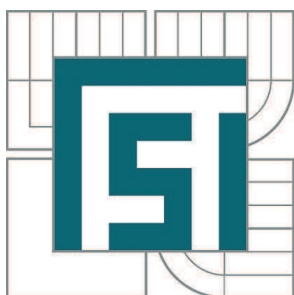


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ENERGETICKÝ ÚSTAV

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
ENERGY INSTITUTE

MODERNÍ TRENDY VE VYTÁPĚNÍ RODINNÉHO DOMU

MODERN TRENDS OF HEATING OF FAMILY HOUSE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

ALEŠ LYČKA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. MARTIN LISÝ, Ph.D.

BRNO 2014

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Energetický ústav

Akademický rok: 2013/14

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Aleš Lyčka

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Moderní trendy ve vytápění rodinného domu

v anglickém jazyce:

Modern Trends of Heating of Family House

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Provést rešerži a základní porovnání různých způsobů vytápění rodinných domů se zaměřením na nové, moderní technologie vytápění

Cíle bakalářské práce:

Provedení rešerže základních způsobů vytápění RD

Základní porovnání jednotlivých způsobů vytápění



Seznam odborné literatury:

Jandačka, J., Mikulík, M.: Technologie pre zvyšovanie energetickeho potencialu biomasy. TU Žilina 2007, ISBN 978-80-969595-4-9

Bašta J.: Regulace vytápění, ČVUT v Praze, 2007 ISBN - 978-80-01-02582-6

Brož, K.: Vytápění. Praha 2006, ISBN 80-01-02536-5

Firemní a internetové zdroje

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Martin Lisý, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2013/14.

V Brně, dne 19.11.2013



doc. Ing. Zdeněk Skála, CSc.
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr. h. c.
Děkan

ABSTRAKT

Cílem této bakalářské práce bylo shrnout poznatky o dnešních způsobech vytápění rodinných domů s důrazem na moderní technologie. Následně provést základní porovnání jednotlivých způsobů vytápění na modelovém domě.

KLÍČOVÁ SLOVA

vytápění, kotel, tuhá paliva, plyn, elektrická energie, tepelná čerpadla, solární systémy, biomasa

ABSTRACT

The aim of the thesis was to summarize current knowledge of the ways of heating with an emphasis on modern technology. Then to perform a basic comparison of the various methods of heating on the model house.

KEYWORDS

Heating, boiler, solid fuels, gas, electric power, heat pumps, solar systems, biomass

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

LYČKA, A. *Moderní trendy ve vytápění rodinného domu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2014. 45 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Martin Lisý, Ph.D..

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením Ing. Martina Lisého, Ph.D. a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 20. května 2014

.....

Aleš Lyčka

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Martinu Lisému, Ph.D. za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc při zpracování mé bakalářské práce. Dále chci poděkovat své rodině za podporu během celého studia.

OBSAH

Úvod	11
1 Historie	12
2 Současnost	13
3 Vytápění tuhými palivy	15
3.1 Kotle na uhlí a koks	15
3.1.1 Automatický kotel	15
3.2 Biomasa	16
3.2.1 Spalování	16
3.2.2 Pelety	17
3.2.3 Brikety	17
3.2.4 Dřevní štěrka	18
3.2.5 Kotle na kusové dřevo	19
3.2.6 Zplyňovací kotle	20
3.2.7 Krbové kamna	20
4 Vytápění plynem	21
4.1 Atmosférické plynové kotle	21
4.1.1 Stacionární plynové kotle	21
4.1.2 Závěsné plynové kotle	22
4.2 Kondenzační plynové kotle	22
5 Vytápění elektrickou energií	23
5.1 Konvekční vytápění	23
5.2 Infra a sálavé vytápění	24
5.2.1 Velkoplošné sálavé systémy	25
6 Vytápění tepelnými čerpadly	26
6.1 Princip fungování tepelného čerpadla	26
6.2 Typy tepelných čerpadel	27
6.2.1 Tepelné čerpadlo typu vzduch/voda	27
6.2.2 Tepelné čerpadlo typu země/voda	28
6.2.3 Tepelné čerpadlo typu voda/voda	29
7 Solární systémy	30
7.1 Fotovoltaika	30
7.1.1 Budoucnost	30
7.2 Fototermika	31
7.2.1 Ploché kolektory	31
7.2.2 Vakuové kolektory	32

8	Návrh vytápění pro modelový dům	33
8.1	Popis modelového domu	33
8.2	Výpočet tepelných ztrát modelového domu	34
8.3	Výpočet množství tepla pro vytápění a ohřev vody	34
8.3.1	Z průměrné spotřeby plynu	34
8.3.2	Pomocí tabulky TZB info	35
8.4	Srovnání výsledků výpočtů	35
8.5	Porovnání možných variant výměny kotle	36
8.5.1	Plynový kondenzační kotel	36
8.5.2	Automatický kotel na spalování uhlí	37
8.5.3	Automatický kotel na biomasu	38
8.5.4	Závěrečné porovnání	38
	Závěr	39
	Použité informační zdroje	40
	Seznam obrázků	44
	Seznam tabulek	45
	Seznam použitých zkratk a symbolů	46

ÚVOD

V klimatických podmínkách, které panují v České Republice, se obvykle vytápí nebo aspoň přitápí 7-8 měsíců ročně. Při vytápění dochází ke spotřebě až 60 % veškeré spotřebované energie v domácnostech. [1], [2]

Při postupném zvyšování cen paliv se pochopitelně množí snahy spotřebu co nejvíce snížit a zefektivnit využívání energií. Díky tomu se jedná o téma v dnešní době velice aktuální. Snaha o zefektivnění spalování a snížení spotřeby energií postupem času přináší výsledky, dochází k modernizaci topných systémů.

Těch je na dnešním trhu velké množství. Jejich rozdělení a porovnání s důrazem kladeným na moderní způsoby vytápění přináší tato práce. Každý způsob je něčím specifický, má své výhody i nevýhody a lze jej v jistých případech doporučit více, v jiných zase méně. Nejdůležitějšími hledisky jsou bezesporu pořizovací cena a taky následné náklady na provoz.

Snem každého člověka pořizující si novou nebo rekonstruující starší nemovitost je její co nejnížší energetická náročnost. Vrcholem těchto snad jsou tzv. pasivní domy. Investice do takové nemovitosti se postupně vrací, protože se ušetří na nakupovaných energiích.

Možnosti jak snížit spotřebu energií v rodinném domě je celá řada. Počínaje snížením ztrát tepla přes zdi, okna, střechu, větráním atd. Nutné je správně vybrat zdroj tepla dimenzovaný dle daných prostor. K efektivnějšímu využívání energie napomáhají také elektronicky řízené komponenty topné soustavy.

V některých místnostech je velmi účinné využít podlahového vytápění, které i při relativně nízké teplotě topných částí dokáže vytvořit dostatečnou tepelnou pohodu.

1 HISTORIE

Potřeba vytápět své obydlí provází člověka již od nepaměti. V prvopočátku lidé využívali oheň ve dvou podobách – otevřený a uzavřený. Spalovalo se většinou dřevo.

V jedněch z nejstarších dochovaných zmínek o vytápění se dozvídáme, že již v letech do 1. století před naším letopočtem na území Římské říše využívali k vytápění kouřové plyny. Ty byly vedeny v dutinách stěn nebo v podlaze. Postupem času tento mechanismus začali používat i v Číně. [3]

Ve středověku se lidé vrátili k primitivnějším způsobům vytápění. Jednalo se pouze o otevřená nebo jednoduše zakrytá ohniště, kde kouř odcházel z místnosti pomocí díry ve stropě. K dalšímu vývoji došlo počátkem 14. století, kdy se rozmohlo používání komínů. Následně se staly oblíbené kachlová kamna a krby. V nich zatápělo služebnictvo z prostor, které byly oddělené od obývacích. [3]

Následná modernizace směřovala k odstranění hygienických nevýhod dosud využívaných systémů. První teplovodní soustava se objevila na konci 18. století. Na počátku 19. století došlo k rozšíření spalování uhlí následovaného koksem. [3]

Během 20. století se v domácnostech rozšířily kotle na tuhá paliva a plyn. K zatím nejmodernější způsobům vytápění v dnešní době patří tepelná čerpadla a využívání energie ze Slunce díky solárním panelům.

2 SOUČASNOST

V současné době je na trhu velké množství kotlů. Způsob vytápění a výkon kotle je nutné přizpůsobit rozměrům domu, úrovni jeho zateplení a velikosti tepelných ztrát.

Běžná je i situace, kde je dům vybaven více než jedním druhem kotle. Poté dle potřebného výkonu, požadovaného pohodlí atd., se využívá v jeden okamžik pouze jeden. Příkladem může být plynový kotel, který díky řídicímu systému udržuje v domě tepelnou pohodu při maximálním uživatelském pohodlí. Tomu sekunduje kotel na tuhá paliva, využívaný v případech, kdy je potřeba krátkodobě zvýšit teplotu buď v celém domě, nebo pouze lokálně pomocí krbu.

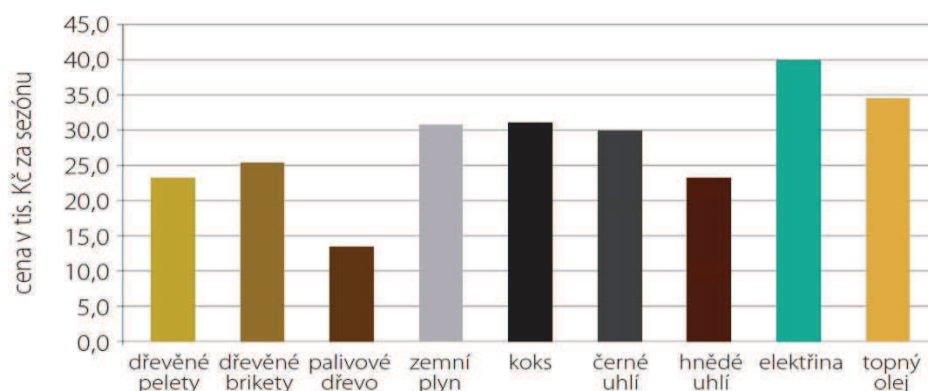
Dnes již existuje možnost snížit náklady na vytápění změnou dodavatele a to nejenom u tuhých paliv, ale také u elektřiny nebo plynu.

Topné systémy můžeme rozdělit na:

- lokální – Nacházející se přímo ve vytápěných místnostech. Jsou to například kachlová kamna na dřevo, plynová topidla nebo elektrické konvektory.
- ústřední – Kotel se většinou nachází v technické místnosti a teplo je po domě dále rozváděno médiem, nejčastěji vodou, nebo se využívá teplovzdušného vytápění. Ústřední topné systémy jsou vhodné do domů a bytů kde je větší počet místností.

Vytápět je možné pomocí:

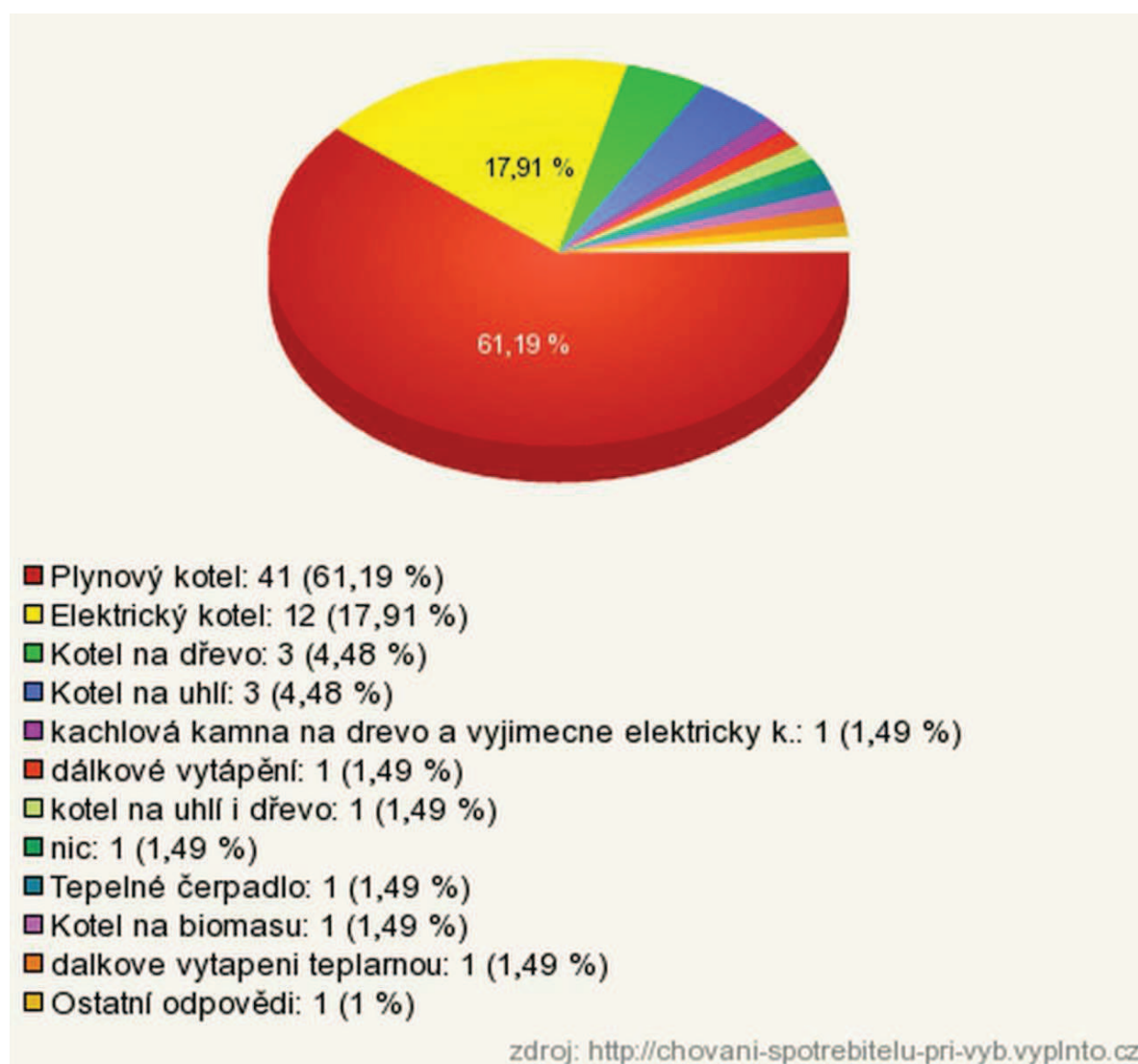
- elektřiny
- zemního plynu, propan-butanu
- topného oleje
- uhlí, koksu
- dálkového tepla
- polenového dřeva nebo briket
- dřevěných peletek, jiné biomasy
- tepelného čerpadla
- kogenerační jednotky [6]



Obr. 1 Porovnání nákladů na vytápění [4]

„Výpočet nákladů na vytápění vychází ze statistik cen paliv pro domácnosti Ministerstva průmyslu a obchodu, Českého statistického úřadu, údajů CZ Biom a vlastního šetření. V případě cen elektřiny a zemního plynu jsou použity nejvyužívanější tarify a dodavatelé v České republice (RWE a ČEZ). Ve výpočtu je uvažován modelový případ spotřeby tepla 70 GJ za rok a nejběžnější typy a účinnosti používaných kotlů. Náklady na paliva jsou zprůměrovány z měsíčních cen paliv pro domácnosti v průběhu celého roku.“ [4]

Součástí diplomové práce Ing. Michaely Winterové, zabývající se chováním spotřebitelů při výběru zdroje vytápění je taky dotazník s názvem: Jaký je Váš stávající druh vytápění? Výsledky odpovědí 67 respondentů jsou následující:



Obr. 2 Jaký je Váš stávající druh vytápění? [5]

Z grafu je patrné, že převážná většina dotázaných využívá k vytápění svého domu plynový kotel – 61,19%. Následovaný kotlem elektrickým se zastoupením 17,91 % a již s nižším procentuálním podílem kotel na dřevo 4,48% a na uhlí 4,48%.

3 VYTÁPĚNÍ TUHÝMI PALIVY

Spalování tuhých paliv je jedním z nejstarších způsobů vytápění. Dodnes je ve velké míře využíváno a stále dochází k jeho modernizaci díky novým nápadům v konstrukcích kotlů. Mezi tuhá paliva řadíme uhlí a biomasu.

3.1 KOTLE NA UHLÍ A KOKS

HNĚDÉ UHLÍ

Jedno z nejméně ekologických paliv vůbec, při hoření se uvolňují karcinogenní látky. Hnědé uhlí bývá využíváno hlavně vzhledem k jeho nízké ceně. Jeho tepelná výhřevnost je relativně nízká.

ČERNÉ UHLÍ

Při spalování nevzniká tolik škodlivých látek jako u hnědého uhlí a jeho cena je vyšší. Směr, kterým se kotle na uhlí a koks poslední dobou ubírají, souvisí především se zvýšením pohodlí obsluhy a automatizace přikládání paliva do kotle.

3.1.1 Automatický kotel

Jedná se o moderní konstrukci, kde uhlí je pomocí šnekového podavače přesouváno ze zásobníku do spalovací komory, tam odhořívá na talíři a vzniklý popel odpadává na okrajích. Výrobci udávají, že díky zásobníku na 0,4 m³ paliva a šnekovému podávacímu mechanismu, (který přisunuje palivo dle nastaveného programu do hořáku kotle), lze docílit komfortního provozu vyžadujícího pouze 10 minut pozornosti denně. Udávaná účinnost je až 85 % a rozsah výkonu u nejmenšího kotle z výrobní řady je 4 až 25 kW. [6]



Obr. 3 Automatický kotel Viadrus [7]

V automatickém kotli je potřeba zatopit podobně jako v plně manuálním, ale poté až dojde k dosažení teploty média na stanovenou hranici se kotel „utlumí“, podavač přestane dodávat palivo a vypne ventilátor. Palivo se nedodává, dokud teplota média neklesne pod stanovenou mez. Pokud by však tato doba byla příliš dlouhá, mohl by se oheň uhasit. Proto zde funguje mechanismus, který v pravidelném intervalu zapíná ventilátor a přívod paliva, aby k tomu nedošlo.

Výhody: komfort používání, vyšší účinnost

Nevýhody: vyšší cena oproti manuálnímu

3.2 BIOMASA

Definice popisuje biomasu, jako hmotu organického původu. Je to obnovitelný zdroj energie.

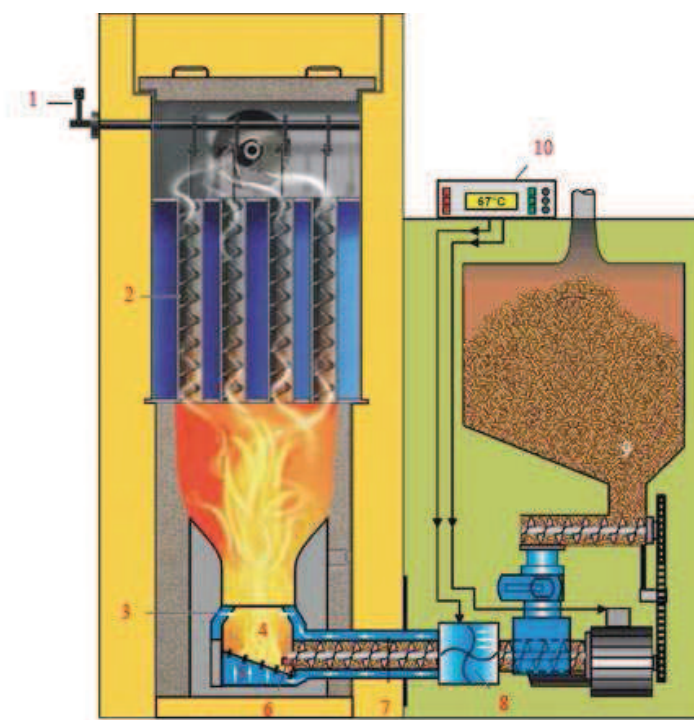
Biomasa se dělí na suchou a mokrou.

- Suchá - Především dřevo, dřevní odpad a sláma. Lze je spalovat přímo nebo po mírném vysušení.
- Mokrá - Tekuté a pevné výkaly zvířat promíchané s vodou. Nelze ji spalovat přímo.

Základní technologie zpracování se dělí na suché procesy jako je spalování, zplyňování a pyrolýza a procesy mokré, které zahrnují anaerobní vyhnívání, lihové kvašení a výrobu biovodíku. [20]

3.2.1 SPALOVÁNÍ

Ze suché biomasy se působením vysokých teplot uvolňují hořlavé plynné složky, tzv. dřevoplyn. Jestliže je přítomen vzduch, dojde k hoření. Pokud jde o zahřívání bez přístupu vzduchu, odvádí se vzniklý dřevoplyn do spalovacího prostoru, kde se spaluje obdobně jako jiná plynná paliva. Část vzniklého tepla se používá na zplyňování další biomasy. Výhodou je snadná regulace výkonu, nižší emise, vyšší účinnost. Zařízení se zplyňováním biomasy se používají stále více. Na první pohled se neliší od běžných spalovacích zařízení. [20]



Obr. 4 Kotel na biomasu – peletky [21]

S biomasou si z pohledu účinnosti nejlépe dovedou poradit moderní kotle využívané jako součást systému ústředního topení. Trh nabízí kotle na dřevo nebo na pelety a systém lze provozovat s použitím akumulčního zásobníku. Nejnovější kotle pracují s principem tzv. pyrolytického spalování, při kterém je využita energie všech hořlavých plynů, které při spalování dřeva vznikají. Výsledkem je vysoká účinnost i čistota provozu.

3.2.2 PELETY

Výlisky válcovitého tvaru stlačené za vysoké teploty. Využívají se jako náhrada fosilních paliv. Jejich délka bývá nejčastěji 5-40 mm a průměr 6-10 mm. Vyráběny bývají z dřevních zbytků, tj. z pilin a hoblin. Na trhu se začínají objevovat také pelety z rostlin, rašeliny a další biomasy.

Kotle na pelety obsahují šnekový dopravník, který automaticky odebírá pelety ze zásobníku. Ten může být vedle kotle, nebo ve vedlejší místnosti a může mít libovolnou velikost. Pokud je například jako zásobník použita část kotelní, pelety mohou vystačit na celou topnou sezónu. [42]



Obr. 5 Dřevěné pelety bez kůry [22]



Obr. 6 Kotel na pelety Atmos D15P [42]

3.2.3 BRIKETY

Vyrábějí se převážně ve tvaru válečků s průměrem větším než 40 mm a menším než 100 a délkou od 100 do 300 mm nebo jako hranoly s podobnými rozměry. Dle použitého materiálu a způsobu určení se brikety dělí na brikety vhodné na zátop a na brikety pro stále vytápění. Vyrábějí se bez nebo s otvory, které slouží k jednoduššímu hoření. Jsou ekologické. [16]

Výhřevnost briket je vyšší než 18 MJ/kg. Což je hodnota převyšující dokonce nejkvalitnější hnědé uhlí. [16]

K spalování briket se používají převážně zplyňovací kotle.



Obr. 8 Brikety [23]

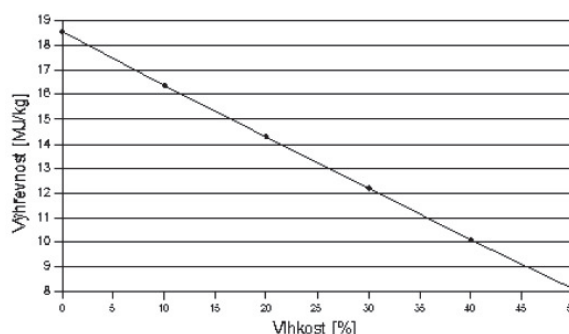


Obr. 7 Zplyňovací kotel na brikety Atmos DC 24 RS [43]

3.2.4 DŘEVNÍ ŠTĚPKA

Jedná se o odpad z provozů, kde se zpracovává dřevo. Jsou to 2 mm až 50 mm velké kusy dřeva. Její cena je nízká a výhodou je ekologičnost. Má nižší obsah uhlíku než fosilní paliva.

Dřevní štěpka se prakticky neupravuje, nelisuje atd. Před samotným spalováním se nechá pouze vysušit na slunci a větru, aby vlhkost klesla pod 30 %. Zároveň se řadí k nejkvalitnějším materiálům s vysokou výhřevností. Ta dosahuje hodnot až 12 MJ/kg, je však silně závislá na obsahu vlhkosti (viz. Obr. 9). [25]

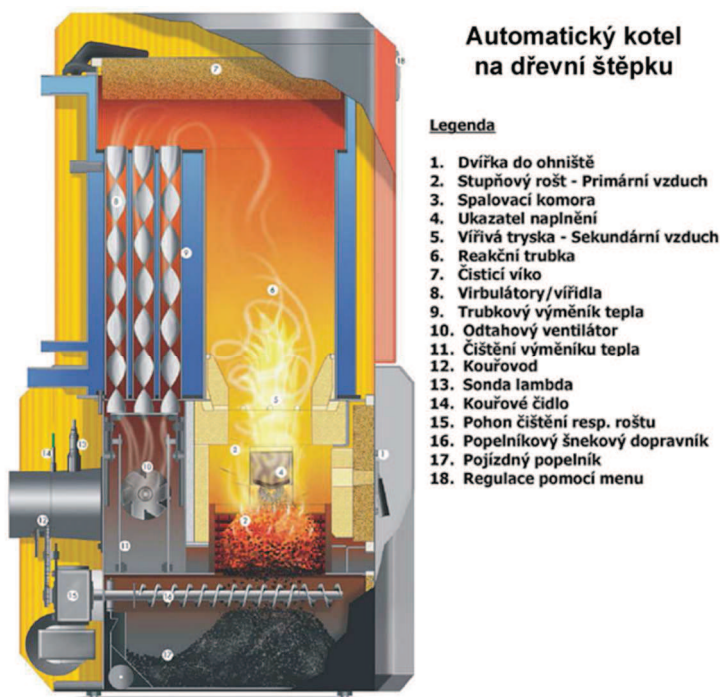


Obr. 9 Graf závislosti výhřevnosti na vlhkosti [51]

Kotle na štěpku jsou ve většině případů plně automatizovaná zařízení s dobrými spalovacími vlastnostmi a s nízkými emisemi díky řízenému systému dávkování paliva a spalného vzduchu a umožňují ekologicky spalovat i méně kvalitní palivo, kterým je dřevní štěpka s vyšším obsahem vlhkosti. Tepelný výkon je řízen plynule regulovaným přívodem paliva a vzduchu v závislosti na venkovní teplotě a požadované vnitřní teplotě. Průměrná účinnost spalování těchto kotlů se pohybuje mezi 80% a 90 %. [44]



Obr. 10 Dřevní štěpka [24]



Obr. 11 Kotel dřevěnou štěpkou [44]

Výhody: ekologické, vysoká účinnost

Nevýhody: prostor pro skladování biomasy

3.2.5 KOTLE NA KUSOVÉ DŘEVO

Často se kotle na uhlí a dřevo nerozlišují, ve většině případů lze v jednom kotli topit obojím.

PROHOŘIVACÍ KOTEL

Kotle tohoto typu jsou určeny ke spalování dřevní hmoty. Kde spalování probíhá přirozeným způsobem za nenuceného nasávání vzduchu bez pomoci ventilátoru. Vyrábějí se ve dvou provedeních - s ručním přikládáním dřeva do topeniště, nebo u dokonalejších typů opatřeny zásobníkem dřeva s násypkou, která ovšem u topení dřevem v přírodní formě může snižovat spolehlivost. Podle materiálu a konstrukce mohou dosahovat účinnosti 50 až 83 %. [33]

Výhody: Jednoduchá obsluha, možnost spalování velkých kusů dřeva, jednoduché čištění, malé rozměry, vysoká spolehlivost a dlouhá životnost. [33]

Palivo se přikládá do spalovací komory na již hořící vrstvu, která leží na roštu. Spaliny procházejí přes celou vrstvu nově přiloženého paliva. Palivo po přiložení prochází fází ohřevu, sušení, zplynění a hoření odplyněného zbytku paliva. Jedná se o nejstarší typ kotlů. Jde o jeden z nejpoužívanějších spalovacích zařízení (v ČR cca 50 % zastoupení). Což je dáno jeho příznivou cenou a životností. [34]

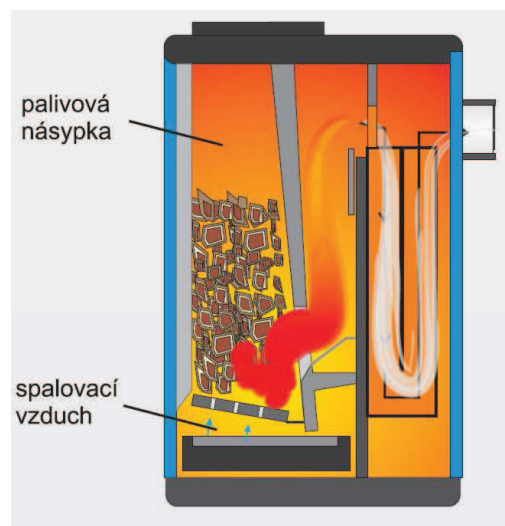


Obr. 12 Prohořivací kotel [33]

ODHOŘIVACÍ KOTEL

U odhořivacího kotle palivo odhořívá postupně ve spodní části násypky, takže je možné regulovat přísunu paliva (je dosti závislá na roštování – uvolňování popela z roštu). Navíc prchavá hořlavina uvolněná z paliva v násypce prochází zónou vysokých teplot ve spalovací komoře, takže využití hořlaviny je o něco vyšší než u prohořivacích kotlů. [35]

Dřevo se přikládá do zásobníku paliva (palivová šachta), který je umístěn nad ohništěm. Ve spalovací komoře hoří palivo na rostech (otočné, posuvné), ale spaliny neprocházejí celou vrstvou přiloženého paliva. Během provozu dochází k postupné dopravě (sesouvání) paliv z palivové šachty do prostoru spalovací komory. [34]



Obr. 13 Odhořivací způsob spalování [34]

Výhody: nižší cena prohořivacích a odhořivacích kotlů

Nevýhody: nižší účinnost, u levnějších variant zápach

3.2.6 ZPLYŇOVACÍ KOTLE

Příkladem může být kotel společnosti VIGAS. Ke spalování paliva dochází způsobem zplyňování dřeva. Podstata zplyňování spočívá v tepelném rozkladu organických a anorganických látek v uzavřené komoře kotle za mírného přetlaku primárního vzduchu vytvářeného vzduchovým ventilátorem. V první fázi dochází k vysušení prchavých složek z paliva. Ve druhé fázi se uvolněné plyny smísí v prostoru trysky s přehřátým sekundárním vzduchem a vytvoří hořící směs plynů. Ve třetí fázi dochází ke shoření plynů ve spalovacím prostoru kotle a odvedení spalín přes trubkový výměník tepla do komína. Tento způsob hoření je velmi efektivní, což má za následek výrazné snížení spotřeby paliva oproti kotlům s klasickým spalováním. [8]



Obr. 14 Zplyňovací kotel Vigas [8]

Výhody: vysoká účinnost

Nevýhody: vyšší cena kotle

3.2.7 KRBOVÉ KAMNA

V souvislosti s vytápěním dřevem jsou stále velice oblíbené krbové kamna. Zde se snoubí estetická hodnota s užitečností. Při dívání se do ohně se projevuje uklidňující efekt a člověk má pocit, že je v místnosti tepleji, než je ve skutečnosti.

Topením v krbu lze dosáhnout úspor nákladů na vytápění v obytných prostorech. Nejedná se ale o efektivní způsob vytápění celého domu. Je vhodný pouze jako doplňkový zdroj tepla. Dřevo je nutné přikládat v relativně krátkých časových intervalech, což ubírá na pohodlnosti vytápění tímto způsobem.



Obr. 15 Krbová kamna [9]

Výhody: výrazný designový prvek interiéru

Nevýhody: nízká míra pohodlí

4 VYTÁPĚNÍ PLYNEM

Tento druh vytápění se řadí mezi ekologické, při jeho spalování se uvolňuje pouze malé množství škodlivých zplodin. Má vysokou výhřevnost a patří mezi jedno z nejkomfortnějších druhů vytápění. Umožňuje jednoduché nastavení teploty, která má být v domě udržována a vše se již poté děje plně automaticky.

Cenu plynu je ovlivněna také tím, jaká je spotřeba domácnosti. Při vyšší spotřebě cena za kWh klesá. Z tohoto důvodu je výhodné při plynovém vytápění s pomocí plynu také vařit.

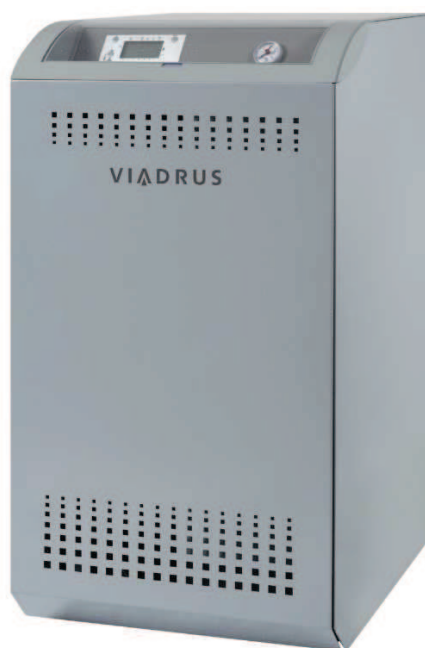
4.1 ATMOSFÉRICKÉ PLYNOVÉ KOTLE

Klasické plynové kotle, spalující zemní plyn. Přivádí se vzduch a spalování probírá za běžného atmosférického tlaku.

4.1.1 STACIONÁRNÍ PLYNOVÉ KOTLE

Stacionární kotel bývá umístěn na podlaze. Ve většině případů v samostatné technické místnosti. Odtah spalin stacionárního kotle se realizuje prostřednictvím jejich odvodu do komína.

Na trhu jsou také stacionární plynové kotle se zabudovaným zásobníkem k přípravě teplé vody.



Obr. 16 Stacionární plynový kotel Viadrus [10]

Výhody: robustnost a dlouhá životnost

Nevýhody: velké rozměry, horší možnost regulace

4.1.2 ZÁVĚSNÉ PLYNOVÉ KOTLE

Závěsný plynový kotel se kromě technické místnosti umísťuje také do obývaných prostor. Například do kuchyně, koupelny nebo chodby. U plynového závěsného kotle se využívá nuceného odvodu spalin, stěnou nebo střechou. Na rozdíl od stacionárního plynového kotle je zde jednodušší a plynulejší regulace výkonu. Důležitým aspektem je nižší cena oproti stacionárnímu kotli.

Některé závěsné kotle je možno díky speciálnímu zařízení propojit k solárním panelům a díky toho využít ekologickou solární energii. [37]



Obr. 17 Závěsný plynový kotel VU turboTEC exclusiv [36]

Výhody: nižší spotřeba plynu, malé rozměry, design

Nevýhody: nižší výkony

4.2 KONDENZAČNÍ PLYNOVÉ KOTLE

Při spalování plynu v běžném plynovém kotli dochází k vzniku vodní páry, která bez užitku odchází komínem pryč i s tepelnou energií v ní obsaženou. Kondenzační kotel tuto energii vodní páry odebere pomocí jejího ochlazení a vysrážení. Díky tomu se dosáhne vyšší účinnosti. Bývají ale až dvakrát dražší oproti atmosférickým plynovým kotlům. [11]

Plynové kotle můžeme dělit taky podle odvodu spalin:

- S odvodem spalin do komína – Spaliny odchází ven z objektu přes komín, který musí být vyvložkován.
- S nuceným odvodem spalin – Tento druh kotlů se instaluje v případech, kdy není možné použít běžný odvod do komína. Principem je vytvoření umělého tahu ventilátorem. Spaliny poté nuceně putují odtahovým systémem z domu ven.

5 VYTÁPĚNÍ ELEKTRICKOU ENERGIÍ

Vytápění elektrickou energií má oproti jiným způsobům vytápění řadu výhod. Má 100 % účinnost přeměny elektrické energie na tepelnou. Tak jak se postupem času zvedá cena elektrické energie, tak rostou i náklady na vytápění tímto způsobem. Z tohoto důvodu již není tolik využíváno, ale stále se najdou případy, kdy je využití tohoto druhu vytápění velmi výhodné. Například v nízkoenergetických domech. Zda hrají hlavní roli nízké pořizovací náklady oproti například plynovému kotli. [38]

Pokud domácnost využívá elektrické energie jako hlavní zdroj vytápění, je využití tzv. přímotopného tarifu s vypínáním vysokého tarifu HDO – hromadného dálkového ovládání. Celá domácnost s veškerými elektrickými spotřebiči tak díky tomuto tarifu spotřebovává elektřinu za nižší ceny přímotopným tarifem umožněné. Tato úspora může v ročním bilancování zcela vyrovnat relativně vyšší ceny elektrické energie v porovnání s jinými typy vytápění. [38]

5.1 KONVEKČNÍ VYTÁPĚNÍ

Klasické přímotopy, někdy také nazývané přímotopné konvektory jsou nejčastěji nástěnná, pevně instalovaná topidla pracující na jednoduchém principu výměny vzduchu o různých teplotách. Přímotop nasává dolní částí topidla chladný vzduch, který po ohřátí topným médiem samovolně vystupuje mřížkou v horní části konvektoru. U přenosného přímotopu bývá obsažen často ještě přídatný ventilátor, podporující výměnu vzduchu. [39]

Nevýhodou konvenčních elektrických topidel oproti sálavým je spojena s faktem, že přímotopy ohřívají pouze vzduch, ne předměty, stěny a osoby jako infratopidla, pro dosažení rozumné tepelné pohody musí konvektor zahřát vzduch v místnosti na poměrně vysokou teplotu, aby se následně ohřály také povrchy nábytku, stěn apod. Následkem je poměrně vysoká spotřeba elektrické energie. [39]



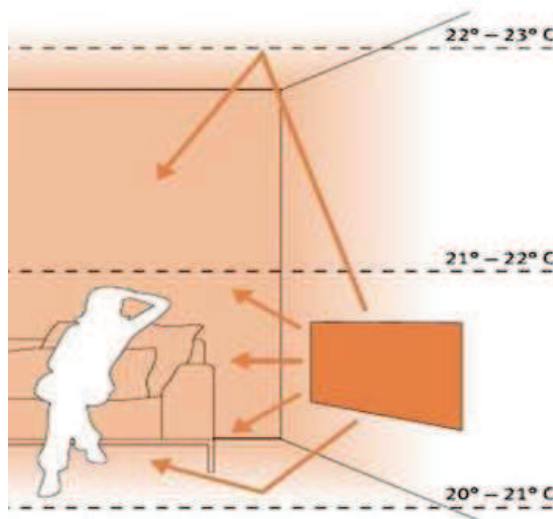
Obr. 18 Konvenční elektrické topidlo [40]

Výhody: nízká cena, manipulovatelnost, účinnost

Nevýhody: vysoká cena el. energie

5.2 INFRA A SÁLAVÉ VYTÁPĚNÍ

Infračervené vytápění využívá odporového topného prvku v topidle, který se vlivem průchodu elektrického proudu zahřívá a zároveň nahřívá i přední desku. Přes tento povrch se tvoří požadovaná vlnová délka infračervené energie. Tato energie se po dopadu na jakákoliv pevná tělesa mění v teplo – ohřívá všechny předměty, které jsou této energii vystavené. Pro vytápění jsou zásadní materiály ve vytápěném prostoru, které mají schopnost akumulace (stěny, podlahy, stropy apod.). Tato stavební konstrukce si dokáže teplo nahromadit a poté jej vrátit do vytápěného prostoru a určovat svou teplotou tepelnou pohodu ve vytápěném prostoru. Právě ve schopnosti stavebních materiálů akumulovat „infrateplo“, spočívá princip nízkoteplotního infračerveného vytápění. [41]



Obr. 19 Rozložení teplot v místnosti s infrapanelem [41]

Nejnovějším módním trendem jsou tzv. topné obrazy. Využívají principu infračerveného topení. Existuje široký výběr rámečků i obrazových motivů.



Obr. 20 Infra panel - topný obraz [41]

Výhody: designový doplněk interiéru

Nevýhody: vyšší cena oproti el. přímotopům

Například výrobce Heatstrip nabízí technologii, kde:

„Elektrická sálavá topidla představují unikátní koncept vytápění, kdy se ohřívají přímo lidé nebo objekty a ne vzduch mezi nimi. Vyzářují okamžité a přímé teplo a to okamžitě bez potřeby předehřívání.“ [12]



Obr. 21 Sálavé vytápění Heatstrip [13]

Výrobce slibuje, že je možné ušetřit až 80 % energie na vytápění v porovnání s jinými druhy topení. Jedním z důvodů úspory používání sálavých topidel je i možnost snížení prostorové teploty o 2 až 4 °C při současném dosažení větší tepelné pohody, stejně jako zvýšení teploty stěn. [12]

5.2.1 VELKOPLOŠNÉ SÁLAVÉ SYSTÉMY

Do popředí se v dnešní době dostávají tzv. velkoplošné sálavé systémy. Systém je navržen s co největším topným povrchem, který umožňuje rovnoměrné rozložení tepla, kde stačí nízká povrchová teplota topidla. Ty bývají nejčastěji uloženy pod podlahou, ve stěně nebo stropě, tudíž nezabírají místo v interiéru.

Další moderní technologií je akumulace u elektrických topných systémů. Při níž dochází k tomu, že přímotop ihned po vypnutí nevychladne, ale zůstává ještě po dobu například 20 minut stále teplý. Což překlene část doby, než se přímotop znova zapne a udržuje déle tepelnou pohodu.

6 VYTÁPĚNÍ TEPELNÝMI ČERPADLY

Tepelné čerpadlo je zařízení, které umožňuje přenášet teplo z jednoho místa na druhé, přičemž se mu musí dodávat práce z jeho okolí. Nejčastěji přenášíme teplo z chladnějšího prostředí do prostředí teplejšího. Ale cyklus je většinou možné obrátit a tepelné čerpadlo využít jako klimatizaci. Tepelná čerpadla fungují na principu obráceného Carnotova cyklu.

Existuje více druhů tepelných čerpadel, které jsou rozlišovány podle média, ze kterého odebírají teplo a kterému teplo odevzdávají. Používá se označování stylem: zdroj tepla/teplotní médium.

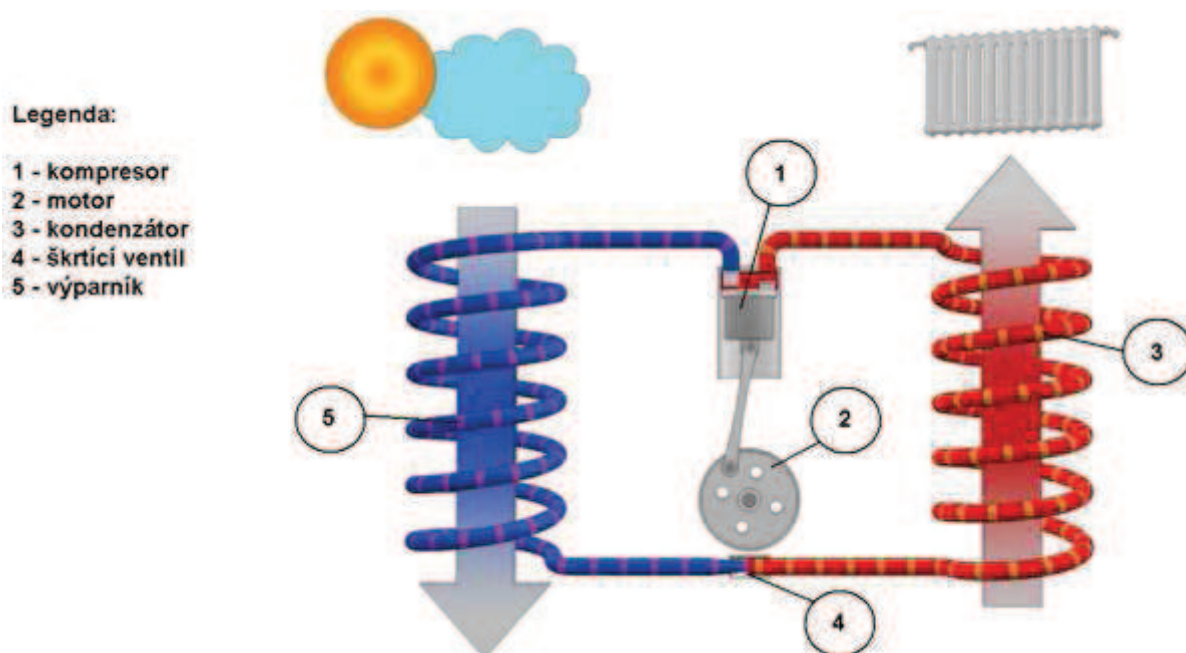
6.1 PRINCIP FUNGOVÁNÍ TEPELNÉHO ČERPADLA

Nemrznoucí směs ohřátá „přírodním teplem“ se odvádí do výparníku tepelného čerpadla, kde se nízké potenciální teplo předá chladivu kolujícím uvnitř zařízení. Chladivo se tím ve výparníku vypaří a vzniklý plyn je nasán kompresorem. [14]

Kompresor ohřáté plyné chladivo prudce stlačí a díky fyzikálnímu principu komprese, kdy při vyšším tlaku stoupá teplota, jako teplotní výtah „vynese“ ono nízké potenciální teplo na vyšší teplotní hladinu cca 80 °C. [14]

Kompresorem zahřáté chladivo putuje do kondenzátoru, teplo se zde předá do topné vody pro vytápění celého domu, ohřevu vody a plyné chladivo změní svoje skupenství na kapalné. [14]

Z kondenzátoru putuje kapalné chladivo přes expanzní ventil, kde se prudce ochladí, zpět do výparníku, kde se opět ohřeje. Tento cyklus se stále opakuje, takže tepelné čerpadlo skutečně přečerpává teplo z vnějšího prostředí do vytápěného domu. [14]



Obr. 22 Princip tepelného čerpadla [15]

6.2 TYPY TEPELNÝCH ČERPADEL

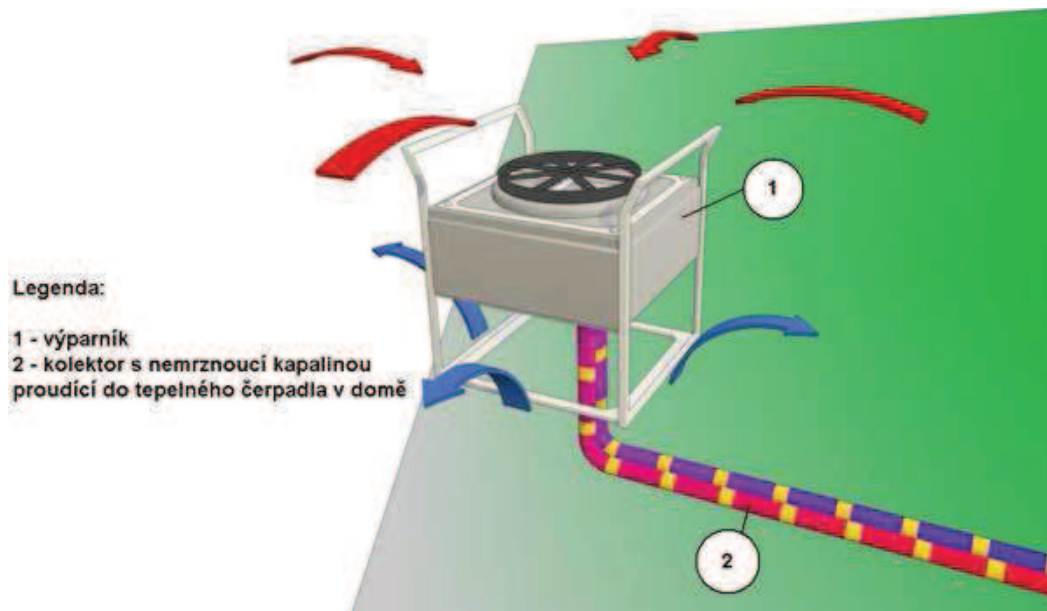
- Země/voda
- Voda/voda
- Vzduch/voda
- Vzduch/vzduch
- Odpadní vzduch/voda

Kromě výše uvedených existují také absorpční tepelná čerpadla. Jsou to vzduchová tepelná čerpadla, nejsou poháněna elektrinou, ale zdrojem tepla je nejčastěji zemní plyn, dále také propan, solární teplá voda nebo geotermální teplá voda. Tento druh čerpadel se používá především v průmyslových nebo obchodních prostorách, absorpční chladiče jsou běžně dostupné a bývají instalovány především do velkých obytných domů. [52]

6.2.1 TEPELNÉ ČERPADLO TYPU VZDUCH/VODA

Varianta vzduch/voda se volí, pokud nejde na pozemku provést hlubinný vrt nebo budovat zemní kolektory. K vytápění vnitřních místností se využívá teplo venkovního vzduchu.

Tento typ tepelného čerpadla není schopen dodávat potřebné množství tepla po celý rok, i přesto ale přináší úspory. Nejčastěji se užívá kombinace tepelného čerpadla s elektrickými topnými systémy. Ty například při velkých mrazech pomáhají čerpadlu dosáhnout požadované vnitřní teploty v domě.



Obr. 23 Princip funkce tepelného čerpadla vzduch / voda [16]

Výhody:

nižší pořizovací cena, relativně rychlá návratnost investice, snadná montáž

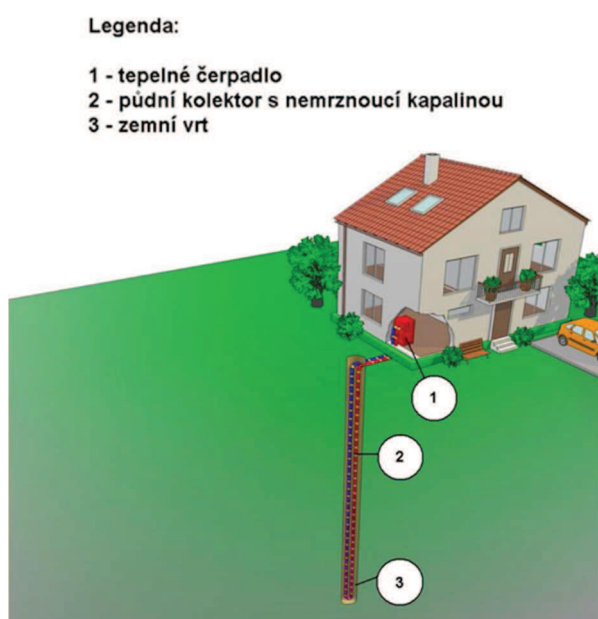
Nevýhody:

topný výkon závisí na venkovní teplotě, hlučnost, namrzání

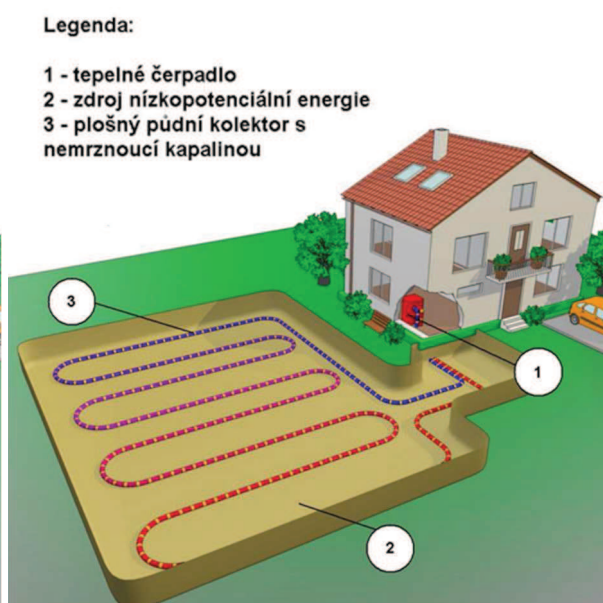
6.2.2 TEPELNÉ ČERPADLO TYPU ZEMĚ/VODA

Teplo obsažené v zemské kůře je získáváno pomocí kolektoru, ze kterého je pomocí teplotnosné nemrznoucí kapaliny přenášeno do systému tepelného čerpadla.

Odběr tepla ze země pomocí vrtu je výkonnostně výhodnější než řešení s využitím plošného kolektoru. Vrt je během roku teplotně stabilnější, neboť sondy tepelného čerpadla lze pomocí vrtných zařízení umístit do hloubky až několika desítek metrů. Obvyklá hloubka se pohybuje v rozmezí od 70 do 140 m. Výkon tepelného čerpadla země/voda je závislý na složení půdy, v praxi proto bývá instalace podmíněna několika zkušebními vrty. [17]



Obr. 24 TČ země/voda, hloubkový vrt [18]



Obr. 25 TČ země/voda, plošný kolektor [18]

Výhody:

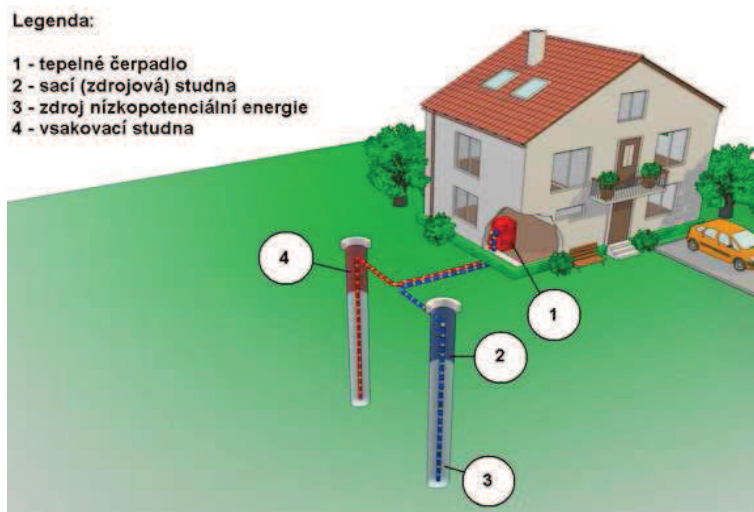
stálější výkon, bezhlučnost, nenarušuje okolí domu

Nevýhody:

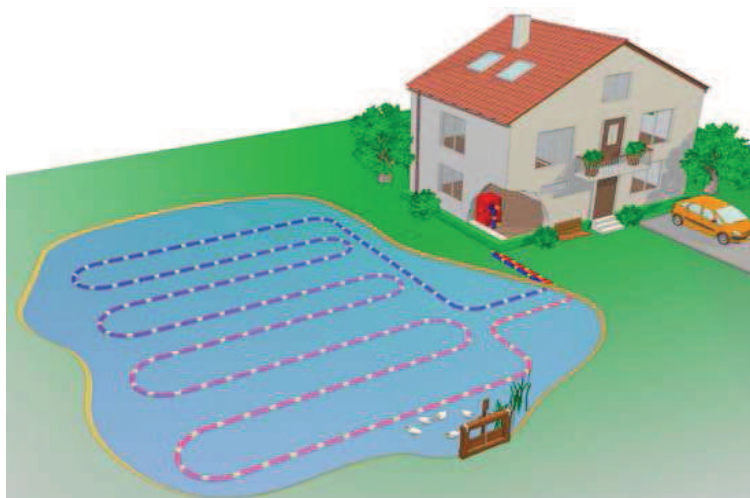
vysoké pořizovací náklady, v případě plošného kolektoru může docházet k negativnímu působení na rostliny na povrchu, velké nároky na pozemek

6.2.3 TEPELNÉ ČERPADLO TYPU VODA/VODA

Tento druh tepelných čerpadel využívá energie vody nacházející se pod povrchem. Buď jsou potřeba dvě nezávislé studny, kde se přečerpává voda z jedné do druhé, přičemž se odebírá vodě teplo. Nebo lze využít povrchovou vodu – například rybník. V tomto případě se kolektory umísťují do hloubky minimálně dvou metrů pod hladinu.



Obr. 26 TČ voda/voda, studna [19]



Obr. 27 TČ voda/voda, rybník [19]

Výhody:

stálý výkon, bezhlučnost

Nevýhody:

technicky složitější realizace, potřeba dostatečné množství podzemní vody, riziko vysušení studny, náročnější údržba, vysoké nároky na kvalitu vody

7 SOLÁRNÍ SYSTÉMY

Solární systémy se dělí na fotovoltaické a fototermické.

7.1 FOTOVOLTAIKA

Ve fotovoltaických panelech dochází pomocí fotoelektrického jevu k přeměně slunečního záření na elektrickou energii. Přesněji stejnosměrný proud. Dochází k tomu na polovodičových fotodiodách. Stejnosměrný proud se následně pomocí střídače převede na střídavé napětí, které bude mít stejné vlastnosti jako proud odebíraný z elektrické rozvodné sítě.

Pomocí fotovoltaiky se přímo nevytápí, ale v případě použití elektrického vytápění může uspořit část nákladů na energie. Účinnost fotovoltaických panelů se pohybuje od 5 % u tenkovrstvých až po téměř 20 % u monokrystalických panelů. V závislosti na teplotě se účinnost snižuje o 0,2 až 0,5 % při zvýšení teploty panelu o jeden stupeň Celsia. [53]

7.1.1 BUDOUCNOST

V současné době se vyvíjí takzvaná třetí generace fotovoltaiky, kde hlavní myšlenkou je zvýšení účinnosti za použití tenkovrstvých technologií. Zvýšení účinnosti lze dosáhnout obejitím Shockleyova-Queisserova limitu pro fotovoltaický článek s jedním polovodičovým přechodem použitím struktur s větším počtem P-N přechodů. Shockleyův-Queisserův limit definuje maximální účinnost fotovoltaického článku s jedním P-N přechodem. Další možností, jak zvýšit účinnost fotovoltaického článku je modifikace spektra záření dopadajícího na P-N přechod konverzí vysokoenergetických fotonů nebo nízko-energetických fotonů na fotony o energii, která nejlépe odpovídá fyzikálním vlastnostem P-N přechodu. [26]



Obr. 28 Fotovoltaický kolektor [27]

Výhody:

během výroby energie nedochází ke znečišťování přírody, minimální údržba, státní podpora, možnost prodeje přebytečné el. energie do sítě

Nevýhody:

vysoká pořizovací cena, negeneruje elektrickou energii v noci, při pokrytí sněhem se snižuje výkon, ztráty při převodu ze stejnosměrného na střídavý proud

7.2 FOTOTERMIKA

Účinnost fototermického systému je vyšší než účinnost systému fotovoltaického.

Podmínkou pro možnost použít solární systém k vytápění budovy je užití nízkoteplotního topná soustava. Ideálně se využívá například podlahové vytápění nebo velkoplošné radiátory.

Princip fungování je založený na černých matných kolektorech umístěných v exteriéru, ty získané teplo ze slunce předávají vodě. K vytápění pouze solární kolektor nestačí. Z důvodu zamezení ztrát tepelné energie je třeba využít celý solární systém. Ten se skládá ze solárních kolektorů, zásobníku, tepelného výměníku, oběhového čerpadla, expanzní nádoby potrubí a regulačních prvků. [28]

Dělení termických solárních kolektorů:

- ploché sluneční kolektory
- vakuové sluneční kolektory

7.2.1 PLOCHÉ KOLEKTORY

Sluneční záření je zachyceno absorbérem. V němž dochází k přeměně na tepelnou energii. Ta je následně pomocí teplotnosného média odvedena do výměníku. Kde je teplo využito k ohřátí užitkové vody nebo pro vytápění.

Zkušenosti ukazují, že pomocí termických plochých kolektorů lze v podmínkách ČR ušetřit až 75 % ročních nákladů na ohřev teplé vody. Tyto systémy dokáží pracovat s účinností až 80 %, přičemž životnost základních komponentů se pohybuje okolo 30 let. [29]



Obr. 29 Řez kolektorem TS300 [30]

Výhody:

nízká pořizovací cena

Nevýhody:

negeneruje tepelnou energii v noci, při pokrytí sněhem se snižuje výkon

7.2.2 VAKUOVÉ KOLEKTORY

Jedná se o vylepšený kapalinový sluneční kolektor. Ve srovnání s plochými kolektory má vyšší výkon, nižší tepelné ztráty. Zvláště když je rozdíl teploty vzduchu a kolektoru výrazný nebo při menším záření. Ztráty se ve vakuových kolektorech minimalizují odstraněním vzduchu z kolektoru.

Solární kolektory prostřednictvím vakuované trubice zachycují sluneční záření a přeměňují jej na tepelnou energii. Vlivem působení této energie dochází k vypařování teplotnosného média (nejčastěji voda při sníženém tlaku, nebo alkohol), ta přechází jako pára do kondenzátoru, kde předá teplo topné vodě. Poté se ochladí, zkapalní a vrací se zpět do kolektoru. [31]



Obr. 30 Vakuový kolektor [32]

Energetické zisky:

- Kapalinové kolektory bez selektivního povrstvení 250 – 400 kWh/m² za rok
- Kapalinové kolektory se selektivním povrstvením 320 – 530 kWh/m² za rok
- Vakuové trubicové kolektory 400 – 890 kWh/m² za rok [31]

Výhody:

vysoká účinnost

Nevýhody:

vysoká pořizovací cena, nevhodné pro ohřívání vody v bazénu

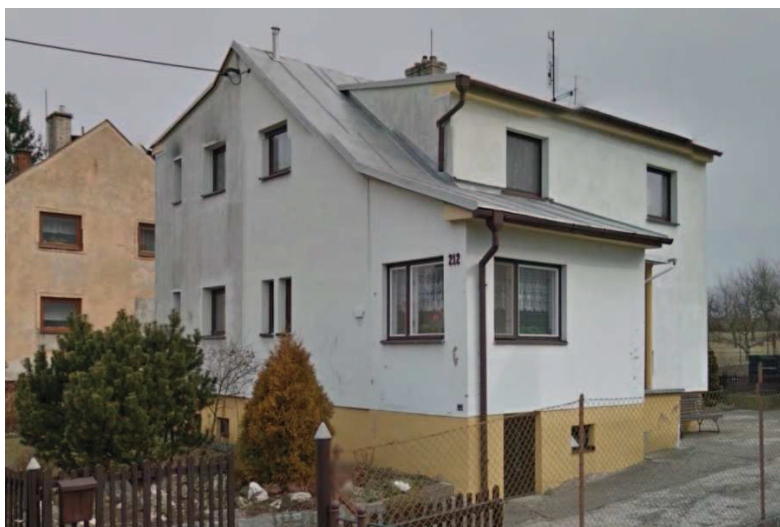
8 NÁVRH VYTÁPĚNÍ PRO MODELOVÝ DŮM

V praktické část této práce je mým cílem zjistit úroveň zateplení a z něj tepelné ztráty modelového domu. V domě je instalován jistý topný systém. Dle tepelných ztrát dojde k posouzení vhodnosti dimenzování daného topného systému.

8.1 POPIS MODELOVÉHO DOMU

Dvougenerační rodinný dům se nachází na Severní Moravě, v obci Petřvald. V nadmořské výšce 233 m. Větší část domu je zateplena a je také vybavena jen pár let starými plastovými okny. Vytápění je zajišťováno kombinací stacionárního plynového kotle Viadrus G27 ECO s výkonem 15 kW a kotlem na tuhá paliva. Ohřev teplé vody (dále jen TV) je zajištěn pomocí plynového kotle John Wood JW 302 S NA. Plyn se využívá také pro vaření. Otopný systém obsahuje litinové radiátory, podlahové vytápění není využito.

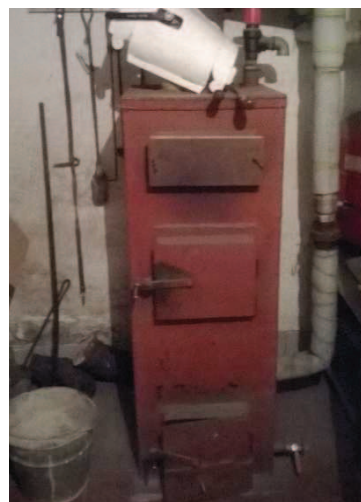
Dům trvale obývají 4 dospělé osoby.



Obr. 31 Modelový dům



Obr. 33 John Wood JW 302 S NA, Viadrus G27 ECO



Obr. 32 Kotel na tuhá paliva

Řídicí systém plynového kotle je nastaven na danou vnitřní teplotu, kterou se snaží udržovat. Měření teploty probíhá pouze v jedné vnitřní místnosti, podle které se systém řídí. Díky tomu teplota v celém domě nemusí přesně dosahovat nastavené hodnoty.

8.2 VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT MODELOVÉHO DOMU

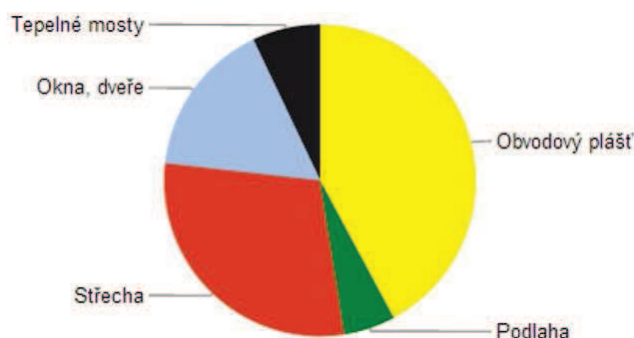
K přibližnému výpočtu tepelných ztrát domu jsem využil kalkulačky Zelená úsporám. Ta se nachází na webové stránce <http://www.tzb-info.cz/>. Výpočtový systém byl sestaven společností Energy Consulting service pro odhad možné výše dotace z programu Zelená úsporám.

Průměrnou teplotu v interiéru jsem zadal 19 °C. Obytné místnosti se vytápí na teplotu 20°, ale na chodbách, verandě atd. jsem počítal s teplotou 18 °C.

Tepelné ztráty jednotlivých domovních částí jsou spočítány v tabulce č. 1 a na obr. 33 jsou hodnoty zobrazeny graficky. Největší podíl na tepelných ztrátách mají obvodový plášť a také střecha.

Typ konstrukce (větrání)	Tepelná ztráta [W]
Obvodový plášť	4946
Podlaha	622
Střecha	3434
Okna, dveře	1897
Jiné konstrukce	0
Tepelné mosty	828
Větrání	2510
--- Celkem ---	14237

Tab. 1 Rozložení tepelných ztrát [45]



Obr. 34 Graf rozložení tepelných ztrát [45]

8.3 VÝPOČET MNOŽSTVÍ TEPLA PRO VYTÁPĚNÍ A OHŘEV VODY

Množství tepla potřebného pro vytápění modelového domu a ohřev TV budou získány pro lepší přesnost ze dvou zdrojů. První je z faktur za spotřebovaný plyn za posledních 5 let. Druhý způsob bude pomocí online kalkulačky.

8.3.1 Z PRŮMĚRNÉ SPOTŘEBY PLYNU

	Spotřeba plynu během období 2007-2013				
Období	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013
Spotřeba [MWh]	24,71	25,69	25,97	25,40	29,05

Tab. 2 Spotřeba zemního plynu během období 2007-2013

Průměrná hodnota spotřeby zemního plynu v období 2007-2013 byla 26,16 MWh.

8.3.2 POMOCÍ TABULKY TZB INFO

Přepočet z přibližně určených tepelných ztrát domu jsem provedl pomocí tabulky s názvem: Potřeba tepla pro vytápění a ohřev teplé vody, na stránkách TZB info. Zde jsem vybral lokalitu, kde se dům nachází a další informace o topném období a určil opravné součinitele. Jejich převážná část se nastavila sama podle dané lokality.

Lokalita (Tabulka)		☐ $t_{em} = 12\text{ }^{\circ}\text{C}$ ☒ $t_{em} = 13\text{ }^{\circ}\text{C}$ ☐ $t_{em} = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$???	
Město	Ostrava	Délka topného období	$d = 229$ [dny]
Venkovní výpočtová teplota $t_e = -15$ $^{\circ}\text{C}$		Prům. teplota během otopného období $t_{es} = 4$ $^{\circ}\text{C}$	
☒ Vytápění Tepelná ztráta objektu $Q_o = 14,24$ kW Průměrná vnitřní výpočtová teplota $t_{is} = 19$ $^{\circ}\text{C}$??? Vytápěcí denostupně $D = d \cdot (t_{is} - t_{es}) = 3435$ K.dny Opravné součinitele a účinnosti systému $\epsilon_i = 0,8$??? $\eta_o = 0,98$??? $\epsilon_t = 0,8$??? $\eta_r = 0,97$??? $\epsilon_d = 1,00$??? Opravný součinitel ϵ ??? ☒ $\epsilon = \epsilon_i \cdot \epsilon_t \cdot \epsilon_d = 0,64$ ☐ $\epsilon = 0,765$ $Q_{WTr} = \frac{\epsilon \cdot 24 \cdot Q_o \cdot D}{\eta_o \cdot \eta_r \cdot (t_{is} - t_e)} \cdot 3,6 \cdot 10^{-3}$ $Q_{WTr} = \left(\begin{array}{l} 83,7 \text{ GJ/rok} \\ 23,2 \text{ MWh/rok} \end{array} \right)$ Náklady		☒ Ohřev teplé vody $t_1 = 10$ $^{\circ}\text{C}$??? $\rho = 1000$ kg/m ³ ??? $t_2 = 55$ $^{\circ}\text{C}$??? $c = 4186$ J/kgK ??? $V_{2p} = 0,328$ m ³ /den ??? Koefficient energetických ztrát systému $z = 0,4$??? Denní potřeba tepla pro ohřev teplé vody $Q_{TUV,d} = (1+z) \cdot \frac{\rho \cdot c \cdot V_{2p} \cdot (t_2 - t_1)}{3600} = 24$ kWh Teplota studené vody v létě $t_{svl} = 15$ $^{\circ}\text{C}$ Teplota studené vody v zimě $t_{svz} = 5$ $^{\circ}\text{C}$ Počet pracovních dní soustavy v roce $N = 365$ [dny] $Q_{TUV,r} = Q_{TUV,d} \cdot d + 0,8 \cdot Q_{TUV,d} \cdot \frac{t_2 - t_{svl}}{t_2 - t_{svz}} \cdot (N - d)$ $Q_{TUV,r} = \left(\begin{array}{l} 27,3 \text{ GJ/rok} \\ 7,6 \text{ MWh/rok} \end{array} \right)$ Náklady	
Celková roční potřeba energie na vytápění a ohřev teplé vody $Q_r = Q_{WTr} + Q_{TUV,r} = \left(\begin{array}{l} 111 \text{ GJ/rok} \\ 30,8 \text{ MWh/rok} \end{array} \right)$ Náklady			

Obr. 35 Spotřeba tepla pro vytápění a ohřev TV [46]

Dle tabulky tvoří ohřev TV 24,5 % nákladů na zemní plyn. Výpočet je platný pro čtyři dospělé osoby obývací dům.

8.4 SROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ VÝPOČTŮ

Při srovnání tabulky s hodnotami odebraného plynu a výsledků získaných pomocí výpočtové tabulky TZB info, je zřejmá vyšší hodnota spotřeby vypočtená tabulkou, kde je hodnota vyšší o 15,1 %. Vysvětlit to lze občasným využíváním kotle na tuhá paliva. Díky něhož dochází ke snížení spotřeby plynu.

K ohřevu TV je potřeba přibližně 27 GJ/rok=7,6MWh/rok a na vytopení modelového domu 84 GJ/rok=23 MWh/rok. Celková roční spotřeba energie na vytápění a ohřev TV je potom přibližně 111 GJ/rok.

Pro vypočtené tepelné ztráty domu – 14,237 kW je využíván plynový kotel vhodně dimenzovaný.

8.5 POROVNÁNÍ MOŽNÝCH VARIANT VÝMĚNY KOTLE

V této části práce se bude vycházet z vypočítané hodnoty potřebné energie pouze pro vytápění. Tj. 23 MWh za rok. Při dnešní ceně zemního plynu je roční platba při této spotřebě přibližně $N_{puv}=32\,000$ Kč [47]. K ohřevu TV je v modelovém domě používán samostatný plynový boiler, jehož výměna se nebude v této práci uvažovat.

Pro danou hodnotu spotřeby budou navrženy tři odlišné způsoby vytápění. Následně budou porovnány jejich pořizovací ceny, ceny za jednotku vyrobené tepelné energie pro každý způsob a dobu návratnosti investice. Pro porovnání byly zvoleny následující způsoby vytápění: kondenzační plynový kotel, automatický kotel na uhlí a kotel na pelety.

8.5.1 PLYNOVÝ KONDENZAČNÍ KOTEL

Vzhledem k vyšší účinnosti a dokonalejší regulaci kondenzačních kotlů dosahují úspory přibližně 15 %. Pro výpočet byl vybrán kondenzační plynový kotel Junkers CerapurSmart ZSB 14-3 C s výkonem 14 kW. Jeho normovaný stupeň využití je 109 %. Pořizovací cena je 26 933 Kč. Cena instalace 10 000 Kč. Vyniká výhodným poměrem cena/výkon. Má tichý provoz, nízké emise a je kompatibilní se solárním systémem. Tento kotel splňuje jednu z podmínek ČSN 73 4201 - výkon do 14 kW, a proto může být odtah spalin řešen přes zeď. [48]



Obr. 36 Plynový kotel
Junkers [48]

$$N_{plyn} = \frac{Q_1}{\eta_{plyn}} * C_{plyn} = \frac{23}{1,09} * 1257 = 26\,523 \text{ Kč}$$

$$D_{plyn} = \frac{I_{plyn}}{N_{puv} - N_{plyn}} = \frac{36\,933}{32\,000 - 26\,523} = 6,7 \text{ let}$$

N_{plyn}	Roční náklady na vytápění modelového domu plynem [Kč]
Q_1	Množství energie potřebné na vytopení modelového domu [MWh]
C_{plyn}	Cena plynu za jednotku [Kč/MWh]
η_{plyn}	Účinnost kotle [-]
D_{plyn}	Doba návratnosti [rok]
I_{plyn}	Investice do plynového kotle s instalací [Kč]

Zvolil jsem kotel s mírně nižším výkonem, než jsou vypočtené tepelné ztráty. Nynější kotel na tuhá paliva by v domě zůstal zachován a v době nejnižších teplot by bylo možné jej využít. Nebo by vnitřní teplota nepatrně klesla pod požadovanou hodnotu. Maximální výkon nyní používaného plynového kotle se využívá minimálně, tudíž by mírné snížení výkonu mohlo přinést efektivnější spalování v teplotně průměrných dnech.

8.5.2 AUTOMATICKÝ KOTEL NA SPALOVÁNÍ UHLÍ

Další možností obměny topné soustavy byl zvolen automatický kotel na uhlí – typ uhlí spalovaný v tomto kotli je tzv. ekohrášek. Konkrétní typ kotle je GOLEM OE 15 kW. Výrobce udává účinnost je 92 %. Prodává se za cenu 57 800 Kč, k níž je připočtena částka 10 000 Kč za instalaci. Palivová nádrž s automatickým šnekovým podávatelem, zajišťující přívod paliva po dobu několika dnů. Je navíc vybaven ovladači s nejnovějším softwarem pro ovládání čerpadel topného systému a podlahového vytápění. Kotel tedy zajišťuje dostatečnou míru pohodlí při jeho užívání. [49]



Obr. 37 Kotel GOLEM OE
15 kW [49]

$$S_{uhl} = \frac{Q}{\eta_{uhl} * Q_{uhl}} = \frac{84000}{0,9 * 23} = 4\,058 \text{ kg}$$

$$N_{uhl} = \frac{C_{uhl} * S_{uhl}}{1000} = \frac{3590 * 4058}{1000} = 14\,568 \text{ Kč}$$

$$D_{uhl} = \frac{I_{uhl}}{N_{puv} - N_{uhl}} = \frac{67800}{32000 - 14568} = 3,9 \text{ let}$$

S_{uhl}	Roční spotřeba uhlí [kg]
Q	Teplo potřebné pro vytopení modelového domu [MJ]
η_{uhl}	Účinnost automatického kotle na uhlí [-]
Q_{uhl}	Výhřevnost uhlí [MJ/kg]
N_{uhl}	Roční náklady na vytápění modelového domu černým uhlím – eko hráškem [Kč]
C_{uhl}	Cena uhlí – eko hrášku [Kč/tuna]
D_{uhl}	Doba návratnosti kotle na uhlí [rok]
I_{uhl}	Investice do automatického kotle na uhlí s instalací [Kč]

Ve výpočtu je použita účinnost snižena na 90 % aby lépe odpovídala skutečnosti.

8.5.3 AUTOMATICKÝ KOTEL NA BIOMASU

Jako třetí pro porovnání byl zvolen automatický kotel Atmos D 14 P, uzpůsobený pro spalování dřevěných pelet. Jeho výkon se pohybuje v rozmezí 4-14 kW. Účinnost udávaná výrobcem dosahuje hodnot 90,3 %. Cena kotle je 24 015 Kč, je však nutné dokoupit hořák za 19 953 Kč a šnekový dopravník za 11 326 Kč, do výpočtu je zahrnuta částka 10 000 Kč za montáž. [50]

$$S_{bio} = \frac{Q}{\eta_{bio} * Q_{bio}} = \frac{84000}{0,9 * 18} = 5\,185\,kg$$

$$N_{bio} = \frac{C_{bio} * S_{bio}}{1000} = \frac{4500 * 5185}{1000} = 23\,333\,Kč$$

$$D_{bio} = \frac{I_{bio}}{N_{puv} - N_{bio}} = \frac{65294}{32000 - 23333} = 7,5\,let$$



Obr. 38 Atmos D 14 P [50]

S_{bio} Roční spotřeba pelet [kg]

Q Teplo potřebné pro vytopení modelového domu [MJ]

η_{bio} Účinnost automatického kotle na biomasu [-]

Q_{bio} Výhřevnost pelet [MJ/kg]

N_{bio} Roční náklady na vytápění modelového domu peletami

C_{bio} Cena pelet [Kč/tuna]

D_{bio} Doba návratnosti kotle na biomasu [rok]

I_{bio} Investice do automatického kotle na biomasu, šnekového dopravníku a hořáku [Kč]

Ve výpočtu je použita účinnost snižena na 90 % aby lépe odpovídala skutečnosti.

8.5.4 ZÁVĚREČNÉ POROVNÁNÍ

Název kotle	Cena kotle + příslušenství + instalace [Kč]	Cena paliva na rok [Kč]	Návratnost [let]
Junkers CerapurSmart	36 933	26523	6,7
GOLEM OE 15kW	67 800	14568	3,9
Atmos D 14 P	65 294	23333	7,5

Tab. 3 Porovnání cen kotlů, ceny paliv a návratnosti

ZÁVĚR

Člověk ke svému správnému fungování potřebuje přebývat v tzv. tepelné pohodě. Ta je stará jako člověk sám. Během historie se ale vyvíjely formy, jakými si teplo obstarával. V současné době je na trhu velké množství kotlů, liší se svými výkony, účinnostmi, používaným palivem, šetrností k životnímu prostředí, hlučností, velikostí atd. Jejich ucelený přehled přináší tato práce. S největším důrazem kladeným na ty nejmodernější způsoby vytápění. Kotle jsou rozděleny dle typu spalovaného paliva, ilustrovány obrázkem a popisem jeho základního principu fungování. Dále jsou popsány jejich výhody, nevýhody a další aspekty týkající se jednotlivých kotlů, například jejich ekologičnost.

Zahrnutý je nejstarší způsob vytápění, tj. tuhými palivy, kam patří uhlí, koks a dnes velmi moderní biomasa. Následováno vytápěním plynem, zde je nejzásadnější dělení na atmosférické a kondenzační kotle, lišícími se podmínkami spalování. Dále vytápění elektrickou energií, kde se pozornost zaměřuje na infra a sálavé vytápění. Vhodné je kombinace elektrického vytápění s fotovoltaickým systémem. Jednou z nejdůležitější rozebíranou technologií je vytápění pomocí tepelných čerpadel, již existuje celá řada.

Stejně tak, jako se téma vytápění prolíná minulostí, bude hrát minimálně stejně důležitou roli i v budoucnosti. Lidstvo bude stále hledat dokonalejší způsoby spalování, budou se množit snahy produkovat co nejlevnější palivo z obnovitelných zdrojů, protože cena paliv získávaných z neobnovitelných zdrojů musí z dlouhodobého hlediska s časem zákonitě růst.

Druhá část této práce se zabývá popisem modelového domu, výpočtem jeho tepelných ztrát a energie potřebné k jeho vytopení a ohřevu TV. Je popsán nynější otopný systém, skládající se z kotle na plyn a na tuhá paliva, kde se využívá po většinu času pouze kotel na plyn.

Následně jsou navrženy možné způsoby změny systému vytápění a vypočtena doba návratnosti této investice. Je navržena výměna starého plynového kotle za moderní kondenzační plynový kotel Junkers CerapurSmart ZSB 14-3 C s výkonem 14 kW. Jeho výhodou je relativně nízká cena (26 933 Kč), nevýhodou jsou vyšší náklady na provoz (26 523 Kč/rok), díky kterým je doba návratnosti přibližně 6,7 let. Další možnou variantou je automatický kotel na uhlí GOLEM OE 15 kW. Jeho počáteční investice byla nejvyšší (57 800 Kč), ale jeho náklady na provoz naopak nejnižší (14 568 Kč/rok). Návratnost v případě kotle na uhlí byla vypočtena na 3,9 let. Poslední zkoumanou variantou byl kotel na pelety Atmos D 14 P s výkonem 15 kW. Jeho pořizovací cena byla díky nutnosti dokoupit šnekový dopravník a hořák pouze mírně nižší (55 294 Kč) než nejdražší kotel z tohoto porovnání. Provozní náklady daného kotle zaujímaly střední příčku (23 333 Kč/rok). Doba návratnosti vložených finančních prostředků byla u této poslední varianty nejdelší – 7,5 let.

Otopný systém používaný v modelovém domě nepatří k těm nejmodernějším, ale je vhodně dimenzován, tudíž pracuje s relativně dobrou efektivitou. V případě jeho výměny lze z hlediska doby návratnosti nejvíce doporučit automatický kotel na uhlí, jehož návratnost je ze tří zkoumaných nejrychlejší. Zbývající dva kotle mají podobnou návratnost, která je v porovnání s kotlem na uhlí výrazně delší, ale z pohledu šetrnosti k životnímu prostředí jsou na tom naopak lépe.

POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] WIND: DÉLKA TOPNÉ SEZÓNY OD R. 2000 [online]. 2009 [cit. 2014-02-27]. Dostupné z: <http://wind-mar.cz/display.php?id=171&mode=1>
- [2] Chytré elektro: Pro chytré lidi [online]. 2010 [cit. 2014-02-27]. Dostupné z: <http://www.chytreelektro.cz/chytreelektro/5-VITE-ZE/11-VYTAPENI-TVORI-60-NAKLADU>
- [3] POLEDŇÁKOVÁ, Dagmar. Historie ústředního vytápění [Online]. 2010 [cit. 27.2.2014]. Dostupné z: <http://dumy.cz/stahnout/54123>
- [4] Česká peleta: Zdravé komfortní palivo. Pelety a brikety – základní přehled [online]. 2013 [cit. 2014-02-22]. Dostupné z: <http://www.ceska-peleta.cz/pelety-brikety-drevo-zakladni-prehled/>
- [5] WINTEROVÁ, Michaela. Vyplňto.cz [online]. [cit. 22.2.2014]. Dostupný na WWW: <http://www.vyplnto.cz/realizovane-pruzkumy/chovani-spotrebitelu-pri-vyb/>
- [6] Zdroje tepla pro vytápění: Kotle s automatickým přikládáním. In: Hestia [online]. 2008 [cit. 2014-02-21]. Dostupné z: <http://hestia.energetika.cz/encyklopedie/6.htm#6>
- [7] Automatické kotle. Viadrus [online]. 2013 [cit. 2014-03-01]. Dostupné z: <http://www.viadrus.cz/automaticke-kotle/automaticky-kotel-ekoret-29-cz7.html>
- [8] Kotle na dřevoplyn. Vigas [online]. 2012 [cit. 2014-03-01]. Dostupné z: <http://www.vigas.cz/>
- [9] Klasická krbová kamna. Krby a kamna Šimeček [online]. 2012 [cit. 2014-03-01]. Dostupné z: <http://www.eshop-simecek.cz/krbova-kamna-nordica-isotta/6044>
- [10] Topení a ohřev vody. Viadrus kolte [online]. 2012 [cit. 2014-03-02]. Dostupné z: <http://www.akoupelnyatopeni.cz/topeni/kotle/plynove-kotle-stacionarni/viadrus-kotle-kotel-viadrus-claudius-k2l53>
- [11] Princip kondenzačního kotle a jeho výhody. Thermona [online]. 2010 [cit. 2014-03-01]. Dostupné z: <http://www.thermona.cz/princip-kondenzacniho-kotle-jeho-vyhody>
- [12] Sálavé vytápění: Jak pracují sálavá topidla?. HEATSTRIP. Sálavá topidla [online]. 2013 [cit. 2014-02-22]. Dostupné z: <http://www.salava-topidla.cz/salave-vytapeni/>
- [13] Systectherm.ch [online]. 2011 [cit. 2014-03-02]. Dostupné z: <http://www.systectherm.ch/medias/elektrowarme/infrarotstrahler/heatstrip-2.jpg>
- [14] Princip tepelného čerpadla. In: Abeceda čerpadel: Základní pojmy a princip [online]. 2012 [cit. 2014-02-18]. Dostupné z: <http://www.abeceda-cerpadel.cz/cz/princip-tepelneho-cerpadla>
- [15] Úspora energie: Tepelná čerpadla. Energetický poradce [online]. 2010 [cit. 2014-03-02]. Dostupné z: <http://www.energetickyporadce.cz/cs/uspory-energie/vytapeni/tepelna-cerpadla/>

- [16] Tepelná čerpadla: Vzduch-voda [online]. 2010 [cit. 2014-03-02]. Dostupné z: <http://www.energetickyporadce.cz/cs/uspory-energie/vytapeni/tepelna-cerpadla/vzduch-voda/>
- [17] Energetický poradce PRE: Úspory energie [online]. 2012 [cit. 2014-02-22]. Dostupné z: <http://www.energetickyporadce.cz/cs/uspory-energie/vytapeni/tepelna-cerpadla/zeme-voda/>
- [18] Tepelná čerpadla: Země-voda. Energetický poradce PRE [online]. 2012 [cit. 2014-03-02]. Dostupné z: <http://www.energetickyporadce.cz/cs/uspory-energie/vytapeni/tepelna-cerpadla/zeme-voda/>
- [19] Tepelná čerpadla: Voda-voda. Energetický poradce [online]. 2012 [cit. 2014-03-01]. Dostupné z: <http://www.energetickyporadce.cz/cs/uspory-energie/vytapeni/tepelna-cerpadla/voda-voda/>
- [20] Výroba energie z biomasy. Alternativní zdroje [online]. 2012 [cit. 2014-02-22]. Dostupné z: <http://www.alternativni-zdroje.cz/vyroba-energie-biomasa.htm>
- [21] Dům a byt: Využití pelet [online]. 2008 [cit. 2014-03-02]. Dostupné z: http://www.dumabyt.cz/obrazek/clanek19713/vyuziti_pelet1.21.jpg
- [22] DŘEVĚNÉ PELETY BEZ KŮRY. Biom [online]. 2010 [cit. 2014-03-01]. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/obrazek/drevene-pelety-bez-kury>
- [23] Brikety. In: Česká peleta: Zdravé komfortní palivo [online]. 2012 [cit. 2014-02-23]. Dostupné z: <http://www.ceska-peleta.cz/pelety-brikety-drevo/brikety/>
- [24] VELKOBOCHOD DŘEVEM A PALETAMI [online]. 2009 [cit. 2014-03-01]. Dostupné z: <http://beranvelkoobchod.cz/>
- [25] Dřevní špěpka. Dřevní špěpka [online]. 2012 [cit. 2014-02-23]. Dostupné z: <http://www.drevnistepka.cz/>
- [26] Fotovoltaika. In: Wikipedia: Otevřená encyklopedie [online]. 2014, 10. 2. 2014 [cit. 2014-02-23]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Fotovoltaika>
- [27] Fotovoltaika pro každého. Czrea.org [online]. 2008 [cit. 2014-03-02]. Dostupné z: <http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/fotovoltaika>
- [28] Ušetřete díky Slunci!. Wolf-heiztechnik.de [online]. 2011 [cit. 2014-02-23]. Dostupné z: <http://www.wolf-heiztechnik.de/cz/pkp/produkty/solarnitechnika.html>
- [29] Termické solární kolektory (panely): 2. Ploché solární kolektory. In: Solarni-energie.info [online]. 2012 [cit. 2014-02-23]. Dostupné z: <http://www.solarni-energie.info/termicke-solarni-panely-kolektory.php>
- [30] Solarenavi [online]. 2009 [cit. 2014-03-01]. Dostupné z: http://www.solarenavi.cz/assets/img-content/img_sk_rez-kolektorem.jpg
- [31] Termické solární kolektory (panely): 3. Vakuové solární kolektory. In: Solarni-energie.info [online]. 2012 [cit. 2014-02-23]. Dostupné z: <http://www.solarni-energie.info/termicke-solarni-panely-kolektory.php>

- [32] Csepro [online]. 2009 [cit. 2014-03-01]. Dostupné z: http://www.csepro.cz/userfiles/60/images/IMG_3228orez.jpg
- [33] Kotle na dřevo - ekonomické topení dřevem: Prohořivací kotle na dřevo. Instalátorské práce | Instalatér voda -kanalizace - plyn - topení [online]. 2008 [cit. 2014-03-06]. Dostupné z: <http://www.topeni-topenari.eu/topeni/topidla-klasicka/kotle-na-tuha-paliva/drevo.php>
- [34] HORÁK, Jiří, Petr KUBESA, František HOPAN, Kamil KRPEC a Zdeněk KYSUČAN. Co nejvíce ovlivní Tvůj kour?. TZB info: Kotle, kamna, krby [online]. 2008 [cit. 2014-03-06]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/kotle-kamna-krby/9475-co-nejvice-ovlivni-tvuj-kour>
- [35] LYČKA, Zdeněk. Jak vybírat nový kotel na pevná paliva (1). TZB info: Kotle, kamna, krby [online]. 2013 [cit. 2014-03-06]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/kotle-kamna-krby/9798-jak-vybirat-novy-kotel-na-pevna-paliva-1>
- [36] Závěsné plynové kotle pro vytápění: Závěsný plynový kotel VU turboTEC exclusiv. Vaillant: Výrobky [online]. 2012 [cit. 2014-03-06]. Dostupné z: <http://www.vaillant.cz/zavesny-plynovy-kotel-vu-turbotec-exclusiv-p225.html>
- [37] Závěsné plynové kotle. Plynové kotle [online]. 2008 [cit. 2014-03-06]. Dostupné z: <http://www.plynove-kotle.com/zavesne-plynove-kotle/>
- [38] Primotopy [online]. 2009 [cit. 2014-03-06]. Dostupné z: <http://www.primotopy.eu/>
- [39] Přímotopy: Princip funkce. Primotopy [online]. 2008 [cit. 2014-03-06]. Dostupné z: <http://www.primotopy.eu/primotopy-teorie-a88>
- [40] Encora: Vytápění [online]. 2010 [cit. 2014-03-06]. Dostupné z: http://files.encofa.cz/200000329-b4d6cb5d08/topeni_1.jpg
- [41] Princip vytápění infratopením - infrapanely: Princip infratopení. Infratopení: ...konečně vytápění 21. století! [online]. 2008 [cit. 2014-03-06]. Dostupné z: http://www.infratopeni-infrapanely.cz/teorie_infratopeni.php
- [42] Kotle na pelety: Ekologické a plně automatické kotle na pelety ATMOS. Atmos [online]. 2010 [cit. 2014-03-06]. Dostupné z: <http://www.atmos.cz/czech/kotle-004>
- [43] Zplynovací kotle na dřevěné brikety a dřevo. Atmos [online]. 2010 [cit. 2014-03-06]. Dostupné z: <http://www.atmos.cz/czech/kotle-007-zplynovaci-kotle-na-drevene-brikety>
- [44] Kotel na dřevní štěpku. BIOM: biomasa, biopaliva, bioplyn, pelety, kompostování a jejich využití [online]. 2010, 24.3.2010 [cit. 2014-03-06]. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/kotel-na-drevni-stepku>
- [45] Tabulky a výpočty: On-line kalkulačka úspor a dotací Zelená úsporám. Tzb info [online]. 2011 [cit. 2014-03-19]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/128-on-line-kalkulacka-uspor-a-dotaci-zelena-usporam>

- [46] Tabulky a výpočty: Potřeba tepla pro vytápění a ohřev teplé vody. *Tzb info* [online]. 2009, 2014 [cit. 2014-03-19]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/47-potreba-tepla-pro-vytapani-a-ohrev-teple-vody>
- [47] Nezávislá kalkulačka cen plynu a elektřiny. *Energie.měsíc* [online]. 2009 [cit. 2014-03-28]. Dostupné z: <http://energie.mesec.cz/?r=1&k=1&l=1&u3=4&u1=12&u=30%2C8&c=2#result>
- [48] Obchod-tzb.cz. *Topeni-prodej* [online]. 2008 [cit. 2014-03-28]. Dostupné z: <http://www.topeni-prodej.cz/obchod-tzb/eshop/1-1-Plynove-kotle-plynova-topidla/107-3-kotle-pro-topeni/5/333-Junkers-CerapurSmart-ZSB-14-3-C>
- [49] GOLEM OE 15kW. *Kotle Golem* [online]. 2010 [cit. 2014-03-29]. Dostupné z: http://www.kotlegolem.cz/automaticke-kotle/2_-na-cerne-uhli-a-uhelny-prach/golem-oe-15kw
- [50] Atmos D 14 P - Automatický kotel na pelety. *Centrum vytápění* [online]. 2011 [cit. 2014-03-30]. Dostupné z: <http://www.centrumvytapani.cz/produkt/atmos-d-14-p-automaticky-kotel-na-pelety>
- [51] GRAF ZÁVISLOSTI VÝHŘEVNOSTI BIOMASY NA VLHKOSTI. *BIOM: biomasa, biopaliva, bioplyn, pelety, kompostování a jejich využití* [online]. 2009 [cit. 2014-05-09]. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/obrazek/graf-zavislosti-vyhrevnosti-biomasy-na-vlhkosti>
- [52] VINŠ, Michal. *České Nápady* [online]. 2010 [cit. 2014-05-10]. Dostupné z: <http://www.ceskenapady.cz/absorpcni-tepelna-cerpadla-cnp-1038-6935.html>
- [53] Fotovoltaika a solární tepelné kolektory – porovnání I. *Czech RE Agency* [online]. 2011 [cit. 2014-05-10]. Dostupné z: <http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/fotovoltaika/fotovoltaika-solarni-tepelne-1>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Porovnání nákladů na vytápění [4].....	13
Obr. 2 Jaký je Váš stávající druh vytápění? [5].....	14
Obr. 3 Automatický kotel Viadrus [7].....	15
Obr. 4 Kotel na biomasu – peletky [21]	16
Obr. 5 Dřevěné pelety bez kůry [22]	17
Obr. 6 Kotel na pelety Atmos D15P [42]	17
Obr. 7 Zplyňovací kotel na brikety Atmos DC 24 RS [43].....	17
Obr. 8 Brikety [23]	17
Obr. 9 Graf závislosti výhřevnosti na vlhkosti [51]	18
Obr. 10 Dřevní štěpka [24]	18
Obr. 11 Kotel dřevěnou štěpkou [44]	18
Obr. 12 Prohořivací kotel [33].....	19
Obr. 13 Odhořivací způsob spalování [34].....	19
Obr. 14 Zplyňovací kotel Vigas [8].....	20
Obr. 15 Krbová kamna [9].....	20
Obr. 16 Stacionární plynový kotel Viadrus [10]	21
Obr. 17 Závěsný plynový kotel VU turboTEC exclusiv [36]	22
Obr. 18 Konvenční elektrické topidlo [40].....	23
Obr. 19 Rozložení teplot v místnosti s infrapanelem [41].....	24
Obr. 20 Infra panel - topný obraz [41]	24
Obr. 21 Sálavé vytápění Heatstrip [13]	25
Obr. 22 Princip tepelného čerpadla [15].....	26
Obr. 23 Princip funkce tepelného čerpadla vzduch / voda [16]	27
Obr. 24 TČ země/voda, hloubkový vrt [18], Obr. 25 TČ země/voda, plošný kolektor [18] ..	28
Obr. 26 TČ voda/voda, studna [19]	29
Obr. 27 TČ voda/voda, rybník [19]	29
Obr. 28 Fotovoltaický kolektor [27].....	30
Obr. 29 Řez kolektorem TS300 [30]	31
Obr. 30 Vakuový kolektor [32]	32
Obr. 31 Modelový dům	33
Obr. 32 Kotel na tuhá paliva.....	33
Obr. 33 John Wood JW 302 S NA, Viadrus G27 ECO.....	33
Obr. 34 Graf rozložení tepelných ztrát [45]	34
Obr. 35 Spotřeba tepla pro vytápění a ohřev TV [46]	35
Obr. 36 Plynový kotel Junkers [48].....	36
Obr. 37 Kotel GOLEM OE 15 kW [49]	37
Obr. 38 Atmos D 14 P [50].....	38

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Rozložení tepelných ztrát [45]	34
Tab. 2 Spotřeba zemního plynu během období 2007-2013	34
Tab. 3 Porovnání cen kotlů, ceny paliv a návratnosti.....	38

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

η_{bio}	[-]	Účinnost automatického kotle na biomasu
η_{plyn}	[-]	Účinnost kotle
η_{uhl}	[-]	Účinnost automatického kotle na uhlí
C	[Kč/MWh]	Cena plynu za jednotku
C_{bio}	[Kč/t]	Cena pelet
C_{uhl}	[Kč/t]	Cena uhlí
D_{plyn}	[rok]	Doba návratnosti
D_{bio}	[rok]	Doba návratnosti kotle na biomasu
D_{uhl}	[rok]	Doba návratnosti kotle na uhlí
I_{bio}	[Kč]	Investice do automatického kotle na biomasu, šnekového dopravníku a hořáku
I_{plyn}	[Kč]	Investice do plynového kotle s instalací
I_{uhl}	[Kč]	Investice do automatického kotle na uhlí s instalací
N_{bio}	[Kč]	Roční náklady na vytápění modelového domu peletami
N_{plyn}	[Kč]	Roční náklady na vytápění modelového domu plynem
N_{uhl}	[Kč]	Roční náklady na vytápění modelového domu černým uhlím
S_{bio}	[kg]	Roční spotřeba pelet
S_{uhl}	[kg]	Roční spotřeba uhlí
Q	[MJ]	Teplo potřebné pro vytopení modelového domu
Q_1	[MWh]	Množství energie potřebné na vytopení modelového domu
Q_{bio}	[MJ/kg]	Výhřevnost pelet
Q_{uhl}	[MJ/kg]	Výhřevnost uhlí
TUV		Teplá užitková voda