



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

## ENERGETICKÝ ÚSTAV

ENERGY INSTITUTE

# MODERNÍ TECHNOLOGIE PRO VYTÁPĚNÍ RODINNÉHO DOMU

MODERN TECHNOLOGIES FOR HOUSEHOLD HEATING

## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

## AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ondřej Škvařil

## VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Martin Lisý, Ph.D.

## Zadání bakalářské práce

Ústav:	Energetický ústav
Student:	<b>Ondřej Škvařil</b>
Studijní program:	Strojírenství
Studijní obor:	Základy strojního inženýrství
Vedoucí práce:	<b>Ing. Martin Lisý, Ph.D.</b>
Akademický rok:	2016/17

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 technologie pro vytápění rodinného domu**

#### **Stručná charakteristika problematiky úkolu:**

Celospolečenský zájem o ekologizaci zdrojů vytápění rodinných domů a tlak na snižování nákladů vede k intenzivnímu vývoji nových možností při zásobování rodinných domů teplem a teplou vodou. Práce bude zaměřena na zmapování moderních technologií pro vytápění a jejich vzájemné porovnání.

#### **Cíle bakalářské práce:**

- Zpracování rešerše moderních technologií zásobování RD teplem.
- Porovnání výhod a nevýhod vybraných technologií z hlediska uživatele.
- Provést základní technicko-ekonomické porovnání vybraných metod na modelovém domě.

#### **Seznam literatury:**

- BAŠTA, Jiří. Regulace vytápění. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2002. ISBN 80-01-02582-9.
- BROŽ, Karel. Vytápění. Vyd. 2. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2002. ISBN 80-01-02536-5.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2016/17

V Brně, dne

L. S.

---

doc. Ing. Jiří Pospíšil, Ph.D.  
ředitel ústavu

---

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.  
děkan fakulty



## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce se zabývá všeobecným shrnutím základních znalostí vytápění rodinného domu. Práce je zaměřena na nové a moderní technologie vytápění a následný rozbor modelového domu s řešením.

## **Klíčová slova**

Vytápění, Tepelné ztráty, tuhá paliva, uhlí, elektrická energie, plyn, biomasa, tepelná čerpadla, solární energie

## **ABSTRACT**

The bachelor thesis deals with a general summary of the basic knowledge of the heating of a family house. The work is focused on new and advanced heating technologies and the analysis of the model house with the solution.

## **Key words**

Heating, Heat losses, Solid Fuels, Coal, Electricity, Gas, Biomass, Heat Pumps, Solar Energy.

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

ŠKVAŘIL, O. *Moderní technologie pro vytápění rodinného domu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2017. 58 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Martin Lisý, Ph.D.

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Moderní technologie pro vytápění rodinného domu** vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších zdrojů, které jsou všechny citovány, a v práci uvedeny v seznamu literatury na konci této práce.

---

Datum

---

Ondřej Škvařil

## **PODĚKOVÁNÍ**

Děkuji tímto vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Martinu Lisému, Ph.D. za mnoho rad při vypracování mé práce. Také děkuji své rodině a všem kamarádům, kteří mi drželi palce a v neposlední řadě Bohu za to, že jsem vše zvládal s vnitřním klidem a humorem.



# OBSAH

## Obsah

Moderní technologie pro vytápění rodinného domu .....	2
ABSTRAKT .....	5
Klíčová slova .....	5
ABSTRACT .....	5
Key words .....	5
BIBLIOGRAFICKÁ CITACE .....	6
PROHLÁŠENÍ .....	7
PODĚKOVÁNÍ .....	8
OBSAH .....	9
1    Úvod .....	12
1.  Vytápění .....	13
1.1.  Faktory domu [2] .....	13
1.2.  Tepelné ztráty .....	14
1.2.1.  Související s lokalitou .....	14
1.2.2.  Související s konstrukcí .....	14
1.2.3.  Související s větráním .....	14
2.  Průzkumy .....	15
2.1.  Průzkum v roce 2011 .....	15
2.2.  Průzkum v roce 2016 .....	15
3.  Rozdělení vytápění z hlediska zdroje energie .....	16
3.1.  Vytápění tuhými palivy [9] .....	17
3.1.1.  Vytápění dřevem .....	17
3.1.2.  Vytápění Uhlím .....	18
3.1.3.  Vytápění peletami .....	20
3.1.4.  Vytápění briketami .....	22
3.1.5.  Vytápění štěpkou .....	23
3.1.6.  Ostatní biomasa .....	24
Srovnání výhrevností palivového dřeva + měrné jednotky .....	25
3.2.  Vytápění zemním plynem .....	26
3.2.1.  Lokální plynová topidla: WAW alias wawky .....	26
3.2.2.  Plynové kotle .....	26

3.3.	Vytápění elektřinou.....	28
3.3.3.	Varianty vytápění.....	28
3.4.	Vytápění tepelnými čerpadly .....	29
3.4.1.	Jak fungují čerpadla .....	29
3.4.2.	Funkce základních komponent TČ.....	29
4.	Nejčastější typy čerpadel .....	31
•	Voda-voda.....	31
•	Vzduch-voda .....	31
•	Vzduch-vzduch .....	31
•	Země-voda .....	31
4.1.	Tepelné čerpadlo voda-voda (spirála).....	32
4.2.	Tepelné čerpadlo vzduch voda .....	33
4.2.1.	Princip.....	33
4.2.2.	Typy umístění .....	33
4.3.	Tepelné čerpadlo vzduch-vzduch.....	35
4.3.1.	Princip:.....	35
4.3.2.	Výhody:.....	35
4.4.	Tepelné čerpadlo země-voda.....	36
4.4.1.	Princip.....	36
4.4.4.	Země/voda s horizontálním výměníkem.....	37
4.4.5.	Země/voda se svislým zemním vrtem.....	37
4.5.	Vytápění pomocí solární energie .....	38
4.5.2.	Druhy solárního vytápění.....	38
4.5.3.	Solární vytápění kapalinové.....	39
4.5.4.	Solární vytápění teplovzdušné .....	39
4.5.5.	Solární vytápění fotovoltaické .....	40
5.	Srovnání cen energetických zdrojů .....	41
6.	Modelový dům .....	42
6.1.	Stávající kotel .....	42
6.2.	Zjištění tepelných ztrát domu .....	43
6.3.	Výpočet tepelných ztrát modelového domu a spotřeba energie na vytápění a ohřev vody ....	44
7.	Návrh a výpočet .....	47
7.1.	Potřebné údaje a veličiny pro výpočet jednotlivých variant.....	47
7.3.	Výpočet ceny s novým kotlem na dřevo .....	48
7.4.	Výpočet ceny s novým kotlem na hnědé uhlí .....	49

7.5. Výpočet ceny s novým kotlem na plyn.....	49
7.6. Shrnutí.....	50
8. ZÁVĚR .....	51
Seznam použitých symbolů a zkratek.....	52
SEZNAM OBRÁZKŮ .....	53
seznam použité literatury .....	55

## Úvod

Výběr bakalářské práce na téma: „Moderní technologie pro vytápění rodinného domu“ je pro mne výzvou postavit se čelem dnešním starostem lidí, kteří šetří každou korunu a vědí, že v zimě protopí obrovskou sumu peněz.

Chtěl bych tedy sám sebe obohatit znalostmi v problematice vytápění a mít přehled o tom, která technologie jde do předu a je přitom nejideálnější a taky reálně dostupná. Následně bych také rád zjistil, kolik protopíme sami u nás na vsi v našem rodinném domě a zda bychom si neměli pořídit něco výkonnějšího a více automatického s minimální obsluhou a samozřejmě za co nejnižší náklady.

Je třeba zmínit, že ne každý si může dovést do svého domu nebo bytu jakékoli zařízení, ať už se jedná o kotel, tepelné čerpadlo, krb nebo solární panely a jiné topné zařízení.

Je třeba též dodat, že ačkoli topíme, tak to neovlivňuje jenom nás ale i naše okolí. Jsme tudíž zodpovědní za ovzduší kolem nás.

Když si chceme vybrat jakým způsobem budeme náš dům vytápět, je nutné si zjistit jaké možnosti náš dům má a vytyčit si faktory jako: konstrukce domu, lokalita, dostupnost paliva nebo zdroj energie, a hlavně cenu a dopad na životní prostředí.

Cílem této bakalářské práce tedy je, abych se seznámil s moderními trendy v oblasti vytápění rodinného domu, zjistil výhody i nevýhody jednotlivých způsobů a provedl analýzu modelového domu, kde se budu zabývat výpočtem tepelných ztrát a výpočtem spotřeby energie na vytápění a ohřev vody. Po zjištění analýzy udělám návrh levnějšího způsobu vytápění tohoto domu.

# 1. Vytápění

Vytápění rodinného domu je nedílnou součástí našeho života. Jakmile se venku ochladí, tak dochází k přirozenému vyrovnávání teplot mezi vnitřním prostředím (doma) a prostředím venkovním. My však víme, že se dá i tohle vyrovnávání jinak řečeno prostupování tepla ovlivnit především izolací čili zateplením domu a taky typem konstrukce domu samotného.

Sezóna je obecně určena na 1.9. až 31.5. a po tuhle dobu nám všem doma hřejí kamna, přímotopy nebo krby, avšak domácnosti nezávislé na dodávce tepelné energie mohou topit dle chuti.

domácnosti závislé na dodávání teplé vody a tepla si sami nepřitopí, jsou totiž odkázáni na globálně nastavenou regulaci teploty, která je dána vyhláškou.

Mnohdy tak někteří zimomřivý trpí a jsou náchylnější k nachlazení, pokud se více neoblečou. [1]

Když si chceme vybrat jakým způsobem budeme náš dům vytápět, je nutné si zjistit, jaké možnosti náš dům má a vytyčit si

## 1.1. Faktory domu [2]

- **Lokalita domu**

U řeky či jezírka, na kopci, v zástavbové oblasti, v průmyslové zóně, v povětrné oblasti, popř. pás (Evropa leží v mírném pásu)

- **Konstrukce rodinného domu**

1. Dřevěný

Sendvičové konstrukce, Dřevostavby, Sendvičové dřevostavby, Panelové dřevostavby, Skeletové dřevostavby, Rámové (sloupkové) dřevostavby, Masivní dřevostavby, Roubenky a sruby a Panelové masivní dřevostavby [3]

2. Zděný

Bungalovy, klasické domy, moderní domy atd.

- **Zateplení a parametry:**

1. Tepelný odpor (R), o jednotce  $m^2K/W$
2. Součinitel prostupu tepla (U), o jednotce  $W/m^2K$
3. Tloušťka celé konstrukce [4]

- **Tepelné ztráty**

- **Cena topného zařízení**

Zda investovat do něčeho dražšího ale komfortnějšího s možnou návratností do např. 10 let, zda využít solární energii čili fotovoltaiku, zda mít kotel na tuhá paliva a biomasu, zda topit elektrickým topením (v dnešní době často nejdražší) nebo topit plynem

- **Dostupnost paliva a zdroje energie**

Vlastní řešení, napojení na veřejný systém (plynovod, elektřina), u kotlů na tuhá paliva dovoz dřeva, popř. dovoz uhlí,

- **Dopad topení na životní prostředí.**

Emise a účinnost dle vyhlášky EU

Když bychom mohli srovnat dřevostavbu a stavbu zděnou tak by se dalo říci,

„Zděné domy disponují oproti dřevěným vynikající zvukovou izolací a výbornou tepelnou akumulací, Ta udržuje v místnosti v zimě teplo a v létě naopak poskytuje příjemný chládek. Navíc nabízejí široký prostor pro realizaci energeticky úsporných staveb“ [5]

## **1.2. Tepelné ztráty**

### **1.2.1. Související s lokalitou**

Lokalita, venkovní výpočtová teplota, střední venkovní teplota topného období, počet dnů topného období.

### **1.2.2. Související s konstrukcí**

Poloha objektu, prosklení objektu, průměrná vnitřní výpočtová teplota, celková vytápěná plocha objektu, průměrná konstrukční výška

### **1.2.3. Související s větráním**

Z tepelných ztrát lze zjistit kolik tepla je třeba na vytopení daného domu a následně si zjistit kolik paliva protopíme nebo kolik energie spotřebujeme a ve finále si můžeme spočítat kolik nás to bude stát za celý rok.

## 2. Průzkumy

### 2.1. Průzkum v roce 2011

Když se v roce 2011 sčítali lidé, tak z průzkumu vyplynulo, že v České republice jsou různé topné systémy ve více než 3,6 mil. domácnostech přibližně zastoupeny následujícím způsobem,

38,8 % bytů je vytápěno zemním plynem;

37,3 % bytů je vytápěno pomocí centralizovaného zásobování teplem (CZT) ze středních a velkých zdrojů;

9,2 % bytů je vytápěno uhlím – to reprezentuje cca 336 000 domácností;

7,8 % bytů je vytápěno palivem na bázi dřeva – to reprezentuje cca 285 000 domácností;

7 % bytů je vytápěno elektřinou;

Zanedbatelné množství bytů je vytápěno lehkými topnými oleji, propan-butanem a ostatními způsoby vytápění. 6

Z tohoto průzkumu lze vyčíst, že lidé zdaleka nevědí o alternativních, úsporných a velice komfortních možnostech vytápění svého domu.

Není zde jak zástupce tepelného čerpadla, tak ani fotovoltaiky a biomasa. 6 citace

### 2.2. Průzkum v roce 2016

V roce 2016 byl proveden průzkum od společnosti E.ON Energie, a.s., ve spolupráci s agenturou Ipsos u 2000 lidí, na téma: „Jak moc je obeznámen český národ s ekologickým vytápěním“. Výsledek byl, že o úsporných žárovkách ví 9 z 10 dotázaných a ekologické vytápěcí systémy zná pouhá třetina Čechů.

Dle odborníků se český národ obává vysokých nákladů, pro investici do ekologického vytápění, jenže dnes už jsou na tyto investice při včasné požádání dotace, a to v některých případech až 80 % z nákupní hodnoty např. kotle na tuhá paliva.

Úsporné žárovky zná 89 %, považuje za užitečné 68 % a používá 81 % obyvatel České republiky solární panely na ohřev vody zná 35 % obyvatel, za užitečné je považuje 20 % domácností, ale fakticky je používají pouze 3 % z nich. Více zastoupeny nové technologie jsou vysokoškoláci, kteří jsou už lépe informovaní, a navíc mají příjem nad 30 000 Kč. [7]

### 3. Rozdělení vytápění z hlediska zdroje energie

- Vytápění tuhými palivy
- Vytápění zemním plynem
- Vytápění elektrinou
- Vytápění tepelnými čerpadly
- Vytápění pomocí solární energie

#### Rozdělení vytápění obecně

- Místní vytápění (lokální)– zdroj tepla je umístěn přímo ve vytápěné místnosti (krb atd.)
- Etážové vytápění – vytápí se jedno poschodí, umístění kotle a topných těles je přibližně v jedné rovině
- Ústřední vytápění – zdroj tepla je umístěn mimo vytápěné místnosti, nejčastěji ve sklepech
- Dálkové vytápění – zdroj tepla je umístěn mimo vytápěnou budovu
- Centralizované zásobování teplem – širší pojem než dálkové vytápění, kdy se teplo nevyužívá jen na vytápění objektů, ale také na přípravu teplé užitkové vody [8]

Současný trh nabízí mnoho typů topných soustav, tudíž je třeba si přesně říci, která soustava je vhodná do daného domu. Volbu soustavy ovlivňuje především: velikost domu, stáří domu, popř. možnost jeho rekonstrukce, lokalita, nadmořská výška a orientace na světovou stranu.



## 3.1. Vytápění tuhými palivy [9]

### 3.1.1. Vytápění dřevem

Dřevo je zahrnováno mezi obnovitelné zdroje energie, jako jeden z druhů biomasy. Je to snadno dostupný přírodní materiál, který lidé široce využívají po celou dobu své historie

Dřevo se po vytěžení dělí do několika základních skupin. Jednou z těchto skupin je i palivové dřevo. Za palivové dřevo je obvykle považováno dřevo, které má až do 70 % hniloby nebo je různými způsoby znehodnoceno (pokřivení, odřezky apod.) a je tudíž nevhodné k dalšímu zpracování. Lidé ovšem topí i dřevem neznehodnoceným, a to jakékoliv hustoty.

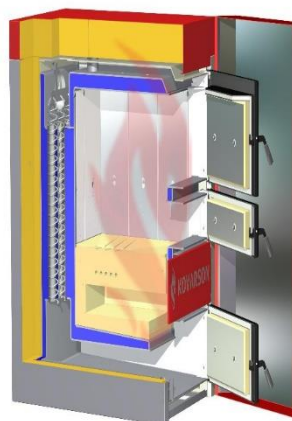
Výhřevnost dřeva je v průměru zhruba 50 % výhřevnosti měrného paliva= teoretické ideální palivo o výhřevnosti 29,31 MJ/kg (výhřevnost=spalné teplo=Množství energie v palivu) [10]

Na vytápění dřevem je třeba mít doma vhodný kotel, dříve se topilo téměř všude dřevem, ale postupem času šla technologie dopředu a topení dřevem bylo zastaralé, méně pohodlné a často už nesplňovalo zejména u starých kotlů emisní vyhlášku. Mnozí z nás budou časem nuceni ze zákona pořídit nový kotel. Navíc velká většina kotlů dnešní doby nepotřebují téměř žádnou obsluhu a je automatická, což šetří čas a starosti.

Kotel zplyňuje dřevo, štěpku, brikety a jiný dřevní odpad.



Obrázek 1: Kotel Makak [11]



Obrázek 2: kotel Makak-průřez

Když topíme dřevem je nutné vzít v potaz, že patří k nejlevnějším tuhým palivům, protože cena dřeva se pohybuje cca 1000 Kč za kubík (smrk). Pokud je dřevo příliš mokré, pak škodíte ovzduší více než, pokud kvalitně spalujete uhlí. Také je třeba zmínit, že čím tvrdším dřevem topíte tak tím se vám nezvedá výhřevnost, se zvýší doba, po kterou bude palivo hořet.

### 3.1.2. Vytápění Uhlím

Již od útlého dětství jsme slyšeli, jak vznikalo uhlí a jak dobře se s ním dá topit. Při přeměně rostlinné hmoty na nerost je možné sledovat prakticky plynulou posloupnost od původního biologického materiálu s nízkým obsahem uhlíku, vysokým podílem příměsí až po materiál s prakticky stoprocentním obsahem uhlíku v podobě grafitu (tuhy):

Na základě množství uhlíku v procentech lze dělit uhlí na tyto kategorie:

typ	podíl uhlíku	výhřevnost
lignit	30 až 50 procent	okolo 13 MJ/kg
hnědé uhlí	50 až 80 procent	15 až 20 MJ/kg
černé uhlí	80 až 90 procent	18 až 30 MJ/kg
antracit	nad 90 procent	26 až 30 MJ/kg

Obrázek 3: Obsah uhlíku a výhřevnost [13]

Černé uhlí disponuje vysokou výhřevností, Proto je vhodné k výrobě koksu používaného ve vysokých pecích k produkci surového železa. Moc se jím však netopí, neboť je velice drahé. Těží se hluboko pod zemí v hlubinných dolech. Je nejkvalitnější z uhlí a nejkvalitnější se těží na Ostravsko-Karvinsku. [13]



Obrázek 4: Černé uhlí [14]

Hnědé uhlí je z hlediska věku mladší a taky výrazně levnější. Nejlépe se hodí do kamen či do kotlů elektráren k výrobě elektřiny a tepla.

Těží se povrchově. V Česku se dokonce nachází nejkvalitnější hnědé uhlí z celé Evropy. [13]



Obrázek 5: Hnědé uhlí [15]

Dřevěné uhlí je Karbonizované dřevo, které se užívalo už před uhlím kamenným. Dnes se používá do grilů a kamen nebo slouží k výrobě střelného prachu. [13]



Obrázek 6: dřevěné uhlí [16]

Kotle na uhlí se v dnešní době dají pořídit kolem od 25 tisíc a jsou už dimenzované a uzpůsobené evropským vyhláškám, aby splňovaly normy a měli dostatečně nízké emise, zároveň se dá podat žádost o kotlíkovou dotaci a ta činí klidně i 50 % ceny. Opět existují varianty ručního přikládání a pak automatického kdy se už vše dá nastavit přímo na kotli pomocí malé obrazovky a pár tlačítek jako moderní pračka.



Výkon	<b>25 kW</b>
Objem zásobníku	<b>280 l</b>
Účinnost	<b>až 95%</b>
Třída kotle	<b>5. Třída</b>
Příkon	<b>35</b>
SVT	<b>20020</b>
Rozměry	<b>1289x906x1494 mm (š ×</b>
Hmotnost	<b>390 kg</b>

Obrázek 7: kotel CosmoTHERM [17]

Obrázek 8: Vlastnosti CosmoTHERMu [18]

Kvalita hnědého uhlí těženého v Evropě		
	výhřevnost	těžba (2009)
Německo	7,8 - 11,3	169,9
Řecko	3,8 - 9,6	64,8
Polsko	7,4 - 10,3	57,9
Česko	10,8 - 19,9	45,6
Maďarsko	7,0 - 8,0	9,4

výhřevnost v MJ/kg, těžba v mil. tun

Obrázek 9: Kvalita hnědého uhlí v Evropě [19]

### 3.1.3. Vytápění peletami

Když bychom vzali v úvahu, že pelety jsou velice zajímavý způsob vytápění je třeba se podívat kolik by bylo třeba investovat do kotle, který by už v dnešní době musel splňovat jakési normy dle tříd, jež jsou EU dané. Např. když bychom přešli z topení plynem na topení peletami tak po koupi kotle bychom čekali zhruba 6 až 8 let, než by se nám peníze vrátili. Úspora by byla asi 30 %.

Při přechodu z elektřiny na pelety bychom dosáhly návratnosti do 2 až 3 let.

A při přechodu z hnědého uhlí bychom si nepomohly s cenou, ale komfort by stoupl, neboť kotle na pelety mají podavače a jsou více méně už jen automatické

Takže peletami se topit vyplatí. cena za kilogram je dnes výrazně nižší, avšak stále v porovnání s elektřinou a plynem se vyplatí. [20]

#### Rozlišujeme pelety:

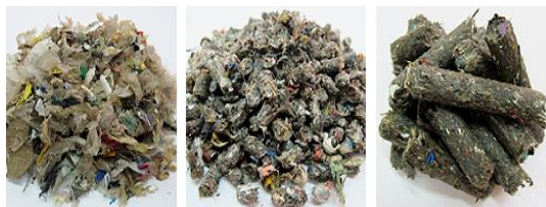
1. Dřevěné pelety s kůrou (tmavé)
2. Dřevěné pelety bez kůry (světlé)
3. Alternativní pelety

Dřevěné pelety jsou velice ekologické palivo vyráběné z dřevní biomasy, které se dodává v slisovaných granulích kruhového průřezu. [21]



Obrázek 7: dřevěné pelety [20]

Alternativní pelety Jsou jakýkoli materiál slisovaný do tvaru pelety. Seznam materiálu, ze kterých se vyrábějí je více méně už daný a jedná se převážně o odpady rostlinné. Velikou výhodou je cena, která je 2krát menší než za klasické dřevěné pelety. Je dobré se před koupí kotle zeptat výrobce, zda dané pelety jsou vhodné pro tento kotel, neboť by mohlo dojít časem ke spékání, špatné soudržnosti pelet anebo vzniku agresivních spalin. [20]



Obrázek 8: alternativní pelety [20]

## Kotle na pelety

Jelikož jsou pelety cenově výhodnější na topení než elektřina nebo plyn, tak stojí za zvážení, zdali jimi netopit. Mezi výhody kotlů na pelety patří zejména automatická obsluha a koupě a dovoz přímo dom do zásobníku bez námahy, dále jsou tyto kotle velice ekonomické a mnohdy je i brzká návratnost této investice



Obrázek 9: kotel na pelety [24]

- Kotel čistě na pelety
- Automatická obsluha
- Na dálku ovladatelný
- emise třídy 5 (velice nízké)
- účinnost 93 %



Obrázek 10: kotel na pelety [23]

- Kotel na tuhá paliva
- dřevo, hnědé uhlí, černé uhlí, koks, pelety
- Mechanická obsluha
- Emisní třídy 3
- Účinnost 78%

### 3.1.4. Vytápění briketami

Topení briketami je obdobné jako topit uhlím a dřevem dohromady neboť, hoří jako dřevo, ale žhnou jako uhlí. Jedná se o ekologické čisté dřevní palivo.

Briket je v dnešní době na trhu neskutečně mnoho, liší se jak ve velikosti, tak z jaké části dřevin se vyrábí, např. z kůry, z hoblin, z pilin a ze směsi dřevěného odpadu, jež se dál už nezpracuje.

Brikety jsou ve své podstatě slisované zbytky dřeva nejčastěji do válečkovitého tvaru a mají vynikající výhřevnost.

Brikety ze suchých pilin bez příměsí chemických látek mají výhřevnost 15 - 19MJ/kg

Kotel na brikety většinou nebývá speciální, proto můžeme užít stejné kotle jako na uhlí nebo dřevo. [25]



Obrázek 12: kotel na brikety [25]



Obrázek 11: brikety [26]

Energie - palivo	Výhřevnost		Množství	
Měrné palivo	29,31 MJ/kg	<input checked="" type="radio"/>	1	kg
Zemní plyn	33,48 MJ/m <sup>3</sup>	<input type="radio"/>	0,88	m <sup>3</sup>
Propan	46,40 MJ/kg	<input type="radio"/>	0,64	kg
LTO	42,30 MJ/kg	<input type="radio"/>	0,69	kg
Dřevo palivové	14,62 MJ/kg	<input type="radio"/>	2	kg
Dřevěné brikety	16,21 MJ/kg	<input type="radio"/>	1,81	kg
HU prachové - Most	11,72 MJ/kg	<input type="radio"/>	2,5	kg
HU tříděné - Most	17,18 MJ/kg	<input type="radio"/>	1,71	kg
HU prachové - Sokolov	10,49 MJ/kg	<input type="radio"/>	2,79	kg
HU tříděné - Sokolov	14,17 MJ/kg	<input type="radio"/>	2,07	kg
ČU prachové - Ostrava	22,78 MJ/kg	<input type="radio"/>	1,29	kg
ČU energetické - Ostrava	29,21 MJ/kg	<input type="radio"/>	1	kg
ČU prachové - Kladno	15,57 MJ/kg	<input type="radio"/>	1,88	kg
ČU energetické - Kladno	22,61 MJ/kg	<input type="radio"/>	1,3	kg
UVKP - Ostrava	27,51 MJ/kg	<input type="radio"/>	1,07	kg
Kaly - Ostrava	16,71 MJ/kg	<input type="radio"/>	1,75	kg
Proplástek - Ostrava	14,79 MJ/kg	<input type="radio"/>	1,98	kg
Koks otopový	27,49 MJ/kg	<input type="radio"/>	1,07	kg
Lignit	8,79 MJ/kg	<input type="radio"/>	3,33	kg
Brikety	23,05 MJ/kg	<input type="radio"/>	1,27	kg
Sláma obilná	15,50 MJ/kg	<input type="radio"/>	1,89	kg
Komunální odpad	9,12 MJ/kg	<input type="radio"/>	3,21	kg
Papír	14,11 MJ/kg	<input type="radio"/>	2,08	kg
Pryžový odpad	34,92 MJ/kg	<input type="radio"/>	0,84	kg

Obrázek 13: srovnání výhřevnosti [27]



### 3.1.5. Vytápění štěpkou

Štěpka vzniká jako odpad při zpracování dřeva či cíleným drcením dřevních částí. Řadí se k tuhé biomase, sloužící k výrobě tepla nebo kompostu.

Dřevní štěpka je štěpené kusové dřevo pro lepší skladování, má menší obsah vody a po spálení méně popelu. Je velká 2,5 až 5 cm. někdy se lisuje do pelet či briket pro lepší zpracovatelnost. [27]

Proces výroby štěpky je jednoduchý stačí si koupit štěpkovač, který je často zapřáhnutý za traktor a je poháněn kardanem. Nebo si koupíte štěpkovač (drtič), který je méně výkonný, ale nepotřebuje traktor, protože má vlastní pohon, který je součástí.

Nejčastěji štěpkujeme větve po skáceném stromu nebo jakékoli latě znehodnocené.

Štěpka je pro svoji vysokou výhřevnost stále více využívána pro vytápění domů

#### Rozlišujeme 3 druhy štěpky:

1. Zelená (jehličnatá, včetně asimilačních orgánů)
2. Hnědá (převážně listnatá bez asimilačních orgánů)
3. bílá (Štěpka získaná z odkorněného dříví)

#### Základní technické parametry štěpky:

- Výhřevnost : 8 až 15 MJ/kg
- Váha / objem: kolem 250 kg/m<sup>3</sup>
- Vlhkost: 15 - 50 % [32]



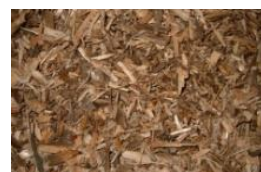
Obrázek 17: štěpkovač sekací [28]



Obrázek 16: štěpkovač drtící [29]



Obrázek 14: štěpka nasekaná [30]



Obrázek 15: štěpka nadrcená [31]

Štěpkou lze topit ve vyšší škále kotlů a kamen v rodinných domech a ve větších budovách. Je jí často topeno jako doplňkovým palivem v kotlech pro zvýšení výhřevnosti.

### 3.1.6. Ostatní biomasa

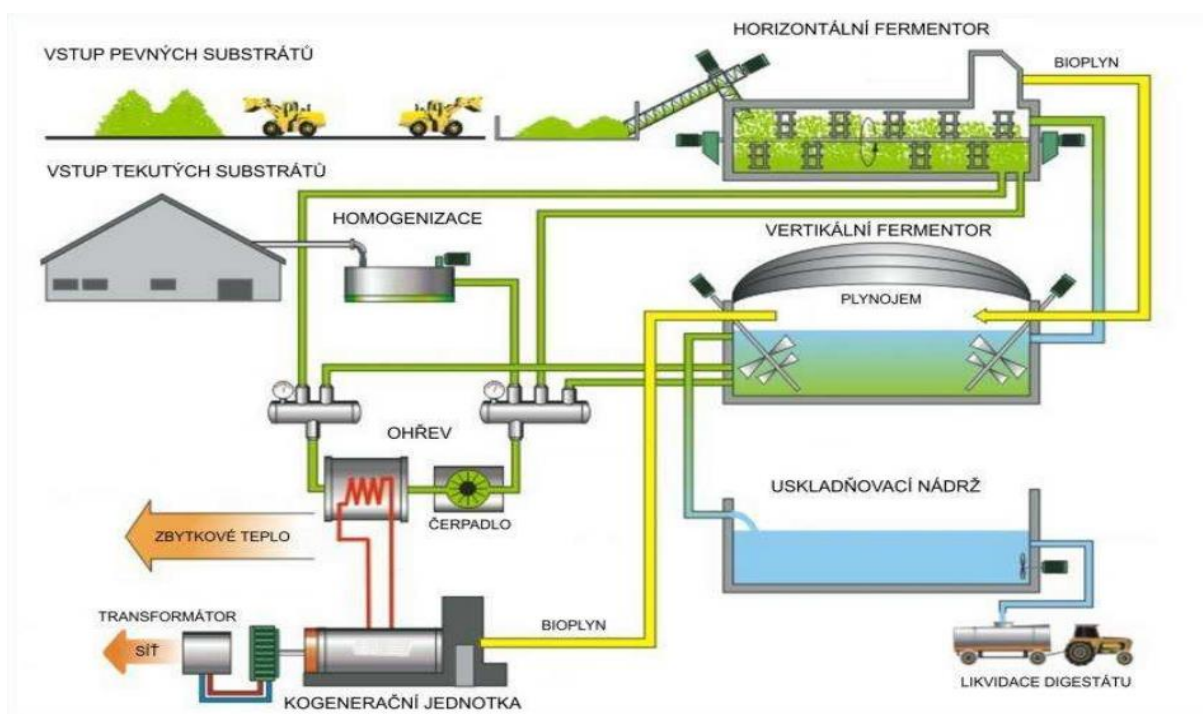
Biomasa je téměř jakákoli hmota organického původu, ať už rostlinného či živočišného. V kontextu s energetickými zdroji se většinou jedná o dřevní odpad, slámu a další zemědělské zbytky a odpad, ale i exkrementy užitkových zvířat.

Do vytápění biomasou spadají nejen již zmíněné štěpky, pelety, brikety, ale i jiné hmoty kterými se dá topit. Jako velice významnou část topení biomasou můžeme pokládat třeba topení podestýlkou od dobytka která obsahuje jak slámu, tak i exkrementy nebo kukuřičnou siláž a další možné siláže. Na tyto biomasy je už potřeba mít bioplynové stanice.

Bioplynová stanice je v podstatě zařízení, ve kterém se díky procesu řízené fermentace přemění mokrá biomasa na bioplyn. Tato bioplynová stanice vám už dokáže zpracovat i mrkev a jinou zelen.

Zpracovávat se v ní dají nejen tekuté a pevné výkaly hospodářských zvířat, ale i siláž. Výsledkem produkce bioplynových stanic je nejen elektrická energie dodávaná do sítě. Jako "vedlejší" produkt vzniká i teplo využitelné například pro vytápění rodinných domků, ohřev vody, sušárny zemědělských produktů apod. Momentálně jich vzniká mnoho a jsou velice populární a ekologické. [33]

**A jak to vypadá uvnitř bioplynové stanice se můžeme podívat zde**



Obrázek 18: Bioplynová stanice [34]



## Srovnání výhřevností palivového dřeva + měrné jednotky

Druh paliva	Obsah vody	Výhřevnost [MJ/kg]	Objemová hmotnost		
	[%]		[ ]	[ ]	[ ]
Dřevo obecně	20	14,230			
Buk	15		670	469	275
Buk	50		1116	781	458
Dub	15		695	480	281
Dub	50		1242	799	468
Borovice	15		517	362	212
Smrk	15		455	319	187
Smrk	50		758	531	311
Listnaté dřevo	15	14,605	678	475	278
Listnaté dřevo	50	7,585	1130	791	463
Jehličnaté dřevo	15	15,584	486	340	199
Jehličnaté dřevo	50	8,161	810	567	332
Polena (měkké dřevo)	0	18,560		355	
Polena (měkké dřevo)	0	16,400		375	
Polena (měkké dřevo)	20	14,280		400	
Polena (měkké dřevo)	30	12,180		425	
Polena (měkké dřevo)	40	10,100		450	
Polena (měkké dřevo)	50	8,100		530	
Dřevní štěpka	10	16,400			170
Dřevní štěpka	20	14,280			190
Dřevní štěpka	30	12,180			210
Dřevní štěpka	40	10,100			225
Smrková kůra	15	15,470			
Smrková kůra	60	8,400			
Sláma obilovin	10	15,490		120	(balíky)

Obrázek 19: srovnání výhřevnosti [35]

Energie - palivo	Výhřevnost	Množství
Měrné palivo	29,31 MJ/kg	1 kg
Zemní plyn	33,48 MJ/m <sup>3</sup>	0,88 m <sup>3</sup>
Propan	46,40 MJ/kg	0,64 kg
LTO	42,30 MJ/kg	0,69 kg
Dřevo palivové	14,62 MJ/kg	2 kg
Dřevěné brikety	16,21 MJ/kg	1,81 kg
HU prachové - Most	11,72 MJ/kg	2,5 kg
HU tříděné - Most	17,18 MJ/kg	1,71 kg
HU prachové - Sokolov	10,49 MJ/kg	2,79 kg
HU tříděné - Sokolov	14,17 MJ/kg	2,07 kg
ČU prachové - Ostrava	22,78 MJ/kg	1,29 kg
ČU energetické - Ostrava	29,21 MJ/kg	1 kg
ČU prachové - Kladno	15,57 MJ/kg	1,88 kg
ČU energetické - Kladno	22,61 MJ/kg	1,3 kg
UVKP - Ostrava	27,51 MJ/kg	1,07 kg
Kaly - Ostrava	16,71 MJ/kg	1,75 kg
Proplástek - Ostrava	14,79 MJ/kg	1,98 kg
Koks otopový	27,49 MJ/kg	1,07 kg
Lignit	8,79 MJ/kg	3,33 kg
Brikety	23,05 MJ/kg	1,27 kg
Sláma obilná	15,50 MJ/kg	1,89 kg
Komunální odpad	9,12 MJ/kg	3,21 kg
Papír	14,11 MJ/kg	2,08 kg
Pryžový odpad	34,92 MJ/kg	0,84 kg
TTO	40,61 MJ/kg	0,72 kg
Motorová nafta	42,61 MJ/kg	0,69 kg
Autobenzín	43,59 MJ/kg	0,67 kg
Svítiplyn	14,50 MJ/m <sup>3</sup>	2,02 m <sup>3</sup>
Zemní plyn karbonský - důlní	30,11 MJ/m <sup>3</sup>	0,97 m <sup>3</sup>
Generátorový plyn	5,86 MJ/m <sup>3</sup>	5 m <sup>3</sup>
Koksárenský plyn	15,62 MJ/m <sup>3</sup>	1,88 m <sup>3</sup>
Vysokopecní plyn	3,81 MJ/m <sup>3</sup>	7,69 m <sup>3</sup>

Obrázek 20: srovnání výhřevnosti [36]

## 3.2. Vytápění zemním plynem

V současné době jsou ceny plynu velice výhodné, a tudíž je topení plynem nejen komfortní ale i levné.

Výhody plynového vytápění

- Velmi dobrá regulovatelnost výkonu zdroje
- Čistý a plně automatický provoz
- Přijatelné pořizovací náklady a příznivé provozní náklady
- Obecně velmi dobrá účinnost, v případě kondenzační technologie je účinnost vynikající
- Snadná a levná příprava teplé vody, možnost vaření na plynu (levnější než elektřina)

Mezi nevýhody patří zejména dodatečné náklady na revize a nutnost mít k dispozici plynovou přípojku a vhodný komín.

Jsou však i lidé, pro které je zemní plyn nepřijatelný kvůli obavám z možnosti exploze v případě vážné poruchy. (kdo se bojí nesmí do lesa)

Pokud máme chuť topit plynem, tak je lepší si určit, zdali chceme pořídit moderní wawky nebo jeden z mnoha typů plynových kotlů.

### 3.2.1. Lokální plynová topidla: WAW alias wawky

- Nejsou možné regulovat termostatem
- Jsou hlučné
- Nasávají vzduch z interiéru
- Do novostaveb se hodí pouze s přívodem vzduchu z exteriéru
- Nejsou kombinovatelné s dalšími zdroji tepla [37]



Obrázek 21: wawky [38]

### 3.2.2. Plynové kotle

- Mají vysokou účinnost (vyšší než wawky a tudíž nižší spotřebu paliva)
- Jsou velmi dobře regulovatelné
- Dají se připojit k dalším topným soustavám
- Lze ke kotli připojit i doplňkový zdroj tepla (třeba krb, krbová kamna) nebo solární kolektory
- Ohřívá i vodu
- Lze časem nahradit jiným druhem vytápění [39]

Protože je plyn stále populární dovolil bych si orientačně ukázat jaká je investice a jaké jsou pořizovací náklady.



Obrázek 22: Plynový kotel [40]

Pořizovací náklady na plynový kotel jsou variabilní, záleží totiž na počtu radiátorů potom i na jejich kvalitě a typu dále záleží, jestli má dům podlahové vytápění a v neposlední řadě na tom jaký kotel pořídíme.

Pro běžný rodinný dům se pořizuje cca 6 teplovodních radiátorů a klasický kotel mezi 80 a 100 tisíci korunami včetně DPH, a to se nezahrnuje žádný z faktorů který by mohl vyžadovat investici jako: úprava komínu, a vhodné místo pro kotelnu.

Alternativa za kotel je pořídit lokální plynová topidla, které se pohybují v ceně cca 7500 Kč za kus tedy v součtu opět 45000 Kč za 6 kusů. Následně by bylo třeba udělat rozvody a pár úprav a cena by se mohla vyšplhat k výši za kotel.

Ve srovnání topidel a kotle při rekonstrukci a výměně starých už zabudovaných topidel je lepší je jen vyměnit za nová a nepořizovat kotel, který nabízí lepší komfort, neboť by se na tom prodělalo. Jasným trendem, který je již delší dobu patrný, je přechod na kvalitnější kotle s vyšší účinností. Myslí se tím kondenzační kotle, které mají vyšší účinnost a lepší regulovatelnost. Investice do nich se vyplatí, náklady na pořízení se určitě vrátí [41]

### 3.3. Vytápění elektřinou

Využívání elektrické energie k vytápění je velice populární. Důvod je, že se díky snadné a velice přesné regulaci jedná o jeden z nejkomfortnějších a současně investičně nejméně nákladných způsobů vytápění. Nízké pořizovací náklady na otopnou soustavu dostatečně kompenzují vyšší cenu elektřiny, a to zejména v případě vytápění domů s nízkou spotřebou energie.

Elektrické vytápění může být realizováno v rámci stavební konstrukce (podlaha, stěna, strop), jako teplovodní otopná soustava s elektrickým kotlem nebo tepelným čerpadlem nebo samostatnými topnými tělesy a prvky.

#### 3.3.1. Výhody

- Nízká pořizovací cena
- Rychlá instalace otopných těles
- Dostupnost (z hlediska místa domu)
- Regulace
- Komfort

#### 3.3.2. Nevýhody

- Výroba (často neekologicky)
- Vysoká cena elektřiny
- Riziko výpadku dodávky

#### 3.3.3. Varianty vytápění



Obrázek 23: podlahové topení [43]



Obrázek 24: konvektor na stěnu [44]



Obrázek 25: konvektor na strop [45]



Obrázek 26: elektro kotel [46]

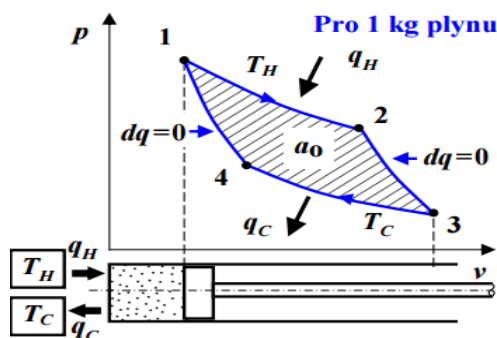
## 3.4. Vytápění tepelnými čerpadly

Se stoupajícími náklady na vytápění domácností a ohřev vody stále více lidí hledá, jak by ušetřili. Podle tabulek provozních nákladů patří mezi nejlevnější zdroje tepelná čerpadla. Tepelná čerpadla (TČ) patří k nejlevnějším, a navíc bezúdržbovým zdrojům tepla. U TČ stačí nastavit pokojový termostat na vámi požadovanou teplotu. Nízká energetická náročnost a využití přírodní, nízko-potencionální energie minimalizuje zátěž na životní prostředí. Navíc žádnému uživateli nehrozí otrava oxidem uhelnatým nebo jakýkoli výbuch. [47]

### 3.4.1. Jak fungují čerpadla

Tepelné čerpadlo se skládá ze 4 základních chladicích okruhů: výparník, kompresor, kondenzátor a expanzní ventil. Odebírá venkovnímu prostředí teplo, které se ve výparníku předává pracovní látce (kapalnému chladivu), při relativně nízké teplotě. Při zahřátí chladiva, dochází k odpaření chladiva a páry jsou pak stlačovány v kompresoru, a to na vysoký tlak. Po stlačení je chladivo přiváděno do kondenzátoru, kde při kondenzaci předává teplo do topné vody za vyšší teploty, než bylo teplo ve výparníku odebráno. V další fázi se v expanzním ventilu sníží tlak chladiva na původní hodnotu ve výparníku a tím je cyklus u konce a může jet zase od začátku. Odborně se tomuto procesu říká obrácený Carnotův cyklus, při kterém nás zajímá hlavně Topný faktor ( $\varepsilon_H$  = poměr vyprodukovaného množství tepla a vynaložené "hnací" energie) [48]

Carnotův cyklus se skládá ze čtyř fází [49]



Obrázek 27: Cartonův cyklus [49]

1. Izotermická expanze
2. Adiabatická expanze
3. Izotermická komprese
4. Adiabatická komprese

A obrácený Carnotův cyklus je jen opačného směru (zaměníme směr šipek a je hotovo)

Laicky řečeno: Tepelná čerpadla fungují na principu odebírání tepla z chladnějšího prostředí a předání do prostředí teplejšího (otopného systému), Např. z okolního vzduchu, země či vody. Ale jelikož se nejedná o perpetuum mobile, tak i zde je nutné dodat vstupní energii danému čerpadlu. [50]

### 3.4.2. Funkce základních komponent TČ

#### 3.4.2.1. Kompresor

Kompresor nasává plyn z výparníku při tlaku chladiva odpovídajícímu výparné teplotě a zatlačuje ho na tlak odpovídající kondenzační teplotě. Dodáním práce kompresoru, a tedy elektrické energie

pro pohon motoru kompresoru dojde ke zvýšení tlaku a tím i teploty chladiva. Energie je tímto způsobem přečerpána z nižší teplotní hladiny na vyšší a je ji možno využít pro vytápění či přípravu teplé vody. Pro tepelná čerpadla pro rodinné, bytové domy a průmyslové objekty jsou v současné době nejvíce používány scroll (rotační) nebo pístové kompresory. Většinou jsou tyto kompresory hermetické, což znamená, že pohonný elektrický motor a kompresor jsou uloženy v jedné tlakově uzavřené nádobě. Tímto způsobem je zabráněno únikům chladiva do atmosféry přes spojovací těsnění. [48]

#### 3.4.2.2. Expanzní ventil

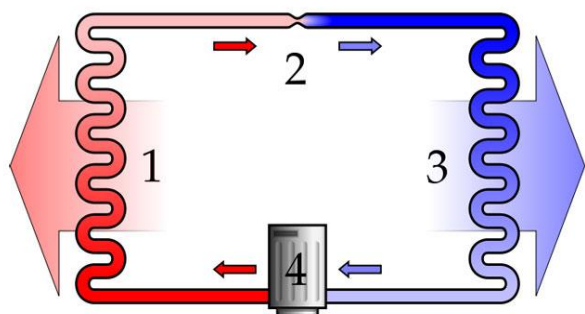
Expanzního ventilu je má za úkol udržovat tlakový rozdíl mezi vysokotlakou a nízkotlakou stranou chladicího oběhu. Reguluje průtok chladiva z kondenzátoru do výparníku v závislosti na výstupní teplotě z výparníku a dále udržuje přehřátí chladiva za výparníkem. Je tedy zaručeno, že do kompresoru vstupuje chladivo zcela vypařeno. Expanzní ventily jsou termostaticky nebo elektronicky řízené (TEV nebo EEV). [48]

#### 3.4.2.3. Výparník

Výparník odebírá teplo nízko-potenciálnímu zdroji tepla. Při nízkém tlaku a teplotě je chladivo schopno se vypařovat a získat tak teplo z teplotnosné látky i při velmi nízkých teplotách. Výměníky jsou pro kapaliny většinou letované deskové a pro vzduch jsou trubkové žebrované (měděné potrubí s hliníkovými žebry). [48]

#### 3.4.2.4. Kondenzátor

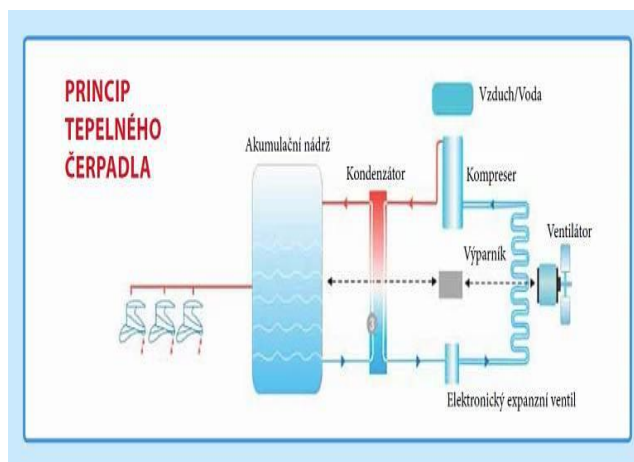
Kondenzátor předává teplo do otopné soustavy (ohřev vody nebo vzduchu). Při vysokém tlaku a teplotě chladivo kondenzuje a odevzdá teplo do teplotnosné látky. Výměníky jsou letované deskové nebo trubkové (uvnitř zásobníku). [48]



**Princip tepelného čerpadla :**

- |                    |              |
|--------------------|--------------|
| 1. kondenzátor     | 3. výparník  |
| 2. expanzní ventil | 4. kompresor |

Obrázek 29: schéma tepelného čerpadla [50]



Obrázek 28: princip tepelného čerpadla[51]

Chladivo v plynném stavu je stlačeno kompresorem a poté vpuštěno do kondenzátoru. Zde odevzdá své skupenské teplo. Zkondenzované chladivo projde expanzní tryskou do výparníku, kde skupenské teplo (při nižším tlaku a teplotě) přijme a odpaří se. Poté opět pokračuje do kompresoru a cyklus se opakuje.

## 4. Nejčastější typy čerpadel

- **Voda-voda**
- **Vzduch-voda**
- **Vzduch-vzduch**
- **Země-voda**

První slovo znamená zdroj tepla (prostředí, z něhož se teplo odebírá), druhé slovo pak teplosměnné médium (prostředí, jímž se vyrobené teplo rozvádí po vytápěném objektu)



## 4.1. Tepelné čerpadlo voda-voda (spirála)

Funguje na principu otevřeného okruhu, kdy zdrojová voda protéká přímo výměníkem TČ, nepoužívá se externí výměník a tím pádem je energie zdroje využita maximálně. Díky originálnímu řešení čerpadlo získává teplo s nejmenšími ztrátami, nezanáší se, nevadí tvrdá ani železitá voda. Na kvalitu zdrojové vody klade minimální nároky. Pro tato TČ se vyrábí trubkové výparníky z měděných trubek se zvětšenou teplosměnnou plochou na straně chladiva.

Díky tomuto řešení mají TČ Spirála řady voda-voda nejnižší spotřebu vody z dostupných tepelných čerpadel voda-voda na trhu. Stačí průtok 15 l/min na 10kW výkonu. Zdrojová voda projde výměníkem TČ, který z ní odebere část tepla a ochlazená se vypouští do vsakovacího objektu. Vzdálenost mezi zdrojovou studnou a vsakovacím objektem by měla být minimálně 10 m. Voda z topného okruhu prochází tepelným čerpadlem, kde se ohřívá jako v jiném tepelném zdroji. TČ Spirála ohřeje vodu až do 60°C. TČ lze snadno připojit do stávající topné soustavy, např. samotížný systém má výhodu velké zásoby vody a není třeba akumulací nádrží. Stejně tak teplovodní podlahové vytápění.

Čím nižší je výstupní teplota, tím vyšší je topný faktor. Čím vyšší je teplota zdroje, tím vyšší je opět topný faktor. Proto je nejvýhodnější využívat studniční vodu, která má v průměru 10 °C po celou zimu a topit do podlahového topení na cca 35°C. Při těchto parametrech má TČ Spirála COP (topný faktor) 5,5. To znamená, že z 1kW elektrické energie vyrobí 5,5 kW topné energie. Ani při topení do radiátorů na 50 °C není COP zanedbatelné (3,7), což přináší úsporu až 73 % oproti topení elektrokotlem či přímotopy. [52]

COP=Coefficient Of Performance. Určuje účinnost jednotky tepelného čerpadla neboli kolik kW tepelné energie je vyrobeno oproti 1kW dodané (spotřebované) energie

### 4.1.1. Výhody:

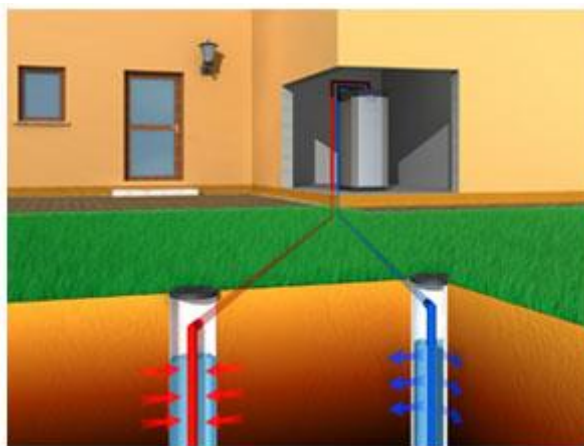
- Automatická regulace průtoku primární vody
- Vysoký topný faktor
- Krátká doba návratnosti
- Nižší pořizovací náklady
- Stabilní výkon

### 4.1.2. Nevýhody

- Výskyt zdroje vody [53]



Obrázek 31: tepelné čerpadlo [54]



Obrázek 30: zabudování tepelného čerpadla [55]



## 4.2. Tepelné čerpadlo vzduch voda

### 4.2.1. Princip

Tepelné čerpadlo je zapojené do otopné soustavy prostřednictvím vnořeného zásobníku, který plní funkci akumulace tepla a termo-hydraulického rozdělovače. Teplota topné vody se mění v závislosti na venkovní teplotě.

Průtok topné vody otopnou soustavou zajišťuje oběhové čerpadlo. Při požadavku na ohřev TV dojde ke zvýšení výstupní teploty topné vody z tepelného čerpadla a k ohřevu horní části zásobníku na maximální teplotu. Po ukončení ohřevu se vrací celý systém do režimu vytápění, přičemž vysoká teplota vody ve vrchní části zásobníku je zachována.

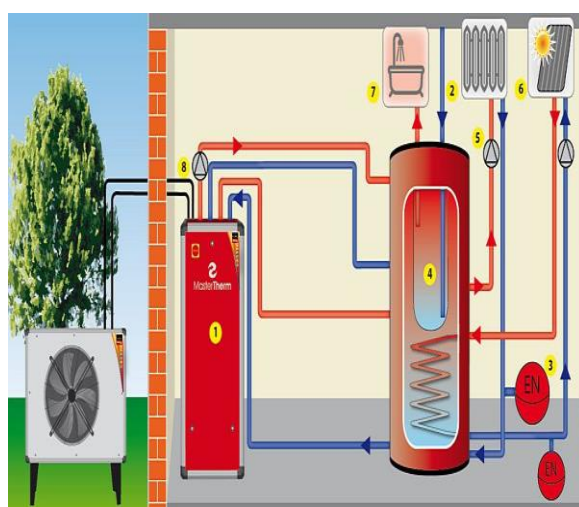
Vnitřní výměník ve vnořeném zásobníku umožňuje připojení solárního systému. Je žádoucí, aby okruh vytápění byl řešen jako směšovací.

Desuperheater (volitelná výbava) je speciální výměník, který na výstupu běžícího kompresoru odebírá vysokoteplotní energii. Pomocí samostatného hydraulického okruhu a OČ je tato energie využita pro vysoce účinný ohřev TV. [55]

### 4.2.2. Typy umístění

Tepelné čerpadlo s venkovní jednotkou je použitelné pro všechny typy objektů. Z hlediska otopné soustavy je vhodné jak pro radiátory, tak pro podlahové nebo stěnové vytápění. Tepelná čerpadla se skládají ze dvou částí (vnější a vnitřní), které jsou mezi sebou technicky propojeny.

Tepelné čerpadlo s vnitřní jednotkou se s venkovním prostředím propojuje tepelně a akusticky izolovanými flexibilními vzduchovody zakončenými speciálními krycími mřížkami, osazenými do obvodové stěny objektu. Vzduchovody i krycí mřížky jsou dodávány jako standardní příslušenství tepelného čerpadla. Zde nám odpadá značná část technických a pracovních investic. Příjemný design a nízká hlučnost umožňují umístění čerpadla i v těsné blízkosti bytových prostorů. Po zapojení tepelného čerpadla k otopné soustavě, připojení vzduchovodů, elektro-přívodů a kanalizačního odpadu je tepelné čerpadlo připraveno k okamžitému provozu. [56]



Obrázek 32: tepelné čerpadlo vzduch-voda [57]

### 4.2.3. Výhody:

- Velmi snadná instalace
- Nízké investiční náklady
- Možnost celoročního využití pro vytápění a ohřev vody
- Nenarušují teplotní rovnováhu okolního prostředí

Současná tepelná čerpadla však i přes zhoršené výkonnostní parametry dokáží pracovat i při teplotách kolem  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , čerpadlo má i při teplotě  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  topný faktor přibližně 3. Nižší výkon při nižších teplotách je na druhou stranu kompenzován nárůstem výkonu při vyšších venkovních teplotách, průměrná teplota vzduchu je v ČR během 9 měsíců topné sezóny (září - květen) dle nadmořské výšky v rozmezí  $3,5 - 6,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . [56]

Tepelné čerpadlo typu vzduch/voda dosahuje přibližně stejných výkonnostních parametrů jako tepelné čerpadlo země/voda, odpadá ale nutnost zemního kolektoru nebo vrtu, proto úspora na investičních nákladech může činit desítky až stovky tisíc korun.

Instalace je rychlá a levná, navíc tato čerpadla mají obdobnou životnost jako ostatní typy tepelných čerpadel a jsou přijatelná i v otázce hlučnosti provozu. [56]

## 4.3. Tepelné čerpadlo vzduch-vzduch

Tenhle typ čerpadla nám umožňuje, jak topit, tak i chladit zároveň dá se říct, že vzduch je nevyčerpatelným zdrojem tudíž je zde značná výhoda oproti vodě.

### 4.3.1. Princip:

Funkce tepelného čerpadla. Motor kompresoru čerpadla stlačí pracovní médium – chladivo, které se tímto prudce zahřeje. Teplo se ve výměníku kondenzátoru předá vzduchu. Redukční ventil dále sníží tlak pracovního média a tím dojde k jeho prudkému ochlazení. K dalšímu zvýšení teploty média dojde ve výparníku, kde se k oteplení využije teplota okolního prostředí. Takto se celý cyklus stále opakuje. Reverzní ventil celý cyklus otočí. [58]

### 4.3.2. Výhody:

- Rychlá a nekomplikovaná instalace
- Nízká cena za celkovou instalaci
- Funkce klimatizace s čištěním vzduchu
- Vysoká energetická účinnost
- Tichý a bezemisní provoz
- Univerzální řešení pro topení a chlazení
- Energie získaná ze vzduchu, který máte stále zdarma k dispozici.
- Tepelné čerpadlo odebere 1/4 elektrické energie, ale ze vzduchu získá 3/4 energie, kterou ve formě tepla předá k vytápění interiéru! [58]



Obrázek 33: tepelné čerpadlo vzduch-vzduch [59]

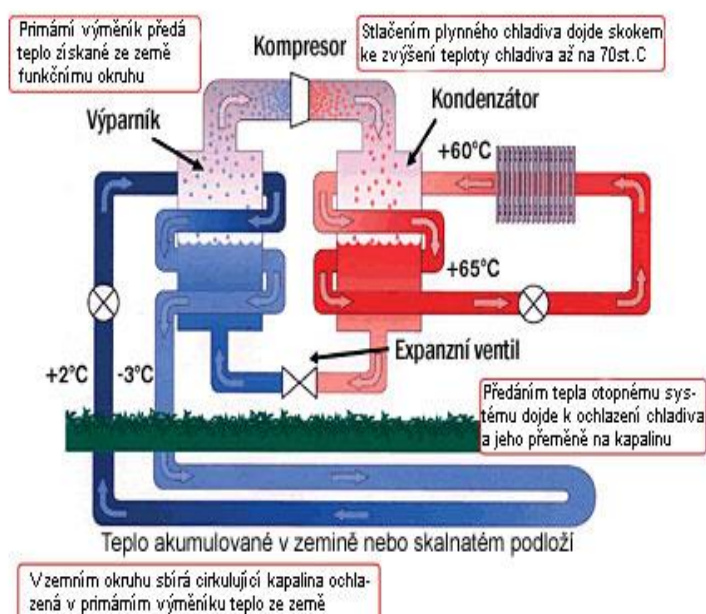
## 4.4. Tepelné čerpadlo země-voda

Tepelná čerpadla země-voda pracují na principu odběru tepelné energie ze země nebo skalního podloží a předávání tepla do systému teplovodního vytápění objektu

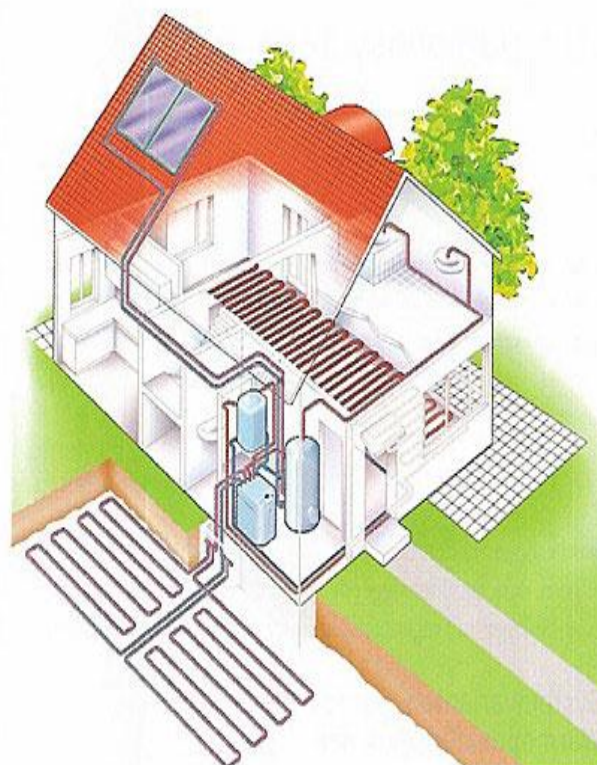
### 4.4.1. Princip

Teplo je odebíráno z půdy kapalinou proudící soustavou trubek uložených v zemi (zemní kolektor nebo vrt). Ohřátá kapalina je hnána vodním čerpadlem do primárního výměníku, kde je teplo předáno chladivu funkčního okruhu tepelného čerpadla. Zde je tekuté chladicí médium ohřáto teplotou zeminy, která je i v zimě vyšší než teplota chladicího média ve výparníku. Tím dojde k jeho skupenství na páru. Ohřáté chladivo putuje do kompresoru, kde je stlačeno a v důsledku toho dojde k nárůstu jeho teploty. Ohřáté chladivo ve vnitřním sekundárním výměníku předá teplo teplovodnímu otopnému systému, který jej pomocí rozvodů topení rozvede po objektu. Předáním tepla dojde k ochlazení chladiva a toto se změní na kapalinu. Ochlazené médium prochází expanzním ventilem, v němž dojde ke snížení tlaku. V důsledku expanze chladicího média dojde k poklesu jeho tepelné energie a tekuté chladivo je opět vyvedeno do primárního výměníku s výparníkem k dalšímu ohřevu. Popsaný cyklus se stále opakuje. Princip činnosti je nejlépe zřejmý ze zobrazeného schématu. Opakovaným ohřevem kapaliny v půdním kolektoru nebo vrtu systém tepelného čerpadla sbírá tepelné přírůstky, které postupně předává do otopného systému vytápěného objektu. Předané tepelné přírůstky postupně zahřívají vodu v otopném systému na teplotu potřebnou k vytápění objektu. [60]

### Princip tepelného čerpadla země - voda



Obrázek 35: tepelné čerpadlo země-voda [60]



Obrázek 34: tepelné čerpadlo země-voda, instalace [60]

#### 4.4.2. Výhody

- Účinnost-vysoký topný faktor (s podlahovým vytápěním až 7 a průměrně 3,8)
- Krátkodobá návratnost investice (při postavení domu na hypotéku a pořízení čerpadla splácíme v součtu výrazně méně než bez něj)
- Nezávislost (nejsme závislí na dodávkách energie)
- Ekologie (snižujeme emisní zatížení životního prostředí)
- Nízká spotřeba a hlučnost
- Vysoká dosažitelná teplota vody v otopném systému [60]

#### 4.4.3. Nevýhody

- Vysoké náklady na vybudování sběračů tepla-zemních kolektorů nebo vrtů
- Potřeba odpovídající plochy volného pozemku
- Potřeba zemních prací spojených s vybudováním zemního kolektoru nebo vrtů
- Potřeba stavebního povolení v případě provádění vrtů [60]

#### 4.4.4. Země/voda s horizontálním výměníkem

**výhody:** téměř stálé podmínky (dobré COP), levnější než provedení s vrtem  
**nevýhody:** potřeba větší plochy pro instalaci horizontálního výměníku, kolísá teplota

#### 4.4.5. Země/voda se svislým zemním vrtem

**výhody:** stálé podmínky (dobré COP), možnost pasivního chlazení  
**nevýhody:** větší investiční náklady na tepelné čerpadlo a vrt [48]

## 4.5. Vytápění pomocí solární energie

Slunce je společně s energií zemského jádra jediným zdrojem obnovitelné energie, který je pro lidstvo prakticky využitelný. Všechny ostatní druhy energie a její zdroje jsou jen akumulovanou energií slunečního záření. Solární vytápění je přímým využitím sluneční energie pro lidskou potřebu. Neboli bez slunce by nebyli žádné jiné obnovitelné zdroje energie.

V létě kdy je slunce v plné parádě lze získat nejvíce energie, a naopak v zimě, kdy je slunce často schované za mraky a my potřebujeme více topit, je solární energie málo.

Stejně tak je rozdíl mezi dnem a nocí, v noci nám solární panely nic nevyrobí, a tak zůstává otázkou, zdali lze pouze solární energií vytápět dům, aniž bychom trpěly zimou. Lze vůbec energii ze slunce v dostatečné míře akumulovat? V dnešním světě už ano proto jsou solární panely v rozvoji a mají velikou účinnost obzvláště pro ohřev vody. [61]

### 4.5.1. Výhody

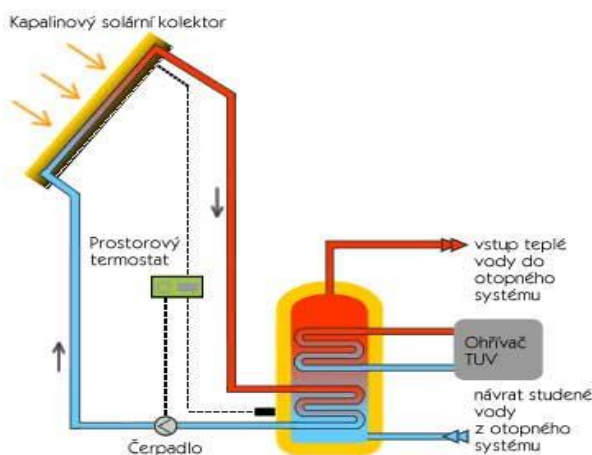
- Zdroj energie je kdekoli na zemském povrchu a zdarma
- Nezatěžujeme životní prostředí
- A nemusíme energii převážet z místa na místo (šetří práci dělníků)
- Může ušetřit až 80 % nákladů na topení a ohřev teplé užitkové vody
- Vytápění stěn i podlah [61]

### 4.5.2. Druhy solárního vytápění

1. **Solární vytápění kapalinové**  
využívají kapalinové sluneční kolektory k ohřevu vody, která se pak používá k vytápění nebo jako teplá užitková voda
2. **Solární vytápění teplovzdušné**  
využívají teplovzdušné sluneční kolektory k ohřevu vzduchu, který je pak rozváděn po objektu pomocí ventilátorů
3. **Solární vytápění fotovoltaické**  
využívají přímé přeměny slunečního záření na elektrickou energii, která je pak v místě potřeby přeměněna na teplo [61]



### 4.5.3. Solární vytápění kapalinové

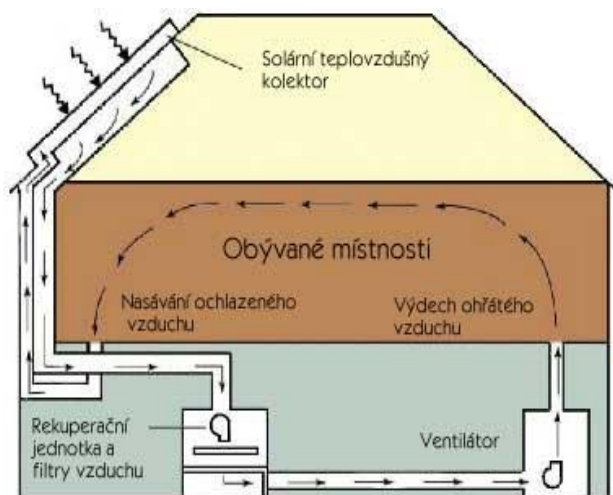


Obrázek 36: solární vytápění [61]

základem jsou kapalinové solární kolektory. Jsou to plochá zařízení s průsvitným či průhledným sklem, pod nímž je systém trubek, v nichž dochází k ohřevu kapaliny. Podle konstrukce, rychlosti průtoku, plochy kolektoru a intenzity slunečního svitu solární kolektor ohřeje vodu v jednom průtoku kolektorem o cca 5°C-80°C.

Je-li to potřeba a dovoluje-li to konstrukce, pak lze nedostatečný ohřev vody vyřešit několikanásobným průtokem vody slunečním kolektorem, kdy dochází k postupnému ohřívání vody až na potřebnou cílovou teplotu. Nedostatek výkonu slunečního kolektoru je pak nejčastěji řešen spojováním kolektorů do baterií, buď sériově nebo paralelně. [61]

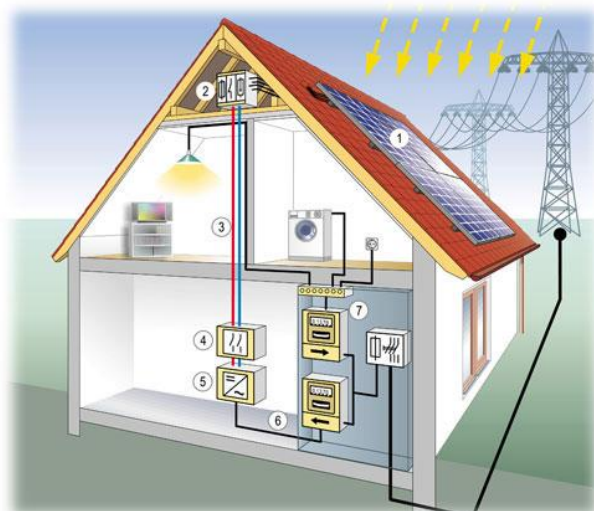
### 4.5.4. Solární vytápění teplovzdušné



Obrázek 37: solární horkovzdušné vytápění

Základ tvoří teplovzdušné solární kolektory. Jsou to ploché panely s průsvitnými či průhlednými skly, pod nimiž je systém trubek naplněných vzduchem. Teplovzdušné sluneční kolektory jsou napojeny na teplovzdušné vytápění domu. V teplovzdušném kolektoru se ohřívá vzduch slunečním zářením, ten je pak ventilátory vháněn do systému teplovzdušného vytápění objektu, kde ve spojení s rekuperační jednotkou umožňuje vytápění, ventilaci i klimatizaci. Nevýhodou je že se neohřívá voda. [61]

## 4.5.5. Solární vytápění fotovoltaické



Obrázek 38: fotovoltaika [61]

Základem jsou fotovoltaické solární panely. Neobsahují žádný systém trubek s teplotním médiem, mají totiž vrstvu fotovoltaických článků, měnících sluneční záření na elektrickou energii. Tato energie je pak využitelná k napájení domu. Výhodou fotovoltaického vytápění je možnost přenosu energie na velkou vzdálenost. Nevýhodou jsou velké ztráty energie, neboť dochází k její dvojí přeměně (záření-elektřina-teplo). Fotovoltaické systémy nám vyrábí levně jak elektřinu, tak i teplo. [61]

**Rekuperační jednotka** = Zařízení, které využije teplo vzduchu odsávaného z prostoru k ohřevu chladného vzduchu přiváděného z venkovního prostředí

**Solární kolektory lze instalovat na:**

- Střechy
- Fasády
- Samostatně (pole, louky, dvory...)



## 5. Srovnání cen energetických zdrojů

Náklady na vytápění Výpočtová spotřeba tepla = 65 GJ					
Druh paliva (Výhřevnost) (Volba tarifu)	Cena paliva v Kč	Spalovací zařízení (Průměrná účinnost v %) <input type="checkbox"/> zadat vlastní účinnost	Cena tepla <input type="radio"/> Kč/GJ <input checked="" type="radio"/> Kč/kWh	Spotřeba paliva / rok	Náklady na vytápění Kč / rok
<b>Hnědé uhlí (18 MJ/kg)</b> <small>cený a dodavatelé</small>	3,55 /kg	Klasický kotel na uhlí (55%)	1,29	6566 kg	23308,-
<b>Černé uhlí (23,1 MJ/kg)</b> <small>cený a dodavatelé</small>	5,10 /kg	Klasický kotel na uhlí (55%)	1,45	5116 kg	26092,-
<b>Koks (27,5 MJ/kg)</b>	8,50 /kg	Klasický kotel na koks (82%)	1,79	3812 kg	32405,-
<b>Dřevo (14,6 MJ/kg)</b>	3,00 /kg	Kotel na zplynování dřeva (75%)	0,99	5936 kg	17808,-
<b>Dřevěné brikety (17,0 MJ/kg)</b>	4,80 /kg	Kotel na zplynování dřeva (75%)	1,36	5098 kg	24471,-
<b>Dřevěné pelety (17,0 MJ/kg)</b> <small>cený</small>	5,20 /kg	Kotel na dřevěné pelety (85%)	1,3	4498 kg	23391,-
<b>Štěpka (12,5 MJ/kg)</b>	2,50 /kg	Kotel na štěpku (80%)	0,9	6500 kg	16250,-
<b>Rostlinné pelety (16 MJ/kg)</b>	3,65 /kg	Kotel na rostlinné pelety (90%)	0,91	4514 kg	16476,-
<b>Obilí (18 MJ/kg)</b>	3,20 /kg	Automatický kotel (85%)	0,75	4248 kg	13595,-
<b>Zemní plyn</b> (spalné teplo 37,82 MJ/m <sup>3</sup> ) <small>cený</small> Dodavatel: RWE Energie, a.s. Spotřeba plynu: 20000 - 25000 kWh /rok	1,17312 /kWh vztažena ke spalnému teple ??? 12,32 Kč/m <sup>3</sup> + 291 Kč/měsíc	Kotel běžný (89%) účinnost je vztažena k výhřevnosti ZP ???	1,66	22524 kWh 2145 m <sup>3</sup>	29926,-
<b>Propan (46,4 MJ/kg)</b> <small>cený a dodavatelé</small>	28 /kg	Kotel běžný (89%)	2,44	1574 kg	44072,-
<b>Lehký topný olej ELTO (42 MJ/kg)</b> <small>cený</small>	28 /kg	Kotel na lehký topný olej (89%)	2,7	1739 kg	48689,-
<b>Elektřina akumulace</b> <small>cený a tarify ???</small> D02d jistič do 3x10 A a do 1x25 A včetně	163 Kč/měsíc + NT: 1,8395 /kWh	S akumulací nádrží (93%)	2,09	19415 kWh	37669,-
<b>Elektřina přímotop</b> <small>cený a tarify ???</small> D35d jistič nad 3x20 A do 3x25 A včetně	443 Kč/měsíc + NT: 2,14321 /kWh	Přímotopné panely (98%)	2,48	18424 kWh	44803,-
<b>Tepelné čerpadlo</b> <small>cený a tarify ???</small> D45d jistič nad 3x100 A do 3x125 A včetně	null Kč/měsíc + NT: 2,14321 /kWh	Průměrný roční topný faktor: 3	NaN	6019 kWh	NaN,-
<b>Centrální zásobování teplem</b> <small>cený</small>	400 /GJ ???	účinnost (98%)	1,47	66 GJ	26531,-

Obrázek 39: Porovnání nákladů na vytápění podle druhu paliva [62]

## 6. Modelový dům



Obrázek 40: modelový dům

Tento modelový dům se nachází v proti-větru chráněné oblasti. Avšak nejedná se o řadový, ale osamělý dům. Dům je v současnosti využíván jen v dolní části čili bez podkroví a není zcela zateplen. Půdorys obytné části je 19x9 metrů a od šipky dál se nachází kůlna a garáž (netopí se tam), proto nebudou zahrnuty do výpočtu tepelných ztrát

V domě bydlí v současnosti 6 osob, a proto se dá orientačně říct, že tepelný zisk, zde bydlících osob je v součtu 500 Wattů.

### 6.1. Stávající kotel

Tento kotel, kterým topíme už cca 10 let, je značky Viadrus a má účinnost 60 % je univerzální, a tak můžeme topit v rámci Norem jakýmkoli tuhým palivem určité délky a průměru (dřevo, uhlí, štěpka, brikety).



Obrázek 41: kotel

## 6.2. Zjištění tepelných ztrát domu

Díky možnosti si přes internet spočítat tepelné ztráty rodinného domu, si lze lépe vykalkulovat kolik tepla je třeba na vytopení našeho domu během topné sezóny a kolik nás to bude stát. Je však nutné znát jisté faktory a parametry

- Venkovní výpočtová teplota (průměrná teplota během topného období venku)
- Vnitřní výpočtová teplota (průměrná teplota během topného období doma)
- Zadat polohu budovy (chráněná, nechráněná, velmi nepříznivá)
- Druh budovy (osamělá, řadová)
- Krajinu kde se nachází budova (normální nebo s intenzivními větry)
- Orientace místností (když slunce doma hřeje vypnutá otopná soustava se směje, Sever, Jih atd.)
- Tepelný zisk (méně důležitá informace +/- 100 Wattů na osobu dle věku)
- Půdorys a konstrukční výšku se světlou výškou (konstrukční= od podlahy ku podlaze dalšího. patra např. podkroví a světlá výška je od podlahy ke stropu)
- Intenzita výměnného vzduchu (jak často větráme a jak moc). [63]

Pak je třeba přejít jednotlivým obytným částem domu, zjistit si jednotlivé rozměry samotných místností a jejich stěn, zjistit si počet a typ dveří i s rozměry zjistit si počet a typ oken také s rozměry. Zjistit si součinitel prostupu tepla konstrukcí (U), který se liší jak v oblasti stropu a podlahy tak u stěn vnitřních a vnějších. a nakonec i teplotu v prostoru za zadávanou konstrukcí (te).

Z výpočtu tepelných ztrát už jen spočítáme roční potřebu tepelné energie v dané lokalitě.

Typ konstrukce	
SO	stěna venkovní (ochlazovaná)
OZ	okno zdvojené
SN	stěna vnitřní (neochlazovaná i ochlazovaná)
DN	dveře vnitřní (neochlazované)
PDL	podlaha
STR	strop
SCH	střecha
DO	dveře venkovní (ochlazované)
OJ	okno jednoduché
OD	okno dvojitě
SSJ	stěna skleněná jednoduchá
SSD	stěna skleněná dvojitě

Obrázek 42: typ konstrukce [63]

### 6.3. Výpočet tepelných ztrát modelového domu a spotřeba energie na vytápění a ohřev vody

Lokalita a vlastnosti budovy

Brno	▼ (Tabulka)	Poloha budovy	Chráněná ▼
Venkovní výpočtová teplota $t_e$	-5 °C		???
	Nastavit teplotu u stěn	Druh budovy	Osamělá ▼ ???
Krajina	Normální ▼	Charakteristické číslo budovy B	4 Pa <sup>0.67</sup> ???
		Přirážka $p_2$ na urychlení zátoku	0 ???

Místnost (u obálkové metody to jsou další vlastnosti budovy)

Číslo a název místnosti		
Zvětšení char. čísla budovy $\Delta B$	0 Pa <sup>0.67</sup> ???	
Venkovní výpočtová teplota $t_e$	-5 °C ???	Nastavit teplotu u stěn
Vnitřní výpočtová teplota $t_i$	19 °C (Tabulka)	
Orientace místnosti	SZ ▼ => přirážka $p_3 = 0,05$ ???	
Počet těsných dveří	3 ▼ ???	
Počet netěsných dveří	3 ▼ ???	
Charakteristické číslo místnosti M	0,7 ???	
Tepelný zisk $Q_z$	500 W ???	

Rozměry

Půdorysný rozměr a	19 m	Půdorysný rozměr b	9 m	Půdorysná plocha místnosti P	171 m <sup>2</sup> ???
Konstrukční výška VK	2,6 m ???	Světlná výška VS	2,4 m ???	Vypočtená plocha obálkových konstrukcí $\Sigma S_1$	487,6 m <sup>2</sup> ???
Vytápěný objem V	444,6 m <sup>3</sup>	Objem místnosti $V_m$	410,4 m <sup>3</sup>	Sečtená plocha všech obálkových konstrukcí $\Sigma S_2$	690,8 m <sup>2</sup> ???

Teplota větracího vzduchu $t_{vv}$	-5 °C ???
<input checked="" type="radio"/> Intenzita výměny vzduchu n	0,2 h <sup>-1</sup> ???
<input type="radio"/> Objemový průtok	m <sup>3</sup> /h ???

	Typ ??? konstr.	Počet	$t_{e,j}$ ??? [°C]	U ??? [W/m <sup>2</sup> K]	Plocha konstrukce						Q <sub>o</sub> [W]
					d ??? [m]	v ??? [m]	S ??? [m <sup>2</sup> ]	S <sub>d</sub> ??? [m <sup>2</sup> ]	S <sub>v</sub> ??? [m <sup>2</sup> ]	S-S <sub>d</sub> -S <sub>v</sub> [m <sup>2</sup> ] ???	
1.	<a href="#">vložit</a> <a href="#">smazat</a> SO ▼	9	-5	0,21	4	2,6	10,4	1	25,36	59,24	298,6
2.	<a href="#">vložit</a> <a href="#">smazat</a> OZ ▼	9	-5	5,88	0,8	1,3	1,04	0	0	9,36	1320,9
3.	<a href="#">vložit</a> <a href="#">smazat</a> DN ▼	10	-5	5,88	0,8	2	1,6	0	0	16	2257,9
4.	<a href="#">vložit</a> <a href="#">smazat</a> ▼		5				0	0	13,7	-13,7	-18
5.	<a href="#">vložit</a> <a href="#">smazat</a> DO ▼	4	5	5,88	0,9	2	1,8	0	0	7,2	592,7
6.	<a href="#">vložit</a> <a href="#">smazat</a> OD ▼	10	5	5,88	0,5	1,3	0,65	0	0	6,5	535,1
7.	<a href="#">vložit</a> <a href="#">smazat</a> PDL ▼	1	5	3	19	10	190	0	0	190	7980
8.	<a href="#">vložit</a> <a href="#">smazat</a> STR ▼	1	10	0,25	19	10	190	0	0	190	427,5
9.	<a href="#">vložit</a> <a href="#">smazat</a> SN ▼	18	10	0,39	4	2,6	10,4	0	0	187,2	657,1

**Tepelná ztráta prostupem**

$\Sigma Q_o$	14070 W	???
Průměrný součinitel prostupu tepla $k_c$	0,881 W/m <sup>2</sup> K	???
Přirážka $p_1$	0,13	???
Přirážka $p_2$	0	???
Přirážka $p_3$	0,05	???

**Tepelná ztráta větráním / infiltrací**

Tepelná ztráta infiltrací $Q_{inf}$ =	0 W	???
Tepelná ztráta větráním vzduchem $Q_{v,v}$ =	711 W	???
Tepelná ztráta větráním $Q_v$ =	711 W	???
Vypočtená intenzita výměny vzduchu $n_{vypočtená}$ =	0,2	???

Obrázek 43: výpočet tepelných ztrát [64]

**Celková tepelná ztráta místnosti**

Tepelná ztráta místnosti $Q_c$ =	18844 W	???
Měrná tepelná ztráta místnosti $q_c$ =	37,9 W/m <sup>3</sup>	???

Obrázek 44: výpočet tepelných ztrát [63]



**Lokalita** (Tabulka)   $t_{em} = 12\text{ }^{\circ}\text{C}$    $t_{em} = 13\text{ }^{\circ}\text{C}$    $t_{em} = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$  ???

Město:  Délka topného období:  [dny]

Venkovní výpočtová teplota  $t_e = -5\text{ }^{\circ}\text{C}$  Prům. teplota během topného období  $t_{es} = 4.4\text{ }^{\circ}\text{C}$

---

**Vytápění**

Tepelná ztráta objektu  $Q_C = 16.8\text{ kW}$

Průměrná vnitřní výpočtová teplota  $t_{is} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$  ???

Vytápěcí denostupně  
 $D = d \cdot (t_{is} - t_{es}) = 3619\text{ K.dny}$

Opravné součinitele a účinnost systému

$e_i = 0.85$  ???  $\eta_o = 0.95$  ???  
 $e_t = 0.90$  ???  $\eta_r = 0.95$  ???  
 $e_d = 1.00$  ???

Opravný součinitel  $\epsilon$  ???

$\epsilon = \theta_i \cdot \theta_t \cdot \theta_d = 0.765$   
  $\epsilon = 0.765$

$Q_{VYT,r} = \frac{\epsilon}{\eta_o \cdot \eta_r} \cdot \frac{24 \cdot Q_C \cdot D}{(t_{is} - t_e)} \cdot 3,6 \cdot 10^{-3}$   
 $Q_{VYT,r} = \left( \begin{matrix} 178.1\text{ GJ/rok} \\ 49.5\text{ MWh/rok} \end{matrix} \right)$

**Ohřev teplé vody**

$t_1 = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$  ???  $\rho = 1000\text{ kg/m}^3$  ???  
 $t_2 = 55\text{ }^{\circ}\text{C}$  ???  $c = 4186\text{ J/kgK}$  ???  
 $V_{2p} = 0.328\text{ m}^3/\text{den}$  ???  
Koefficient energetických ztrát systému  $z = 0.5$  ???

Denní potřeba tepla pro ohřev teplé vody

$Q_{TUV,d} = (1+z) \cdot \frac{\rho \cdot c \cdot V_{2p} \cdot (t_2 - t_1)}{3600} = 25.7\text{ kWh}$

Teplota studené vody v létě  $t_{svl} = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$   
Teplota studené vody v zimě  $t_{svz} = 5\text{ }^{\circ}\text{C}$   
Počet pracovních dní soustavy v roce  $N = 365$  [dny]

$Q_{TUV,r} = Q_{TUV,d} \cdot d + 0,8 \cdot Q_{TUV,d} \cdot \frac{t_2 - t_{svl}}{t_2 - t_{svz}} \cdot (N - d)$   
 $Q_{TUV,r} = \left( \begin{matrix} 29.4\text{ GJ/rok} \\ 8.2\text{ MWh/rok} \end{matrix} \right)$

---

**Celková roční potřeba energie na vytápění a ohřev teplé vody**

$Q_r = Q_{VYT,r} + Q_{TUV,r} = \left( \begin{matrix} 207.5\text{ GJ/rok} \\ 57.6\text{ MWh/rok} \end{matrix} \right)$

Obrázek 45: výpočet dodaného tepla [64]

## 7. Návrh a výpočet

V následující kapitole bude provedeno porovnání 3 vybraných variant vytápění modelového domu a proveden výpočet na návratnost při dané investici.

### 7.1. Potřebné údaje a veličiny pro výpočet jednotlivých variant

Prmr =prostorový metr rovnaný [65]

Tepelné ztráty	$Q_c = 16,8 \text{ kW}$
Potřebné teplo	$Q = 207,5 \text{ GJ/rok}$
Cena dřeva (Prmr) [66]	$C_d = 1169 \text{ Kč/m}^3$
Cena uhlí za 1 kilogram	$C_u = 3,55 \text{ Kč/kg}$
Hustota tvrdého dřeva [67]	$\rho = 1110 \text{ kg/m}^3$
Výhřevnost tvrdého dřeva	$H = 14,230 \text{ MJ/kg}$
Výhřevnost uhlí (hnědé)	$H_2 = 17,5 \text{ MJ/kg}$
Účinnost	$\eta = 60 \%$
Teoretická Hmotnost paliva	$m = ?$
Skutečná hmotnost paliva	$m' = ?$
Množství metrů krychlových	$x = ?$
Návratnost	$T = ?$

### 7.2. Výpočet ceny se stávajícím kotlem

**Teoretická Hmotnost paliva =potřebné teplo/výhřevnost**

$$m = Q/H$$

$$m = 207500/14,230$$

$$m = 14581 \text{ kg}$$

**Skutečná hmotnost paliva = Teoretická Hmotnost paliva/účinnost**

$$m' = m/\eta$$

$$m' = 14581/0,60$$

$$m' = 24301 \text{ kg}$$

**Množství metrů krychlových = (skutečná hmotnost paliva/ hustota) \* 1.55**

$$x = (m'/\rho) * 1,55$$

$$x = (24301/1110) * 1,55$$

$$x = 33,934 \text{ m}^3$$

(1.55 to násobíme kvůli cenám za 1 metr krychlový, neboť se jedná o kubík dřeva, přičemž je v něm započten i vzduch meziprostoru polen délky 33 cm)

**Cena dřeva protopeného za celý rok=počet metrů krychlových \* cena za metr krychlový rovnaný**

$$C = x * C_d$$

$$C = 33,934 * 1169$$

$$C = 39668 \text{ Kč}$$

Cena za dřevo, jež se +- protopí za celý rok u nás doma, je ale z části zkreslená a nemusí odpovídat realitě, neboť se doma netopí pravidelně a taky ne vždy dřevem tvrdým o zde zvolené hustotě. 2 Místnosti jsou vytápěny navíc plynem, a ne ve všech prostorách se udržuje stejná teplota. Větrání je také zprůměrováno.

### 7.3. Výpočet ceny s novým kotlem na dřevo

Cena kotle na dřevo [68]  $C_k=38\,226\text{Kč}$ ,  $1\eta = 87\%$ , výkon 30kW  
Cena dřeva  $C_m=1169\text{Kč/m}^3$

**Teoretická Hmotnost paliva =Potřebné teplo/výhřevnost**

$1m=Q/H$   
 $1m=207500/14,230$   
 $1m=14581\text{ kg}$

**Skutečná hmotnost paliva= Teoretická Hmotnost paliva/účinnost**

$1m'=m/\eta$   
 $1m'=14581/0,87$   
 $1m'=16759\text{ kg}$

**Množství metrů krychlových = (skutečná hmotnost paliva/ hustota) \* 1,55**

$1x=(1m'/\rho)*1,55$   
 $1x=(16759/1110)*1,55$   
 $1x=23,402\text{ m}^3$

**Cena dřeva protopeného za celý rok= počet metrů krychlových \* cena za metr krychlový rovnáný**

$1C=1x * C_d$   
 $1C=23,402 * 1169$   
 $1C=27357\text{ Kč}$

**Návratnost=cena kotle na dřevo/ (cena se stávajícím kotlem-cena dřeva protopeného za celý rok)**

$1T= C_k* (C-1C)$   
 $1T=38226/ (39668-27357)$   
 $1T=3,105\text{ Roků}$



## 7.4. Výpočet ceny s novým kotlem na hnědé uhlí

Cena kotle na uhlí [68]  $C_k=38\,226\text{Kč}$ ,  $2\eta=87\%$ , výkon=30kW

**Teoretická Hmotnost paliva= Potřebné teplo/výhřevnost**

$$2m=Q/H_2$$

$$2m=207500/17,5$$

$$2m=11857\text{ kg}$$

**Skutečná hmotnost paliva= Teoretická Hmotnost paliva/účinnost**

$$2m'=2m/2\eta$$

$$2m'=11857/0,87$$

$$2m'=13629\text{ kg}$$

**Cena uhlí protopeného za celý rok= Skutečná hmotnost paliva\* Cena uhlí za 1 kilogram**

$$2C=1 * C_u$$

$$2C=13629*3,55$$

$$2C=48382\text{ Kč}$$

**Návratnost=cena kotle na uhlí/ (cena se stávajícím kotlem-cena uhlí protopeného za celý rok)**

$$2T=C_k/(C-2C)$$

$$2T=38226/(39668-46765)$$

$$2T=-5,38\text{ Roků}$$

## 7.5. Výpočet ceny s novým kotlem na plyn

**Plyn od dodavatele MND plyn z první ruky**

Cena kotle na plyn [69]  $C_{kp}=27\,000\text{kč}$ ,  $\eta=90\%$ , výkon=35kW

Cena plynu [70]  $C_p=776\text{ Kč/MWh}$

Cena za odběr  $C_o=168\text{ Kč/měsíc}$

Celková roční spotřeba plynu  $C_r=57,6\text{ MWh /rok}$

**Cena plynu protopeného za celý rok= cena plynu\*celková roční spotřeba\*účinnost + 12\*cena za odběr**

$$C_4=(C_p*C_r/\eta)+(12*C_o)$$

$$C_4=(776*57,6/0,9)+(12*168)$$

$$C_4=51680$$

**Návratnost=cena kotle/ (cena se stávajícím kotlem-Skutečná cena plynu protopeného za celý rok)**

$$T=C_{kp}/(C-C_4)$$

$$T=27000/(39668-51680)$$

$$T=-2,2\text{ Roků}$$

## 7.6. Shrnutí

Z výsledků vyplývá, že se nevyplatí topit ani uhlím ani plynem ale pouze dřevem ale vyplatí se investovat do nového kotle na dřevo neboť, díky větší účinnosti ušetříme značnou sumu peněz a doba návratnosti investice do kotle na dřevo, který je univerzální a dá se v něm topit i uhlím je 3,1 let, což je velice výhodné, i když při topení a manipulaci s dřevem vynaložíme nějakou tu práci navíc.

## 8. ZÁVĚR

Během psaní bakalářské práce a seznamování se s danou problematikou jsem se dozvěděl spoustu užitečných a taky progresivních způsobů šetření energie. Nejprve jsem si vytyčil faktory domů, jež mají vliv na to, kolik tepla je pak potřeba na vytápění domácností, poté jsem se zabýval teoretickou částí, kdy jsem si porovnával výhody a nevýhody jednotlivých způsobů vytápění a zároveň instalací a funkčností jednotlivých zařízení. A v neposlední řadě jsem si vzal náš rodinný dům na vesnici a stanovil u něj skrze internetovou stránku [www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz) tepelné ztráty. Následně jsem si dopočítal i spotřebu energie na vytápění a ohřev teplé vody.

Z výsledků, jež jsem získal, jsem zjistil, jak moc je dům energeticky ztrátový v porovnání s jinými domy lépe zateplenými a taky kolik by nás stálo samo topení během roku, zvláště během topné sezóny.

Při výpočtu jsem si našel ceny 3 různých nových kotlů, porovnal je mezi sebou a vyšlo mi, že bychom měli investovat do nového kotle ideálně na dřevo a vzhledem k tomu, že žijeme na vesnici a máme lesy, a tudíž i možnost si dovést dřevo sami za cenu, která se rovná práci v 5 lidech jít 4krát do roka na celý den do lesa tak se investice vyplatí, a to i s brzkou návratností.

Kotel na plyn se zamítá vyházovat peníze oknem nebudeme, protože to ani za ten komfort nestojí.

Při včasném požádání o kotlíkovou dotaci bychom se dostali třeba i na poloviční investici a návratnost by byla příhodnější.

## Seznam použitých symbolů a zkratek

Zkratka	popis
EU	Evropská unie
CZT	centralizovaného zásobování teplem
Atd.	A tak dále
Např.	například
HU	Hnědé uhlí
ČU	Černé uhlí
LTO	Lehký Topný Olej
WAW	Wawky=otopné elektrické zařízení
Dph	Daň přidané hodnoty
TČ	Tepelné Čerpadlo
TEV	Termostatické expanzní ventily
EEV	Elektronický expanzní ventil
COP	Coefficient Of Performance= účinnost čerpadla
TV	teplota topné vody
TUV	Teplá Užitková Voda
OČ	Oběhové Čerpadlo
Prmr	prostorový metr rovnaný

Symbol	Jednotka	Název
R	$m^2K/W$	Tepelný odpor
U	$W/m^2K$	Součinitel prostupu tepla
Q <sub>h</sub>	J	Přivedené teplo
Q <sub>c</sub>	J	Odvedené teplo
$\epsilon H$	-	poměr vyprodukovaného množství tepla a vynaložené "hnací" energie
Th	K	Teplota ohřívače
T <sub>c</sub>	K	Teplota chladiče
te	°C	teplotu v prostoru za zadávanou konstrukcí
$\rho$	$Kg/m^3$	hustota
$\eta$	%	Účinnost
m	kg	Hmotnost paliva
m'	kg	Skutečná hmotnost paliva
x	-	množství metrů krychlových
Q <sub>c</sub>	GJ/rok, MW/rok	Tepelné ztráty
C	Kč	Cena dřeva
H	MJ/kg	Výhřevnost
T	rok	Návratnost

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Kotel Makak [11] .....	17
Obrázek 2: kotel Makak - průřez .....	17
Obrázek 3: Obsah uhlíku a výhřevnost [13] .....	18
Obrázek 4: Černé uhlí [14].....	18
Obrázek 5: Hnědé uhlí[15].....	18
Obrázek 6: dřevěné uhlí[16] .....	19
Obrázek 7: Kvalita hnědého uhlí v Ecropě [17].....	19
Obrázek 8: kotel CosmoTHERM [18] .....	19
Obrázek 9: Vlastnosti CosmoTHERMu [18].....	19
Obrázek 10: kotel A3C [19].....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b> 20
Obrázek 11:dřevěné pelety [20] .....	20
Obrázek 12: alternativní pelety [20] .....	20
Obrázek 13: kotel na pelety [24].....	21
Obrázek 14: kotel na pelety [23].....	21
Obrázek 15: brikety [26] .....	22
Obrázek 16: kotel na brikety [25] .....	22
Obrázek 17: srovnání výhřevnosti [27].....	22
Obrázek 18: štěpkovač drticí [29].....	23
Obrázek 19: štěpkovač sekací [28] .....	23
Obrázek 20: štěpka nadrcená [31].....	23
Obrázek 21: štěpka nasekaná[30].....	23
Obrázek 22: Bioplynová stanice [34].....	24
Obrázek 23: srovnání výhřevnosti [36].....	25
Obrázek 24: srovnání výhřevnosti [35].....	25
Obrázek 25: wawky [38].....	26
Obrázek 26: Plynový kote [40]l .....	27
Obrázek 27: podlahové topení [43].....	28
Obrázek 28: konvektor na stěnu [44] .....	28
Obrázek 29: konvektor na strop [45] .....	28
Obrázek 30: elektro kotel [46] .....	28
Obrázek 31: Cartonův cyklus [49] .....	29
Obrázek 32: princip tepelného čerpadla[51] .....	30
Obrázek 33: schéma tepelného čerpadla [50] .....	30
Obrázek 34: tepelné čerpadlo [54] .....	32
Obrázek 35: zabudování tepelného čerpadla [55] .....	32
Obrázek 36: tepelné čerpadlo vzduch-voda [57].....	33
Obrázek 37: tepelné čerpadlo vzduch-vzduch [59].....	35
Obrázek 38: tepelné čerpadlo země-voda, instalace [60].....	36
Obrázek 39: tepelné čerpadlo země-voda [60] .....	36
Obrázek 40: solární vytápění [61].....	39
Obrázek 41: solární horkovzdušné vytápění .....	39
Obrázek 42: fotovoltaika [61] .....	40
Obrázek 43: Porovnání nákladů na vytápění podle druhu paliva [62] .....	41
Obrázek 44: modelový dům .....	42
Obrázek 45: kotel .....	42
Obrázek 46: typ konstrukce [64].....	43
Obrázek 47: výpočet tepelných ztrát [64] .....	45
Obrázek 48: výpočet tepelných ztrát [64] .....	45

Obrázek 49: výpočet dodaného tepla [65] ..... 46

## seznam použité literatury

- [1] *Kdy končí a začíná topná sezóna: Efektivnítopeni.cz* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://www.efektivnitopeni.cz/kdy-konci-a-zacina-topna-sezona/>
- [2] *Jaký způsob vytápění domu zvolit?: Vytápění rodinných domů* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://www.vytapeni-rodinnych-domu.cz/jaky-zpusob-vytapeni-domu-zvolit>
- [3] *Druhy technologií výstavby rodinných domů: Rodinné domy technologie* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://rodinne-domy-technologie.cz/druhy-staveb/>
- [4] *Jaké nabízíme konstrukce domu: Centrum staveb* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://www.centrumstaveb.cz/konstrukce-domu>
- [5] *Zděné rodinné domy: ProjektyDomu.cz* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://www.projektydomu.cz/reference/zdene-rodinne-domy/>
- [6] Jaké parametry musí splnit kotle na tuhá paliva? Legislativa v ČR a Evropě. Kotle, kamna, krby, *Vytápění: TZB-INFO* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://vytapeni.tzb-info.cz/kotle-kamna-krby/9665-jake-parametry-musi-splnit-kotle-na-tuha-paliva-legislativa-v-cr-a-evrope>
- [7] VĚTŠINA ČECHŮ POUŽÍVÁ ÚSPORNÉ ZÁŘIVKY, O EKOLOGICKÉ VYTÁPĚNÍ ZATÍM NENÍ ZÁJEM: NOVINKY. *LESENSKYCZ* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://www.lesensky.cz/vetsina-cechu-pouziva-usporne-zarivky-o-ekologicke-vytapeni-zatim-neni-zajem/>
- [8] Základní rozdělení vytápění. *Wikipedie: wikipedie otevřená encyklopedie* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Vyt%C3%A1p%C4%9Bn%C3%AD>
- [9] Vytápíme tuhými palivy: Vytápění. *TZB-INFO* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://vytapeni.tzb-info.cz/vytapime-tuhymi-palivy>
- [10] Dřevo. *WIKIPEDIE otevřená encyklopedie* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/D%C5%99evo#Palivov.C3.A9\\_d.C5.99evo](https://cs.wikipedia.org/wiki/D%C5%99evo#Palivov.C3.A9_d.C5.99evo)
- [11] MAKAK LAMBDA 20-40 KW. *KOVARSON.CZ* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://www.kovarson.cz/cs/makak-lambda-20-40-kw-c33/zplynovaci-kotel-makak-lambda-20-40-kw-p67#lg=1&slide=1>
- [12] MAKAK LAMBDA 20-40 KW. *KOVARSON.CZ* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://www.kovarson.cz/cs/makak-lambda-20-40-kw-c33/zplynovaci-kotel-makak-lambda-20-40-kw-p67#lg=1&slide=0>
- [13] TYPY UHLÍ: TĚŽÍME UHLÍ. *OKD.cz* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://www.okd.cz/cs/tezime-uhli/uhli-tradicni-zdroj-energie/typy-uhli>
- [14] *Levné uhlí* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://www.levne-uhli.info/>
- [15] Bílinské hnědé uhlí-OŘECH 2. *ZDEMAR* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://www.palivazdemar.cz/ledvicke-hnede-uhli-orech-2>
- [16] Dřevěné uhlí 2,5kg. *GARLO* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <https://garlo.cz/drevene-uhli/>
- [17] Česko má nejkvalitnější hnědé uhlí v celé EU: ekonomika. *Česká televize* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://www.ceskatelevize.cz/ct24/ekonomika/1499014-cesko-ma-nejkvalitnejsi-hnede-uhli-v-cele-eu>
- [18] COSMOTHERM U 26. *Benekov* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://www.benekov.com/produkt/cosmotherm-u-26>
- [19] Automatické kotle na tuhá paliva. *Viadrus* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://www.viadrus.cz/kotle-na-tuha-paliva/automaticky-litinovy-kotel-na-tuha-paliva-a3c-25-cz40.html>
- [20] Topení pohledem ekonoma – topíme peletami (II. díl): Obnovitelná energie a úspory energie. /peletky. *TZB-INFO* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://oze.tzb->

- info.cz/peletky/9744-topeni-pohledem-ekonomy-topime-peletami-ii-dilhttp://www.ceska-peleta.cz/pelety-brikety-drevo/pelety/
- [21] Dřevěné pelety vysoceabsorbční 8l + 1 l ZDARMA: produkt. *KOCKARIUM* [online]. [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://www.kockarium.cz/produkt/drevene-pelety-vysoceabsorbncni-8l-1-l-zdarma>
- [22] Dřevěné pelety, 15 kg. *Mountfield* [online]. [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <https://www.mountfield.cz/drevene-pelety-15-kg-2koz1001>
- [23] KOTLE NA PELETY BIOPEL LINE 10-40 / V9. *OPOP* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://www.opop.cz/kotle-na-pelety-biopel-line-10-40--v9>
- [24] Dakon DOR F 20 CZ + vychlazovací smyčka: kotle-tuha-paliva. *Mall* [online]. [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: [https://www.mall.cz/kotle-tuha-paliva/dakon-dor-f-20-cz?yottly\\_online=detail&yottly\\_recommender=personalised-substitutesh](https://www.mall.cz/kotle-tuha-paliva/dakon-dor-f-20-cz?yottly_online=detail&yottly_recommender=personalised-substitutesh)
- [25] BRIKETY z pilin a hoblin čistého dřeva. *Kůra na zahradu* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://levne-palivovedrevo.webnode.cz/brikety/>
- [26] Výhřevnosti paliv: vytápění/Tabulky a výpočty. *TZB-INFO* [online]. [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/11-vyhrevnosti-paliv>
- [27] Štěpka. *WIKIPEDIE otevřená encyklopedie* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/%C5%A0%C4%9Bpka>
- [28] Špalíkovač-napojení na traktor. *AkuNádrže* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://www.akunadrze.cz/spalikovac-napojeni-na-traktor-i292/?gclid=CJ6s3OLf-9ICFQdGQodAvgFeg>
- [29] Štěpkování větví po kácení Brno. *Kaisler* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://www.kaisler.cz/stepkovani/>
- [30] DŘEVNÍ ŠTĚPKA VYROBENÁ KLADIVOVÝM DRTIČEM. *BIOM* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/obrazek/drevni-stepka-vyrobena-kladivovym-drticem>
- [31] DŘEVNÍ ŠTĚPKA VYROBENÁ NOŽOVÝM ŠTĚPKOVAČEM. *BIOM* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/obrazek/drevni-stepka-vyrobena-nozovym-stepkovacem>
- [32] Dřevní štěpka - zelená, hnědá, bílá. *BIOM* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/drevni-stepka-zelena-hneda-bila>
- [33] Co je biomasa a jak se s ní topí. Manuál nejen pro Kateřinu Jacques. *HOBBY* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: [http://hobby.idnes.cz/co-je-biomasa-a-jak-se-s-ni-topi-manual-nejen-pro-katerinu-jacques-pww/hobby-domov.aspx?c=A090407\\_171941\\_hobby-domov\\_mce](http://hobby.idnes.cz/co-je-biomasa-a-jak-se-s-ni-topi-manual-nejen-pro-katerinu-jacques-pww/hobby-domov.aspx?c=A090407_171941_hobby-domov_mce)
- [34] Bioplynové stanice: odpady. *Vítejte na Zemi* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: [http://vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=bioplynove\\_stanice&site=odpady](http://vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=bioplynove_stanice&site=odpady)
- [35] Výhřevnosti a měrné jednotky palivového dřeva: Tabulky a výpočty. *TZB-INFO* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/12-vyhrevnosti-a-merne-jednotky-palivoveho-dreva>
- [36] Výhřevnosti paliv: vytápění/tabulky a výpočty. *TZB-INFO* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/11-vyhrevnosti-paliv>
- [37] Lokální plynové topení. *WIKIPEDIE otevřená encyklopedie* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Lok%C3%A1ln%C3%AD\\_plynov%C3%A9\\_topen%C3%AD](https://cs.wikipedia.org/wiki/Lok%C3%A1ln%C3%AD_plynov%C3%A9_topen%C3%AD)
- [38] KVART-CZ Vafky 3,4 kW. *GAS* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: [https://www.gas.cz/kvart-cz-vafky-34-kw/produkt/1429/35/?gclid=CITq5PSN\\_NICFcsV0wodK48FKg](https://www.gas.cz/kvart-cz-vafky-34-kw/produkt/1429/35/?gclid=CITq5PSN_NICFcsV0wodK48FKg)
- [39] Plynové kotle. *JUNKERS: výrobky* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: [http://www.junkers.cz/pro\\_nase\\_zakazniky/produkty\\_junkers/kat\\_710](http://www.junkers.cz/pro_nase_zakazniky/produkty_junkers/kat_710)
- [40] Viessmann Vitodens 100-W 26. *Zbozi* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: [https://www.zbozi.cz/vyrobek/viessmann-vitodens-100-w-26/?utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=Produkt\\_Kotle&utm\\_source=adwords&utm\\_content=0c49a](https://www.zbozi.cz/vyrobek/viessmann-vitodens-100-w-26/?utm_medium=cpc&utm_campaign=Produkt_Kotle&utm_source=adwords&utm_content=0c49a)



- 7a897%20%7C%20Viessmann%20Vitodens%20100-W%2026&ppcbee-adtext-variant=Adtext%20s%20kategorie%20C3%AD,%20produktem&gclid=CMS8utSI69MCFQfgGwodu9UFMQ
- [41] Topíme plynem: Výhody a nevýhody různých způsobů plynového vytápění. *Penize* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://www.penize.cz/nakupy/290240-topime-plynem-vyhody-a-nevyhody-ruznych-zpusobu-plynoveho-vytapeni>
- [42] Vytápíme elektrinou: vytápění. *TZB-INFO* [online]. [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/vytapime-elekrinou>
- [43] ELEKTRICKÉ VYTÁPĚNÍ. *Elektrosudoma* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://www.elektrosudoma.cz/elektricke-vytapeni>
- [44] Podlahové elektrické vytápění. *Fenix* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://elektricke-topeni.info/>
- [45] Stropní topné konvektory | Vytápění stropními konvektory. *Topeni-topenari* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://www.topeni-topenari.eu/topeni/otopna-telesa/konvektory/stropni.php>
- [46] Česká kvalita stojí za to-elektrické kotle Thermona. *eTZBshop* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://www.etzbshop.cz/news/ceska-kvalita-stoji-za-to-elektricke-kotle-thermona>
- [47] Tepelné čerpadlo voda-voda? Není problém: vytápění/tepelná čerpadla. *TZB-INFO* [online]. [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/8478-tepelne-cerpadlo-voda-voda-neni-problem>
- [48] Tepelná čerpadla: vytápění. *TZB-INFO* [online]. [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla>
- [49] TERMOMECHANIKA 6. Základy tepelných cyklů. *FSI VUT v Brně, Energetický ústav Odbor termomechaniky a techniky prostředí: Prof. Ing. Milan Pavelek, CSc.* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: [http://ottp.fme.vutbr.cz/~pavelek/termo/06\\_Carnot.pdf](http://ottp.fme.vutbr.cz/~pavelek/termo/06_Carnot.pdf)
- [50] *Princip tepelného čerpadla* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://www.topeni-topenari.eu/media/img/tepelna-cerpadla/tepelna-cerpadla-princip-01.jpg>
- [51] *Princip tepelného čerpadla* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://www.cerpadla-virgo.cz/images/princip-tepelneho-cerpadla.jpg>
- [52] Tepelné čerpadlo voda-voda? Není problém: vytápění/tepelná čerpadla. *TZB-INFO* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/8478-tepelne-cerpadlo-voda-voda-neni-problem>
- [53] Tepelná čerpadla VODA – VODA, kompaktní pro vnitřní instalaci. *Ekotep* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://www.ekotep.cz/voda-voda/>
- [54] Tepelné čerpadlo voda-voda? Není problém!: Interiér Vytápění, ohřev, TUV. *Ceskestavby* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://www.ceskestavby.cz/clanky/tepelne-cerpadlo-voda-voda-neni-problem-24915.html><http://www.ceskestavby.cz/clanky/tepelne-cerpadlo-voda-voda-neni-problem-24915.html>
- [55] Tepelná čerpadla vzduch/voda - energie získaná ze vzduchu: Úvodní stránka - Služby - Tepelná čerpadla. *SOLARENVI* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://www.solarencvi.cz/a-44-tepelna-cerpadla-vzduch-voda-energie-ziskana-ze-vzduchu.html>
- [56] Tepelná čerpadla VZDUCH – VODA, split systém. *Ekotep* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://www.ekotep.cz/vzduch-voda/>
- [57] Tepelná čerpadla vzduch/voda-energie získaná ze vzduchu: Úvodní stránka - Služby - Tepelná čerpadla. *SOLARENVI* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://www.solarencvi.cz/a-44-tepelna-cerpadla-vzduch-voda-energie-ziskana-ze-vzduchu.html>
- [58] Tepelné čerpadlo vzduch vzduch. *Klimatizace-cerpadla* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://www.klimatizace-cerpadla.cz/tepelna-cerpadla-vzduch-vzduch/>

- [59] Tepelné čerpadlo vzduch vzduch. *Klimatizace-čerpadla* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://www.klimatizace-čerpadla.cz/tepelna-čerpadla-vzduch-vzduch/>
- [60] Tepelná čerpadla země-voda | Vytápění tepelným čerpadlem. *Topeni-topenari.eu* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://www.topeni-topenari.eu/topeni/topidla-alternativni/tepelna-čerpadla/zeme-voda.php>
- [61] Solární vytápění | Sluneční kolektory | Topení energií slunce. *Topeni-topenari* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://www.topeni-topenari.eu/topeni/topidla-alternativni/solarni-vytapeni.php>
- [62] Porovnání nákladů na vytápění podle druhu paliva: Vytápění / Tabulky a výpočty. *TZB-INFO* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/139-porovnani-nakladu-na-vytapani-podle-druhu-paliva>
- [63] Výpočet tepelné ztráty objektu dle ČSN 06 0210: Vytápění / Tabulky a výpočty. *TZB-INFO* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/107-vypocet-tepelne-ztraty-objektu-dle-csn-06-0210>
- [64] Potřeba tepla pro vytápění a ohřev teplé vody: Vytápění / Tabulky a výpočty. *TZB-INFO* [online]. 2017 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/47-potreba-tepla-pro-vytapani-a-ohrev-teple-vody>
- [65] Vztah prmr a prms. *poloncek* [online]. 2017 [cit. 2017-05-25]. Dostupné z: <http://www.poloncek.cz/prodej-palivoveho-dreva/vztah-prms-a-prmr/>
- [66] Dostupné dřeviny: *Palivovedrevomorava* [online]. 2017 [cit. 2017-05-25]. Dostupné z: <http://www.palivovedrevomorava.cz/cenik.html>
- [67] Objemová hmotnost dřeva. *drevorubec* [online]. 2017 [cit. 2017-05-25]. Dostupné z: <http://drevorubec.cz/prodej-dreva/objemova-hmotnost-dreva>
- [68] VIADRUS Kotel Garde G42 ECO 5Z020TH (10278). *Akoupelnyatopeni* [online]. 2017 [cit. 2017-05-25]. Dostupné z: <https://www.akoupelnyatopeni.cz/topeni-a-ohrev-vody/viadrus-kotel-garde-g42-eco-5z020th-10278>
- [69] DAKON Kotel NP PYRO 22. *Akoupelnyatopeni* [online]. 2017 [cit. 2017-05-25]. Dostupné z: <https://www.akoupelnyatopeni.cz/topeni-a-ohrev-vody/dakon-kotel-np-pyro-22-7738501518>
- [70] Ceník jednotlivých dodavatelů. *usetreno* [online]. 2017 [cit. 2017-05-25]. Dostupné z: <http://www.usetreno.cz/energie-plyn/cena-plynu/>