosti.

Tato práce má za úkol seznámit čtenáře s informacemi ohledně návrhu otopných těles, návrhu zařízení pro správnou práci kotelný, výpočtu pro vytvoření dobře fungující otopné soustavy pro celý bytový dům a alternativních zdrojů energie, které mohou být použity pro vytápění. Bakalářská práce se skládá z projektové části, která je zaměřena na návrhu otopné soustavy s využitím kotle jako zdroje tepla, a rozšiřující části, která se zabývá alternativními zdroji tepla.



## 2. Obecné informace o zdrojů energie pro vytápění

### 2.1. Historie vývoje zdrojů pro vytápění

Ještě před milionem let lidstvo se využívalo teplo k ohřevu sebe a okolí. V pravěku oheň začal používat *Homo Habilis* (člověk zručný) pro zahánění zvěře, k osvětlení a vyhřátí jeskyně. Pak se vyvinul *Homo Erectus* (člověk vzpřímený), který už uměl oheň udržovat, ale ne rozdělávat. *Homo Erectus* začal používat oheň k ohřevu kamenů, kterými obkládal prohlubní s ohněm, protože kameny sálaly teplo ještě dobu poté, co oheň dohořel. *Homo sapiens sapiens* (člověk dnešního typu) přišel na to, jak rozdělat oheň pomocí dvou kamenů nebo dvou dřev. [1] [2]

Jedním z prvních vytápěcích systémů bylo starořímské hypokaustum, které je považováno za první podlahové vytápění a zároveň za první ústřední vytápění. Zdroj tepla byl umístěn mimo vytápěné místnosti, teplonosnou látkou byly kouřové plyny, které z topeniště byly vedeny kanálem do dutiny pod podlahou a odvádění plynu bylo řešeno dvěma způsoby, buď dutinami ve svislých stěnách nebo otvorem připomínající komín, přenos tepla probíhal převážně sáláním a jedním topeništěm mohlo být ohřáto i několik místnosti. Nevýhodou takového systému vytápění byla vysoká spotřeba paliva, nečastěji dubového dřeva, které některé si nemohly dovořit, proto musely najít jinou levnější variantu pro ohřev domu. [3] [4] [5]

Jedním z druhu vytápění pro prosté lidé stala přenosná ohřívací kamínka, která byla velmi oblíbená ve starém Římě. Zdrojem energie byli dřevěné uhlí, které zpravidla byli podpáleni mimo obytnou místnost a pak, když se uhlí pořadně rozhořeli, kamínka byla přenesena do vytápěné místnosti a vydávala sálavé teplo. Jako palivo také byl použit vysušený zvířecí trus. V některých oblastech se taková kamínka používají i dnes.[3] [6]

Také v minulosti se používala otevřená ohniště pro ohřev místnosti, kde kouř z místnosti odcházel netěsnostmi ve střeše, stěnách a dveřmi. Pak lidé objevili lepší možnost odvodu kouře a byl to otvor ve střeše nebo stěně. S rozvoji stavebnictví a možností stavby dvoupatrových budov, nastala potřeba odvádět kouř jinými způsoby, než netěsnostmi ve střeše. Začal se stavět tak zvané “plášťový komín”, byl nejčastěji z kamene nebo cihel a odtahoval kouř skrz patra až nad střechu. Od takového

“plášťového komínu” už nebylo daleko ke skutečnému komínu, který byl součástí krbů. [7] [8]

Po některé době se otevřená ohniště přesouvaly ze středu místnosti ke stěně a staly prvními krby, které na začátku byli jenom částečně obezděnými otevřenými ohništi, kde kouř byl odtahován pomocí otvoru ve střeše. Potom se začaly stavět vícepodlažní budovy, kde lidé začali odtahovat kouř pomocí komínu. Pak se začalo postupně zdokonalování krbů, kdy lidé začali zvětšovat účinnost kotle, protože krby nebyly schopny vyprodukovat tolik tepla, kolik bylo potřeba. Ale krby nebyly tak účinné a začalo se hledání lepších způsobů ohřevu. Krby byly předchůdcem všech druhů kamen, které byly účinnější než krby. Palivem pro kamna bylo dřevo, uhlí, koks, antracit nebo brikety. Kamna mezi lidmi byla známá jako kvalitní topidlo. [7] [9] [10] [11] [12] [13]

Krby a kamna byly vyměněny za ústřední vytápění párou nebo vodou. Vytápění párou se dělí na nízkotlaké, středotlaké a podtlakové. Princip fungování je založen na vytváření páry pomocí zdroje tepla. Pára je pak vedena do otopných těles, kde předává teplo a kondenzát je odváděn pryč od tělesa. Vytápění vodou se dělí na vytápění teplou vodou a vytápění horkou vodou. Princip fungování je podobný vytápění párou, rozdíl je pouze v tom, že u zdroje tepla se ohřívá voda, která pak trubkami je vedena do otopných těles. Při obou metodách vytápění se teplo šíří prouděním a sáláním. [13] [14] [15]

Jako zdroje tepla lidé používali: dřevo, dřevěné uhlí, vysušený zvířecí trus, a černé uhlí, které jsou většinou drahé a neobnovitelné, což znamená, že někdy může nastat doba, kdy nebudeme mít možnost použití těchto zdrojů, protože jsou vyčerpány. Proto je důležité najít a používat zdroje energie, které jsou obnovitelné a lidé pracují na tom, abychom měli možnost používat jenom takové zdroje, ale není to zatím naše skutečnost.

## **2.2. Zdroje energie pro systém vytápění ve dnešní době**

Ve dnešní době většina topných systémů se používá teplou vodu, protože vytápění vodou je v současnosti nejjednodušším způsobem ohřevu. Ohřev vody může být proveden pomocí paliv, která se dělí na tuhá, kapalná a plynná (viz obrázek

č. 1). Jako nejrozšířenější ve dnešní době zdroje energie pro topné systémy jsou používány například: zemní plyn, ropa, uhlí, elektřina, biomasa, sluneční energie a tepelné čerpadlo. [16] [17] [18] [19]

Skupenství paliva	Původ	
	přírodní	umělá
tuhá	antracit černé uhlí hnědé uhlí lignit rašelina dřevo	koks polokoks brikety uhelný prášek
kapalná	ropa	nafta benzín petrolej topné oleje dehtové oleje syntetické oleje
plynná	zemní plyn	svítíplyn karbonizovaný plyn generátorový plyn reformovaný plyn vodní plyn propan-butan bioplyn

Obrázek č. 1 — Druhy paliv podle skupenství a původu [16]

### 2.2.1. Zemní plyn

Zemní plyn je jedním z nejdůležitějších paliv pro globální vytápění a energetický trh. Zemní plyn se dělí podle výskytu na naftový a karbonský. Teorie vzniku zemního plynu se dělí na organická teorie a anorganická teorie. Organické teorie označují jako příčinu vzniku zemního plynu postupné uvolňování při vzniku ropy nebo uhlí jako důsledek postupného rozkladu organického materiálu. Podle těchto teorií byly tedy na samém počátku rostlinné a živočišné zbytky. Ve prospěch teorie svědčí fakt, že se zemní plyn vyskytuje právě v ložiscích ropy nebo uhlí. Podle anorganické teorie stojí za vznikem zemního plynu řada chemických reakcí anorganických látek. Ve dnešní době plyn je nejpoužívanější palivo ve světě, protože má spoustu výhod před jinými palivy.

Výhody:

- nízké náklady na těžbu a přepravu;
- vysoká účinnost;

- jednoduchá distribuce plynu k uživateli;
- nezávislost na klimatických podmínkách;
- ekologické palivo;
- není jedovatý.

Nevýhody:

- nutnost mít k dispozici plynovou přípojku a vhodný komín;
- možnosti exploze v případě vážné poruchy;
- neobnovitelný zdroj energie.

[18] [20] [21] [22] [23] [24]

### **2.2.2.Ropa**

Ropa je dnes nejdůležitější energetickou surovinou. Její dostupnost a cena významně ovlivňuje hospodářství ve vyspělých průmyslových zemích. Ropa je světležlutá až černá kapalina, která se skládá ze směsi plyných, kapalných a pevných uhlovodíků. Teorie vzniku se dělí, stejně jako u zemního plynu, na organickou a anorganickou teorie. Organická teorie je uznávána většinou vědců, předpokládá, že ropa vznikla z prehistorických živočišných a rostlinných zbytků, podrobených rozkladu. Ty se vlivem tepla a tlaku přeměnily nejprve na kerogen, pak na živice a nakonec na ropu a zemní plyn. Čím je ropa starší, tím je lehčí, obsahuje méně asfaltu a víc uhlovodíků. Anorganický původ ropy předpovídal Mendělejev. Podle něj vznikla působením přehřáté páry na karbidy těžkých kovů v dobách, kdy se vyskytovaly blízko zemského povrchu.

Výhody:

- stále dostupný zdroj;
- vysoká výhřevnost;
- vysoká účinnost.

Nevýhody:

- ropné havárie;

- znečištění ovzduší;
- potřeba v speciálních zařízeních pro skladování, chráněných před vodou a ohněm.

[25] [26] [27] [28]

### **2.2.3.Uhlí**

Uhlí se dělí na hnědé uhlí, černé uhlí a antracit a používá se převážně pro výrobu energie. Uhlí se vytváří z pozemních a bažinatých rostlin, které rostly na propadající se půdě, což způsobilo ponoření organického materiálu do bahna a stal chráněn před působení vzduchu. Při ovlivnění různými chemickými a mikrobiologickými reakcemi, normálním tlakem a teplotou vznikla nejdříve rašelina, která se dále měnila na hnědé uhlí při zvýšení teploty a tlaku. První fáze tvorby uhlí se nazývá biologická. Při dalším zvyšování tlaku a teploty, způsobeným dalším poklesem materiálu (tzv. geologická fáze) materiál ztrácí svoje těkavé podíly. Vzniká tak černé uhlí. V celkem výjimečných případech se prakticky veškerý vodík a kyslík odstraní a vznikne tzv. antracit, který je tedy energeticky nejhodnotnější a obsahuje až cca 90 % uhlíku. Rychlost těchto procesů závisí víc na teplotě a tlaku než na času, proto může nastat případ, kdy některá hnědá uhlí jsou geologicky starší než černé uhlí případně antracit. Někdy uhlí bylo nejrozšířenějším palivem na světě, ale mělo spoustu nevýhod.

Výhody:

- bohaté zásoby ve světě;
- vysoký čistý energetický výnos;
- nízké náklady;
- snadná přeprava;
- ve srovnání s jinými zdroji energie, jako je například ropa a zemní plyn, je elektřina z uhlí levná.

Nevýhody:

- malá účinnost;

- značná pracnost obsluhy;
- těžba uhlí je velmi nebezpečná práce;
- ohromné lokální znečištění vzduchu karcinogenními látkami a oxidem siřičitým;
- závažně poškozuje přírodní krajinu a znečišťuje vodu a vzduch;
- neobnovitelný zdroj energie.

[18] [29] [30] [31]

#### **2.2.4. Elektřina**

Elektřina se mění snadno na teplo. Při výrobě elektřiny se jedná o přeměnu jiného druhu energie na elektrickou. Vytápění elektřinou může být docela užitečné jako doplněk k jiným možnostem vytápění nebo na místech, která se často nevyužívají, jako jsou rekreační domy.

Výhody:

- snadná instalace;
- nízké náklady na instalaci a údržbu;
- vysoká dostupnost;
- nízké nároky na prostor;
- neprodukuje spaliny;
- výkon se snadno reguluje.

Nevýhody:

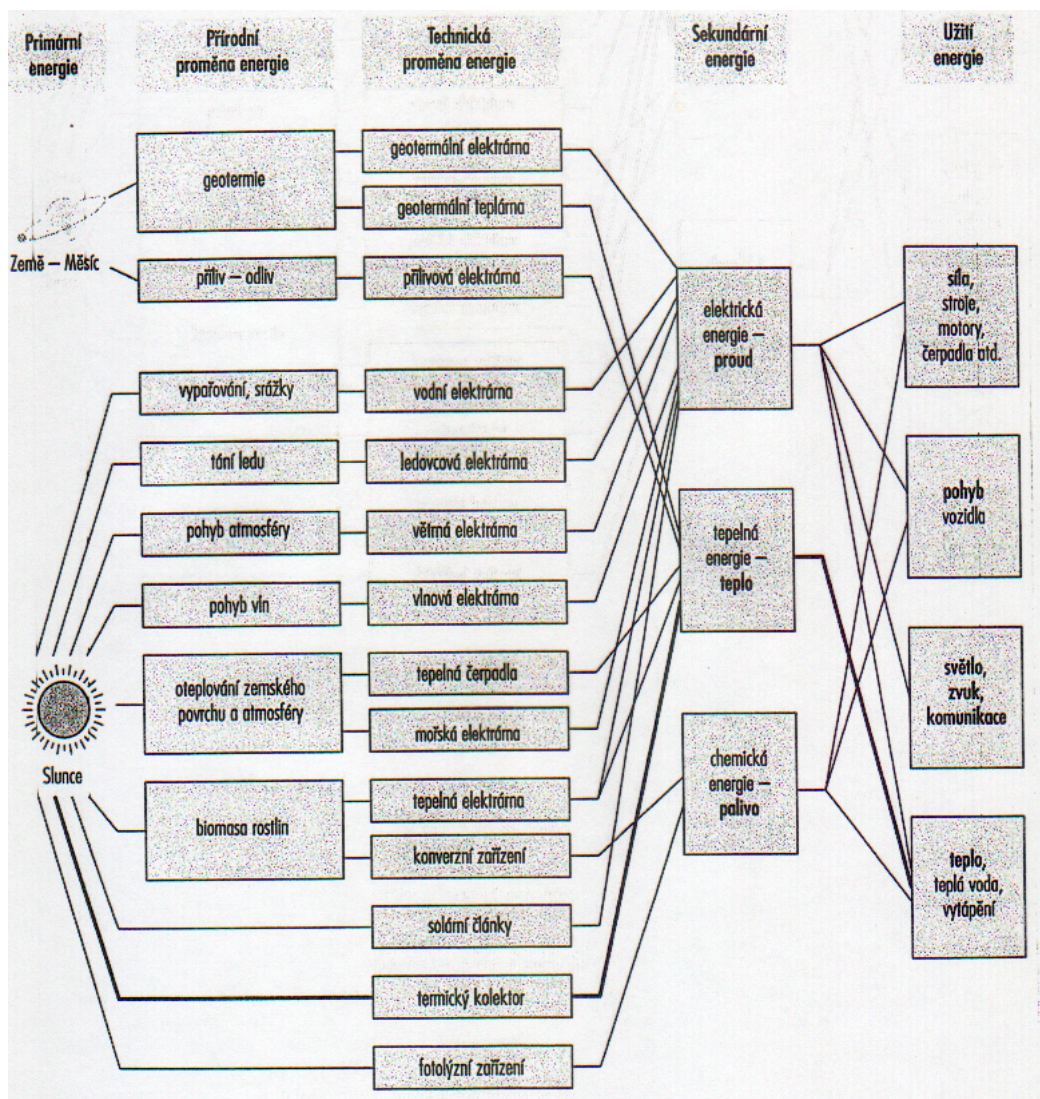
- nízká účinnost;
- spalování fosilních paliv používaných při výrobě elektřiny způsobuje ztráty v důsledku přeměny na elektřinu;
- ztráta energie při průchodu sítí;
- cena.

[18] [32]

Také ve dnešní době je zaznamenáván velký rozvoj alternativních zdrojů tepla, které jsou obnovitelné a nepoškozují okolí při jejich získávání. Tak, například, Evropská unie klade za cíl zvýšit podíl obnovitelných zdrojů energie do roku 2030 až na úroveň 32 % s možným zvýšením této hodnoty již v roce 2023. Mezi členskými státy EU lze však pozorovat heterogenitu ve splnění kladených cílů: Malta k roku 2020 dosáhla pouze 10-procentního podílu obnovitelných zdrojů energie v celkové energetické produkce, příkladem ale jde Švédsko s 49 % energie pocházející z obnovitelných zdrojů. [33]

### 3. Obnovitelné zdroje energie

Současnými úsilími celosvětové energetiky lidstvo směřuje k tomu, jak vyrábět co nejčistší energii. Snižování emisí uhlíku, boj se změnou klimatu – to jsou témata, která určují směr vývoje současné energetiky. Příroda nám nabízí řadu příležitostí k výrobě tepla šetrného k životnímu prostředí a nákladově. Příkladem obnovitelných a alternativních zdrojů energie v současnosti jsou spalování biomasy, slunečná energie, využití tepelných čerpadel, energie vody, geotermální energie, energie větru a energie příbojů a přílivů oceánů, (viz obrázek č. 2) ale nejsou úplně všechno z toho je použitelné pro vytápění. Tři hlavní formy obnovitelných zdrojů pro vytváření tepla jsou: biomasa, slunečná energie a tepelná čerpadla. [34] [35] [36]



Obrázek č. 2 — Možnosti využití obnovitelných zdrojů energie [36]



### 3.1. Biomasa

Biomasa je hmota organického původu – skládá se z rostlinných a živočišných organismů. Biomasa se dělí na biomasu pěstovanou pro energetické účely a odpadní biomasu. Kdy se hovoří o biomase, to znamená, že se jedná především o rychle rostoucí dřeviny nebo rostliny bylinného charakteru. Jejich výhodou je snadný výsev, krátké vegetační období a možnost využití i na neenergetické účely. Pod pojmem odpadní biomasa je schováno odpad například z rostlinné výroby, z živočišné výroby, z těžby a zpracování dřeva a lesní odpady atd. (Obrázek č. 3 — Využití biomasy) Ještě se biomasa rozdělí podle vlastnosti na suchou, vlhkou a speciální.

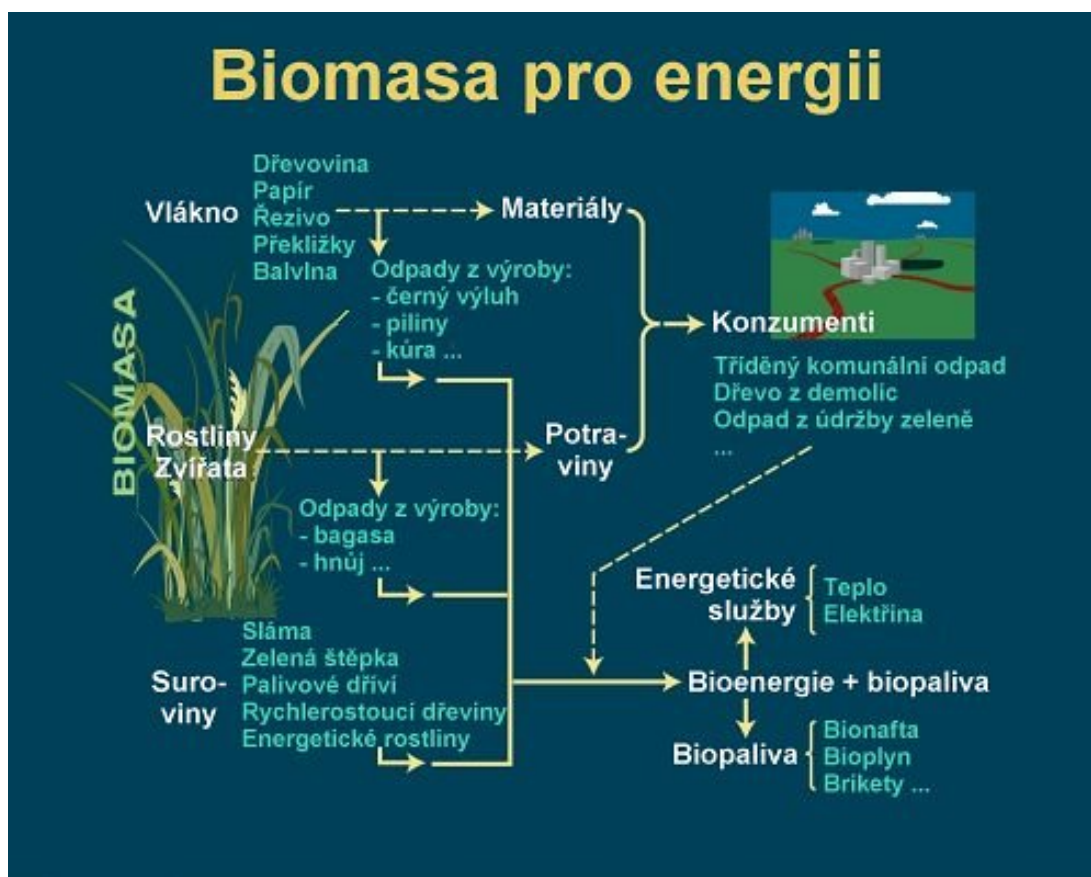
Spalování biomasy je nejstarší metodou získávání energie. Jedná se o termochemický proces, při kterém dochází k rozkladu organického materiálu na hořlavé plyny a další látky a následně za přítomnosti vzduchu k oxidaci, při které se uvolňuje oxid uhličitý, voda a teplo, jehož množství závisí na výhřevnosti použitého paliva.

Výhody:

- emise CO<sub>2</sub> se víceméně rovnají množství, které spotřebují rostliny, ze kterých je biomasa získávána;
- využití odpadu;
- dostupnost pro každého technologií spalování;
- použití ekologicky čistých zdrojů;
- zefektivnění odpadového hospodářství dané lokality.

Nevýhody:

- před spalováním je třeba biomasu upravit, což zvyšuje cenu získané energie;
- vysoké náklady na úpravu paliva a dopravu;
- nižší účinnost při výrobě elektřiny;
- nutnost skladovací prostor.



Obrázek č. 3 — Využití biomasy [37]

[18] [37] [38]

### 3.2. Slunečná energie

Slunce je téměř nevyčerpatelný zdroj energie, který je nám k dispozici v prakticky neomezené míře. Slunce vyzařuje denně na zemský povrch 960 miliard kilowatthodin. Toto množství energie by mohlo teoreticky splnit světové energetické potřeby po dobu 180 let. Podle odhadů NASA slunce bude zářit ještě příštích 6,5 miliardy let. Solární energie na celém světě prochází prudkým rozvojem. Solární panely přibývají na střechách domů, budov, mění pole na fotovoltaické parky. Fotovoltaické panely fungují na principu oddělování elektronů od atomů dopadajících na solární panely, čímž se vytváří elektřina. Nejčastěji používaným základním materiálem v solárních buňkách je křemík.

Výhody:

- dlouhá životnost;

- nevyčerpatelná dodávka sluneční energie;
- solární energie je zdarma;
- žádné emise CO<sub>2</sub>;
- neprodukuje hluk;
- nevyžaduje náročnou údržbu.

Nevýhody:

- elektrárny o velkém výkonu zabírají hodně místa a zasahují do vzhledu krajiny;
- výkon je vysoce závislý na momentální intenzitě slunečního svitu;
- vysoké náklady na instalaci systému.

[39] [40] [41]

### 3.3. Tepelné čerpadlo

Tepelné čerpadlo je vlastně chladicí stroj, který ochlazuje okolní prostředí a získané teplo předává do topného systému. (Obrázek č. 4 — Funkční schéma tepelného čerpadla) Tepelná čerpadla využívají energii, kterou nám dává zdarma příroda. Tepelná čerpadla využívají geotermální teplo nebo teplo z podzemních vod v závislosti na technologii. Energie uložená v okolním vzduchu je také vhodná pro vytápění místností a výrobu teplé vody. Tepelná čerpadla se dělí na čtyři základní typy: země/voda, voda/voda, vzduch/voda a vzduch/vzduch. Typ země/voda se používá pro teplovzdušné vytápěcí systémy, voda/voda — využití odpadního tepla, geotermální energie, teplovodní vytápění, vzduch/voda — univerzální typ, využívá se především pro vytápění, vzduch/vzduch — doplňkový zdroj tepla, teplovzdušné vytápění, klimatizace.

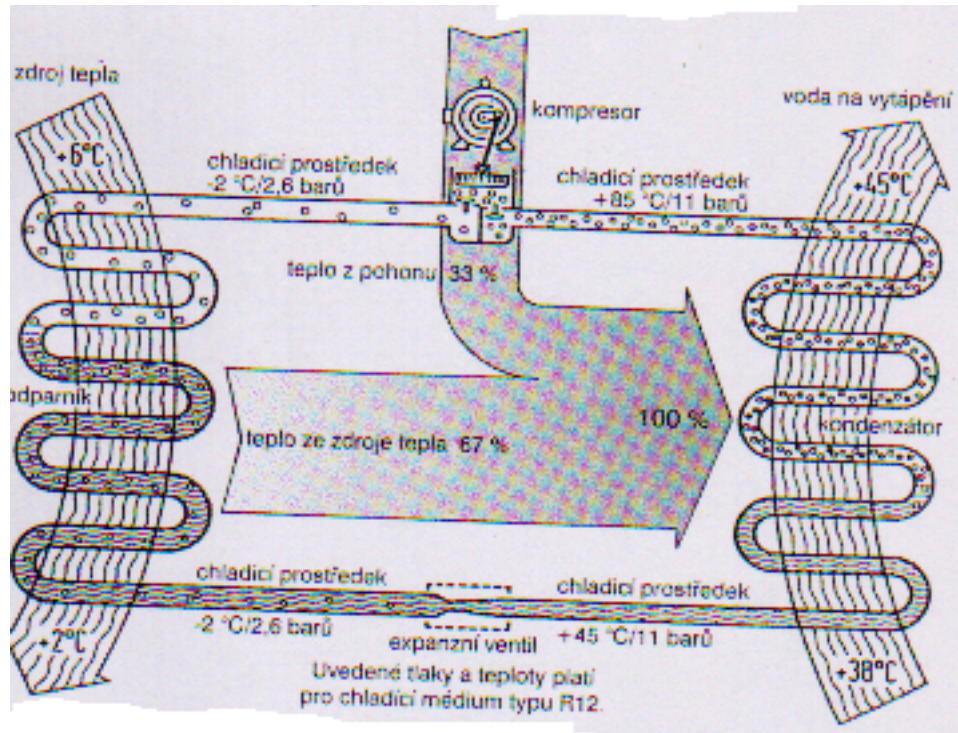
Výhody:

- využití environmentálního tepla jako zdroje energie;
- žádná emise CO<sub>2</sub>;
- nezávislost na externích dodávkách;

- nízké provozní náklady.

Nevýhody:

- poměrně vysoké pořizovací náklady;
- hlučnost;
- návrh pro účinné fungování je složitější.



Obrazek č. 4 — Funkční schéma tepelného čerpadla [36]

[18] [36] [42] [43] [44]

## 4. Charakteristika vybraného objektu

### 4.1. Místo stavby a popis objektu

Předmětem projektové části je novostavba části bytového domu, konkrétně západní věže tohoto domu, které se nachází ve městě Praha — Dolní Počernice. Bytový dům je umístěn na křížení dvou ulic Za Luhem a K Zámku a vyznačen na obrázku č. 5 červenou čarou.



Obrázek č. 5 — Umístění stavby

Celková plocha pozemku je 1793 m<sup>2</sup>, celková půdorysná plocha domu je 775 m<sup>2</sup>, z čeho 258,5 m<sup>2</sup> je půdorysná plocha řešené části objektu s rozměry 15 x 17 x 9 m. Mezi věžemi je umístěno parkoviště pro 12 aut o celkové ploše 283 m<sup>2</sup>.

Vstup na pozemek a vchod do objektu je orientován ze severovýchodní strany z ulice Za Luhem. Vstup do objektu je situován ve 2. nadzemním podlaží.

Bytový dům má tři podlaží, přičemž částečně 1. nadzemní podlaží je pod zemí, protože dům se nachází ve svahu.

## **4.2. Funkční a dispoziční řešení**

Všechny 3 nadzemní podlaží jsou propojené schodišti. V 1. nadzemním podlaží se nachází byty X1 a X2, technická místnost, sklepy a úklidová komora, ve 2. nadzemním podlaží — byty X3, X4, X5, X6, ve 3. nadzemním podlaží — byty X7, X8, X9, X10. Celkem v bytovém domě je navrženo 10 bytů. Počet osob, které v bytovém domě mohou bydlet a se kterým bylo počítáno v projektu, je 24.

## **4.3. Konstrukční řešení**

Konstrukční systém objektu je stěnový z betonových tvárnic o tloušťce 250 mm, příčky jsou z betonových tvárnic o tloušťce 125 mm. Nosné konstrukce stropu jsou navrženy ze stropních panelů. Objekt je založen na železobetonových základových pásech.

Objekt má plochou střechu. Plochá střecha, která je umístěna nad 1. nadzemním podlaží nad parkovištěm, je zelená a jsou tam rozmístěny VZT jednotky. Střecha nad 3. nadzemním podlaží je obyčejná a nejsou tam umístěny žádná zařízení.

## **4.4. Popis navrženého systému vytápění**

Tepelné charakteristiky objektu, podle kterých byl proveden návrh systému vytápění:

- Tepelná ztráta budovy: 22,237 kW;
- Celkový potřebný výkon tepla: 30,898 kW/h;
- Teploty místností: VIZ technická zpráva;
- Součinitele prostupu tepla: VIZ technická zpráva;
- Tlaková ztráta otopné soustavy: 7,438 kPa.

Navržené zařízení:

- Zdrojem energie pro vytápění je plynový kotel VIADRUS GARDE G 42 ECO;
- Veškerá otopná tělesa jsou dodávány firmou KORADO. Konvektory — KORAFLEX FK, a trubková otopná tělesa — KORALUX LINEAR MAX;

- Zásobník TV: Regulus R2BC-750;
- Expanzní nádoba: FLEXCON 50;
- Oběhové čerpadlo: ALPHA 1 25-40 130

Podrobný návrh vytápění je v příloze.

#### 4.5. Výpis prvků

Tabulka č. 1 — Výpis prvků pro klasický návrh

Typ zařízení	Název zařízení	Počet prvků
Plynový kotel	Viadrus Garde G 42 Eco	1
Zásobník TV	Regulus R2BC-750	1
Expanzní nádoba	Flexcon Premium 18	1
Oběhové čerpadlo	Alpha 1 25-40 130	1
Konvektor	Koraflex FK	20
Trubkové otopné těleso	Koralux Linear Max	10

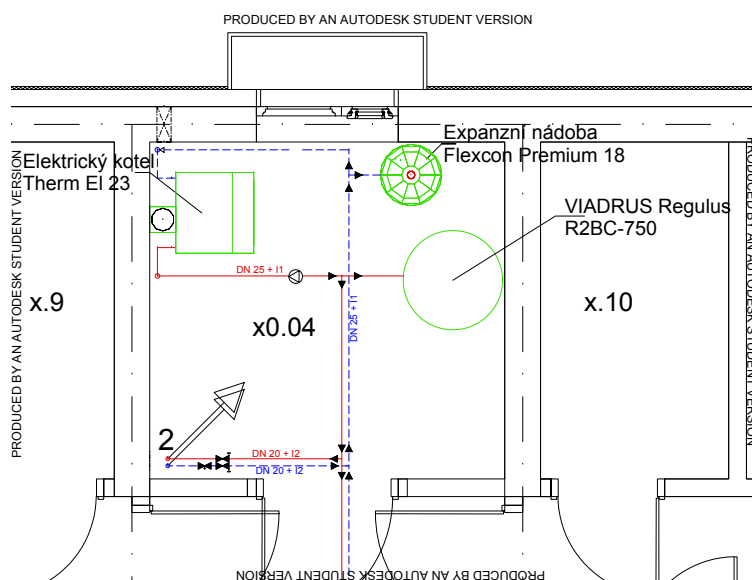


## 5. Návrh alternativního zdroje energií pro vybraný objekt

### 5.1. Návrh systému

V této kapitole bude představena alternativní varianta návrhu vytápění pomocí obnovitelného zdroje energie. Jako zdroj energie byla vybrána sluneční energie, protože vybraný objekt disponuje dvěma střechami, na kterých mohou být umístěny fotovoltaické panely, které budou vyrábět elektřinu, která následně bude používána pro topný systém.

Nejprve byl vybrán elektrický kotel, který pokryje tepelné ztráty objektu. Vzhledem k parametrům objektu byl zvolen elektrický kotel Therm El 23 společnosti THERMONA s tepelným výkonem 22,5 kW. Pak byly vybrány fotovoltaické panely, které budou odpovídat výkonu kotle. Navrženy 111 fotovoltaických panelů FV panel DAH Solar Poly 280Wp s jednotlivým výkonem 280 W s příslušnými nosnými konstrukcemi pro uchycení panelů. V létě jsou slunečního záření víc než v zimě, proto je ještě potřeba navrhnout 22 solární baterie Hoppecke 150 Ah Solar.bloc pro shromáždění elektřiny v čase, kdy je to možné, a využití v otopném období. Ostatní zařízení zůstanou stejná jako v klasickém návrhu s plynovým kotlem.

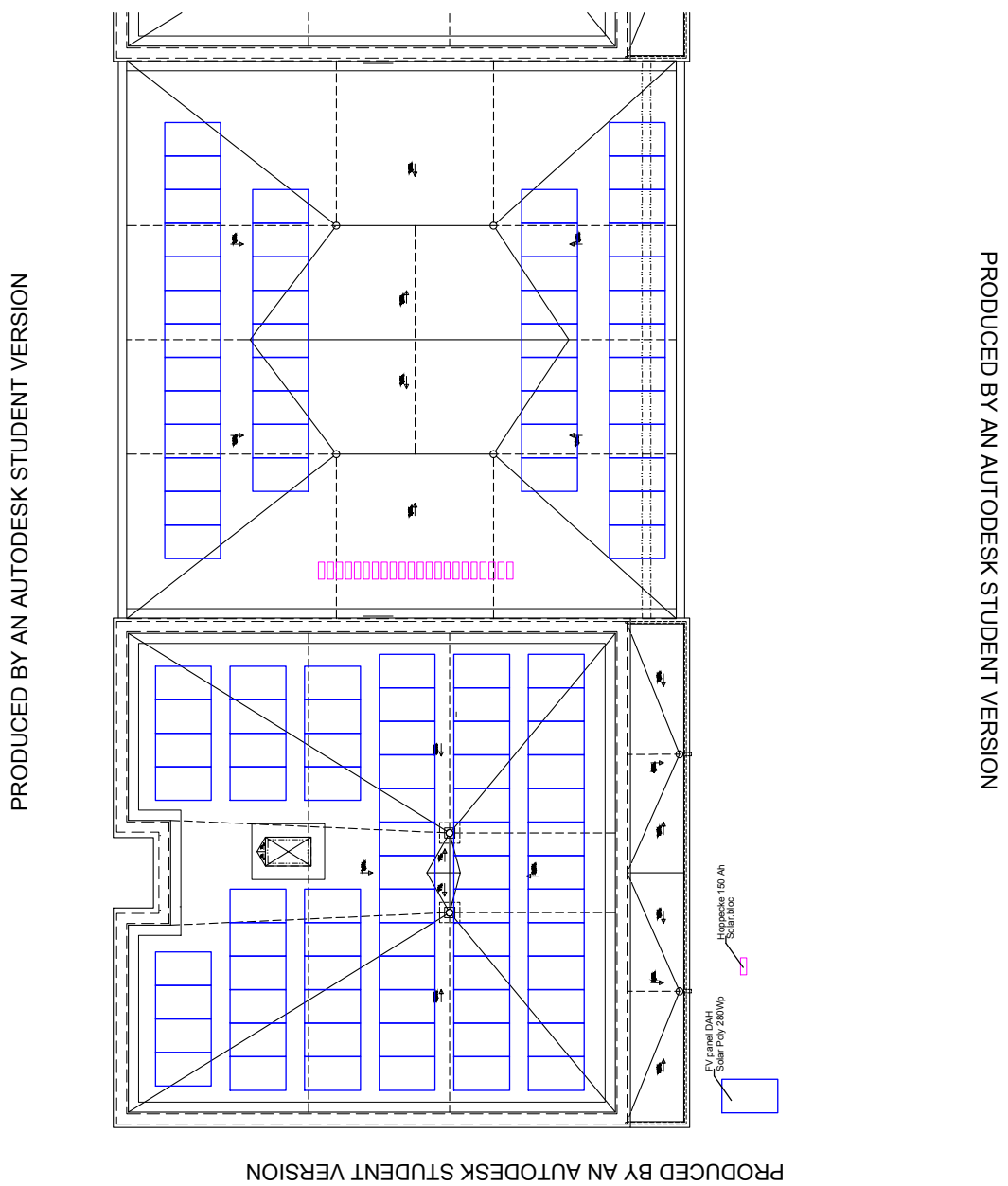


Obrázek č. 6 — Schéma technické místnosti



## 5.2. Schémata návrhu

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



Obrázek č. 7 — Střecha objektu

### 5.3. Výpis prvků

Tabulka č. 2 — Výpis prvků pro alternativní návrh

<b>Typ zařízení</b>	<b>Název zařízení</b>	<b>Počet prvků</b>
Elektrický kotel	Therm El 23	1
Fotovoltaické panely	FV panel DAH Solar Poly 280Wp	111
Solární baterie	Hoppecke 150 Ah Solar.bloc	22
Zásobník TV	Regulus R2BC-750	1
Expanzní nádoba	Flexcon Premium 18	1
Oběhové čerpadlo	Alpha 1 25-40 130	1
Konvektor	Koraflex FK	20
Trubkové otopné těleso	Koralux Linear Max	10

## 6. Porovnání

### 6.1. Ekonomické hledisko

Při srovnání dvou zkoumaných systémů vytápění po ekonomické stránce je potřeba brát v úvahu jak náklady na pořízení otopného systému, tak i provozní náklady.

Požizovací náklady u klasického systému vytápění tvoří celkem 246 718 Kč a rozpis jednotlivých položek v rozpočtu je znázorněn v tabulce č. 3. Při pořizování systému vytápění založeném na využití slunečního záření jako energetického zdroje bude potřeba vyložit 1 225 256 Kč (viz tabulka č. 4).

Z ekonomického hlediska náklady na implementace topného systému, kde je zdrojem tepla plynový kotel, jsou menší, než topného systému s využitím solární energií a to o 978 538 Kč. V provozu však bude výhodnější alternativní vytápěcí systém protože náklady na pořízení energetického zdroje v tomto případě nejsou.

Vzhledem k uvedeným informacím lze prohlásit alternativní systém vytápění za výhodnější v dlouhodobé perspektivě.

Tabulka č. 3 — Pořizovací náklady klasického návrhu

Typ zařízení	Název zařízení	Počet prvků	Cena za jednotku	Celková cena
Plynový kotel	Viadrus Garde G 42 Eco	1	45 346 Kč	45 346 Kč
Zásobník TV	Regulus R2BC-750	1	73 409 Kč	73 409 Kč
Expanzní nádoba	Flexcon Premium 18	1	3 081 Kč	3 081 Kč
Oběhové čerpadlo	Alpha 1 25-40 130	1	6 382 Kč	6 382 Kč
Konvektor	Koraflex FK 1200x420x90 mm	4	3 362 Kč	13 448 Kč

Konvektor	Koraflex FK 1400x420x90 mm	2	3 650 Kč	7 300 Kč
Konvektor	Koraflex FK 1600x420x90 mm	2	3 997 Kč	7 994 Kč
Konvektor	Koraflex FK 1800x420x90 mm	2	4 312 Kč	8 624 Kč
Konvektor	Koraflex FK 2000x420x90 mm	6	4 774 Kč	28 644 Kč
Konvektor	Koraflex FK 2200x420x90 mm	4	5 152 Kč	20 608 Kč
Trubkové otopné těleso	Koralux Linear Max 450x900 mm	2	1 871 Kč	3 742 Kč
Trubkové otopné těleso	Koralux Linear Max 600x1810 mm	2	3 288 Kč	6 576 Kč
Trubkové otopné těleso	Koralux Linear Max 750x1810 mm	6	3 594 Kč	21 564 Kč
Celkové náklady				246 718 Kč

Tabulka č. 4 — Náklady na instalaci alternativního návrhu

<b>Typ zařízení</b>	<b>Název zařízení</b>	<b>Počet prvků</b>	<b>Cena za jednotku</b>	<b>Celková cena</b>
Elektrický kotel	Therm El 23	1	27 709 Kč	27 709 Kč
Fotovoltaické panely	FV panel DAH Solar Poly 280Wp	111	3 300 Kč	366 300 Kč
Nosná konstrukce na plochou střechu	-	111	3 315 Kč	367 965 Kč
Solární baterie	Hoppecke 150 Ah Solar.bloc	22	11 905 Kč	261 910 Kč
Zásobník TV	Regulus R2BC-750	1	73 409 Kč	73 409 Kč
Expanzní nádoba	Flexcon Premium 18	1	3 081 Kč	3 081 Kč
Oběhové čerpadlo	Alpha 1 25-40 130	1	6 382 Kč	6 382 Kč
Konvektor	Koraflex FK 1200x420x90 mm	4	3 362 Kč	13 448 Kč
Konvektor	Koraflex FK 1400x420x90 mm	2	3 650 Kč	7 300 Kč
Konvektor	Koraflex FK 1600x420x90 mm	2	3 997 Kč	7 994 Kč

Konvektor	Koraflex FK 1800x420x90 mm	2	4 312 Kč	8 624 Kč
Konvektor	Koraflex FK 2000x420x90 mm	6	4 774 Kč	28 644 Kč
Konvektor	Koraflex FK 2200x420x90 mm	4	5 152 Kč	20 608 Kč
Trubkové otopné těleso	Koralux Linear Max 450x900 mm	2	1 871 Kč	3 742 Kč
Trubkové otopné těleso	Koralux Linear Max 600x1810 mm	2	3 288 Kč	6 576 Kč
Trubkové otopné těleso	Koralux Linear Max 750x1810 mm	6	3 594 Kč	21 564 Kč
Celkové náklady				1 225 256 Kč

## 6.2. Ekologické hledisko

Z ekologického hlediska alternativní zdroje energie využití ve vytápění jsou méně škodlivé pro životní prostředí a zdravotní stav živých organismů, protože vytápění pomocí slunečního záření neprodukuje žádné CO<sub>2</sub>, když spalování plynu produkuje přibližně 0,55 kg CO<sub>2</sub> na 10 získaných MJ energie [45], což pak má vliv na prostředí, ve kterém žijeme. Přebytek CO<sub>2</sub>, který nastává při spalování fosilních paliv, vytváří skleníkový efekt, což škodí Zemi. Skleníkový efekt způsobuje globální oteplování.

U zemního plynu, v protikladu k ostatním neobnovitelným nosičům energie, se jeho spalováním uvolňuje daleko méně oxidu uhličitého, ale to pořád je uvolňování oxidu uhličitého a to pořád škodí, když při použití alternativních zdrojů

energie chráníme planetu proti globálnímu oteplování. Tím samým jenom pár kroků nás odděluje od toho, že přestaneme používat zdroje, které jsou neobnovitelné a produkují CO<sub>2</sub>.

## 7. Závěr

Předmětem bakalářské práce byl návrh vytápění bytového domu a dále návrh alternativního zdroje energie, to znamená, že jsou představeny dvě varianty řešení systému vytápění. Tyto varianty jsou obě vhodné pro vytápění vybraného bytového domu. Každá varianta má své výhody a nevýhody, podle kterých pak může být rozhodnuto, která z variant bude vhodná pro danou oblast i daný případ.

První varianta tzv. klasické vytápění se zdrojem energie ve formě zemního plynu. Výhody tohoto řešení jsou, například, nižší pořizovací náklady, vysoká účinnost, jednoduchá distribuce plynu k uživateli. Nevýhody — produkce oxidu uhličitého, vyšší provozní náklady, možnost exploze v případě vážné poruchy, využití neobnovitelného zdroje energie.

Provedení druhé varianty je řešeno pomocí alternativního zdroje energie. Výhody využití solární energie pro vytápění objektu jsou, například, téměř nulové provozní náklady, využití obnovitelného zdroje energie, žádná produkce CO<sub>2</sub>, nevyžaduje náročnou údržbu. Nevýhody — vyšší pořizovací náklady, technická zřízení zabírají víc místa, systém je závislý na intenzitě záření.

Na základě výhod a nevýhod každé varianty řešení může být vybrán vhodný. Podle mého názoru s ohledem na veškerou snahu, nepodaří se vytvořit účinný systém vytápění, který bude fungovat jenom na základě slunečního záření, protože v České Republice nejsou v dostatečném množství slunečních dnů, aby navržený systém fungoval zaručeně správně, proto i nadále zůstává potřeba v napojení na klasické systémy vytápění avšak se zachováním určitého podílu alternativních zdrojů energie.



## **8. Seznam obrázků**

Obrázek č. 1 — Druhy paliv podle skupenství a původu

Obrázek č. 2 — Možnosti využití obnovitelných zdrojů energie

Obrázek č. 3 — Využití biomasy

Obrázek č. 4 — Funkční schéma tepelného čerpadla

Obrázek č. 5 — Umístění stavby

Obrázek č. 6 — Schéma technické místnosti

Obrázek č. 7 — Střecha objektu

## **9. Seznam tabulek**

Tabulka č. 1 — Výpis prvků pro klasický návrh

Tabulka č. 2 — Výpis prvků pro alternativní návrh

Tabulka č. 3 — Pořizovací náklady klasického návrhu

Tabulka č. 4 — Pořizovací náklady alternativního návrhu

## 10. Použité zdroje

[1] SKRUŽNÝ, Ludvík. Funkce a vývoj otopných zařízení v období od paleolitu po novověk: z historie otopných zařízení. In: Svorník 1/2003: sborník příspěvků z I. konference stavebně historického průzkumu 4.-6. 6. 2002 v Zahrádkách u České Lípy: vývoj a funkce topenišť. Praha: Unicornis, 2003, s. 7-42. ISBN 80-86562- 00-X.

[2] PODBORSKÝ, Vladimír. Dějiny pravěku a rané doby dějinné. Brno: Masarykova univerzita, 1997. ISBN 80-210-1706-6.

[3] BAŠTA, Jiří. Otopné plochy: otopná tělesa. 2. přeprac. vyd. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2016. ISBN 978-80-01-05943-2.

[4] CIHELKA, Jaromír. Kapitoly z dějin vytápění: IV. část: ústřední vytápění kouřovými plyny a teplým vzduchem. Zdravotní technika a vzduchotechnika [online]. Praha, 1970, 13(1), 9-14 [cit. 2020-05-13]. Dostupné z: <http://www.stpcr.cz/?download=scan/1970-1.pdf>

[5] MUSIL, Jiří. Římské hypokaustum, funkce a užití. In: Svorník 1/2003: sborník příspěvků z I. konference stavebně historického průzkumu 4.-6. 6. 2002 v Zahrádkách u České Lípy: vývoj a funkce topenišť. Praha: Unicornis, 2003, s. 43-48. ISBN 80-86562-00-X.

[6] CIHELKA, Jaromír. Kapitoly z dějin vytápění: III. část: kachlová a kovová kamna. Zdravotní technika a vzduchotechnika [online]. Praha, 1969, 12(4), 153- 160 [cit. 2017-05-13]. Dostupné z: <http://www.stpcr.cz/?download=scan/1969-4.pdf>

[7] CIHELKA, Jaromír. Kapitoly z dějin vytápění: I. část: otevřená ohniště a krby. Zdravotní technika a vzduchotechnika [online]. Praha, 1968, 11(6), 285- 291 [cit. 2020-05-14]. Dostupné z: <http://www.stpcr.cz/?download=scan/1968-6.pdf>

[8] CIHELKA, Jaromír. Kapitoly z dějin vytápění: II. část: odtahy kouře a komíny. Zdravotní technika a vzduchotechnika [online]. Praha, 1969, 12(3), 105-113 [cit. 2020-05-14]. Dostupné z: <http://www.stpcr.cz/?download=scan/1969-3.pdf>

[9] MORÁVEK, Václav a Alois JUKL. Úsporné vytápění bytů: kamna, topidla, sporáky a ohřívače vody. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1974. Odborné příručky pro stavebnictví.

[10] CIHELKA, Jaromír. Kapitoly z dějin vytápění: II. část: odtahy kouře a komíny. Zdravotní technika a vzduchotechnika [online]. Praha, 1969, 12(3), 105-113 [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: <http://www.stpcr.cz/?download=scan/1969-3.pdf>

[11] HAVAŠ, Peter a Vladimír INSTITORIS. Krby a kachlová kamna. 1. české vyd. Praha: BEN - technická literatura, 1997. ISBN 80-86056-07-4.

[12] KADLECOVÁ, Anna a Alex KADLEC. Krby a krbová kamna. 2. vyd. Brno: Littera, 2001. ISBN 80-85763-15-X.

[13] POKORNÝ, Václav. Vytápění, větrání a chlazení budov. Uprav. dotisk 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství v Praze, 1950.

[14] BYSTRICKÝ, Václav a Antonín POKORNÝ. Technická zařízení budov - B. 2. vyd. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2006. ISBN 80-01-03450-X.

[15] PURKYNĚ, Jan Evangelista. Ústřední topení a větrání: ústřední topení: díl I. Praha: Česká matice technická, 1900.

[16] PETRÁŠ, Dušan. Vytápění rodinných a bytových domů. Bratislava: Jaga, 2005. ISBN 80-8076-020-9.

[17] Available energy sources for heating. Vaillant.info [online]. 2020 [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: <https://www.vaillant.info/customers/advice-knowledge/available-energy-sources-for-heating/>

[18] Možnosti vytápění: Čím můžete topit? A za kolik? Nazeleno.cz [online]. c2020 [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: <https://www.nazeleno.cz/moznosti-vytapeni-cim-muzete-topit-a-za-kolik.aspx>

[19] Heating Energy Sources. Radiantec.com [online]. 2020 [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: <https://www.radiantec.com/about-radiant-heating/heating-sources/>

[20] Gas. Vaillant.info [online]. c2020 [cit. 2020-05-16]. Dostupné z: <https://www.vaillant.info/customers/advice-knowledge/available-energy-sources-for-heating/gas/>

[21] Plynárenství - Zdroje. Mojeenergie.cz [online]. c2020 [cit. 2020-05-16]. Dostupné z: <http://www.mojeenergie.cz/cz/plynarenstvi-zdroje>

[22] Co je zemní plyn a jaké jsou jeho hlavní výhody? Snizujeme.cz [online]. 2012 [cit. 2020-05-16]. Dostupné z: <http://www.snizujeme.cz/clanky/vyhody-zemniho-plynu/>

[23] DIVIŠOVÁ, Michaela. Topíme plynem: Výhody a nevýhody různých způsobů plynového vytápění. Penize.cz [online]. 2014 [cit. 2020-05-16]. Dostupné z: <https://www.penize.cz/nakupy/290240-topime-plynem-vyhody-a-nevyhody-ruznych-zpusobu-plynoveho-vytapeni>

[24] BUDÍN, Jan. Zemní plyn - těžba, vlastnosti a rozdělení. Oenergetice.cz [online]. 2015 [cit. 2020-05-16]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/plyn/zemni-plyn-tezba-vlastnosti-a-rozdeleni>

[25] Oil is an efficient resource for heating. Vaillant.info [online]. c2020 [cit. 2020-05-16]. Dostupné z: <https://www.vaillant.info/customers/advice-knowledge/available-energy-sources-for-heating/oil/>

[26] Ropa. Aktualne.cz [online]. 2011 [cit. 2020-05-16]. Dostupné z: <https://www.aktualne.cz/wiki/zahranici/ropa-nafta-benzin/r~i:wiki:1460/>

[27] Ropa. Cez.cz [online]. c2020 [cit. 2020-05-16]. Dostupné z: [https://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/encyklopedie-energetiky/02/ropa\\_1.html](https://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/encyklopedie-energetiky/02/ropa_1.html)

[28] Vznik ropy. Ropa.cz [online]. c2020 [cit. 2020-05-16]. Dostupné z: <https://www.ropa.cz/vznik-ropy/>

[29] Uhlí a jeho zpracování. Web.archive.org [online]. c2008 [cit. 2020-05-16]. Dostupné z: <https://web.archive.org/web/20081024141852/http://chemlinkcz.cz/chemicka-technologie/uhli-a-jeho-zpracovani>

[30] Ložiska nerostů - energetické suroviny. Geologie.vsb.cz [online]. c2020 [cit. 2020-05-16]. Dostupné z: [http://geologie.vsb.cz/loziska/loziska/loziska\\_energetickych\\_surov.html#HN%CCD%C9%20UHL%CD%20\(+%20LIGNIT\)](http://geologie.vsb.cz/loziska/loziska/loziska_energetickych_surov.html#HN%CCD%C9%20UHL%CD%20(+%20LIGNIT))

[31] PRŮCHA, Jaroslav. UHLÍ: Výhody a nevýhody. Iuhli.cz [online]. 2014 [cit. 2020-05-16]. Dostupné z: <https://iuhli.cz/uhli-vyhody-a-nevyhody/>

[32] Electricity – provides instant heat with little effort. Vaillant.info [online]. c2020 [cit. 2020-05-16]. Dostupné z: <https://www.vaillant.info/customers/advice-knowledge/available-energy-sources-for-heating/electricity/>

[33] Renewable energy directive. European Commission [online]. 2020 [cit. 2020-05-17]. Dostupné z: [https://ec.europa.eu/energy/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive/overview\\_en](https://ec.europa.eu/energy/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive/overview_en)

[34] Alternativní zdroje energie - Obnovitelné zdroje energie. Home.zcu.cz [online]. c2020 [cit. 2020-05-16]. Dostupné z: <http://home.zcu.cz/~mikaMM/Motivace%20MM/Tok%20energie/Alternativn%C3%AD%20zdroje%20energie.htm#menu>

[35] Heat from Renewable Energy Sources. Ec.europa.eu [online]. 2002 [cit. 2020-05-17]. Dostupné z: [https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/eccp/second/docs/renewable\\_energy\\_srcs\\_heat\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/eccp/second/docs/renewable_energy_srcs_heat_en.pdf)

[36] Netradiční zdroje energie. Fast10.vsb.cz [online]. c2020 [cit. 2020-05-17]. Dostupné z: [http://fast10.vsb.cz/tzb\\_FBI/11.html](http://fast10.vsb.cz/tzb_FBI/11.html)

[37] VOBOŘIL, David. Biomasa - využití, zpracování, výhody a nevýhody, energetické využití v ČR. Oenergetice.cz [online]. [cit. 2020-05-17]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/technologie/obnovitelne-zdroje-energie/biomasa-vyuziti-zpracovani-vyhody-a-nevyhody>

[38] Jaké výhody má vytápění biomasou? Eon.cz [online]. c2020 [cit. 2020-05-17]. Dostupné z: <https://www.eon.cz/radce/uspora-energie/jak-na-usporne-vytapeni/jake-vyhody-ma-vytapeni-biomasou>

[39] Solar energy. Vaillant.info [online]. [cit. 2020-05-17]. Dostupné z: <https://www.vaillant.info/customers/advice-knowledge/available-energy-sources-for-heating/solar-energy/>

[40] Elektroenergetika - Zdroje. Mojeenergie.cz [online]. c2020 [cit. 2020-05-17]. Dostupné z: <http://www.mojeenergie.cz/cz/elektroenergetika-zdroje>

[41] ROJKO, Martin. Solární energie - výhody a nevýhody získávání elektřiny ze slunce. Prumyslovaekologie.cz [online]. 2018 [cit. 2020-05-17]. Dostupné z: <https://www.prumyslovaekologie.cz/info/solarni-energie-vyhody-a-nevyhody-ziskavani-elektřiny-ze-slunce>

[42] Environmental heat energy. Vaillant.info [online]. c2020 [cit. 2020-05-16]. Dostupné z: <https://www.vaillant.info/customers/advice-knowledge/available-energy-sources-for-heating/environmental-heat-energy/>

[43] Typy tepelných čerpadel. Cerpada-ivt.cz [online]. c2020 [cit. 2020-05-16]. Dostupné z: <https://www.cerpada-ivt.cz/cz/typy-tepelnych-cerpadel>

[44] LACHNIT, Petr. Tepelné čerpadlo: Výhody a nevýhody. Estav.cz [online]. c2020 [cit. 2020-05-17]. Dostupné z: <https://www.estav.cz/cz/3537.tepelne-cerpadlo-vyhody-a-nevyhody>

[45] How much carbon dioxide is produced when different fuels are burned? Eia.gov [online]. 2019 [cit. 2020-05-19]. Dostupné z: <https://www.eia.gov/tools/faqs/faq.php?id=73&t=11>

## **11. Použitý software**

Autodesk AutoCAD 2020

Pages (verze 6.3.1)

Microsoft Excel pro Mac (verze 16.36)

Raucad Techcon 2020 (verze 9.0)

## **12. Seznam příloh a výkresové dokumentace**

Přílohy:

- Technická zpráva
- Výpočty
- Technické listy

Výkresová dokumentace:

- Výkres č. 1 — Půdorys 1.NP
- Výkres č. 2 — Půdorys 2.NP
- Výkres č. 3 — Půdorys 3.NP
- Výkres č. 4 — Rozvinutý pes stoupacím potrubím
- Výkres č. 5 — Detail technické místnosti
- Výkres č. 6 — Funkční schéma