



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

JAN NOVÁK

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

ING. MARTIN LISÝ , PH.D.

BRNO 2015

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Energetický ústav

Akademický rok: 2014/15

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Jan Novák

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

obor: **Základy strojního inženýrství (2341R006)**

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 2014/15.

V Brně, dne 19.11.2014



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

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.  
Děkan

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce je zaměřená na shromáždění dostupných informací ohledně vytápění rodinného domu. Stručné popsání výhod i nevýhod dosavadní a moderní technologie s ohledem na pořizovací cenu, efektivitu, ekologii a návratnosti.

Závěrečná část je věnována popsání modelového domu a porovnání stávajícího vytápěcího systému s navrženými způsoby.

## **Klíčová slova**

Vytápění, tepelná čerpadla, solární energie, biomasa, tuhá paliva, plyn, kotel.

## **ABSTRACT**

Bachelor's thesis is focused on gathering information regarding the household heating. Thesis presents brief description of advantages and disadvantages of legacy and modern technologies. This description and comparison takes into account: acquisition price and returns, efficiency and ecology. Final part of the thesis presents model of household and comparison between current heating and proposed methods.

## **Key words**

Heating, heat pumps, solar energy, biomass, solid fuel, gas, boiler.

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

NOVÁK, J. *Moderní trendy ve vytápění rodinného domu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2015. 50 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Martin Lisý, Ph.D..

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci na téma Moderní trendy ve vytápění rodinného domu vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce. Použil jsem odborné literatury a citací uvedené v seznamu na konci této práce.

---

Datum

---

Podpis

## **PODĚKOVÁNÍ**

Rád bych tímto poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Martinu Lisému, Ph.D. za čas, cenné rady a připomínky, které mi pomohli zpracovat rešeršní práci. Děkování patří také pro mou rodinu a mé blízké, kteří mě podporovali ve studiu.

## Obsah

|       |                                                                    |    |
|-------|--------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | Úvod .....                                                         | 9  |
| 1.1   | Průzkum vytápění rodinných domů .....                              | 10 |
| 1.2   | Ceny vytápění rodinného domu .....                                 | 10 |
| 1.3   | Tepelné ztráty .....                                               | 11 |
| 2     | Vytápění tuhými palivy .....                                       | 12 |
| 2.1   | Uhlí .....                                                         | 12 |
| 2.2   | Biomasa .....                                                      | 12 |
| 2.3   | Vliv oxidu uhlíku při spalování ( $\text{CO}_2, \text{CO}$ ) ..... | 13 |
| 2.4   | Typy kotlů .....                                                   | 14 |
| 2.5   | Vyhodnocení .....                                                  | 14 |
| 3     | Vytápění plynem .....                                              | 15 |
| 3.1   | Pořizovací náklady .....                                           | 16 |
| 3.2   | Náklady na provoz .....                                            | 16 |
| 3.3   | Plynové kotle .....                                                | 16 |
| 3.4   | Vyhodnocení .....                                                  | 17 |
| 4     | Vytápění elektrickou energií .....                                 | 17 |
| 4.1   | Způsoby vytápění elektřinou .....                                  | 18 |
| 4.1.1 | Akumulační kamna .....                                             | 18 |
| 4.1.2 | Přímotopy .....                                                    | 18 |
| 4.2   | Vyhodnocení .....                                                  | 18 |
| 5     | Vytápění pomocí slunečního záření .....                            | 19 |
| 5.1   | Pomocí solárních panelů .....                                      | 19 |
| 5.1.1 | Solární ohřev vody .....                                           | 19 |
| 5.1.2 | Solární ohřev vody a přitápění .....                               | 20 |
| 5.1.3 | Princip .....                                                      | 20 |
| 5.1.4 | Umístění .....                                                     | 21 |
| 5.1.5 | Vhodný systém .....                                                | 22 |
| 5.2   | Pomocí fotovoltaických panelů .....                                | 22 |
| 5.2.1 | Princip .....                                                      | 22 |
| 5.2.2 | Umístění .....                                                     | 23 |
| 5.3   | Vyhodnocení .....                                                  | 23 |

|       |                                                                                                       |    |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 6     | Tepelná čerpadla .....                                                                                | 24 |
| 6.1   | Princip .....                                                                                         | 24 |
| 6.2   | Program Nová zelená úsporám .....                                                                     | 25 |
| 6.3   | Topný faktor a výkon .....                                                                            | 25 |
| 6.3.1 | Maximální efektivita .....                                                                            | 25 |
| 6.4   | Rozdělení systémů.....                                                                                | 26 |
| 6.5   | Volba prostředí.....                                                                                  | 26 |
| 6.6   | Druhy tepelných čerpadel.....                                                                         | 27 |
| 6.6.1 | Tepelná čerpadla vzduch/voda.....                                                                     | 27 |
| 6.6.2 | Tepelná čerpadla země/voda .....                                                                      | 28 |
| 6.6.3 | Tepelná čerpadla voda/voda.....                                                                       | 29 |
| 6.6.4 | Tepelná čerpadla vzduch/vzduch.....                                                                   | 30 |
| 6.7   | Vyhodnocení .....                                                                                     | 31 |
| 7     | Návrhy vytápění rodinného domu .....                                                                  | 32 |
| 7.1   | Popis modelového domu .....                                                                           | 32 |
| 7.2   | Výpočet tepelných ztrát.....                                                                          | 33 |
| 7.3   | Výpočet celkové roční energie na vytápění .....                                                       | 33 |
| 7.4   | Vyhodnocení výsledků.....                                                                             | 34 |
| 7.5   | Alternativní možnosti vytápění rodinného domu .....                                                   | 35 |
| 7.5.1 | Výpočet celkové roční energie na vytápění pro stávající vytápěcí systém a celkové roční náklady ..... | 35 |
| 7.5.2 | Automatický kotel na tuhá paliva .....                                                                | 37 |
| 7.5.3 | Tepelné čerpadlo – země/voda.....                                                                     | 38 |
| 7.5.4 | Automatický kotel na pelety .....                                                                     | 40 |
| 7.5.5 | Porovnání navržených variant .....                                                                    | 41 |
| 8     | Závěr .....                                                                                           | 42 |
| 9     | Seznam použitých zdrojů.....                                                                          | 43 |
| 10    | Seznam obrázků .....                                                                                  | 47 |
| 11    | Seznam tabulek .....                                                                                  | 48 |
| 12    | Seznam použitých zkratk a symbolů.....                                                                | 49 |

# **1 Úvod**

Výběr práce na téma moderní trendy ve vytápění rodinného domu mě zaujala svojí rozmanitostí a velkým množstvím informací, které mohou uplatnit nejen pro vypracování bakalářské práce, ale i pro svůj osobní život. Využití vidím především při rekonstrukci rodinných domů či jiných obytných částí, kde trávíme podstatnou část našeho života. Každý z nás chce mít co možná největší pohodlí pro svou rodinu, myslím si tedy, že moderní vytápění je jedním z důležitých kroků pro pohodlný a spokojený život.

Nevhodné topení může mít velký vliv na náš i okolní život. Nesprávná teplota v místnosti může způsobit časté nemoci. Za nežádoucí důsledek můžeme považovat také srážení vlhkosti v rozích místnosti. Při použití modernějších metod vytápění uniká méně škodlivých látek do ovzduší.

Při pohledu na jednotlivé místnosti používané denně, můžeme říci, že každá teplota bude rozdílná. Kuchyňskou místnost vytápíme na menší teplotu oproti obývacímu pokoji z důvodu množství spotřebičů, vydávajících teplo do okolí.

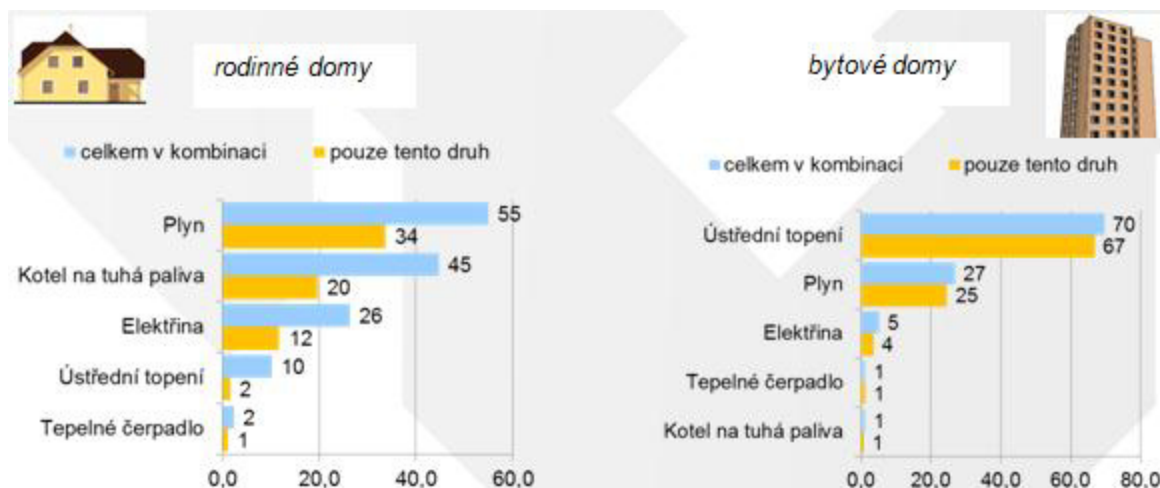
Vidíme tedy, že správné vytápění je velice důležité. První teoretická část bakalářské práce je zaměřena na stručný popis moderních způsobů vytápění. Druhá praktická část je zaměřena na popis modelového rodinného domu, kde jsou porovnány náklady stávajícího vytápění s náklady a investicemi jiných způsobů vytápění.

Cílem mého zadání je shromáždit poznatky, které by v budoucnu mohly přispět k lepšímu a šetrnějšímu způsobu vytápění. Porovnat klady a zápory navržených variant vytápění, jak samostatně, tak v porovnání s modelovým domem. Zohlednit počáteční investice a návratnost.

## 1.1 Průzkum vytápění rodinných domů

Tento průzkum provedla Raiffeisen stavební spořitelna ve spolupráci s agenturou STEM/MARK v roce 2013, která se zabývala nejčastějšími používanými zdroji tepla v České republice. Jedná se pouze o 508 respondentů, tedy uvedené čísla a grafy nám dávají hrubou představu o stavu v ČR [1].

Graf ukazuje procentuální množství domů, který druh vytápění používají.

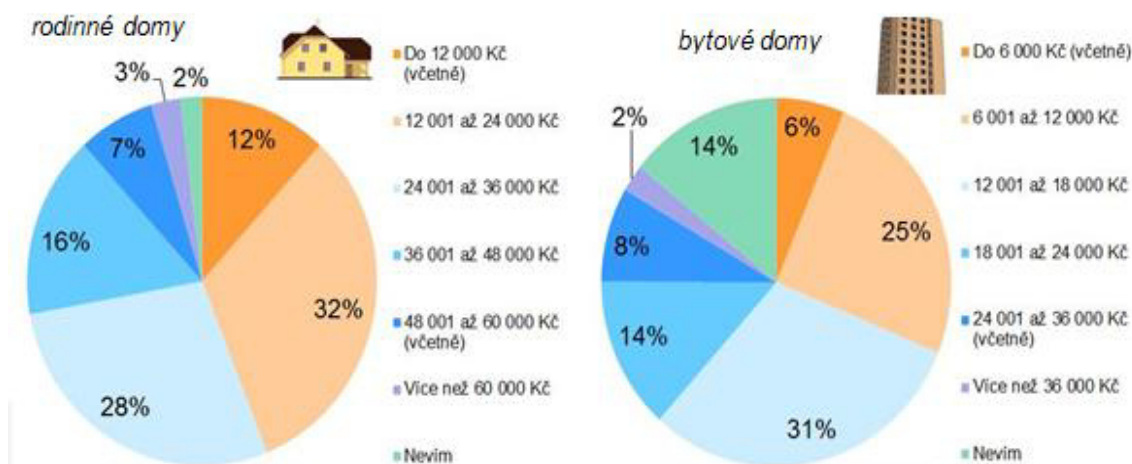


Obr. 1 Jaký používáte zdroj vytápění [1]?

Z průzkumu vyplývá, že většina lidí preferuje především vytápění plynem a tuhými palivy. Podle mého názoru je to tím, že přechod na jiný druh vytápění by pro ně znamenal velké počáteční investice do rekonstrukce.

## 1.2 Ceny vytápění rodinného domu

Z grafu vidíme, kolik procent českých domácností zaplatí ročně za vytápění svého domu. Více než polovina obyvatel v rodinných domech platí ročně přes 24 001 Kč. Průměrná částka protopená za jeden rok v rodinných a bytových domech se samozřejmě liší. Nižší náklady na vytápění mají domácnosti žijící v bytech ve velkých městech [2].

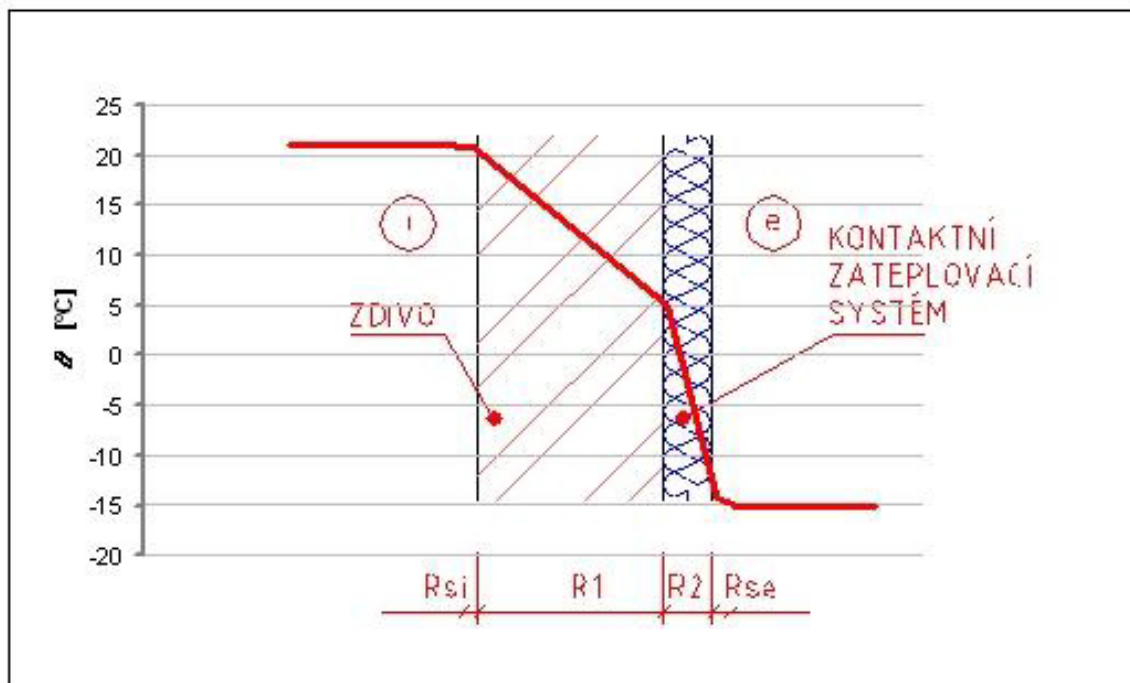


Obr. 2 Náklady na vytápění za rok [2].

### 1.3 Tepelné ztráty

Tepelnou ztrátou rozumíme únik tepelné energie zdí, z důvodu nedostatečné izolace.

Uvedený obrázek ukazuje prostup tepla z vnitřní strany přes zdivo a zateplení na vnější stranu. Počítáme vždy za extrémních podmínek, v ČR obvykle  $-15^{\circ}\text{C}$  [3].



Obr. 3 Prostup tepla zdí [3].

Vhodné rekonstrukce pomáhají k lepším ekologickým i ekonomickým ideálům. Ke snížení ztrát napomáhá výměna oken, zateplení domu či výměna staré střechy za novou nebo výměna topného systému [4].

## **2 Vytápění tuhými palivy**

Tuhá paliva rozdělujeme na dva základní typy: uhlí a biomasu. Používáme je jak k získání tepla, tak k ohřevu teplé užitkové vody (dále TUV). Topení uhlím pomalu ustupuje do pozadí, především z důvodu ekologického znečišťování. Na druhou stranu biomasa má velký potenciál do budoucna kvůli menšímu unikání škodlivých látek do ovzduší [6].

### **2.1 Uhlí**

Základní dělení máme na černé, hnědé uhlí a koks. Dále najdeme rozdíly v zrnitosti neboli velikosti. Důležitým parametrem je výhřevnost, která je ovlivňována vlhkostí. Vyšší výhřevnosti dosáhneme snížením vlhkosti uhlí. V dnešní době se vyrábějí kotle na uhlí, které splňují požadavky na emise a nečistoty, což znamená větší pořizovací cenu, která koresponduje s kvalitou a výkonem samotného kotle. Výhoda těchto kotlů je v ceně provozu. Většího pohodlí můžeme docílit automatickými podavači do zásobníku a spalovací komory [7].

### **2.2 Biomasa**

Biomasa je organická hmota živočišného a rostlinného původu. Důležitou složkou je obsah sušiny. Nejznámějším rostlinným produktem je dřevo. Využívá se především v podobě polen, pelet, hoblin, briket, štěpek a pilin. Velké množství spotřeby při vytápění jí dává velkou nevýhodu [8].

Biomasa má několik vlastností, kterými se odlišuje od ostatních paliv. Hlavní takovou vlastností je proměnný a často vysoký obsah vody. Biomasu je třeba důkladně vysušit správným skladováním, jinak spotřebuje při spalování velký podíl spalného tepla, což vede ke snížení výhřevnosti. Může to způsobit snížení účinnosti kotle i zkrácení jeho životnosti [9].

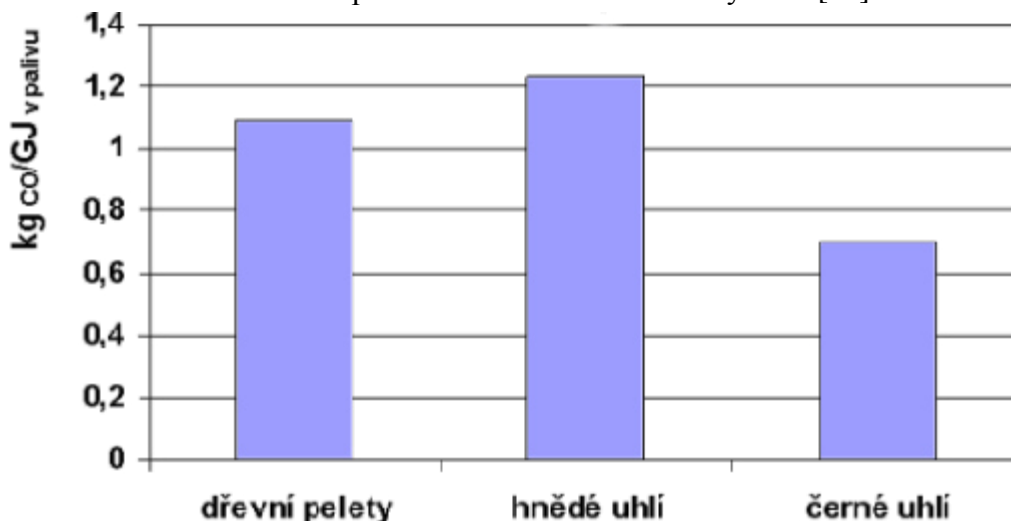
Úprava biomasy závisí na požadovaném druhu, kvalitě hmoty a na druhu zařízení. Pro sušení je nejvhodnější využít přirozené vysoušení biomasy. Před briketováním či peletováním je však nutné použít umělé rychlé vysoušení, jinak se produkty rozpadají. Nezbytnou částí je výroba na stejnou velikost, kterou zajišťují drtiče, sekačky a stříhací zařízení. Výsledný stav biomasy je zajištěn hydraulickými a mechanickými lisami [10].

## 2.3 Vliv oxidu uhlíku při spalování ( $\text{CO}_2$ , $\text{CO}$ )

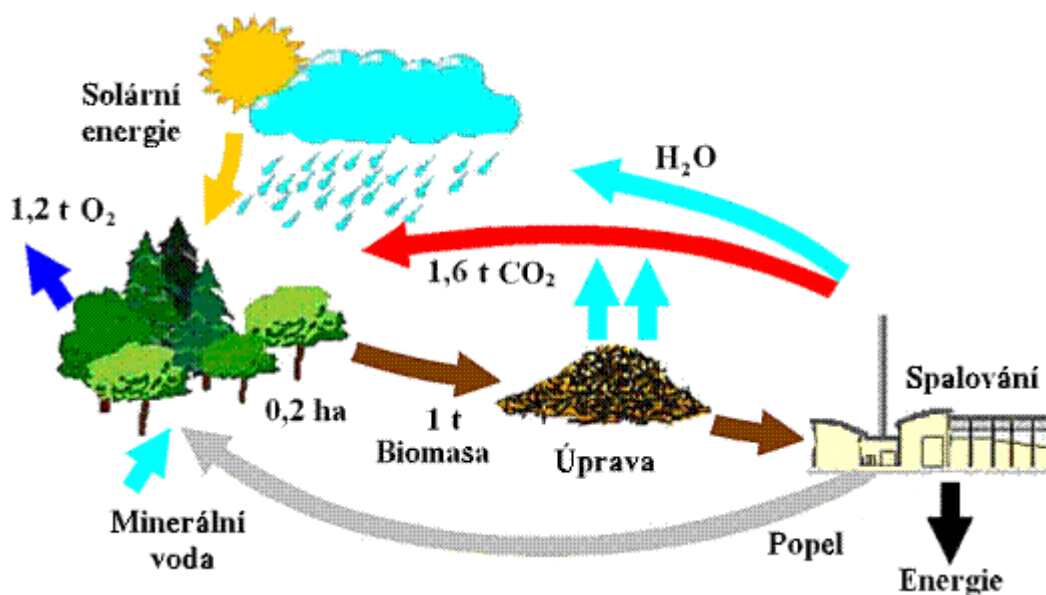
Oxid uhličitý ( $\text{CO}_2$ ) vzniká při spalování fosilních paliv i biomasy při styku uhlíku s kyslíkem. Větší množství  $\text{CO}_2$  může způsobit ztrátu vědomí někdy i smrt. Patří mezi tzv. skleníkové plyny, které udrží teplotu naší planety na úrovni vhodné pro náš život. Tím se pro nás stává, i přes jeho neblahé účinky, nezbytným pro náš život. Má schopnost pohlcovat tepelné záření. Spalováním fosilních paliv a kácením deštých pralesů pravděpodobně dochází ke globálnímu oteplování planety. Menšího množství  $\text{CO}_2$  dosáhneme spalováním biomasy.

Oxid uhelnatý ( $\text{CO}$ ) vniká při nedokonalém spalování. Plyn je silně jedovatý a může způsobit i zamezení přenosu kyslíku z plic do tkání. Při výskytu  $\text{CO}$  dochází ke snížení teplot při spalování, příliš krátkému času pro hoření a nedostatku kyslíku [11].

Z obr. 4 vidíme, že nejlépe z hlediska produkce oxidu uhelnatého nejlépe vychází černé uhlí. Testování proběhlo na kotlích malého výkonu [11].



Obr. 4 Emisní faktory CO přepočtené na výhřevnost paliva [11].



Obr. 5 Oběh uhlíku v přírodě [11].

## **2.4 Typy kotlů**

Biomasa a uhlí mají odlišné palivové vlastnosti, proto jsou těžko zaměnitelné v jednom spalovacím kotli. Vyžadují specifický přístup, který se především liší v přívodu spalovacího vzduchu [12].

Při výběru kotle je třeba se zaměřit na správné určení potřebného výkonu. Správné stanovení výkonu kotle má výrazný vliv na účinnost kotle. Předimenzovaný kotel začne dehtovat, tím se sníží jeho účinnost a zvýší čas na údržbu.

Dodržováním předepsaného spalování paliva, dosahuje kotel na tuhá paliva okolo 90% účinnosti. Nedodržením předepsaného paliva klesá účinnost kotle a ztrácíme na něj záruku. S výkonem souvisí průměr spalinové cesty v komíně, která je požadovaná výrobcem a revize musí provést odborná kominická firma.

**Z hlediska konstrukce kotle je dělíme podle:**

- **Materiálu:**
  - Litinové článkové kotle
    - sestaveny z výkonových článků, kterým je dán celkový výkon
    - doporučené palivo je dřevo, černé uhlí, brikety, koks
  - Ocelové kotle
    - ocelový svařenec, který je odolnější vůči teplotním změnám a levnější než litinový
    - doporučené palivo je hnědé uhlí, brikety, koks, černé uhlí, dřevo
- **Typu přikládání:**
  - Ruční
  - Automatické

Automatické kotle na tuhá paliva jsou takřka samoobslužné oproti ostatním typům. Díky pravidelným doplňováním paliva do zásobníku mají vyšší účinnost, která se pohybuje okolo 80-92% v závislosti spalovaného paliva. Účinností se řadí mezi ekologické zdroje vytápění. Řídící jednotky umí komunikovat s termostatem v místnosti a tak dávat aktuální teplotu přímo na vstup regulace automatického kotle. Nevýhoda tohoto typu je vyšší pořizovací cena [13].

## **2.5 Vyhodnocení**

Uhlí je nejznámější a nejdéle používaným typem vytápění. Patří mezi první používané způsoby vytápění. I přes velké znečišťování ovzduší, které s sebou nese topení uhlím, se dnešní kotle pohybují na vysoké úrovni. Minimalizují nečistoty obsažené v uhlí a při jeho spalování. Nevýhodou je omezené množství této suroviny. V budoucnu se můžeme dočkat výroby uhlí obsahující nižší dávku nečistot, která se bude odrážet na ceně.

Biomasa je ekologičtější než uhlí. Nesprávným spalováním způsobuje znečištění. Největším rozdílem oproti uhlí je v tom, že biomasa je obnovitelný zdroj energie. Tento zdroj obnovujeme vysazováním nových stromků.

Osobně preferuji topení biomasou. Důvodu je lepší ekologie a lepší manipulace.

### 3 Vytápění plynem

Na úvod můžu říci, že v dnešní době je nejvíce používaným způsobem. Vidíme tak z obr. 1 pro rodinné domy. Plyn zvítězil s velkým rozdílem jak v samostatném způsobu, tak v kombinaci s jiným způsobem.

Jako každé vytápění má své výhody a nevýhody.

#### Výhody:

- Velmi dobrá regulovatelnost výkonu
- Lze automatizovat
- Čistý provoz
- Dobré pořizovací náklady
- Dobrá účinnost - s kondenzačními technologiemi účinnost stoupá

#### Nevýhody:

- Náklady na revizi
- Zajištění plynové přípojky
- Vhodný komín
- Možnost exploze při vážné nehodě [14]

Ceny plynu od ledna 2015 budou záležet na místě, kde ho odebíráme a na cenové politice našeho dodavatele. Není teda jisté, zda se jejich ceny sníží nebo zvýší [15].



Obr. 6 Vývoj cen zemního plynu od roku 2012-2015 [16].

Hodnoty jsou udávány Kč/100m³. Přepočítáním m³ na MWh získáme 100 m³ = 1.061 MWh.

### **3.1 Pořizovací náklady**

Pořizovací náklady se liší především na typu kotle. Výbava domu lokálními plynovými topidly (neboli wawky) se může vyšplhat na 45 000 Kč. K tomu se připočítávají ceny za rozvody a technické úpravy. Konečná cena se tak může vyšplhat až na 100 000 Kč. Tyto topidla se však nemohou instalovat všude, protože vyvedení spalín od lokálních plynových topidel musí splňovat přísné požadavky. Pro vytopení jedné či dvou místností je to dobrá volba. Pořízení kotle je komfortnější, lépe regulovatelné a má vyšší účinnost vytápění [17].

### **3.2 Náklady na provoz**

Moderní rodinné domy se 4 člennou rodinou a vytápěnou plochou 150 m<sup>2</sup> spotřebují přibližně 40,5 GJ/rok tepla (11 250 kWh/rok). Ohřev vody vede k dalším 12,6 GJ/rok (3500 kWh/rok). Při této spotřebě činí roční částka vytápění zemním plynem 26 000 Kč.

Vliv nákladů nezáleží jen na počtu lidí, ale také na energetičnosti domu. Standardní domy mají roční náklady cca 25 000 Kč. Pasivní domy mohou mít oproti běžným třikrát až čtyřikrát nižší [18].

### **3.3 Plynové kotle**

Plynové vytápění patří mezi komfortnější způsoby, za které platíme nemalé částky. Cenu lze ovlivnit výběrem kotle.

#### **Druhy plynových kotlů:**

- Stacionární kotel
- Nástěnné (závěsné) kotle
- Kondenzační

Stacionární plynový kotel se umísťuje na podlahu. Mají velké dimenzované trubky, velký obsah vody a otevřené expanzní nádoby. Vytápění je zajištěno nahříváním kovového tělesa. Výhodou je možnost topení bez čerpadla neboli samotížným způsobem. Oběh topné vody je z částí zajištěn rozdílem teplot. Lepší oběh je zajištěn s použitím čerpadla.

Závěsné kotle jsou při odebrání teplé vody stále udržovány na požadované teplotě. Vytopení zásobníku vody trvá běžně 10 minut. Ohřívání 1,5 l zásobníku zajišťuje plošný výměník menší než papír A4. Jsou velmi malé pro umístění na zeď.

Oba typy mají stejné účinnosti pohybující se okolo 92%. Závěsný typ plynového kotle má menší spotřebu plynu a rychlejší ohřev menšího objemu vody. Tedy lze usoudit, se jedná o dražší investici.

Kondenzační plynový kotel dosahuje účinností až 109 %. Využívá energii horkých spalín, tzv. latentní teplo. Návratnost je 4-5 let. Pracuje s nižší teplotou v radiátorech [19].

### 3.4 Vyhodnocení

Z průzkumu Raiffeisen stavební spořitelny vyšlo, že lidé používají nejčastěji plynové vytápění. Jedním z možných důvodů může být pohodlné ovládání na požadovanou teplotu v místnosti. Šetří náš čas s přikládáním i starosti se zatápěním. Toto všechno však můžeme mít i u tuhých paliv, kde budeme mít zásobníky a podavače, které nám podle zvoleného režimu budou dodávat určité množství paliva.

## 4 Vytápění elektrickou energií

Jeden z hlavních důvodů, proč není tento způsob tak rozšířený, je jeho cena. Níže je vyobrazen vývoj cen elektrické energie v posledních letech.



Obr. 7 Vývoj cen elektrické energie [20].

Hodnoty jsou udávány v Kč/1MWh. Pro přepočítání na kWh využijeme vztahu  $1\text{MWh}=0,001\text{ kWh}$ .

Z obr.7 vidíme relativně velké výkyvy cen, spíše klesající. V roce 2014 proběhlo snižování cen silové elektřiny i distribuční složky. V průměru se cena snížila u hlavního dodavatele (ČEZ a E.ON) o cca 10 – 20 %.

Celková cena za elektřinu se skládá z regulované a neregulované části. Regulovaná složka zahrnuje cenu za distribuci, tedy za její přenos. Neregulovaná složka tak zahrnuje již zmíněnou silovou elektřinu. Ta činí necelých 50% z celkové ceny [21, 22, 23].

#### Výhody:

- elektřina je snadno dostupná všude
- vysoký komfort
- relativně nízké pořizovací náklady (přímotopy)
- provoz je ekologický

#### Nevýhody:

- cena elektrické energie
- výroba elektrické energie v elektrárnách neekologická [24]

## **4.1 Způsoby vytápění elektřinou**

Vytápět elektřinou můžeme různými způsoby, které ovlivňují rychlost a efektivitu. Vybraný způsob nám určuje pořizovací a provozní náklady. Zejména se jedná o akumulční kamna, přímotopy a tepelná čerpadla.

### **4.1.1 Akumulační kamna**

U těchto typů kamen jsou výhodami nízké náklady na instalaci, které nejsou doprovázeny rozsáhlými investicemi do potrubí a sanací komínů. Jsou snadno regulovatelné pro potřebné teplo, nicméně na požadovanou teplotu musí spotřebitel déle čekat. Ohřev TUV je nutno řešit odděleně. Další nevýhodou bývá velikost a hmotnost kamen. Rozdělujeme na statické a dynamické. Rozdíl dynamických od statických kamen je v přidání ventilátoru, pro lepší šíření tepla, ale za cenu nepříjemného zvuku. Nepříjemným faktorem mohou být vysoké povrchové teploty. Jsou universální volbou do všech místností. Hodí se zvláště v noci, kdy naakumulované teplo sálá do místnosti [25, 26].

### **4.1.2 Přímotopy**

Přímotopy s ventilátorem jsou vhodné pro snadnou manipulaci a díky malým rozměrům a malé hmotnosti jsou i snadno přenositelné. Mají nízké pořizovací náklady bez zásahu do přestavby či jiných změn spojených s vytápěním. Disponují ekologickým provozem bez jakéhokoliv spalování surovin. Jsou také jednoduché na údržbu a opravy. Téměř okamžitě reagují na změnu tepla požadovaného spotřebitelem. Přímotopy mohou být doplněny akumulátory. Nevýhodou je hlučný provoz kvůli ventilátoru. Při srovnání s akumulčními kamny jsou přímotopy náročnější na spotřebu energie [27, 28].

## **4.2 Vyhodnocení**

Velká výhoda oproti vytápění tuhými palivy a plynem je v ekologičnosti provozu. Nepotřebuje žádné spalování materiálu pro výrobu tepla, tudíž nevyvolává žádné škodlivé látky vznikající během spalování. Vše je řízeno elektřinou, která nijak neovlivňuje ovzduší. Zamysleme-li se ale, jak je to s výrobou elektřiny, můžeme říci, že není tak ekologická. Věřím v budoucí technologii a technology, kteří dokážou minimalizovat škodlivé látky při vzniku elektrické energie.

Cenu za elektřinu můžeme regulovat vybráním vhodného dodavatele. Ceny se pohybují okolo 1 tis. Kč za přímotopy a za akumulční kamna cca 15 tis. Kč. Vše však záleží na kvalitě a specifických parametrech. Přímotopy jsou levnější avšak za cenu větší spotřeby energie než akumulční kamna.

Výhodou je také pohodlí a komfort uživatele, kdy si požadovanou teplotu nastaví na termostatu. Není nutno starat se o přikládání, kdy je regulace obtížnější. Odpadá požadavek na uskladnění materiálu na vytápění.

Při zvažování elektrického vytápění musíme zohlednit, zda se nám investice finančně vyplatí. Sledování ceny elektrické energie a výběr správného zařízení pro naše potřeby.

## 5 Vytápění pomocí slunečního záření

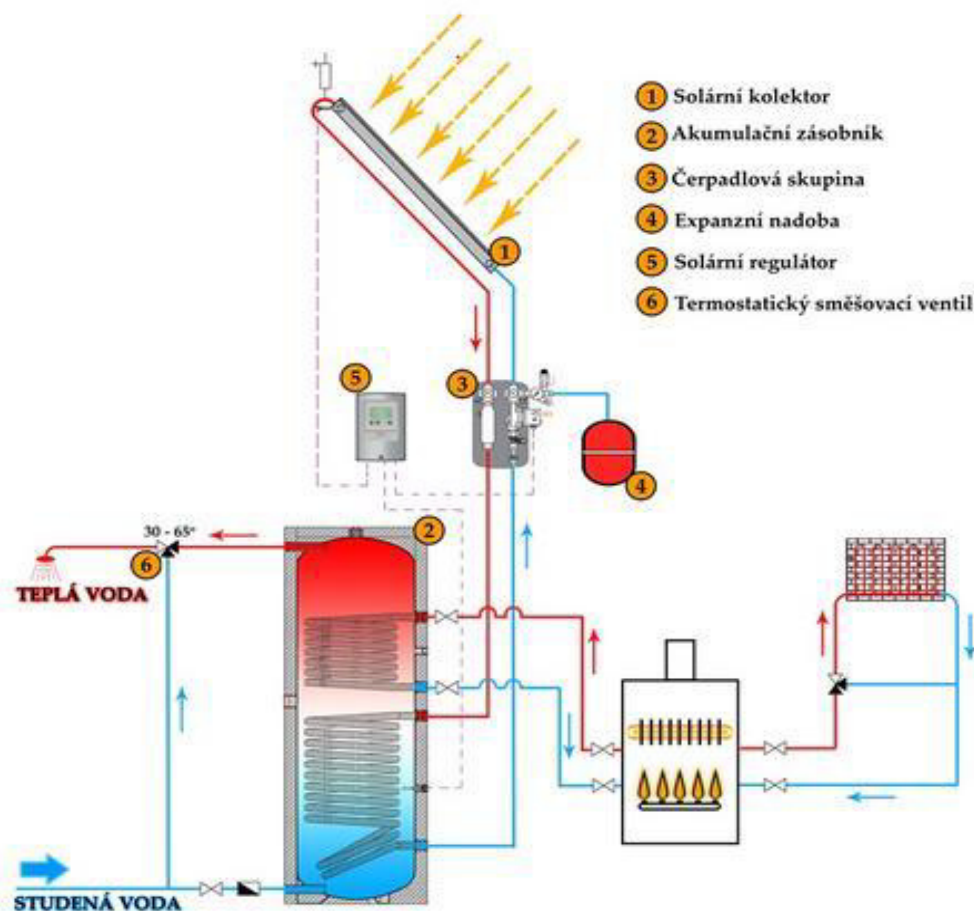
Zde jsou zařazené způsoby využívající slunečního záření pro ohřev vody, vytápění objektu nebo bazénu. Můžeme je rozdělit do 2 základních odvětví, které se liší hlavně ve způsobu přijímání a zpracování energie.

### 5.1 Pomocí solárních panelů

#### 5.1.1 Solární ohřev vody

Solární ohřevy mohou v letním období pokrýt až 100 % potřeby tepla pro vytápění rodinného domu. V zimním období je to méně procent, protože spotřebujeme více teplé vody a více topíme. Celkové roční pokrytí činí 65-75 % potřeby tepla.

Pracují na principu akumulace, kdy požadovaný objem vody je přes rok předeřívána na 30 – 40 °C. Teploty mohou v letním období vystoupat až na 70 °C. Pomocí konvenčního způsobu je teplota dohřívána na požadovanou teplotu danou spotřebitelem [29].

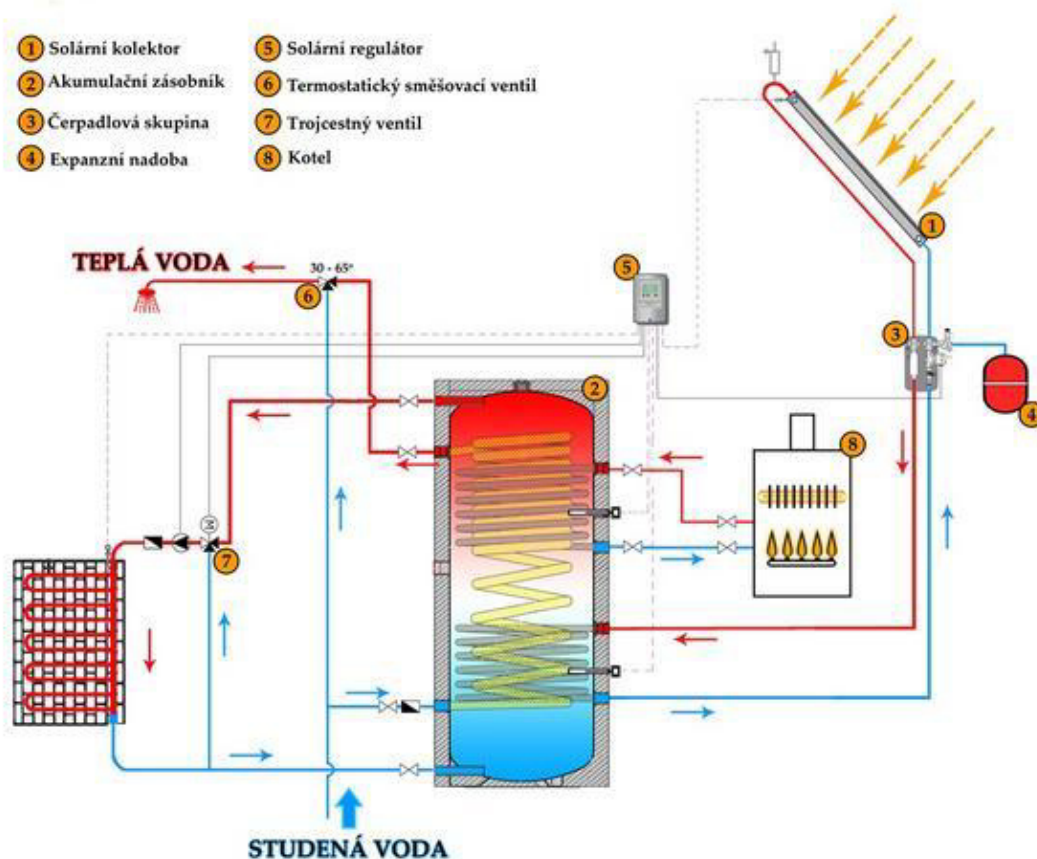


Obr. 8 Schéma solárního systému pro ohřev TUV [29].

### 5.1.2 Solární ohřev vody a přitápění

Solární panely využíváme nejen k ohřevu TUV, ale i pro podporu vytápění rodinného domu. Ohřátá voda ze solárních panelů předeřívá vodu v akumulčním zásobníku, tím napomáhá kotli v dohřátí TUV.

Tato varianta má návratnost okolo 35 % nákladů. Je to způsobeno většími nároky na vytápění v zimním období a působením méně slunečního záření [30].



Obr. 9 Schéma solárního systému pro ohřev TUV a přitápění [30].

**Výhody solárních panelů spočívají především v:**

- Energeticky hospodárnému ohřívání zásobníku - za ohřívanou vodu neplatíme, stačí dohřívát v horních oblastech akumulčního zásobníku
- Velmi vysoká životnost dosahujících až 30 let
- Funkce systému začínají od bílé oblačné oblohy
- Zamezení přehřívání zásobníku v letních měsících v době naší nepřítomnosti
- Rychlá návratnost [30]

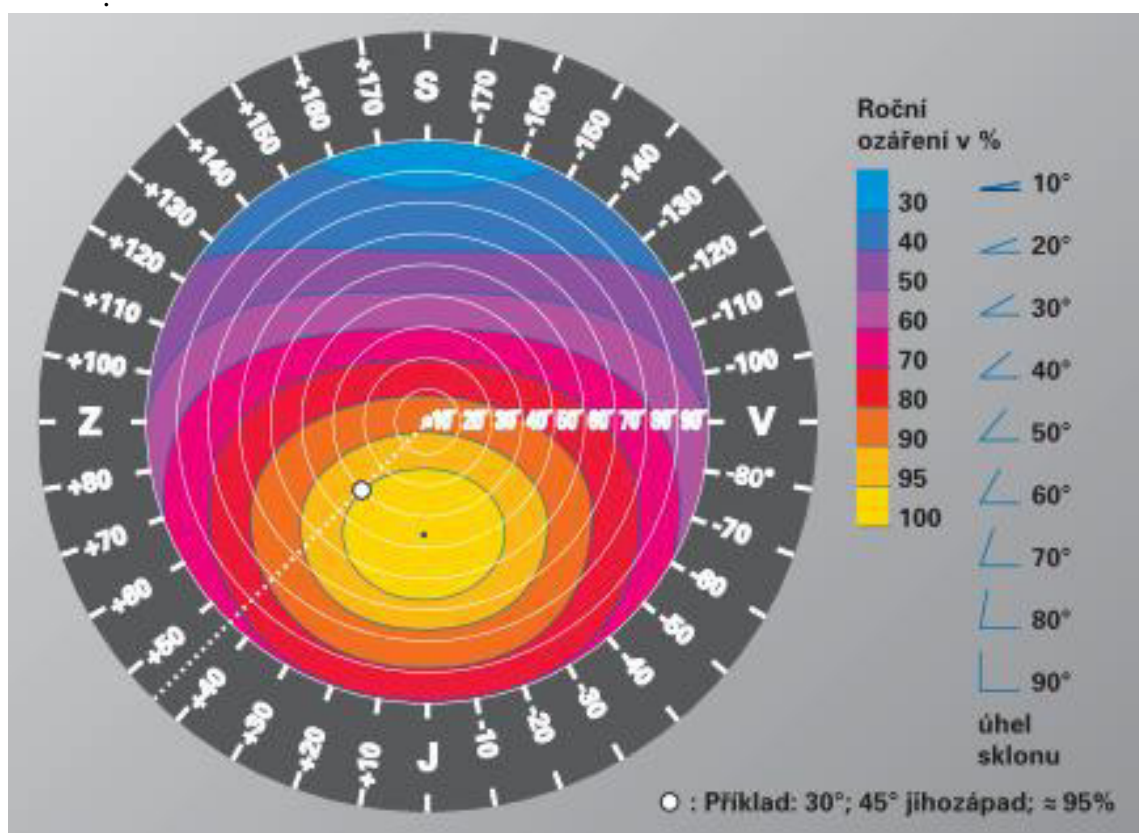
### 5.1.3 Princip

Dopadající sluneční teplo na solární panely se v absorberu přemění na teplo. Pomocí teplonosného media odvádí teplo do výměníku, kde se teplo uchovává, nebo předává k dalšímu použití [31].

### 5.1.4 Umístění

Vhodnou orientací střechy lze v našich podmínkách dosáhnouto maximálního využití solárního záření při natočení kolektorů směrem na jih. Není-li možno nastavit přesné směřování na jih, je odchylka  $30 - 45^\circ$  se ztrátami okolo 10 %. Preferujeme směr především jihozápadní než jihovýchodní, z důvodu nižšího výskytu podzimních mlh a vyšších teplot. Otočné stojany reagující na pohyb slunce se zde nepoužívají kvůli vysokým nárokům na chod zařízení a zhoršení stability střech.

Vhodný sklon kolektorů je takový, aby sluneční záření dopadalo kolmo na jeho plochu. Během dne i roku se mění výška slunce nad obzorem. V létě je ideální sklon  $30^\circ$  od vodorovné roviny, v zimě téměř  $60^\circ$ . Kompromis se volí blíže letním úhlům v rozmezí  $30 - 45^\circ$ , kdy je účinnost největší. Používají se speciální konstrukce pro případ rovných střech, nebo většího odklonu kolektorů od střechy [32].



Obr. 10 Závislost sklonu kolektorů od vertikální a horizontální roviny [32].

### 5.1.5 Vhodný systém

Pro ohřev TUV je rozhodující počet osob. Podle počtu osob zjistíme průměrnou spotřebu vody a tím určíme velikost zásobníku, jak je tab. 1. Počítá se 50 l na osobu. Zásobník, se zabudovanými teplotními čidly, je limitován stavbou domu a potřebného místa. Lze jej umístit jak nad kolektory, tak do sklepení. Součástí je výkonné čerpadlo pro oběh systému též s teplotními čidly [33].

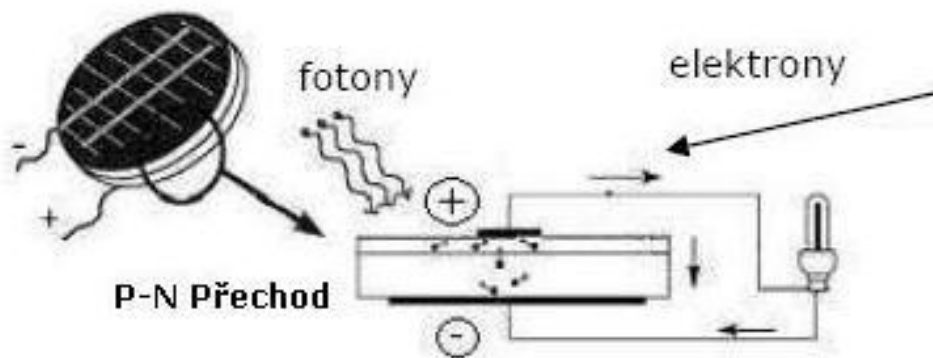
| Osoby  | Kolektory | Zásobník [litr] |
|--------|-----------|-----------------|
| 2 až 4 | 2         | 200-250         |
| 4 až 6 | 3         | 300             |
| 6 až 9 | 5         | 500             |

Tab. 1 Spotřeba vody na osobu [33].

## 5.2 Pomocí fotovoltaických panelů

### 5.2.1 Princip

Fotovoltaický panel je založen na přeměně slunečního záření na elektrickou energii. Spočívá to v dopadání fotonů ze slunečního záření na P-N přechod. To má za následek emitování elektronů a tím vznik stejnosměrného proudu. Následně využití proudu k ohřevu vody, vytápění domu nebo jen ke svícení a napájení spotřebičů [34, 35].

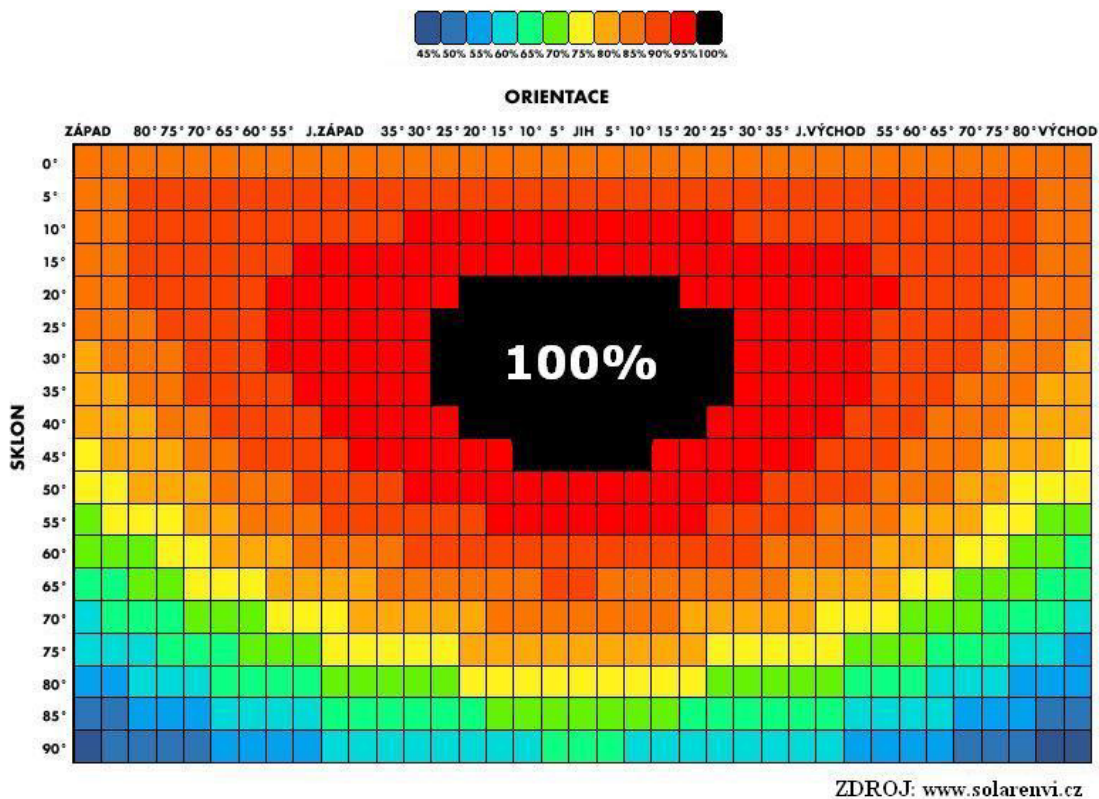


Obr. 11 Princip fotovoltaického jevu [37].

## 5.2.2 Umístění

Je totožné jako u solárních panelů. Směr na jih s maximálním odklonem 10-15° a sklonem 35-45° od vodorovné roviny. Pro lepší představivost můžeme využít obr. 12. Nedoporučuje se instalovat panely na střechy s odklonem větším jak 45° na východ nebo západ. Uchycení systému může být statické a natáčivé [36].

### Vliv orientace a sklonu fotovoltaických panelů na jejich výkon



Obr. 12 Vliv orientace a sklonu fotovoltaických panelů a na jejich výkon [37].

## 5.3 Vyhodnocení

Výše uvedené způsoby se liší především ve způsobu zpracování sluneční energie. U solárního systému je to ohřev média v trubcích ze slunečního tepla. Naopak u fotovoltaických systémů je sluneční energie přeměňována na stejnosměrný proud, který napájí elektrokotel a tím ohřívá vodu. Využití tak může být pro ohřev TUV, vody v bazénu nebo k vytápění rodinného domu.

Oba systémy mají shodný orientační směr vedoucí na jih, pro maximální využití energie. Rozdíl je v maximálním odklonu od jihu a to 10-15° pro fotovoltaiku a 30-45° pro solární systémy.

Využití bývá pro rodinné domy, kde jsou panely umístěny na střechu. Šetří tak podstatnou část elektrické energie.

Investice do zařízení využívající sluneční energii je vhodnou cestou, jak ušetřit nemalou část nákladů. Mnoho výrobců poskytuje vysokou záruku a instalaci zařízení. Nápomoci je také program Nová Zelená Úsporám, kdy poskytuje dotace na solární panely.

## 6 Tepelná čerpadla

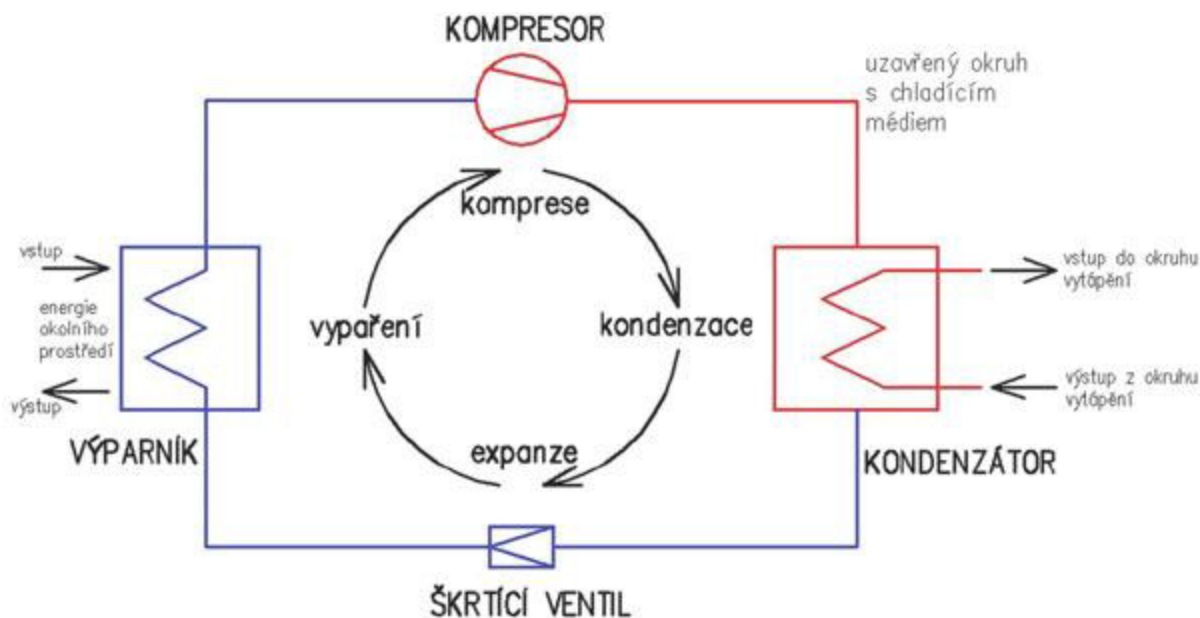
Oproti předcházejícím způsobům nejsou tak rozšířené, jak můžeme vidět z obr. 1. Důvodem by mohla být především pořizovací cena. I přes jejich malé využití jsou jedním z nejlepších moderních způsobů ve vytápění rodinného domu. Jsou také ekologičtější a ekonomičtější než mnohé předešlé způsoby.

### 6.1 Princip

Tepelné čerpadlo pracuje na stejném principu jako chladnička, tedy na obráceném Carnotově cyklu, uvnitř chladí potraviny a z vnější strany topí. Přesně obráceně funguje tepelné čerpadlo, ale s mnohem větším výkonem. Odebírá teplo vodě, vzduchu nebo zemi a pomocí podlahového vytápění topí [38].

Spolu s čerpadlem se používají akumulční nádrže pro zajištění plynulého a bezproblémového chodu celého systému a ke snížení počtu startů čerpadla [39].

Nejdůležitější vlastností chladicího média je nízký bod varu, který musí být nižší než teplota okolního prostředí, ze kterého teplo čerpáme. Chladivo se při kontaktu s okolním prostředím začíná vypařovat díky nízké teplotě média. Plyné chladivo je stlačeno kompresorem, čímž stoupne jeho teplota na úroveň použitelnou na vytápění nebo k ohřevu vody. Posléze chladivo putuje do kondenzátoru, kde předá teplo topnému médiu. Následně se ochladí a přejde do kapalného stavu, kde projde skrticí ventil. Dále jde přes výparník a kompresor, kde se chladicí medium opět ohřeje a celý cyklus se opakuje [40].



Obr. 13 Princip funkce tepelného čerpadla [41].

## 6.2 Program Nová zelená úsporám

V roce 2015 pomocí programu Nová Zelená Úsporám byly rozšířeny možnosti podpory výměny zdrojů tepla. Jedním z nich jsou tepelná čerpadla. Podat žádost o dotaci je možné již od 15. května 2015.

Podpora se vztahuje pouze na určená tepelná čerpadla. Prvním kritériem je zapojení do systému s akumulacním zásobníkem tepla (topné vody) o minimálním měrném objemu 15 l/KW jmenovitého výkonu zdroje. Druhým kritériem je splnění minimálního topného faktoru [42].

| Technologie   | Teplotní charakteristika | Minimální topný faktor určený dle ČSN EN 14 511 |
|---------------|--------------------------|-------------------------------------------------|
| země - voda   | B0/W35                   | 4,3                                             |
| vzduch - voda | A2/W35                   | 3,1                                             |
| voda - voda   | W10/W35                  | 5,1                                             |

Tab. 2 Požadavky pro splnění podmínek pro dotaci [42].

## 6.3 Topný faktor a výkon

Velmi důležitým faktorem pro tepelná čerpadla je topný faktor a jeho výkon. Topný faktor je dán poměrem dodaného tepla ku spotřebovanému teplu. Topný faktor se pohybuje od 2 do 5, který závisí na vstupní a výstupní teplotě, typu kompresoru atd. Je udávána při různých teplotách vstupního a výstupního média. Při výpočtech je nutné také zahrnout spotřebu oběhových čerpadel. Platí čím větší topný faktor, tím lepší. Topný faktor lze určit i z rozdílu mezi teplotou kondenzační a vypařovací.

V závislosti na vstupních a výstupních teplotách za celý rok se nám mění hodnoty topného faktoru. Průměr za celý rok je udáván poměrem celoroční spotřeby energie a celoroční výroby tepla. Za ideálních podmínek jsou schopni dodat 3-4 krát více tepla než spotřeby elektřiny na svůj provoz [43, 44].

Výkon se v závislosti na pracovních podmínkách stroje mění, především se změnou teploty topné vody. Teplota topné vody je tedy nejdůležitějším faktorem pro celkový výkon a účinnost zařízení. Čím nižší bude venkovní teplota a vyšší teplota topné vody, tím se bude výkon snižovat [45].

**Pro topný faktor (COP) je stanoven vzoreček:**

$$\varepsilon = Q/E$$

Kde: Q teplo dodané do vytápění [kWh]

E energie pro pohon tepelného čerpadla [kWh]

### 6.3.1 Maximální efektivita

Chceme-li dosáhnout minimální spotřeby pohonné energie a dosažení vysoké hodnoty topného faktoru je zapotřebí:

- Teplota zdroje má být co nejvyšší, ale zároveň musí být nižší než maximální teplota určená výrobcem
- Rozdíl vstupních a výstupních teplot má být co nejnižší. Maximální dosahující teplota tepelného čerpadla na výstupu je 55°C. Doporučuje se v kombinaci s nízkoteplotním vytápěním (podlahové vytápění), z důvodu menšího překonávání rozdílu teplot. Čím nižší teplota topné vody, tím menší množství spotřebované energie a tedy větší topný faktor [44].

## **6.4 Rozdělení systémů**

Nejčastější provedení bývá tepelné čerpadlo s kompresorem poháněný elektromotorem. Kompresor lze pohánět i jinými motory, jako jsou motory na benzín nebo výhodnější na zemní plyn. Pro rodinný dům je elektromotor výhodný z hlediska ceny a jeho výkonu [46].

**Dalšími typy tepelných čerpadel jsou:**

- s pístovými kompresory
  - dražší, lepší topný faktor, rozšířený
  - životnost nejméně 20 let
- se spirálovými kompresory scroll
  - dražší, nejlepší topný faktor, rozšířený
  - životnost nejméně 20 let
- s rotačními kompresory
  - u klimatizačních zařízení a levnějších čerpadel
  - nižší topný faktor než u spirálových
- absorpční
  - bez kompresoru, bez hluku ale horší topný faktor
  - nerozšířený, u klimatizačních zařízení

## **6.5 Volba prostředí**

Tepelné čerpadlo lze použít téměř všude po různých modifikacích. Volba prostředí, ze kterého je čerpáno teplo je důležitý z hlediska cenově, klimatických podmínek, geologických podmínek atd. [47].

**Typy prostředí pro získání tepla:**

- vzduchové
  - nevýhoda aplikovat v drsných klimatických podmínkách (horské oblasti)
  - vhodná volba místa vnější jednotky (hlučnost, zamezení proudění vzduchu, námrazy)
- hlubinné vrty
  - mít znalost geologických podmínek v podloží
  - vrtání pouze na předpis
- podzemní vody
  - dostatečné množství vody
- povrchové vody
  - poplatky správci toku, nebo stočné

## 6.6 Druhy tepelných čerpadel

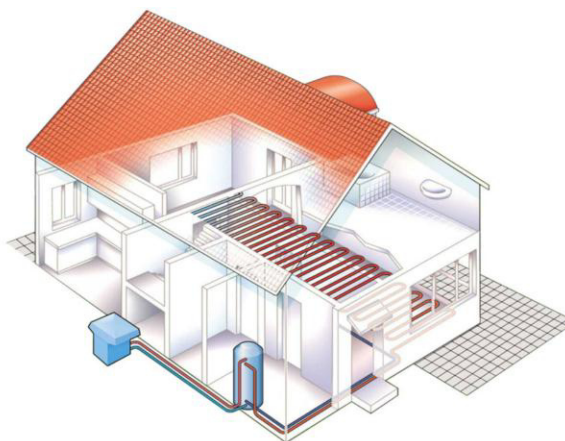
### 6.6.1 Tepelná čerpadla vzduch/voda

Tento typ získává energii ze vzduchu. Využité teplo ze vzduchu putuje přímo do tepelného čerpadla bez nutnosti výměníků. Vzduch je nejsnáze dostupný a objem prakticky nekonečný. Vzduch má nejmenší vliv na životní prostředí, pouze se ohřívá a vrací se do okolí v podobě tepelných ztrát. COP se snižuje s klesající teplotou venkovního vzduchu. I přes nízké teploty okolo  $-15^{\circ}\text{C}$  dokážou efektivně pracovat díky modernějším technologiím. Při extrémně nízkých teplotách nám napomáhá elektrokotel pro pokrytí výkonu.

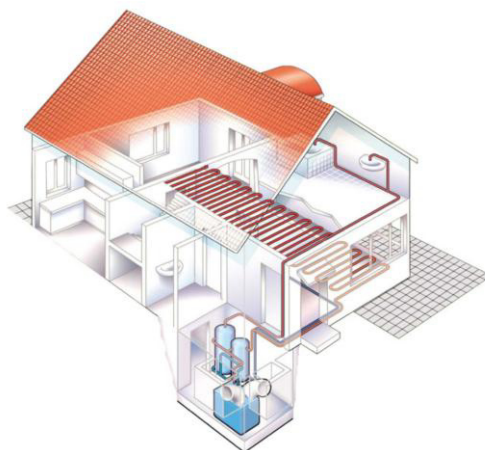
TČ vzduch/voda dosahuje totožných parametrů jako typ země/voda, ale odpadají zde zemní kolektory a vrty, díky tomu ušetříme desítky až stovky tisíc korun. Má snadnější a rychlejší instalaci [48].

Umístění TČ může být v provedení vnějším, kdy se jednotka umísťuje mimo budovu. Instalace by měla být prováděna směrem na jih a to buď na střeše, na fasádách nebo na volném prostranství. Další typ provedení je vnitřní, kdy je jednotka umístěna uvnitř domu. Přívodní trubky jsou zakomponovány skrz zdi s přístupem okolního vzduchu. Trubky by měli být polohovány tak, aby výstupní ochlazený vzduch se nevracel na vstup.

Tepelná čerpadla udávají průtok čerstvého vzduchu cca  $5\,000\text{ m}^3/\text{hod.}$ , který se liší typem a velikostí [49].



Obr. 14 TČ venkovní provedení [49].



Obr. 15 TČ vnitřní provedení [49].

Vzhledem k podnebným podmínkám v České republice nám průměrná roční teplota v zimě neklesne pod  $-5^{\circ}\text{C}$ . V horských oblastech je extrémní teplota až  $-20^{\circ}\text{C}$ , jedná se pouze o několik málo dní v roce. Rozhodneme-li se pro tepelné čerpadlo vzduch/voda, můžeme očekávat v zimním období dostačující topný faktor pro vytápění. Nižší faktor v zimě je kompenzován nárůstem vyššího faktoru v letním období. Nevýhodou je nepříjemný zvuk ventilátoru od tepelného čerpadla.

## **6.6.2 Tepelná čerpadla země/voda**

Hlavním zdrojem je energie čerpána z půdy. Teplo získané ze zemních kolektorů je přiváděno do výparníku, kde se ochladí a vrací se zpět do zemních kolektorů. O přenos tepla se stará teplotonosná nemrznoucí směs poháněná čerpadlem. Tento typ se používá převážně pro menší výkony rodinných domů.

Kolektory jsou zhotoveny z plastových trubek nebo hadic umístěných 1,5 m pod povrchem. Uloženy jsou horizontálně ve spirále, nebo tažené plošně. Využit lze i hlubinné vrty. Plošné kolektory a vrty se umísťují na nezastavěnou plochu, na které se již nadále nedá stavět.

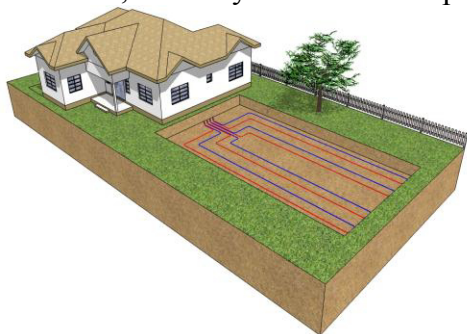
Výkopové práce jsou důležitou položkou při realizaci tepelného čerpadla země/voda, avšak mírnější než jsou hlubinné vrty. Délka výkopu je omezena geologickými podmínkami a je rozhodující pro požadovaný výkon [50].

Plošné kolektory potřebují více nezastavěné plochy, která je 2 – 2,5 násobku vytápěné podlahové plochy. Výkop je prováděn do šířky 30 cm do meandrového tvaru s metrovou roztečí do metrové hloubky.

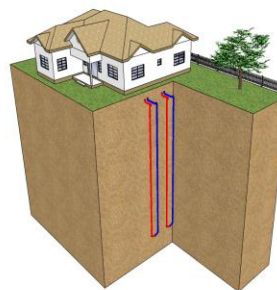
Spirálové kolektory, nebo-li slinky, se ukládají do větší hloubek cca do 2 metrů. Šířka výkopu je 90 cm, kde se plastové potrubí ukládá do spirál. Na 1 metr délky výkopu připadá 10 metrů potrubí, tím jsou méně náročné na potřebnou plochu. Orientační hodnota získaného tepla by měla být přibližně 100W na 1 metr výkopu [51].

Je důležité dodržovat parametry ukládání kolektorů, aby nedocházelo k nadzvedávání plošných kolektorů v malých hloubkách. V jarních měsících roste vegetace pomaleji než v letních měsících, díky hromadění půdní vlhkosti. Ochrana kolektorů je tvořena vkládáním do pískové lože a zasypány dostatečnou vrstvou písku. Z důvodu odvodu vzdušnosti kolektorů je nutné, aby výměníky měly stoupání vzhledem k tepelnému čerpadlu. Opačný způsob by znamenal instalaci odvzdušňovacího zařízení do systému [52].

Hlubinné vrty dosahují hloubky 40 – 150 m, kde je teplota stabilnější. V letních měsících lze využít ke klimatizaci domu, ale musí být na to soustava patřičně uzpůsobena. Vzdálenost vrtů musí být dostatečně od sebe kvůli bezpečné vzdálenosti na konci vrtu, kde by mohlo při malém odklonu dojít k setkání a k poruše. Hloubka vrtu je určena výkonem čerpadla, hydraulickým odporem v sondách a geotermickým stupněm. Geotermický stupeň je hodnota, při níž teplota stoupne o 1°C. Interval leží okolo 15 – 50 m/°C, ale obvyklá hodnota se považuje 30 – 33 m/°C [53].



**Obr. 16 TČ země/voda – plošné kolektory [54].**



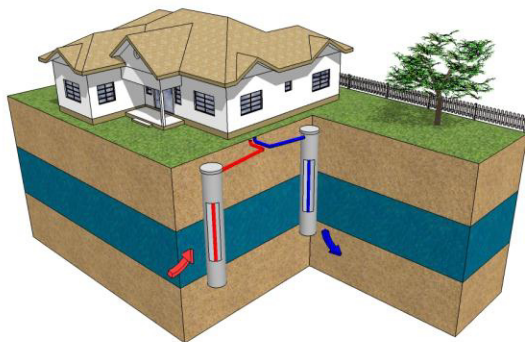
**Obr. 17 TČ země/voda – hlubinné vrty [54].**

### **6.6.3 Tepelná čerpadla voda/voda**

Tepelná čerpadla voda/voda jsou výhodná především díky fyzikálním vlastnostem vody, jedná se o vysokou tepelnou kapacitu a nízkou viskozitu. Podzemní voda je nejvýhodnějším zdrojem, která má konstantní teplotu 10°C a je bez chemických či mechanických nečistot. Toto teplo je přenášeno samotnou podzemní vodou, nebo teplonosnou kapalinou přes deskové výměníky. Pro čerpání z hlubinných vrtů, nebo studní je použito ponorné čerpadlo.

Voda se v TČ ochladí na 4°C, ale nevrací se zpátky kvůli ochlazení zdrojové vody. Vrací se do zvláštních vsakovacích studní, které by měly odpovídat vydatnosti zdrojového vrtu. Odvádění vody do kanalizace by bylo neekologické [55].

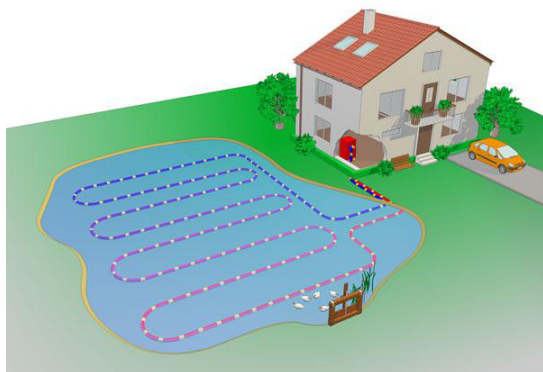
Přímé využití podzemní vody pro přenos tepla je vhodné, když obsah minerálních látek je pod 300 mg/l, jinak jsou použity tepelné výměníky s nemrznoucí směsí. Hlubinné vrtý mají v průměru více než 220 mm. Při vrtech je důležité udělat hydrogeologické zkoušky z důvodu výskytu zvodnělých vrstev [56].



**Obr. 18 TČ voda/voda – podzemní voda [56].**

Tepelná čerpadla voda/voda mají stálý COP díky neměnní se teplotě podzemní vody. Tedy topný faktor nezávisí na okolní teplotě. Vysoká cenová relace je způsobena hlubinnými vrty a geotermickými zkouškami, zkoumající složení vody a její vydatnost. TČ potřebuje dostatečný průtok a nutné povolení pro hydrogeologické zkoušky. Nevýhodou je nedostatek podzemní vody v přírodě.

Tepelná čerpadla voda/voda se používají i na povrchových vodních tocích např. rybníky a toky. Výměníky jsou ve vodě nebo zapuštěny do břehu tak, aby nehrozilo zamrznutí. Lze přivádět vodu přímo do tepelného čerpadla, ale z technických důvodů a nečistoty vody se to nedělá [57].



**Obr. 19 Princip funkce tepelného čerpadla voda/voda , rybník [58].**

### **6.6.4 Tepelná čerpadla vzduch/vzduch**

Tepelné čerpadlo vzduch/vzduch odebírá teplo z okolního venkovního vzduchu. Venkovní jednotka nasává vzduch, ze kterého je získáno teplo, které je následně použito pro ohřev vzduchu uvnitř vytápěné budovy. Plní funkci chlazení neboli klimatizace. Při realizaci vnitřní jednotky je docíleno ohřívání vzduchu v místnosti, bez použití topného systému. Dosahují tak lepších topných faktorů než jiná tepelná čerpadla. Pro čistější vzduch se používají filtry. TČ není určeno pro vytápění TUV a pro vytápění s větším počtem místností. Při nízkých teplotách se kombinuje s topným tělesem.

TČ je ideální typ pro doplnění domu vytápěný přímotopy a elektrokotli, bez složitých stavebních úprav a vysokých investic. Uplatní se dobře v chatách nebo menších domech [59, 60].



**Obr. 20 TČ vzduch/vzduch – vytápění/chlazení místností [61].**

Tento druh tepelného čerpadla nám nepokryje náklady na vytápění po celý rok, ale přesto nám přinese značné úspory. Nepotřebujeme výkopové práce. Z toho vyplývá, že investice budou nižší. Výhodou je rychlá a snadná instalace. Lze jej využít všude kde je běžná cirkulace venkovního ovzduší a tím je snadno dostupný každému. Je to optimální volba pro chlazení v létě a topení v zimě.

## **6.7 Vyhodnocení**

V současnosti se nejvíce používají tepelná čerpadla s oběhovým čerpadlem zajišťující plynulost média v systému. Výhodnější způsob je kombinace s akumulací nádrží pro snížení startů čerpadla. Musíme však počítat s vyšší investicí.

Tepelná čerpadla jsou převratnou moderní technologií ve vytápění rodinného domu. V posledních letech se stávají větší součástí našeho života na vytápění rodinného domu, bytu nebo jiných obytných prostor. Stále se zkvalitňující technologie vede ke zlepšení ekologičnosti, komfortu a šetření našich peněz.

Potřebné teplo získá tepelné čerpadlo z okolního prostředí jako je vzduch, voda a ze země. Nastává tak při výměně tepla ve výměníku a následné kompresi, kde se teplota zvýší na použitelnou teplotu vytápění. Ochlazené medium pokračuje do výměníku, kde se celý cyklus opakuje. Jednoduchý způsob získávání tepla skrývá poněkud složitý systém cesty do našeho domova.

Za kvalitu se platí a u TČ to platí obzvlášť. Ceny se pohybují v řádech desítek až stovek tisíc. Záleží na typu a výkonu, který potřebujeme pro vytápěný objekt. Tepelná čerpadla s výkopovými pracemi a hlubinnými vrty se řadí mezi nejdražší. Jednak kvůli těžkosti práce a kvůli náročnosti na správný chod systému. Za to dosahují nejstabilnějšího topného faktoru, čímž je řadíme mezi nejvýhodnější. Částečnou dotaci nám může poskytnout projekt Nová Zelená Úsporám. Výše dotace se stanovuje podle určitých kritérií.

## **7 Návrhy vytápění rodinného domu**

Druhá, praktická část je zaměřena na výpočet tepelné ztráty a roční potřeby energie na vytápění rodinného domu. Na základě vypočtených hodnot lze stanovit návrh na topné zařízení o daném výkonu. Dosažení vhodného výkonu má vysoký vliv na účinnost topení. Překročením výkonu kotle, nám vzroste spotřeba topné suroviny. Naopak nedosažením dochází ke komplikaci udržení požadované teploty v zimních měsících.

### **7.1 Popis modelového domu**

Rodinný dům obývá trvale 5 osob. Nachází se na okraji obce Řetová, okres Ústí nad Orlicí v Pardubickém kraji. Nadmořská výška je 405 metrů n. m. Jedná se o dvougenerační dvoupatrový dům stojící samostatně na kopci. Zateplení provedeno v rámci výměny všech oken za plastová okna v roce 2010 s výměnou střechy v roce 2011 za nezateplenou Kanadskou šindel Cambridge.

Stávající vytápění zajišťuje kotel na tuhá paliva Variant s výkonem 33kW s kombinací vytápění elektricku na udržení příjemné teploty. Teplota se řídí ukazatelem na přední straně kotle. Teplo do okolí předávají plechové radiátory. Ohřev TUV je pomocí boileru typu Dražice OKCE 125 v každém patře.



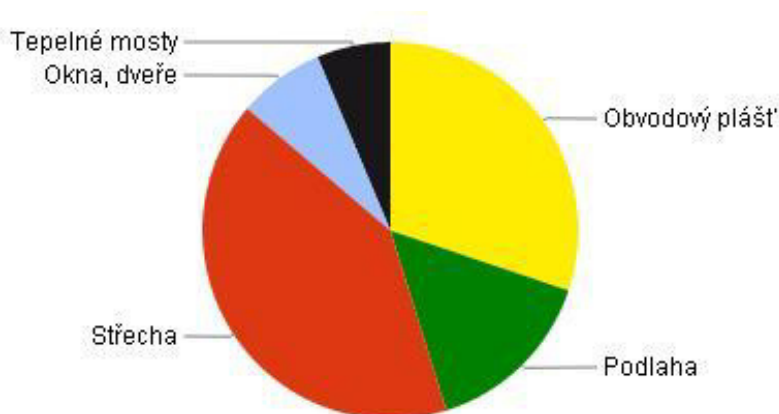
**Obr. 21 Modelový dům**

## 7.2 Výpočet tepelných ztrát

Přibližný výpočet je prováděn online zdarma pomocí volně dostupné kalkulačky Zelená úsporám na portále TZB – Info. Program slouží pro orientační výpočty, nelze je brát jako přesné. Vyvinula ho firma Energy Consulting Service pro prvotní odhad dotace v rámci programu Zelená úsporám.

V často obývaných místech jako obývací pokoje, jsou vytápěny na teplotu 20°C. Přičemž otevíráním dveří, např. do chodby a méně obytných částí, teplota klesne. Dále jsem zahrnul částečné vyvinuté teplo od spotřebičů, zejména v kuchyni. Proto jsem zvolil vnitřní průměrnou teplotu na 20°C.

Tepelné ztráty jednotlivými konstrukcemi je vidět v obr. 23. Z grafu je poznat, že největší podíl tepelné ztráty má střecha, která není zateplená. Dále pak obvodový plášť, který není též zateplen.



Obr. 22 Graf rozložení tepelných ztrát [62].

| Typ konstrukce (větrání) | Tepelná ztráta [W] |
|--------------------------|--------------------|
| Obvodový plášť           | 7796               |
| Podlaha                  | 3884               |
| Střecha                  | 10608              |
| Okna, dveře              | 1925               |
| Jiné konstrukce          | 0                  |
| Tepelné mosty            | 1641               |
| Větrání                  | 1011               |
| --- Celkem ---           | 26865              |

## 7.3 Výpočet celkové roční energie na vytápění

Hodnoty vypočítány pomocí online kalkulátoru na portále TZB - info. Dosazením tepelné ztráty objektu z předchozího výpočtu a vnitřní průměrné teploty vyšla roční energie na vytápění, jak vidíme z obr. 24.

Obr. 23 Rozložení tepelných ztrát [62].

|                                                                                                                                        |                                  |                                                                                                                                                                                                    |                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>Lokalita</b> (Tabulka)                                                                                                              |                                  | <input type="radio"/> $t_{em} = 12\text{ }^{\circ}\text{C}$ <input checked="" type="radio"/> $t_{em} = 13\text{ }^{\circ}\text{C}$ <input type="radio"/> $t_{em} = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ??? |                                                     |
| Město                                                                                                                                  | Ústí nad Orlicí                  | Délka topného období                                                                                                                                                                               | $d = 195$ [dny]                                     |
| Venkovní výpočtová teplota $t_e$                                                                                                       | $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$    | Prům. teplota během otopného období $t_{es}$                                                                                                                                                       | $3.6\text{ }^{\circ}\text{C}$                       |
| <input checked="" type="checkbox"/> <b>Vytápění</b>                                                                                    |                                  | <input type="checkbox"/> <b>Ohřev teplé vody</b>                                                                                                                                                   |                                                     |
| Tepelná ztráta objektu $Q_c$                                                                                                           | $26,865\text{ kW}$               | $t_1 =$                                                                                                                                                                                            | $^{\circ}\text{C}$ ??? $\rho =$ $\text{kg/m}^3$ ??? |
| Průměrná vnitřní výpočtová teplota $t_{is}$                                                                                            | $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ??? | $t_2 =$                                                                                                                                                                                            | $^{\circ}\text{C}$ ??? $c =$ $\text{J/kgK}$ ???     |
| Vytápěcí denostupně                                                                                                                    |                                  | $V_{2p} =$                                                                                                                                                                                         | $\text{m}^3/\text{den}$ ???                         |
| $D = d \cdot (t_{is} - t_{es}) = 3198\text{ K.dny}$                                                                                    |                                  | Koeficient energetických ztrát systému $z$                                                                                                                                                         | $???$                                               |
| Opravné součinitele a účinnosti systému                                                                                                |                                  | Denní potřeba tepla pro ohřev teplé vody                                                                                                                                                           |                                                     |
| $e_i = 0.8$ ??? $\eta_o = 0.9$ ???                                                                                                     |                                  | $Q_{TUV,d} = (1+z) \cdot \frac{\rho \cdot c \cdot V_{2p} \cdot (t_2 - t_1)}{3600} = 25.7\text{ kWh}$                                                                                               |                                                     |
| $e_t = 0.8$ ??? $\eta_r = 0.95$ ???                                                                                                    |                                  | Teplota studené vody v létě $t_{svl} =$                                                                                                                                                            | $^{\circ}\text{C}$                                  |
| $e_d = 0.95$ ???                                                                                                                       |                                  | Teplota studené vody v zimě $t_{svz} =$                                                                                                                                                            | $^{\circ}\text{C}$                                  |
| Opravný součinitel $\varepsilon$ ???                                                                                                   |                                  | Počet pracovních dní soustavy v roce $N =$                                                                                                                                                         | [dny]                                               |
| <input checked="" type="radio"/> $\varepsilon = e_i \cdot e_t \cdot e_d = 0.608$                                                       |                                  |                                                                                                                                                                                                    |                                                     |
| <input type="radio"/> $\varepsilon = 0.765$                                                                                            |                                  |                                                                                                                                                                                                    |                                                     |
| $Q_{VYT,r} = \frac{\varepsilon}{\eta_o \cdot \eta_r} \cdot \frac{24 \cdot Q_c \cdot D}{(t_{is} - t_e)} \cdot 3,6 \cdot 10^{-3}$        |                                  | $Q_{TUV,r} = Q_{TUV,d} \cdot d + 0,8 \cdot Q_{TUV,d} \cdot \frac{t_2 - t_{svl}}{t_2 - t_{svz}} \cdot (N - d)$                                                                                      |                                                     |
| $Q_{VYT,r} = \left( \begin{array}{l} 150.8\text{ GJ/rok} \\ 41.9\text{ MWh/rok} \end{array} \right) \text{ Náklady}$                   |                                  | $Q_{TUV,r} = \left( \begin{array}{l} 0\text{ GJ/rok} \\ 0\text{ MWh/rok} \end{array} \right) \text{ Náklady}$                                                                                      |                                                     |
| <b>Celková roční potřeba energie na vytápění a ohřev teplé vody</b>                                                                    |                                  |                                                                                                                                                                                                    |                                                     |
| $Q_r = Q_{VYT,r} + Q_{TUV,r} = \left( \begin{array}{l} 150.8\text{ GJ/rok} \\ 41.9\text{ MWh/rok} \end{array} \right) \text{ Náklady}$ |                                  |                                                                                                                                                                                                    |                                                     |

Obr. 24 Celková roční potřeba energie na vytápění a ohřev teplé vody [63].

## 7.4 Vyhodnocení výsledků

Z důvodu nezateplených částí rodinného domu jsou poměrně velké tepelné ztráty, jak je vidět z obr. 22. Projevuje se to rychlejším odvodem tepla z místností, na kterou reagujeme zvýšením tepla na kotli, a následně se zvýší spotřeba tuhého paliva. To má vliv na naše peníze a zvýšení náročnosti na kotel. Z toho důvodu bych volil zateplení objektu pro zmenšení tepelných ztrát. Myslím si, že by se počáteční investice vrátila za pár let.

Celková roční potřeba energie na vytápění modelového domu dle výpočtů z obr. 23 činí  $150,8\text{ GJ/rok} = 41,9\text{ MWh/rok}$ . Výpočty nejsou přesné, proto pro výpočty možných alternativních zdrojů vytápění a porovnání se stávajícím vytápěním, použijeme přesnější výpočet za pomoci stávajících údajů o vytápění.

Stávající kotel s výkonem  $33\text{ kW}$  pokryje tepelné ztráty  $26,9\text{ kW}$ . Avšak kotel je předimenzovaný, což může způsobit zvýšení spotřeby a snížit účinnost.

Výpočty jsou zahrnuty pro 5 trvale bydlících osob.

## 7.5 Alternativní možnosti vytápění rodinného domu

V této kapitole se zabývám možnostmi výhodnějšího způsobu vytápění. Výpočet je srovnáván se stávajícím kotlem na tuhá paliva, viz níže, a vypočítanými hodnotami z předchozí kapitoly. Bude se jednat o celkovou měrnou energii na vytápění. Výsledky budou porovnány a zhodnoceny.

Vytápění TUV je pomocí elektrického boileru, jehož výměnu nezahrnuji do svých výpočtů.

### 7.5.1 Výpočet celkové roční energie na vytápění pro stávající vytápěcí systém a celkové roční náklady

Výpočet jsem zvolil z důvodu přesnějších výsledků roční energie a k lepšímu srovnání alternativních možností s aktuálním vytápěcím systémem. Výsledek budeme uvažovat i v dalších výpočtech.

Aktuální vytápění modelového domu se stará kotel na tuhá paliva typu Variant SL 33-3 od firmy Slokov. Patří do kategorie 3. emisní třídy. Výměna kotle proběhla v roce 2010 s počáteční investicí 25 835 Kč s DPH. Topným palivem je Ledvická kostka, nebo-li hnědé uhlí, které je roztápěno dřevem. Výhřevnost uhlí je max. 17,6 MJ/kg a min. 16,5 MJ/kg. Budeme uvažovat minimální výhřevnost. Cena je stanovena na 350 Kč/q. Roční dodávka na vytápění je 35 q. Účinnost kotle ve výpočtech je snížena na 78 % z důvodu odchylky výroby.

Pro udržování teploty převážně v nočních hodinách je zapnuto elektrické vytápění, které se projeví ve výsledku v ročních nákladech na vytápění.  $N_{elek}$  a  $Q_{r\,elek}$  byli zjištěny z výpisu údajů o platbě elektřiny za přímotop.



Obr. 25 Kotel na tuhá paliva [64].

| Specifikace  |        |
|--------------|--------|
| Emisní třída | 3      |
| Výkon        | 33 kW  |
| Hmotnost     | 250 kg |
| Účinnost     | 81%    |
| Max. teplota | 90°C   |

Tab. 3 Specifikace Variant SL 33-3 [64].

Výpočet roční energie na vytápění:

$$Q_{r\,elek} = 3\,780\,MJ \quad (1)$$

$$Q_{r\,uhlí} = Q_{i\,uhlí}^r \times M_{uhlí} \times \eta_k = 16,5 \times 3500 \times 0,78 = 45\,045\,MJ \quad (2)$$

$$Q_{r\,cel} = Q_{r\,uhlí} + Q_{r\,elek} = 45\,045 + 3\,780 = 48\,825\,MJ \quad (3)$$

Výpočet ročních nákladů:

$$N_{elek} = 3\,365 \text{ Kč} \quad (4)$$

$$C_{uhlí} = 350 \frac{\text{Kč}}{q} = 3,5 \text{ Kč/kg} \quad (5)$$

$$N_{uhlí} = M_{uhlí} \times C_{uhlí} = 3\,500 \times 3,5 = 12\,250 \text{ Kč} \quad (6)$$

$$N_{pův} = N_{uhlí} + N_{elek} = 12\,250 + 3\,365 = 15\,615 \text{ Kč} \quad (7)$$

|                        |                                               |         |
|------------------------|-----------------------------------------------|---------|
| $Q_{r \text{ uhlí}}$   | Roční potřeba energie na vytápění uhlím       | [MJ]    |
| $Q_{i \text{ uhlí}}^r$ | Výhřevnost uhlí                               | [MJ/kg] |
| $M_{uhlí}$             | Hmotnost uhlí                                 | [kg]    |
| $\eta_k$               | Tepelná účinnost kotle                        | [%]     |
| $Q_{r \text{ cel}}$    | Celková roční potřeba energie na vytápění     | [MJ]    |
| $Q_{r \text{ elek}}$   | Roční potřeba energie na vytápění elektrickou | [MJ]    |
| $N_{pův}$              | Roční náklady na stávající vytápění           | [Kč]    |
| $N_{uhlí}$             | Roční náklady na vytápění uhlí                | [Kč]    |
| $N_{elek}$             | Roční náklady na vytápění elektrickou         | [Kč]    |
| $C_{uhlí}$             | Cena uhlí za jednotku                         | [Kč/kg] |

Vytápění domu, pomocí kotle na tuhá paliva, je prováděno ve všední dny od 15:00 do 19:00 a o víkendech od 11:00 do 19:00. Elektrické vytápění je zapnuto pouze 15% části z celkového počtu dní. Doba provozu elektrického vytápění je vždy cca 5 hodin. Celková doba vytápění činí 195 dní. Z toho lze usuzovat poměrně nízké náklady na vytápění.

Z mého pohledu celková roční cena 15 615 Kč za vytápění pro 2 patrový dům je přijatelná cena. S poměrně nízkou investiční cenou kotle si myslím, že je to vhodné vytápění z hlediska ekonomiky. Ačkoliv je kotel určen 3. emisní třídou, spalováním hnědého uhlí uniká do ovzduší spousta škodlivých látek.

Skladování uhlí je v nevytápěné části, proto v zimním období můžeme očekávat větší vlhkost, která se projeví snížením výhřevnosti.

## 7.5.2 Automatický kotel na tuhá paliva

Automatický kotel na tuhá paliva má několik předností, které jsou popsány v kapitole 2.4. Jedná se o kotel Vulcanus od firmy Viadrus. Zásobník na 269 litrů o výkonu pohybující se v rozmezí 9 - 30 kW. Počáteční investice činí 106 468 Kč s DPH. Účinnost kotle dosahuje až 89 %. Pro výpočty je dosazována účinnost 85 % z důvodu odchylky výrobce. Topnou surovinu jsem ponechal hnědému uhlí ledvickovou kostku. Možnost ohřevu TUV.

Splňuje emisní třídu 4 při spalování hnědého nebo černého uhlí či dřevěných pelet. Jednoduchá obsluha s možností regulace ventilátoru [65].



Obr. 26 Automatický litinový kotel Vulcanus [65].

$$M_{\text{uhlí}} = \frac{Q_{r\text{ cel}}}{\eta_k \times Q_{i\text{ uhlí}}^r} = \frac{48\,825}{0,85 \times 16,5} = 3\,481 \text{ kg} \quad (8)$$

$$N_{\text{uhlí}} = C_{\text{uhlí}} \times M_{\text{uhlí}} = 3,5 \times 3\,481 = 12\,185 \text{ Kč} \quad (9)$$

$$D_{\text{kotle}} = \frac{I_{\text{kotle}}}{N_{\text{pův}} - N_{\text{uhlí}}} = \frac{106\,468}{15\,615 - 12\,185} = 31 \text{ let} \quad (10)$$

|                       |                                           |         |
|-----------------------|-------------------------------------------|---------|
| $M_{\text{uhlí}}$     | Roční spotřeba uhlí                       | [kg]    |
| $Q_{r\text{ cel}}$    | Celková roční potřeba energie na vytápění | [MJ]    |
| $\eta_k$              | Účinnost automatického kotle              | [%]     |
| $Q_{i\text{ uhlí}}^r$ | Výhřevnost uhlí                           | [MJ/kg] |
| $N_{\text{uhlí}}$     | Roční náklady na vytápění                 | [Kč]    |
| $C_{\text{uhlí}}$     | Cena uhlí za jednotku                     | [Kč/kg] |
| $D_{\text{kotle}}$    | Doba návratnosti                          | [let]   |
| $I_{\text{kotle}}$    | Počáteční investice                       | [Kč]    |
| $N_{\text{pův}}$      | Roční náklady na stávající vytápění       | [Kč]    |

Z výpočtů pro automatický kotel na uhlí vidíme roční náklady na vytápění, které jsou podstatně nižší než v současném řešení. Z toho lze usoudit ekonomický zisk, který by splatil počáteční investici zhruba za 31 let. Dodavatel udává až 60 000 Kč příspěvek v kotlíkových dotacích. S dotací 50 000 Kč na automatický kotel by vycházela návratnost zhruba za 16 let. Během tak vysoké návratnosti bychom kotel nedokázali udržet ve stavu schopném k provozu.

Po stránce ekologické je bezpochyby lepší díky dokonalejšímu spalování surovin. Pohodlí a komfort je zajištěno automatickým podáváním suroviny ze zásobníku do kotle dle aktuální teploty v místnosti.

Dle mého názoru se jedná o vhodnou volbu pro vytápění. Odpadají zde starosti s přikládáním každou hodinu, pro udržení teploty. Už tím ušetřím spoustu času. Každopádně bych musel zvážit, zda se mi kotel vejde do kotelny. Popřípadě jaké úpravy by se museli udělat a jakou investici by to pro mě znamenalo. Doba návratnosti s dotací 18 let mě přijde příliš velká, vezmu-li v potaz větší množství poruchovosti součástí. Znamenalo by to další investice do oprav a výměnu špatných součástí.

### 7.5.3 Tepelné čerpadlo – země/voda

Pro další alternativní vytápění jsem zvolil tepelné čerpadlo – země/vzduch, které by mohlo být dobrou volbou díky velkému pozemku pro plošné kolektory. Zkoušený výpočtový model je AquaMaster typu 60Z s výkonem 23,1 W s možností vytápění TUV. Cena tepelného čerpadla je 440 873 Kč s 15% DPH. V ceně je zahrnuto akumulční zásobník, elektrokotel (3,5 kW), plošné kolektory s výkopovou prací, montáž strojovny a elektroinstalace. Udávaný COP dodavatelem je 4.2 [66].

Lze využít dotaci Nová Zelená Úsporám, kde na typ země/voda je dotace při výměně kotle na uhlí za TČ stanovena na 80 000 – 100 000 Kč [67].



Obr. 27 TČ AquaMaster 60Z [66].

Hodnota  $C_{elek}$  je určena se sazby nízkého tarifu D56d pro tepelná čerpadla [68].

**Převod celkové roční potřeby energie na vytápění z MJ na kWh :**

$$48\,825\,MJ = 13\,562,5\,kWh \quad (11)$$

$$C_{elek} = 2,4\,Kč/kWh \quad (12)$$

$$E_{čer} = \frac{Q_{r\,cel}}{\varepsilon} = \frac{13\,562,5}{4,2} = 3\,229,2\,kWh \quad (13)$$

$$N_{čer} = C_{elek} \times E_{čer} = 2,4 \times 3\,229,2 = 7\,750\,Kč \quad (14)$$

$$D_{TČ} = \frac{I_{TČ}}{N_{pův} - N_{čer}} = \frac{440\,873}{15\,615 - 7\,750} = 56\,let \quad (15)$$

|                     |                                           |          |
|---------------------|-------------------------------------------|----------|
| $E_{\text{čer}}$    | Potřebná elektrická energie na chod TČ    | [kWh]    |
| $Q_{r \text{ cel}}$ | Celková roční potřeba energie na vytápění | [kWh]    |
| $\varepsilon$       | Topný faktor tepelného čerpadla           | [-]      |
| $N_{\text{čer}}$    | Roční náklady na vytápění                 | [Kč]     |
| $C_{\text{elek}}$   | Cena elektrické energie za jednotku       | [Kč/kWh] |
| $D_{T\check{C}}$    | Doba návratnosti                          | [let]    |
| $I_{T\check{C}}$    | Počáteční investice                       | [Kč]     |
| $N_{\text{pův}}$    | Roční náklady na stávající vytápění       | [Kč]     |

Pro zjednodušení výpočtu jsem zvolil neblíží výkon tepelného čerpadla pro pokrytí tepelných ztrát modelového domu. Z mého pohledu si myslím, že s použitím akumulčního zásobníku bychom mohli snížit nároky na výkon TČ.

Nižší výkon tepelného čerpadla vzhledem k tepelným ztrátám je kompenzován přídavným elektrokotlem, který by napomáhal s vytápěním při nedostačujícím výkonu v zimním období.

Z výpočtů vychází značně nižší roční cena za vytápění TČ, která je snížena o 7 865 Kč oproti stávajícímu vytápění tuhými palivy, což se dalo očekávat. Ačkoliv přes nízkou cenu je doba návratnosti 56 let. Spolu s dotací 90 000 Kč od NZU to činí 45 let. Vysokou návratnost získáváme malým rozdílem stávající roční ceny a roční ceny TČ. Během provozu TČ bychom nedosáhli návratnosti počáteční investice v době jeho životnosti.

Velká odchylka návratnosti mohla vzniknout z důvodu vycházení aktuálních hodnot. Nebo-li topení stávajícím systémem je pouze určitou dobu za den, která se mění podle potřeby. TČ dodává nepřetržitě teplo, tedy je stále v provozu. Neustálým zapínáním a vypínáním by mohlo dojít ke snížení výkonu systému, dokonce i k jeho poruše.

Za mě osobně bych volil jiný způsob vytápění. Z finančních důvodů a komplikací při realizaci výkopových prací. Ačkoliv roční úspora by byla 7 865 Kč, nevyplátilo by se to z důvodu vysoké investice a velké návratnosti. Z hlediska výkopových prací by nastal problém z důvodu hornin a kamenů, které se nacházejí na kopci, kde je dům postaven. Hloubka výskytu hornin je od 1-2 metrů, kde by ve stejné hloubce měli být tepelné výměníky. Investice do rekonstrukce současné kotelny pro umístění TČ. Na druhou stranu odpadá mnoho věcí, které ušetří drahocenný čas. Ruční přikládání by vystřídal automatický podavač na dálku řízený termostatem. Odpadá starost se skládáním uhlí a zároveň ušetření místa. Možnost vytápění TUV spolu s ohříváním venkovního bazénu.

### 7.5.4 Automatický kotel na pelety

Dalším typem pro návrh vytápění rodinného domu je pomocí pelet. Zvolený typ třídy 3 automatický kotel na pelety KP 21 od firmy Ponast s výkonem 29 kW. Cena je 96 679 Kč včetně DPH. Účinnost je 90,9 %, ale pro naše výpočty budeme používat 88 %. Palivo je podáváno automaticky s možností dálkového provozu. V době provozu je potřeba jednou za měsíc vybírat popel a čistit výměník. Topnou surovinou jsou zmiňované pelety, které mohou být všeho druhu o průměru 6 a 8 mm [69].

Pro výpočet jsem zvolil pelety Royal Pellets MM Paskov ENplus A1, kde pelety stojí 6 020 Kč/1050 kg (5,7 Kč/kg) při osobním odběru. Volil jsem z hlediska dostupnosti od modelového domu. Výhřevnost pelet je 18,1 MJ/kg [70].



Obr. 28 Automatický kotel na pelety KP 21 [69].

$$M_{pel} = \frac{Q_{r cel}}{\eta_k \times Q_{i pel}^r} = \frac{48\,825}{0,88 \times 18,1} = 3\,065 \text{ kg} \quad (16)$$

$$N_{pel} = C_{pel} \times M_{pel} = 5,7 \times 3\,065 = 17\,473 \text{ Kč} \quad (17)$$

|               |                                           |         |
|---------------|-------------------------------------------|---------|
| $M_{pel}$     | Roční spotřeba pelet                      | [kg]    |
| $Q_{r cel}$   | Celková roční potřeba energie na vytápění | [MJ]    |
| $\eta_k$      | Účinnost automatického kotle              | [%]     |
| $Q_{i pel}^r$ | Výhřevnost pelet                          | [MJ/kg] |
| $N_{pel}$     | Roční náklady na vytápění                 | [Kč]    |
| $C_{pel}$     | Cena pelet za jednotku                    | [Kč/kg] |

Roční náklady u automatického kotle na pelety jsou zhruba o 12% větší než u stávajícího typu vytápění na tuhá paliva. Ekonomicky se to nevyplatí, návratnost by byla nulová. Výhodu bych viděl v menším znečištění ovzduší a v čistotě pelet, které nejsou tak špinivé jako uhlí. Komfort je v automatickém a dálkovém podávání paliva, který můžeme dálkově volit a my tím ušetříme mnoho času. Nevýhoda je v uskladňování pelet, které musejí být skladovány ve vhodném prostředí, zejména bez vlhkosti, pro správné hoření.

Osobně bych tento druh vytápění nevolil, už z důvodu ekonomického. Společně s investicemi do kotle by bylo nutné zainvestovat do přestavby nynější místnosti na hnědé uhlí, pro uskladnění pelet. Udělat úpravy místnosti pro co nejmenší vlhkost pro zlepšení výhřevnosti.

### 7.5.5 Porovnání navržených variant

| Výrobce - Kotel              | Druh paliva        | Ekologičnost | Investice [Kč] | Roční náklady [Kč] | Roční úspora [Kč] | Návratnost |
|------------------------------|--------------------|--------------|----------------|--------------------|-------------------|------------|
| Slovak - Variant SL 33-3     | Hnědé uhlí         | Nízká        | 25 835         | 15 615             |                   |            |
| Viadrus - Vulcanus           | Hnědé uhlí         | Nízká        | 106 468        | 12 185             | 3 430             | 31 let     |
| Mastertherm - AquaMaster 60Z | Elektrická energie | Vysoká       | 440 873        | 7 750              | 7 865             | 54 let     |
| Ponast - KP 21               | Pelety             | Střední      | 96 679         | 17 473             | -1 858            |            |

Tab. 4 Porovnání navržených variant

V tab. 4 vidíme přehledné srovnání stávajícího systému a navržených variant na vytápění rodinného domu. Můžeme tak porovnat jednotlivé druhy kotle podle ekologičnosti, investice, ročních nákladů, roční úspory a návratnosti.

Dle mého názoru se lidé rozhodují prvotně podle počáteční investice a ročních nákladů. Ekologičnost je pouze výhodou, podle které se většina lidí nerozhoduje.

Varianta kotle Vulcanus na tuhá paliva vychází lépe v ekonomičnosti, kde ročně ušetříme 3 430 Kč na nákladech na vytápění. I přes nízké náklady nám návratnost kotle vychází na 31 let. Jedním z důvodů dlouhodobé návratnosti je vyšší počáteční investice. Druhým důvodem je nízký rozdíl roční úspory. Takovou to vysokou návratnost není možné docílit v době životnosti kotle. Kotle dosahují životnosti do 10 let. V průběhu jejich provozu se zkracuje životnost součástí a je nutné je renovovat. Během návratnosti 31 let bychom museli značně investovat do oprav kotle. Nedosáhli bychom návratnosti počáteční investice v době jeho životnosti. Ekologičnost systému je vyšší díky lepšímu prohořívání a spalování hnědého uhlí. Komfort je výrazně lepší kvůli automatickému a dálkově podávanému palivu.

Tepelné čerpadlo typu AquaMaster 60Z se jeví obdobně v ekonomičnosti jako kotel Vulcanus. I přes vysokou roční úsporu nám návratnost vyšla 81 let, tedy hůře než u předchozího typu kotle. Z toho důvodu variantu tepelného čerpadla nedoporučuji. Výměna vadných součástí během provozu by byla finančně náročnější. Návratnost tepelného čerpadla by neměla přesáhnout 10 let. V našem případě by vysoká návratnost by mohla být způsobena jednak vysokou počáteční investicí 440 873 Kč, tak realizací na stávající režim vytápění. Modelový dům je vytápěn pouze pár hodin denně, kdežto tepelné čerpadlo je uzpůsobeno na nepřetržitý chod provozu. Ekologičnost je vysoká, kvůli vyrábění tepla bez spalování surovin. Teplota může být regulována ručně, automaticky nebo dálkově. Jedna z výhod je příspěvek na dotace od programu Nová Zelená Úsporám.

Kotel KP 21 vyšel nejhůře ve srovnání ekonomičnosti. Roční náklady na vytápění jsou vyšší o 1 858 Kč než u stávajícího typu. Z toho lze usoudit, že návratnost bude nulová. Z toho důvodu vysoké investice a nulové návratnosti variantu kotle KP 21 nedoporučuji. Jedna z výhod je lepší ekologičnost díky vytápění pomocí pelet, které neuvolňují tolik škodlivých látek při hoření. Další výhodou je v komfortu pro zákazníka, kdy je palivo podáváno do zásobníku automaticky. Můžeme využít příspěvek v kotlíkových dotacích.

## **8 Závěr**

Cílem bakalářské práce bylo shromáždit poznatky a udělat stručnou rešerši na téma moderní trendy ve vytápění rodinného domu. Seznámit se s problematikou vytápění používající různé druhy paliv a kotlů. Poukázat na jejich výhody a nevýhody v oblastech ekologičnosti, ekonomičnosti a komfortu.

Výběr kotle záleží jednak na rozhodnutí spotřebitele, ale také na tepelných ztrátách obytného prostoru. Zvolený systém vytápění by měl svým výkonem pokrýt tepelné ztráty vytápěného objektu. Poddimenzovaný výkon kotle nebude stačit pokrýt tepelné ztráty a nedosáhneme tak požadované teploty. Předimenzováním naopak dosáhneme snížení účinnosti a dehtování kotle. Po správném určení výkonu kotle je na spotřebiteli, zda bude investovat vyšší částku do alternativnějších způsobů, nebo se spokojí s méně komfortnějším a méně ekologičtějším způsobem vytápění.

Z mého pohledu se lidé, kupující kotel, prvotně rozhodují z hlediska ekonomické stránky. Dle počáteční investice do zařízení a ročních nákladů na vytápění. Zatím málo informovaných lidí ví, že investice do alternativního vytápění, se může vrátit v řádu i několika let. Jedná se i o další výhody jako lepší komfort a ekologie. Na druhou stranu každý nemá finanční částku pohybující se okolo 100 000 – 400 000 Kč, i přes vysoké finanční dotace od programu Nová Zelená Úsporám.

Praktická část bakalářské práce byla zaměřena na popis modelového domu a srovnání stávajícího způsobu vytápění s navrženými způsoby. Pomocí online kalkulačky z portálu TZB info jsme určili tepelné ztráty a celkovou roční potřebu energie na vytápění modelového domu. Z důvodu nepřesných výsledků potřebné energie jsme využili přesnějších hodnot z výpisu údajů za vytápění.

Srovnání jednotlivých variant bylo především v ekonomičnosti, jak můžeme vidět z tab. 4. Po ekonomické stránce nejhůře dopadl automatický kotel na pelety KP 21, který přesahoval roční náklady, ve srovnání se stávajícím kotlem Variant SL 33-3, o 1 858 Kč. I přes jeho lepší komfort s automatickým přikládáním pelet a státního finančního příspěvku, bychom nedosáhli návratnosti počáteční investice v době jeho životnosti.

Z hlediska ročních nákladů a úspor vyšlo nejlépe tepelné čerpadlo země/voda AquaMaster 60Z, které ušetří za rok až 7 865 Kč. Přesto však návratnost vychází neobvykle vysoká okolo 56 let. Dotací okolo 90 000 Kč od NZU se nám sníží návratnost na 45 let. Tato návratnost je způsobena malým rozdílem ročních úspor vzhledem k velké počáteční investici. Vzhledem k životnosti TČ pohybující se okolo 10-12 let je tato návratnost příliš vysoká. Z toho důvodu je uvedena varianta nevyhovující pro modelový dům. Přesto však komfort a ekologičnost je jedním z nejlepších z uvedených variant.

Automatický kotel na uhlí Vulcanus má nejmenší počáteční investici z navržených variant. Láká lepším komfortem a ekologičností z důvodu lepšího prohořívání. Nevýhodou je vysoká návratnost, která přesahuje 3násobek životnost samotného kotle.

Bakalářská práce mně dala základní znalosti ve vytápění rodinného domu, ať se jednalo o běžné nebo modernější způsoby. Poukázala mi na výhody a nevýhody jednotlivých typů vytápění. To může být přínosem do budoucího rozhodování o novém způsobu vytápění.

## 9 Seznam použitých zdrojů

- [1] Tisková zpráva. Raiffeisen stavební spořitelna [online]. 2013 [cit. 2015-02-25]. Dostupné z: <http://www.rsts.cz/vice-nez-polovina-cechu-plati-za-teplo-pres-24-tisic-korun-rocne>
- [2] Tisková zpráva – Kolik peněz proletí komínem? Raiffeisen stavební spořitelna [online]. 2013 [cit. 2015-02-25]. Dostupné z: <http://www.rsts.cz/vice-nez-polovina-cechu-plati-za-teplo-pres-24-tisic-korun-rocne>
- [3] Co je tepelná ztráta objektu a výpočet potřeby tepla na vytápění. Revitalizace. 2015 [cit. 2015-02-27]. Dostupné z: <http://www.revitalizace.com/teorie-vypocty/co-je-tepelna-ztrata-objektu-a-vypocet-potreby-tepla-na-vytapeni/>
- [4] Tisková zpráva – Boj proti tepelným ztrátám. Raiffeisen stavební spořitelna [online]. 2013 [cit. 2015-02-25]. Dostupné z: <http://www.rsts.cz/vice-nez-polovina-cechu-plati-za-teplo-pres-24-tisic-korun-rocne>
- [5] Pevná paliva a teplo domova. Finance [online]. 2007 [cit. 2015-02-28]. Dostupné z: <http://www.finance.cz/zpravy/finance/130634-pevna-paliva-a-teplo-domova/>
- [6] Tuhá paliva. Finance [online]. 2007 [cit. 2015-02-28]. Dostupné z: <http://www.finance.cz/zpravy/finance/130634-pevna-paliva-a-teplo-domova/>
- [7] Uhlí. Finance [online]. 2007 [cit. 2015-02-28]. Dostupné z: <http://www.finance.cz/zpravy/finance/130634-pevna-paliva-a-teplo-domova/>
- [8] Biomasa. Finance [online]. 2007 [cit. 2015-02-28]. Dostupné z: <http://www.finance.cz/zpravy/finance/130634-pevna-paliva-a-teplo-domova/>
- [9] Biomasa – Fyzikální vlastnosti biomasy. Biomasa - info [online]. 2015 [cit. 2015-03-01]. Dostupné z: <http://www.biomasa-info.cz/cs/biovlastnosti.htm>
- [10] Biomasa – Úprava biomasy. Biomasa - info [online]. 2015 [cit. 2015-03-01]. Dostupné z: <http://www.biomasa-info.cz/cs/biouprava.htm>
- [11] Ekologické aspekty záměny fosilních paliv za biomasu. Biomasa - info [online]. 2015 [cit. 2015-03-01]. Dostupné z: <http://www.biomasa-info.cz/cs/ekouhlik.htm>
- [12] Biomasa a uhlí v kotlích malých výkonů. TZB-info [online]. 2014 [cit. 2015-03-16]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/kotle-kamna-krby/11527-biomasa-a-uhli-v-kotlich-malych-vykonu>
- [13] Na co si dát pozor při výběru kotle. A koupelny a topení [online]. 2015 [cit. 2015-04-21]. Dostupné z: <http://www.akoupelnyatopeni.cz/clanky/na-co-si-dat-pozor-pri-vyberu-kotle-na-tuha-paliva>
- [14] Topení plynem – Výhody a nevýhody topení plynem. Peníze [online]. 2015 [cit. 2015-03-05]. Dostupné z: <http://www.penize.cz/nakupy/290240-topime-plynem-vyhody-a-nevyhody-ruznych-zpusobu-plynoveho-vytapeni>
- [15] FinExpert – Ceny plynu 2015. FinExpert [online]. 2015 [cit. 2015-03-05]. Dostupné z: <http://finexpert.e15.cz/ceny-plynu-2015-domacnosti-si-priplati-par-stovek>
- [16] Kurzy – Zemní plyn. Kurzy [online]. 2015 [cit. 2015-03-05]. Dostupné z: [http://www.kurzy.cz/komodity/zemni-plyn-graf-vyvoje-ceny/nr\\_index.asp?A=5&idk=43&od=1.3.2012&curr=CZK&default\\_curr=USD&unit=100%20m3&lg=1](http://www.kurzy.cz/komodity/zemni-plyn-graf-vyvoje-ceny/nr_index.asp?A=5&idk=43&od=1.3.2012&curr=CZK&default_curr=USD&unit=100%20m3&lg=1)
- [17] Topení plynem – Pořizovací náklady. Peníze [online]. 2015 [cit. 2015-03-05]. Dostupné z: <http://www.penize.cz/nakupy/290240-topime-plynem-vyhody-a-nevyhody-ruznych-zpusobu-plynoveho-vytapeni>

- [18] Topení plynem – Náklady na provoz. Peníze [online]. 2015 [cit. 2015-03-05]. Dostupné z: <http://www.penize.cz/nakupy/290240-topime-plynem-vyhody-a-nevyhody-ruznych-zpusobu-plynoveho-vytapeni>
- [19] Jak vybrat nejúspornější plynový kotel. Novinky.cz [online]. 2015 [cit. 2015-04-15]. Dostupné z: <http://www.novinky.cz/bydleni/tipy-a-trendy/203197-jak-vybrat-nejuspornejisi-plynovy-kotel.html>
- [20] Kurzy – Elektřina. Kurzy [online]. 2015 [cit. 2015-03-12]. Dostupné z: [http://www.kurzy.cz/komodity/cena-elektriny-graf-vyvoje-ceny/nr\\_index.asp?A=5&idk=142&od=27.3.2013&curr=CZK&default\\_curr=EUR&unit=1%20MWh&lg=1](http://www.kurzy.cz/komodity/cena-elektriny-graf-vyvoje-ceny/nr_index.asp?A=5&idk=142&od=27.3.2013&curr=CZK&default_curr=EUR&unit=1%20MWh&lg=1)
- [21] Silová elektřina. Ceny energie [online]. 2010 [cit. 2015-03-15]. Dostupné z: <http://www.cenyenergie.cz/silova-elektrina/>
- [22] Exkluzivně: O kolik zlevní elektřina? Energetická poradna [online]. 2014 [cit. 2015-03-15]. Dostupné z: <http://www.energetickaporadna.cz/?p=841>
- [23] Ceny elektřiny 2014: O kolik sníží ČEZ elektřinu? Energetická poradna [online]. 2014 [cit. 2015-03-15]. Dostupné z: <http://www.energetickaporadna.cz/?p=779>
- [24] Pro a proti při vytápění elektřinou. EkoLid [online]. 2013 [cit. 2015-03-15]. Dostupné z: <http://www.ekolid.cz/vytapeni-elektrinou-vyplati-se/>
- [25] Akumulační kamna. EkoLid [online]. 2013 [cit. 2015-03-15]. Dostupné z: <http://www.ekolid.cz/vytapeni-elektrinou-vyplati-se/>
- [26] Akumulační kamna. Finance [online]. 2004 [cit. 2015-03-15]. Dostupné z: <http://www.finance.cz/zpravy/finance/41642-elektrina-nabizi-ruzne-zpusoby-topeni/>
- [27] Přímotopy. EkoLid [online]. 2013 [cit. 2015-03-15]. Dostupné z: <http://www.ekolid.cz/vytapeni-elektrinou-vyplati-se/>
- [28] Vytápění přímotopy. Peníze [online]. 2013 [cit. 2015-03-15]. Dostupné z: <http://www.penize.cz/spotrebite/255226-vytapeni-primotopy-vyvoj-cen-a-budoucnost>
- [29] Solární ohřev vody. Solární vytápění [online]. 2013 [cit. 2015-03-24]. Dostupné z: <http://www.solarni-system.eu/ohrev-vody>
- [30] Solární ohřev vody a přitápění. Solární vytápění [online]. 2013 [cit. 2015-03-24]. Dostupné z: <http://www.solarni-system.eu/ohrev-vody-a-pritapeni>
- [34] O solárních systémech. Solární vytápění [online]. 2013 [cit. 2015-03-24]. Dostupné z: <http://www.solarni-system.eu/solarni-systemy>
- [31] Solární panely. Solary [online]. 2013 [cit. 2015-03-24]. Dostupné z: <http://www.solary.cz/technologie/solarni-panely/>
- [32] Umístění solárního systému. Solární vytápění [online]. 2013 [cit. 2015-03-24]. Dostupné z: <http://www.solarni-system.eu/umisteni-solarniho-systemu>
- [33] Jak vybrat vhodný systém. Solární vytápění [online]. 2013 [cit. 2015-03-24]. Dostupné z: <http://www.solarni-system.eu/jak-vybrat-vhodny-system>
- [34] Fotovoltaika a její princip. Sollaris [online]. 2015 [cit. 2015-03-28]. Dostupné z: <http://www.sollaris.cz/slunecni-elektrarny/fotovoltaika/>
- [35] Princip fotovoltaického jevu. Nmakej [online]. 2013 [cit. 2015-03-24]. Dostupné z: <http://www.nmakej.cz/fotovoltaicky-jev-a-idealni-podminky-pro-solarni-elektrarny.php>
- [36] Umístění fotovoltaických panelů. Nmakej [online]. 2013 [cit. 2015-03-24]. Dostupné z: <http://www.nmakej.cz/fotovoltaicky-jev-a-idealni-podminky-pro-solarni-elektrarny.php>
- [37] Solární elektrárny. Solareni [online]. 2014 [cit. 2015-03-24]. Dostupné z: <http://www.solareni.cz/>

- [38] Jak fungují tepelná čerpadla. MasterTherm [online]. 2012 [cit. 2015-04-01]. Dostupné z: <http://www.mastertherm.cz/princip-tepelneho-cerpadla>
- [39] Základní informace o akumulčních nádržích. NIBE [online]. 2015 [cit. 2015-04-15]. Dostupné z: <http://www.nibe.cz/cs/akumulacni-nadrze>
- [40] Princip tepelného čerpadla. Revel [online]. 2015 [cit. 2015-04-01]. Dostupné z: <http://www.revel-pex.com/tepelna-cerpadla-vzduch-voda/princip-tepelneho-cerpadla/>
- [41] Specifikace tepelných čerpadel. Časopis stavebnictví [online]. 2007 [cit. 2015-04-01]. Dostupné z: [http://www.casopisstavebnictvi.cz/specifikace-tepelnych-cerpadel-pro-vyuziti-v-tzb\\_N517](http://www.casopisstavebnictvi.cz/specifikace-tepelnych-cerpadel-pro-vyuziti-v-tzb_N517)
- [42] Tepelná čerpadla v Zelené úsporám. TZB-info [online]. 2015 [cit. 2015-04-01]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/zelena-usporam-na-tzb-info/12548-tepelna-cerpadla-v-zelene-usporam>
- [43] Energie prostředí, geotermální energie, tepelná čerpadla – Topný faktor. EkoWATT [online]. 2011 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <http://www.ekowatt.cz/cz/informace/obnovitelne-zdroje-energie/energie-prostredi-geotermalni-energie-tepelna-cerpadla>
- [44] Energie prostředí, geotermální energie, tepelná čerpadla – Toky energií. EkoWATT [online]. 2011 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <http://www.ekowatt.cz/cz/informace/obnovitelne-zdroje-energie/energie-prostredi-geotermalni-energie-tepelna-cerpadla>
- [45] Jak je to s výkonem tepelného čerpadla? 4u-therm [online]. 2010 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <http://www.4u-therm.cz/zakladni-informace-jak-je-to-s-vykonem-TC.php?str=6>
- [46] Energie prostředí, geotermální energie, tepelná čerpadla – Systémy. EkoWATT [online]. 2011 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <http://www.ekowatt.cz/cz/informace/obnovitelne-zdroje-energie/energie-prostredi-geotermalni-energie-tepelna-cerpadla>
- [47] Energie prostředí, geotermální energie, tepelná čerpadla – výběr vhodných lokalit. EkoWATT [online]. 2011 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <http://www.ekowatt.cz/cz/informace/obnovitelne-zdroje-energie/energie-prostredi-geotermalni-energie-tepelna-cerpadla>
- [48] Tepelná čerpadla vzduch/voda. Solareni [online]. 2014 [cit. 2015-04-10]. Dostupné z: <http://www.solareni.cz/a-44-tepelna-cerpadla-vzduch-voda-energie-ziskana-ze-vzduchu.html>
- [49] Tepelná čerpadla vzduch/voda – Umístění tepelného čerpadla. Solareni [online]. 2014 [cit. 2015-04-10]. Dostupné z: <http://www.solareni.cz/a-44-tepelna-cerpadla-vzduch-voda-energie-ziskana-ze-vzduchu.html>
- [50] Tepelná čerpadla země/voda. Solareni [online]. 2014 [cit. 2015-04-10]. Dostupné z: <http://www.solareni.cz/a-46-tepelna-cerpadla-zeme-voda-zemni-plosny-kolektor.html>
- [51] Tepelná čerpadla země/voda – Plošné kolektory, spirálové kolektory. Solareni [online]. 2014 [cit. 2015-04-10]. Dostupné z: <http://www.solareni.cz/a-46-tepelna-cerpadla-zeme-voda-zemni-plosny-kolektor.html>
- [52] Tepelná čerpadla země/voda – Ochranné pásmo kolektorů, jeho uložení a vliv na vegetaci. Solareni [online]. 2014 [cit. 2015-04-10]. Dostupné z: <http://www.solareni.cz/a-46-tepelna-cerpadla-zeme-voda-zemni-plosny-kolektor.html>

- [53] Tepelná čerpadla země/voda. Palazzio [online]. 2012 [cit. 2015-04-10]. Dostupné z: <http://www.palazzio.cz/tepelna-cerpadla-zeme-voda/>
- [54] Tepelná čerpadla -Typy. ComplexEnergy [online]. 2011 [cit. 2015-04-10]. Dostupné z: <http://cz.complexenergy.cz/tepelna-cerpadla-typy>
- [55] Tepelná čerpadla voda/voda – podzemní voda. Solareni [online]. 2014 [cit. 2015-04-10]. Dostupné z: <http://www.solareni.cz/a-48-tepelna-cerpadla-voda-voda-podzemni-voda.html>
- [56] Tepelná čerpadla voda/voda – Požadavky na kvalitu podzemní vody. Solareni [online]. 2014 [cit. 2015-04-10]. Dostupné z: <http://www.solareni.cz/a-48-tepelna-cerpadla-voda-voda-podzemni-voda.html>
- [57] Zdroje tepla pro tepelné čerpadlo – povrchová voda. EkoWATT [online]. 2011 [cit. 2015-04-10]. Dostupné z: <http://www.ekowatt.cz/cz/informace/obnovitelne-zdroje-energie/energie-prostredi-geotermalni-energie-tepelna-cerpadla>
- [58] Tepelná čerpadla – voda/voda. Energetický poradce PRE [online]. 2014 [cit. 2015-04-10]. Dostupné z: <http://www.energetickyporadce.cz/cs/uspory-energie/vytapeni/tepelna-cerpadla/voda-voda/>
- [59] Tepelná čerpadla – vzduch/vzduch. Tepelná čerpadla IVT [online]. 2015 [cit. 2015-04-10]. Dostupné z: <http://www.cerpadla-ivt.cz/cz/tepelna-cerpadla-vzduch-vzduch>
- [60] Tepelné čerpadlo – vzduch/vzduch. RM CLIMA [online]. 2013 [cit. 2015-04-10]. Dostupné z: <http://www.klimatizace-cerpadla.cz/tepelna-cerpadla-vzduch-vzduch/>
- [61] TČ vzduch/vzduch – vytápění/chlazení místností. KP KLIMA [online]. 2013 [cit. 2015-04-10]. Dostupné z: <http://www.kpklima.cz/category/42/vytapeni-chlazení-tepelny-mi-cerpadly-vzduch-vzduch-typ-split>
- [62] Online kalkulačka úspor. TZB-info [online]. 2015 [cit. 2015-04-21]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/128-on-line-kalkulacka-uspor-a-dotaci-zelena-usporam>
- [63] Potřeba tepla pro vytápění a ohřev teplé vody. TZB-info [online]. 2015 [cit. 2015-04-21]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/47-potreba-tepla-pro-vytapani-a-ohrev-teple-vody>
- [64] Kotle na uhlí – Variant SL 33-3. Slokov [online]. 2015 [cit. 2015-04-21]. Dostupné z: <http://www.slokov.cz/produkt/slokov-variant-sl-33-3-3-emisni-trida>
- [65] Automatický litinový kotel Vulcanus. Viadrus [online]. 2015 [cit. 2015-04-21]. Dostupné z: <http://viadrus.cz/automaticke-kotle/automaticky-kotel-vulcanus-29-cz10.html>
- [66] Tepelné čerpadlo AquaMaster. Mastertherm [online]. 2015 [cit. 2015-04-21]. Dostupné z: <http://www.mastertherm.cz/tepelne-cerpadlo-aquamaster>
- [67] Dotační program Nová Zelená Úsporám. IVT – tepelná čerpadla [online]. 2015 [cit. 2015-04-21]. Dostupné z: <http://www.cerpadla-ivt.cz/cz/dotacni-program-nova-zelena-usporam>
- [68] Vytápění bytového domu. TZB – info [online]. 2015 [cit. 2015-04-21]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/9621-vytapani-bytoveho-domu-tepelna-cerpadla-a-plynovy-kotel>
- [69] Automatický kotel na tuhá paliva KP 21. Espoko [online]. 2015 [cit. 2015-04-21]. Dostupné z: <http://espoko.esel.cz/stranka.aspx?idstranka=2456>
- [70] Krbová kamna a krby. Dufá kamna [online]. 2015 [cit. 2015-04-21]. Dostupné z: <http://www.dufakamna.cz/store/>

## 10 Seznam obrázků

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| OBR. 1 JAKÝ POUŽÍVÁTE ZDROJ VYTÁPĚNÍ [1]?                                      | 10 |
| OBR. 2 NÁKLADY NA VYTÁPĚNÍ ZA ROK [2].                                         | 10 |
| OBR. 3 PROSTUP TEPLA ZDIVEM [3].                                               | 11 |
| OBR. 4 EMISNÍ FAKTORY CO PŘEPOČTENÉ NA VÝHŘEVNOST PALIVA [11].                 | 13 |
| OBR. 5 OBĚH UHLÍKU V PŘÍRODĚ [11].                                             | 13 |
| OBR. 6 VÝVOJ CEN ZEMNÍHO PLYNU OD ROKU 2012-2015 [16].                         | 15 |
| OBR. 7 VÝVOJ CEN ELEKTRICKÉ ENERGIE [20].                                      | 17 |
| OBR. 8 SCHÉMA SOLÁRNÍHO SYSTÉMU PRO OHŘEV TUV [29].                            | 19 |
| OBR. 9 SCHÉMA SOLÁRNÍHO SYSTÉMU PRO OHŘEV TUV A PŘITÁPĚNÍ [30].                | 20 |
| OBR. 10 ZÁVISLOST SKLONU KOLEKTORŮ OD VERTIKÁLNÍ A HORIZONTÁLNÍ ROVINY [32].   | 21 |
| OBR. 11 PRINCIP FOTOVALTAICKÉHO JEVU [37].                                     | 22 |
| OBR. 12 VLIV ORIENTACE A SKLONU FOTOVOLTAICKÝCH PANELŮ A NA JEJICH VÝKON [37]. | 23 |
| OBR. 13 PRINCIP FUNKCE TEPELNÉHO ČERPADLA [41].                                | 24 |
| OBR. 14 TČ VENKOVNÍ PROVEDENÍ [49].                                            | 27 |
| OBR. 15 TČ VNITŘNÍ PROVEDENÍ [49].                                             | 27 |
| OBR. 16 TČ ZEMĚ/VODA – PLOŠNÉ KOLEKTORY [54].                                  | 28 |
| OBR. 17 TČ ZEMĚ/VODA – HLUBINNÉ VRTY [54].                                     | 28 |
| OBR. 18 TČ VODA/VODA – PODZEMNÍ VODA [56].                                     | 29 |
| OBR. 19 PRINCIP FUNKCE TEPELNÉHO ČERPADLA VODA/VODA , RYBNÍK [58].             | 29 |
| OBR. 20 TČ VZDUCH/VZDUCH – VYTÁPĚNÍ/CHLAZENÍ MÍSTNOSTÍ [61].                   | 30 |
| OBR. 21 MODELOVÝ DŮM                                                           | 32 |
| OBR. 22 GRAF ROZLOŽENÍ TEPELNÝCH ZTRÁT [62].                                   | 33 |
| OBR. 23 ROZLOŽENÍ TEPELNÝCH ZTRÁT [62].                                        | 33 |
| OBR. 24 CELKOVÁ ROČNÍ POTŘEBA ENERGIE NA VYTÁPĚNÍ A OHŘEV TEPLÉ VODY [63].     | 34 |
| OBR. 25 KOTEL NA TUHÁ PALIVA [64].                                             | 35 |
| OBR. 26 AUTOMATICKÝ LITINOVÝ KOTEL VULCANUS [65].                              | 37 |
| OBR. 27 TČ AQUAMASTER 60Z [66].                                                | 38 |
| OBR. 28 AUTOMATICKÝ KOTEL NA PELETY KP 21 [69].                                | 40 |

## **11 Seznam tabulek**

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| TAB. 1 SPOTŘEBA VODY NA OSOBU [33]. .....                    | 22 |
| TAB. 2 POŽADAVKY PRO SPLNĚNÍ PODMÍNEK PRO DOTACI [42]. ..... | 25 |
| TAB. 3 SPECIFIKACE VARIANT SL 33-3 [64]. .....               | 35 |
| TAB. 4 POROVNÁNÍ NAVRŽENÝCH VARIANT .....                    | 41 |

## 12 Seznam použitých zkratk a symbolů

### ZKRATKA

ČR  
TUV  
CO  
CO<sub>2</sub>  
ČEZ  
E.ON  
Tis.  
P-N  
COP  
TČ  
n. m.  
TZB  
Např.  
Atd.  
Cca  
DPH  
NZU  
max.  
min.

### POPIS

Česká republika  
Teplá užitková voda  
Oxid uhelnatý  
Oxid uhličitý  
České energetické závody  
E – energie , ON –cesta kupředu, vzhůru  
Tisíc  
Polovodič typu P a N  
Topný faktor tepelného čerpadla  
Tepelné čerpadlo  
Nad mořem  
Technická zařízení budov  
Například  
A tak dále  
Cirka  
Daň z přidané hodnoty  
Nová Zelená Úsporám  
Maximálně  
Minimálně

### ZKRATKA

$\varepsilon$   
Q  
E  
 $Q_{r \text{ uhlí}}$   
 $Q_{i \text{ uhlí}}^r$   
 $M_{\text{uhlí}}$   
 $\eta_k$   
 $Q_{r \text{ cel}}$   
 $Q_{r \text{ elek}}$   
 $N_{\text{cel}}$   
 $N_{\text{uhlí}}$   
 $N_{\text{elek}}$   
 $C_{\text{uhlí}}$   
 $D_{\text{kotle}}$   
 $I_{\text{kotle}}$   
 $N_{\text{pův}}$   
 $M_{\text{pel}}$   
 $Q_{i \text{ pel}}^r$   
 $N_{\text{pel}}$   
 $C_{\text{pel}}$   
 $E_{\text{čer}}$

### POPIS

Topný faktor  
Teplo dodané do vytápění  
Energie pro pohon tepelného čerpadla  
Roční potřeba energie na vytápění uhlím  
Výhřevnost uhlí  
Hmotnost uhlí  
Tepelná účinnost kotle  
Celková roční potřeba energie na vytápění  
Roční potřeba energie na vytápění elektrickou  
Celkové roční náklady na vytápění  
Roční náklady na vytápění uhlí  
Roční náklady na vytápění elektrickou  
Cena uhlí za jednotku  
Doba návratnosti  
Počáteční investice  
Roční náklady na stávající vytápění  
Roční spotřeba pelet  
Výhřevnost pelet  
Roční náklady na vytápění  
Cena pelet za jednotku  
Potřebná elektrická energie na chod TČ

### JEDNOTKA

[-]  
[kWh]  
[kWh]  
[MJ]  
[MJ/kg]  
[kg]  
[%]  
[MJ]  
[MJ]  
[Kč]  
[Kč]  
[Kč]  
[Kč/kg]  
[let]  
[Kč]  
[Kč]  
[kg]  
[MJ/kg]  
[Kč]  
[Kč/kg]  
[kWh]

| <b><u>ZKRATKA</u></b> | <b><u>POPIS</u></b>                 | <b><u>JEDNOTKA</u></b> |
|-----------------------|-------------------------------------|------------------------|
| $N_{\text{čer}}$      | Roční náklady na vytápění           | [Kč]                   |
| $C_{\text{elek}}$     | Cena elektrické energie za jednotku | [Kč/kWh]               |
| $D_{T\check{c}}$      | Doba návratnosti                    | [let]                  |
| $I_{T\check{c}}$      | Počáteční investice                 | [Kč]                   |