

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Provozně ekonomická fakulta**

**katedra ekonomiky**



**Diplomová práce**

**Využití obnovitelných zdrojů energie: případová studie**

**Alena Cepáková**

© 2010 ČZU v Praze

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

**Alena Cepáková**

obor Veřejná správa a regionální rozvoj nav.- Cheb

Vedoucí katedry Vám ve smyslu Studijního a zkušebního řádu ČZU v Praze  
čl. 17 odst. 2 určuje tuto diplomovou práci.

Název práce: **Využití obnovitelných zdrojů energie: případová  
studie**

### Osnova diplomové práce:

1. Úvod
2. Cíl práce a metodika
3. Literární řešení
4. Možnosti využití obnovitelných zdrojů energie pro vytápění
5. Realizace projektu na vytápění objektu k bydlení dřevními peletami
6. Ekonomická analýza vytápění dřevními peletami
7. Zdůvodnění zvoleného řešení vytápění objektu pomocí dřevních pelet
8. Závěr
9. Seznam použitých zdrojů
10. Přílohy

Rozsah hlavní textové části: 60 - 80 stran

### Doporučené zdroje:

1. Kolektiv autorů: Velká kniha o energii-L.A.Consulting Agency, spol.s r.o.,2001
2. Cenek, M. a kolektiv. Obnovitelné zdroje energie. Praha: FCC PUBLIC 2001. IBNS 80-901983-3-9
3. Beranovský, J., Truxa, J a kol. Alternativní zdroje energie pro váš dům
4. Motlík, J a kol. Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich využití pro ČR. ČEZ, a.s.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Bohuslava Boučková, CSc.**

Termín odevzdání diplomové práce: duben 2011

  
.....  
Vedoucí katedry



  
.....  
Děkan

V Praze dne: 15. 1. 2010

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci " Využití obnovitelných zdrojů energie: případová studie " jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 31.března 2011

---

## Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing.Bohuslavě Boučkové CSc. za cenné připomínky a odborné rady, kterými přispěla k vypracování této diplomové práce.

## Obsah

1	Úvod.....	10
2	Cíl práce a použitá metodika.....	11
2.1	Cíl práce.....	11
2.2	Metodika práce.....	11
2.2.1	Metoda bilančního hodnocení.....	11
2.2.2	Metoda analýzy energetické spotřeby domu.....	12
2.2.3	Metoda výpočtu energetické spotřeby.....	12
2.2.4	Finanční hodnocení investice.....	12
2.2.5	Metoda porovnání variant vytápění.....	13
2.2.6	Situační SWOT analýza.....	13
3	Literární rešerše.....	15
3.1	Definování pojmu obnovitelné zdroje.....	15
3.2	Význam využívání obnovitelných zdrojů energie.....	16
3.3	Prognóza využívání neobnovitelných zdrojů energie.....	17
3.4	Politika a podpora státu při realizaci projektů na využití obnovitelných zdrojů energie.....	19
3.4.1	Státní politika životního prostředí.....	19
3.4.2	Strukturální fondy EU.....	20
4	Možnosti využití obnovitelných zdrojů energie pro vytápění.....	23
4.1	Energie větru.....	23
4.2	Energie Slunce.....	24
4.2.1	Fotovoltaika.....	24
4.2.2	Sluneční termické kolektory.....	26
4.3	Geotermální energie.....	27
4.4	Energie vody.....	30
4.4.1	Potenciální energie vody.....	30
4.4.2	Tepelná energie vody.....	31

4.5	Využití energie vody, půdy, vzduchu .....	31
4.5.1	Tepelná čerpadla typu voda-voda. ....	33
4.5.2	Tepelná čerpadla typu země-voda.....	34
4.5.3	Tepelná čerpadla typu vzduch-voda nebo vzduch-vzduch .....	34
4.6	Energie biomasy .....	35
4.6.1	Využívání biomasy spalováním a zplyňováním.....	35
4.6.2	Výhřevnost biomasy.....	36
4.6.3	Spalovací zařízení biomasy .....	36
4.7	Bioplyn .....	37
5	Realizace projektu na vytápění objektu k bydlení dřevními peletami .....	38
5.1	Poloha a popis posuzovaného objektu.....	38
5.2	Složení stavebních konstrukcí .....	40
5.3	Další informace o objektu.....	41
5.3.1	Vytápění objektu .....	41
5.3.2	Větrání.....	42
5.4	Popis variant vytápění a přípravy TV .....	42
5.4.1	Varianta 1 – elektrické vytápění a příprava TV .....	42
5.4.2	Varianta 2 – teplovodní vytápění s kotlem na dřevěné pelety, kombinovaný ohřev vody.....	42
5.5	Detailní popis varianty 2-vytápění peletami.....	43
5.5.1	Teplovodní automatický kotel.....	43
5.5.2	Palivo, příkládání paliva.....	43
5.5.3	Řízení tepelného výkonu kotle .....	44
5.5.4	Příprava teplé vody.....	45
5.6	Stanovení vstupů pro porovnání jednotlivých variant.....	46
5.6.1	Spotřeba energie na vytápění .....	46
5.6.2	Vstupní data pro výpočet spotřeby energie na vytápění.....	47
5.6.3	Stanovení potřeby tepla pro vytápění domu.....	48

5.7	Stanovení potřeby tepla pro přípravu teplé vody.....	50
5.8	Celková spotřeba energie v porovnávaných variantách .....	52
5.9	Rekapitulace spotřeby energie na vytápění a ohřev teplé vody.....	52
6	Ekonomická analýza vytápění dřevními peletami .....	53
6.1	Podklady pro výpočet energetické potřeby .....	53
6.1.1	Používané značky a jednotky .....	53
6.1.2	Klimatické podmínky .....	53
6.2	Použitá metodika pro výpočet energetické potřeby domu.....	56
6.2.1	Metoda bilančního hodnocení .....	56
6.2.2	Metoda analýzy energetické spotřeby domu .....	56
6.2.3	Metoda výpočtu energetické spotřeby.....	56
6.3	Základní vztahy pro výpočet potřeby tepla pro vytápění a ohřev teplé vody.....	56
6.3.1	Základní vztahy pro výpočet potřeby tepla na vytápění .....	56
6.3.2	Základní vztahy pro výpočet potřeby tepla na přípravu teplé vody .....	58
6.4	Vstupy potřebné pro energetickou bilanci domu.....	60
6.4.1	Vstupy .....	61
6.4.2	Výstupy .....	61
6.4.3	Použití shodných vstupů.....	61
6.4.4	Porovnávané varianty .....	62
6.5	Nákladová analýza.....	62
6.5.1	Provozní náklady na vytápění a ohřev vody elektřinou – Varianta 1 .....	62
6.5.2	Provozní náklady na vytápění a ohřev vody peletami – Varianta 2.....	63
6.6	Ekonomické hodnocení investice .....	63
6.6.1	Charakteristika jednotlivých komponent kritérií:.....	63
6.6.2	Hodnoty jednotlivých komponent kritérií .....	64
6.7	Ekonomické hodnocení varianty 1 – vytápění elektrickými přímotopy.....	66

6.8	Ekonomické hodnocení varianta 2 – vytápění automatickým kotlem a dřevními peletami .....	66
6.9	Souhrn výsledků ekonomických ukazatelů .....	69
7	Zdůvodnění zvoleného řešení vytápění objektu pomocí dřevních pelet .....	70
7.1	Situační SWOT analýza – vytápění automatickým teplovodním kotlem ve srovnání s vytápěním elektrickými přímotopy.....	70
7.1.1	Vytápění automatickým teplovodním kotlem BENEKOV R25 .....	70
7.1.2	Vytápění elektrickými přímotopy .....	75
7.2	Environmentální přínosy vytápění biomasou - peletami .....	79
8	Závěr.....	82
9	Seznam použitých zdrojů .....	85
10	Přílohy .....	89



# Využití obnovitelných zdrojů energie: případová studie

---

## Utilisation of renewable energy resources: Case study

### Souhrn

Předmětem diplomové práce „Využití obnovitelných zdrojů energie“ je analýza využití obnovitelných zdrojů energie pro zajištění vytápění objektů k bydlení a na základě ekonomického zhodnocení využívání těchto zdrojů nalézt optimální technické a finanční řešení pro krytí energetických potřeb běžného rodinného domu v našich klimatických podmínkách. První část je zaměřená na rostoucí význam obnovitelných zdrojů energie, jejich legislativní a programovou podporu v Evropské unii a České republice. Ve druhé části je proveden rozbor krytí energetických potřeb konkrétního objektu k bydlení, investičních nákladů na instalaci a provozních nákladů zařízení spalujícího biomasu jako jeden z obnovitelných zdrojů energie a porovnání vstupních a provozních nákladů na vytápění konkrétního objektu biomasou a elektrickou energií. Poslední část je věnována zhodnocení ekonomické návratnosti vložených investic do realizovaného projektu a analýza možností jeho financování.

### Klíčová slova:

Česká republika, obnovitelné zdroje energie, vytápění rodinných domů, biomasa, znečišťování ovzduší, finanční analýza, návratnost investiční prostředků.

### Summary

The subject of the diploma thesis „Utilisation of renewable energy resources“ is an analysis of renewable energy resources for heating residential objects and, on the basis of economic assessment of utilization of these resources, to find an optimal technical and financial solution to cover the costs of energy of a common family house in our climatic conditions. The first part focuses on the growing significance of renewable energy resources, their legislative and programme support in the European Union and the Czech Republic. The second part brings an analysis of satisfying energy needs of a specific residential object, of investment into installation a facility burning biomass as one of the renewable energy resources and running costs of such a facility and a comparison of the input costs and running costs of heating a specific object by means of biomass and by means of electricity. The last part aims at assessing the economic return of the funds invested into a completed project and an analysis of its funding.

### Key words:

Czech Republic, renewable energy resources, heating family houses, biomass, air pollution, financial analysis, return of investment funds

# 1 Úvod

Pojem obnovitelných a neobnovitelných zdrojů energií je zejména v posledních letech skloňován ve všech pádech na mezinárodních scénách, vládních a regionálních úrovních. Důvody vedoucí k širokým diskusím na téma energie, její výroba a využívání jsou nejen politické, ale především ekonomické. Rozvoj společnosti sebou přináší neustále rostoucí nároky na spotřebu a využívání energií ať ve formě tepla, světla či k produkci hmotných statků. Spotřebovávaná energie je zajišťována v největší míře spalováním fosilních, neobnovitelných paliv jako je uhlí, ropa a zemní plyn. V nich je energie vázána v chemické podobě, která se spalováním uvolňuje a dochází k přeměně na energii tepelnou. Tato chemická reakce má za následek únik množství látek do atmosféry – především oxidů uhlíku, síry, dusíku a popílku. Výsledkem je negativní vliv tzv. skleníkového efektu, v jehož důsledku dochází ke zvýšení průměrné teploty povrchu Země. Hlavním skleníkovým plynem je oxid uhličitý, který spalováním fosilních paliv zvyšuje svou přirozenou koncentraci v ovzduší, ale na zvyšování skleníkového efektu se podílí i ostatní plyny zvláště freony, oxid dusný, ozón a metan. Všechny tyto plyny se v důsledku lidské činnosti uvolňují a poškozují nejen samotné ovzduší, ale negativně ovlivňují celé životní prostředí.

## 2 Cíl práce a použitá metodika

### 2.1 Cíl práce

Cílem diplomové práce „Využití obnovitelných zdrojů energie“ je provést analýzu využití obnovitelných zdrojů energií pro zajištění vytápění objektů k bydlení a na základě ekonomického zhodnocení využívání těchto zdrojů hledat optimální technické a finanční řešení pro krytí energetických potřeb běžného rodinného domu v našich klimatických podmínkách.

Cílem studie je ilustrovat na konkrétním případě environmentální a ekonomické přínosy, které mohou vzniknout záměnou energetického zdroje pro vytápění a přípravu teplé vody v rodinném domě a najít rozhodovací kritérium pro výběr způsobu vytápění z porovnávaných variant.

### 2.2 Metodika práce

Při zpracování práce jsem použila výpočty energie potřebné k vytápění modelového domu a ke krytí energetických ztrát v konkrétních klimatických podmínkách v souladu s bilanční metodou hodnocení spotřeby energie v obytných domech.

Pro potřeby analýzy potřeby energie jsem použila model energetické spotřeby domu a porovnávala vyšší spotřeby energie stanovenou výpočtem, provozní náklady při použití stálých cen energetických nosičů v r. 2010 a skutečně vynaložené náklady na realizaci změny vytápění a přípravy TV.

Model rodinného domu jsem vytvořila použitím konkrétních údajů a dat vlastního rodinného domu, který se nachází v obci Libá v podhůří Českého lesa v Karlovarském kraji v nadmořské výšce cca 600 m n.m. Jedná se o typickou starší cihlovou stavbu rodinného domu. Nedávnou rekonstrukcí byly zlepšeny tepelné charakteristiky a sníženy tepelné ztráty domu zateplením jeho obvodových stěn a výměnou dřevěných oken za okna plastová. Celý dům je podsklepený a k celoročnímu užívání je dispozici 6 místností včetně obytného podkroví. Vytápění bylo původně zajištěno elektrickým topením, při prováděné rekonstrukci bylo nahrazeno elektrické vytápění vytápěním pomocí kotle na biomasu.

#### 2.2.1 Metoda bilančního hodnocení

Při zpracování údajů o provozních podmínkách a provozních nákladech porovnávaných variant byla použita bilanční metoda hodnocení založená na výpočtech energie potřebné

v budově pro vytápění, větrání a přípravu teplé vody stanovené při shodných okrajových podmínkách.

### **2.2.2 Metoda analýzy energetické spotřeby domu**

Pro potřeby provedení analýzy byl vytvořen model energetické spotřeby domu a porovnávána výše spotřeby energie stanovená výpočtem, provozní náklady při použití stálých cen energetických nosičů v r. 2010 a skutečně vynaložené náklady na realizaci změny vytápění a přípravy TV.

### **2.2.3 Metoda výpočtu energetické spotřeby**

Výpočty energetické spotřeby pro vytápění byly provedeny s použitím měsíční metody s použitím postupů v souladu s ČSN EN ISO 13790:10/2009 Energetická náročnost budov- Výpočet spotřeby energie na vytápění a chlazení .

Okrajové podmínky výpočtu byly použity v souladu s TNI 730329: 08/2010 – Zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou spotřebou tepla na vytápění – Rodinné domy.

### **2.2.4 Finanční hodnocení investice**

Pro ekonomickou část práce a hodnocení investice byly použity tyto ukazatele založené na stanovení ročních čistých toků v hotovosti a přepočtu různodobých čistých toků na současnou hodnotu pomocí diskontního činitele:

1. Prostá doba návratnosti
2. Čistá současná hodnota
3. Diskontovaná doba návratnosti
4. Vnitřní výnosové procento

Čistý tok hotovosti(cash flow) ( CF) – reprezentuje rozdíl mezi Úsporami (U) – Investiční náklady (IN)

Úspory ( U)- reprezentují změnu provozních nákladů vyvolaných realizací změny způsobu vytápění a stanoví se jako rozdíl provozních nákladů na vytápění objektu před realizací a po realizaci investice.

Investiční náklady (IN) – výdaje kapitálového charakteru spojené s pořízením energetického zařízení a zahrnují všechny náklady kapitálového charakteru, které je nezbytné vynaložit za

účelem opatření nového energetického zařízení a zabezpečení jeho provozu. Mají charakter jednorázových nákladů a jsou dlouhodobě vázány.

Provozní náklady – zahrnují náklady spojené s provozem systému vytápění peletami a obsahují zejména spotřebu přímého a nepřímého materiálu, paliv a energie, služby zahrnující zejména náklady na opravy a údržbu, které je nezbytné vynaložit za účelem provozování zařízení.

Čistá současná hodnota (NPV) – reprezentuje diskontovaný součet příjmů a výdajů v jednotlivých letech hodnoceného období. Přepočítání se provádí pomocí diskontního činitele za účelem přepočtu na současnou hodnotu. NPV se vyjadřuje za účelem stanovení ekonomické elektivnosti jednak celkového kapitálu použitého k financování změny vytápění bez ohledu na poskytovatele kapitálu a jednak kapitálu vloženého pouze investorem.

Dotace – představují finanční zdroje poskytnuté státem na podporu programů, kterými jsou zejména státní programy na podporu úspor energie a ekologizace provozu různých technologií. V rámci toku hotovosti jsou zahrnuty na straně příjmů.

Diskontní činitel (úročitel)  $(1+r)$  - s lóuží k přepočtu různodobých příjmů a výdajů ke stejnému časovému okamžiku a jejich vzájemné porovnání. Výše diskontu se v zásadě odvíjí buď od nákladovosti kapitálu, nebo očekávané míry výnosnosti.

Čistý tok hotovosti (cash flow) – reprezentuje rozdíl mezi Úsporami (U) – Investiční náklady (IN)

Vnitřní výnosové procento - vnitřní míra výnosu je taková úroková (diskontní) míra, při které je čistá současná hodnota peněžních toků investice rovna nule.

### **2.2.5 Metoda porovnání variant vytápění**

V daném případě budou porovnávány dvě varianty:

Varianta 1 - vytápění rodinného domu pomocí elektrických přímotopných těles s přípravou teplé vody v zásobníkovém elektricky vytápěném ohřivači s variantou 2 - vytápění rodinného domu teplovodní otopnou soustavou s kotlem na spalování biomasy (dřevěných pelet) s přípravou teplé vody v zásobníkovém ohřivači s kombinovaným ohřevem.

### **2.2.6 Situační SWOT analýza**

Pro celkové hodnocení vytápění rodinného domu byla použita situační SWOT analýza, kde jsou zhodnoceny silné a slabé stránky, hrozby a příležitosti vytápění elektrickými přímotopy a

silné a slabé stránky, hrozby a příležitosti, které přináší a nabízí vytápění biomasou. Jako hodnotící ukazatele byly vybrány ukazatele ekonomické - náklady, pořizovací ceny, doba návratnosti, environmentální ukazatele v podobě dopadu na životní prostředí, konkrétně na ovzduší, množství vzniku odpadu, ale byl porovnán i celkový přínos v podobě tepelné pohody v objektu.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Definování pojmu obnovitelné zdroje

Pro objasnění pojmu „Obnovitelné zdroje energie“ nalezneme mnoho vysvětlujících definicí: „Obnovitelným energetickým zdrojem se rozumí využitelný zdroj energie, jehož energetický potenciál se obnovuje přírodními procesy. Jedná se tudíž o energii slunce, větru, vody, biomasy a energii ovzduší a horninového prostředí, přičemž jsou rozlišeny přírodní – primární-zdroje energie a technologie využití těchto energií“. [1]

Z pohledu legislativy platné v České republice je pojem obnovitelné zdroje energie (OZE) definován zákonem č. 406/2000 Sb. (zákon o hospodaření energií) v platném znění ve svém § 2 jako: „obnovitelné nefosilní přírodní zdroje energie, jimiž jsou energie větru, energie slunečního záření, geotermální energie, energie vody, energie půdy, energie vzduchu, energie biomasy, energie skládkového plynu, energie kalového plynu a energie bioplynu“. Stejnou definici obnovitelných zdrojů energie obsahuje i zákon č.180/2005 Sb. (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů) v platném znění. Ostatní energetické zdroje zejména zdroje fosilní jsou neobnovitelnými zdroji. [2]

Vymezení zdrojů energie, které budou hodnoceny jako obnovitelné a podmínky pro finanční podpory při jejich využívání určuje vyhláška č. 214/2001 Sb., která upřesňuje podmínky podpory ze státního rozpočtu pro zavádění obnovitelných zdrojů.

Podle této vyhlášky budou jako obnovitelné zdroje energie podporovány ze státního rozpočtu energetické zdroje pro výrobu elektřiny: „vodní energie do výkonu zdroje 10 MW<sub>e</sub>, sluneční energie, větrná energie, biomasa v zařízeních do 5 MW<sub>e</sub>, bioplyn, palivové články, geotermální energie“ a obnovitelnými energetickými zdroji pro výrobu tepla: „sluneční energie, geotermální energie, biomasa v zařízeních do 20 MW<sub>t</sub>, bioplyn, palivové články.“ [3]

Podle Energetického informačního systému „obnovitelné zdroje energie představují v našich podmínkách zejména různé podoby slunečního záření a v menší míře také geotermální energie. Tyto zdroje na rozdíl od fosilních a uranových paliv nazýváme "obnovitelné" proto, že se díky slunečnímu záření a dalším procesům neustále obnovují. Přímé sluneční záření a některé jeho nepřímé formy jsou navíc z hlediska lidské existence "nevyčerpatelným" energetickým zdrojem. Naopak například u biomasy je nutno respektovat kapacitu její obnovy, jež nelze při zachování obnovitelnosti překračovat.“ [4]

### 3.2 Význam využívání obnovitelných zdrojů energie

Využívání obnovitelných zdrojů energie je jedním ze způsobů jak snížit závislost na fosilních palivech, snížit produkci škodlivých látek a snížit závislost na dodávkách paliv z jiných zemí. V našich podmínkách má největší potenciál biomasa, potenciál velkých vodních elektráren je v České republice prakticky vyčerpán (malé vodní elektrárny lze ale stále stavět). Sluneční energii i větrnou využíváme v České republice zatím jen částečně, ale díky dotacím a podpoře ze strany státu i Evropské unie se situace postupně mění.

V roce 2006 pocházelo asi 18 % celosvětově vyprodukované energie z obnovitelných zdrojů. 13 % z celkové spotřeby pochází z tradiční biomasy. Vodní energie poskytuje 3 % celkové spotřeby primární energie a moderní technologie, využívající geotermální energie, větrná energie, sluneční energie a oceánská energie dohromady poskytovaly asi jen 0,8 % z celkové výroby.[5]

Především ekologické faktory energetických zdrojů hrály nejvýznamnější roli při vypracování Kjótského protokolu, o jehož obsahu se dlouhou dobu diskutovalo, nakonec byl přijat v prosinci roku 1997. Cílem Kjótského protokolu pak je snížit emise skleníkových plynů v průmyslově vyspělých zemích o zhruba 5,2 % oproti úrovni v roce 1990.

Význam využívání obnovitelných zdrojů energie si uvědomuje i Evropská unie, která tuto oblast zahrnuje do své energetické politiky. Evropská unie se rozhodla svůj závazek dodržovat, ať už Kjótský protokol vstoupí v platnost, nebo ne. Cíle Kjótského protokolu jsou v zemích EU právně závazné od roku 2002. Od 1. ledna 2005 spouští EU obchodování s emisemi, které má právě vést k plnění Kjótských cílů EU, ale i z důvodů ochrany životního prostředí, snižování závislosti státu na dovozu paliv, vytváření nových pracovních míst, rostoucího významu malých místních zdrojů namísto velkých centralizovaných elektráren, atd. K dané problematice vytváří Evropská unie legislativní rámce, které členské státy implementují do svých legislativních systémů. [6] V některých zemích Evropské unie zaznamenávají obnovitelné zdroje rychlý rozvoj a vstup České republiky do Evropské unie ji přiměl i tuto situaci řešit. Na základě přijetí směrnice č. 77/2001/ES o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie na vnitřním trhu s elektřinou se Česká republika zavázala dosáhnout do roku 2010 osmiprocentního podílu elektřiny z obnovitelných zdrojů na hrubé spotřebě elektřiny. Podporou při splnění tohoto závazku může být i mimo jiné možnost čerpat finanční prostředky ze strukturálních fondů Evropské unie.

Obnovitelné zdroje energie patří spolu s energeticky úspornými řešeními k udržitelným způsobům využívání energie. V současnosti je jim věnována čím dál větší



pozornost. Značnými změnami prošel energetický legislativní rámec, který umožňuje a podporuje rozvoj a využívání energií z obnovitelných zdrojů nejen pro podnikatelské subjekty, ale především podporuje instalace a provozování technických zařízení na přeměnu sluneční energie na energii tepelnou a elektrickou ( solární panely, fotovoltaické články), na spalování biomasy k výrobě tepla pro vytápění (teplovodní kotle na biomasu) nebo využívání nízkopotencionálního tepla okolního prostředí tepelnými čerpadly k vytápění domů a ohřevu teplé vody rodinných domů. Významnost podtrhuje zákonné ustanovení o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů: „Vytvořit podmínky pro naplnění indikativního cíle podílu elektřiny z obnovitelných zdrojů na hrubé spotřebě elektřiny v České republice ve výši 8% k roku 2010 a vytvořit podmínky pro další zvyšování tohoto podílu po roce 2010.“ [7].

### **3.3 Prognóza využívání neobnovitelných zdrojů energie**

Časové období, po které bude moci lidstvo využívat energii poskytující zdroje neobnovitelné tj. uhlí, ropa a zemní plyn je pouze odhadována a souvisí jak s dosud zmapovanými vytěžitelnými nalezišti, technologickou úrovní jejich těžby, růstem energetické potřeby a rychlostí technologického pokroku při vývoji nízkenergetických zařízení.

Světové zásoby vytěžitelného černého a hnědého uhlí jsou odhadovány na cca 120 let, ale otázkou zůstává, zda je tato doba dostatečná či nikoliv.

Vrchol v těžbě ropy odhadují odborníci na rok 2035, tedy cca za 25 let. Názory vědecké veřejnosti ohledně data, kdy by mohl ropný pramen začít vysychat, se značně různí. Rok 2035 je jakési střední datum, od kdy by mohla nabídka slábnout. Ale otázky, na které se dá zatím pouze velmi těžko odpovědět, jsou míra technologického pokroku, růst světové ekonomiky a hlad po ropě a stejně tak i vývoj v ostatních oblastech energetiky a výzkum nových paliv, díky kterým se dá snížit závislost na ropě. [8]

Velmi podobná situace je i v oblasti těžby a využití zemního plynu. Prokázané zásoby zemního plynu, které jsou při současné technické úrovni ekonomicky těžitelné, dosahují 164 tisíc miliard krychlových metrů a vydrží při současné těžbě do roku 2060. Z ekologického hlediska má zemní plyn ve srovnání s ostatními fosilními palivy a energiemi několik výhod: výstavba plynovodů a ostatních zařízení je spojena s minimálním záborem půdy, která se ve většině případů vrací původnímu účelu. Navíc jsou plynovody uloženy v zemi, takže nikterak nenarušují tvář krajiny. Hlavní ekologické výhody zemního plynu se ale projevují až při jeho spalování, při kterém vzniká ve srovnání s uhlím nebo s kapalnými palivy daleko méně

škodlivin – prach a oxid siřičitý jsou ve spalínách obsaženy v zanedbatelném množství a také emise oxidu uhelnatého a uhlovodíků jsou ve srovnání s ostatními palivy výrazně nižší. [8]

Specifickým neobnovitelným zdrojem energie je energie vázaná v uranu. Podle Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (OECD) je pod povrchem Země ukryto 4,7 milionů tun dosud zjištěných zásoby uranu a mohly by tak vystačit na dalších 85 let. Nejčerstvější geologické výzkumy však předpokládají, že celková kapacita světových zásob uranu je mnohem vyšší. Zásoby uranu jsou v Evropě zanedbatelné. Většina světových zásob se nachází v Kanadě a Austrálii, Kazachstánu a v Jižní Africe. Evropské jaderné elektrárny jsou závislé na dovozu uranu z Kanady (21 %), 32 % z Ruska, Kazachstánu, Uzbekistánu a z Ukrajiny a dále z Afriky 17 % a z Austrálie 16 %. [9]

Jaderná elektrárna je ve své podstatě tepelná elektrárna, která má místo parního kotle jaderný reaktor. V reaktoru probíhá štěpení některých těžkých prvků (např. uran, plutonium) za současného uvolňování velkého množství tepla. Uvolněné teplo je využíváno k výrobě páry. Problémem provozu jaderných elektráren je vyhořelé palivo, které je vysoce radioaktivním odpadem se zvláštními požadavky na jeho přepravu a ukládání. Vyhořelé palivo z jaderné elektrárny je po několikaletém skladování v bazénu vyhořelého paliva přemístěno v kontejnerech do meziskladu vyhořelého paliva. Palivo je zde skladováno a pod přísným dohledem monitorováno po dobu 50 let.

Současné koncepce předpokládají, že poté bude vyhořelé jaderné palivo umístěno do trvalého hlubinného úložiště odpadu. Paralelně probíhá celosvětový výzkum tzv. transmutačních technologií, které by po separaci transuranů a štěpných produktů zajistily další energetické využití dnešního "jaderného odpadu" v budoucnosti. Zcela reálně lze předpokládat, že za příštích 20-30 let se ze strašáka vyhořelého jaderného paliva stane druhotná energetická surovina a potřebná kapacita finálního odpadu k trvalému uložení se o několik řádů sníží. S ohledem na to, že jaderní elektrárny netvoří kysličník uhličitý, nezvětšuje se efekt skleníku při jejich využití a tento způsob výroby elektrické energie lze považovat v souvislosti s tvorbou skleníkového efektu za nejekologičtější.

Vzhledem k tomu je zřejmé, že limity produkce oxidu uhličitého stanovené Kjótskou konferencí by nebylo bez využívání jaderné energie prakticky možné splnit. [10]

### **3.4 Politika a podpora státu při realizaci projektů na využití obnovitelných zdrojů energie**

#### **3.4.1 Státní politika životního prostředí**

Česká republika zvláště po začlenění do Evropské unie se zaměřuje na ochranu životního prostředí jednak implementací environmentální legislativy EU a jednak realizací společných politik EU.

Politika životního prostředí si obecně klade za cíl uchovat a vylepšit kvalitu životního prostředí a života i zdraví obyvatel při respektování požadavku udržitelného rozvoje. Vláda ČR schválila v roce 2004 Státní politiku životního prostředí ČR 2004 – 2010 (SPŽP), která vymezuje základní rámec pro dlouhodobé a střednědobé směřování rozvoje environmentálního rozměru udržitelného rozvoje české republiky. Oblast využívání obnovitelných zdrojů energie byla zahrnuta v článku 2 Udržitelné využívání přírodních zdrojů, materiálové toky a nakládání s odpady, bod 2.3 Využívání obnovitelných zdrojů, kde byl stanoven cíl státní politiky životního prostředí, který se týká maximálně možné náhrady neobnovitelných zdrojů zdroji obnovitelnými. [11]

Obnovitelné zdroje jsou vedle úspor energie jedinými v současné době dostupnými nevyčerpatelnými energetickými zdroji. Jsou reálnou možností, jak zabezpečit energetické potřeby lidstva i v dalších stoletích, nejsou zdrojem skleníkových plynů, vytvářejí většinou výrazně nižší množství ostatních emisí, prakticky neprodukují odpady.

Přispívají k energetické nezávislosti státu a regionu a umožňují decentralizaci energetických zdrojů.

Využívání obnovitelných zdrojů energie (OZE) vytváří nové pracovní příležitosti (především na venkově) a přispívá ke snižování nezaměstnanosti.

Dílním cílem je dosažení 6 % podílu OZE na celkové spotřebě PEZ k roku 2010 , dosažení minimálně 8 % podílu elektřiny z OZE na hrubé spotřebě elektřiny k roku 2010 a využívání biomasy a především dřeva jako suroviny širokého využití namísto neobnovitelných surovin.

K realizaci této politiky byla přijata tato opatření:

- Podpořit investice pro využívání tepelné energie z obnovitelných zdrojů.
- Dosáhnout podílu finanční podpory z veřejných rozpočtů ve výši nejméně 0,1 % HDP.

- Prosadit schválení a následné uplatňování zákona o podpoře výroby elektřiny a tepelné energie z obnovitelných zdrojů.
- Schválit a realizovat Koncepti ekologické daňové reformy.
- Implementovat Směrnici o zdanění energií 96/2003/ES.
- Zjednodušit povolovací řízení při výstavbě zařízení na využívání obnovitelných zdrojů energie.
- Vytvořit jasná pravidla vztahů mezi využíváním obnovitelných zdrojů energie a ochranou přírody a krajiny tak, aby nebyla ani jedna z těchto oblastí diskriminována.
- Odstranit legislativní překážky pro širší využití biomasy pro výstavbu.
- Vytvořit programy na podporu materiálového využití dalších typů biomasy a dalších surovin z obnovitelných zdrojů, zejména dřeva. [12]

SPŽP nabízí celou řadu nástrojů k dosažení stanovených cílů. Normativní, ekonomické, institucionální, organizační, informační, dobrovolné a další nástroje by přitom měly být využity v takové kombinaci, která umožní dosáhnout požadovaných cílů s co nejnižšími nároky na finanční, lidské, technické a další zdroje. Pro sledování efektivnosti a účinnosti plnění SPŽP je navržena sada indikátorů, odpovídající ukazatelům sledovaným v rámci Evropské unie a Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (OECD). [13]

### **3.4.2 Strukturální fondy EU**

Hlavním nástrojem realizace evropské politiky hospodářské a sociální soudržnosti jsou fondy EU. Začleněním České republiky do EU a zpřístupněním financí evropských fondů jsou realizovány i projekty, které významnou měrou ovlivňují a zlepšují kvalitu životního prostředí.

Na podporu realizace politik EU bylo na rok 2007 – 2013 vyhlášeno 8 tematických operačních programů mezi nimi Operační program Životní prostředí, který svým zaměřením na zlepšování kvality životního prostředí přispívá ke zlepšování životního prostředí a řeší kromě jiných environmentálních problémů i využívání obnovitelných zdrojů energie . Operační program Životní prostředí (OPŽP) spadá mezi tematické operační programy v cíli Konvergence a podle výše přidělených finančních prostředků je druhým největším českým operačním programem. Celkem je na realizaci projektů vyčleněno z fondů EU 4,92 mld. € , což je přibližně 18,4 % veškerých prostředků určených z fondů EU pro Českou republiku.

V rámci operačního programu Životní prostředí je pro realizaci projektů prioritní osy 3 Udržitelné využívání zdrojů energie vyčleněno 0,67 mld. €. Tyto finanční prostředky usnadní realizaci např. instalace větrných elektráren, zateplování budov, výstavba a rekonstrukce centrálních a blokových kotelen, instalace obnovitelných zdrojů energie zejména pro vytápění a přípravu teplé vody prostřednictvím solárních systémů, kotlů na spalování biomasy apod., jsou vypláceny z fondů EU – ze strukturálního fondu Evropský fond pro regionální rozvoj (ERDF) a z Fondu soudržnosti (FS). [14]

Podpora financování projektů na využívání obnovitelných zdrojů energie – dotační Program Zelená úsporám

Program Zelená úsporám Ministerstva životního prostředí a Státního fondu životního prostředí odráží vládní priority týkající se především úspor energie v sektoru bydlení. Navrhovaná opatření podporována programem Zelená úsporám, se vztahují na národní priority zvýšení energetické účinnosti a ochrany životního prostředí, u nichž žadatelé nemohou v současné době získat podporu ze strukturálních fondů EU a které v současné době nemohou být dostatečně financovány z vnitrostátních prostředků.

Cílem programu je snížení emisí CO<sub>2</sub> a omezení emisí dalších látek znečišťujících ovzduší, zvýšení využití obnovitelných zdrojů energie a zlepšení energetické účinnosti v sektoru bydlení v ČR. Dotace jsou poskytovány majitelům nemovitostí pro provádění těchto činností:

- a) Zateplení rodinných domů a bytových domů;
- b) Zlepšení energetické účinnosti tím, že se nahradí stávající vytápěcí zařízení účinnějším zařízením;
- c) Přejít k ekologicky šetrným palivům (např. přechod z uhlí na obnovitelné zdroje energie);
- d) Podpora rekonstrukce rodinných domů a bytových domů pro dosažení pasivního energetického standardu (výrazně tepelně izolované budovy);
- e) Instalace nízkoemisních zdrojů energie na biomasu; a
- f) Instalace solárně-termických kolektorů

Program Zelená úsporám podporuje realizaci opatření vedoucích k úsporám energie a využití obnovitelných zdrojů energie v rodinných a bytových domech, a to v těchto oblastech:

- Oblast A: Úspora energie na vytápění

„V oblasti A podporuje program Zelená úsporám opatření vedoucí k úsporám energií na vytápění prostřednictvím celkového nebo dílčího zateplení rodinných nebo bytových domů (panelové i nepanelové technologie)“. [15]

- Oblast B: Výstavba v pasivním energetickém standardu

V oblasti B podporuje program Zelená úsporám výstavbu nových rodinných a bytových domů splňujících pasivní energetický standard. Podporována je i změna stavby stávajících obytných domů na energeticky pasivní domy, podmínkou pro přidělení podpory je v obou případech dosažení měrné roční potřeby tepla nejvýše 20 kWh/m<sup>2</sup> u rodinných domů respektive 15 kWh/m<sup>2</sup> u bytových domů. Dotace se přiděluje jako pevná částka na jeden rodinný dům (250 000 Kč) nebo jednu bytovou jednotku v bytovém domě (150 000 Kč).

- Oblast C: Využití zdrojů energie pro vytápění a přípravu teplé vody.

V podoblasti C.1 podporuje program Zelená úsporám výměnu stávajících neekologických zdrojů vytápění (uhlí, kapalná fosilní paliva, elektřina) za nízkoemisní zdroje na biomasu a účinná tepelná čerpadla v rodinných a bytových domech.

Podpora v podoblasti C.2 se týká i instalace těchto zdrojů v novostavbách.

O dotaci v oblasti C.1 a C.2 (tj. nízkoemisní zdroj na biomasu a tepelná čerpadla) mohou žádat i majitelé jednotlivých bytů. Ale pouze za podmínky, že je v bytovém domě v daných bytech realizováno etážové vytápění.

V podoblasti C.3 je podporována instalace solárně-termických kolektorů na přípravu teplé vody nebo na kombinaci přípravy teplé vody a vytápění do stávajících staveb i do novostaveb. [15]

Na realizovanou změnu vytápění, která je předmětem případové studie této diplomové práce, byla podána žádost o poskytnutí dotace z programu Zelené úsporám v podoblasti C1. Dotace byla SFŽP schválena ve výši 90.000,- Kč, tím byla výrazně snížena konečná výše investovaných prostředků do realizace změny vytápění a následně výrazně snížilo i dobu návratnosti investice.

## 4 Možnosti využití obnovitelných zdrojů energie pro vytápění

### 4.1 Energie větru

„Vítr vzniká v atmosféře na základě rozdílu atmosférických tlaků jako důsledek nerovnoměrného ohřívání zemského povrchu. Teplý vzduch stoupá vzhůru, na jeho místo se tlačí vzduch studený. Zemská rotace způsobuje stáčení větrných proudů, jejich další ovlivnění způsobují morfologie krajiny, rostlinný pokryv, vodní plochy. Energie větru, který vzniká v důsledku proudění vzduchových mas, lze využít ve větrných elektrárnách.

V České republice nejsou optimální podmínky pro využívání větru k výrobě elektřiny, přestože větrná energie je z hlediska historického nejstarším zdrojem.“ [16]

Pro výrobu elektřiny je nejdůležitějším parametrem rychlost větru. Energie větru roste se třetí mocninou rychlosti, takže např. vítr o rychlosti 5 m/s má dvakrát více energie než při rychlosti 4 m/s. Problémem je ale i příliš vysoká rychlost větru – při rychlosti kolem 20 m/s je obvykle nutno elektrárnu zastavit (zabrzdit vrtuli), aby nedošlo k havárii. Plného (jmenovitého) výkonu dosahuje elektrárna při rychlostech větru kolem 10, někdy až 15 m/s – podle typu a výrobce. Takto silný vítr fouká jen zřídka, elektrárna tedy většinu provozní doby běží na nižší výkon.

Vítr je brzděn stromy, budovami a terénními nerovnostmi, ale i povrchem terénu (tráva, les, vodní hladina, sníh...). Platí tedy, že ve větších výškách je rychlost větru vyšší. Rychlost větru roste logaritmičtě s výškou nad terénem. Je tedy velký rozdíl mezi rychlostí větru ve výšce 10 m a 100 m nad terénem.

To je důvod, proč se staví stále vyšší elektrárny (běžně má stožár výšku 80 až 110 m). [17]

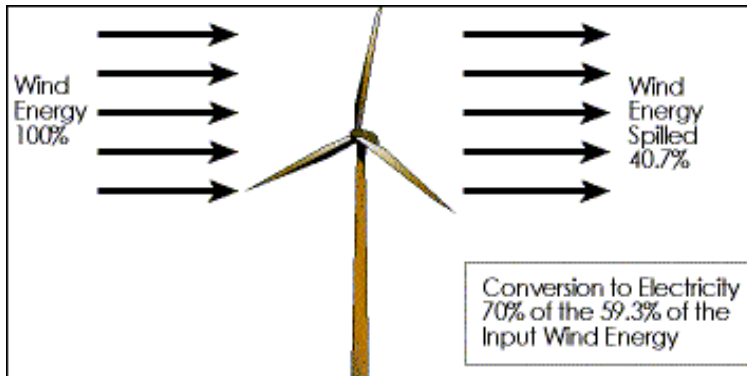
Působením aerodynamických sil na listy rotoru převádí větrná turbína umístěná na stožáru energii větru na rotační energii mechanickou. Ta je poté prostřednictvím generátoru zdrojem elektrické energie. Podél rotorových listů vznikají aerodynamické síly; listy proto musejí mít speciálně tvarovaný profil, velmi podobný profilu křídla letadla.

V současné době se výroba elektřiny ve větrných elektrárnách rozmáhá i v ČR díky dotačním programům. Zájem investorů stoupl po přijetí zákona o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů (v roce 2005), který investorům garantuje ekonomickou návratnost do 15 let díky nastavené výkupní ceně elektřiny.

Základním přínosem větrné elektrárny je snížení emisí CO<sub>2</sub> a ostatních emisí z výroby elektřiny, jakož i množství souvisejících tuhých a radioaktivních odpadů. Na národní úrovni je důležité i snížení spotřeby fosilních paliv.

Větrná elektrárna s výkonem 1 MW ušetří za rok asi 2 200 tun CO<sub>2</sub> a vyrobí elektřinu pro zhruba tisícovku domácností. [16]

Obr. 1. Větrná elektrárna odnímá kinetickou energii vanoucího větru a převádí ji na energii elektrickou



Zdroj: EkoWATT

## 4.2 Energie Slunce

### 4.2.1 Fotovoltaika

Zdrojem energie Slunce je přeměna vodíku v helium termonukleárními reakcemi probíhajícími ve středních oblastech Slunce. Slunce je zdrojem veškeré energie pro naši planetu.

Obnovitelné zdroje energie mají svůj původ v energii slunečního záření, nepřekvapuje proto, že největší potenciál (ve smyslu množství energie, které nám může poskytnout) má přímé využití slunečního záření k výrobě tepla nebo elektřiny. Je to asi jediný obnovitelný zdroj, který v případě nutnosti dokáže pokrýt veškerou současnou potřebu energie. Energie Slunce je energie předávána na Zemi ve formě záření v celém rozsahu spektra. Měrný tok energie ze Slunce je ve vzdálenosti, v níž se nachází Země, přibližně 1300 W/m<sup>2</sup>. Tento energetický tok se označuje jako solární konstanta.

Podstatou fotovoltaických systémů je přímá přeměna sluneční energie na energii elektrickou. Základním prvkem umožňujícím tuto přeměnu je solární článek, což je křemíková destička, zpravidla o velikosti 12x12 cm. Solární článek využívá tzv. fotovoltaický jev, jehož podstatou je skutečnost, že na rozhraní dvou materiálů, na něž dopadá světlo, vzniká elektrické napětí a uzavřením obvodu lze získat elektrický proud. Pro výrobu solárních



článků je nejpoužívanějším materiálem křemík. Články se propojují serio-paralelně k dosažení potřebného napětí a výkonu. Významnou vlastností solárních článků je snadnost jejich vzájemného propojení za účelem sestavení větších celků - solárních nebo fotovoltaických modulů a představují základní stavební jednotku fotovoltaických systémů. Výkonovou jednotkou panelů je Wattpeak (Wp) neboli tzv. špičkový výkon, což je výkon naměřený při standardních ověřovacích podmínkách (ozáření  $1000\text{W}/\text{m}^2$ , teplota povrchu  $25^\circ\text{C}$ , spektrum AM 1,5). Účinnost samotných solárních panelů je 14 – 17%, životnost cca 30 let.

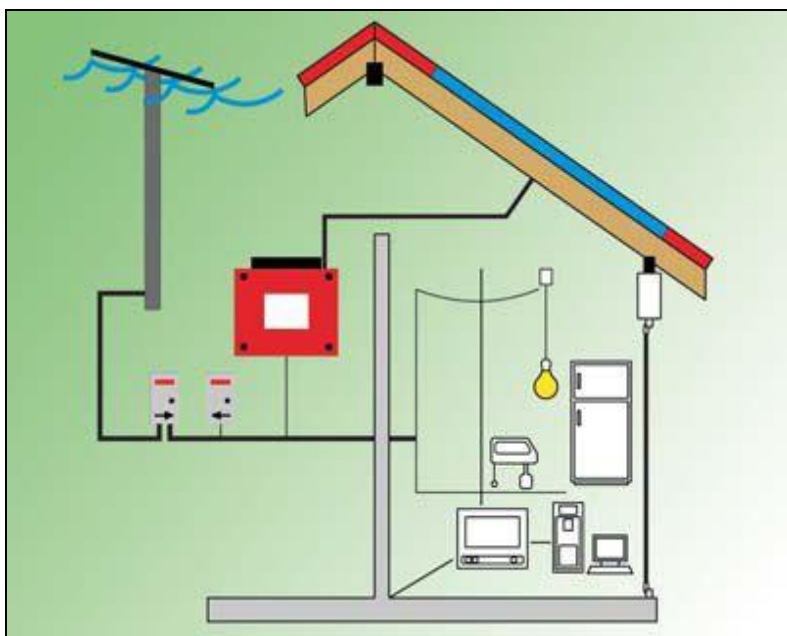
V důsledku energetických ztrát v navazujících zařízeních ( propojovací vodiče, měniče, transformátory apod.) se pohybuje účinnost fotovoltaických elektráren kolem 10%. Moduly jsou propojovány do tzv. solárních generátorů k získání velkých solárních ploch, které jsou schopny vyrábět již značné množství elektrické energie využitelné v praktických aplikacích. Montáž je možná na rovné i sedlové střechy, na volné pozemky, systémy mohou být stacionární i se sledovači slunce, tzv. trackery. [18]

Fotovoltaické systémy mohou být nezávislé na rozvodné síti (grid-off, nebo ostrovní systémy) nebo připojené k veřejné rozvodné síti (grid-on). Grid-off systémy nejsou s rozvodnou sítí propojené a vyrobená elektrická energie se ukládá zpravidla do akumulátorů (baterií) pro pozdější využití (např. svícení v noci). Tyto systémy se využívají v místech, kde není elektrická energie k dispozici a její přivedení by bylo ekonomicky náročné. Systémů dodávající elektrickou energii do rozvodné sítě (grid-on) se využívá v případě, že výrobce má uzavřenou smlouvu s provozovatelem příslušné distribuční nebo přenosové soustavy (např. ČEZ, E-on). [18]

Energie vyprodukovaná fotovoltaickým systémem je dodávaná do sítě za předem stanovenou výkupní cenu, která je určována platným cenovým rozhodnutím Energetického regulačního úřadu. Kromě velkých elektráren dodává elektrickou energii do rozvodné sítě i většina menších systémů instalovaných na rodinných domcích. Pokud je systém na budově, je výhodnější spotřebovat část produkce pro vlastní potřebu.

Pokud slunce svítí a v budově je odběr, vyrobená elektřina se ihned spotřebovává a provozovatel budovy tak ušetří za elektřinu, kterou by jinak musel nakoupit ze sítě. V noci a vždy, když je spotřeba větší než okamžitá dodávka z fotovoltaické elektrárny, budova normálně odebírá proud ze sítě za běžné ceny. Pokud naopak slunce svítí a v budově není odběr, dodává se elektřina do sítě.

Obr.2 Schéma zapojení systému dodávajícímu energii do rozvodné sítě



Zdroj: EkoWATT

#### 4.2.2 Sluneční termické kolektory

Potenciál sluneční energie lze využít k výrobě tepla prostřednictvím instalovaných slunečních termických kolektorů. Jejich základním stavebním prvkem je absorbér. Absorbér je plochá deska s neodrazivým povrchem se zabudovanými trubicemi pro odvod teplotnosného média. Uložením absorbérů pod skleněnou desku vznikne sluneční kolektor, který využívá tzv. skleníkového efektu.

Z hlediska teplotnosného média rozlišujeme kolektory kapalinové a vzduchové resp. kombinované. Systémy s kapalinovými kolektory se využívají zejména k celoroční přípravě teplé vody, ohřevu bazénové vody a k přitápění budov pomocí teplovodního vytápění. [19] Sluneční absorbéry přeměňují zachycené sluneční záření na tepelnou energii (dlouhovlnné záření), která je prostřednictvím teplotnosného média (kapalina, vzduch) odváděna do místa okamžité spotřeby nebo do zásobníku (teplotného akumulátoru).

Při nedostatku sluneční energie se odebírá akumulovaná energie ze zásobníku, energetický úbytek je nahrazován z jiného teplotného zdroje (teplovodní plynový kotel, elektrické topné těleso apod.). Vlivem rozdílů teplot venkovního vzduchu, oblačnosti, změnou

úhlu dopadu solárního záření na plochu absorberu však během roku silně kolísá energetický zisk solárních termických kolektorů. V zimním období je solární energie nedostatečné množství, takže ani vysoce účinné solární absorbery nejsou schopny zachytit dostatečné množství záření a následně přeměnit pomocí kolektorů na teplo, proto v tomto období musí být potřebné teplo vyráběno jinými zdroji např. elektřinou. Naopak během léta bývá solární energie značný přebytek, takže i málo účinné kolektory získají energii dost.

Tyto skutečnosti je třeba zohlednit při hodnocení ekonomické efektivity solárních termických systémů. Průměrná roční účinnost využití solární energie v solárních termických kolektorech se pohybuje okolo 50%. [18]

### 4.3 Geotermální energie

Geotermální energie je projevem tepelné energie zemského jádra, která vzniká rozpadem radioaktivních látek. Je vázána na teplo suchých hornin nebo na geotermální vody, a to na teplotní úrovni, která je využitelná k přímé spotřebě.

„Geotermální vody jsou přírodní podzemní vody, které se nacházejí v zemských dutinách a zemských zvodnělých vrstvách. Jsou zahřáté zemským teplem natolik, že jejich teplota po výstupu na zemský povrch je vyšší než průměrná roční teplota vzduchu v dané lokalitě“. [19] Rozlišujeme 2 druhy zdrojů geotermální energie, a to energie „mokrá“ tj. energie páry a horké vody, která je využívána k výrobě elektrické energie, k vytápění apod. a „suchá“ z hlubokých vrtů.

Zdroj suchého tepla v 6 000 m zemské kůry při teplotách 200 °C je větší než energetický obsah veškerých světových zásob fosilního paliva. Vzhledem k nízké tepelné vodivosti hornin je však toto teplo zatím průmyslově nevyužitelné. Vedením tepla z horninového podloží se dostává do atmosféry a do oceánů cca 35 TW. Odhad celosvětových zásob mokrých zdrojů se odhaduje na 2 TW (v osídlených oblastech Země).

#### System suché páry

Na některých místech jsou geologické poměry tak příznivé, že z podzemního tepelného zdroje - z vrtů nebo přírodních vývěrů - uniká přímo přehřátá pára. Ta pak (po odfiltrování kapiček vody) pohání turbíny elektrárny. Po ochlazení a z kondenzování se vrací sousedními vrty zpět do země, blíže k magmatickému poli. Tento postup je poměrně jednoduchý, je však použitelný pouze v případě dostupného zdroje o vysoké teplotě. Teplota páry může dosáhnout při sedminásobku atmosférického tlaku až 200 °C.

### System mokr  páry

Obvykle neni mozn  ziskat z podzemních zdrojů páru s tak dobrými parametry, aby mohla p rimo pohánět turbínu. Tam, kde v podzemí dosahuje voda teplot od 180 do 350 °C (a díky vysokému tlaku se nezm nila v p ru), vede se do nádrže ( expandéru), ve které se po rychl m sni en  tlaku  st vody zm n  v p ru. Ta se opět vede na turbínu.

### Horkovodní (bin rn ) system

Tam, kde má voda jen mal  tlak a poměrně nízkou teplotu, slou i hork  voda pouze k oh at  jin  pracovní kapaliny s n i m bodem varu. Jako pracovní médiem p ripadaj  v úvahu organick  látky, např. propan a isobutan. Propan a isobutan jsou však explozivn , freony zase narušují ozónovou nadzemní vrstvu. Dal  vývoj tohoto systemu bude proto záviset na nalezen  m n  škodlivého pracovního média.

### Hork  such  skála (metoda "Hot-Dry-Rock")

Jestliže nejde v nitru Zem  nalézt  adn  vrstvy propustn  pro vodu, chyb  médiem, kter  by mohlo p en a et teplo na zemsk  povrch. To však ještě nemusí být důvod, abychom teplo ponechali v zemi. Postup "Hot-Dry-Rock" umožňuje využití i energii takov  horniny, kter  nepropouští vodu. Uvoln n  podobného zdroje tepla za n a vrtem. Odst elem nebo tlakem vody se v hloubce kolem vrtu vytvo r  um l  trhliny, aby se výměna tepla zlepšila. Pak se do vrtu zavádí voda, kter  přejímá teplo hork  horniny a jin m vrtem vystupuje zpět na povrch. Teplo oh at  vody se využije buď k výrobě páry v tepeln m výměníku, nebo p rimo k vyt p n . Pro p r m  energetick  využití jsou vhodn  vody podle klasifikace z kategorie nízkoteplotních t rady a) 30-70°C a t rady b) 70-100°C. [21]

Voda se ve většině p ripad  získává hlubinnými vrti.  ast geotermálních vod je klasifikována jako vody l zeňsk . Jsou podrobeny zvl a tn mu režimu využití, jejich čerpání pouze pro energetick  využití neni p ipustn .

Teplo suchých hornin (každých 100 m do hloubky stoupá teplota p r m rn  o 3°C) se vyu iv  buď pomocí trubkových kolektorů osazených do suchých vrtů, nebo pomocí injekt e povrchov  vody a jejího zpětného čerpání systemem dvou a více vrtů. Vyu iv  se system HDR (Hot Dry Rock = hork  such  skála).

Geotermální energii lze v p r zniv ch podmínkách vyu ivat k vyt p n  nebo výrobě elektriny v geotermálních elektrárnách. Takov  využití je ale většinou technologicky n ro n , protože hork  voda z vrtů je obvykle siln  mineralizovan  a zan a i technologick  zařizení,

což má za následek nutnost časté výměny potrubí a čištění systému. Navíc je dostatečný tepelný spád obvykle zároveň spojen s geologickou nestabilitou oblasti.

První geotermální elektrárna byla uvedena do provozu v Itálii už v roce 1904. Dnes nejznámější je využití geotermální energie na Islandu (vytápění domů, skleníků, bazénů atd.). Dále se využívá v řadě dalších států (USA, Velká Británie, Francie, Švýcarsko, Německo, Nový Zéland). Uvažuje se stavbou geotermálních elektráren v Austrálii.

Geotermální energie se v ČR využívá v menších aplikacích v lázeňství, ve větších systémech přímým použitím geotermální vody pro ohřev vody (TV) a dále v systémech centrálního zásobování teplem (CZT) k hrazení části tepelné bilance (v závislosti na teplotní úrovni zdroje). [20]

Příklady využití geotermální energie u nás:

- Město Ústí nad Labem využívá geotermální energii k vytápění plaveckých bazénů a také k vytápění zoologické zahrady.
- Dále v Litoměřicích se hloubí zkušební vrt pro geotermální elektrárnu, který by měl skončit v hloubce 2500 m. Pokud budou výsledky měření příznivé, začnou se hloubit další dva vrty - tentokrát již produkční. Tyto vrty mají dosáhnout hloubky až 5000 m. V cílové hloubce má být teplota horniny 150 až 200°C a předpokládaný výkon elektrárny má být 50 MW. Náklady na vybudování vrtů a geotermální elektrárny mají být kolem 1,11 miliardy Kč, na jejich krytí se má podílet i EU. [20]

Konkrétní lokalitu je vždy nutno posoudit především z hlediska geologických a hydrologických podkladů a reálného ocenění potenciálu výroby energie.

Na základě geologického posudku se zhodnotí vydatnost zdroje a náklady na jeho využití (hloubka uložení, max. čerpané množství, teplotu a využitelný teplotní spád).

Dále se vyhodnotí rizika využití. U geotermálních vod jde zejména o obsah rozpuštěných minerálních látek. Na základě chemických rozborů čerpaných vod se posoudí možnost vypadávání rozpuštěných minerálů při ochlazení vod. Zároveň se posoudí navrhovaná technická opatření (pevné zařízení pro chemické čištění výměníků, plastové výměníky, demineralizační stanice).

V neposlední řadě se porovná podle geologických podkladů doba vyčerpání zdroje a životnost systému. Z řady výzkumných studií je možné odvodit, že na našem území je podle prvních výpočtů možné identifikovat minimálně 60 lokalit vhodných pro výrobu elektřiny s

celkovým výkonem cca 250 MW a tepla na vytápění s výkonem cca 2 000 MW, což představuje roční výrobu cca 2 TWh elektřiny a 4 TWh využitého tepla .[22]

## **4.4 Energie vody**

Ve vodě je „skryta“ energie ve dvou formách. Potenciální energie vody ( proud vody z místa vyššího potenciálu do místa s nižším potenciálem) a tepelná energie, která se projevuje teplotou vody.

### **4.4.1 Potenciální energie vody**

Vodní elektrárna vyrábí elektrickou energii přeměnou z potenciální energie vody. Energetický potenciál vody vzniká v důsledku rozdílu vodních hladin. Pomocí vzdouvacího zařízení ( jez, přehrada) se vytváří rozdíl vodních hladin. Proud vody z hladiny o vyšší úrovni do nižší hladiny je využíván ve vodních turbínách. Proudící voda roztáčí vodní turbínu, která pohání elektrický generátor.

Podle konstrukce se vodní elektrárny se dělí na:

- Jezové (průtočné), jejichž spád je vytvořen jezem.
- Derivační (náhonové), jejichž spád je vytvořen umělým kanálem (náhonem).
- Přehradní (akumulační), jejichž spád je vytvořen pomocí přehrady.
- Přečerpávací, které slouží k vyvažování energetických špiček v rozvodné síti. Přečerpávací elektrárny mají dvě nádrže a v době přebytku energie v síti tuto energii spotřebovávají k čerpání vody ze spodní nádrže do nádrže horní, zatímco v době energetických špiček naopak průtokem vody z horní nádrže do spodní nádrže elektrickou energii vyrábějí.
- Přílivové, využívajícího energii mořského přílivu.

Výhodou zejména přečerpávacích a přehradních vodních elektráren je jejich schopnost běžet v libovolných dobách podle potřeby, díky čemuž je možné je využívat pro vyrovnávání energetických špiček. [23]

Nevýhodou velkých vodních elektráren je nutnost budování velkých přehrad nebo nádrží, kvůli čemuž jsou i přes svůj obnovitelný charakter považovány za ekologicky kontroverzní a ekologické organizace jejich výstavbu velmi kritizují. Výstavba malých vodních elektráren je naopak vnímána jako užitečná a je obvykle podporována.

Jako malé vodní elektrárny se označují elektrárny s instalovaným výkonem do 10 MW včetně.

V České republice je energetický potenciál „velkých“ energetických děl prakticky vyčerpán. Pokud vznikají energetické zdroje tohoto typu, jedná se zpravidla o obnovu již dříve vybudovaných malých vodních elektráren, případně o výstavbu nových malých vodních elektráren. [23]

U těchto energetických zdrojů silně kolísá jejich výkon v závislosti na kolísání průtoku vody.

#### **4.4.2 Tepelná energie vody**

Voda je materie, která se vyznačuje velkou měrnou tepelnou kapacitou, tj. voda je schopná „vázat“ v jednotkovém množství velkou tepelnou energii. Množství tepelné energie vázané ve vodě se projevuje teplotou vody. V přírodě se teplota vody pohybuje v úrovních, které nelze přímo využít ( nízkoteplotní energetický zdroj). Využití tepelné energie ve vodě je možné při použití tzv. tepelných čerpadel, které dokážou zvýšit teplotu vody na úroveň využitelnou např. pro vytápění nebo přípravu teplé vody. Obdobně lze využít tepelnou energii „ vázanou“ v půdě, případně ve vzduchu.

#### **4.5 Využití energie vody, půdy, vzduchu**

Voda, půda i vzduch tvoří tzv. nízkoteplotní energetické zdroje, jejichž energetický obsah lze využít tepelnými čerpadly.

Tepelné čerpadlo je zařízení, které odebírá teplo z půdy, vody nebo okolního vzduchu.

Základním principem tepelného čerpadla je přečerpávání tepla z nižší na vyšší teplotní hladinu při dodání části energie zvenčí. Tepelné čerpadlo využívá uzavřený cyklus fyzikálních jevů spojených se změnou skupenství pracovní látky (chladiwa) v závislosti na jejím tlaku a teplotě. Pro změnu fáze chladiwa ze skupenství kapalného na plynné je potřeba dodat energii potřebnou ke změně skupenství (vypařování). Naopak při změně ze skupenství plynného na skupenství kapalné je potřeba energii z chladiwa odvést (kondenzace).

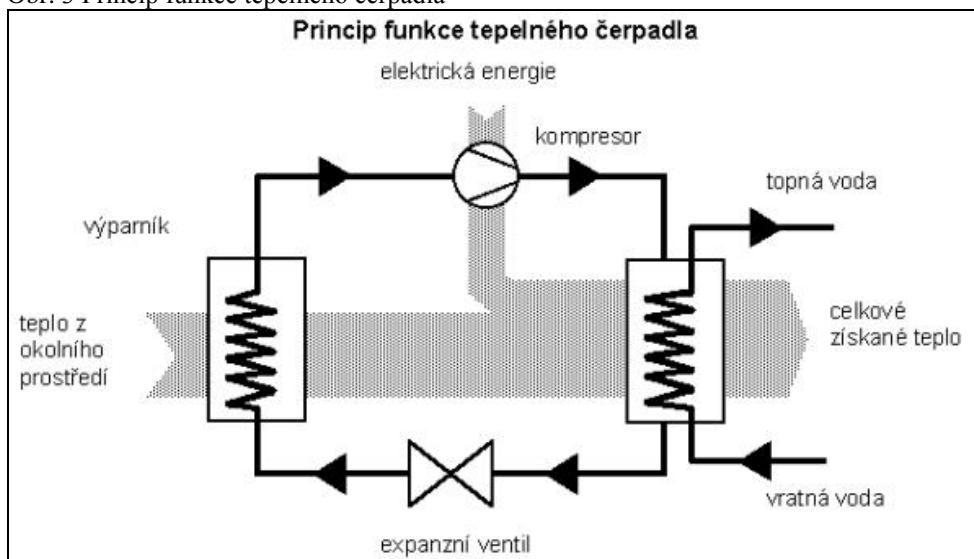
Tepelná čerpadla se dělí podle způsobu odsávání par chladiwa z výparníku a zvýšení jejich tlaku - nejběžnější jsou tzv. kompresorová, méně běžná jsou tepelná čerpadla absorpční a hybridní.

Princip funkce kompresorového tepelného čerpadla:

Chladivo v sání kompresoru je ve stavu plynném a má určitou teplotu. Zvýšením tlaku par chladiva v kompresoru (energie přivedena z „venčí“ cyklu) se páry ohřejí na teplotu, která je již využitelná. Ohřáté páry chladiva jsou vedeny přes primární stranu tepelného výměníku, ve kterém se průtokem chladicího média protékající sekundární stranou tepelného výměníku odvede tepelná energie v množství potřebném pro kondenzaci par chladiva. Tento tepelný výměník, ve kterém dochází ke změně skupenství chladiva ze skupenství plynné, na skupenství kapalné se nazývá kondenzátor. Z kondenzátoru vystupuje chladivo již v kapalné fázi, ale s tlakem prakticky shodným s tlakem na výstupu z kompresoru. V expanzním ventilu dochází k prudkému snížení tlaku chladiva. Při nízkém tlaku a teplotě ve výparníku odebírají páry chladiva teplo zdroji nízkopotenciálního zdroje tepla, přičemž se chladivo odpařuje. Na výstupu par chladiva z výparníku se jejich energetický obsah zvýšil o teplo odvedené z nízkopotenciálního tepelného zdroje. V dalším cyklu jsou páry chladiva opět stlačeny kompresorem, zahřívají se a v kondenzátoru předávají kondenzační teplo ohřívané látce (obvykle topné vodě nebo vzduchu). Tím se páry chladiva opět ochlazují a zkondenzují. Celý okruh je uzavřen odvodem chladiva do výparníku přes expanzní ventil, který snižuje tlak kapalného chladiva. [24]

Na rozdíl od jiných zařízení pro využití OZE potřebují tepelná čerpadla ke svému provozu ušlechtilou energii dodávanou zvenčí. U nejčastěji používaných kompresorových čerpadel je spotřebovávána energií elektřina, která pohání kompresor, existují však i tepelná čerpadla využívající např. zemní plyn.

Obr. 3 Princip funkce tepelného čerpadla



Zdroj: [www.tepelna-čerpadla.cz](http://www.tepelna-čerpadla.cz)



Běžná tepelná čerpadla obvykle dodají třikrát více tepla, než spotřebují elektřiny. Poměr vyrobené tepelné energie k množství spotřebované hnací energie je tzv. topný faktor. Topný faktor je základní charakteristikou tepelného čerpadla.

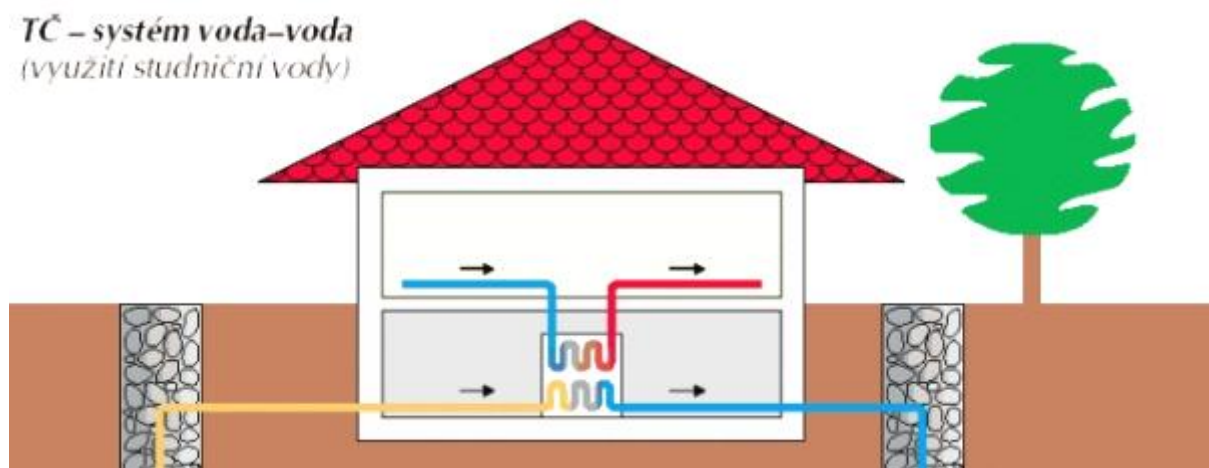
Typické hodnoty topného faktoru se pohybují mezi 2,5 - 4,5. Čím jsou si bližší teplotní úrovně nízkopotenciálního zdroje tepla a topného okruhu, tím je topný faktor vyšší. Z provozního hlediska je tedy nejvýhodnější kombinovat tepelné čerpadlo s nízkoteplotní otopnou soustavou (teplotní spád 55/50 °C), s podlahovým vytápěním (teplotní spád 35/30°C) nebo s jejich kombinací.

Tepelné čerpadlo je možné kombinovat s jakýmkoli dalším zdrojem tepelné energie (například elektrokotlem, plynovým kotlem), který může sloužit jako doplňkový nebo záložní zdroj. [25]

#### 4.5.1 Tepelná čerpadla typu voda-voda.

Tento typ tepelných čerpadel má nejlepší celoroční účinnost. Princip výroby tepla spočívá v odebrání tepla z vody, která se čerpá ze studny a po ochlazení v tepelném čerpadle se vrací do druhé (vsakovací) studny. Studny je vhodné provést jako vrtané, s hloubkou 15 - 25 m. Podmínkou použití tohoto systému jsou příznivé hydrogeologické podmínky v lokalitě a z toho plynoucí dostatečná vydatnost podzemní vody. [25]

Obr. 4 Tepelné čerpadlo voda-voda

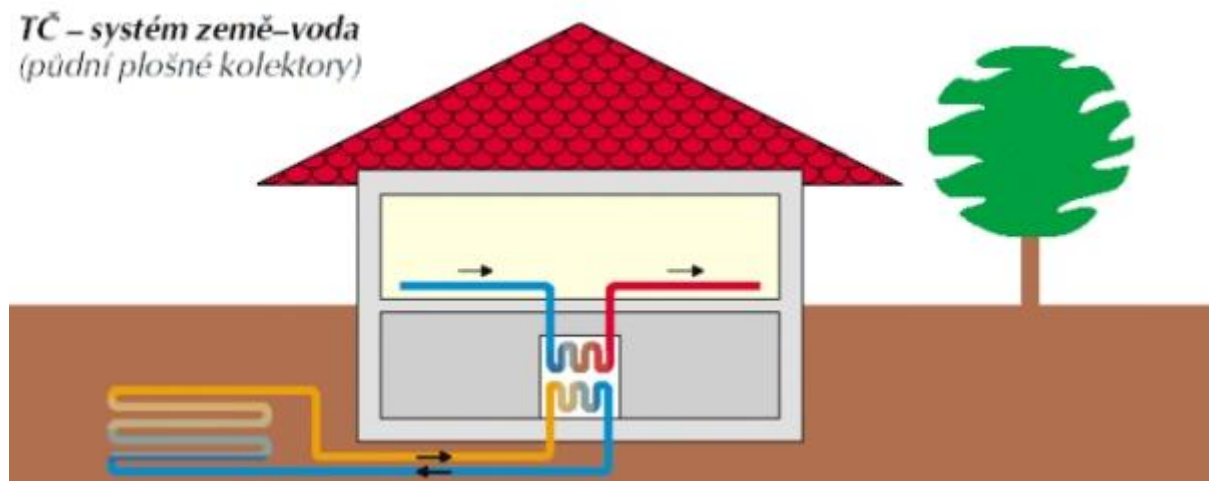


Zdroj: Pražská energetika

#### 4.5.2 Tepelná čerpadla typu země-voda

Zařízení tepelných čerpadel typu země-voda pracují s dobrou účinností po celý rok. Přenos tepla mezi zemí a tepelným čerpadlem zprostředkuje v zemi uložené plastové potrubí, v němž obíhá nemrznoucí kapalina. Toto potrubí se nejčastěji ukládá do vrtu o hloubky 60 - 120 m. Tam, kde je k dispozici dostatečně velký pozemek, existuje levnější varianta - výkopový kolektor. V délce cca 15 m je do hloubky 1,5 - 2 m vyhlouben výkop široký 0,9 m, na jehož dno je uloženo potrubí a poté je opět zasypan. Tento systém je vhodný především u novostaveb a objektů, kde ještě nejsou dokončeny terénní úpravy pozemků v okolí objektu. Výkopové kolektory jsou cca o 50 % levnější než vrty, ale vhodné jsou spíše pro menší instalace. [25]

Obr. 5 Tepelné čerpadlo země-voda



Zdroj: Pražská energetika

#### 4.5.3 Tepelná čerpadla typu vzduch-voda nebo vzduch-vzduch

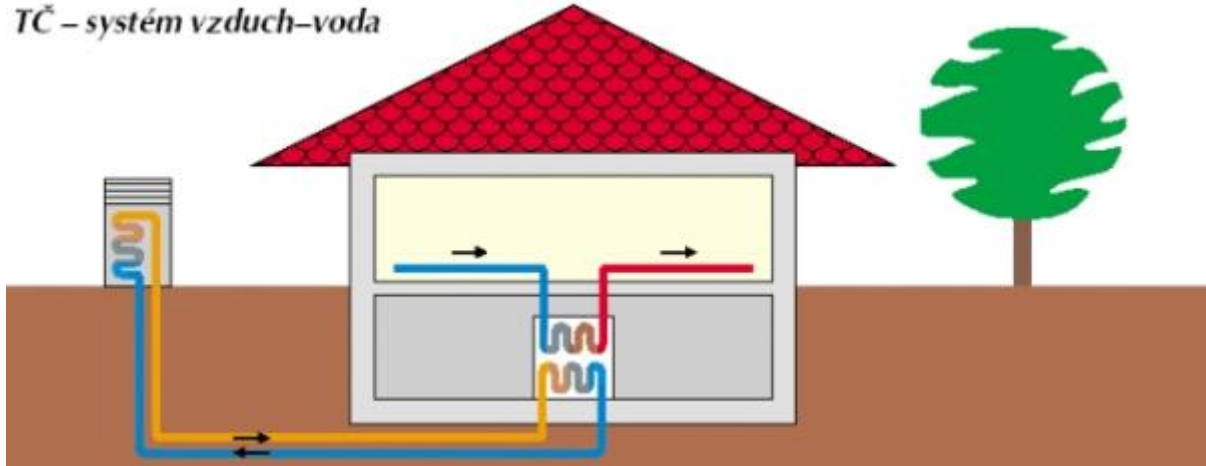
Tento druh tepelných čerpadel odebírá teplo z venkovního vzduchu, případně z vnitřního vzduchu. U systému vzduch-voda se teplo dodané tepelným čerpadlem předává do topné vody. Tento systém je vhodný pro sezónní ohřev bazénové vody nebo pro ohřev teplé užitkové vody (TV), pro vytápění je však obvykle nutné složitější technické řešení, kdy pokles účinnosti v zimních měsících je kompenzován elektrokotlem nebo jiným zdrojem tepla.

Některé typy tepelných čerpadel nabízených v posledních letech jsou však použitelné i při záporných teplotách venkovního vzduchu. U systému vzduch-vzduch se teplo předává přímo

do vnitřního vzduchu místnosti. Výhodou u tohoto systému je skutečnost, že v letním období můžeme objekt reverzním chodem chladit-klimatizovat. [25]

Obr. 6 Tepelné čerpadlo vzduch-voda

*TC – systém vzduch–voda*



Zdroj: Pražská energetika

## 4.6 Energie biomasy

Biomasa je hmota organického původu. V souvislosti s energetikou a využitím energie biomasy je využívána k výrobě tepla spalováním. Nejvíce je využíváno dřevo v různých modifikacích - kusové dřevo, upravovaná dřevní hmota a dřevní odpad ve formě dřevěných briket, pelet, peletek. V menší míře je využívána i sláma a jiné zemědělské zbytky. Rozlišujeme biomasu "suchou" (např. dřevo) a "mokrou" (např. tzv. kejda - tekuté a pevné výkaly hospodářských zvířat promísené s vodou). Základní technologie zpracování se dělí na suché procesy (termochemická přeměna) jako je spalování, zplyňování a pyrolýza a procesy mokré (biochemická přeměna), které zahrnují anaerobní vyhnívání (metanové kvašení), lihové kvašení a výrobu biovodíku. Zvláštní podskupinu potom tvoří lisování olejů a jejich následná úprava, což je v podstatě mechanicko-chemická přeměna (např. výroba bionafty a přírodních maziv). [27]

### 4.6.1 Využívání biomasy spalováním a zplyňováním

Ze suché biomasy se působením vysokých teplot uvolňují hořlavé plynné složky, tzv. dřevoplyn. Jestliže je přítomen vzduch, dojde k hoření, tj. jde o prosté spalování. Pokud jde o zahřívání bez přístupu vzduchu, odvádí se vzniklý dřevoplyn do spalovacího prostoru, kde se

spaluje obdobně jako jiná plynná paliva. Část vzniklého tepla je použita na zplyňování další biomasy. Výhodou je snadná regulace výkonu, nižší emise, vyšší účinnost. Zařízení se zplyňováním biomasy se používají stále více. Na první pohled se neliší od běžných spalovacích zařízení.

Biomasa je velmi složité palivo, protože podíl částí zplyňovaných při spalování je velmi vysoký (u dřeva je 70 %, u slámy 80 %). Vzniklé plyny mají různé spalovací teploty. Proto se také stává, že ve skutečnosti hoří jenom část paliva. Podmínkou dokonalého spalování je vysoká teplota, účinné směšování se vzduchem a dostatek prostoru pro to, aby všechny plyny dobře shořely a nestávalo se, že budou hořet až v komíně.[28]

#### **4.6.2 Výhřevnost biomasy**

Výhřevnost dřeva a dalších rostlinných paliv kolísá nejen podle druhu dřeva či rostliny, ale navíc i s vlhkostí, na kterou jsou tato paliva citlivější. Dřevní hmota při přirozeném provětrávání pod střechou sníží svůj obsah vody na 20 % za jeden rok, řepková sláma za stejných podmínek na 13 %.

Obsah energie v 1 kg dřeva s nulovým obsahem vody je asi 5,2 kWh. V praxi však nelze dřevo vysušit úplně, zbytkový obsah vody je asi 20 % hmotnosti suchého dřeva. Protože se při spalovacím procesu část energie spotřebuje na vypaření této vody, je nutné počítat s energetickým obsahem 4,3 až 4,5 kWh na 1 kg dřeva.[27]

#### **4.6.3 Spalovací zařízení biomasy**

Biomasa (nejčastěji ve formě dřevní štěpky) se ve velkém spaluje v klasických elektrárnách ve fluidních kotlích s cirkulací spalin spolu s energetickým uhlím. Pro průmyslové aplikace nebo systémy centrálního zásobování teplem se používají kotle nad 100 kW spalující také dřevní štěpku nebo balíky slámy. Často jsou vybaveny automatickým příkládáním paliva a dokážou spalovat i méně kvalitní a vlhčí biomasu. Někdy tato zařízení využívají kombinovanou výrobu tepla a elektřiny (kogenerace).[29]

Kotle pro rodinné domky pracují obvykle tak, že se palivo nejprve zplyňuje a teprve potom se plyn spaluje. Takový systém umožňuje velmi dobrou regulaci srovnatelnou s plynovými kotli. Kotle spalují nejčastěji polenové dříví či pilinové brikety, někdy v kombinaci se dřevní

štěpkou nebo dřevním odpadem. V současnosti si získávají oblibu lisované pilinové pelety, které umožňují bezobslužný provoz kotle a komfortní dopravu a skladování.

Dřevo se dále spaluje i v cihlových pecích, kachlových nebo kovových kamnech. Výhodou kamen je, že se rychle rozežhřejí. Jejich účinnost závisí na konstrukci i na uživateli. Některá moderní kamna mají také vestavěnou topnou vložku, takže pracují zároveň i jako kotel ústředního vytápění.

Vzhledem k tomu, že CO<sub>2</sub> uvolněný při spalování organické hmoty, je znovu absorbován při růstu rostlin, nelze v tomto směru hovořit o problému s emisemi. Ve dřevě není síra, stopy síry jsou ve slámě - asi 0,1 % v porovnání s minimálně 2 % v hnědém uhlí.[27]

## **4.7 Bioplyn**

Při rozkladu organických látek (hnůj, zelené rostliny, kal z čističek) v uzavřených nádržích bez přístupu kyslíku vzniká bioplyn. Ze zemědělských odpadů se v největší míře energeticky využívá kejda, případně i slamnatý hnůj, sláma, zbytky travin, stonky kukuřice, bramborová nať a další. Tímto způsobem je možné zpracovávat také slámu, piliny a jiný odpad, proces je však pomalejší.

V bioplynovém zařízení se biomasa zahřívá na provozní teplotu ve vzduchotěsném reaktoru. Obvyklá teplota je pro mezofilní bakterie 37 až 43 °C, pro termofilní 50 až 60°C. Princip vyvíjení bioplynu je velmi jednoduchý, protože je však nutné dodržovat bezpečnostní normy, zařízení se stávají složitými a tudíž dražšími. Větší bioplynové stanice jsou ekonomicky rentabilnější než malé jednotky, stále však zůstává problém laciného využití velkého množství odpadního tepla (zejména v létě).[27]

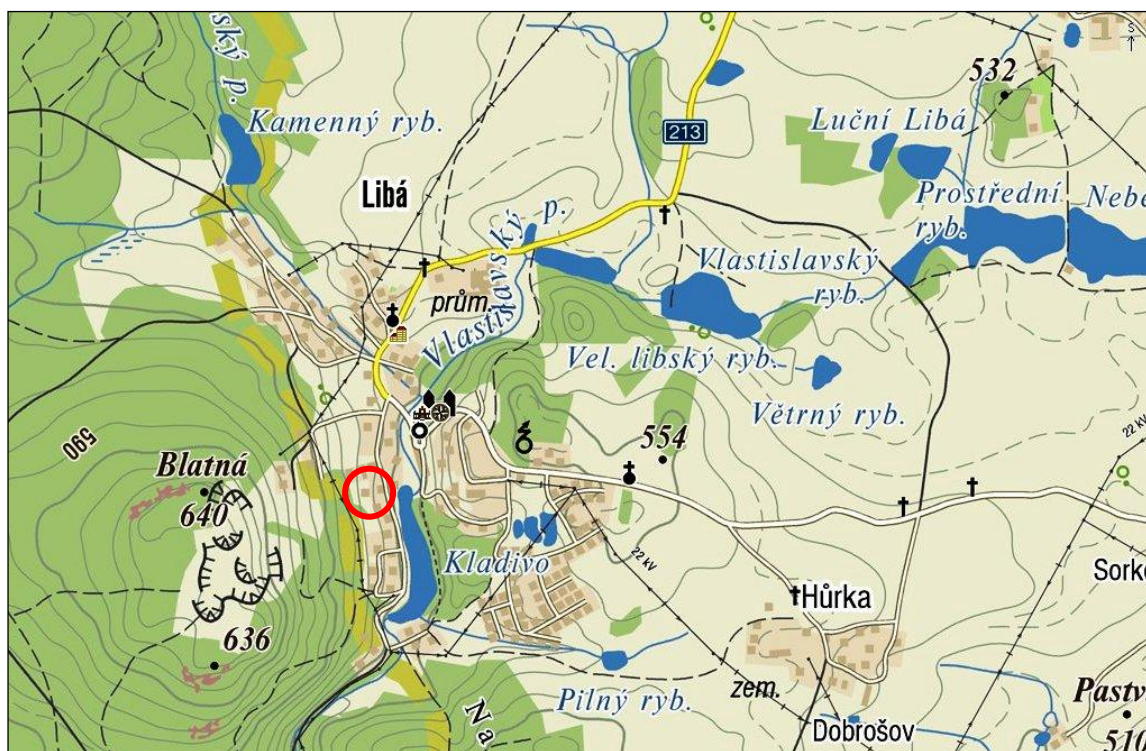
## 5 Realizace projektu na vytápění objektu k bydlení dřevními peletami

### 5.1 Poloha a popis posuzovaného objektu

Posuzovaný objekt je samostatně stojící budova v obci Libá u Chebu. Obec Libá leží v Karlovarském kraji, na samé hranici ČR s SRN, 15 km od Chebu, západně od města Františkovy Lázně .na komunikaci č. 213.

Stavba je umístěna v mírně svažitém terénu s orientací podélné osy ve směru sever – jih v nadmořské výšce 508 metrů. Poloha domu je zakreslena v mapce.

Obr.č.7: Mapa s vyznačením posuzované stavby



Zdroj: [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)

Posuzovaný objekt je starší zděný rodinný dům se třemi nadzemními a jedním podzemním podlažím (stavba z roku 1934) obdélníkového půdorysu má celkovou podlahovou plochu vytápěných místností 112,86 m<sup>2</sup>. Třetí nadzemní podlaží je tvořeno podkrovím.

V následující tabulce je uveden účel užívání jednotlivých místností a jejich podlahová plocha.<sup>1</sup>

Tabulka č. 1: Podlahové plochy domu

Pořadové číslo	Podlaží	Název místnosti	Podlahová plocha v m <sup>2</sup>
1.	PP	dílna	nezapočítává se
2.	PP	koupelna	12,4
3.	I.NP	obývací pokoj č. 1	18,15
4.	I.NP	kuchyň	12,4
5.	I.NP	WC	1,44
6.	I.NP	zádveří	3,84
7.	II.NP	obývací pokoj č. 2	18,15
8.	II.NP	ložnice	12,4
9.	II.NP	WC	1,44
10.	II.NP	technická místnost	3,84
11.	III.NP	podkrovní místnost č. 1	nezapočítává se
12.	III.NP	podkrovní pokoj č. 2	nezapočítává se
13.	I.-III.NP	chodby a schodiště	28,8
<b>Celková podlahová součet</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>A<sub>f</sub></b>	<b>112,86</b>
<b>Objem vytápěného prostoru</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>V<sub>i</sub></b>	<b>215,6</b>

Zdroj: vlastní měření

<sup>1</sup> Termín „podlahová plocha“ má v českém právním řádu několik významů. Vždy je proto nutné uvádět, ve smyslu kterého předpisu se podlahová plocha uvádí. V daném případě odpovídá termín „celková podlahová plocha“ definici uvedené v zákoně 406/2006 Sb. v platném znění, §2, písm. p. Tato definice odpovídá také bilančním metodám hodnocení podle ČSN EN ISO 13 790.

Termín „objem vytápěného prostoru“ vyjadřuje objem vzduchu, který je nutné větráním vyměnit.

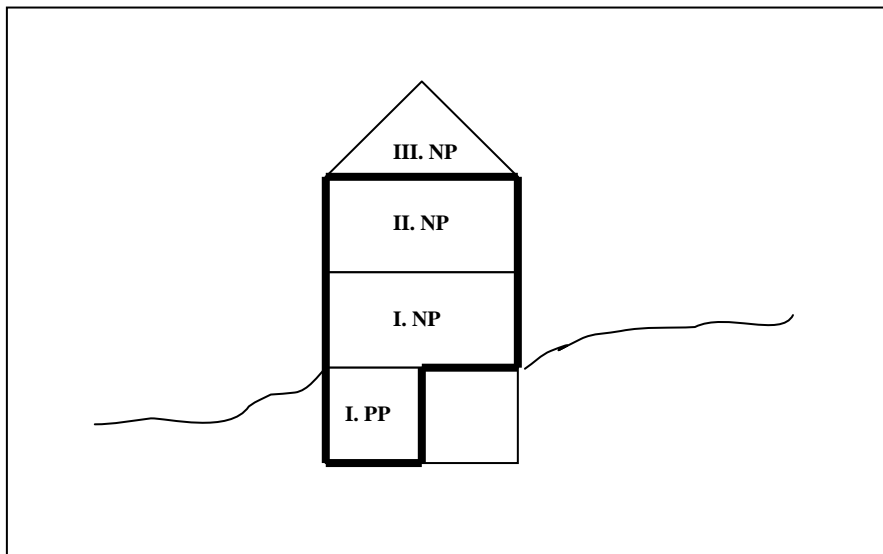
## 5.2 Složení stavebních konstrukcí

Stavební konstrukce, které oddělují vytápěné prostory domu od nevytápěných prostor nebo od venkovního prostředí vytvářejí tzv. obálku budovy na systémové hranici budovy.

Definice je převzata z vyhl. č. 148/2007 Sb. o energetické náročnosti budov v platném znění, § 2, písm. h) a l).

Systémová hranice posuzovaného domu je znázorněna na následujícím obrázku.

Obr. č. 8: Schématický náčrt objektu s vyznačením systémové hranice



Zdroj: vlastní náčrtek

Konstrukce na systémové hranici objektu jsou v obrázku vyznačeny silnou čarou.

Hlavní nosný systém (svislé obvodové stěny) je tvořen plným cihelným zdivem. Obvodové stěny domu v I. PP jsou 90cm silné, obložené žulovými kamennými obklady, zdivo ostatních nadzemních podlaží je silné 45 cm. Svislé obvodové zdivo je opatřeno z vnější strany kontaktním zateplovacím systémem na bázi polystyrénových desek EPS 70 F v síle 12 cm opatřených stěrkou, výztužnou mřížkou a ušlechtilou omítkou. Z vnitřní strany je zdivo omítnuto vápenocementovou omítkou.

### Podlaha na zemině v I. PP

Na podloží je pískový násep opatřený betonovou mazaninou, na které je hydroizolační vrstva. Tepelná izolace je provedena škvárovým zásypem krytým betonovou mazaninou.



**Stropní konstrukce nad I. PP** je z keramických tvarovek Hurdis tepelně izolovaný škvárovým zásypem krytým betonovou mazaninou.

**Strop nad II. NP** je dřevěný, trámový s vloženou tepelnou izolací z minerální vaty mezi stropními trámy. Pochozí vrstva je tvořena prkenným záklopem, ze spodní strany je strop bedněný prkny opatřenými rákosem a vnitřní omítkou.

**Střecha domu** je valbová s dřevěnými krovy krytá eternitovými šablonami.

**Okna** jsou zasklena termoizolačním dvojsklem zaskleným do pětikomorových plastových rámců.

**Dveře do venkovního prostředí** jsou plastové s tepelnou izolací.

**Tepelně technické parametry konstrukcí na systémové hranici** budovy stanovil autor výpočtu potřeby tepla v zadání do výpočtového programu. Pro potřeby této práce jsou využity pouze výstupy z tohoto programu, vlastní výpočet není předmětem této práce.[30]

### 5.3 Další informace o objektu

Rodinný dům je napojen na obecní vodovod i kanalizaci. Elektrická energie je odebírána z veřejné rozvodné sítě o napětí 3x 0,4V. Hodnota hlavního jističe na přívodu je 32A. Měření spotřeby elektrické energie je zajištěno jedním elektroměrem, který měří veškerou spotřebu elektrické energie. Rozdělení spotřeby elektrické energie na jednotlivé spotřebiče (osvětlení, vytápění, provoz domácích spotřebičů, příprava teplé vody apod.) není prakticky možné, veškerá spotřeba elektrické energie je měřena společně.

**Do roku 2009** bylo zajištěno vytápění v objektu přímotopnými elektrickými panelovými tělesy o celkovém příkonu 15 kW. Ohřev teplé vody byl řešen elektrickým bojlerem o objemu 160 l.

**V roce 2009** byly elektrické přímotopy nahrazeny teplovodním otopným systémem, zdrojem tepla pro vytápění a ohřev teplé vody je nyní teplovodní kotel na spalování dřevěných pelet značky Benekov R 25 doplněný elektrickým zásobníkovým ohřevačem o objemu 160 l. Vytápění ohřevače vody je kombinované s možností ohřevu vody buď topnou vodou z kotle (zimní provoz) nebo zabudovaným elektrickým topným tělesem (letní provoz).

#### 5.3.1 Vytápění objektu

Srovnávané varianty vytápění domu vycházejí shodně z těchto předpokladů:

- vytápěné prostory domu jsou vytápěny nepřetržitě na vnitřní teplotu  $\theta_i = 20^\circ\text{C}$

- vytápěné prostory domu jsou nepřetržitě větrány. Výměna vzduchu větráním je stanovena podle TNI 73 0329
- klimatické podmínky jsou stanoveny podle TNI 73 0329 [31]

### **Otopná soustava**

Otopná soustava je běžná teplovodní dvoutrubková s nuceným oběhem, s teplotním spádem 70/60 °C. Na otopnou soustavu jsou napojena ocelová desková otopná tělesa typu Radik se spodním připojením bez termoregulačních ventilů.

### **5.3.2 Větrání**

Větrání obytné části objektu je zajištěno přirozeně a je závislé přímo na uživatelích objektu. Pouze větrání kuchyně je zajištěno přirozeně i nuceně pomocí odtahového ventilátoru, resp. přímého odvodu par pomocí digestoře.

## **5.4 Popis variant vytápění a přípravy TV**

### **5.4.1 Varianta 1 – elektrické vytápění a příprava TV**

**Vytápění domu** je řešeno přímotopnými elektrickými tělesy umístěnými v jednotlivých místnostech o příkonu od 1000W do 2000W s ruční regulací výkonu topidla. Výkon jednotlivých topidel je nastaven tak, aby byla trvale po dobu otopného období dodržena teplota vzduchu uvnitř vytápěné části domu na hodnotě  $\theta_{i} = 20^{\circ}\text{C}$ .

**Teplá voda** je připravována v elektricky vytápěném zásobníkovém ohřivači o objemu 160 litrů, teplá voda je připravována pro tři osoby.

### **5.4.2 Varianta 2 – teplovodní vytápění s kotlem na dřevěné pelety, kombinovaný ohřev vody**

**Vytápění domu** je řešeno teplovodní otopnou soustavou s deskovými otopnými tělesy bez termoregulačních ventilů. Otopná voda je ohřívána teplovodním kotlem na spalování dřevěných pelet. Dodávka tepla je řízena tak, aby byla po dobu otopného období trvale dodržena teplota vzduchu uvnitř vytápěné části domu na hodnotě  $\theta_{i} = 20^{\circ}\text{C}$ .

**Teplá voda** je připravována v zásobníkovém ohřivači o objemu 160 litrů. Ohřev vody je v zimním období zajišťován topnou vodou z kotle, v letním období elektrickým topným tělesem.

## 5.5 Detailní popis varianty 2-vytápění peletami

Ve srovnání s variantou 1 je varianta 2 technologicky složitější. Proto je této variantě věnována další část této práce.

### 5.5.1 Teplovodní automatický kotel

Do místnosti označené pořadovým číslem 1 byl instalován teplovodní kotel Benešov R25 se zásobníkem paliva. Základní technické parametry kotle jsou uvedeny na jeho výrobním štítku.

Tabulka č. 6 : Ostatní parametry kotle dle údajů výrobce

Typ kotle		BENEKOV R15	BENEKOV R25	BENEKOV R50
Jmenovitý výkon	kW	13	24	44
Regulovatelný výkon	kW	4 – 13	7 – 24	13 – 44
Spotřeba paliva	kg . h <sup>-1</sup>	0,9 – 2,9	1,5 – 5,3	2,9 – 10,1
Doba hoření při jmenovitém výkonu a plném zásobníku	h	66	36	29
Teplota spalin				
- při jmenovitém výkonu	°C	160	155	141
- při minimálním výkonu	°C	90	85	80
Účinnost	%	91,4	92,7	92,3
Hmotnostní průtok spalin na výstupu				
- při jmenovitém výkonu	kg . s <sup>-1</sup>	0,008	0,016	0,024
- při minimálním výkonu	kg . s <sup>-1</sup>	0,004	0,006	0,011

Zdroj: Návod na instalaci a obsluhu kotlů BENEKOV R25

Hodnoty uvedené v předcházející tabulce jsou stanoveny při podmínkách, které jsou přesně definovány v předpisu pro zkoušení kotlů. Lze tedy předpokládat, že se skutečné provozní hodnoty budou lišit od tabulkových hodnot. Pro další úvahy budu používat hodnotu účinnosti spalování  $\eta_k$  v kotli ve výši  $\eta_k = 89 \%$ . [32]

### 5.5.2 Palivo, příkládání paliva

Těleso kotle je spojeno se zásobníkem paliva. Příkládání paliva do spalovací komory kotle je pomocí šnekového dopravníku, který dopravuje palivo ze zásobníku do hořáku kotle. Pohon

příkladače paliva a tím i výkon kotle je řízen kotlovou regulací. Přikládání paliva je samočinné v závislosti na provozních podmínkách kotle.

### **5.5.3 Řízení tepelného výkonu kotle**

Tepelný výkon kotle se řídí množstvím přikládaného paliva a přísunem spalovacího vzduchu.

Množství spalovacího vzduchu se řídí dmýchacím ventilátorem s proměnnými otáčkami.

Kotel je vybaven tzv. lambda sondou, která reguluje chod dmýchacího ventilátoru tak, aby byl zajištěn přebytek spalovacího vzduchu potřebný pro dokonalé spálení paliva.

#### **Řízení teploty vody na výstupu z kotle**

Teplota vody na výstupu z kotle (kotlový okruh) je udržována kotlovou regulací na zvolené konstantní hodnotě.

#### **Řídicí jednotka kotle**

Na čelním panelu kotle je umístěna elektronická řídicí jednotka (regulátor kotle) dodávaná pod označením TM 3007. Tato jednotka zabezpečuje následující funkce:

- řízení teploty kotlové vody
- řízení množství spalovacího vzduchu
- řízení výkonu kotle ve dvou stupních – normální provoz (udržuje požadovanou teplotu kotlové vody), tlumený provoz (snižuje teplotu kotlové vody proti požadované hodnotě o zadanou hodnotu)

#### **Vytápění - otopná soustava**

Otopná soustava je dvoutrubková a je osazena deskovými radiátory bez termoregulačních ventilů. Je provozována s konstantním, nuceným průtokem otopné vody. Výkon jednotlivých topných těles je řízen čistě kvalitativně, tj. pouze změnou teploty vody na vstupu do radiátorů.

#### **Řízení teploty na vstupu do otopné vody**

Teplota otopné vody (tj. teplota vody na vstupu do otopného systému) je řízena směřováním vody kotlového okruhu s vratnou vodou z otopného systému. Směšovací poměr je nastavován třífázovým směšovacím ventilem s elektrickým pohonem. Ve skříni pohonu směšovacího ventilu je umístěn regulátor pro řízení směšovacího poměru.

Zařízení je dodáváno pod obchodním označením Komextherm RVT 06.2D.

Teplota otopné vody již není konstantní, je řízena ekvitermně. Každé teplotě venkovního vzduchu  $\theta_e$  snímané venkovním teplotním čidlem je přiřazena konkrétní teploty vody do

otopného systému. Závislost mezi teplotou otopné vody a teplotou venkovního vzduchu je řízena podle tzv. ekvitermních křivek, které jsou volitelné.

### **Řízení teploty vzduchu v referenční místnosti domu**

V referenční místnosti domu je umístěn programovatelný prostorový termostat. Ve skřínce termostatu je umístěno teplotní čidlo, které snímá teplotu vzduchu v místnosti, kde je termostat instalován. Termostat je zároveň vybaven hodinami a sledovačem dnů v týdnu.

Pro každý den v týdnu lze naprogramovat s hodinovým krokem dvě teploty vzduchu, které mají být v místnosti udržovány.

Vyšší požadovaná teplota je nazývána zpravidla komfortní teplotou, nižší teplota pak teplotou tlumenou. Podle toho, zda je skutečná teplota vzduchu v referenční místnosti vyšší, nebo nižší než její požadovaná hodnota, je spínán kontakt relé na výstupu ze skříňky termostatu. Impuls od tohoto relé je zaveden na svorky regulátoru Komextherm RVT 06.2D, který mění směšovací poměr ve dvou stupních – komfortní teplota stanovená podle nastavené ekvitermní křivky nebo snížená teplota stanovená podle ekvitermní křivky pro tlumený provoz.

### **Řízení průtoku vody otopnou soustavou**

Otopná soustava domu pracuje s konstantním průtokem topné vody (na topných tělesech nejsou osazeny termoregulační ventily). Průtok topné vody je nucený, je zajištěn pomocí odstředivého cirkulačního čerpadla Wilo RS 25/4-3 se třemi stupni ručně přepínatelných otáček. Příslušné otáčky jsou zvoleny tak, aby byly pokryty tlakové ztráty vznikající průtokem vody v jednotlivých větvích otopného systému.

## **5.5.4 Příprava teplé vody**

Teplá voda je připravována v zásobníkovém ohříváku o obsahu vody 160 litrů s možností kombinovaného ohřevu.

### **Ohřev vody topnou vodou z kotle**

Teplovodní topné těleso je napojeno jako protiproud na potrubí vody kotlového okruhu. Voda na výstupu z kotle je zavedena do horní části tepelného výměníku ohříváku teplé vody vnořeného do akumulární nádoby. Ochlazená kotlová voda se vrací zpět do kotle. Cirkulaci topné vody v tomto okruhu zajišťuje tzv. nabíjecí čerpadlo. Je to odstředivé čerpadlo, jehož provoz je řízen v závislosti na teplotě ohřívání pitné vody. Teplotní čidlo umístěné v zásobníku teplé vody snímá její teplotu. Pokud je teplota ohřívání pitné vody nižší, než její požadovaná hodnota, uvede se do provozu nabíjecí čerpadlo.

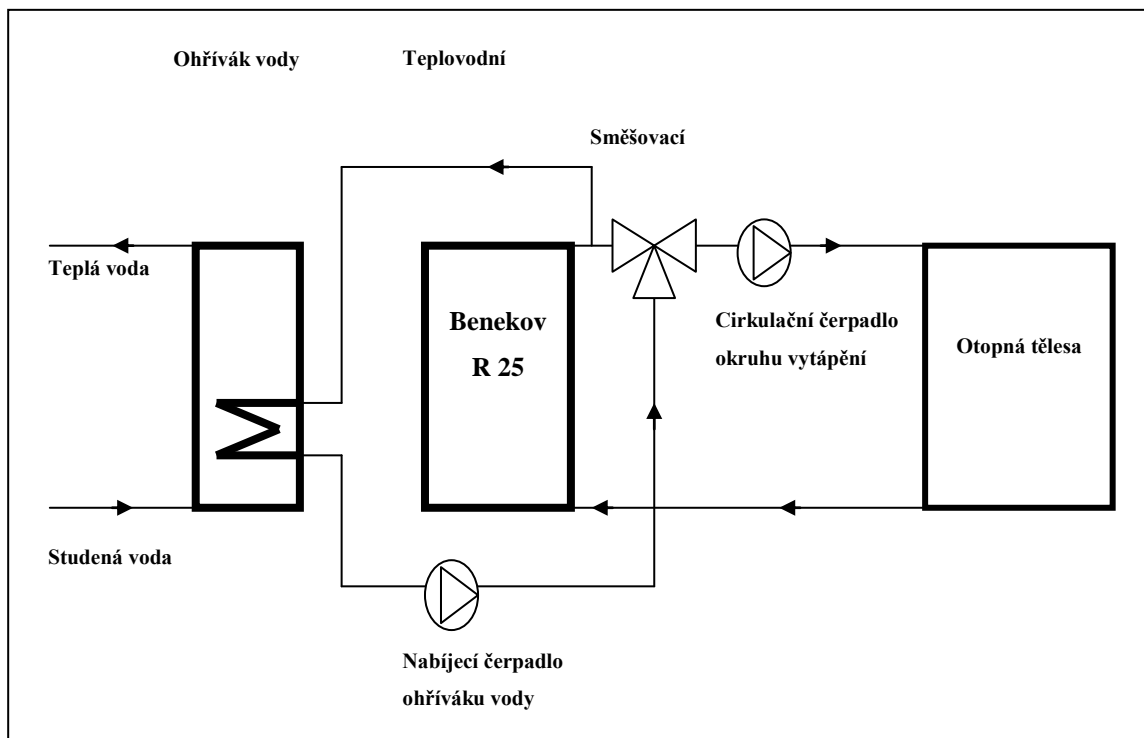
Po dosažení maximální přípustné teploty vody v zásobníku (max. 60°C) se čerpadlo vypne a přeruší se další ohřev pitné vody.

### Ohřev vody elektrickým topným tělesem

V nádobě ohříváku vody je umístěno elektrické topné těleso. Pokud má být ohřev vody zajištěn pomocí elektrického ohřevu, musí být nabíjecí čerpadlo mimo provoz. Termostat, který snímá teplotu vody v akumulacní nádobě, zapíná a vypíná elektrické topné těleso. Účinnost přeměny elektrické energie na teplo a jeho přestup do ohříváné vody probíhá s účinností  $\eta_{el} = 98 \%$ .

### Schéma zapojení:

Obr. č. 10: Schéma zapojení teplovodního systému



Zdroj: vlastní náčrtek

## 5.6 Stanovení vstupů pro porovnání jednotlivých variant

### 5.6.1 Spotřeba energie na vytápění

Při použití výpočtových vztahů a dalších podmínek uvedených v této práci lze stanovit potřebu tepla na vytápění. Vydělením hodnoty potřeby tepla účinností kotle pak získáme údaj o množství energie na vstupu do energetického systému (spotřeba elektřiny, množství tepla ve spáleném palivu).

## 5.6.2 Vstupní data pro výpočet spotřeby energie na vytápění

Vstupní data do výpočtu potřeby tepla na vytápění jsou převzata z formuláře „ Výpočet potřeby a měrné potřeby tepla pro vytápění podle ČSN EN ISO 13790“.

Tabulka č. 7 :Vstupní data měsíční bilance potřeby tepla na vytápění

<b>Veličina</b>	<b>Současný stav</b>
Teplota vzduchu po ukončení vytápění	dle výpočtu
Teplota vzduchu ve vytápěné části domu $\Theta$ (°C)	20
Počet osob	3
Počet bytů	1
<b>Tepelné zisky z vnitřních zdrojů</b>	
Metabolické teplo ( W/os)	70
Metabolické teplo celkem (W)	210
Stálá produkce tepla (W/byt)	100
Stálá produkce tepla celkem (W)	100
Celkový zisk z vnitřních zdrojů $Q_{int}$ (W)	310
<b>Solární tepelné zisky</b>	
Solární tepelný zisk $Q_{sol}$ (kWh/měs.)	dle výpočtu
<b>Tepelné ztráty</b>	
Měrná tepelná ztráta větráním $H_{ve}$ (W/K)	26,93
Měrná ztráta prostupem tepla $H_{\pi}$ (W/K)	207,90

Zdroj: vlastní výpočty

Údaje uváděné v dalších tabulkách jsou převzaty z výpočtu potřeby tepla a měrné potřeby tepla [30]. Na rozdíl od výpočtu uvedeného v citované TNI jsou tepelný zisky a potřeba tepla pro přípravu teplé vody stanoveny pro skutečný počet obyvatel domu tj. pro tři osoby.

Tabulka č. 8: Měsíční hodnoty solárních zisků

Měsíc	leden	únor	březen	duběn	květen	září	říjen	listopad	prosinec	rok
Počet dní	31	28	31	30	31	30	31	30	31	365
Solární tepelný zisk $Q_{sol}$ (kWh/měs.)	260,9	337,6	551,5	704,9	856,7	635,9	455,5	210,8	163,8	6663
Průměrný denní solární zisk $Q_{sol,d}$ (kWh/den)	8	12	18	23	28	21	15	7	5	x

Zdroj: ČSN EN ISO 13 790

### 5.6.3 Stanovení potřeby tepla pro vytápění domu

Pro stanovení potřeby tepla na vytápění je potřeba znát délku otopného období. Předpokládá se, že v měsících leden až duben a říjen až listopad je dům vytápěn plný počet dní v těchto měsících. Počet topných dnů v okrajových měsících otopného období (květen, září) je potřeba stanovit. Počátek vytápění je dán okamžikem, kdy jsou tepelné ztráty domu větší, nebo rovný tepelným ziskům. Vytápění se ukončí, pokud jsou tepelné ztráty menší než tepelné zisky.

Tabulka č.9: Počet otopných dnů

Počet dnů vytápění v okrajových měsících otopného období		
Měsíc	květen	září
Teplota venkovního vzduchu $\theta_e$ (°C)	14,6	13,8
Teplota vzduchu uvnitř objektu $\theta_i$ (°C)	20,0	20,0
Účinnost využití tepelných zisků $\eta_{H,gn}$	0,8	0,8
Průměrný celkový denní tepelný zisk $Q_{gn}$	1461,5	883,2
Měrná tepelná ztráta objektu $H=H_t+H_v$ (W/K)	234,8	234,8
Denní počet hodin	24	24
Teplota zániku transmise tepla $t_{zt}$ (°C)	15,02	16,99
<b>Reálný počet topných dnů</b>	<b>17</b>	<b>30</b>

Zdroj: ČSN EN ISO 13 790



Tabulka č. 10: Výpočet délky otopného období

<b>Výpočet délky otopného období</b>		
Okrajový měsíc otopného období	květen	září
Průměrný denní solární zisk $Q_{sol,d}$ (Wh)	1151	883,17
Průměrný denní tepelný zisk $Q_{i,d}$ (Wh)	310,0	0,00
Celkový denní tepelný zisk $Q_{gn,d}$ (Wh)	1464,46	883,17

Zdroj: ČSN EN ISO 13 790

Následující tabulka zachycuje postupný výpočet potřeby tepla na vytápění s měsíčním krokem.

Tabulka č.11: Tepelná bilance vytápění

<b>Měsíc</b>	<b>leden</b>	<b>únor</b>	<b>březen</b>	<b>duben</b>	<b>květen</b>	<b>září</b>	<b>říjen</b>	<b>listopad</b>	<b>prosinec</b>	<b>rok</b>
Počet dní	31	28	31	30	31	30	31	30	31	365
Teplota vzduchu (°C)	-1,0	1,0	4,0	9,0	14,6	13,8	9,4	4,0	-0,5	9,0
Počet dní vytápění	31	28	31	30	17	30	31	30	31	259
Ztráta $Q_{ir}$ prostupem (kWh/měs)	3248,2	2664,5	2474,8	1646,6	465,0	928,1	1639,6	2395,0	3170,9	18623
Ztráta $Q_u$ větráním (kWh/měs.)	420,8	343,8	320,6	213,3	60,20	120,2	212,4	310,2	410,7	2412
Celková tepelná ztráta domu $Q$ (kWh/měs)	3669,0	2998,3	2795,4	1859,9	525,2	1048,3	1852,0	2705,2	3581,6	21035
Solární tepelný zisk $Q_{sol}$ (kWh/měs)	332,7	393,8	615,8	749,9	836,2	718,9	555,3	252,7	196,0	7068
Tepelný zisk z vnitřních zdrojů $Q_{int}$ (kWh/měs)	230,6	208,3	230,6	223,2	128,4	223,2	230,6	223,2	230,6	1929
Celkový tepelný zisk $Q_g$ (kWh/měs)	563,3	602,1	846,2	973,1	954,6	942,1	785,9	475,9	426,6	8997
$\gamma$ -poměr tepelných zisků a ztrát	0,154	0,201	0,303	0,523	1,837	0,899	0,424	0,176	0,119	x

$\eta_{Hht}$ -stupeň využití tepelných zisků	0,999	0,996	0,981	0,894	0,079	0,456	0,954	0,997	0,999	x
Využitelné tepelné zisky $\eta_{Hht} \times Q_{Hgn}$ (kWh(měs))	563	600	830	870	76	430	750	475	426	5018
<b>Potřeba tepla na vytápění (kWh/měs)</b>	<b>3106</b>	<b>2399</b>	<b>1965</b>	<b>990</b>	<b>449</b>	<b>619</b>	<b>1102</b>	<b>2231</b>	<b>3155</b>	<b>16016</b>

Zdroj: vlastní výpočet

**Délka otopného období** (počet dní vytápění) je **259 dní**. V tuto dobu lze také využívat teplo vyrobené v kotli pro přípravu teplé vody.

**Roční potřeba tepla na vytápění domu činí 16 016 kWh.**

Spotřeba energie na vytápění v jednotlivých variantách je vyšší vlivem účinnosti přeměn v technickém systému domu.

**Roční spotřeba energie pro vytápění domu v jednotlivých variantách**

Ve spotřebě energie na vytápění je již zahrnut vliv účinností energetických přeměn v jednotlivých variantách. Hodnoty jsou uvedeny v následující tabulce:

Tabulka č. 12: Roční spotřeba energie dle účinnosti zdroje

Parametr	Nosič energie (zdroj)	
	Varianta 1 - elektřina	Varianta 2-dřevní pelety
Účinnost technického systému pro vytápění v %	98	89
Roční potřeba tepla pro vytápění (kWh)	16 016	16 016
Roční potřeba energie pro vytápění (kWh)	16 343	17 996

Zdroj: vlastní výpočet a technická dokumentace zařízení

## 5.7 Stanovení potřeby tepla pro přípravu teplé vody

Teplo potřebné pro přípravu teplé vody pro tři osoby je stanoveno pro oba způsoby ohřevu

- ohřev elektrickým topným tělesem po dobu 365 dní v roce – varianta 1

- ohřev kotlovou vodou po dobu 259 v roce, po zbylou část roku tj. 106 dní je voda ohřívána elektrickým topným tělesem – varianta 2

Výsledky výpočtu jsou sestaveny do tabulky.

Tabulka č. 13: Vstupní data pro výpočet potřeby tepla na přípravu teplé vody

Veličina	Hodnota	Jednotka
Počet osob	3	x
Denní měrná dávka vody $V_{TV/den.os}$	60	l/os/den
Celková denní dávka vody $V_{TV/den}$	0,18	m <sup>3</sup> /den
Součinitel ztrát $z$	0,15	x
Celkový počet dnů přípravy TV	365	den
Počet dnů ohřevu vody kotlem	259	den
Počet dnů ohřevu vody elektřinou	106	den
Měrná hustota vody $\rho$	1000,0	kg/m <sup>3</sup>
Měrná tepelná kapacita vody $c$	4186,0	J/kg.K
Teplota studené vody $t_{TV}$	15,0	(°C)
Teplota ohřáté vody $t_{TV}$	60,0	(°C)

Zdroj: TV TNI-73 0302

Tabulka č. 14 : Potřeba tepla pro ohřev vody

Způsob ohřevu teplé vody	Potřeba tepla za rok v kWh	Účinnost ohřevu %	Spotřeba energie na ohřev vody v kWh/rok
Varianta 1- celoroční ohřev elektřinou	3953	98	4034
Varianta 2- ohřev vody v kotli	2805	89	3152
Varianta 2 – ohřev vody elektřinou	1148	89	1172
Varianta 2- roční hodnoty	3953	91	4324

Zdroj: vlastní výpočty

## 5.8 Celková spotřeba energie v porovnávaných variantách

Celkovou spotřebu energií každé z variant tvoří součet spotřeby energie na vytápění a spotřeby energie na přípravu teplé vody. Rozdíl ve spotřebě energií je dán rozdílnými účinnostmi energetických přeměn v jednotlivých zařízeních.

Tabulka č. 15 : Celkové roční energetické spotřeby srovnávaných variant

<b>CELKOVÁ SPOTŘEBA ENERGIE (kWh/rok)</b>		
Druh spotřeby	VARIANTA 1	VARIANTA 2
Vytápění	16 343	17 996
Ohřev teplé vody	4 034	4 324
<b>CELKOVÁ SPOTŘEBA</b>	<b>20 377</b>	<b>22 320</b>

Zdroj: vlastní výpočet

**Výsledky výpočtu spotřeb energie budou použity v ekonomické části této práce pro analýzu efektivnosti vložených finančních prostředků. [30]**

## 5.9 Rekapitulace spotřeby energie na vytápění a ohřev teplé vody

### Varianta 1:

- spotřeba elektřiny na vytápění - **16 343 kWh**
- spotřeba elektřiny na přípravu TV- **4 034 kWh**

### Varianta 2:

- spotřeba energie v palivu (pelety) na vytápění - **17 996 kWh**
- spotřeba energie v palivu (pelety) na přípravu TV – **3152 kWh**
- spotřeba elektřiny na přípravu TV – **1172 kWh**

Celková spotřeba elektrické energie v kWh je v porovnávaném období 1 roku nižší o 1.943 kWh než celková spotřeba energie v kWh vyrobené a spotřebované v peletách. Hlavní příčinou tohoto rozdílu je různá účinnost obou zdrojů. Elektrické přímotopy mají stanovenou teoretickou účinnost 98% oproti účinnosti automatického kotle, kde je výrobcem stanovena účinnost kotle 92%.

## 6 Ekonomická analýza vytápění dřevními peletami

### 6.1 Podklady pro výpočet energetické potřeby

#### 6.1.1 Používané značky a jednotky<sup>2</sup>

Tabulka č. 2- Používané značky a jednotky

Veličina	Označení	Jednotka
Plocha	A	m <sup>2</sup>
Měrná tepelná kapacita	c	J/ (kg.K)
Tloušťka vrstvy	d	m
Energie	E	MJ, kWh
Měrný tepelný tok	H	W/K
Množství tepla	Q	MJ, kWh
Termodynamická teplota	T	K
Časový úsek , čas	t	sec., hod.
Účinnost, faktor využitelnosti	$\eta$	x
Objem vzduchu v klimatizovaném prostoru	V	m <sup>3</sup>
Celsiova teplota	$\Theta$	°C
Hustota	$\rho$	kg/ m <sup>3</sup>
Tepelný tok, tepelný výkon	$\Phi$	W

Zdroj: ČSN EN ISO 13790

#### 6.1.2 Klimatické podmínky

Pro určení potřebného tepelného výkonu zdroje tepla pro vytápění byla stanovena v souladu s ČSN 73 0540-3: 11/2005 Tepelná ochrana budov- Část 3: Návrhové hodnoty veličin tzv. **návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období ( $\theta_e$ )**. Na tuto teplotu se dimenzují výkony otopných těles v jednotlivých vytápěných místnostech a výkon tepelného zdroje pro

<sup>2</sup> Zařazeno z důvodu snadnější orientace v dalším textu

vytápění. Postup stanovení této teploty je uveden v citované české technické normě. V další části práce je tento postup naznačen.

### Postup při stanovení návrhové teploty venkovního vzduchu v zimním období

Umístění objektu se zakreslí do mapy, která rozděluje území České republiky na tzv. **klimatické teplotní oblasti**. V daném případě se stavba nachází ve 3. klimatické oblasti. Pro tuto teplotní oblast stanovuje ČSN 73 0540-3 výši **základní návrhové teploty venkovního vzduchu pro 100 metrů nadmořské výšky** na hodnotu  $-16\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Ve druhém kroku stanovení  $\theta_e$  je nutné provést korekci na skutečnou nadmořskou výšku situování posuzované stavby. V daném případě se sníží návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období na hodnotu  $-17\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

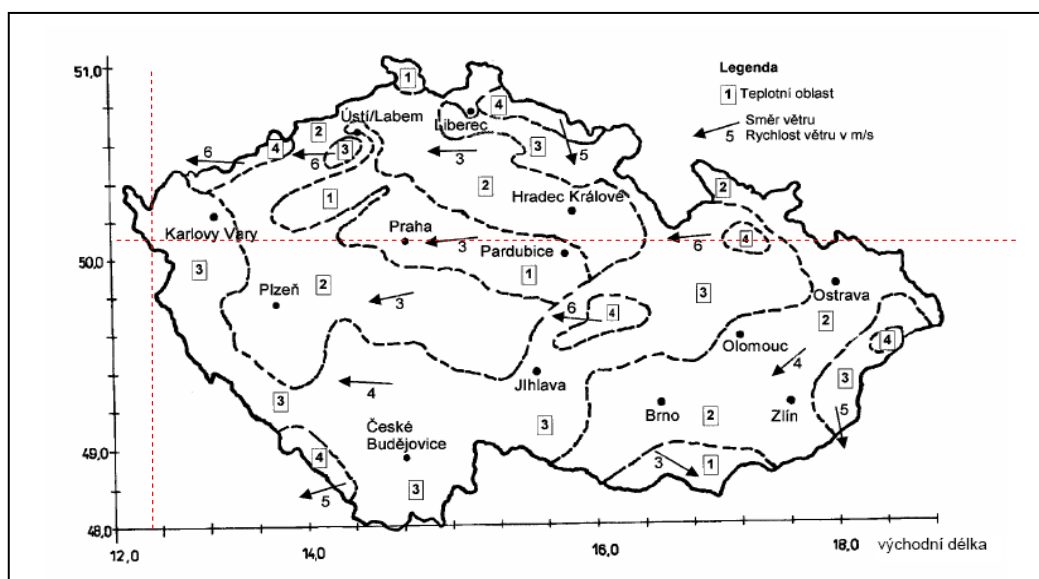
ČSN 73 0540-3/2005

Příloha H

Teplotní oblasti v zimním období, směr a rychlost převládajících větrů

Umístění objektu	Zeměpisná poloha místa objektu	Nadmořská výška objektu (m n.m.)
Libá č.p.304, Libá	Zeměpisná délka	508
	12°13'49" E	Teplotní oblast
	Zeměpisná šířka	
	50°7'26" N	3

Obr. 9: Mapa České republiky s vyznačením hranic teplotních oblastí



Zdroj: ČSN 73 0540

Tepelný zdroj a otopná tělesa v jednotlivých místnostech musejí být výkonově dimenzovány tak, aby při teplotě venkovního vzduchu  $-17^{\circ}\text{C}$  bylo ve vytápěných místnostech dosaženo požadované tepelné pohody. Výkon tepelného zdroje (peletového kotle) musí být navíc zvýšen o výkon potřebný pro přípravu TV.

### **Klimatické podmínky použité pro výpočty potřeb energie na vytápění stavby**

Pro výpočty potřeby tepla na vytápění budou použity průměrné měsíční hodnoty teplot venkovního vzduchu a průměrné měsíční hodnoty energie globálního slunečního záření v souladu s TNI 73 0329.

Tabulka č. 3: Klimatické podmínky

Klimatické okrajové podmínky dle TNI 73 03 29 , Tabulka 1

Měsíc	Počet dnů	Teplota vzduchu ( $^{\circ}\text{C}$ )	Celková energie globálního slunečního záření ( $\text{kWh/m}^2$ )								
			Sever	Jih	Východ	Západ	Horizont	SV	SZ	JV	JZ
leden	31	-1,0	7	50	15	20	23	12	12	37	44
únor	28	1,0	13	56	26	28	40	20	20	47	51
březen	31	4,0	23	82	51	53	79	36	37	73	76
duben	30	9,0	32	95	74	72	118	51	49	92	86
květen	31	14,6	47	97	104	93	161	79	73	109	98
červen	30	17,0	52	87	115	88	166	91	73	108	88
červenec	31	18,2	47	93	100	93	162	78	75	103	97
srpen	31	18,8	38	100	88	88	143	64	63	101	100
září	30	13,8	24	95	60	64	96	38	40	82	86
říjen	31	9,4	17	75	34	48	57	21	25	51	71
listopad	30	4,0	9	36	14	18	24	10	11	25	32
prosinec	31	-0,5	6	29	11	12	17	9	9	23	26

Zdroj: TNI 73 0329

Teplota venkovního vzduchu je jedním z faktorů ovlivňujících potřebu energie na vytápění. Údaj o celkové energii globálního slunečního záření je použit při výpočtu tepelných zisků stavby vlivem jejího ozařování slunečním zářením.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Každá konkrétní lokalita má ve skutečnosti klimatické podmínky vlastní, a tedy odlišné od hodnot v tabulce. Použití jednotných dat zaručuje možnost porovnání variant řešení

## **6.2 Použitá metodika pro výpočet energetické potřeby domu**

### **6.2.1 Metoda bilančního hodnocení**

Při zpracování údajů o provozních podmínkách a provozních nákladech porovnávaných variant byla použita bilanční metoda hodnocení založená na výpočtech energie potřebné v budově pro vytápění, větrání a přípravu teplé vody stanovené při shodných okrajových podmínkách.

### **6.2.2 Metoda analýzy energetické spotřeby domu**

Pro potřeby provedení analýzy energetické spotřeby domu, byla porovnávána výše spotřeby energie stanovená výpočtem, provozní náklady při použití stálých cen energetických nosičů v r. 2010 a skutečně vynaložené náklady na realizaci změny vytápění a přípravy TV.

### **6.2.3 Metoda výpočtu energetické spotřeby**

Výpočty energetické spotřeby pro vytápění byly provedeny s použitím měsíční metody s použitím postupů v souladu s ČSN EN ISO 13790:10/2009 Energetická náročnost budov- Výpočet spotřeby energie na vytápění a chlazení.

Okrajové podmínky výpočtu byly použity v souladu s TNI 730329: 08/2010 – Zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou spotřebou tepla na vytápění – Rodinné domy.

## **6.3 Základní vztahy pro výpočet potřeby tepla pro vytápění a ohřev teplé vody**

### **6.3.1 Základní vztahy pro výpočet potřeby tepla na vytápění**

Potřeba tepla pro vytápění domu ( $Q_{H,nd}$ ) v rovnovážném stavu musí být taková, aby pokryla tepelnou ztrátu způsobenou prostupem tepla konstrukcemi obálky budovy ( $Q_{tr}$ ) a tepelnou ztrátu větráním objektu ( $Q_{ve}$ ). Množství potřebného tepla pro vytápění je snižováno tepelnými zisky ( $Q_{gn}$ ), které snižují tuto potřebu. Vzhledem k tomu, že tepelné zisky nejsou zcela využity, redukuje se v bilanci tento tepelný zisk bezrozměrným faktorem využitelnosti tepelných zisků ( $\eta_{H,gn}$ )



Základní rovnici pro bilanci potřeb tepla na vytápění lze tedy napsat ve tvaru:

$$Q_{H,nd} = (Q_{tr} + Q_{ve}) - \eta_{H,gn} \cdot Q_{gn} \quad (\text{kWh})^4 \quad (1)$$

Aby bylo možné vypočítat potřebu tepla podle rovnice (1), je potřeba znát hodnoty všech činitelů pravé strany rovnice. Pro výpočet tepelné ztráty objektu prostupem tepla platí:

$$Q_{tr} = H_{tr} \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot t \quad (\text{kWh, W/K, } ^\circ\text{C, hod}) \quad (2)$$

kde  $H_{tr}$  je měrný tepelný tok prostupem tepla ( W/K)

$\theta_i$  teplota vzduchu ve vytápěném prostoru ( $^\circ\text{C}$ )

$\theta_e$  teplota venkovního vzduchu ( $^\circ\text{C}$ )

$t$  doba vytápění (hod)

Tepelná ztráta objektu vlivem větráním se stanoví podle vztahu:

$$Q_{ve} = H_{ve} \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot t \quad (\text{kWh, W/K, } ^\circ\text{C, hod}) \quad (3)$$

kde  $H_{ve}$  je měrný tepelný tok větráním ( W/K)

$\theta_i$  teplota vzduchu ve vytápěném prostoru ( $^\circ\text{C}$ )

$\theta_e$  teplota venkovního vzduchu ( $^\circ\text{C}$ )

$t$  doba větrání ( hod)

Tepelné zisky (celkové tepelné zisky) se stanoví podle vztahu:<sup>5</sup>

$$Q_{gn} = Q_{int} + Q_{sol} \quad (\text{kWh}) \quad (4)$$

kde  $Q_{int}$  je tepelný zisk z vnitřních zdrojů ( metabolické teplo, teplo z provozu domácích spotřebičů) ( kWh)

---

<sup>4</sup> Vzhledem k fyzikálním jednotkám, které jsou v praxi používány a mají zpravidla i přímou vazbu na měření spotřeby a cenu, jsou v této práci používány jako jednotky práce ( množství tepla) kilowatthodiny ( kWh).

<sup>5</sup> Poznámka: Pro účely této práce bylo použito výstupů z protokolu „ Výpočet potřeby a měrné potřeby tepla na vytápění podle ČSN EN ISO 13790“, autor M. Dlouhý, ČKAIT 030062, ze dne 27.3.2010. Výpočet byl proveden pro potřeby programu Zelená úsporám. K výpočtu byl použit komerční program „ TV v 2.1.9“ dodávaný společností Protech, s.r.o Nový Bor.

$Q_{sol}$  je tepelný zisk ze solárního záření ( kWh)

Pokud dosadíme do rovnice 1) výrazy na pravé straně rovnic 2) až 4) a rovnici upravíme, lze psát rovnici 1) jako:

$$Q_{H,nd} = (H_{tr} + H_{ve}) \cdot \theta_i \cdot t - (H_{tr} + H_{ve}) \cdot \theta_e \cdot t - \eta_{H,gn} \cdot Q_{gn} \quad (\text{kWh}) \quad (5)$$

Pokud nahradíme členy rovnice v závorce symboly A, B dle vztahů:

$$A = (H_{tr} + H_{ve}) \cdot \theta_i \cdot t \quad (\text{kWh}) \quad (6)$$

$$B = (H_{tr} + H_{ve}) \cdot t \quad (\text{kWh}/^\circ\text{C}) \quad (7)$$

lze rovnici (5) napsat ve tvaru:

$$Q_{H,nd} = A - B \cdot \theta_e - \eta_{H,gn} \cdot Q_{gn} \quad (\text{kWh}) \quad (8)$$

Rovnice (8) je rovnicí přímky. Jak bude uvedeno dále, lze členy rovnice (8)  $A, B$  a  $\eta_{H,gn} \cdot Q_{gn}$  považovat za konstanty. Pak tato rovnice určuje vztah mezi teplotou venkovního vzduchu  $\theta_e$  (nezávisle proměnná) a potřebou tepla  $Q_{H,nd}$  (závisle proměnná). Znalost této závislosti lze pak s výhodou použít pro predikování spotřeby paliva, případně nákladů na jeho pořízení.

### 6.3.2 Základní vztahy pro výpočet potřeby tepla na přípravu teplé vody

Množství energie potřebné na přípravu teplé vody je závislé na její spotřebě. Spotřeba TV není měřena samostatným vodoměrem. Z těchto důvodů je spotřeba teplé vody a množství energie potřebné pro její přípravu stanoveny zjednodušeným výpočtem s použitím postupu dle TNI 73 0302: 09/2009.<sup>6</sup>

V dalším textu jsou použity termíny, značky a indexy podle citované technické normalizační informace.

#### Výpočet potřeby tepla pro přípravu teplé vody

Potřeba tepla pro přípravu teplé vody se stanoví podle následujících vztahů: [30]

---

<sup>6</sup> Poznámka: Technická normalizační informace TNI 73 0302 řeší výpočet zjednodušeným způsobem s použitím směrných údajů v této publikaci uvedených. Vzhledem k tomu, že účelem této práce je porovnání variant, ve kterých je spotřeba teplé vody shodná, nemá použití zjednodušené metody vliv na výsledné rozhodování.

$$Q_{p,TV} = (1+z) \frac{nV_{TV,den} \rho c (t_{TV} - t_{SV})}{3.6 \times 10^6} \quad (1)$$

kde

$n$  je počet dní v daném měsíci;  
 $V_{TV,den}$  průměrná denní potřeba teplé vody (při teplotním spádu 60 / 15 °C) v m<sup>3</sup>/den, stanoví se podle reálné spotřeby, případně z měrné potřeby teplé vody vztažené na uživatele (viz tabulka 1); v případě, že je teplá voda připravována za jiných teplotních podmínek, použije se vztah (2)

$$V_{TV,(60/15^\circ C)} = V_{TV,(t_2/t_1)} \frac{t_2 - t_1}{45} \quad (2)$$

$\rho$  hustota vody, v kg/m<sup>3</sup>;  
 $c$  měrná tepelná kapacita vody, v J/kgK;  
 $t_{SV}$  teplota studené vody, uvažována 15 °C;  
 $t_{TV}$  teplota teplé vody, uvažována 60 °C;  
 $z$  přírůstek na tepelné ztráty související s přípravou teplé vody (rozvody TV a CV, zásobníkový ohřivač teplé vody), stanoví se podle tabulky 2.

Tabulka č. 4: Měrná denní potřeba teplé vody

Tab. 1 – Měrná denní potřeba teplé vody [3-8] při teplotním spádu 60/15 °C, uvažováno plné obsazení

	Typ spotřeby	$V_{TV,den,os}$ [l/os.den]
Obytné budovy	Nízký standard	10 - 20
	Střední standard	20 - 40
	Vysoký standard	40 - 80
Nemocnice	Nízké (letní) vytížení	30 - 35
	Zbylá část roku	30 - 60
Domovy důchodců	Nízké (letní) vytížení	30 - 35
	Zbylá část roku	30 - 60
Studentské domovy, koleje	Nízké (letní) vytížení	20 - 25
	Zbylá část roku	25 - 50
Školy	Nízké (letní) vytížení	0
	Zbylá část roku	5 - 10
Hostince, restaurace*	Nízký standard	5
	Střední standard	15
	Vysoký standard	30
Ubytovací zařízení**	Nízký standard	20
	Střední standard	35
	Vysoký standard	70
Sportovní zařízení***	Nízký standard	30
	Střední standard	60
	Vysoký standard	100
Administrativa		0 - 10

\* na jedno místo; \*\* na jedno lůžko; \*\*\* na jednu sprchu

**Pro výpočty v této zprávě bude použita hodnota měrné potřeby 60 litrů za den.**

Tepelné ztráty související s přípravou teplé vody (ztráty ohříváku, ztráty v rozvodech teplé vody) jsou zahrnuty v podobě přírážky **z**.

Tabulka č. 5: Přírážka na tepelné ztráty

Typ přípravy teplé vody	z
Rodinný dům, průtokový ohřev	0
Zásobníkový ohříváč bez cirkulace	0,15
Centrální zásobníkový ohřev s řízenou cirkulací	0,30
Centrální zásobníkový ohřev, neřízenou cirkulace	1,00
CZT, příprava TV s meziobjektovými přípojkami, TV, CV	více než 2,00

Zdroj: TNI 73 0302

Při různých způsobech ohřevu vody v průběhu roku (různé účinnosti ohřevu, různé energetické nosiče) je potřeba počítat potřebu teplé vody pro jednotlivé časové úseky, kdy byl k ohřevu vody použit příslušný energetický zdroj (topná voda v zimě, elektrická energie v létě). Za počet dnů  $n$  se pro jednotlivé způsoby přípravy teplé vody dosadí počet dnů, kdy byla voda ohřívána příslušným energetickým nosičem. V tomto případě pak platí:

$$n = n_1 + n_2$$

kde  $n_1$ ,  $n_2$  jsou počty dnů přípravy teplé vody stejným způsobem

## 6.4 Vstupy potřebné pro energetickou bilanci domu

Pro potřeby výpočtu potřeb tepla je potřeba znát určité parametry domu, které určují jeho chování. Jedná se o následující údaje:

- geometrické rozměry vytápěné části domu (plochy, objemy)
- složení stavebních konstrukcí, které ohraničují vytápěný prostor (podlaha, stěny, strop, výplně stavebních otvorů)
- tepelně technické vlastnosti hmot, které jsou pro stavební konstrukce použity
- teploty venkovního prostředí (vzduchu)

- teploty vnitřního prostředí (teploty vzduchu ve vytápěných částech domu)
- časový průběh vytápění a větrání domu (nepřerušované, přerušované)
- spotřeba teplé vody v objektu pro tři osoby

Ke způsobu zjišťování údajů pro výpočet potřeby tepla na vytápění a jejich hodnotách budou uvedeny informace v následujících kapitolách.

#### **6.4.1 Vstupy**

Pro srovnání obou variant budou použity následující vstupy:

- klimatické podmínky
- tepelně technické parametry posuzovaného objektu
- počet obyvatel domu
- potřeba energie na vytápění domu
- potřeba energie na přípravu teplé vody
- pořizovací náklady na instalaci zařízení pro využití biomasy

#### **6.4.2 Výstupy**

- Provozní náklady na vytápění a přípravu teplé vody (palivové náklady, náklady na opravy a udržování)
- Environmentální dopady porovnávaných variant – emise znečišťujících látek
- Stanovení ekonomických parametrů porovnávaných variant (návratnost vložených finančních prostředků, NPV, IRR)

#### **6.4.3 Použití shodných vstupů**

Pro srovnatelnost výstupů v jednotlivých variantách je nutné stanovit shodné vstupní podmínky. Jedná se o následující veličiny:

- podmínky vytápění objektu (tepelně technické vlastnosti objektu, doba vytápění, požadovaná teplota vzduchu uvnitř vytápěné části objektu, větrání objektu, počet osob, délka otopného období apod.)
- klimatické podmínky (teplota venkovního vzduchu v otopném období, intenzita solárního záření)
- ceny energetických nosičů stanovené dle reálných cen ve stejném roce

#### 6.4.4 Porovnávané varianty

V daném případě budou porovnávány dvě varianty:

- vytápění rodinného domu pomocí elektrických přímotopných těles s přípravou teplé vody (TV) v zásobníkovém elektricky vytápěném ohřívači
- vytápění rodinného domu teplovodní otopnou soustavou s kotlem na spalování dřevěných pelet (biomasy) s přípravou teplé vody v zásobníkovém ohřívači s kombinovaným ohřevem (vytápění topnou vodou z kotle – zimní provoz, vytápění elektrickým topným tělesem – letní provoz)

**U obou variant bude posuzováno:**

- spotřeba energie na vytápění a přípravu teplé vody
- náklady na realizaci projektu záměny zdrojů pro vytápění a přípravu teplé vody
- efektivnost vložených finančních prostředků
- environmentální přínosy vzniklé za záměny zdrojů pro vytápění a přípravu teplé vody

### 6.5 Nákladová analýza

#### 6.5.1 Provozní náklady na vytápění a ohřev vody elektřinou – Varianta 1

Při spotřebě elektrické energie na vytápění a ohřev vody bylo výpočtem zjištěno množství elektřiny ve výši 20.377 kWh.

Cena spotřebované elektřiny je tvořena cenou za regulované platby za dopravu elektřiny a cenou za silovou elektřinu.

Sazba dodavatele elektřiny pro objekty domácností využívající elektřinu k vytápění přímotopy zohledňuje způsob využívání elektřiny a požadovaný stálý příkon dle hodnoty hlavního jističe tzv. stálý měsíční plat za příkon. V tomto případě je hodnota hlavního jističe 3x32A, elektřina využívána k vytápění obytného domu, sazba je stanovena D45d. Dle ceníku dodavatele elektřiny ČEZ Prodej, s.r.o. byly vypočteny náklady na spotřebovanou elektřinu ve výši 50.544,- Kč v cenách roku 2010. [33]

#### **Shrnutí Varianty 1**

Spotřeba v kWh	Sazba	Spotřeba v Kč	Cena za 1 kWh
20.377	D45d	50.544,- Kč	<b>2,48 Kč</b>

### 6.5.2 Provozní náklady na vytápění a ohřev vody peletami – Varianta 2

Spotřeba tepla vyrobeného z dřevních pelet byla vypočtena ve výši 22.320 kWh, což představuje rozdíl oproti vytápění přímotopy o 1.943 kWh více. Tato skutečnost je dána především počítanou nižší účinností zdroje tepla (přímotopné topení – účinnost 98%, kotel na pelety – účinnost 92%).

Výpočet nákladů na vytápění peletami je proveden s ohledem na výhřevnost pelet a cenu 1 kg pelet, za kterou jsou dodavatelem distribuovány. Při spotřebě tepla na vytápění a ohřev teplé vody bylo vypočteno množství 22.230 kWh vyrobených z pelet. Při výhřevnosti pelet 17MJ/kg lze výpočtem zjistit, že pro výrobu 22.230 kWh tepla bylo spotřebováno 4.729 kg dřevních pelet.

Cena pelet je určena dodavatelem a běžná cena pelet na trhu se pohybuje od 4,80 Kč do 6,00 Kč za 1 kg. V roce 2010 byly do konkrétního objektu dodány pelety za cenu 5,86 Kč / kg. Výpočtem je zjištěno, že spotřeba 4.729 kg pelet představuje 27.711,- Kč. [33]

#### **Shrnutí Varianty 2**

Spotřeba v kWh	Spotřeba v kg pelet	Spotřeba v Kč	Cena za 1 kWh
22.320	4.729 kg	27.711,- Kč	<b>1,24 Kč</b>

## 6.6 Ekonomické hodnocení investice

Pro ekonomické hodnocení a analýzu řešení vytápění objektu pomocí dřevních pelet byly použity ukazatele hodnocení investice založené na stanovení ročních čistých toků v hotovosti a přepočtu různodobých čistých toků na současnou hodnotu pomocí diskontního činitele:

1. Prostá doba návratnosti
2. Čistá současná hodnota
3. Diskontovaná doba návratnosti
4. Vnitřní výnosové procento

### 6.6.1 Charakteristika jednotlivých komponent kritérií:

Čistý tok hotovosti(cash flow) ( CF) – reprezentuje rozdíl mezi Úsporami (U) – Investiční náklady (IN)

Úspory (U) - reprezentují změnu provozních nákladů vyvolaných realizací změny způsobu vytápění a stanoví se jako rozdíl provozních nákladů na vytápění objektu před realizací a po realizaci investice.

Investiční náklady (IN) – výdaje kapitálového charakteru spojené s pořízením energetického zařízení a zahrnují všechny náklady kapitálového charakteru, které je nezbytné vynaložit za účelem opatření nového energetického zařízení a zabezpečení jeho provozu. Mají charakter jednorázových nákladů a jsou dlouhodobě vázány.

Provozní náklady – zahrnují náklady spojené s provozem systému vytápění peletami a obsahují zejména spotřebu přímého a nepřímého materiálu, paliv a energie, služby zahrnující zejména náklady na opravy a údržbu, které je nezbytné vynaložit za účelem provozování zařízení.

Čistá současná hodnota (NPV) – reprezentuje diskontovaný součet příjmů a výdajů v jednotlivých letech hodnoceného období. Přepočtení se provádí pomocí diskontního činitele za účelem přepočtu na současnou hodnotu. NPV se vyjadřuje za účelem stanovení ekonomické elektivnosti jednak celkového kapitálu použitého k financování změny vytápění bez ohledu na poskytovatele kapitálu a jednak kapitálu vloženého pouze investorem.

Dotace – představují finanční zdroje poskytnuté státem na podporu programů, kterými jsou zejména státní programy na podporu úspor energie a ekologizace provozu různých technologií. V rámci toku hotovosti jsou zahrnuty na straně příjmů.

Diskontní činitel (úročitel)  $(1+r)$  - slouží k přepočtu různodobých příjmů a výdajů ke stejnému časovému okamžiku a jejich vzájemné porovnání. Výše diskontu se v zásadě odvíjí buď od nákladovosti kapitálu, nebo od očekávané míry výnosnosti.

Čistý tok hotovosti (cash flow) – reprezentuje rozdíl mezi Úsporami (U) – Investiční náklady (IN) [34]

### **6.6.2 Hodnoty jednotlivých komponent kritérií**

Úspory (U)- změna nákladů na vytápění objektu elektrickými přímotopy a nákladů při vytápění dřevními peletami byla vypočtena ve výši - 21.333,- Kč.

Investiční náklady (IN) – výdaj vlastních finančních prostředků na úhradu nákupu automatického teplovodního kotle BENEKOV R25 , úhrada za provedenou montáž a instalaci zařízení, nákup, montáž a uvedení do provozu automatické regulace, čerpadel a



kombinovaného ohřívače teplé užitkové vody 160 litrů, úhrada za nákup a provedenou instalaci topných radiátorů a rozvodů topení, to:

- faktura firmy Esel technologies, s.r.o. - dodavatele kotle, ohřívače TUV, automatické regulace a teplovodních , čerpadel včetně montáže činila 178.067,- Kč
- faktura firmy Miroslav Svratecký, topenářské práce – dodavatele radiátorů a rozvodů včetně montáže činila 68.000,- Kč
- Vlastní investiční prostředky 246.067,- Kč

**Provozní náklady – do provozních nákladů byly zahrnuty tyto jednotlivé položky:**

1. spotřeba paliva – roční náklady ve výši 27.711,- Kč
2. náklady vynaložené na dopravu paliva – roční náklady činily 1.500,- Kč
3. náklady na opravy a údržbu zařízení nebyly ve sledovaném období vynaloženy.

Celkové provozní náklady činily 29.211,- Kč

**Dotace** – finanční zdroje poskytnuté státem na podporu programů na podporu úspor energie a ekologizace provozu různých technologií. Po realizaci změny způsobu vytápění a instalaci automatického kotle na pelety byla Státním fondem životního prostředí poskytnuta dotace ve výši 90.000,- Kč.

**Diskontní činitel (úročitel)**  $(1+r)$  - diskontní činitel byl odhadnutý podle očekávané výnosnosti kapitálu ve výši 2%.

Tabulka č. 16: Kritéria hodnocení

Název komponentu kritéria	Ozn.	Měr.jednotka	Hodnota
Úspory	U	Kč	21.333,- Kč
Investiční náklady	IN	Kč	246.067,- Kč
Provozní náklady	PN	Kč	29.211,- Kč
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	118.046,- Kč
Poskytnuté dotace státních fondů	D	Kč	90.000,-
Diskontní úročitel	r	%	2

Doba životnosti zařízení	n	rok	15
--------------------------	---	-----	----

## 6.7 Ekonomické hodnocení varianty 1 – vytápění elektrickými přímotopy

Ekonomické hodnocení investice spojené s nákupem potřebných kusů přímotopů a zásobníkového ohřívače vody 160 l je bezpředmětné, jelikož investované prostředky jsou nižší než náklady spojené s jejich provozem za 1 rok. Úspory při provozu elektrický přímotopů v porovnání s úsporami z provozu teplovodního kotle nejsou žádné, resp. jsou minusové.

## 6.8 Ekonomické hodnocení varianta 2 – vytápění automatickým kotlem a dřevními peletami

### 1. Metoda Prostá (hrubá) návratnost HN

Doba návratnosti (prostá, hrubá) je rychlá a jednoduchá metoda k základnímu orientačnímu porovnání a rozhodnutí zda finanční prostředky do připravovaného projektu vložit. Investiční výdaje projektu musíme ale být schopni s určitou přesností odpovídající fázi projektu zjistit. Prostá návratnost je období na časové ose ohraničené bodem, ve kterém výnosy z investic převyšují počáteční investice za podmínky konstantních cen v čase. Do výpočtu vstupují ceny a náklady vztahené k cenové hladině roku pořízení investice, takže se nezvažuje dynamika vývoje cash flow. Je-li návratnost delší než doba životnosti, vložené finanční prostředky se nevrátí.

- IN - počáteční investice (Kč)
- CF - Cash-Flow v roce t (Kč. rok<sup>-1</sup>) [34]

Vypočítá se ze vztahu:

$$HN = \frac{IN}{CF} \quad [\text{rok}]$$

### K hodnocení prosté návratnosti vložených prostředků byly použity tyto údaje:

1. Náklady na realizovanou změnu vytápění – IN počáteční investice - 246.067,- Kč
2. Výši budoucích úspor finančních prostředků za energie – CF - rozdíl nákladů na vytápění elektřinou a dřevními peletami v cenách roku 2010
  - náklady na vytápění elektřinou za 1 rok 50.544,- Kč
  - náklady na vytápění peletami za 1 rok 29.211,- Kč
  - CELKEM rozdíl nákladů 21.333,- Kč
3. Dotace poskytnuté SFŽP na realizovanou změnu vytápění – D - 90.000,- Kč

Prostá návratnost = náklady / úspora prostředků za energie

Prostá návratnost = 156.067,- Kč / 21.333,- Kč (s dotací SFŽP)

Prostá návratnost = 7,31 roků

## 2. Čistá současná hodnota

Představuje rozdíl mezi aktualizovanou (současnou) hodnotou peněžních příjmů a aktualizovanou hodnotou kapitálových výdajů na investici.

Čistá současná hodnota NPV je určena vzorcem:

$$NPV = -IN + \sum_{i=1}^n \frac{CF_i}{(1+d)^i} \quad [Kč] \quad [34]$$

kde

IN ..... hodnota investice v Kč

CF<sub>i</sub> .....hotovostní tok v čase

d ..... diskontní sazba (2%)

Příjmy v jednotlivých letech životnosti jsou vypočítány pomocí peněžních toků CF.

Investované finanční prostředky se vyplácí od doby, kdy NPV = 0

Údaje potřebné k výpočtu jsou uvedené v tabulce:

Tabulka č. 17: Cash Flow , Kumulovaný Cash Flow

POČET LET	CASH FLOW	KUMULOVANÝ CASH FLOW	DISKONTOVANÝ CASH FLOW	KUMULOVANÝ DISKONTOVANÝ CASH FLOW
1	21 333,00	21 333,00	20 914,71	20 914,71
2	21 333,00	42 666,00	20 504,61	41 419,32
3	21 333,00	63 999,00	20 102,56	61 521,88
4	21 333,00	85 332,00	19 708,39	81 230,28
5	21 333,00	106 665,00	19 321,96	100 552,23
6	21 333,00	127 998,00	18 943,09	119 495,33
<b>7</b>	<b>21 333,00</b>	<b>149 331,00</b>	<b>18 571,66</b>	<b>138 066,99</b>

<b>8</b>	<b>21 333,00</b>	<b>170 664,00</b>	<b>18 207,51</b>	<b>156 274,50</b>
9	21 333,00	191 997,00	17 850,50	174 125,00
10	21 333,00	213 330,00	17 500,49	191 625,49
11	21 333,00	234 663,00	17 157,34	208 782,83
12	21 333,00	255 996,00	16 820,92	225 603,75
13	21 333,00	277 329,00	16 491,10	242 094,86
14	21 333,00	298 662,00	16 167,75	258 262,61
15	21 333,00	319 995,00	15 850,73	274 113,34

NPV  $\geq 0$  - investiční projekt lze považovat za přijatelný

**Na konci patnáctého roku činí 319 995 - 156 067,00 = 163.928,- Kč.**

### 3. Diskontovaná doba návratnosti

Doba návratnosti vložených financí je 7,31 let to znamená, že na začátku 8-ého roku se majiteli vrátí peněžní prostředky, které do projektu investoval.

Diskontovaná doba návratnosti je delší vzhledem k výši diskontní sazby, která snižuje hodnotu peněz. Diskontní sazba je zvolena ve výši 2%, jelikož se tato sazba přibližně rovná úrokům, které by firma vydělala, pokud by peníze uložila do banky. Rozdíl, mezi prostou a diskontovanou dobou návratnosti vložených finančních prostředků, je však minimální.

### 4. Vnitřní výnosové procento

Vnitřní výnosové procento je taková hodnota diskontní sazby, při které je čistá současná hodnota hotovostních toků z investice rovna nule.

Vnitřní výnosové procento je vypočteno ze vzorce:

$$0 = CF_0 + \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1 + IRR)^t}$$

[34]

Pro výpočet vnitřního výnosového procenta na projekt se životností 15ti let byl použit program Excelu, ten má pro výpočet IRR integrovanou speciální funkci. Po zadání všech bylo vypočteno IRR = 12 %. Vnitřní výnosové procento ve výši 12% je větší než předpokládaná 2% diskontní sazba. Investiční projekt je přijatelný. [34]

## **6.9 Souhrn výsledků ekonomických ukazatelů**

Všechny ukazatele pro posouzení ekonomické výhodnosti investic spojených se změnou vytápění rodinného domu jsou příznivé a ukazují na ekonomickou výhodnost a návratnost finančních prostředků.

## 7 Zdůvodnění zvoleného řešení vytápění objektu pomocí dřevních pelet

Pro zdůvodnění volby řešení vytápění domů lze použít metodu SWOT analýzy, srovnání a vyhodnocení obou posuzovaných variant.

### 7.1 Situační SWOT analýza – vytápění automatickým teplovodním kotlem ve srovnání s vytápěním elektrickými přímotopy

#### 7.1.1 Vytápění automatickým teplovodním kotlem BENEKOV R25

S - SILNÉ STRÁNKY	W - SLABÉ STRÁNKY
<ul style="list-style-type: none"> <li>nízké provozní náklady na vytápění objektu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>lokalitě Karlovarského kraje jsou pouze dva prodejci pelet</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>snadná obsluha zařízení spočívá jen v doplňování paliva do zásobníku</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>náročnost na znalosti a praxi při prováděných opravách a servisu kotle, opravy provádí jen specializovaná firma zaučená výrobcem zařízení</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>provoz zařízení je zabezpečen automaticky v závislosti na venkovních teplotách</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>potřeba odborného seřízení automatické regulace vytápění</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>spalováním dřevních pelet nedochází ke znečišťování životního prostředí</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>časově delší útlumový provoz způsobuje dehtování kotle</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>spalováním pelet vzniká jen malé množství popela, vynášet popel je potřeba 1 x týdně</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zajištění dostatečných skladovacích prostor na pelety na celou topnou sezónu</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>kvalita a rychlost poskytovaného záručního i pozáručního servisu do 24 hodin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>vysoké pořizovací náklady</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>stabilní teplota ve všech jednotlivých místnostech RD, nedochází k teplotním rozdílům výkyvům</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>kotel není vybaven automatickým zapalováním, po vyhasnutí je potřeba ho následně znovu ručně zapálit</li> </ul>
O - PŘÍLEŽITOSTI	T - HROZBY
<ul style="list-style-type: none"> <li>popel ze spálení pelet neobsahuje škodlivé látky, takže ho lze kompostovat nebo použít jako zahradní hnojivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>růst ceny pelet a růst ceny za dopravu pelet, delší doba návratnosti vložených finančních prostředků</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• snížení vstupních investic využitím dotací SFŽP</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nízká kvalita pelet negativně ovlivňuje jejich výhřevnost</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• zajištění zásoby pelet v době příznivých letních cen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• komplikovaný systém a nízká podpora financování při využití státních dotačních programů</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• balení pelet v PET pytlích po 15 kg umožňuje jejich dodávku v malém množství a jejich skladování neomezeně dlouhou dobu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zastavení proplácení dotací</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• dlouhá časová prodleva od zastavení automatické dodávky paliva do prostoru spalování do úplného vyhasnutí kotle umožňuje nastartování kotle bez nutnosti ručního zapálení paliva</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• teplo v neobývaných místnostech není využité</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• zpracování odpadního dřeva z náletových dřevin a polomů</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• v období jara a podzimu kdy jsou velké teplotní rozdíly mezi teplotami ve dne a v noci dochází k časové prodlevě způsobené ohříváním topné vody</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• nový výrobní program pro místní truhlárny a zpracovatele dřeva</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zvýšení poptávky po odpadním dřevu zvýší jeho prodejní cenu</li> </ul>

### Shrnutí silných a slabých stránek- – vytápění automatickým kotlem BENEKOV R25

Silné stránky	Pravděpodobnost vzniku	Vliv-velikost dopadu na majitele objektu	celkové hodnocení	Slabé stránky	Pravděpodobnost vzniku	Vliv-velikost dopadu na majitele objektu	celkové hodnocení
nízké provozní náklady na vytápění objektu	1	1	1	lokalitě Karlovarského kraje jsou pouze dva prodejci pelet	0,5	0,5	0,25

snadná obsluha zařízení spočívá jen v doplňování paliva do zásobníku	1	1	1	náročnost na znalosti a praxi při prováděných opravách a servisu kotle, opravy provádí jen specializovaná firma zaučená výrobcem zařízení	0,4	0,3	0,12
provoz zařízení je zabezpečen automaticky v závislosti na venkovních teplotách	0,9	1	0,9	potřeba odborného seřízení automatické regulace vytápění	0,6	0,5	0,3
spalováním dřevních pelet nedochází ke znečištění životního prostředí	0,9	0,8	0,72	časově delší útlumový provoz způsobuje dehtování kotle	0,8	0,5	0,4
spalováním pelet vzniká jen malé množství popela, vynášet popel je potřeba 1 x týdně	0,9	1	0,9	zajištění dostatečných skladovacích prostor na pelety na celou topnou sezónu	1	0,5	0,5
kvalita a rychlost poskytovaného záručního i pozáručního servisu do 24 hodin	1	1	1	vysoké pořizovací náklady	1	1	1
stabilní teplota ve všech jednotlivých místnostech RD, nedochází k teplotním rozdílům výkyvům	0,8	0,8	0,64	kotel není vybaven automatickým zapalováním, po vyhasnutí je potřeba ho následně znovu ručně zapálit	0,5	0,3	0,15
<b>CELKEM</b>			<b>6,16</b>	<b>CELKEM</b>			<b>2,72</b>

**Rozsah pro kvantifikaci položek :**  
**Celkové hodnocení:**

**0 - 1**  
**0-10 % bezvýznamné**  
**11-30% vysoce podprůměrné**  
**31-50% podprůměrné**  
**51-70% nadprůměrné**  
**71-90% vysoce nadprůměrné**  
**91-100% rozhodující**



## Vyhodnocení silných a slabých stránek – vytápění automatickým kotlem BENEKOV R25

Kvantifikováním jednotlivých položek silných a slabých stránek ve stejné škále od 0 do 1 a ohodnocením dosahované úrovně a vlivu (významu) této úrovně na provozovatele zařízení, lze následně konstatovat:

Celkové hodnocení úrovně silných stránek a jejich významu pro provozovatele zařízení je 6,16 ze 7 možných, tj. 88% - vysoce nadprůměrné. Silné stránky s nejvyšším hodnocením lze shrnout jako velmi pohodlné a čisté topení s minimálními nároky na obsluhu zařízení bez namáhavé práce spojené se skládáním a manipulací s palivem. To umocňuje nízká nákladovost vytápění a nesporně příznivý dopad na životní prostředí, protože spalováním pelet se uvolňuje pouze malé množství oxidu uhličitého, které vzápětí spotřebují stromy při růstu.

Celkové hodnocení úrovně slabých stránek a vlivu (významu) této úrovně na provozovatele zařízení je 2,72 ze 7 možných, tj. 38,86% - podprůměrné. Největší slabinou s hodnocením úrovně a významu pro provozovatele jsou vysoké pořizovací náklady na zařízení vytápěcí techniky automatických kotlů, jejich cena v závislosti na typu a výkonu kotle se pohybuje cca od 150.000,- do 200.000,- Kč. Navíc zdlouhavé vyřizování žádostí o přiznání dotace nepřispívá k řešení problémů se zajištěním finančních prostředků potřebných k realizaci tohoto druhu vytápění.

### Shrnutí příležitostí a hrozeb – vytápění automatickým kotlem BENEKOV R25

<b>Příležitosti</b>	<b>Pravděpodobnost vzniku</b>	<b>Vliv-velikost dopadu na majitele objektu</b>	<b>celkové hodnocení</b>	<b>Hrozby</b>	<b>Pravděpodobnost vzniku</b>	<b>Vliv-velikost dopadu na majitele objektu</b>	<b>celkové hodnocení</b>
popel z pelet neobsahuje škodlivé látky, takže ho lze kompostovat nebo použít jako zahradní hnojivo	1	1	1	růst ceny pelet a růst ceny za dopravu pelet delší doba návratnosti vložených finančních prostředků	0,8	0,9	0,72

snížení vstupních investic využitím dotací SFŽP	1	1	1	nízká kvalita pelet negativně ovlivňuje jejich výhřevnost	0,9	0,6	0,54
zajištění zásoby pelet v době příznivých letních cen	1	1	1	komplikovaný systém podpory financování při využití státních dotačních programů	0,5	0,5	0,25
balení pelet v PET pytlích po 15 kg umožňuje jejich dodávku v malém množství	0,8	0,8	0,64	zastavení proplácení dotací	1	0,8	0,8
dlouhá časová prodleva do úplného vyhasnutí kotle umožňuje nastartování kotle bez nutnosti ručního zapálení paliva	1	1	1	teplo v neobývaných místnostech není využité	0,5	0,5	0,25
zpracování odpadního dřeva z náletových dřevin a polomů	0,9	1	0,9	v období velkých teplotních rozdílů mezi teplotami ve dne a v noci dochází k časové prodlevě způsobené ohříváním topné vody	0,3	0,5	0,15
nový výrobní program pro místní truhlárny a zpracovatele dřeva	0,5	1	0,5	zvýšení poptávky po odpadním dřevu a po peletách zvýší jejich prodejní cenu	0,9	0,5	0,45
<b>CELKEM</b>			<b>6,04</b>	<b>CELKEM</b>			<b>3,16</b>

### Vyhodnocení příležitostí a hrozeb – vytápění automatickým kotlem BENEKOV R25

Kvantifikováním jednotlivých položek příležitostí a hrozeb ve škále od 0 do 1 a ohodnocením pravděpodobnosti vzniku a jejich dopadu na provozovatele zařízení lze následně konstatovat:

Celkové hodnocení pravděpodobnosti vzniku a hodnocení velikosti dopadu příležitostí je 6,04 ze 7 možných, tj. 86,29 % - vysoce nadprůměrné. Nejvyššího hodnocení příležitostí dosáhla položka využití odpadu ze spalování pelet – popela ke kompostování popřípadě k přímému

zahradnímu hnojení rostlin, protože neobsahují žádná pojiva, síru, těžké kovy ani jiné chemické příměsi.

Dalším vysoce hodnoceným příznivým faktorem je zlepšení tepelné pohody v objektu a možnost využití nižších letních cen prodejců pelet. Snížené letní ceny prodejců pelet představují rozdíl v cenách až 20%, což je při spotřebě cca 7 tun za topné období snížení nákladů na topení o cca 8.200,- Kč.

Celkové hodnocení pravděpodobnosti vzniku hrozeb a velikosti jejich dopadu na provozovatele zařízení je 3,16 ze 7 možných, tj.45,14% - podprůměrné.

Nejvyššího hodnocení z hlediska možnosti vzniku a dopadu na provozovatele touho způsobu vytápění dosáhla položka růstu ceny pelet a růstu ceny za dopravu pelet, což je příčinou prodloužení doby návratnosti vložených finančních prostředků. Ceny všech druhů paliv jsou každoročně zvyšovány cca o 5-10%. Navíc 1. 1. 2004 byly pelety vyjmuty ze seznamu komodit, které se zdaňují sníženou sazbou daně z přidané hodnoty a nyní podléhají 20 % DPH.

Topení peletami není v ČR zatím tak rozšířeno a většina produkce je exportována do zemí jako je Rakousko, Švédsko nebo Norsko, kde je topení peletami již běžný způsob vytápění RD. Poptávka po peletách je tudíž dosud nízká a není proto vytvořeno konkurenční prostředí pro podnikatelský sektor výrobců a dodavatelů pelet.

### 7.1.2 Vytápění elektrickými přímotopy

S - SILNÉ STRÁNKY	W - SLABÉ STRÁNKY
<ul style="list-style-type: none"> <li>nízké pořizovací náklady elektrických topných těles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>vysoké provozní náklady na vytápění</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>snadná obsluha zařízení spočívá jen v zapnutí nebo vypnutí radiátoru</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>nestabilní teplota v jednotlivých místnostech</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>provoz zařízení je zabezpečen automaticky v závislosti na dodávce elektřiny</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>v době blokování odběru elektřiny je přerušeno vytápění</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>dostupnost zdroje vytápění - elektřiny</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ohřátý vzduch má nízkou teplotní setrvačnost</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>provoz zařízení je čistý, bezhlučný</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>regulace výkonu tělesa pouze ve dvou polohách (maximum- 50%)</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• mobilita zařízení umožňuje operativně přemísťovat topná tělesa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vysoké náklady spojené se stálými platbami za zajištění požadovaného příkonu – platba za hlavní jistič</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• dodavatel elektřiny poskytuje na vytápění elektrickými přímotopy sníženou tarifní sazbu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ochlazování vytápěných místností větráním a přechody z vytápěných do méně vytápěných prostor</li> </ul>
<b>O - PŘÍLEŽITOSTI</b>	<b>T - HROZBY</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• využití provozu v době snížené sazby i pro ostatní elektrické spotřebiče v objektu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• růst ceny elektřiny</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• nejsou potřeba žádné skladovací prostory</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nastavení vytápění není centrální, ale každé těleso je nastavováno samostatně</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• možnost fixace ceny elektřiny od dodavatele na 2 roky</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• výpadky elektřiny a přerušení vytápění</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• snadné přitápění v nočních hodinách i v letním období, kdy teploty v noci jsou oproti teplotám ve dne výrazně nižší</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• růst stálých plateb za zajištění požadovaného příkonu elektřiny do objektu ze strany dodavatele elektřiny</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• moderní vzhled topidel lze přizpůsobit jakémukoliv interiéru</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vytápění není zajišťováno v závislosti na venkovní teplotě</li> </ul>

### Shrnutí silných a slabých stránek – vytápění elektrickými přímotopy

Silné stránky	Pravděpodobnost vzniku	Vliv-velikost dopadu na majitele objektu	celkové hodnocení	Slabé stránky	Pravděpodobnost vzniku	Vliv-velikost dopadu na majitele objektu	celkové hodnocení
nízké pořizovací náklady elektrických topných těles	1	0,5	0,5	vysoké provozní náklady na vytápění	1	1	1
snadná obsluha zařízení spočívá jen v zapnutí nebo vypnutí radiátoru	1	1	1	nastavení vytápění není centrální, ale každé těleso je nastavováno samostatně	0,8	0,8	0,64

provoz zařízení je zabezpečen automaticky v závislosti na dodávce	0,9	1	0,9	v době blokování odběru elektřiny je přerušeno vytápění	1	1	1
dostupnost zdroje vytápění - elektřiny	0,9	0,8	0,72	ohřátý vzduch má nízkou teplotní setrvačnost	0,8	1	0,8
provoz zařízení je čistý, bezhlučný	0,2	0,2	0,04	regulace výkonu tělesa pouze ve dvou polohách (maximum- 50%)	0,8	0,8	0,64
mobilita zařízení umožňuje operativně přemísťovat topná tělesa	0,5	0,8	0,40	vysoké náklady spojené se stálými platbami za zajištění požadovaného příkonu – platba za hlavní jistič	1	1	1
dodavatel elektřiny poskytuje na vytápění elektrickými přímotopy sníženou tarifní sazbu	1	1	1	ochlazování vytápěných místností větráním a přechody z vytápěných do méně vytápěných prostor	0,9	0,9	0,81
<b>CELKEM</b>			<b>4,56</b>	<b>CELKEM</b>			<b>5,89</b>

### Vyhodnocení silných a slabých stránek – vytápění elektrickými přímotopy

Kvantifikováním jednotlivých položek silných a slabých stránek ve stejné škále od 0 do 1 a ohodnocením dosahované úrovně a vlivu (významu) této úrovně na provozovatele zařízení, lze následně konstatovat:

Celkové hodnocení úrovně silných stránek a jejich významu pro provozovatele zařízení je 4,56 ze 7 možných, tj. 65% - nadprůměrné. Silnou stránkou s nejvyšším hodnocením je velmi snadná obsluha zařízení, které spočívá v pouhém zapnutí nebo vypnutí přímotopu popř. nastavení plného nebo polovičního provozu. Další silnou stránkou je dostupnost elektřiny jako zdroje pro vytápění. Dodávka elektřiny je možná do jakéhokoliv RD

Celkové hodnocení úrovně slabých stránek a vlivu (významu) této úrovně na provozovatele zařízení je 5,89 ze 7 možných, tj. 84,14% - vysoce nadprůměrné. Největší slabinou s hodnocením úrovně a významu pro provozovatele jsou vysoké provozní náklady na

vytápění spolu s blokováním vytápění po dobu 4 hodin denně, což způsobuje nepříjemné rychlé ochlazení místností. Vysoký stálý poplatek za zajištění požadovaného příkonu elektřiny do RD je další položkou ve slabých stránkách hodnocení, protože tyto stálé platby prodražují cenu spotřebované elektřiny bez ohledu na to, zda je elektřina odebírána či nikoliv a v jakém množství.

#### Shrnutí příležitostí a hrozeb – vytápění elektrickými přímotopy

Příležitosti	Pravděpodobnost vzniku	Vliv-velikost dopadu na majitele objektu	celkové hodnocení	Hrozby	Pravděpodobnost vzniku	Vliv-velikost dopadu na majitele objektu	celkové hodnocení
využití provozu v době snížené sazby i pro ostatní elektrické spotřebiče v objektu	1	0,7	0,7	růst ceny elektřiny	0,9	1	0,9
nejsou potřeba žádné skladovací prostory	1	0,5	0,5	nastavení vytápění není centrální, ale každé těleso je nastavováno samostatně	0,8	0,8	0,64
možnost fixace ceny elektřiny od dodavatele na 2 roky	0,5	0,9	0,45	výpadky elektřiny a přerušení vytápění	0,5	0,9	0,45

snadné přitápění v nočních hodinách i v letním období, kdy teploty v noci jsou oproti teplotám ve dne výrazně nižší	1	1	1	růst stálých plateb za zajištění požadovaného příkonu elektřiny do objektu ze strany dodavatele elektřiny	1	0,8	0,8
moderní vzhled topidel lze přizpůsobit jakémukoliv interiéru	0,5	0,5	0,25	vytápění není zajišťováno v závislosti na venkovní teplotě	0,5	0,9	0,45
<b>CELKEM</b>			<b>1,9</b>	<b>CELKEM</b>			<b>3,24</b>

### Vyhodnocení příležitostí a hrozeb – vytápění elektrickými přímotopy

Kvantifikováním jednotlivých položek příležitostí a hrozeb ve škále od 0 do 1 a ohodnocením pravděpodobnosti vzniku a jejich dopadu na provozovatele zařízení lze následně konstatovat: Celkové hodnocení pravděpodobnosti vzniku a hodnocení velikosti dopadu příležitostí je 1,9 z 5 možných, tj. 38 % - podprůměrné. Nejvyššího hodnocení příležitostí dosáhla položka využití sníženého tarifu i pro ostatní spotřebiče v domácnosti, což představuje snížení nákladů za elektřinu, které se běžně v domácnosti používají tj. pračky, elektrické trouby, žehličky apod. Jelikož snížená sazba je dodávána 20 hodin, lze organizačně zajistit, aby elektrospotřebiče s vyšší spotřebou elektřiny byly převážně provozovány právě v době nízké tarifní sazby.

Celkové hodnocení pravděpodobnosti vzniku hrozeb a velikosti jejich dopadu na provozovatele zařízení je 3,24 z 5 možných, tj. 64% - nadprůměrné.

Nejvyššího hodnocení z hlediska možnosti vzniku a dopadu na provozovatele tohoto způsobu vytápění dosáhla položka růstu ceny elektřiny. Každoroční nárůst ceny elektřiny pro domácnosti dosahuje 8-12% a představuje navýšení nákladů na vytápění řádek tisíců Kč ročně.

## 7.2 Environmentální přínosy vytápění biomasou - peletami

Využívání obnovitelných zdrojů energie má nesporně menší negativní dopad na životní prostředí. Bohužel žádná lidská činnost není bez negativního dopadu na životní prostředí možná, což vyplývá už ze samotné podstaty využívání přírodních zdrojů lidskou civilizací.

Přínosy plynoucí z využívání biomasy lze hodnotit z pohledu - údržby krajiny a zpracování odpadního dřeva na výrobu dřevěných pelet, vytváření pracovních příležitostí, rozvoj podnikání apod. Jedním z nejvíce pozitivně hodnocených faktorů při využívání

biomasy je její minimální negativní dopad na ovzduší produkcí skleníkových plynů i tuhých emisních látek.

Pro srovnání emisních hodnot při spalování biomasy a emisních hodnot, které vznikají při výrobě elektrické energie spalováním uhlí, jsou použity následující vypočtené hodnoty v souladu s Nařízením vlády č. 146/2007 Sb., o emisních limitech a dalších podmínkách provozování spalovacích stacionárních zdrojů znečištění. Výpočet byl proveden dle vypočtených hodnot spotřeby tepla v rodinném domě.<sup>7</sup>

Výsledky výpočtů byly shrnuty do tabulky:

Tabulka č. 18: Emise spalování biomasy

<b>Emise</b>	<b>Jednotky</b>	<b>Varianta 1 vytápění elektřinou</b>	<b>Varianta 2 - ohřev vody</b>	<b>Varianta 2- vytápění peletami</b>
Tuhé znečišťující látky	t/rok	0,0075	0,0075	0,0038
SO <sub>2</sub>	t/rok	0,0901	0,0901	není stanoveno
NO <sub>x</sub>	t/rok	0,0450	0,0450	není stanoveno
CO	t/rok	0,0188	0,0188	0,0414

<sup>7</sup> Kapitola 5.8 – Celková spotřeba energie v kWh/rok - varianta 1 a 2



<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>t/rok</b>	<b>23,8416</b>	<b>1,3707</b>	<b>0,0000</b>
-----------------------	--------------	----------------	---------------	---------------

Zdroj: vlastní výpočet

Tabulka s vypočtenými hodnotami emisí při uhlí jako energetického zdroje pro výrobu elektřiny a spalování biomasy ukazuje hmotnostní tok emisí CO<sub>2</sub>, ke kterému došlo spálením uhlí na výrobu 20.377 kWh (Varianta 1)

CO<sub>2</sub> = 23,8416 tuny za rok v porovnání se spálením pelet na výrobu 22.320 kWh tepla, kde hodnota CO<sub>2</sub> = 0 .

Nezanedbatelným faktem jsou hodnoty SO<sub>2</sub> a NO<sub>x</sub>, které jako znečišťující látky ovzduší nejsou vůbec pro spalování biomasy - pelet limitně stanoveny.

## 8 Závěr

Cílem této práce bylo provést analýzu využití obnovitelných zdrojů energií pro zajištění vytápění objektů k bydlení a nalézt optimální řešení jak z hlediska technického, tak i ekonomického vytápění běžně užívaných obytných domů.

V první části práce jsou zanalyzovány současné možnosti využívání obnovitelných zdrojů, jejich politická a legislativní podpora jak na mezinárodní, tak i na národní úrovni a vysvětlena podstata využití energie větru, vody, geotermální energie, energie biomasy a sluneční energie. Všechny obnovitelné zdroje energie mají svůj původ v energii slunečního záření. Slunce má největší potenciál k využití slunečního záření k výrobě tepla nebo elektřiny a je asi jediným obnovitelným zdrojem, který v případě nutnosti dokáže pokrýt veškerou současnou potřebu energie.

Jak z analýzy jednotlivých možností využití obnovitelných zdrojů vyplývá, výroba energie z obnovitelných zdrojů v posledních letech roste. V roce 2006 pocházelo asi 18 % celosvětově vyprodukované energie z obnovitelných zdrojů, 13 % z celkové spotřeby pochází z tradiční biomasy. Vodní energie poskytuje 3 % celkové spotřeby primární energie a moderní technologie, využívající geotermální energii, větrnou energii, sluneční energii a energii oceánu dohromady poskytovaly asi jen 0,8 % z celkové výroby.

Dynamičtějšímu rozvoji brání vysoké investiční náklady spojené se změnou energetických zdrojů, přestože především vyspělé země výrobu energie z obnovitelných zdrojů významně finančně podporují.

Druhou část práce tvoří případová studie, kterou byla provedena analýza zaměřená na využití obnovitelných zdrojů energie pro zajištění vytápění objektů k bydlení, a to z pohledu technického i ekonomického.

Závěrem lze konstatovat, že výsledky ekonomické analýzy nákladů spojených s vytápěním objektů ukazují na výhodnost vytápění obnovitelnými energetickými zdroji.

**Doba návratnosti** vložených finančních prostředků (**prostá i diskontovaná**) je relativně dlouhá cca 8 let a to z důvodu vysokých vstupních nákladů na pořízení automatického kotle včetně příslušenství pro vytápění, které nákladově představovalo 178.067,- Kč. Ovlivněna i skutečností, že v tomto konkrétním domě nebyly dosud instalovány rozvody vytápění ani topné radiátory. Tím se realizace změny vytápění investičně navýšila o dalších 68.000,- Kč.

**Čistá současná hodnota** je větší než nula a na konci patnáctého roku činí  $319\,995 - 156\,067,00 = 163.928,-$  Kč, takže investiční prostředky vložené do vytápění biomasou se do konce doby životnosti zařízení s jistotou vrátí.

Další ekonomický ukazatel výhodnosti investice - **doba návratnosti** vložených financí, která byla výpočtem zjištěna v délce 7,31 let, ukazuje, že na začátku 8-ého roku se majiteli vrátí peněžní prostředky, které do projektu investoval.

Investiční projekt je přijatelný i z pohledu posledního uvažovaného ukazatele, kterým je vnitřní výnosové procento. Vypočtené **vnitřní výnosové procento** ve výši 12% je výrazně větší než předpokládaná 2% diskontní sazba.

Ekonomickou analýzou bylo zjištěno, že vytápění objektu zajišťované spalováním biomasy – pelet je v porovnání s vytápěním elektrickými přímotopy výhodnější.

Nesporně velkým přínosem je **nízká provozní nákladovost vytápění biomasou** v porovnání s vytápěním elektrickým. Vypočtená cena 1 kWh vyrobené biomasou ve výši 1,24 Kč v porovnání s cenou 1 kWh tepla vyrobeného elektřinou za 2,48 Kč je toho důkazem. Dalším důležitým aspektem je skutečnost, že z důvodu relevantnosti vypočítávaných údajů nebyl zahrnutý každoroční růst ceny elektrické energie, který se pohybuje od 5 do 12 %. Vzhledem k počítané 15ti leté životnosti zařízení kotle by cena za spotřebu elektrické energie k vytápění za 15 let byla v úrovni spekulace a nelze ji prakticky odhadnout.

**Praktické hledisko obsluhy a údržby zařízení na biomasu** bylo v mnohých ohledech zváženo, analyzováno a porovnáno s elektrickým vytápěním ve **SWOT analýze**, která ukázala, že vytápění biomasou v automatickém kotli je velmi pohodlné, čisté i bezpečné a s minimálními nároky na obsluhu, a to jak z hlediska fyzicky namáhavé práce, tak z hlediska časového. **Obsluha a údržba zařízení kotle na biomasu** je velmi snadná a časově nenáročná. Prakticky je ověřeno, že doplnění paliva do násypky automatického kotle a vynesení popela ze spálených pelet představuje i v nejméně zimních dnech práci jednoho člověka v délce 20-30 minut v cyklu jedenkrát za 5-10 dní.

Z **hlediska technických možností** analýza ukázala, že řešení vytápění biomasou je vhodné pro starší i nové rodinné domy, kde jsou k dispozici sklepní prostory pro umístění kotle. Další možnosti využití obnovitelných zdrojů k vytápění typu energie větru nebo vody nepřichází pro obytné samostatné objekty v úvahu. Možnost využití geotermální prostřednictvím tepelných čerpadel je pro starší rodinné domy značně nákladné. Topení tepelnými čerpadly je nejefektivnější, jestliže topné rozvody jsou vedené v podlaze domu, což u starších rodinných domů nelze zajistit bez nákladné rekonstrukce interiéru.

**Analýza emisí plynů** vnikajících při spalování uhlí, které je v ČR hlavním zdrojem pro výrobu tepla a elektřiny, v porovnání s emisemi ze spalování biomasy ukázala šetrnost biomasy k životnímu prostředí. Hodnoty především CO<sub>2</sub> vypuštěného do atmosféry při výrobě požadovaného množství tepla na vytápění elektřinou dosahují 23,84 tuny v porovnání s nulovými hodnotami, které jsou dosahovány při spalování biomasy.

**Závěrem lze tedy konstatovat, že všechny ekonomické ukazatele výhodnosti a návratnosti vložených finančních prostředků i ukazatele environmentální prokazují, ve srovnání s vytápěním elektrickým, jednoznačné ekonomické i environmentální přínosy, které z využití biomasy k vytápění rodinných domů vyplývají.**

Zpracování zadaného tématu diplomové práce a především druhá část práce - případová studie, ve které je z hlediska energetického analyzován rodinný dům vyžadovalo osvojení si značného množství hlavně technických informací z oblasti fyziky, ale i matematiky.

Naproti tomu byla prováděna analýza vlastního rodinného domu, čímž byl především usnadněn přístup a sběr potřebných technických a provozních informací ohledně stavebních konstrukcí a stavebních materiálů, rozměrů vytápěných a nevytápěných prostor, klimatických podmínek, ale především informací o instalovaném automatickém kotli, řízené regulaci vytápění, používaném palivu, jeho kvalitě apod.

Téma týkající se obnovitelných zdrojů energie a jejich využívání je velmi široké a v této práci nejsou postíženy všechny faktory, které ovlivňují využívání obnovitelných zdrojů energie k vytápění objektů určených k bydlení.

V současné době se realizují investiční projekty zaměřené na úspory v oblasti energetiky obytných domů nejen z důvodu stále rostoucích cen všech energetickým nosičů, ale především v souvislosti s možností využití státních dotací a snížit tak výši potřebných investičních.

## 9 Seznam použitých zdrojů

### Monografie

- [34] HRDÝ, M. *Hodnocení ekonomické efektivnosti investičních projektů EU*. 1. vyd. Praha: Aspi, 2006. 203 s. ISBN 80-7357-137-4.

### Internetové zdroje

- [1] Česká agentura pro obnovitelné zdroje energie [online]. 2003-2009 [cit. 2011-03-29]. Druhy OZE. Dostupné z WWW: <<http://www.czrea.org/cs/druhy-oze>>. [webová stránka]
- [2] Česká republika. Parlament ČR. Zákon ze dne 25. října 2000 o hospodaření energií : zák.č.406/2000. In *Sbírka zákonů*. 2000, 115, s. 5314. Dostupný také z WWW: <<http://aplikace.mvcr.cz/archiv2008/sbirka/2000/sb115-00.pdf>>. [legislativa]
- [3] Česká republika. Vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu ze dne 14.června 2001, kterou se stanoví vymezení zdrojů energie, které budou hodnoceny jako obnovitelné. In *Sbírka zákonů*. 2001, 82, s. 4823. Dostupný také z WWW: <<http://aplikace.mvcr.cz/archiv2008/sbirka/2001/sb082-01.pdf>>.
- [4] *Energetický informační systém* [online]. 2000 [cit. 2011-03-29]. Obnovitelné zdroje energie. Dostupné z WWW: <<http://www.eis.cz/problematika.php?klic=3/>>.
- [5] Čermák+Čermák [online]. - [cit. 2011-03-29]. Využití obnovitelných zdrojů. Dostupné z WWW: <[http://www.strechy-cermak.cz/index.php?option=com\\_content&view=article&id=12&Itemid=23](http://www.strechy-cermak.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=12&Itemid=23)>. [webová stránka]
- [6] Klimatické změny. In *Kjótský protokol* [online]. Praha : [s.n.], 2004 [cit. 2011-02-20]. Dostupné z WWW: <[www.czp.cuni.cz/eniwikidata/hk/Kjotsky\\_protokol](http://www.czp.cuni.cz/eniwikidata/hk/Kjotsky_protokol)>. [e-příspěvek]
- [7] Česká republika. Zákon ze dne 31.března 2005 o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů a o změně některých zákonů (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů. In *Sbírka zákonů*. 2005, 66, s. 3726-3731. Dostupný také z WWW: <[http://www.eon.cz/file/cs/info/legislative/Zakon\\_180\\_2005\\_Sb.pdf](http://www.eon.cz/file/cs/info/legislative/Zakon_180_2005_Sb.pdf)>.
- [8] Ropy bude ještě dost. *Peníze* [online]. 2010, 12, [cit. 2011-02-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.penize.cz/ekonomika/41989-ropy-bude-jeste-dlouho-dost>>.
- [9] 21.století. *Svět 21.století* [online]. 2010, 20, [cit. 2011-02-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.21stoleti.cz/view.php?cislocclanku=2006092209>>.
- [10] Obnovitelné zdroje energie. *Energetický rádce* [online]. 2008, 09, [cit. 2011-02-20]. Dostupný z WWW: <[zdrojeenergie.blogspot.com/2008/09/](http://zdrojeenergie.blogspot.com/2008/09/)>.
- [11] Česká informační agentura životního prostředí [online]. 2008 [cit. 2011-03-29]. Politika životního prostředí. Dostupné z WWW: <[http://www.cenia.cz/web/www/web-pub2.nsf/\\$pid/MZPMSFGSJIIYY](http://www.cenia.cz/web/www/web-pub2.nsf/$pid/MZPMSFGSJIIYY)>.
- [12] Stavby a zařízení pro výrobu energie z vybraných obnovitelných zdrojů. *Metodický pokyn pro jejich umístování* [online]. říjen 2007, -, [cit. 2011-03-29]. Dostupný z WWW: <<http://www.uur.cz/images/konzultacnistredisko/MetodickeNavody/OZE/OZEmetodika.pdf>>. [e-článek]

- [13] Státní politika životního prostředí. - [online]. 2010, -, [cit. 2011-02-20]. Dostupný z WWW: <[www.cenia.cz/web/www/web-pub2.../MZPMSFHDHER2](http://www.cenia.cz/web/www/web-pub2.../MZPMSFHDHER2)>.
- [14] *Fondy Evropské unie* [online]. 2010 [cit. 2011-03-29]. Operační program Životní prostředí. Dostupné z WWW: <<http://www.strukturalni-fondy.cz/opzp>>.
- [15] *Zelená úsporám* [online]. c2009 [cit. 2011-03-29]. Na co je možné žádat. Dostupné z WWW: <<http://www.zelenausporam.cz/sekce/501/na-co-je-mozne-zadat/>>.
- [16] SRDEČNÝ, Karel , et al. *Energie větru* [online]. Praha : EkoWatt, Centrum pro obnovitelné zdroje a úspory energie, 2010, 2010 [cit. 2011-03-30]. Energie větru, s. . Dostupné z WWW: <[http://ekowatt.cz/upload/8d8404454da8be9d52d9234092c9d457/energie\\_vetru\\_web.pdf](http://ekowatt.cz/upload/8d8404454da8be9d52d9234092c9d457/energie_vetru_web.pdf)>.
- [17] *Ministerstvo životního prostředí* [online]. 2008-2011 [cit. 2011-03-30]. Větrné elektrárny. Dostupné z WWW: <[http://www.mzp.cz/cz/vetrne\\_elektrarny](http://www.mzp.cz/cz/vetrne_elektrarny)>.
- [18] *EKOSOLARIS* [online]. 2006-2007 [cit. 2011-03-30]. Fotovoltaický systém. Dostupné z WWW: <<http://www.ekosolaris.cz/solarni-page.php?ide=23>>.
- [19] *Ministerstvo životního prostředí* [online]. 2008-2011 [cit. 2011-03-30]. Solárně termické kolektory. Dostupné z WWW: <[http://www.mzp.cz/cz/solarne\\_termicke\\_kolektory](http://www.mzp.cz/cz/solarne_termicke_kolektory)>.
- [20] *Svaz podnikatelů pro využití energetických zdrojů* [online]. - [cit. 2011-03-30]. Geotermální energie. Dostupné z WWW: <<http://www.spvez.cz/pages/geoterm.htm>>.
- [21] *Elektrina.cz* [online]. 2010 [cit. 2011-03-30]. Geotermální energie. Dostupné z WWW: <<http://www.elektrina.cz/clanek-28-geotermalni-energie>>.
- [22] Geotermální energie. In *Využití obnovitelných zdrojů energie* [online]. Praha : -, 2005 [cit. 2011-02-20]. Dostupné z WWW: <<http://www.spvez.cz/pages/geoterm.htm>>
- [23] *Energetický poradce* [online]. 2010 [cit. 2011-03-30]. Energie Slunce. Dostupné z WWW: <<http://www.energetickyporadce.cz/obnovitelne-zdroje/energie-slunce.html>>.
- [24] *Tepelná čerpadla* [online]. 2010 [cit. 2011-03-30]. Tepelná čerpadla. Dostupné z WWW: <<http://www.tepelna-cerpadla.cz/cz/princip-funkce-tepelneho-cerpadla>>.
- [25] *TERMS.cz* [online]. 2011 [cit. 2011-03-30]. Tepelná čerpadla. Dostupné z WWW: <<http://www.terms-cz.com/tepelna-cerpadla.php>>.
- [26] Naše energie. *Pražská energeika* [online]. 2009, 10, [cit. 2011-02-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.pre.cz/pre/nase-spolecnost/vice-o-pre/zivotni-prostredi.html>>.
- [27] *Alternativní zdroje energie* [online]. 2010 [cit. 2011-03-30]. Výroba energie z biomasy. Dostupné z WWW: <<http://www.alternativni-zdroje.cz/vyroba-energie-biomasa.htm>>.
- [28] *BIOMASA 2010* [online]. 2010 [cit. 2011-03-30]. Využití. Dostupné z WWW: <<http://www.biomasa2010.cz/jak-se-vyuziva/>>. [webová stránka]
- [29] STÁROVÁ, Marta, et al. *Využití biomasy jako alternativního zdroje energie* [online]. Praha : [s.n.], 2010 [cit. 2011-03-30]. Výhřevnost fytoomas, s. Dostupné z WWW: <<http://www.rescompass.org/IMG/pdf/Biomasa.pdf>>.

- [30] Česká republika. Zjednodušený výpočtový postup energetického hodnocení solárních soustav, Technická normalizační informace. In *TNI 730302*. Duben 2009, -, s. 4-8. Dostupný také z WWW: <[http://www.opzp.cz/soubor-ke-stazeni/14/4497-metodika\\_bilance\\_ss.pdf](http://www.opzp.cz/soubor-ke-stazeni/14/4497-metodika_bilance_ss.pdf)>.
- [31] Česká republika. Zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění - Rodinné domy. In *2009*. 2009, -, s. 2-16. ISSN EANKód8590963828329.
- [32] Návod k obsluze a instalaci kotle Benekov R 25. Horní Benešov : BENEKOVterm s.r.o., 09/2010.32s. Dostupné WWW:<<http://www.benekov.cz/files/documents/products/137/navod-benekov-r-cz-2010-09.pdf>
- [33] *Cenové rozhodnutí ERÚ č.8/2009 ze dne 25.listopadu 2009*. Praha : Energetický regulační úřad, 2009. 24 s. Dostupné z WWW: <<http://www.cez.cz/cs/pro-zakazniky/ke-stazeni/energeticka-legislativa.html>>.

## SEZNAM TABULEK

- Tabulka č. 1: Podlahové plochy domu
- Tabulka č. 2: Používané značky a jednotky
- Tabulka č. 3: Klimatické podmínky
- Tabulka č. 4: Měrná denní potřeba teplé vody
- Tabulka č. 5: Přirážka na tepelné ztráty
- Tabulka č. 6: Ostatní parametry kotle deklarovaných výrobcem
- Tabulka č. 7 : Vstupní data měsíční bilance potřeby tepla na vytápění
- Tabulka č. 8: Měsíční hodnoty solárních zisků
- Tabulka č. 9: Počet otopných dnů
- Tabulka č. 10: Výpočet délky otopného období
- Tabulka č. 11: Tepelná bilance vytápění
- Tabulka č. 12: Roční spotřeba energie dle účinnosti zdroje
- Tabulka č. 13: Vstupní data pro výpočet potřeby tepla na přípravu teplé vody
- Tabulka č. 14: Potřeba tepla pro ohřev vody
- Tabulka č. 15: Celkové roční energetické spotřeby srovnávaných variant
- Tabulka č. 16: Kritéria hodnocení
- Tabulka č. 17: Cash Flow , Kumulovaný Cash Flow
- Tabulka č. 18: Emise spalování biomasy

## SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obr. 1. Větrná elektrárna odnímá kinetickou energii vanoucího větru a převádí ji na energii elektrickou
- Obr.2. Schéma zapojení systému dodávajícímu energii do rozvodné sítě
- Obr.3. Princip funkce tepelného čerpadla
- Obr.4. Tepelné čerpadlo voda-voda
- Obr.5. Tepelné čerpadlo země-voda
- Obr.6. Tepelné čerpadlo vzduch-voda
- Obr.7. Mapa s vyznačením posuzované stavby
- Obr.8. Schématický náčrt objektu s vyznačením systémové hranice
- Obr.9. Mapa České republiky s vyznačením hranic teplotních oblastí
- Obr.10. Schéma zapojení teplovodního systému



## **10 Přílohy**

Příloha č. 1 – Vlastní foto

Foto č. 1 – Celkový pohled posuzovaného domu

Foto č. 2 – Automatický teplovodní kotel na spalování pelet

Příloha č. 1

Vlastní foto č. 1 – Celkový pohled posuzovaného domu



Vlastní foto č. 2 – Automatický teplovodní kotel na spalování pelet BENEKOV R 25

