



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

JAKUB DOHNAL

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): Jakub Dohnal

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

Tato bakalářská práce se zabývá moderními trendy ve vytápění rodinných domů. Na začátku je uvedena krátká historie a současné zdroje energie pro vytápění rodinných domů. Následuje rešerše jednotlivých technologií pro vytápění s jejich výhodami a nevýhodami. Poslední část je věnována porovnání všech způsobů vytápění a celkovému zhodnocení.

Klíčová slova

Vytápění, moderní trendy, rodinný dům, kotel, fosilní paliva, plyn, tepelné čerpadlo, biomasa, solární kolektory

Abstract

This bachelor thesis deals with modern trends of heating of family house. At the beginning is indicated brief history and current sources for heating of family houses. After this is described a research of various technologies for heating with their advantages and disadvantages. The last part is given to comparison all methods of heating and overall evaluation.

Key words

Heating, modern trends, family house, boiler, fossil fuels, gas, heat pump, biomass, solar collectors

Bibliografická citace

DOHNAL, J.: *Moderní trendy ve vytápění rodinného domu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2014. 48 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Martin Lisý, Ph.D.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením pana Ing. Martina Lisého, Ph.D. a s použitím uvedené literatury.

V Brně dne 15. května 2014

.....

Jakub Dohnal

Poděkování

Rád bych poděkoval panu Ing. Martinu Lisému, Ph.D. za odbornou pomoc, cenné rady a připomínky.

Obsah

1	Úvod.....	10
2	Historie vytápění	11
3	Zdroje energie pro vytápění rodinných domů.....	12
3.1	Neobnovitelné zdroje energie	12
3.1.1	Tuhá fosilní paliva.....	12
3.1.2	Zemní plyn	12
3.2	Elektrické zdroje vytápění	13
3.3	Obnovitelné zdroje energie.....	13
4	Kotle na fosilní paliva	15
4.1	Kotle na tuhá fosilní paliva.....	15
4.1.1	Novela zákona o ochraně ovzduší	16
4.2	Plynové kotle	17
4.2.1	Princip činnosti plynových kotlů.....	17
4.2.2	Kondenzační plynové kotle	17
5	Elektrické vytápění	19
5.1	Přímotopné vytápění	19
5.1.1	Podlahové topení	19
5.1.2	Sálavé topné systémy	20
5.2	Akumulační vytápění.....	20
5.3	Vytápění centrálním elektrokotlem	21
6	Tepelná čerpadla	22
6.1	Princip a funkce tepelného čerpadla	22
6.2	Rozdělení a princip značení tepelných čerpadel.....	23
6.2.1	Tepelné čerpadlo vzduch/vzduch	23
6.2.2	Tepelné čerpadlo vzduch/voda.....	24
6.2.3	Tepelné čerpadlo země/voda – plocha	25
6.2.4	Tepelné čerpadlo země/voda – vrt	25
6.2.5	Tepelné čerpadlo voda/voda – podzemní voda	26
6.2.6	Tepelné čerpadlo voda/voda – vodní plocha.....	27
7	Biomasa	28
7.1	Biopaliva.....	28
7.1.1	Palivové dřevo.....	28

7.1.2	Dřevěné pelety.....	28
7.1.3	Dřevěné brikety	29
7.1.4	Dřevní štěpka.....	30
7.2	Kotle na biomasu	30
7.2.1	Zplyňovací kotle na dřevo, brikety a dřevní štěpku	30
7.2.2	Kotle na pelety	31
7.3	Vlhkost biomasy	32
8	Solární kolektory	33
8.1	Princip činnosti solárních kolektorů	33
8.2	Rozdělení solárních kolektorů	33
8.2.1	Plochý kolektor	34
8.2.2	Trubicový vakuový kolektor	34
8.3	Účinnost solárních kolektorů.....	35
8.4	Solární soustavy pro ohřev TUV	35
8.4.1	Samotížné soustavy	36
8.4.2	Soustavy s nuceným oběhem	37
9	Porovnání jednotlivých typů vytápění.....	38
9.1	Kombinované vytápění	40
10	Závěr.....	41
11	Seznam informačních zdrojů	42
12	Seznam použitých zkratk.....	46
13	Seznam použitých obrázků.....	47
14	Seznam použitých tabulek.....	48

1 Úvod

Vytápění rodinných domů je odbornou problematikou, o kterou se však v současné době zajímá stále více lidí. Důvod je jednoduchý. Rodinný dům je místo, ve kterém trávíme až polovinu svého života, a proto je naším cílem zajistit nejen pro nás, ale i naše blízké příjemné a komfortní prostředí. Při zjišťování, jak takového prostředí docílit, se nabízí hned celá řada otázek. Jednou z nich je bezesporu otázka: „Čím topit?“ Během rozhodování v této, ale i v mnoha dalších otázkách chceme zpravidla dosáhnout jednoho společného cíle, a tím je mít bezstarostné bydlení za rozumné peníze. Proto nejdůležitějšími parametry při výběru topného systému jsou pořizovací náklady, provozní náklady, nároky na obsluhu a údržbu, vliv na životní prostředí a dostupnost paliva. Trendem současného vývoje ve vytápění rodinných domů je postupné ukončování závislosti na fosilních palivech (uhlí, ropa, zemní plyn) a přecházení k modernějším, pro přírodu šetrnějším zdrojům energie (tepelná čerpadla, biomasa, solární kolektory).

V mé bakalářské práci se zaměřím především na tyto nové moderní způsoby ve vytápění rodinných domů a porovnáám je společně s klasickými metodami z hlediska finanční stránky, efektivity, vlivu na životní prostředí a nároků na obsluhu.

2 Historie vytápění

Člověk je bytost, která je už od narození hnaná svými základními lidskými potřebami. Jedna z nich, konkrétně potřeba tepla, stála u samotných počátků vytápění. V závislosti na ní lidstvo dokázalo objevit oheň a využívat ho v různé podobě (otevřená a krytá ohniště) jako efektivní zdroj tepla.

Díky technickému pokroku byla později tato obyčejná ohniště upravována až do takové podoby, kdy dokázala vytápět velký obytný prostor. To dalo základ ústřednímu vytápění, které předpokládá výrobu tepla a jeho přenos teplonosnou látkou. Prvními teplonosnými látkami se staly právě kouřové plyny z ohniště a ty byly dále rozváděny buď podlahou, nebo dutinami ve stěně. Ke spalování bylo využíváno dřevo, jehož první použití pro topení se datuje do 1. století př. n. l. Tento vytápěcí systém úspěšně používali římské občany ve svých domech (tzv. římské hypokaustum) a později se dokonce ve větším měřítku uplatnil i v Číně.

Pozdější pád římského impéria se velmi výrazně projevil i na rozvoji vytápění. Došlo k jeho výrazné stagnaci a prakticky se využívala pouze primitivní otevřená nebo jednoduše zakrytá ohniště. Kouřové plyny byly odváděny přímo ven z místnosti speciálním otvorem ve stropě. Pro efektivnější odvod spalin z domu později sloužil tzv. dýmník, který fungoval na principu dnešního digestoře. Teprve na začátku 14. století se ve velkém začaly stavět první komíny. Dále se používaly především krby a kamna, které byly obsluhované služebnictvem z provozních prostor a nikoliv z vytápěné místnosti. Vývoj vytápění postupně směřoval ke snaze eliminovat komplikace s hygienou, které byly spojeny s přímým využíváním spalin pro vytápění. Tyto problémy byly odstraněny použitím jednoduchého výměníku, který vznikl v prostoru nad stropem ohniště. Do tohoto prostoru proudil vzduch a ten byl následně ohříván a dopravován do vytápěné místnosti.

Od konce 19. století se pro vytápění objektů začaly využívat systémy parní a teplovodní. Pára jako teplonosná látka se poprvé použila už v polovině 17. století v Anglii. O její rozvoj se významnou měrou zasloužil James Watt. Teplovodní soustavy se poprvé využívaly na konci 18. století, a to k vytápění lánů.

Období 20. století přineslo velký rozmach kotlů na fosilní paliva (tuhá, kapalná a plynná). Tento trend pokračuje také v současnosti; i mezi dnešními způsoby topení mají zmíněné topné systémy stále své místo. Pro svoji vyčerpatelnost a ekologickou nečistotu jsou však dnes fosilní paliva postupně nahrazována alternativními zdroji energie (tepelnými čerpadly, solární energií a biomasou). [1]

3 Zdroje energie pro vytápění rodinných domů

Dnešní doba nabízí poměrně značné množství zdrojů energie, které lze využít pro vytápění rodinných domů. Především se jedná o tuhá fosilní paliva (černé uhlí, hnědé uhlí, koks aj.), elektřinu (tepelná čerpadla, přímotopy, akumulární topení), zemní plyn (propan či lehký topný olej) a v neposlední řadě také obnovitelné zdroje – biomasa (kusové dřevo, štěpka, brikety, pelety aj.), energie solární, geotermální, nebo lze uvedené zdroje různě kombinovat. V podstatě je možné všechny tyto zdroje dělit na:

- neobnovitelné zdroje energie
- elektrické zdroje vytápění
- obnovitelné zdroje energie

Každý z výše uvedených zdrojů má své specifické vlastnosti, které v konečném výsledku značně komplikují výběr správného topného systému. Při výběru správného způsobu vytápění je důležité se zaměřit zejména na několik důležitých faktorů, jako například dostupnost daného zdroje, výše nákladů, tepelně – technické vlastnosti daného objektu, náročnost na obsluhu a dopad na životní prostředí. [2]

3.1 Neobnovitelné zdroje energie

Neobnovitelné zdroje energie jsou takové zdroje, u nichž lze postupem času jejich zásoby vyčerpat, nebo je jejich obnovitelnost velmi dlouhá. Mezi neobnovitelné zdroje patří především tuhá fosilní paliva (černé uhlí, hnědé uhlí, koks) a zemní plyn. [3]

3.1.1 Tuhá fosilní paliva

Tuhá fosilní paliva získávají díky neustále se zvyšujícím cenám elektřiny a plynu opět větší oblibu. Lidé nejčastěji topí černým uhlím, hnědým uhlím nebo koksem. Tento návrat ke starým zdrojům s sebou však přináší i nevýhody ekologického charakteru. [2]

Výhody tuhých fosilních paliv jsou:

- vysoká koncentrace energie v jednotce objemu
- snadná dostupnost
- nízké ekonomické náklady
- jejich propracovanost a spolehlivost

Nevýhody tuhých fosilních paliv jsou:

- nízká účinnost
- negativní vliv na životní prostředí a lidské zdraví [2], [3]

Tuhá fosilní paliva nepatří mezi ekologicky šetrné zdroje energie. Trendem do budoucna je vytvářet moderní technologie kotlů, které zefektivňují jejich spalování a částečně regulují množství škodlivých látek vypouštěných do ovzduší. [2]

3.1.2 Zemní plyn

Zemní plyn je k přírodě mnohem přívětivější než tuhá fosilní paliva. Můžeme o něm dokonce říct, že patří mezi zdroje relativně ekologické. Při jeho spalování vzniká v porovnání s tuhými palivy mnohem méně škodlivých látek (prach, oxid siřičitý, oxid uhelnatý, uhlovodíky, oxidy dusíku, oxid uhličitý aj.), a proto využívání zemního plynu výrazně ulevuje lokálnímu znečištění ovzduší.

Kromě zemního plynu se k vytápění používá i propan a nízkosírné topné oleje. Výhodou nízkosírných topných olejů je jejich vysoká výhřevnost a ve srovnání se zemním plynem nižší množství škodlivých látek. Naopak nevýhodou je vysoká cena a náročná obsluha, a proto se nízkosírné topné oleje využívají zejména tam, kde není dostupný rozvod zemního plynu. [2]

3.2 Elektrické zdroje vytápění

Jak už bylo zmíněno výše, ceny elektřiny stále rostou, a lidé proto raději přecházejí k méně ekologickým způsobům vytápění. Vysoké ceny elektřiny mají však logické opodstatnění. Zřejmě to bude z následujícího souhrnu výhod a nevýhod elektrického vytápění. [2]

Výhody elektrického vytápění:

- z elektřiny nejsnazší přeměna na teplo
- topidla nenáročná na místo
- snadná údržba
- vysoká účinnost
- absence produkce spalin
- dostupnost elektřiny

Nevýhody elektrického vytápění:

- vysoká cena [2], [4]

Elektrické zdroje vytápění zaručují vysoký komfort obsluhy, což má samozřejmě vliv na samotnou cenu elektřiny. Současně je elektřina velmi náročná na výrobu, a není tedy překvapením, že se jedná o nejdražší zdroj energie.

V souvislosti s výrobou elektřiny je také nutno uvést, že je značně neekologická. Její výroba se provádí z velké části spalováním fosilních paliv v uhelných elektrárnách, a tudíž jsou do ovzduší vypouštěny škodlivé látky. Tento efekt se však u odběratele neprojeví. Přeměna elektřiny na teplo se provádí nejrůznějšími způsoby a prostředky, například přímotopy, akumulacím topením nebo tepelnými čerpadly. [2], [4]

3.3 Obnovitelné zdroje energie

Obnovitelné zdroje energie jsou takové zdroje, které se mohou samovolně obnovit přírodními procesy nebo za přispění člověka. Z hlediska života člověka jsou zdroji nevyčerpatelnými. [3]

Mezi obnovitelné zdroje energie patří:

- zdroje obnovující se přírodními procesy – vítr, voda, solární energie, geotermální energie
- zdroje obnovující se za přispění člověka – biomasa (kusové dřevo, štěpka, pelety aj.) [3]

Výhody obnovitelných zdrojů energie:

- šetrnost k životnímu prostředí
- nízké provozní náklady

Nevýhody obnovitelných zdrojů energie:

- vysoké investiční náklady
- narušení vzhledu životního prostředí
- nízká efektivita
- nestejná dostupnost během roku [2], [3]

Obnovitelné zdroje jsou schopny lidem dodávat energii pro vytápění, aniž by přitom spotřebovávaly zásoby fosilních paliv. Tento fakt je obrovskou výhodou, především z důvodu odstranění negativního vlivu na životní prostředí. S obnovitelnými zdroji je samozřejmě spjata i spousta nevýhod. Nejčastěji se týkají časové proměnlivosti (např. slunce nesvítí v noci, energie záření je pohlcována v atmosféře, vítr vane spíše málo a nepravidelně apod.) a omezené hustoty toku energie. Tyto nevýhody se však týkají spíše dopadu na průmyslové odvětví. Nikdo tedy nemůže pochybovat o tom, že obnovitelné zdroje energie jsou pro vytápění rodinných domů energií budoucnosti a s přibývajícím časem jim bude věnována stále větší pozornost. [2], [3]

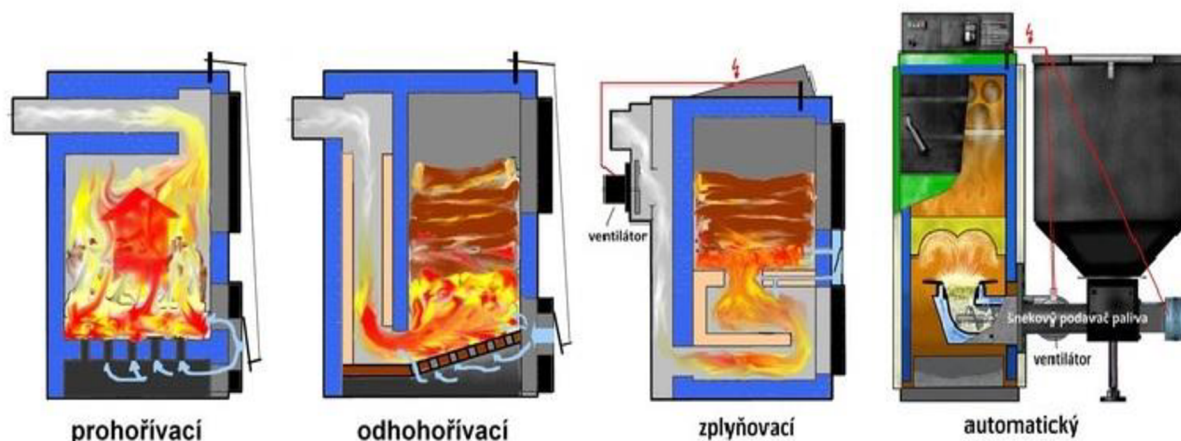
4 Kotle na fosilní paliva

Teplu v rodinných domech je zajišťováno převážně z nízkotlakých kotlen, vybavených kotli pro ohřev teplonosné látky. Kotel jakožto zdroj tepla je zařízení, které přeměňuje chemickou energii obsaženou v palivu na tepelnou energii a tu poté pomocí teplonosné látky rozvádí do místa spotřeby.

4.1 Kotle na tuhá fosilní paliva

Nejčastějšími typy teplovodních kotlů nabízenými pro tuhá fosilní paliva (hnědé uhlí, černé uhlí, koks) jsou kotle:

- **prohořivací** – kotel, v němž probíhá postupné spalování a spaliny procházejí přes vrstvu paliva
- **odhořivací** – kotel, v němž probíhá postupné spalování paliva ve vrstvě plynule doplňované, přičemž spaliny neprocházejí přes vrstvu paliva
- **zplyňovací** – druh odhořivacího kotle s ručním přikládáním, ve kterém je vyšší úroveň spalování docílena řízeným přísunem spalovacího vzduchu ventilátorem
- **automatické** – kotel se samočinnou dodávkou paliva a ventilátorem řízeným přísunem spalovacího vzduchu [5]



Obrázek 1: Typy kotlů na tuhá fosilní paliva [5]

Podle normy jsou tyto kotle dle účinnosti a míry vypouštěných emisí rozdělovány do 5 skupin (viz Tab. 1 a 2). Zařazení kotlů je prováděno autorizovanou osobou a výrobce je povinen jejich třídu uvádět. Tato informace je pro zákazníka důležitá, a to především v souvislosti s novelou zákona o ochraně ovzduší z roku 2012. [6]

Dodávka paliva	Jmenovitý tepelný výkon (kW)	Mezní hodnoty emisí (mg /m ³ při 10 % O ₂)								
		CO			OGC			Prach		
		třída			třída			třída		
		1 ¹⁾	2 ¹⁾	3 ²⁾	1 ¹⁾	2 ¹⁾	3 ²⁾	1 ¹⁾	2 ¹⁾	3 ²⁾
ruční	<50	25000	8000	5000	2000	300	150	180	150	125
	>50 až 150	12500	5000	2500	1500	200	100	180	150	125
	>150 až 300 ¹⁾ , 500 ²⁾	12500	2000	1200	1500	200	100	180	150	125
automatická	< 50	15000	5000	3000	1750	200	100	180	150	125
	>50 až 150	12500	4500	2500	1250	150	80	180	150	125
	>150 až 300 ¹⁾ , 500 ²⁾	12500	2000	1200	1250	150	80	180	150	125

¹⁾dle již zrušené ČSN EN 303-5:1999

²⁾dle nové ČSN EN 303-5:2012

Tabulka 1. - Zařazení kotlů do tříd dle mezních hodnot emisí [7]

Dodávka paliva	Jmenovitý tepelný výkon (kW)	Mezní hodnoty emisí (mg /m ³ při 10 % O ₂)					
		CO		OGC		Prach	
		třída		třída		třída	
		4 ²⁾	5 ²⁾	4 ²⁾	5 ²⁾	4 ²⁾	5 ²⁾
ruční	<50	1200	700	50	30	75	60
	>50 až 150						
	>150 až 300 ¹⁾ , 500 ²⁾						
automatická	< 50	1000	500	30	20	60	40
	>50 až 150						
	>150 až 300 ¹⁾ , 500 ²⁾						

¹⁾dle již zrušené ČSN EN 303-5:1999

²⁾dle nové ČSN EN 303-5:2012

Tabulka 2. - Zařazení kotlů do tříd dle mezních hodnot emisí [7]

4.1.1 Novela zákona o ochraně ovzduší

Zbavit naši zemi popelu v ovzduší a snížit výdaje za vytápění, s těmito cíli přišla novela zákona o ochraně ovzduší.

Od roku 2014 dojde k zákazu prodeje kotlů první a druhé emisní třídy, a domácnosti tak budou muset investovat do koupi ekologicky šetrnějšího kotle. Provoz kotlů první a druhé emisní třídy však může pokračovat i nadále, až do roku 2022. Jejich vlastníci ale budou povinni je podrobovat pravidelné revizi.

Pořízení ekologicky šetrného kotle má ovšem mnohé výhody. V první řadě mají nižší spotřebu paliva, a díky tomu se náklady za koupi kotle vrátí již během několika let. Prostřednictvím automatického podavače poskytovateli zároveň ušetří práci spojenou s přikládáním paliva a vynášením popela.

Co se stane v případě nedodržení zákona? Pokud zákazník nepředloží po 1. 1. 2017 revizi svého kotle nebo se od 1. 9. 2022 revizí prokáže, že kotel nesplňuje parametry alespoň třetí emisní třídy, čeká ho finanční pokuta ve výši několika tisíc korun. To samé se stane i v případě prokázání používání zakázaných paliv (především odpadů, uhelných kalů apod.).

Pro jednotlivé typy kotlů na fosilní paliva je tedy prognóza dalšího využívání následující. Tradiční litinové kotle pro spalování koksu mohou při správné konstrukci dosáhnout emisní třídy 3, hnědé uhlí v nich spalovat nelze a ostatní paliva vyhovují nejvýše druhé emisní třídě. Moderní odhořivací kotle běžně emisní třídu 3 splňují, pro získání jistoty je však nutné důkladné prostudování výrobního štítku a návodu k použití. Nakonec jsou tu kotle zplyňovací a automatické, které zákazníkům zaručují dosažení třetí emisní třídy, tudíž by neměly mít problém ani s provozem po roce 2022. [5], [8]

4.2 Plynové kotle

Plynové kotle jsou v dnešní době pro vytápění rodinných domů stále nejpoužívanějším a prakticky i nejvhodnějším zdrojem tepelné energie. Kvalitní a dobře zvolený plynový kotel zaručuje vysoký komfort provozu, snadnou a účinnou regulaci a především minimální dopad na životní prostředí. Pro majitele rodinných domů je velkou výhodou nenáročnost na prostor, protože není nutné budování místností na skladování paliva. Dodávka paliva je neomezená a nevyžaduje žádnou péči. Plynové kotle jsou vysoce účinné a řeší jak vytápění objektu, tak i ohřev vody. [9]

4.2.1 Princip činnosti plynových kotlů

Činnost plynového kotle je řízena hořákem, do něhož je přiváděn plyn. Po zažehnutí hořáku řídicí elektronikou dochází k hoření plynu a vniká teplo, které ohřívá vodu v tepelném výměníku (soustava trubek ve tvaru spirály). Při hoření plynu vznikají spaliny a ty jsou vypouštěny komínem do ovzduší.

Spaliny však lze velmi rozumným způsobem využít k získání dalšího tepla pro vytápění. Tuto vzácnou energii ze spalin dokážeme v maximální míře vytěžit pomocí tzv. kondenzační techniky. [10], [11]

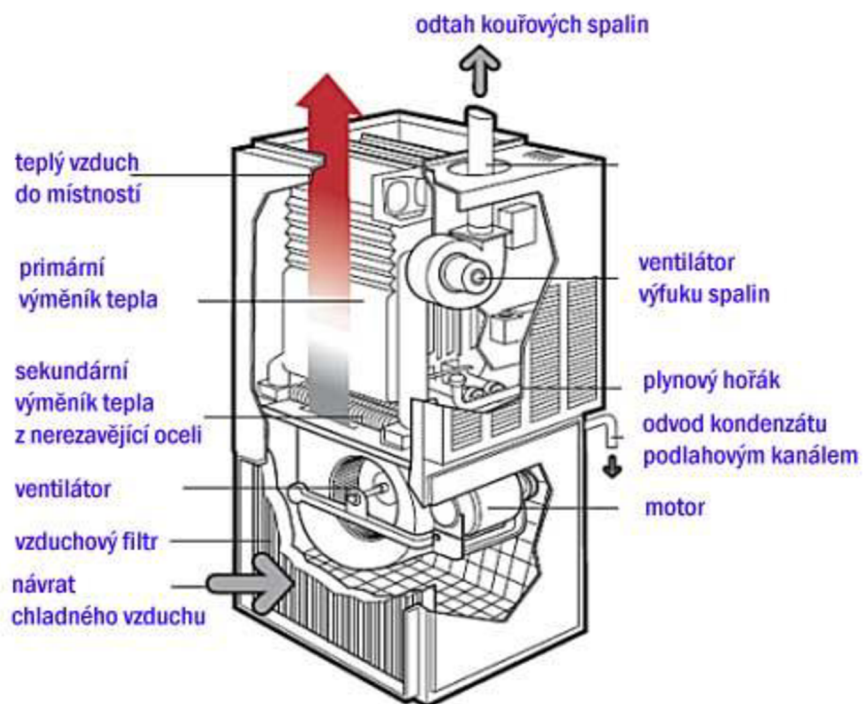
4.2.2 Kondenzační plynové kotle

Nevýhodou plynových kotlů jsou vysoké provozní náklady, a proto je trendem dnešní doby vytvářet takové topné systémy, které by svou efektivitou, kvalitou spalování, komfortem a šetrností k životnímu prostředí kompenzovaly výdaje spojené se stávající cenou zemního plynu. Za tímto účelem vznikly kondenzační plynové kotle.

Kondenzační plynové kotle představují obrovský krok dopředu. Umožňují redukovat spotřebu plynu až o 30 %, snížit emise škodlivin až o 70 % a zvýšit účinnost až na 107 % oproti klasickým plynovým kotlům. To vše jen díky využití vzácné energie ze spalin.

Při spalování paliv vzniká vodní pára a kysličník uhličitý. Vodní pára při spalování zemního plynu obsahuje zhruba 11 % energie z tzv. spalného tepla. U klasických kotlů odchází tato energie ze spalin do ovzduší. Kondenzační kotle svou konstrukcí umožňují využití tepla z vodní páry. Nejvíce energie získáme při ochlazení spalin na takovou teplotu, kdy vodní pára obsažená ve spalinách zkondenzuje, a to je při teplotě topné vody nižší, než je rosný bod spalin, který se pohybuje kolem 57 °C. Kondenzační plynové kotle se vyrábějí buď ve stacionárním nebo nástěnném provedení. [11], [12]

Popis kondenzačního plynového kotle



Obrázek 2: Popis kondenzačního plynového kotle [13]

5 Elektrické vytápění

Elektrickým vytápěním nazýváme takové topné systémy, ve kterých je zdrojem tepla elektrická energie. Rozlišujeme topné systémy přímotopné, akumulční a centrální s elektrokotlem. [14]

5.1 Přímotopné vytápění

U přímotopného vytápění dochází přímo v místě potřeby k přeměně elektrické energie na tepelnou, a to prostřednictvím topných těles nebo topných ploch. To znamená, že odpadá rozvod tepla z centrálního zdroje a s ním i spojené energetické ztráty v rozvodech tepla mezi zdrojem a spotřebiči. K šíření tepla z topných komponent do okolí dochází buď sáláním, nebo konvekcí. O tom, o jaký typ přímotopného vytápění se jedná, rozhoduje podíl obou složek. Nejvyšší podíl sálavé složky (až 75 %) mají sálavé (infračervené) stropní panely, stropní velkoplošné folie a sálavé (infračervené) nástěnné panely. Zhruba vyrovnaný podíl obou složek mají podlahové systémy (kabely, folie a rohože) a sálavé přímotopy. Zcela zanedbatelná je sálavá složka u přímotopných konvektorů.

Rozhodování o vhodnosti použití jednotlivých typů systémů pro vytápění rodinného domu je velmi složité. Moderní trend vytápění směřuje k navrhování komfortních a zároveň úsporných zdrojů tepla. Obecně lze říci, že nejlepšího tepelného komfortu a nejvyšší úspornosti dosáhneme za pomoci sálavých a velkoplošných topných zdrojů (podlahové topení). Výborné vlastnosti však mají i obyčejné sálavé konvektory, které v sobě spojují to nejlepší z teplovzdušného (konvekčního) a sálavého (infračerveného) vytápění. [14], [15], [16]

5.1.1 Podlahové topení

Při podlahovém topení je teplo předáváno do prostoru formou velkoplošné konvekce s menšinovým podílem sálání. Konvekční (klasické) vytápění je tvořeno topným tělesem, které má za úkol zahřívát okolní vzduch v prostředí. Zahřátý vzduch poté stoupá vzhůru a po zchladnutí prouděním ohřívá vzduch v celé místnosti a předává teplo předmětům v okolí. V případě podlahového topení je topným tělesem nejčastěji topná folie, která se instaluje pod plovoucí podlahy (laminátové, dřevěné, PVC aj.) [17], [18]

Výhody podlahového topení:

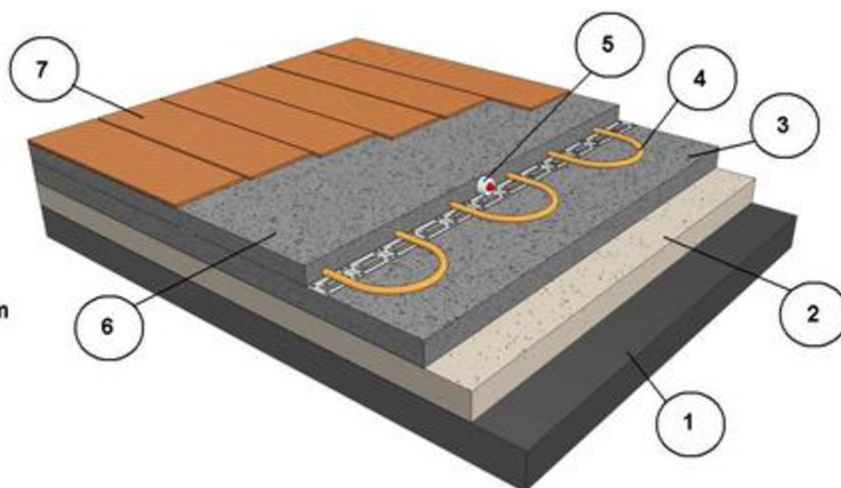
- dlouhá životnost, bezúdržbovost, bezprašný provoz, neomezování vnitřního prostoru
- menší spotřeba energie než v případě radiátorového vytápění
- rovnoměrný průběh teplot mezi podlahou a stropem (dobrá tepelná pohoda)
- možnost vytápění velkého prostoru

Nevýhody podlahového topení:

- nutnost velmi pečlivé instalace a dostatečné tepelné izolace (zabránění úniku tepla do půdy nebo podkladových konstrukcí) [17], [18]

Legenda:

- 1 - podkladový beton
- 2 - izolace proti vlhkosti
- 3 - cementová mazanina
- 4 - topný kabel
- 5 - teplotní čidlo
- 6 - cementová mazanina 5-6 cm
- 7 - podlahová krytina



Obrázek 3: Podlahové topení [19]

5.1.2 Sálavé topné systémy

Sálavé vytápění je druh vytápění, při kterém tepelné paprsky (v infračerveném oboru), vycházející ze zdroje, předávají teplo okolním předmětům (zdi, nábytku aj.) a ty následně ohřívají vzduch v místnosti. V praxi se nejčastěji používají sálavé topné panely (nástěnné, stropní) a velkoplošné sálavé stropní topení realizované topnými foliemi. [17], [18]

5.2 Akumulační vytápění

Princip výroby tepla u akumulčního systému je totožný s přímotopným vytápěním, liší se pouze uložením topných tyčí. Ty jsou vyzděny akumulčními cihlami a kolem celého topného tělesa je tepelná izolace, která zabraňuje úniku tepla skrz plášť spotřebiče. Teplo z topných tyčí se akumuluje ve vyzdívice, a nevydává se tak v čase výroby, ale až po skončení nabíjecího cyklu. Toho se využívá pro vytápění v těch časových intervalech, kdy je cena elektřiny vyšší. Po dobu levnějšího tarifu za elektřinu se akumulční cihly nahřívají a po jejím skončení předávají nahromaděné teplo okolí, a tím ho ohřívají.

Podle způsobu uvolňování tepla dělíme akumulční systémy na statické a dynamické. Dynamická akumulční kamna se vyznačují komfortnějším provozem, což má vliv také na jejich vyšší pořizovací i provozní náklady. [15], [20]

Výhody akumulčního vytápění:

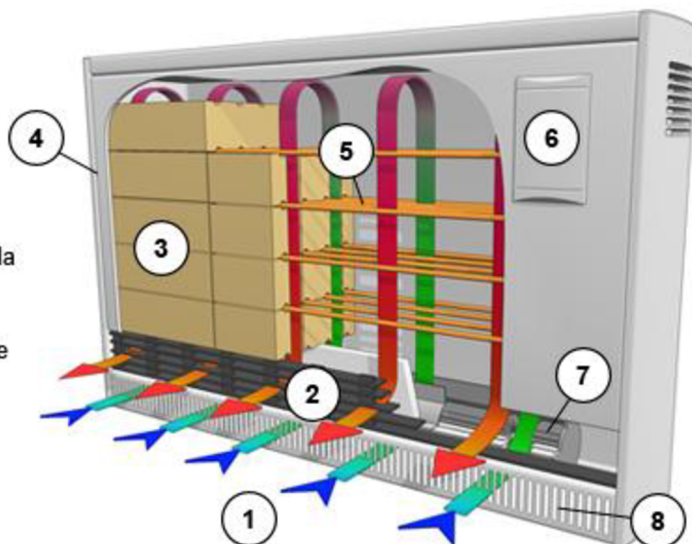
- finanční úspory – levný provoz a rychlá návratnost počáteční investice
- snadná montáž a údržba
- čistý a nehluký provoz

Nevýhody akumulčního vytápění:

- vyšší pořizovací náklady
- velké rozměry a hmotnost
- nutnost nabíjení s předstihem - předávání tepla není pružné [15], [20]

Legenda:

- 1 - nasávání studeného vzduchu
- 2 - vývod teplého vzduchu
- 3 - speciální cihly pro akumulaci tepla
- 4 - ekologická tepelná izolace
- 5 - topné spirály
- 6 - ovládací panel nabíjení, regulace
- 7 - ventilátor
- 8 - síťka proti prachu



Obrázek 4: Dynamická akumulční kamna [20]

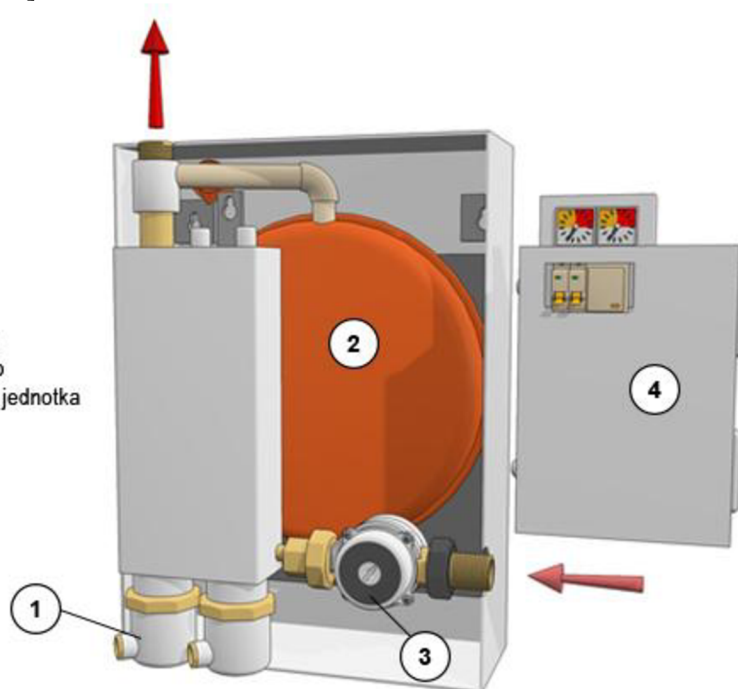
5.3 Vytápění centrálním elektrokotlem

Centrální elektrokotle pracují na principu teplovodního vytápění. Zdrojem energie je topná spirála, která průtokově ohřívá vodu uzavřenou v topné soustavě, ohřátá voda je pomocí oběhového čerpadla dále rozváděna do topných soustav objektu (radiátorů, topení v podlaze, aj.) a předává teplo do okolního vzduchu.

Soustavy s centrálním elektrokotlem mohou být buď pouze elektrické, nebo bivalentní. Elektrokotel je tedy používán jen jako doplňkový zdroj tepla pro pokrytí energetických špiček nebo časových úseků, kdy zdroj tepla nemá požadovaný výkon. Elektrokotel lze doplnit o akumulční zásobník, aby mohl pracovat pouze v časovém úseku nízké sazby za elektřinu. [16]

Legenda:

- 1 - topné spirály
- 2 - expanzní nádoba
- 3 - oběhové čerpadlo
- 4 - řídicí a regulační jednotka



Obrázek 5: Elektrokotel [16]

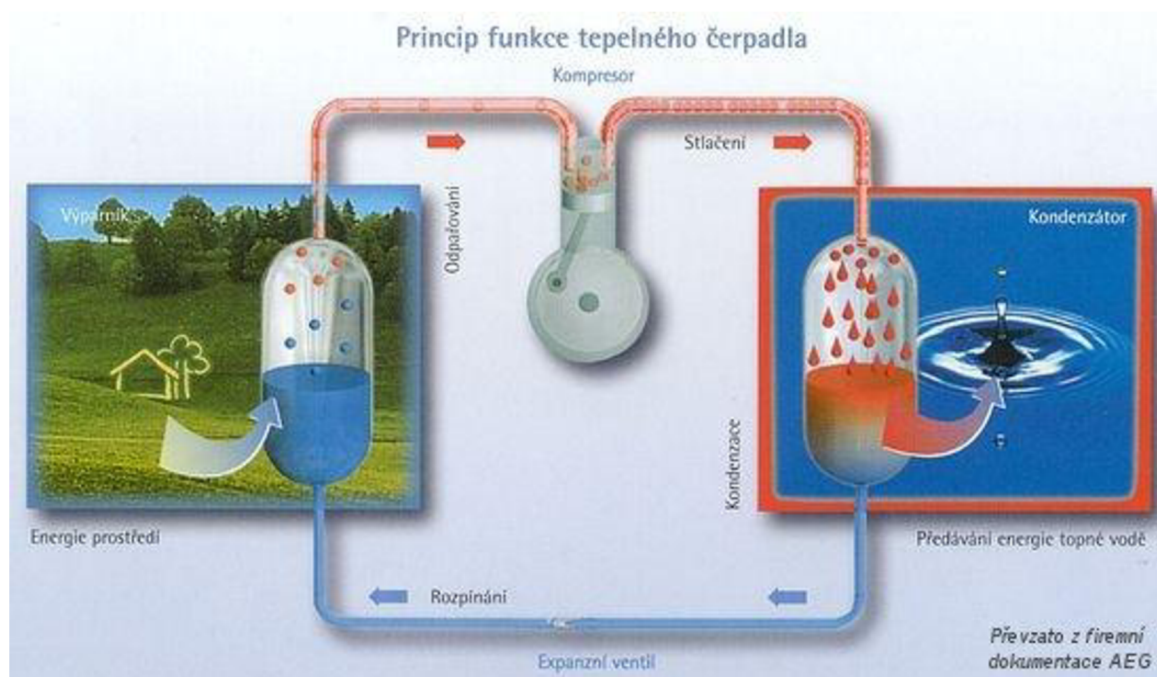
6 Tepelná čerpadla

Tepelná čerpadla lze považovat za světlou výjimku mezi elektronickými zdroji vytápění, jelikož je můžeme zároveň řadit mezi alternativní zdroje energie. Jedná se o relativně starý zdroj tepla, který se v Evropě pro vytápění rodinných domů používá nejméně 50 let. Na našem území se ale jeho popularita zvyšuje až nyní. Hlavní příčinou jsou především dotace od státu na instalaci tepelného čerpadla a donedávna i výhodnější ceny elektřiny na jeho pohon. [21]

6.1 Princip a funkce tepelného čerpadla

Tepelné čerpadlo je zdroj tepla, který využívá pro svoji činnost teplo odebrané z okolního prostředí (vzduch, voda, půda, odpadní teplo apod.) Toto teplo v prostředí se nazývá nízkopotenciální (teplo látek o nízké teplotě) a samo o sobě pro vytápění nelze použít. Pro jeho využití je potřeba ho převést na vyšší teplotu. Ze zákonů termodynamiky víme, že teplo z chladného tělesa nikdy samovolně nepřejde na těleso teplejší. Když ale dodáme nějakému zdroji tepla (tepelnému čerpadlu) vnější energii (elektřinu pro pohon kompresoru), můžeme pak nízkopotenciální teplo převést (přečerpát) na vyšší teplotní hladinu, kterou pak lze pro vytápění využít. Podobně jako vodní čerpadlo přečerpává vodu z nižší hladiny na vyšší, tepelné čerpadlo dělá totéž s teplem. Z této paralely vznikl právě název tepelné čerpadlo.

Tepelné čerpadlo pracuje na principu uzavřeného chladicího okruhu (podobně jako lednička), který obsahuje čtyři základní části: výparník, kompresor, kondenzátor a expanzní ventil. Teplo odebírané okolnímu prostředí je ve výparníku předáváno pracovní látce (kapalnému chladivu) o relativně nízké teplotě. Ohřevem chladiva dochází ke změně jeho skupenství. Chladivo se v plynném stavu dostává do kompresoru, kde je vysokým tlakem stlačeno. Stlačené chladivo dále míří do kondenzátoru a zde předává své skupenské teplo do topné vody určené pro vytápění. V expanzním ventilu se cyklus uzavírá a tlak chladiva se snižuje na původní hodnotu ve výparníku. [21], [22]



Obrázek 6: Princip činnosti tepelného čerpadla [21]

6.2 Rozdělení a princip značení tepelných čerpadel

Značení tepelných čerpadel se provádí zkráceně a vždy podle toho, odkud teplo odebírají a jaké látce teplo předávají. Nejčastějšími tepelnými čerpadly, se kterými se v praxi setkáváme, jsou čerpadla s kombinacemi:

- vzduch/vzduch
- vzduch/voda
- voda/voda (podzemní voda, vodní plocha)
- země/voda (plocha, vrt) [23]

6.2.1 Tepelné čerpadlo vzduch/vzduch

Tepelné čerpadlo vzduch/vzduch využívá pro svoji činnost teplo z venkovního vzduchu. Vzduch je nasáván venkovní jednotkou, která z něj odebírá teplo a předává ho k vytápění vzduchu uvnitř budovy. Tepelné čerpadlo vzduch/vzduch je určeno pro teplovzdušné vytápění a obvykle obsahuje pouze jednu vnitřní jednotku. Ta funguje jako krb, a teplo je tedy nejen v místnosti, ale šíří se po celém domě. Díky přímému vytápění vzduchu v místnosti bez pomoci topného systému dosahují tato tepelná čerpadla výrazně lepších topných faktorů než tepelná čerpadla vzduch/voda a země/voda. [23], [24]

Výhody tepelného čerpadla vzduch/vzduch:

- nízké investiční náklady, jednoduchá a velmi rychlá instalace
- možnost využití nejen k vytápění, ale i jako klimatizace a odvlhčovač
- díky vestavěnému filtru a ionizátoru proces čištění vzduchu od alergenů a škodlivin v místnosti

Nevýhody tepelného čerpadla vzduch/vzduch:

- obvykle obsahuje pouze jednu vnitřní jednotku
- pokles výkonu tepelného čerpadla při nízkých venkovních teplotách (může docházet i k jeho zamrzání)
- neschopnost ohřevu teplé vody [23], [24]



Obrázek 7: Princip tepelného čerpadla vzduch/vzduch [25]

6.2.2 Tepelné čerpadlo vzduch/voda

Tepelné čerpadlo vzduch/voda odebírá teplo z venkovního vzduchu. Nejčastěji se vyrábí ve třech různých variantách, a to:

- **samostatná venkovní a vnitřní jednotka** – Venkovní jednotka je umístěna většinou na zemi nebo na střeše a s vnitřní jednotkou je propojena izolovaným potrubím, ve kterém proudí chladivo. Vnitřní jednotka je připojena na topnou soustavu stejně jako kotel.
- **kompaktní provedení venkovní** – Celé tepelné čerpadlo je umístěno venku a je s topnou soustavou propojeno izolovaným potrubím, ve kterém proudí topná voda. Výhodou tohoto tepelného čerpadla je (díky jeho venkovnímu umístění) nezatěžování vnitřního prostoru hlukem.
- **kompaktní provedení vnitřní** – Celé tepelné čerpadlo je umístěno ve vnitřním prostoru a k němu jsou pro přívod a odvod vzduchu připojena potrubí - sací a výfukové. Tato dvě potrubí musí být od sebe dostatečně vzdálena, aby nedošlo k promíchání mezi nasávaným a vyfukovaným vzduchem, a tím i ke snížení účinnosti čerpadla. Nevýhodou tohoto provedení je náročnost na prostor. [23], [26]

Výhody tepelného čerpadla vzduch/voda:

- jednoduchá instalace, nevyžaduje žádné zásahy do okolního prostředí (vrty, výkopové práce apod.)
- nízké provozní náklady v porovnání s elektrickými nebo plynovými kotli

Nevýhody tepelného čerpadla vzduch/voda:

- vyšší pořizovací cena a nižší životnost než v případě systému země/voda
- vyšší hlučnost venkovní jednotky s ventilátorem
- pokles výkonu tepelného čerpadla při nízkých venkovních teplotách [23], [26]

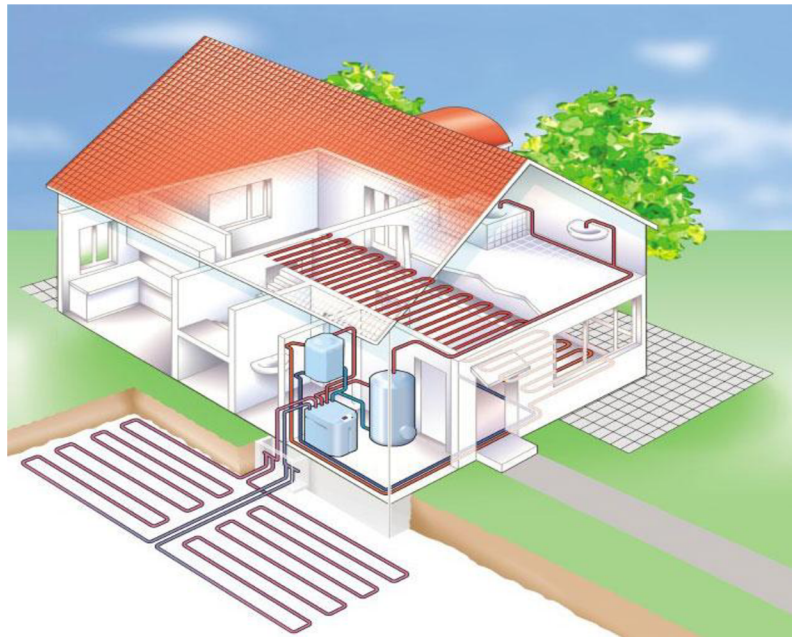


Obrázek 8: Princip tepelného čerpadla vzduch/voda – venkovní provedení [27]

6.2.3 Tepelné čerpadlo země/voda – plocha

Tepelné čerpadlo země/voda odebírá teplo z půdy pomocí plastových trubek (zemní plošný kolektor), naplněných nemrznoucí kapalinou. Trubky jsou umístěny v hloubce přibližně 1 metr, stejnou vzdálenost mají mezi sebou i horizontálně.

Tepelné čerpadlo s plošným kolektorem odebírá 98 % tepla z vrstvy zeminy „nad sebou“, kde je nahromaděna energie ze slunečního záření. Teplota zeminy v průběhu roku kolísá a dochází ke snížení topného faktoru. Nejhorší je situace na konci topné sezony, kde je půda vychlazená. V případě



Obrázek 9: Princip tepelného čerpadla země/voda – plocha [30]

využívání tepelného čerpadla jen pro účely vytápění ale není důvod k obavám, že by se zemní kolektor energeticky vyčerpal. Během léta totiž kolektor regeneruje přestupem tepla z okolních vrstev zeminy, slunečním zářením a teplem z venkovního vzduchu. [23], [28]

Výhody tepelného čerpadla země/voda - plocha:

- nižší pořizovací náklady ve srovnání s vrtý
- spotřeba elektřiny o 30 % nižší než v případě tepelných čerpadel odebírajících teplo ze vzduchu

Nevýhody tepelného čerpadla země/voda - plocha:

- velká plocha pozemku jako nutná podmínka k instalaci kolektoru
- znemožnění stavby na ploše, kde je umístěn kolektor
- zamrzání kolektoru v zimních měsících z důvodu jeho neustálého ochlazování, v důsledku toho i snižování výkonu kolektoru [23], [28]

6.2.4 Tepelné čerpadlo země/voda – vrt

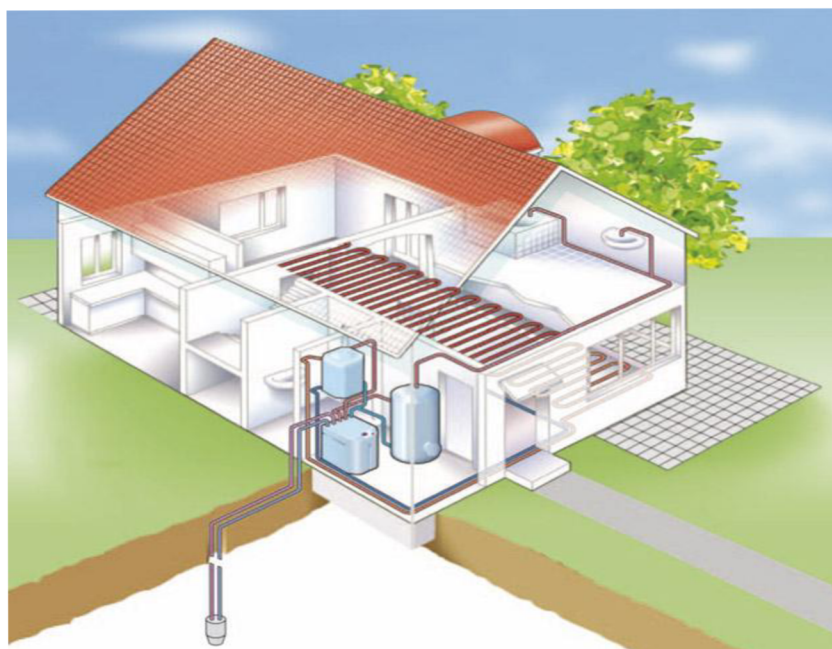
Tepelné čerpadlo odebírá teplo z hloubkových vrtů. Do vrtů jsou vloženy plastové trubky s nemrznoucí kapalinou. Jednotlivé vrty jsou hluboké maximálně 150 m a rozmístěny od sebe nejméně 10 m. [23]

Výhody tepelného čerpadla země/voda - vrt:

- stabilní výkon a vysoký topný faktor i při extrémně nízkých venkovních teplotách
- spotřeba elektřiny o 30 % nižší než v případě tepelných čerpadel odebírajících teplo ze vzduchu
- malé nároky na prostor uvnitř i vně domu (realizovatelnost u většiny objektů)

Nevýhody tepelného čerpadla země/voda - vrt:

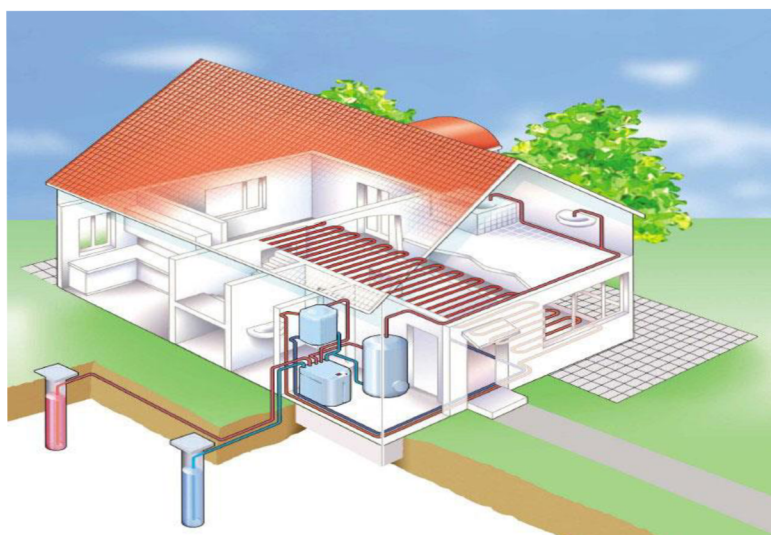
- vysoké pořizovací náklady na zhotovení vrtů a nutnost stavebního povolení
- nepořádek spojený se zhotovením vrtu [23], [29]



Obrázek 10: Princip tepelného čerpadla země/voda – vrt [30]

6.2.5 Tepelné čerpadlo voda/voda – podzemní voda

Podzemní voda je odebrána ze studny a představuje velmi spolehlivý a celoročně vydatný zdroj tepla. Před jejím využitím je však zapotřebí ji podrobit dlouhodobou čerpací zkouškou a ověřit složení vody kvůli zanášení výměníku. Teplota vody také musí být dostatečně vysoká (cca 6 - 7 °C), aby ji bylo možné ochlazovat bez rizika zamrznutí. Voda je ze studny



Obrázek 11: Princip tepelného čerpadla voda/voda – podzemní voda [56]

čerpána většinou klasickým ponorným čerpadlem, poté se ochlazuje v tepelném čerpadle a nakonec je vypuštěna do vsakovací studny, která musí být vybudována společně se sací studnou. [23]

Výhody tepelného čerpadla voda/voda – podzemní voda:

- nízké pořizovací náklady ve srovnání s vrtu
- dosahování nejvyšších topných faktorů

Nevýhody tepelného čerpadla voda/voda – podzemní voda:

- požadavky: stanovená kvalita vody, její množství a teplota
- nutná údržba venkovní části (čištění filtru), vyšší pravděpodobnost poruchovosti [23], [31]

6.2.6 Tepelné čerpadlo voda/voda – vodní plocha

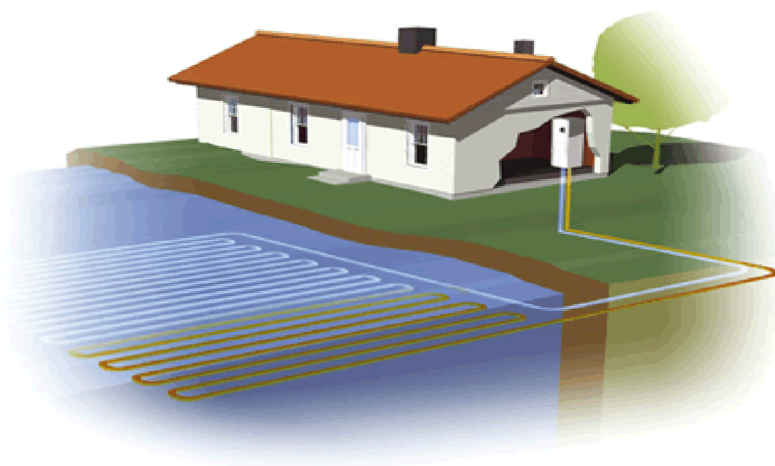
Podobně jako u zemního kolektoru a hloubkových vrtů je i zde využívána soustava plastových trubek s nemrznoucí kapalinou. Ty jsou umístěny na dně rybníka nebo řeky a odebírají teplo z okolní vody. [23]

Výhody tepelného čerpadla voda/voda – vodní plocha:

- nízké pořizovací náklady ve srovnání s vrtly
- vysoký topný faktor

Nevýhody tepelného čerpadla voda/voda – vodní plocha:

- omezenost na lokalitu s výskytem povrchové vody [23], [31]



Obrázek 12: Princip tepelného čerpadla voda/voda – vodní plocha [52]

7 Biomasa

Biomasa je hmota organického původu, ať už rostlinného, nebo živočišného. Pro účely energetické si ale v souvislosti s vytápěním rodinných domů představíme zpravidla určitý druh ekologického paliva pro topný systém. Takovým palivem jsou rostlinné produkty (biopaliva), jako je sláma nebo i obilí, v našich podmínkách je však využíváno v podstatě pouze dřevo. [32], [33]

7.1 Biopaliva

Biopaliva, ekopaliva, pevná biomasa nebo tvarová paliva, pod těmito souhrnnými názvy se skrývají rostlinné produkty, jako je palivové dřevo, dřevěné a rostlinné pelety, brikety a dřevní štěpka. Tato paliva, určená nejen pro vytápění rodinných domů, jsou velmi kvalitními zdroji tepelné energie a v současné době se těší velké oblibě. Důvodem je jejich dobrá konkurenceschopnost s ostatní palivy na trhu, ve srovnání s nimi totiž nabízejí jak po ekologické, tak částečně i po finanční stránce optimální způsob vytápění. Moderní topné systémy na biomasu kromě toho plně konkurují ostatním palivům i v oblasti komfortu obsluhy a dostupnosti paliva. [32], [33]

7.1.1 Palivové dřevo

Palivové dřevo je tradičním a léty prověřeným prostředkem k vytápění rodinných domů. Důležitým předpokladem správného spalování palivového dřeva je jeho dostatečné vysušení (až 2 roky přirozeným způsobem) a počáteční úprava. Oproti modernějším palivům je pak palivové dřevo objemnější, obsahuje více vody, zanechává více popela a nenabízí vysoký komfort dopravy do kotle. Tyto nevýhody jsou však kompenzovány jeho nízkou pořizovací cenou. [34], [35]

Výhody topení dřevem:

- jeden z nejlevnějších způsobů vytápění
- snadná dostupnost a obnovitelnost (zdroje dřeva jsou prakticky nevyčerpatelné)
- popel lze využít jako přírodní hnojivo

Nevýhody topení dřevem:

- pracnější (sekání dřeva, štípání apod.) a časově náročnější na obsluhu kotle (přikládání)
- výhřevnost dřeva výrazně ovlivněna jeho vlhkostí (snižuje se energetický zisk ze dřeva) [34], [35]



Obrázek 13: Palivové dřevo [34]

7.1.2 Dřevěné pelety

Dřevěné pelety jsou ekologicky ušlechtilé palivo, vyráběné vysokotlakým lisováním z dřevního odpadu (dřevní prach, drtě, piliny aj.). Tento způsob výroby se nazývá peletování. Na výsledný tvar má vliv kromě vysokého tlaku také obsah ligninu ve dřevě, jiná chemická pojiva se při výrobě nepoužívají. Rozměry pelet mohou být různé, v průměru od 6 do 25 mm, o délce až do 50 mm.

Díky kvalitní technologii výroby obsahují pelety minimální podíl vody a popelu, hoří proto velmi dlouho. Při jejich spalování nevzniká téměř žádný kouř, a v důsledku neutrality biomasy (viz kap. 7.2) nedochází ke zvyšování emisí skleníkových plynů. Vzniká přitom jen malé množství popela, který lze využít jako hnojivo a vrátit tak půdě potřebné živiny. V tomto koloběhu spočívá princip obnovitelného zdroje energie.

Dřevěné pelety jsou biopalivem s vysokou energetickou hustotou, tepelnou výhřevností a mají výborné vlastnosti i co se týče manipulace a dopravy (předzásobení a automatický přívod paliva do kotle). Cena pelet je sice nevyšší ze všech biopaliv, ale v porovnání s jinými zdroji se jedná o celkem nenákladné palivo, ne nadarmo jsou tedy označovány za palivo budoucnosti. [35], [36]



Obrázek 14: Dřevěné pelety [36]

Výhody topení dřevěnými peletami:

- maximální komfort obsluhy (podobně jako u elektrických nebo plynových kotlů)
- maximální ohleduplnost k životnímu prostředí
- skladnost a snadná manipulace s peletami

Nevýhody topení dřevěnými peletami:

- nejdražší biopalivo [35], [36]

7.1.3 Dřevěné brikety

Brikety jsou, stejně jako dřevěné pelety, ekologicky ušlechtilé palivo vyráběné lisováním z dřevního odpadu. Nejčastěji mají tvar válce či kvádry o délce až 30 cm. Jedná se o velmi univerzální palivo, s nímž lze topit ve všech typech kotlů (nejvyšší účinnosti dosahuje v kotlích na dřevoplyn). Vlastnosti jsou obdobné peletám, a proto se i cenově příliš neliší. Mají nízkou vlhkost, vysokou výhřevnost, dobře se skladují, jednoduše se s nimi manipuluje a obsahují malé množství vody a popelovin. Brikety jsou ve všech směrech ideálním zdrojem tepla pro vytápění rodinných domů. [35], [37]



Obrázek 15: Dřevěné brikety [37]

Výhody topení briketami:

- maximální komfort obsluhy (podobně jako u elektrických nebo plynových kotlů)
- maximální ohleduplnost k životnímu prostředí, skladnost a snadná manipulace
- univerzálnost paliva (možné topit ve všech typech kotlů)

Nevýhody topení briketami:

- vyšší cena (na úrovni pelet) [35], [37]

7.1.4 Dřevní štěrka

Dřevní štěrka je drobná, strojně nakrájená dřevní hmota, nadržena na částice od 3 do 250 mm. Vyrábí se z odpadu po lesní těžbě, ve dřevozpracujících provozech nebo z cíleně pěstovaných dřevin. Aby bylo možné štěrku spalovat s dostatečnou výhřevností, je nutné ji hned po těžbě vysoušet na slunci a větru, dokud její hodnota vlhkosti nedosáhne zhruba 50 %. Dřevní štěrka nevyžaduje žádnou speciální úpravu, a proto se dá sehnat velmi levně. [34], [35], [38]



Obrázek 16: Dřevní štěrka [35]

Výhody topení dřevní štěpkou:

- nízká cena
- šetrnost k životnímu prostředí
- jednoduchá manipulace a doprava

Nevýhody topení dřevní štěpkou:

- kratší doba skladovatelnosti (z důvodu vyšší vlhkosti hrozí riziko hniloby a plísní) [34], [35], [38]

7.2 Kotle na biomasu

Specifickým rysem všech kotlů na biomasu je jejich méně negativní vliv na životní prostředí. Na rozdíl od spalování paliv fosilních totiž spalováním biopaliv nedochází k tak výraznému zvyšování CO₂ v ovzduší. Důvodem je neutralita biomasy. Množství CO₂, která biopaliva uvolní při procesu spalování do atmosféry je vyrovnáno množstvím CO₂ biopalivem spotřebovaným při růstu. Důsledkem výše zmíněného faktu je, že Evropská unie na pořízení těchto topných systémů poskytuje v dnešní době dotace. Kromě toho chystá Česká republika ve spolupráci s Evropskou unií zavedení takzvané fosilní daně, která výrazně zvýhodní spotřebitele, co se rozhodli pro ekologičtější variantu vytápění. [39]

7.2.1 Zplyňovací kotle na dřevo, brikety a dřevní štěrku

Zplyňovací kotle patří mezi moderní topné systémy, které jsou velmi šetrné k životnímu prostředí. Pracují na principu tlakového zplyňování dřeva. Přivedené palivo (kusové dřevo, brikety nebo dřevní štěrka) v útrobach kotle v důsledku nedostatku kyslíku zuhelnatí a následně zplynuje. Během tohoto procesu nedochází téměř k žádnému uvolňování škodlivých látek. Kotel je mimo jiné vybaven signalizačním zařízením, jež upozorní majitele na potřebu zatopit. [39], [40]

Výhody zplyňovacích kotlů:

- ekologický, úsporný a komfortní provoz
- nízká pořizovací cena
- vysoká účinnost (88 až 92 %)

Nevýhody zplyňovacích kotlů:

- nutnost pravidelné obsluhy [39], [40]



Obrázek 17: Zplyňovací kotel na palivové dřevo, dřevěné brikety a dřevní štěpku [41]

7.2.2 Kotle na pelety

Kotle na tuhá paliva jsou na našem území čím dál více žádané. Většina kotlů ale bohužel nemá správné vlastnosti takového topného systému, který by splňoval hlavní požadavky ekologické, finanční i energetické. To se však netýká kotlů na pelety.

Kotle na pelety patří mezi neekologičtější topné systémy na trhu, které navíc díky své plné automatizaci zaručují naprostý komfort obsluhy. Jsou zkonstruované tak, že objem paliva postačí až na 2 týdny a údržbu kotle (pročištění průduchů a vysypání popela) stačí provést cca jednou za 5 týdnů. Pořizovací i provozní náklady jsou sice vyšší, ale vzhledem k jeho mnoha kladným stránkám se tato investice vyplatí. [39], [40]

Výhody kotlů na pelety:

- ekologický, úsporný a komfortní (plně automatizovaný) provoz
- vysoká účinnost (až 94 %)

Nevýhody kotlů na pelety:

- vyšší pořizovací náklady
- vyšší provozní náklady (střední třída) [39], [40]



Obrázek 18: Automatický kotel na pelety [52]

7.3 Vlhkost biomasy

Vlhkost je důležitou vlastností biomasy. Ovlivňuje její výhřevnost, schopnost hoření a způsobuje růst hub, které se podílejí na procesech samovznícení. V přírodě se v podstatě nevyskytuje bezvodá biomasa. Čerstvě pokácené dřevo obsahuje asi 55 - 60 % vlhkosti, ale tato hodnota může být i vyšší a v takových případech už výhřevnost dřeva nepostačuje k udržení spalovacího procesu. Pokud dřevo přece jenom hoří, proces je velmi nerovnoměrný, obtížně se reguluje a účinnost je velmi nízká. Dřevo s vysokým obsahem vody se uskládá tak, aby se nedotýkalo půdy a mezi jednotlivými kusy bylo umožněno proudění vzduchu.

Naopak příliš suchá biomasa hoří explozivně a velká část energie uniká v kouřových plynech. Za optimální relativní vlhkost pro spalování se považuje hodnota kolem 30 %. [42]

8 Solární kolektory

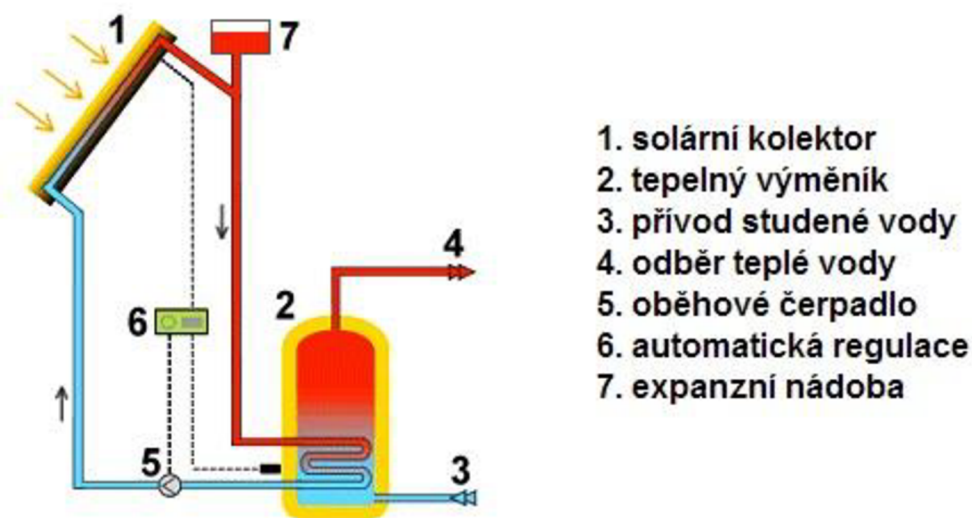
Slunce vychází každý den a dodává všem lidem bez rozdílu tu nejkvalitnější energii. Její zásoby jsou nevyčerpatelné, neznečišťují životní prostředí a neohrožují život Země. Slunce je tedy naprosto bezpečným zdrojem tepla pro vytápění rodinných domů.

Nejsnáze lze teplo ze slunce získat využitím principu skleníkového efektu. Sluneční paprsky procházejí do bytu okny a teplota v místnosti roste. Tento tzv. **pasivní způsob** využití je sice levný, jednoduchý a nevyžaduje žádné zvláštní zařízení, ale v praxi má pouze omezené uplatnění (skleníky, zimní zahrady, sušárny). Pro větší zisk a využití tepla ze slunečního záření se používá tzv. **aktivní způsob**.

Aktivní způsob využití sluneční energie spočívá ve spojení s různými technickými zařízeními, jako jsou například solární kolektory. Investiční náročnost a dlouhá doba návratnosti těchto technologií byla v minulosti důvodem jejich malého rozšíření, dnes se však solární kolektory stále častěji objevují na střeších rodinných domů. [43], [44]

8.1 Princip činnosti solárních kolektorů

Princip činnosti solárních kolektorů je poměrně jednoduchý. Sluneční paprsky dopadající na solární soustavu (zasklený rám s dutým absorberem tepla) jsou prostřednictvím absorberu (tj. černá plocha z mědi, hliníku nebo umělé hmoty) přeměňovány na tepelnou energii. Teplo je následně odváděno přes potrubí pomocí teplotnosné látky (kapalina, vzduch) až na místo, kde se využívá pro ohřev vody nebo vytápění. Pro snížení úniku tepla je kolektor ve spodní části izolován. [44]



Obrázek 19: Princip činnosti solárních kolektorů [45]

8.2 Rozdělení solárních kolektorů

Solární kolektory lze rozdělit podle řady hledisek, jako například:

- teplotnosná látka – kapalinové, vzduchové
- konstrukce – ploché (deskové), trubkové, koncentrační
- zasklení – bez zasklení, jednoduché, vícevrstvé, struktura
- tlak výplně – atmosférický, subatmosférický (vakuový)
- absorber - plastový, kovový (selektivní, neselektivní), akumulací [46]

Pro účely vytápění se však výhradně používají ploché nebo trubkové kolektory s kovovým selektivním absorberem a kapalinou jako teplonosnou látkou. [46]

8.2.1 Plochý kolektor

Ploché kolektory jsou nejrozšířenějším typem solárních kolektorů. Nejčastěji se vyrábějí s kovovým absorberem se spektrálně selektivním povlakem. Jsou opatřeny tepelnou izolací na boční straně kolektorové skříně, která zajišťuje minimální únik tepla do okolí.

Tyto kolektory jsou vhodné pro ohřev teplé užitkové vody (TUV) po větší část roku. Výsledky průzkumů dokonce dokazují, že v podmínkách ČR lze pomocí plochých kolektorů ušetřit až 75 % ročních nákladů na ohřev teplé vody. Nejsilnější stránkou plochých kolektorů je velikost absorpční plochy. Téměř celá plocha kolektoru uskutečňuje přenos dopadajícího slunečního záření, což v porovnání s jinými typy kolektorů znamená vyšší účinnost (75 – 85 %) a efektivitu. To ovšem platí pouze při obvyklých provozních podmínkách. Díky jejich nízké pořizovací ceně a dlouhé životnosti (až 30 let) jsou ideální volbou pro vytápění rodinných domů. [46], [47]



Obrázek 20: Plochý kolektor [54]

8.2.2 Trubicový vakuový kolektor

Trubicový kolektor se obvykle vyrábí s kovovým absorberem se spektrálně selektivním povlakem. Pro zajištění nízké celkové tepelné ztráty je tlak uvnitř kolektoru nižší než atmosférický tlak v okolí kolektoru (absolutní tlak cca 1 až 10 kPa).

Tyto kolektory nacházejí uplatnění při nízkých venkovních teplotách, nízké intenzitě slunečního záření nebo v zimním období a naopak nejsou vhodné pro ohřev TUV (pouze pokud majitel vyžaduje vyšší teplotu vody). V porovnání s plochými kolektory dosahují za běžných provozních podmínek menší účinnosti (70 -80 %), nižší životnosti (až 25 let) a jejich pořízení vyžaduje vysoké vstupní náklady. Trubicové kolektory jsou určeny především pro přitápění v zimních měsících, kdy mají vyšší účinnost než ploché kolektory. [46], [47], [48]



Obrázek 21: Trubicový vakuový kolektor [55]

8.3 Účinnost solárních kolektorů

Účinnost je klíčovým pojmem při posuzování efektivity využití sluneční energie. Její hodnotu uvádějí dodavatelé solárních kolektorů a obvykle se pohybuje okolo 80 procent a více. Jedná se ale pouze o teoretickou účinnost, která se v konečném výsledku často značně odlišuje od hodnoty reálné. Účinnost je totiž závislá na podmínkách provozu kolektoru (slunečním záření, venkovní teplotě, teplotě teplotnosné látky, u nekrytých navíc na rychlosti proudění vzduchu). Hodnotu účinnosti tedy nelze brát jako konstantu.

Největší vliv na účinnost má rozdíl teplot teplotnosné látky a vzduchu, protože kolektor se stává teplejším než okolní prostředí a část tepla vyzáří bez užitku zpět do okolí. Čím nižší teplotu teplotnosné látky vyžadujeme, tím více energie kolektor získá. Ploché vakuové kolektory do určité míry tyto tepelné ztráty eliminuje, jeho cena je ale tak vysoká, že by se jednalo o nenávratnou investici. [43], [44]

8.4 Solární soustavy pro ohřev TUV

Využití solární energie pro ohřev teplé užitkové vody (TUV) a k vytápění je výhodné jak z ekologického hlediska, tak i z hlediska dlouhodobé úspory energie. Proto jsou solární soustavy určeny nejen k ohřevu vody, ale i k celoročnímu přitápění. To vše se děje za pomoci solárních kolektorů připojených na běžný systém ústředního vytápění. Správně vytvořená solární soustava dokáže majiteli rodinného domu ušetřit náklady na ohřev TUV a náklady na vytápění. Soustavy se dělají v celé řadě modifikací, lišících se počtem kolektorů, typem kolektorů (ploché nebo trubicové), velikostí solárních zásobníků a zapojením.

Hlavními částmi solárních soustav jsou solární kolektory, které slouží jako zdroj tepla a solární zásobník (boiler s tepelným výměníkem) pro ohřev TUV. Kromě toho se solární kolektory využívají také jako akumulátor tepla. Solární soustavy jsou dvouokruhové a lze je používat celoročně. Jednookruhové soustavy bez výměníku, kdy v kolektorech proudí přímo

ohřívána voda, se kvůli nutnosti jejich každoročního vypouštění a napouštění příliš nevyužívají, a proto se jimi už dále zabývat nebudeme.

Podle způsobu zapojení rozlišujeme dva typy soustav, a to soustavy samotížné a soustavy s nuceným oběhem. [44]

8.4.1 Samotížné soustavy

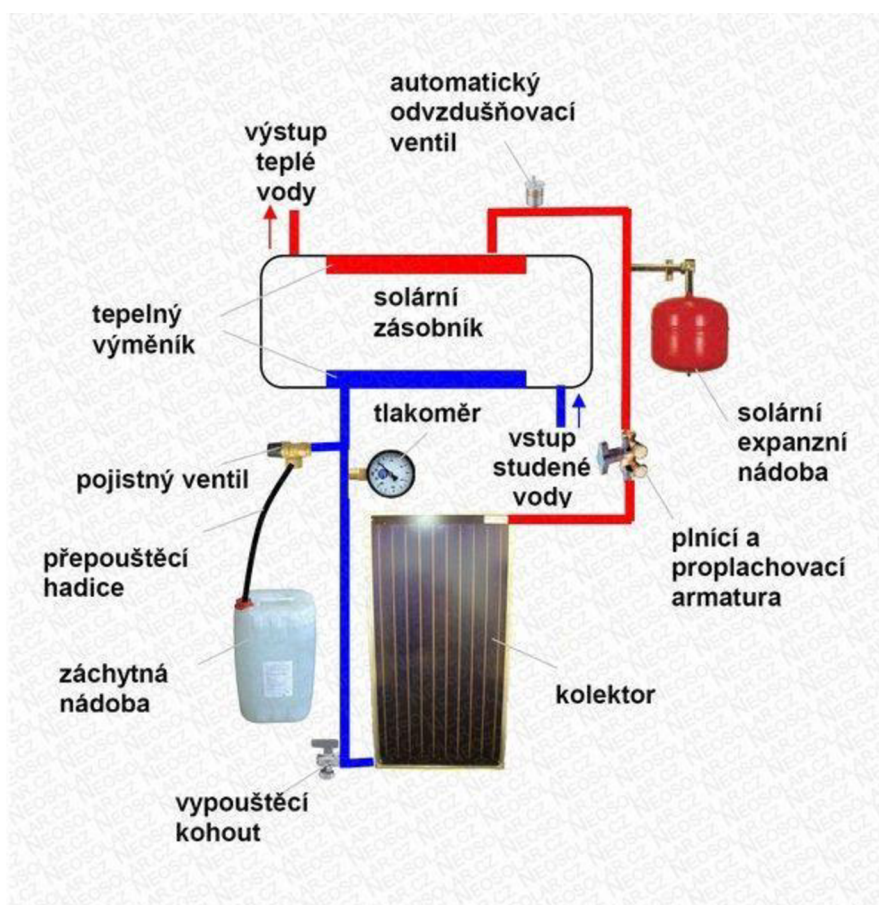
Samotížné soustavy představují jednodušší a více používaný typ soustav, určený pro ohřev až 400 litrů TUV denně. Důležitou podmínkou pro funkčnost soustavy je umístění zásobníku TUV. Ten musí být minimálně 80 cm nad horní hranou slunečního kolektoru. Soustava funguje na principu samotížného topení, kolektor zde představuje kotel a zásobník TUV radiátor. V nejvyšším místě okruhu je zapojen odvzdušňovací ventil, dále soustava obsahuje expanzní nádobu a napouštěcí a pojistný ventil. Pokud jsou veškeré komponenty kvalitní – nerezový zásobník, kolektory z ušlechtilých kovů, měděné potrubí – předpokládá se životnost soustavy na několik desítek let. [44]

Výhody samotížných soustav:

- nízká cena
- jednoduchá konstrukce, nezávislá na dodávkách elektřiny (stačí pospojovat kolektory a připojit je dvěma trubkami k zásobníku TUV)
- spolehlivost a bezporuchovost (díky absenci aktivních prvků)

Nevýhody samotížných soustav:

- nízká účinnost (směs proudí pomaleji než v soustavách s nuceným oběhem) [44]



Obrázek 22: Samotížný systém [49]

8.4.2 Soustavy s nuceným oběhem

Oproti samotížným soustavám obsahují soustavy s nuceným oběhem ještě oběhové čerpadlo, regulaci a zpětnou klapku, která zamezuje zpětnému proudění. [44]

Výhody soustav s nuceným oběhem:

- vysoká celková účinnost
- velká variabilita připojení jednotlivých komponent soustavy

Nevýhody soustav s nuceným oběhem:

- vysoká pořizovací cena [44]

9 Porovnání jednotlivých typů vytápění

V předchozích kapitolách bylo zmíněno mnoho druhů vytápěcích systémů, od těch klasických až po ty moderní, které udávají trendy současnému vývoji ve vytápění rodinných domů. Vybrat z takové škály nabízených technologií ten nejlepší není jednoduché. Většina lidí volí podle toho, který z nich nabízí tu nejlepší cestu k levnému topení. Ať už se ale podíváme na jakýkoliv z typů vytápění, neměli bychom brát v potaz pouze jeho finanční stránku (pořizovací a provozní náklady). Za zvážení stojí také ekologické aspekty, efektivita a náročnost na obsluhu a údržbu. Jednotlivé způsoby vytápění tedy porovnáme z hlediska všech těchto aspektů a vyhodnotíme, který z nich je nejvýhodnější pro vytápění rodinných domů.

	Zdroj tepla	Průměrná účinnost (%)	Pořizovací náklady	Provozní náklady	Míra znečištění	Nároky na údržbu
1	Automatický kotel na černé uhlí	80	vysoké	nízké	vysoká	vysoké
2	Automatický kotel na hnědé uhlí	80	vysoké	nízké	vysoká	vysoké
3	Automatický kotel na koks	80	vysoké	střední	vysoká	vysoké
4	Kondenzační plynový kotel	102	střední	vysoké	nízká	nízké
5	Podlahové topení	98	nízké	vysoké	žádná	žádné
6	Akumulační kamna	95	nízké	vysoké	žádná	žádné
7	Tepelné čerpadlo vzduch/voda	TF 3 ^{a)}	velmi vysoké	nízké	minimální	minimální
8	Zplyňovací kotel na dřevo	75	vysoké	nízké	střední	vysoké
9	Automatický kotel na pelety	84	vysoké	střední	minimální	střední
10	Zplyňovací kotel na brikety	75	vysoké	střední	minimální	střední
11	Kotel na štěpku	80	vysoké	nízké	střední	vysoké
12	Plochý solární kolektor	80	velmi vysoké	nízké	minimální	minimální

^{a)}TF 3 – topný faktor čerpadla označující, že dokáže vyprodukovat 3x více tepla, než kolik je třeba dodat elektrické energie pro jeho provoz

Tabulka 3. - Porovnání vytápěcích systémů pro vytápění rodinných domů [50]

	Zdroj tepla	Průměrná účinnost (%)	Cena paliva (+ tarif)	Průměrná spotřeba paliva/rok	Roční náklady na vytápění
1	Automatický kotel na černé uhlí	80	5,10 Kč/kg	3517 kg	14350 Kč
2	Automatický kotel na hnědé uhlí	80	3,55 Kč/kg	4514 kg	12820 Kč
3	Automatický kotel na koks	80	8,50 Kč/kg	2955 kg	20094 Kč
4	Kondenzační plynový kotel	102	1,25938 Kč/kWh + 278 Kč/měsíc	19653 kWh, 1872 m ³	28582 Kč
5	Podlahové topení	98	2,31047 Kč/kWh + 424 Kč/měsíc	18424 kWh	46805 Kč
6	Akumulační kamna	95	1,89181 Kč/kWh + 374 Kč/měsíc	19006 kWh	38646 Kč
7	Tepelné čerpadlo vzduch/voda	TF 3	2,31047 Kč/kWh + 351 Kč/měsíc	6019 kWh	18119 Kč
8	Zplyňovací kotel na dřevo	75	3,00 Kč/kg	5936 kg	13356 Kč
9	Automatický kotel na pelety	84	5,20 Kč/kg	4498 kg	19647 Kč
10	Zplyňovací kotel na brikety	75	4,80 Kč/kg	5098 kg	18353 Kč
11	Kotel na štěpku	80	2,50 Kč/kg	6500 kg	13000 Kč

Tabulka 4. - Průměrné roční náklady na vytápění rodinného domu [50]

Výpočet ročních nákladů na vytápění

$$\text{Náklady na vytápění} = \frac{\text{průměrná účinnost} \times \text{cena paliva} \times \text{průměrná spotřeba}}{100} + \text{tarif}$$

Pohledem na tabulku 3 můžeme zjistit, že nejvýhodnější je vytápění tepelnými čerpadly. Nabízejí totiž vysoký komfort obsluhy, efektivitu, jsou ohleduplné k životnímu prostředí a náklady spojené s jejich provozem jsou celkem nízké. Vysoké pořizovací náklady sice mluví v neprospěch těchto zdrojů, ale tato počáteční investice se již po několika letech vrátí.

Hned za tepelnými čerpadly se po celkovém porovnání všech aspektů umístily pelety a brikety. Ty ekonomicky spadají do střední třídy, pořizovací náklady zdrojů tepla jsou vysoké, vyžadují místnost na skladování, ale mezi jejich velká pozitiva patří zejména komfort obsluhy, nízké nároky na údržbu, vysoká účinnost a minimální dopad na životní prostředí.

Naopak nejhůře v porovnání s ostatními zdroji energie vycházejí všechna tuhá fosilní paliva. Pořizovací náklady automatických kotlů jsou vysoké a jejich provoz je i přes modernizaci značně neekologický. Kromě toho je nutné vybudovat speciální místnost na skladování paliva, což zvyšuje nároky na obsluhu, spojené s dopravou paliva do automatického zásobníku. Jedinou kladnou stránkou tuhých fosilních paliv jsou nízké provozní náklady (s výjimkou koksu). To je také hlavní důvod jejich stále vysoké oblíbenosti.

Podobně jsou na tom i palivové dřevo a dřevní štěpka. Ty pro své skladování také potřebují vlastní místnost. Na rozdíl od fosilních paliv ale při spalování nevzniká tolik škodlivých látek, provozní náklady jsou nízké a nabízí se nám větší komfort obsluhy.

Zlatou střední cestou je pak vytápění plynem a elektřinou. Ceny těchto energií se sice neustále zvyšují, ale nedají se jim upřít prakticky nulový vliv na životní prostředí, nižší pořizovací náklady zdrojů tepla, vysoká účinnost a bezobslužný a tichý provoz.

9.1 Kombinované vytápění

Posledním zdrojem tepla pro vytápění rodinných domů, který v předchozím porovnání nebyl zmíněn, jsou solární kolektory. Ty mají jednu obrovskou přednost oproti ostatním zdrojům tepla, jako jediné je totiž můžeme kombinovat s kteroukoliv předchozí skupinou.

Kombinované vytápění se rozhodně vyplatí. Vzhledem k nejistým cenám paliv na trhu je výhodnější, jsou-li v rodinném domě alespoň dva různé zdroje tepla. Pokud navíc budeme kombinovat s dalším nízkoteplotním zdrojem (tepelná čerpadla, solární kolektory), lze potom zvýšit i celkovou účinnost. Nejčastěji se kombinují dva zdroje: kotel + alternativní zdroj (tepelné čerpadlo, solární kolektor), ale jsou i kombinace tří zdrojů například kotel + tepelné čerpadlo + solární kolektor. [51]

10 Závěr

V současné době existuje široké spektrum zdrojů tepla pro vytápění rodinných domů. Vývoj těchto zdrojů jde neustále dopředu, přičemž největší důraz se klade na jejich ekonomické a ekologické aspekty. Otázka levného vytápění rodinného domu je sice při současných cenách energií velmi aktuální, ale z dlouhodobého hlediska je nutné zdůraznit především otázku ekologickou. Některé zdroje energie jsou totiž značně neekologické a svým působením ohrožují život Země. To je hlavně případ klasických kotlů na tuhá fosilní paliva.

Vytápění pevnými fosilními palivy (černým uhlím, hnědým uhlím, koksem) zaznamenalo s příchodem vysokých cen za elektřinu a plyn opět velký vzestup. Proto začali výrobci topných systémů vytvářet nové kotle, které by eliminovaly nedostatky spojené se spalováním fosilních paliv. Moderní modely těchto kotlů nejenže snižují ekologickou zátěž na životní prostředí, ale také výrazně zvyšují účinnost spalování, díky automatickému zásobníku paliva navíc usnadňují provoz. Ani přes všechny zmíněné výhody se prognóza využívání moderních kotlů nejeví jako nadějná. Budoucnost fosilních paliv obecně je vzhledem k jejich vyčerpitelnosti značně nejasná, a proto vede cesta k efektivnímu a ekologickému vytápění přes alternativní zdroje energie (tepelná čerpadla, solární kolektory, biomasu).

Teplo povrchu Země, sluneční energie uložená v biosféře a přímá sluneční energie, to vše jsou zdroje energie, které pro svoji činnost využívají tepelná čerpadla, biomasa a solární kolektory. I přes vidinu vysoké počáteční investice oblíbenost těchto topných systémů neustále stoupá a není pochyb o tom, že právě jim patří budoucnost ve vytápění rodinných domů. Vždyť hlavně díky jejich ohleduplnosti k životnímu prostředí, vysoké účinnosti, komfortu obsluhy a nevyčerpitelnosti jako zdrojů tepla, se nejen rodinný dům, ale i Země stane čistým a příjemným domovem pro naše potomky.

11 Seznam informačních zdrojů

- [1] POLEDŇÁKOVÁ, D. Historie vytápění. In: *Digitální učební materiály* [online]. 8. 1. 2013 [cit. 2014-leden-20]. Dostupné z: <http://dumy.cz/nahled/54123>
- [2] Možnosti vytápění. *Arnika* [online]. 2010 [cit. 2014-01-20]. Dostupné z: <http://arnika.org/moznosti-vytapeni>
- [3] DEMJANČUKOVÁ, K. *Zdroje a přeměny energie* [Dokument]. 2012.
- [4] Možnosti vytápění domu + Ceny tepla. In: *Ceny energie* [online]. 12. 11. 2010 [cit. 2014-01-20]. Dostupné z: <http://www.cenyenergie.cz/moznosti-vytapeni-domu-ceny-tepla/>
- [5] LYČKA, Z. Jak vybírat nový kotel na pevná paliva (1). In: *TZB-info* [online]. 22. 4. 2013 [cit. 2014-01-21]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/kotle-kamna-krby/9798-jak-vybirat-novy-kotel-na-pevna-paliva-1>
- [6] LYČKA, Z. Kotelny s kotli na uhlí a koks. In: *TZB-info* [online]. 20. 10. 2008 [cit. 2014-01-22]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/5149-kotelny-s-kotli-na-uhli-a-koks>
- [7] HORÁK, J. et al. Jaké parametry musí splnit kotle na tuhá paliva? Legislativa v ČR a Evropě. In: *TZB-info* [online]. 18. 3. 2013 [cit. 2014-05-06]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/kotle-kamna-krby/9665-jake-parametry-musi-splnit-kotle-na-tuha-paliva-legislativa-v-cr-a-evrope>
- [8] STUPAVSKÝ, V. Novela zákona o ochraně ovzduší. In: *TZB-info* [online]. 26. 1. 2013 [cit. 2014-01-21]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/kotle-kamna-krby/9515-novela-zakona-o-ochrane-ovzdusi>
- [9] Zdroje tepla na plyn. In: *TZB-info* [online]. 11. 4. 2007 [cit. 2014-01-21]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/4048-zdroje-tepla-na-plyn>
- [10] *Plynové kotle* [online]. [cit. 2014-01-21]. Dostupné z: <http://www.plynovekotle.ic.cz/>
- [11] Princip kondenzačního kotle a jeho výhody. *Thermona* [online]. [cit. 2014-01-21]. Dostupné z: <http://www.thermona.cz/princip-kondenzacniho-kotle-jeho-vyhody>
- [12] Nový trend - kondenzační plynové kotle DAKON. In: *TZB-info* [online]. 18. 4. 2003 [cit. 2014-01-21]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/1453-novy-trend-kondenzacni-plynove-kotle-dakon>
- [13] Kotle plynové kondenzační. *Topenáři EKOMPLEX* [online]. [cit. 2014-01-20]. Dostupné z: <http://www.topeni-topenari.eu/topeni/topidla-klasicka/kotle-plynove/kondenzacni.php>
- [14] Elektrické vytápění - typy topných zařízení. In: *TZB-info* [online]. 13. 4. 2007 [cit. 2014-01-21]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/4055-elektricke-vytapeni-typy-topnych-zarizeni>
- [15] Elektrické vytápění. *Elektrické topení* [online]. [cit. 2014-01-21]. Dostupné z: http://www.elektricke-topeni.cz/11,0,Elektricke-vytapeni.html#elektricke_vytapeni
- [16] Přímotopné vytápění. *Energetický poradce PRE* [online]. [cit. 2014-01-21]. Dostupné z: <http://www.energetickyporadce.cz/cs/uspory-energie/vytapeni/primotopne-vytapeni/>

- [17] Sálavé a velkoplošné topné systémy. *Elektrické topení* [online]. [cit. 2014-01-21]. Dostupné z: http://www.elektricke-topeni.cz/4,0,Tepelna-pohoda,-salave-a-velkoplosne-topne-systemy.html#velkoplosne_nizkoteplotni_topne_systemy_a_salave_topne_systemy
- [18] Infra topení. *Sunnyhouse* [online]. [cit. 2014-01-21]. Dostupné z: <http://www.sunnyhouse.cz/infra-topeni>
- [19] Podlahové vytápění. *Energetický poradce PRE* [online]. [cit. 2014-01-20]. Dostupné z: <http://www.energetickyporadce.cz/cs/uspory-energie/vytapeni/podlahove-vytapeni/>
- [20] Akumulační vytápění. *Energetický poradce PRE* [online]. [cit. 2014-01-21]. Dostupné z: <http://www.energetickyporadce.cz/cs/uspory-energie/vytapeni/akumulacni-vytapeni/>
- [21] HOŘEJŠÍ, M. Tepelná čerpadla pro každého (I). In: *tzb-info.cz* [online]. 16. 4. 2002 [cit. 2014-leden-21]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/953-tepelna-cerpadla-pro-kazdeho-i>
- [22] SRDEČNÝ, K. a J. TRUXA. *Tepelná čerpadla*. ERA, 2005. ISBN: 80-7366-031-B.
- [23] HOŘEJŠÍ, M. Tepelná čerpadla pro každého (II). In: *TZB-info* [online]. 19. 4. 2002 [cit. 2014-01-21]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/957-tepelna-cerpadla-pro-kazdeho-ii>
- [24] Tepelná čerpadla vzduch/vzduch. *Tepelná čerpadla IVT* [online]. [cit. 2014-01-21]. Dostupné z: <http://www.cerpadla-ivt.cz/cz/tepelna-cerpadla-vzduch-vzduch>
- [25] Vytápění/chlazení tepelnými čerpadly VZDUCH-VZDUCH typ SPLIT. *KpKlima* [online]. [cit. 2014-01-20]. Dostupné z: <http://www.kpklima.cz/category/42/vytapeni-chlazení-tepelnými-cerpadly-vzduch-vzduch-typ-split>
- [26] Tepelná čerpadla vzduch/voda. *Tepelná čerpadla IVT* [online]. [cit. 2014-01-21]. Dostupné z: <http://www.cerpadla-ivt.cz/cz/tepelna-cerpadla-vzduch-voda>
- [27] Tepelná čerpadla vzduch / voda. *MVB Opava* [online]. [cit. 2014-01-20]. Dostupné z: <http://www.mvb.cz/produkty/domacnosti/tepelna-cerpadla/vzduch-voda/>
- [28] Tepelná čerpadla země/voda – plocha. *Tepelná čerpadla IVT* [online]. [cit. 2014-01-21]. Dostupné z: <http://www.cerpadla-ivt.cz/cz/tepelna-cerpadla-zeme-voda-plocha>
- [29] Tepelná čerpadla země/voda – vrt. *Tepelná čerpadla IVT* [online]. [cit. 2014-01-21]. Dostupné z: <http://www.cerpadla-ivt.cz/cz/tepelna-cerpadla-zeme-voda-vrt>
- [30] Tepelná čerpadla země / voda. *MVB Opava* [online]. [cit. 2014-01-20]. Dostupné z: <http://www.mvb.cz/produkty/domacnosti/tepelna-cerpadla/zeme-voda/>
- [31] Tepelná čerpadla voda/voda. *Tepelná čerpadla IVT* [online]. [cit. 2014-01-21]. Dostupné z: <http://www.cerpadla-ivt.cz/cz/tepelna-cerpadla-voda-voda>
- [32] CENEK, M. et al. *Obnovitelné zdroje energie*. Praha: FCC Public, 2001. ISBN 80-901985-8-9.
- [33] Biomasa a úsporné vytápění. *Česká peleta* [online]. [cit. 2014-01-23]. Dostupné z: <http://www.ceska-peleta.cz/zpravy-z-tisku/biomasa-a-usporné-vytapeni/>
- [34] Další biopaliva. *Česká peleta* [online]. [cit. 2014-01-23]. Dostupné z: <http://www.ceska-peleta.cz/pelety-brikety-drevo/dalsi-biopaliva/>

- [35] Palivové dříví, dřevní štěpka, dřevěné brikety a dřevní pelety. *Keliwood* [online]. [cit. 2014-01-23]. Dostupné z: <http://www.srubyservis.cz/aktuality-topeni-drevem---levne-topeni--2--dil-palivove-drivi--drevni-stepka--drevene-brikety-a-drevni-pelety>
- [36] Pelety. *Česká peleta* [online]. [cit. 2014-01-23]. Dostupné z: <http://www.ceska-peleta.cz/pelety-brikety-drevo/pelety/>
- [37] Brikety. *Česká peleta* [online]. [cit. 2014-01-23]. Dostupné z: <http://www.ceska-peleta.cz/pelety-brikety-drevo/brikety/>
- [38] *Dřevní štěpka* [online]. [cit. 2014-01-23]. Dostupné z: <http://www.drevnistepka.cz/>
- [39] Kotle na pelety. *Kotle na biomasu* [online]. [cit. 2014-01]. Dostupné z: <http://www.kotlenabiomasu.eu/kotle-na-pelety.php>
- [40] Kotle na pelety. *Česká peleta* [online]. [cit. 2014-01-23]. Dostupné z: <http://www.ceska-peleta.cz/kotle-na-pelety-2/>
- [41] Zplynovací kotle na dřevěné brikety. *Kotle ATMOS* [online]. [cit. 2014-01-20]. Dostupné z: <http://www.atmos.cz/czech/kotle-007-zplynovaci-kotle-na-drevene-brikety>
- [42] *INNET | VŠB - Technická univerzita Ostrava* [online]. [cit. 2014-01-23]. Dostupné z: http://www1.vsb.cz/ke/vyuka/FRVS/CD_Biomasa_nove/Pdf/VlastnostiBiomasy.pdf
- [43] PONCAROVÁ, J. Solární kolektory pro rodinný dům: Stačí 1 metr čtvereční na osobu. In: *Nazeleno.cz* [online]. 12. 4. 2011 [cit. 2014-01-23]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/energie/solarni-energie/solarni-kolektory-pro-rodinny-dum-staci-1-metr-ctverecni-na-osobu.aspx>
- [44] VOHNICKÝ, A. Racionální využití sluneční energie. In: *TZB-info* [online]. 22. 7. 2004 [cit. 2014-01-23]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/2072-racionalni-vyuziti-slunecni-energie>
- [45] Solární energie. *Skupina ČEZ* [online]. [cit. 2014-01-20]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/edee/content/microsites/solarni/k22.htm>
- [46] MATUŠKA, T. Typy solárních kolektorů. In: *TZB-info* [online]. [cit. 2014-01-23]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/typy-solarnich-kolektoru>
- [47] Solární systémy. *RD Topení.cz* [online]. [cit. 2014-01-23]. Dostupné z: <http://www.rdtopeni.cz/solarni-systemy/>
- [48] HAUSBERGER, P. Porovnání mezi TiSUN plochým kolektorem a vakuovým trubicovým kolektorem. In: *Apex Euro* [online]. [cit. 2014-01-23]. Dostupné z: <http://www.apexeuro.cz/ke-stazeni/porovnan-plochych-a-trubicovych-kolektoru.pdf>
- [49] Solární ohřev teplé vody. *Neosolar.cz* [online]. [cit. 2014-01-20]. Dostupné z: <http://www.neosolar.cz/solarni-systemy/solarni-ohrev-teple-vody>
- [50] Porovnání nákladů na vytápění podle druhu paliva. *TZB-info* [online]. [cit. 2014-02-14]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/139-porovnan-nakladu-na-vytapani-podle-druhu-paliva>

- [51] CHOTT, L. Jak topit co nejúsporněji: výběr kotle a paliva. In: *iReceptář* [online]. 21. 10. 2013 [cit. 2014-02-14]. Dostupné z: <http://www.ireceptar.cz/domov-a-bydleni/energie-a-vytapeni/jak-topit-co-nejusporněji-vyber-kotle-a-paliva/>
- [52] Kotle na pelety. *Kotle ATMOS* [online]. [cit. 2014-01-20]. Dostupné z: <http://www.atmos.cz/czech/kotle-004>
- [53] Tepelné čerpadlo voda-voda. *Teplotechnika* [online]. [cit. 2014-01-20]. Dostupné z: <http://www.teplotechnika.cz/tepelne-cerpadlo-voda-voda>
- [54] Ploché solární kolektory. *SOLARENVI* [online]. [cit. 2014-01-20]. Dostupné z: <http://www.solarenavi.cz/slunecni-kolektory/typy-slunecnich-kolektoru/ploche-solarni-kolektory/>
- [55] Solární vakuový systém BARX. *Barx Energy* [online]. [cit. 2014-01-20]. Dostupné z: http://www.barxenergy.cz/bax_solar_t/
- [56] Tepelná čerpadla voda / voda. *MVB Opava* [online]. [cit. 2014-01-20]. Dostupné z: <http://www.mvb.cz/produkty/domacnosti/tepelna-cerpadla/voda-voda/>

12 Seznam použitých zkratek

CO	oxid uhelnatý
CO ₂	oxid uhličitý
ČSN	česká národní norma
EN	evropská norma
OGC	celkový organický uhlík
PVC	polyvinylchlorid
TF	topný faktor tepelného čerpadla
TUV	teplá užitková voda

13 Seznam použitých obrázků

Obrázek 1: Typy kotlů na tuhá fosilní paliva	15
Obrázek 2: Popis kondenzačního plynového kotle	18
Obrázek 3: Podlahové topení	20
Obrázek 4: Dynamická akumulční kamna	21
Obrázek 5: Elektrokotel	21
Obrázek 6: Princip činnosti tepelného čerpadla	22
Obrázek 7: Princip tepelného čerpadla vzduch/vzduch	23
Obrázek 8: Princip tepelného čerpadla vzduch/voda – venkovní provedení	24
Obrázek 9: Princip tepelného čerpadla země/voda – plocha.....	25
Obrázek 10: Princip tepelného čerpadla země/voda – vrt.....	26
Obrázek 11: Princip tepelného čerpadla voda/voda – podzemní voda	26
Obrázek 12: Princip tepelného čerpadla voda/voda – vodní plocha	27
Obrázek 13: Palivové dřevo	28
Obrázek 14: Dřevěné pelety	29
Obrázek 15: Dřevěné brikety	29
Obrázek 16: Dřevní štěpka.....	30
Obrázek 17: Zplyňovací kotel na palivové dřevo, dřevěné brikety a dřevní štěpku	31
Obrázek 18: Automatický kotel na pelety.....	32
Obrázek 19: Princip činnosti solárních kolektorů	33
Obrázek 20: Plochý kolektor	34
Obrázek 21: Trubicový vakuový kolektor	35
Obrázek 22: Samotížný systém	36

14 Seznam použitých tabulek

Tabulka 1. - Zařazení kotlů do tříd dle mezních hodnot emisí	16
Tabulka 2. - Zařazení kotlů do tříd dle mezních hodnot emisí	16
Tabulka 3. - Porovnání vytápěcích systémů pro vytápění rodinných domů	38
Tabulka 4. - Průměrné roční náklady na vytápění rodinného domu	39