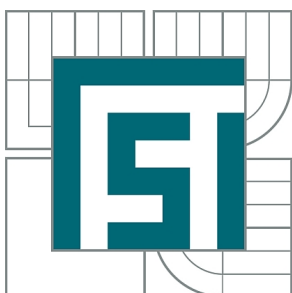




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
ENERGETICKÝ ÚSTAV

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
ENERGY INSTITUTE

## MOŽNOSTI VYTÁPĚNÍ POMOCÍ ALTERNATIVNÍCH ZDROJŮ ENERGIE

UTILIZATION OF RENEWABLE ENERGY FOR HEATING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

VLADIMÍR FOIT

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MICHAELA CHOVANCOVÁ, Ph.D.

BRNO 2015

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Energetický ústav

Akademický rok: 2014/2015

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

student(ka): Vladimír Foit

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

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

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

### **Možnosti vytápění pomocí alternativních zdrojů energie**

v anglickém jazyce:

#### **Utilization of renewable energy for heating**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Alternativní zdroje tepla jsou hodně skloňovaným tématem v posledním období. Přehled v dané problematice je podle mých zkušeností nedílnou součástí projekční činnosti.

Úkolem studenta bude zpracovat rešerši na dané téma a vlastním přínosem práce bude návrh alternativního zdroje energie pro obytnou budovu, zdůvodnění svého výběru a jeho plusy a mínusy oproti jiným alternativním zdrojům, ať už z hlediska účinnosti nebo finančního hlediska.

Kvalitní zpracování bakalářské práce bude pro studenta přínosem nejen z hlediska rozšíření si znalostí ale i do pracovní praxe.

Cíle bakalářské práce:

1. Přehled obnovitelných zdrojů energie používaných v České republice
2. Legislativa České republiky ve vztahu k alternativním zdrojům energie
3. Realizované projekty na území ČR
4. Návrh alternativního zdroje energie pro vytápění obytné budovy

Seznam odborné literatury:

F. Janíček a kol., Obnovitelné zdroje energie I, Slovenská technická Univerzita v Bratislave, 2007, 171 str., ISBN 978-80-969777-0-3

D. Petráš, Nízkoteplotní vytápění a obnovitelné zdroje energie, Vydavatelství JAGA, 216 str., ISBN: 978-80-8076-069-4

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Michaela Chovancová, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2014/2015.

V Brně, dne 18.12.2014

L.S.

---

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

---

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

## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce s názvem *Možnosti vytápění pomocí alternativních zdrojů energie* je rozdělena do čtyř částí. Nejprve je uveden přehled obnovitelných zdrojů energie používaných v ČR. Ve druhé části zahrnuje energetickou politiku a legislativu ČR a některé dotační podpory ve vztahu k obnovitelným zdrojům energie. Ve třetí části jsou uvedeny některé projekty zřízené na území ČR včetně popisu jednoho konkrétního menšího projektu na rodinném domě. V poslední části je cílem navrhnout vytápění objektu některým z již uvedených způsobů vytápění a porovnat ho s jiným zdrojem vytápění. Dále se bude zjišťovat návratnost dané aplikace.

## **ABSTRACT**

This bachelor's thesis, titled *Alternative Heating Options*, is divided into four parts. First, an overview of renewable energy sources available in Czech Republic is presented. Second part contains Czech energy policy and legislation and several grants related to renewable energy sources. Third part lists several projects constructed in Czech Republic including a description of a specific project on a residential house. Last part aims to design a heating system for a building using one of already referenced methods and to compare it with other heating systems. The returns of the design is also discussed.

## **Klíčová slova**

alternativní zdroje energie, trvale udržitelný rozvoj, vytápění rodinného domu, solární kolektor, tepelné čerpadlo

## **Key words**

alternative energy, sustainable development, heating the house, solar panels, heat pumps

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

FOIT, Vladimír. *Název: Možnosti vytápění pomocí alternativních zdrojů energie*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2015. 50 s., Vedoucí bakalářské práce Ing. Michaela Chovancová, Ph.D..

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Možnosti vytápění pomocí alternativních zdrojů energie** vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

---

Datum

---

Vladimír Foit

# OBSAH

ÚVOD.....	11
<b>1 OBNOVITELNÉ ZDROJE ENRGIE POUŽÍVANÉ V ČR .....</b>	<b>12</b>
<b>1.1 Energie ze slunce.....</b>	<b>14</b>
<i>1.1.1 Fototermika.....</i>	<i>15</i>
<i>1.1.2 Fotovoltaika .....</i>	<i>19</i>
<b>1.2 Biomasa.....</b>	<b>24</b>
<b>1.3 Geotermální energie.....</b>	<b>26</b>
<b>1.4 Tepelná čerpadla .....</b>	<b>27</b>
<b>2 LEGISLATIVNÍ ÚPRAVY POUŽÍVÁNÍ OZE V ČR .....</b>	<b>31</b>
<b>2.1 Energetická politika ČR ve vztahu k OZE.....</b>	<b>31</b>
<b>2.2 Aktuální dotační programy.....</b>	<b>33</b>
<b>3 NĚKTERÉ REALIZOVANÉ PROJEKTY V ČR.....</b>	<b>36</b>
<b>3.1 Největší projekty v ČR.....</b>	<b>36</b>
<b>3.2 Projekt solárních kolektorů na rodinném domě .....</b>	<b>36</b>
<b>4 NÁVRH ZDROJE TEPLA PRO REKREAČNÍ CHATU .....</b>	<b>38</b>
<b>4.1 Zjednodušený výpočet tepelných ztrát chaty.....</b>	<b>38</b>
<i>4.1.1 Tepelné ztráty prostupem tepla.....</i>	<i>39</i>
<i>4.1.2 Tepelné ztráty větráním .....</i>	<i>40</i>
<i>4.1.3 Celkové tepelné ztráty prostupem.....</i>	<i>40</i>
<b>4.2 Energie potřebná k vytápění .....</b>	<b>40</b>
<i>4.2.1 Výpočet denostupně .....</i>	<i>40</i>
<i>4.2.2 Výpočet roční energie potřebné k vytápění.....</i>	<i>41</i>
<b>4.3 Návrh vytápěcí technologie.....</b>	<b>41</b>
<i>4.3.1 Elektrokotel – pořizovací náklady.....</i>	<i>41</i>
<i>4.3.2 Elektrokotel – provozní náklady.....</i>	<i>42</i>
<i>4.3.3 Tepelné čerpadlo – pořizovací náklady.....</i>	<i>42</i>
<i>4.3.4 Tepelné čerpadlo – provozní náklady .....</i>	<i>43</i>
<i>4.3.5 Zhodnocení návratnosti.....</i>	<i>45</i>
<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>46</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....</b>	<b>47</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ .....</b>	<b>49</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....</b>	<b>50</b>
<b>SEZNAM ROVNIC.....</b>	<b>50</b>



## **PODĚKOVÁNÍ**

Děkuji vedoucí práce Ing. Michaele Chovancové, Ph.D. za cenné připomínky, rady a trpělivost při vypracování bakalářské práce.

Děkuji také rodině za trpělivost a poskytnutí psychické i finanční podpory při mém studiu.

## ÚVOD

Kvalita a úroveň života bývá posuzována podle mnohých kritérií. Cílem každé společnosti by mělo být dosažení co nejvyšší životní úrovně. Velmi důležitým kritériem pro zhodnocení životní úrovně společnosti je schopnost zajistit tepelnou pohodu ať už v obydlí, či v práci nebo v dalších budovách jako jsou nákupní centra, školy, úřady... Samozřejmostí je i regulace teploty. Celková tepelná pohoda je vlastně pocit, který člověk vnímá v určitém prostředí, ve kterém se pohybuje. Ať jde o teplo či o chlad.

Hlavní veličinou je tedy teplo. To musíme získávat z přírodních zdrojů. Získáváno je především z fosilních zdrojů.

Posledních několik desetiletí bylo lidstvo postaveno před zásadní otázku, která se týká energetických zdrojů. Na začátku 20. století žilo na Zemi přibližně 1,5 mld. lidí. Nárůst počtu obyvatel až na současný stav (ke dni 15. 2. 2015 čítá 7,295 mld. podle Amerického úřadu pro sčítání lidí) způsobuje environmentální problémy v některých oblastech Země.

Zásoby fosilních zdrojů energie budou během několika desetiletí vyčerpány. Vyspělé země jako Velká Británie nebo Německo již ztratily své postavení těžebních velmocí. Dnes se například uhlí těží převážně v Číně a na druhém místě, s výrazným odstupem, v USA.

Výhodnou alternativou se zdálo užití atomové energie. Zásoby této energie jsou však výrazně omezeny. V atomových elektrárnách se stává přírodní uran využitelným teprve po obohacení z  $U^{235}$  na  $U^{238}$ . Podíl čistého přírodního uranu ( $U^{235}$ ) v zemské kůře, který je energeticky využitelný, je menší než jedno procento. Z tohoto hlediska s touto energií nemůžeme dlouhodobě počítat. Kdybychom nahradili fosilní zdroje atomovou energií (nejen elektrickou energii ale i pohon aut nebo vytápění) vytěžili bychom ložiska uranu během několika let.

Od 70. let minulého století, kdy se poprvé začalo uvažovat o nedostatku energie z fosilních paliv, se začaly rozvíjet technologie k získávání energie z obnovitelných zdrojů. Tyto zdroje jsou lidstvem užívány podstatně déle než fosilní paliva. Větrné mlýny či vodní kola se používají již od středověku. Nyní, kdy jsme schopni sestrojít energetická zařízení poháněná těmito zdroji na mnohem vyšší úrovni a s mnohem vyšší účinností, se musíme k těmto zdrojům vrátit.

Hlavním důvodem přechodu na tyto energie je již výše zmíněná klesající dostupnost fosilních paliv. Dalším důležitým důvodem je zvyšující se životní úroveň obyvatelstva v některých zemích tzv. třetího světa, jako jsou státy Jižní Ameriky a jihovýchodní Asie – hlavně Čína a v blízké době také Indie. V zemích třetího světa roste vysokým tempem populace a s tím i její energetická náročnost. Problém do budoucna bude i s narůstající populací ve střední Africe, zde se však takový nárůst poptávky po energiích nepředpokládá.

## 1 OBNOVITELNÉ ZDROJE ENRGIE POUŽÍVANÉ V ČR

V České Republice převažuje orientace na uhlí a jadernou energii. Je to dáno mimo jiné i z historického hlediska, protože ČR disponuje nalezišti černého a hnědého uhlí. To je jedním z dalších důvodů, neboť cena uhlí je v tomto regionu nízká. Dále se na tomto stavu podílí například nedostatek informací, špatná zkušenost s některými projekty, nedostatek odborníků v tomto odvětví a v neposlední řadě také snížený potenciál daný přírodními podmínkami ČR. V posledních letech však podíl obnovitelných zdrojů energie mírně roste.

Na nárůstu se podílí převážně legislativní změny, podpora ze strukturálních fondů EU anebo možnost čerpání dotací v rámci některých projektů v ČR. Vývoj podílu obnovitelných zdrojů na hrubé spotřebě elektrické energie je zaznamenáván energetickým regulačním úřadem viz tab. 1.1. Je dobrou zprávou, že stanovené cíle plníme daleko rychleji. Vývoj hrubé výroby tepla jednotlivých složek OZE je uveden v tab. 1.2.

Tab. 1.1 Vývoj podílu OZE na hrubé spotřebě elektrické energie

	2000	2002	2004	2006	2010	2012	2013	Cíl 2030
Podíl OZE na hrubé spotřebě el. Energie (%)	3,9	4,9	4,0	4,9	8,2	12,5	14,5	16 - 17

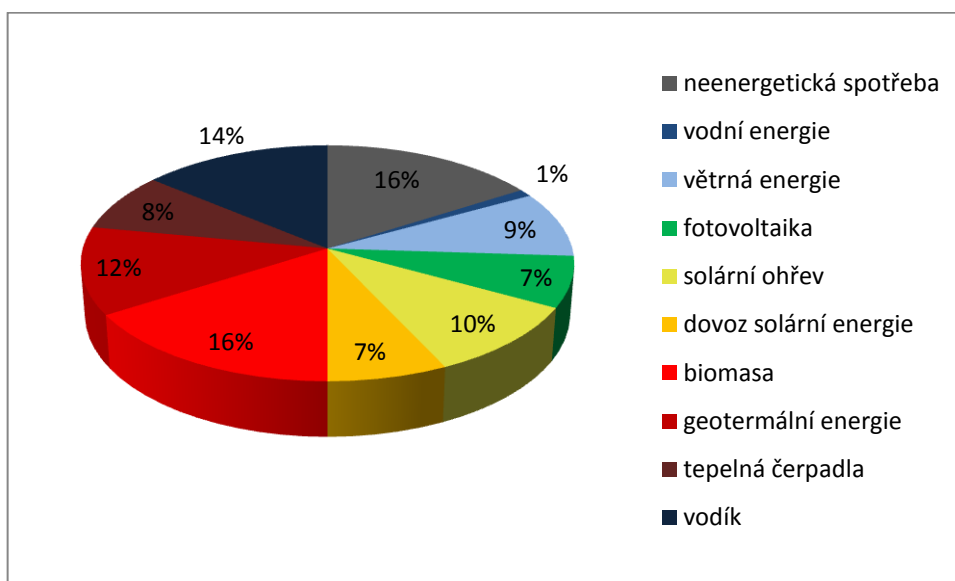
Zdroj: Energetický regulační úřad

V budoucnu by se měly jednotlivé podíly OZE vyrovnávat, tak aby bylo dosaženo rovnoměrného širokého „mixu“. Jednotlivé složky by byly zastupitelné jinými na základě předpovědí počasí a prognózy zátěže sítě. K tomuto účelu bude nutné zřídit centrální řízení a také propojení sítí kvůli dovozu cenově dostupnější energie ze solárních zdrojů z regionů bohatších na sluneční svit. Na obr. 1.1 jsou zachyceny potenciální podíly obnovitelných zdrojů energií na spotřebě primární energie v Německu v roce 2050. V tab. 1.3 je zahrnut vývoj hrubé výroby elektřiny podle jednotlivých typů OZE. [1,2]

Tab. 1.2 Vývoj hrubé výroby tepla podle jednotlivých typů OZE v GJ

	2004	2006	2008	2010	2013
Biomasa – mimo domácnosti	16 980 268	16 369 297	15 462 630	16 065 796	20 053 936
Biomasa – domácnosti	23 250 277	25 389 871	27 937 379	30 670 484	32 048 052
Bioplyn	968 452	918 511	1 065 390	1 610 361	3 571 077
Biologicky rozložitelná část TKO	2 051 713	1 909 761	1 848 182	1 777 076	2 204 525
Biologicky rozložitelná část PRO a ATP	--	400 083	1 100 214	995 337	989 841
Tepelná čerpadla	500 000	676 499	1 396 253	2 047 429	3 431 036
Solární tepelné kolektory	84 000	127 638	203 866	366 468	630 340
Kapalná biopaliva	0	164	66	0	4873
Celkem	43 834 610	45 792 324	49 019 958	53 533 315	62 833 580

Zdroj: Energetický regulační úřad



Obr. 1.1 Potenciální podíly obnovitelných zdrojů energií na spotřebě primární energie v Německu v roce 2050 [3]

Tab. 1.3 Vývoj hrubé výroby elektřiny podle jednotlivých typů OZE v MWh

	2004	2006	2008	2010	2013
Vodní elektrárny	2 019 400	2 550 700	2 024 335	2 789 474	2 734 740
Biomasa	564 546	731 066	1 170 528	1 492 239	1 683 272
Bioplyn	138 793	175 837	266 868	634 662	2 293 593
Tuhé komunální odpady	10 031	11 264	11 684	35 586	83 842
Větrné elektrárny	9 873	49 400	244 661	335 493	480 519
Fotovoltaické systémy (odhad)	Cca 300	540	12 937	615 702	2 032 654
Kapalná biopaliva	0	22	0	139	2 505
Celkem	2 742 941	3 518 830	3 731 013	5 903 156	9 308 724

Zdroj: Energetický regulační úřad

Jednotlivé zdroje a jejich vlastnosti jsou popsány v následujících podkapitolách. Mimo zdroje vhodné přímo k vytápění, jsou uvedeny i další OZE, které slouží pouze k výrobě elektrické energie. Tato se dá ovšem také využít k vytápění, zvláště ve chvíli kdy jsou ostatní zdroje nedostatečné.

## 1.1 Energie ze slunce

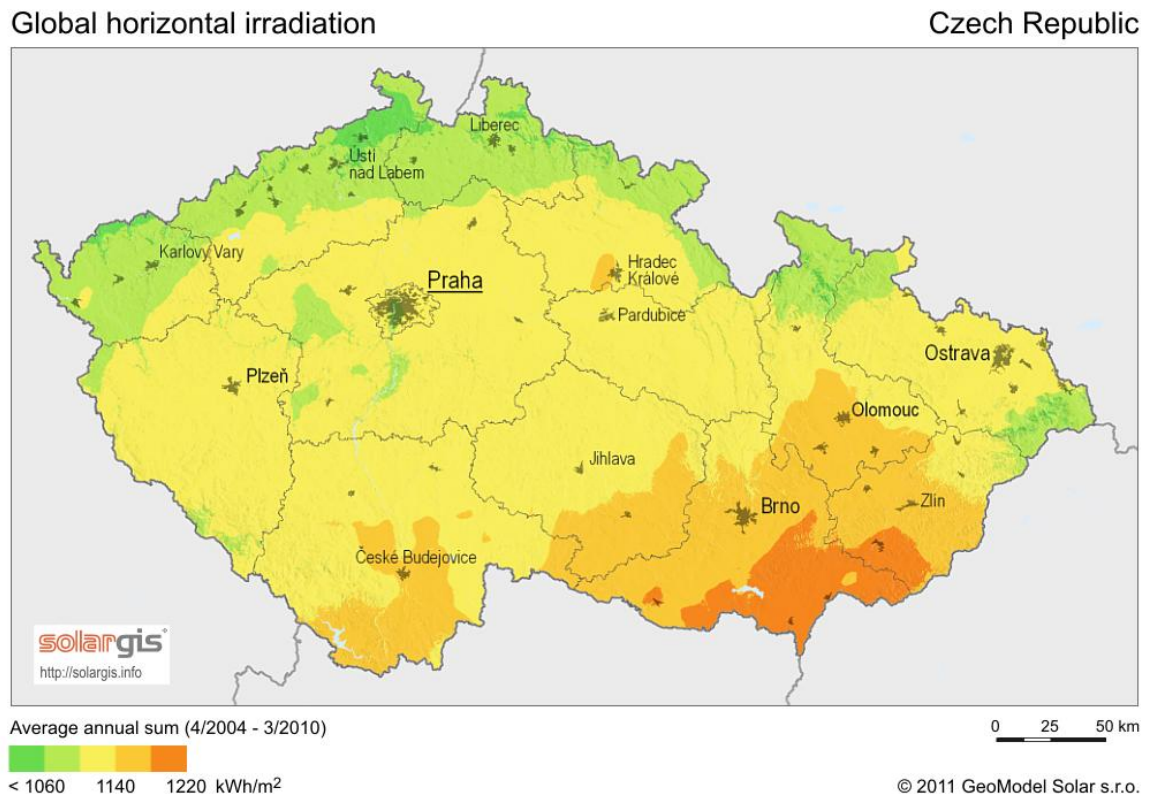
Jakýkoliv zdroj energie na Zemi vznikl nebo vzniká vlivem sluneční energie. Rozpad organických složek a tím vznik fosilních paliv, koloběh vody, vítr, energie zemského nitra, biopaliva, to vše vzniká čerpáním sluneční energie. Tato energie vzniká v nitru Slunce – jadernou syntézou tj. reakcí, kdy se atomy vodíku mění na atomy helia. Jádro vzniklého helia má mnohem nižší hmotnost. Tím vzniká přebytek energie a ta je vyzářena do kosmického prostoru. Energie ze Slunce je významnou alternativou za používání fosilních paliv.

Povrchová teplota, slunce zářícího jako absolutně černé těleso, se pohybuje okolo 5 800 K. Celkový tok energie, kterou Slunce vyzářuje, je  $3,85 \times 10^{26}$  W. Slunce vysílá záření o vlnových délkách od  $10^{-10}$  m (ultrafialové, rentgenové) až po několik metrů (rádiové). Na zemský povrch po průchodu atmosférou připadá záření o vlnových délkách 0,3 až 3  $\mu\text{m}$  (světelné, infračervené). Hodnota sluneční konstanty, což je: „střední roční hodnota zářivého toku sluneční energie, dopadající na jednotku plochy kolmou ke směru šíření záření na vnější povrch zemské atmosféry“ [4], se uvažuje 1367  $\text{W}/\text{m}^2$ . Denní průměr ozáření se liší podle úhlu, pod jakým dopadají sluneční paprsky do atmosféry. Dávka ozáření  $H$ , je závislá na obecné orientaci plochy, na kterou sluneční energie dopadá. Při požadavku maximální výtěžnosti se sklon volí tak, aby bylo dosaženo maximální absorbovatelné energie z hlediska sezónního využití. Optimální

sklon je kolem  $35^\circ$ . Z hlediska energetického zisku orientujeme plochy na jih. Odchyłka při natočení směr jihovýchod/jihozápad se nemění o více než 10%. Při natočení na východ/západ již dochází k většímu poklesu a to o více než 20%.

Při zcela jasném letním dni se pohybuje denní dávka slunečního ozáření okolo 8 kWh/m<sup>2</sup>/den. V zimním období pak okolo 3 kWh/m<sup>2</sup>/den. Roční úhrn dopadající sluneční energie v České republice se nachází v rozmezí od 1000 do 1200 kWh/m<sup>2</sup>rok. [4]

Tento úhrn viz obr. 1.2.



Obr. 1.2 Rozložení dopadajícího záření energie v jednotlivých oblastech ČR [5]

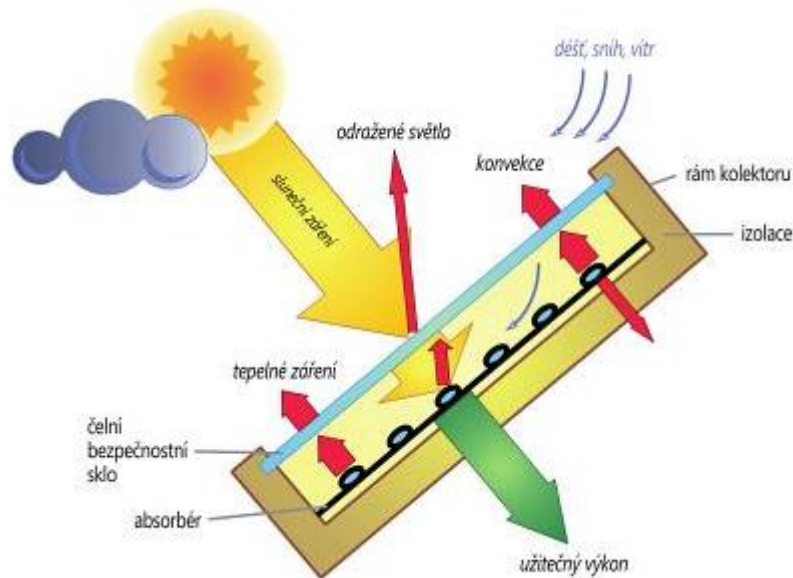
Energii ze Slunce považujeme za prakticky nevyčerpatelný zdroj. Životnost Slunce se odhaduje ještě nejméně na 4,5 miliardy let, kdy se předpokládá, že dojde k přeměně všeho vodíku na helium. To je pro lidstvo délka rovnající se nekonečným hodnotám.

Teplo a elektrickou energii získáváme pomocí zařízení, jako jsou solární kolektory, respektive fotovoltaické články. Problematika fotovoltaiky je zde rozebírána z důvodu doplnění výroby energie například v zimních měsících, kdy fotovoltaický článek je schopen vyrábět elektrickou energii i v tomto období.

### 1.1.1 Fototermika

Přeměna energie slunečního záření na tepelnou (fototermální přeměna) spočívá v „absorpci záření povrchem tuhých látek a kapalin, kdy se energie fotonů mění v teplo (pohyb molekul)“ [4]

Schéma je k vidění na obr. 1.3.



Obr. 1.3 Ploché sluneční kolektor [3]

a. *Princip*

Sluneční světlo dopadá na tmavou absorpční plochu – kolektor. Ta se zahřívá a získaná energie je odváděna pomocí teplonosných látek např. voda, nemrznoucí směsi, vzduch. Předání energie teplonosnému médiu probíhá v tzv. absorbéru.

b. *Účinnost*

Pro určení účinnosti solárního kolektoru jsou důležité tři parametry. Optická účinnost  $\eta_0$ , určuje, jaký podíl slunečního záření se v absorbéru přemění na teplo. Koeficienty  $k_1$  a  $k_2$  určují tepelné ztráty vzniklé v kolektoru. Ztráty narůstají s tím, jak je kolektor ohřátý. Posledním členem  $E$  je intenzita slunečního záření. Vzorec pro výpočet účinnosti kolektoru (1.1).

$$\eta = \eta_0 - \frac{k_1 \cdot \Delta v + k_2 \cdot \Delta v^2}{E} \quad (1.1)$$

c. *Typy kolektorů*

- Absorbéry pro bazény:

Nejjednodušší typ, kdy jde pouze o samotný absorbér. Je to plastová trubice tmavé barvy, která optimálně pohlcuje sluneční světlo. V přechodných a zimních obdobích je třeba užít náročnějších kolektorů.

- Ploché kolektory

Pomocí přední skleněné desky dochází ke snížení tepelné ztráty. Problémem je, že se část záření od skleněné desky odráží. Při nižších teplotách je účinnost nižší než u absorbérů pro bazény. Při těch vyšších je však účinnost mnohem větší. Teploty se zde, při klidovém stavu, pohybují v rozmezí od 150 °C do 200 °C.

Proto je místo plastového potrubí užíváno měděných trubek, které jsou připevněny k tenkému plechu absorbéru. Kovové materiály však nenabízí přírodně černý povrch. Jsou potahovány tzv. selektivním povlakem, aby byly minimalizovány ztráty tepelným zářením.

- Vzduchové kolektory

Tyto se u nás užívají jen okrajově a to pro předeřev vzduchu pro větrání, nebo oběhového vzduchu pro cirkulační vytápění. [4]

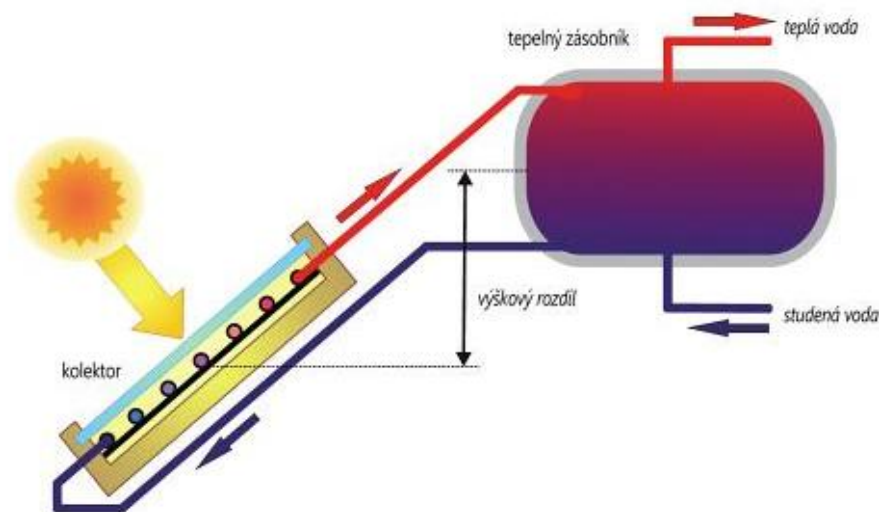
- Vakuové trubicové kolektory

Zde je dosaženo snížení tepelných ztrát pomocí vakua, které se nachází mezi absorbérem a solárním sklem. Je zapotřebí užití speciálních výztuh kvůli okolnímu tlaku na vnější kryt.

#### d. Tepelná energie

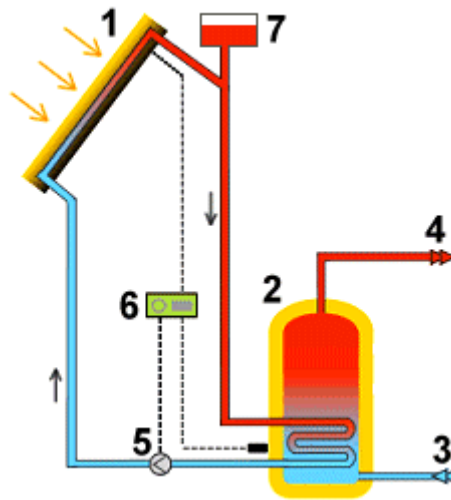
- Ohřev vody

- V jižně položených státech se užívají tzv. gravitační systémy, kdy je zásobník vody umístěn výše než kolektor (Obr. 1.4). Studená voda se pak drží dole v kolektoru a teplá odchází nahoru do zásobníku. Bývají doplněny o doplňkový ohříváč.



obr. 1.4 Solární gravitační systém [3]

- V místech s nižšími teplotami okolního prostředí je oddělen oběh solární a vodní (Obr. 1.5). V solární oběh se používá nemrznoucí směs. Solární oběh ohřívá zásobník, ten je zkonstruován tak, aby bylo možno teplou vodu odebírat co nejdéle. Často bývá zásobník umístěn níže než kolektory, proto je do kolektorů nutné vodu čerpat. V letních dnech, kdy je zásobník naplněný a ohřátý na maximální teplotu (většinou 60 °C) bývá přerušen přítok z kolektorů. Aby se vyrovnala expanze v oběhu, je instalována expanzní nádoba.



Obr. 1.52 Termický ohřev vody (1 – kolektor, 2 – tepelný výměník, 3 – přívod studené vody, 4 – odběr teplé vody, 5 – oběhové čerpadlo, 6 – automatická regulace, 7 – expanzní nádoba) [6]

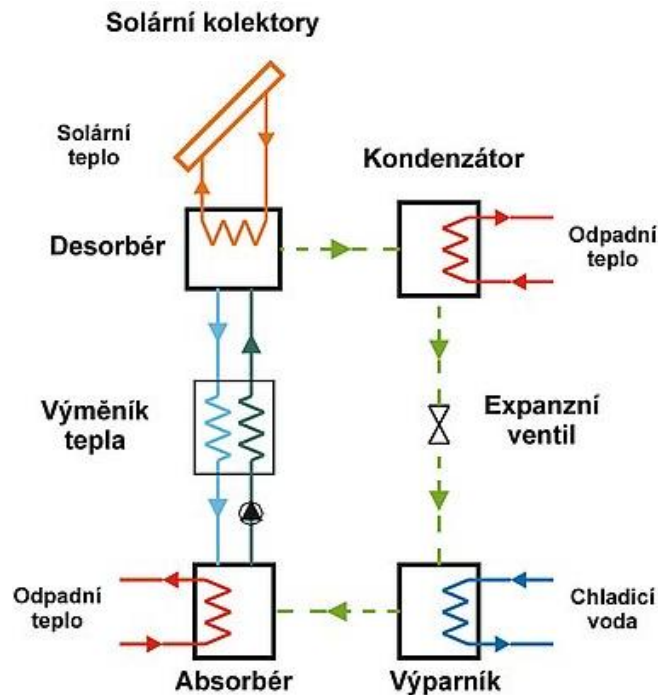
- Vytápění

Pro vytápění v zásadě stačí zvětšit kolektor a zásobník. Když v topném okruhu není pitná voda, užívá se oddělených zásobníků na topnou a pitnou vodu. Ideální je konstrukce kombinovaného zásobníku. Zásobník na pitnou vodu je umístěn uvnitř zásobníku s topnou vodou. Tím jsou sníženy tepelné ztráty.

- Chlazení

K napájení klimatizačních zařízení je zapotřebí velkého množství elektrické energie. V letních měsících dochází k přetěžování sítě. Zároveň roste výkon termických kolektorů, což je výhodné, protože je poptávka po chlazení, na rozdíl od vytápění, téměř synchronní s nárůstem intenzity slunečního záření. Schéma na obr. 1.6

Součástí systému je absorpční chladicí jednotka, která využívá chemický proces sorpce. „Pod sorpcí nebo absorpcí chápou chemici pohlcování plynu anebo kapaliny jinou kapalinou. Nejznámějším příkladem je sycení minerální vody CO<sub>2</sub>.“



Obr. 1.6 Schéma solárního chlazení [7]

#### e. Instalace, plánování

Instalace solárních kolektorů je vhodná v místech s vysokým slunečním zářením. Ideální je instalace pod úhlem od 30° do 45° na nezastíněném prostoru. Nejlépe s jižní orientací, může však být i mírně jihozápadní (do 5°). U nás jsou vhodné instalace na šikmé střechy, které tyto požadavky splňují.

Předpokladem při instalaci solárního systému je pokrytí 50 – 60 % roční spotřeby teplé užitkové vody. V naší zeměpisné šířce je možné dosáhnout v letních měsících až 100 % spotřeby. V zimních měsících se však pokrytí pohybuje okolo 10 %.

Objem zásobníku se navrhuje tak, aby byl dvojnásobkem celkové spotřeby všech osob bydlících v domácnosti. Velikost kolektoru zase závisí na roční hodnotě sluneční radiace a faktoru sklonu. [3,4]

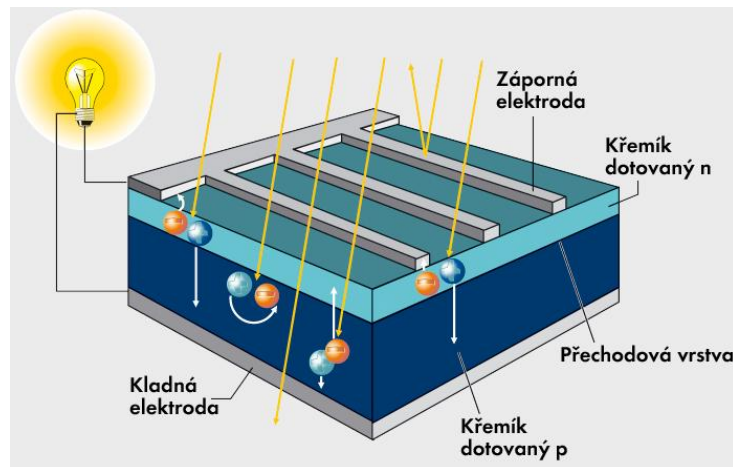
Aplikace se většinou dimenzuje tak, aby pokryla spotřebu energie na ohřev teplé vody. Zbytek energie se pak použije na vytápění. Dimenzovat soustavu na pokrytí celé spotřeby objektu není ekonomické.

#### 1.1.2 Fotovoltaika

Nepatří sice přímo mezi zdroje tepelné energie. Místo však v dané problematice také má. Vyrobená elektrická energie se dá použít také k vytápění objektů či, a to hlavně, k ohřevu vody. Provoz je levnější než případné užití samotné elektřiny z rozvodné sítě k těmto účelům. Navíc oproti solárním kolektorům je schopen fotovoltaický článek vyrábět, byť s malou účinností i v zimních měsících.

*a. Princip (Obr. 1.7)*

K popisu fungování fotovoltaického článku je zapotřebí zasáhnout do sféry vyšší fyziky. Ve fotobuňce se generuje elektrický proud. Vzniká z toku nositelů negativního náboje – elektronů. K pohybu elektronů je zapotřebí užít polovodiče kvůli jejich vlastnostem. Jsou schopny vést proud při ozáření světlem. V případě článku pak dopadající fotony světla nabudí elektrony tak, že přejdou na vyšší energetickou hladinu. K tomu, aby se mohly pohybovat, musí být zajištěn v daném polovodiči „spád“, který by elektrony shromažďoval na jedné straně. Toho dosáhneme vytvořením elektrického pole a to dodáním příměsí – díky rozdílnému počtu elektronů v atomovém obalu je to na jedné straně bór, na druhé fosfor.



Obr. 1.7 Struktura fotovoltaického článku [8]

*b. Účinnost*

Účinnost je podíl slunečního záření  $\phi$ , který je přeměněn na elektrický výkon  $P_{el}$  (1.2). Čím je vyšší, tím větší výkon může článek vyrobit na  $m^2$ . Křemíkové články vyráběné v současnosti dosahují účinnosti kolem 20%.

$$\eta = \frac{P_{el}}{\phi} \quad (1.2)$$

Pokud se spojí jednotlivé fotočlánky do fotovoltaických modulů, poklesne účinnost kvůli vzniku nezbytných meziprostorů mezi články a rámy modulu. V budoucnu dosáhneme vyšší účinnosti používáním jiných materiálů. V tab. 1.4 je uvedena účinnost některých materiálů.

Tab. 1.4 Účinnost různých materiálů fotovoltaických článků [4]

Materiál článku	Maximální laboratorní účinnost	Maximální provozní účinnost sériového článku	Typická modulární účinnost článku	Plocha potřebná na 1kW
Monokrystalický křemík	24,7 %	21,5 %	15,0 %	6,7 m <sup>2</sup>
Polykrystalický křemík	18,5 %	15,0 %	14,0 %	7,2 m <sup>2</sup>
Amorfní křemík	12,7 %	8,0 %	6,0 %	16,7 m <sup>2</sup>
CIG /n CIGS	19,5 %	11,0 %	10,0 %	10,0 m <sup>2</sup>
CdTe	16,5 %	10,0 %	7,0 %	14,3 m <sup>2</sup>
Koncentrátorové články	40,7 %	35,0 %	28,0 %	3,6 m <sup>2</sup>

c. *Praktické užívání*

Solární fotočlánky se vyrábí především čtvercové, o délce hrany 15 cm. Vyrábí se i s délkou hrany 20 cm. U větších je zapotřebí méně zpracovatelských kroků, které jsou zapotřebí na sestavení modulu. Je zde však riziko poškození při manipulaci – např. popraskání. Čím větší solární článek máme, tím větší proud jsme schopni vyrobit, ale napětí je konstantní a to 0,6-0,7 V. Abychom dosáhli vyšších napětí, která jsou v praxi potřebná, zapojujeme články do solárních modulů sériově. Pro získání napětí 12 V na dobíjení baterií je nutné zapojit 32-40 článků do série.

d. *Elektrická energie*

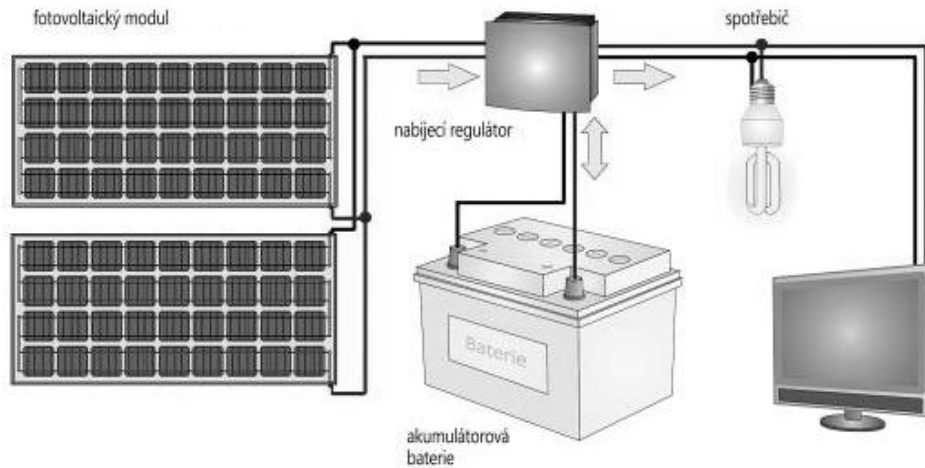
Rozlišujeme mezi ostrovními systémy (off-grid) a síťovými systémy (on-grid).

- Ostrovní systémy (autonomní):

Jedná se o systémy, které nejsou propojeny s elektrickou sítí. Používají se u drobných zařízení, jako jsou například kapesní kalkulačky, parkovací automaty, rychlostní radary v obcích, dálniční varovná signalizace aj. Zjednodušeně v případech, kdy je solární systém levnější než instalace elektrických hodin a kabeláž.

Instalace se provádí také tam, kde je komplikovaný přístup k elektřině. Taková místa nalezneme i v průmyslově vyspělých zemích. Solární ostrovní systémy obstojí především v místech s malou spotřebou elektřiny, a to díky nízkým nákladům a spolehlivosti. Alternativou jsou např. dieselagregáty – předností je vyšší výkon.

Systém se skládá z fotovoltaického modulu, nabíjecího regulátoru, akumulátorové baterie a spotřebičů. Akumulátor nám zajistí napájení i v noci a při nepříznivém počasí. Nabíjecí regulátor chrání akumulátory před případným nedobíjením či přebíjením. (Obr.1.8)

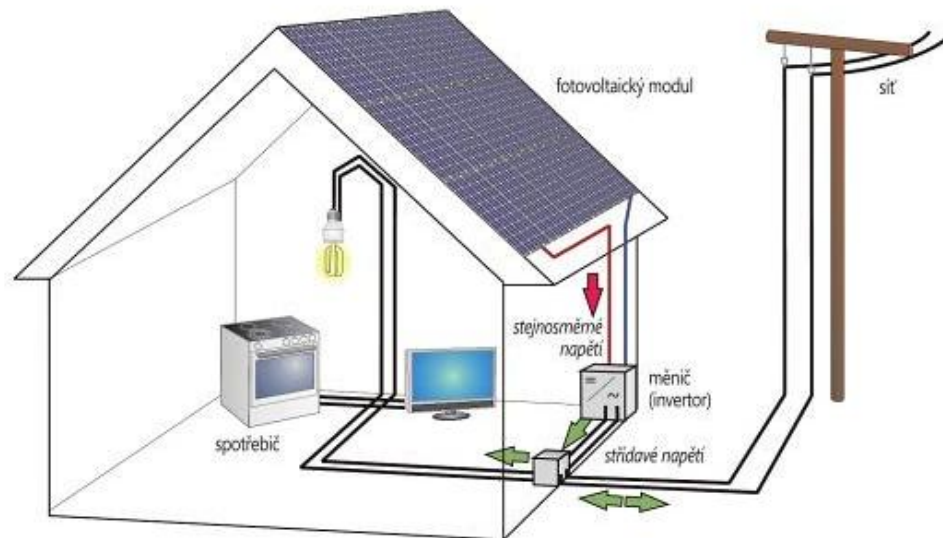


Obr. 1.8 Princip fotovoltaického ostrovního systému [3]

- Struktura síťových systémů:

K připojení systému k distribuční síti, je zapotřebí více modulů. „Na 25 m<sup>2</sup> je možno instalovat 3,5 až 4 kW. V SRN nebo ČR vyrobí tyto moduly, upevněné na střeše, 3000 až 4000 kWh. To by pokrylo spotřebu elektřiny průměrné domácnosti.“ [3] Mnoho rodinných domků takovouto plochou disponuje.

Moduly vyrábějí stejnosměrné napětí. Pokud je chceme připojit k distribuční síti, musíme je doplnit měničem. Ten mění napětí stejnosměrné na střídavé. Při transformaci sluneční energie na střídavý proud je potřeba, aby se této energie co nejméně ztratilo. Moderní měniče mají účinnost kolem 95 % někdy i více. (Obr. 1.9)



Obr. 1.9 Princip fotovoltaického systému připojeného do sítě [3]

#### e. Instalace, plánování

Největším problémem při plánování solární elektrárny je zastínění mezi jednotlivými články. Systémy na něj reagují s vysokou citlivostí. Jakákoliv zastíněná plocha, může ochromit celý fotovoltaický systém. Proto je rozmístění panelů mnohem důležitější než samotné nasměrování.

U velkých solárních systémů však natáčení na slunce může zvýšit výtěžnost až o 30 %. Jsou však náročnější finančně, i co se týká údržby mechanických dílů.

Ekonomicky a i ekologicky nejvýhodnější je instalace fotovoltaických systémů na střechy nebo fasády budov. Na střechách se využívá ideálního sklonu, na fasádách se pak ušetří na stavebním materiálu. Navíc se ušetří už takto výrazně zastavěná orná půda.

Při výrobě elektrické energie vyšší, než je potřebný výkon, se energie dodává do distribuční sítě. Naopak při vyšší spotřebě se zase energie z distribuční sítě odebírá. Při účtování proudu z těchto systémů je rozdílná cena, proto je nutné, aby byl systém vybaven vlastním, odděleným elektroměrem.

Když je energie dodávána do distribuční sítě, mohou některé elektrárny pracovat na nižší výkon. Tím se může dosáhnout finančních úspor. Nicméně bývá tvrzeno, že se sníží emise současných elektráren. To je však relativní, protože ideálním regulátorem na výkyvy dodávek od solárních elektráren jsou elektrárny vodní. Ty jsou uvedeny v chod během několika minut. Z těchto elektráren však žádné emise neušetříme. Fotovoltaika se však dobře doplňuje s dalšími systémy využívajících obnovitelných zdrojů energie. [2,3,4]

## 1.2 Biomasa

Tento zdroj je vhodný zejména ve venkovských oblastech, kde jsou k dispozici organické odpady jak z živočišných chovů, tak i z rostlinné výroby. Za účelem výroby paliva se některé plodiny i pěstují. Dochází tím, tak jako u solární energetiky k zabírání orné půdy.

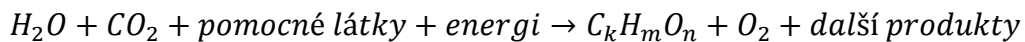
Když se na tuto problematiku podíváme z hlediska uhlíkové stopy, samotné obdělávání polí a svoz produktů zanechá nezanedbatelnou uhlíkovou stopu, která se jen těžko může vykompenzovat samotnou výrobou energie.

V pojmu biomasa je zahrnuta veškerá hmota biologického původu. Zahrnuje jak živé organismy, tak odumřelé části či produkty jejich látkové výměny. Rostlinná biomasa je nejrozšířenějším prvkem. Biomasu využíváme mimo jiné z důvodu požadavku na neutralitu produkce oxidu uhličitého. Během růstu hmoty organického původu by mělo být pohlceno stejné množství oxidu uhličitého jako při energetickém využití této hmoty. Biomasa je využívána k výrobě plyných a kapalných biopaliv nebo přímo jako pevné biopalivo.

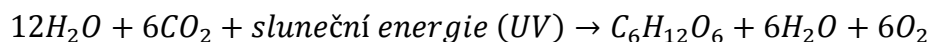
Základním procesem je fotosyntéza, která vytváří biomasu ve formě uhlovodíků. Potřebnou energii získávají rostliny ze slunečního záření. Živočichové mohou vytvářet biomasu pouze z jiné biomasy, rostliny potřebují k potravě. Proto mluvíme především o rostlinné biomase. Na obr. 1.10 je znázorněno možné využití a zpracování biomasy.

### Vznik biomasy pomocí fotosyntézy:

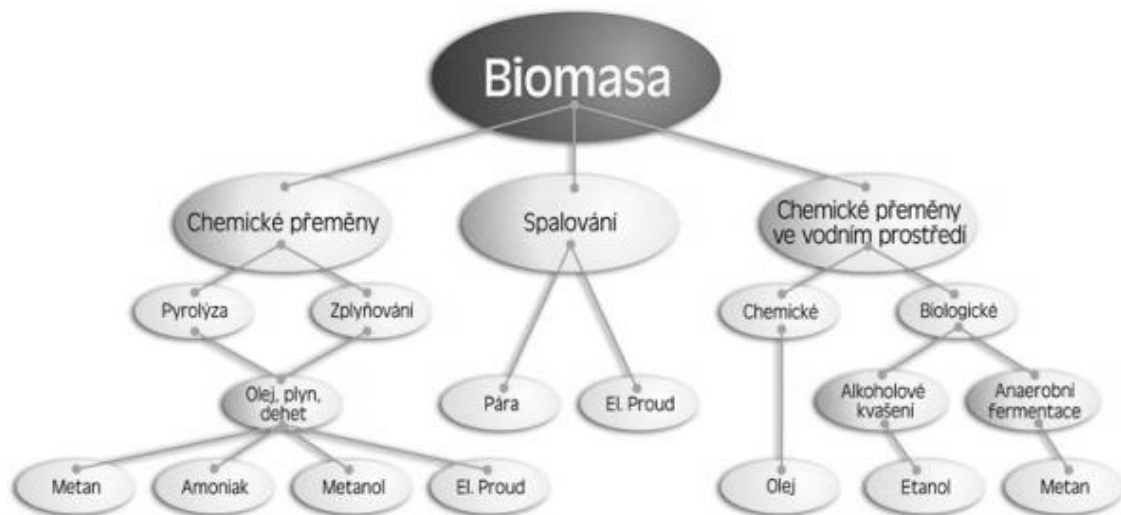
- spočívá v přeměně  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , a dalších látek na biomasu ( $\text{C}_k\text{H}_m\text{O}_n$ ) a kyslík
- obecně:



- příklad základní - kyslíkové fotosyntézy:



Účinnost rostliny se určuje podělením spotřebované sluneční energie na růst s výhřevností usušené biomasy. Mezi nejúčinnější plodiny tzv. C4-rostliny patří laskavec, proso, kukuřice, cukrová třtina nebo čínský rákos. Protože je na pěstování těchto plodin zabírána velká plocha orné půdy, dochází ke střetům se zemědělci produkujícími potravinářské plodiny.



Obr. 1.10 Možnosti využití biomasy [9]

Zpracování surovin: sušení, lisování, peletování, kvašení, zpracování na bioplyn, nebo na pohonné hmoty. Získané suroviny nám poskytují podobné využití jako fosilní paliva. Jsme schopni vyrábět elektrickou energii, vyrábět teplo nebo pohánět automobily a další.

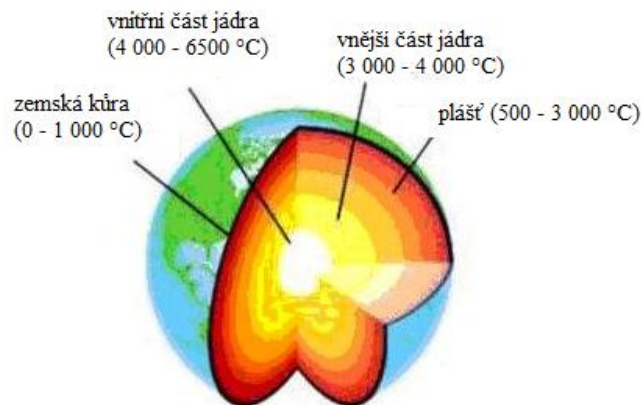
Domácí vytápění probíhající v krbech či krbových kamnech dosahuje nižších účinností (okolo 30 %). Daleko účinnější jsou klasické kotle na štípané dřevo (90 %). U těchto je nevýhodou ruční plnění a práce s palivem. Tyto kotle je vhodné doplnit o solární zařízení tak, aby mohly být v letních měsících odpojeny. Největší komfort představuje vytápění dřevěnými peletami. Je potřeba však mít k dispozici dostatečný prostor pro skladování pelet. Samotné topení nepotřebuje soustavnou obsluhu. Automatický dopravník pelety dopraví do kotle. K tomuto účelu se může používat například šnekový dopravník. Kotle bývají plně automatizovány. Je zapotřebí pouze v časovém horizontu týdne dohlédnout na zásobník popela popřípadě ho vyprázdnit.

Velké teplárny pracují na podobném principu spalování. Instalované kotle mají vyšší výkon i účinnost. Rostou však ztráty tepla dálkovým vedením. Elektrárny na biomasu fungují obdobně jako uhelné elektrárny. Palivem jsou dřevěné odpady, štěpky nebo sláma. Na rozdíl od obnovitelných zdrojů jako jsou fotovoltaické články nebo větrné elektrárny, zde se dá výroba proudu provést v okamžiku potřeby. Výkon elektráren na biomasu se pohybuje v rozmezí 10-20 MW. Při vyšších výkonech by bylo nutné dovážet palivo z větších vzdáleností od elektrárny, což by zbytečně zvýšilo náklady.

Mezi další produkty biomasy řadíme biopaliva jako je bioolej, bionafta a bioplyn. Tato tekutá či plynná biopaliva slouží kromě výroby tepla a elektřiny také například jako pohonné hmoty. Výroba pohonných hmot však prozatím nesplňuje požadavek na neutralitu produkce CO<sub>2</sub>. Ten totiž vzniká už při obdělávání daných rostlin na poli. Dále pak při dopravě a značné množství také při jejich výrobě. Neutrálnosti dosahují zatím například v Brazílii kde k výrobě bioetanolu užívají topnou energii spalováním zbytků a odpadu z cukrové třtiny. [3,4]

### 1.3 Geotermální energie

Jak již bylo několikrát zmíněno, veškerá použitelná energie pro nás pochází ze Slunce. I v tomto případě získala tuto energii planeta z vesmíru. Planeta byla zformována před více než 4 miliardami let, kdy byla žhavá a roztavená. Postupem času došlo k ochlazení, ale dodnes má více než 90 % objemu planety teplotu větší než 100 °C. Geotermální energie se průběžně doplňuje nejen působením slunečního záření ale také z vnitřních fyzikálních a chemických procesů. Zajímavostí je vnitřní jádro, které se skládá ze železa a niklu, tam teplota dosahuje až 6 500 °C. Při této teplotě má však pevné skupenství díky tlakům, které v zemském nitru dosahují hodnot až 400 000 MPa. Rozložení teplot a struktury pod zemskou kůrou viz obr. 1.11.



Obr. 1.11 Struktura Země [10]

Ve střední Evropě nejsou optimální podmínky pro získávání této energie tak jako třeba na Islandu. Nicméně i u nás se předpokládá několik lokalit vhodných k získávání elektřiny s celkovým výkonem 250 MW a tepla s výkonem okolo 2 000 MW. K nalezení těchto lokalit se musí provádět zkušební hloubkové vrtání.

Geotermální teplárna přijímá z hloubkového vrtu horkou termální vodu. Ta může obsahovat velké množství minerálních solí a radioaktivních látek. Proto je poháněna dopravním čerpadlem přes tepelný výměník. V soustavě je dále třeba užít vyrovnávací a rezervní kotle. Studenou vodu odvádíme opět do hloubky. K vytápění stačí nižší teploty pod 100 °C. I v ČR se využívají podzemní zásoby vody například na Děčínsku.

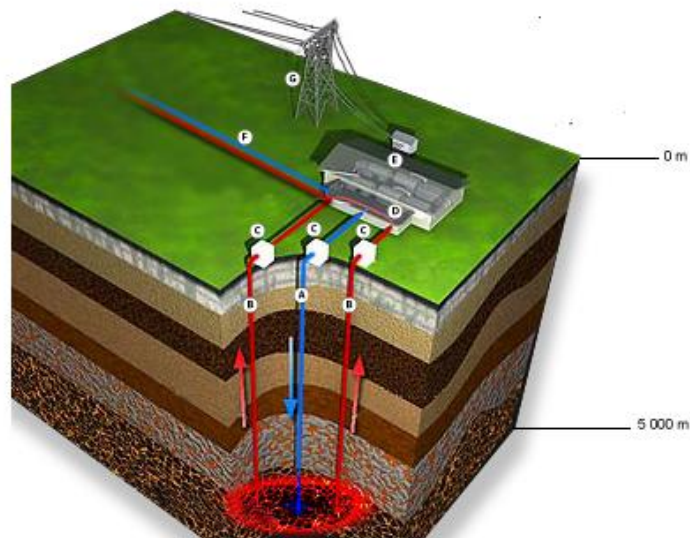
Geotermální elektrárna je složitějším zařízením než teplárna. Řeší se zde problém nízkých teplot geotermálního média. Je třeba užít nových technologií k výrobě elektrické energie.

- Přímé využití páry
- Elektrárny „Flash“
- Elektrárny ORC
- Kalinův proces

Přímé využití páry je možné pouze tam, kde lze využít páry o teplotě 200 – 300 °C. Zde se užívá klasická parní turbína. Flash Process je technika, kdy je termální voda pod

tlakem a je odpařována v expanzním stupni. ORC elektrárny (organic rankine cycle) mají relativně nízkou účinnost. Při 100 °C dosahuje 10 %. Tato technologie je odlišná užitím hnacího média. Zde je to Isopentan PF5050. Tepelný výměník předává teplo získané z geotermálního oběhu tomuto organickému médiu. Toto se odpařuje pod vysokým tlakem, při teplotách nižších než 100 °C. V případě Kalinova procesu je pracovní médium voda a amoniak. Zde je účinnost o něco vyšší než u ORC.

Geotermální HDR (Hot Dry Rocks – horké suché horniny) elektrárny užívají vrtů do hloubek do 5 000 m. V takové hloubce se udržují teploty v řádu 200 °C i v geotermálně horších regionech. Dosahují navíc přijatelných účinností. Technologie HDR se označuje také jako petrotermální geotermie. Popis na obr. 1.12. [2,3,4]



Obr. 1.12 Schéma HDR elektrárny: A – injekční vrt, B – produkční vrty, C – čerpadla, D – tepelný výměník, E – strojná turbogenerátor, F – teplovod, G – napojení na distribuční síť [11]

#### 1.4 Tepelná čerpadla

Tato technologie zažívá již několik let výrazný boom. Využívá zdroj tepla s nízkou teplotní hladinou a přeměňuje ho na vyšší teplotní hladinu. Musí se však zajistit mechanický, termický nebo elektrický pohon. Čerpadlo pracuje efektivněji, pokud máme tepelný zdroj na vyšší teplotní hladině. Navíc je zapotřebí méně hnací energie k této přeměně.

Pro obytné domy se užívají tyto zdroje tepla:

- spodní voda (systém: voda/voda)
- země, tepelný výměník v zemi/zemní kolektor (nemrznoucí roztok/voda)
- země, podzemní vrt (nemrznoucí roztok/voda)
- okolní ovzduší (vzduch/voda)

Podle zdrojů tepla se rozlišují systémy výše uvedené v závorkách a to na vzduch/vzduch, vzduch/voda, nemrznoucí směs (země)/voda a nebo voda/voda.

*Topný faktor* je poměr mezi vyprodukovaným tepelným tokem  $Q_{ab}$  a okamžitým hnacím příkonem  $P$ . (1.5) Chladicí výkon prostředí  $Q_{zu}$  se rovná rozdílu vyprodukovaného tepelného toku a hnacího příkonu.

$$\varepsilon = \frac{Q_{ab}}{P} = \frac{Q_{ab}}{Q_{ab} - Q_{zu}} \quad (1.3)$$

Důležitější je roční provozní topný faktor. Tento faktor udává poměr mezi požadovaným tepelným tokem a elektrickou energií spotřebovanou na pohon čerpadla. Například při požadovaném tepelném toku 10 000 kWh je při ročním provozním faktoru 4 zapotřebí 2 500 kWh elektrické energie. V tabulce 1.5 jsou vypsány typické roční faktory pro různá tepelná čerpadla.

Tab. 1.5 Typické roční provozní faktory pro tepelná čerpadla [3]

tepelné čerpadlo	tepelný zdroj	roční provozní faktor u vytápění ÚT v podlaze	roční provozní faktor u vytápění radiátorovými tělesy ÚT
nemrznoucí roztok/voda	země	3,6	3,2
voda/voda	spodní voda	3,4	3,0
vzduch/voda	vzduch	3,0	2,3

Čerpadla čerpající teplo ze země mají nejlepší roční provozní faktor. Hůře na tom jsou čerpadla čerpající podzemní vodu. Mimo jiné je to způsobeno potřebou vyššího výkonu k čerpání. Nejhůře dopadla čerpadla se vzdušným zdrojem díky zimním teplotám.

Tepelná čerpadla pracují na podobném principu jako chladnička. Z vnějšího chladnějšího prostředí odebírá tepelnou energii a předává ji jiné látce s vyšší teplotou. Například voda v bazénu nebo voda v otopné soustavě. Tak jako v případě chladničky i zde máme podle principu tepelná čerpadla kompresorová, absorpční a adsorpční. [3,12]

Instalace je vhodná pro menší objekty s menšími tepelnými ztrátami. Dle možností okolí objektu se pak volí vhodná technologie. Pokud nás zajímá cena, nejvhodnější je systém vzduch/voda, ten lze umístit prakticky kdekoliv. Nevýhodou je však významný pokles výkonu při ochlazení a může být i hlučný. Pokud je naším zájmem hlavně dlouhá životnost primárního zdroje pak je ideální čerpadlo země/voda. Tady jsou však vysoké pořizovací náklady včetně nákladů na vytvoření hloubkových vrtů, či dalších zemních prací. Při požadavku na vysokou účinnost tepelného zdroje se doporučuje čerpadlo voda/voda. Tato aplikace podává nejvyrovnanější výkon v průběhu celého roku. Nevýhodou však je menší četnost zdrojů v přírodě a nutnost zkoumat složení a vydatnost vody.

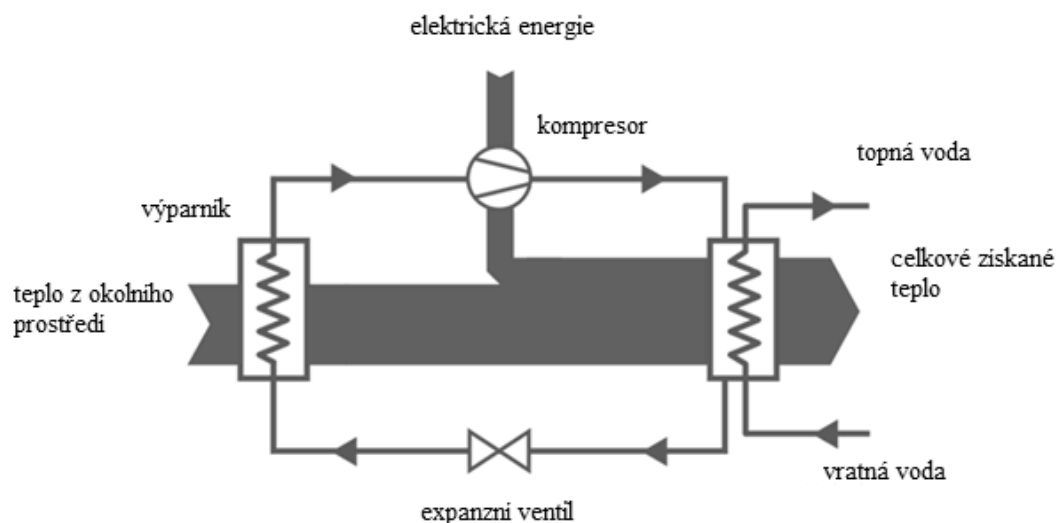
Při navrhování vytápění musíme znát tepelné ztráty objektu. TČ navrhujeme na 70 – 80 % těchto ztrát. Návrh na 100 % není ekonomický, protože při požadavku na vyšší výkon výrazně roste cena čerpadla. Situace, kdy by byl požadován 100% výkon, nejsou tolik četné. Ekonomičtější je proto na těchto několik dní v roce užití jiného zdroje energie.

#### Kompresorová tepelná čerpadla (obr 1.13):

- nejrozšířenějším typem
- chladivo s nízkým bodem varu se odpařuje a pod vysokým tlakem kondenzuje
- kompresor bývá poháněn elektromotorem

#### Absorpční tepelná čerpadla:

- kompresor nahrazen termokompresorem
- termokompresor stlačuje chladivo a využívá tepla odpařeného chladiva
- chemický proces – sorpce, rozpuštění amoniaku ve vodě
- varník – zde se odděluje amoniak a voda
- výhodou nižší spotřeba elektrické energie, vhodná pouze pro vyšší výkony



Obr. 1.13 Princip kompresorového tepelného čerpadla [13]

*Monovalentní provoz TČ:*

U dobře izolovaných domů je možné užít samotné TČ na vytápění. Je to způsobené nízkými tepelnými ztrátami objektů. Není třeba dalšího zdroje. Zvýšení investičních nákladů není tak výrazné, protože stačí zařízení s nižšími výkony pokrýt celou spotřebu objektu.

*Bivalentní provoz TČ:*

U objektů s vyššími tepelnými ztrátami již není výhodné dimenzovat TČ na pokrytí celé spotřeby. To by znamenalo přílišné zvýšení nákladů. Bivalentní provoz znamená, že je provoz TČ doplněn o další zdroj tepelné energie například elektrokotel, který sepne, když TČ není schopno pokrýt danou potřebu tepelné energie.

## 2 LEGISLATIVNÍ ÚPRAVY POUŽÍVÁNÍ OZE V ČR

Česká Republika je jako člen Evropské Unie zavázána naplňovat svými právními předpisy vydané směrnicí evropského parlamentu. V problematice obnovitelných zdrojů jsou tyto směrnice schvalovány na základě smlouvy o fungování EU a to článku 194, který stanovuje: „energetická politika EU má za cíl podporovat rozvoj nových a obnovitelných zdrojů energie“ [14]. Po našem vstupu do EU platila směrnice 2001/77/ES která zavazovala členské státy dosáhnout 12 % hrubé domácí spotřeby energie z obnovitelných zdrojů. Nedostatečné plnění těchto cílů vedlo ke vzniku nové směrnice založené na komplexnějším řešení problému. Na základě Pracovního plánu pro obnovitelné zdroje vydaného roku 2007 byla vytvořena nová směrnice 2009/28/ES. Ta stanovuje, že do roku 2020 musí 20% podíl spotřeby energie celé EU pocházet z obnovitelných zdrojů. Cíl je rozložen na jednotlivé státy dle jejich výchozích možností v oblasti ekonomiky a technologie. Dále zavazuje jednotlivé státy dosáhnout 10% podílu obnovitelných zdrojů v palivech určených pro dopravu. Směrnice navíc navrhuje, jakým způsobem cílů mohou jednotlivé státy dosáhnout. Jedná se o režimy podpor, společné projekty a spolupráce mezi členskými státy

Nyní už EU připravuje další směřování po roce 2020 tak, aby investorům včas zajistila jasnou politiku směřování. To by mělo podléhat plánu schválenému v březnu 2013 a měl by usměrňovat energetickou politiku až do roku 2050 (Usnesení Evropského parlamentu ze dne 14. března 2013 o energetickém plánu do roku 2050, budoucnosti s energií). [1, 14]

### 2.1 Energetická politika ČR ve vztahu k OZE

Politické cíle v této oblasti jsou formulovány ve Státní energetické koncepci a Státní politice životního prostředí České republiky.

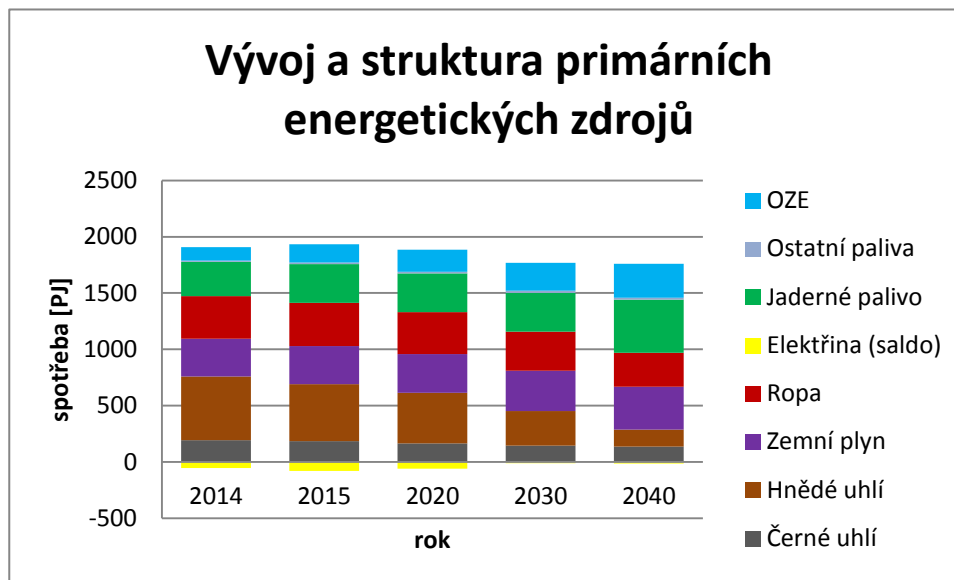
Státní energetická koncepce je součástí hospodářské politiky státu. Vznikla v roce 2004 a aktualizována byla v roce 2014. Má za úkol zajištění podmínek pro dodávky energie za přijatelné ceny a její efektivní využití. Stanovuje cíle v oblasti struktury spotřeby primárních energetických zdrojů. (Tab.: 2.1, Obr.: 2.1)

#### Hlavní priority:

- nezávislost – na cizích zdrojích, zdroje z rizikových oblastí
- bezpečnost – spolehlivost dodávek, decentralizace systémů
- udržitelný rozvoj – ochrana ŽP, ekonomický a sociální rozvoj

Tab. 2.1 Cíle Státní energetické koncepce v oblasti struktury spotřeby primárních energetických zdrojů v PJ [15]

	2014	2015	2020	2030	2040
černé uhlí	194,3	184,6	164,2	143,9	136,3
hnědé uhlí	564,3	505,2	448,8	307,4	150
zemní plyn	336,1	338,9	344,5	357,9	381,2
ropa	378,4	385,8	374,2	348,7	301,5
elektřina (saldo)	-53,8	-80,1	-58,9	-11,9	-13,3
jaderné palivo	305,4	343,6	343,6	343,6	471,3
ostatní paliva	10,5	12,9	13,8	19,5	19,5
OZE	119,1	161,4	195,6	247,5	299,8
celkem	1854,3	1852,3	1825,7	1756,5	1746,5



Obr. 2.1 Vývoj a struktura primárních energetických zdrojů [15]

Státní politika životního prostředí zahrnuje i ostatní sektorové a regionální politiky, kde je třeba dbát na environmentální rozměr udržitelného rozvoje. Pomáhá dodržovat požadavky evropského práva.

V přehledu je vypsáno několik zákonů a vyhlášek platných v ČR.

- Zákon 406/2006 Sb. - hospodárnost využívání energií  
- využívání OZE
- Zákon 458/2000 Sb. - podmínky podnikání  
- nediskriminační regulace v energet. odvětvích

- Zákon 180/2005 Sb.
  - základní legislativní opora v tomto směru
  - trvalé zvyšování podílu OZE na spotřebě
  - způsob podpory výroby elektřiny z OZE
  - přednostní zapojení výroby do elektrizační sítě
  - povinný výkup energie od výrobců s garancí 15 let
  
- Vyhláška 148/2007 Sb.
  - energetická náročnost budov
  
- Nařízení vlády 66/2005 Sb.
  - podíl biopaliv a dalších paliv z OZE

Tyto právní předpisy jsou zahrnuty i v novějších zněních a to většinou v plném rozsahu. Mají za úkol hlavně zvyšování energetické účinnosti, snížení emisí a splnění evropské směrnice o dosažení daného podílu OZE na spotřebě. [1, 15]

## 2.2 Aktuální dotační programy

Aby docházelo k plnění daného plánu dle směrnice EU a dalších českých vyhlášek, je nutné výrobce energií patřičně motivovat. Hlavním motivačním prvkem pro výrobce jsou dotační programy. Jsou podporovány jak větší projekty (elektrárny zapojené do sítě) tak i jednotlivé menší projekty na výroby tepla obytných budov čímž je také dosahováno snižování spotřeby elektrické energie a emisí CO<sub>2</sub>.

Dotace je možné získat od ministerstva životního prostředí, průmyslu a obchodu, ale také přímo z Evropské unie.

### Přehled současných nebo nadcházejících programů:

- **Program Obnovitelné zdroje energie (celková suma 1,47 mld. Kč)**
  - obor podnikání: energetika
  - velikost podniků: malé, střední, velké
  - dotace na: využití OZE
  - výše dotace: 1 – 100 mil. Kč
  - očekávaný termín vyhlášení: květen 2015
  - podmínky:

Podpora je vhodná pro výstavbu nových případně rekonstrukci stávajících zařízení k výrobě el. energie z OZE, určené k distribuci nikoliv pro vlastní spotřebu.

Vztahuje se na malé vodní elektrárny, bioplynové stanice, podporu spalování biomasy. Nevztahuje se na větrné, solární ani geotermální zdroje.

Projekty musí být realizovány mimo hl. město Praha. Procentuální podíl dotace na ceně stavby bude stanovena dle velikosti podniku (rozhodující je počet zaměstnanců). Vyšší podíl z ceny bude dotován u menších podniků. (až 70% z ceny) [16]

- **Program Úspory energie (celková suma 20,46 mld. Kč)**
  - obor podnikání:  
Těžba a dobývání, Zpracovatelský průmysl, Technologie, Stavebnictví, Energetika, IT a telekomunikace, Obchod a služby
  - velikost podniků: malé, střední, velké
  - dotace na: snížení energetické náročnosti, zvýšení energetické efektivity
  - výše dotace: 0,5 – 250 mil. Kč
  - očekávaný termín vyhlášení: květen 2015
  - podmínky:

Dotace bude poskytnuta na projekty, které počítají se snížením energetické náročnosti a zvýšení energetické efektivity podniku. Například modernizace rozvodů elektřiny, tepla, plynu, modernizace systémů měření a regulace, modernizace a rekonstrukce zařízení na výrobu energie pro vlastní spotřebu, využití odpadní energie ve výrobních procesech, instalace vlastních zdrojů OZE pro vlastní spotřebu podniku. [16]

- **Program Nová zelená úsporám (celková suma letos 1,1 mld. Kč)**
  - obor podnikání: fyzické osoby, bytová družstva a další vlastníci bytových domů
  - rodinné a bytové domy
  - výše dotace: podle prozatím schválených příspěvků 40 – 500 tis Kč.
  - termín vyhlášení: 15. 5. 2015
  - termín ukončení podávání žádostí: 31. 10. 2015
  - podmínky:

Podpora je určena pro zateplování celých budov ale i jejich dílčích součástí - výměna oken, dveří, zateplení obvodových zdí, stropů a podlah. Dále pro výstavbu nových domů s nízkou energetickou náročností. Na výměnu neekologických zdrojů tepla – kotle spalující uhlí za kotle spalující biomasu, tepelná čerpadla. Pro instalaci solárních termických systémů a systémů nuceného větrání se zpětným získáváním tepla z odpadního vzduchu.

Podpora pro bytové domy je obdobná jako u rodinných domů. [17]

- ***Zelený bonus***

- Jedná se o tzv. „výkup“ elektrické energie, při jejím přebytku, do distribuční sítě. Výkupní cena je garantovaná státem. Její výše je stanovena energetickým regulačním úřadem a neustále se snižuje. Tento bonus byl státem v počátku garantován jako fixní. Nicméně po změně vlád, prostudování reálných dopadů a celkovém „vystřízlivění“ bylo logicky nutné na tyto bonusy sáhnout a postupně je snížit. U některých typů jako je například fotovoltaika dnes nejsou žádné bonusy garantovány a elektřina je vykupována pouze za výkupní cenu. To ovšem těžce nesou majitelé zařízení, která byla projektována na určitou návratnost. V současné době se vede s ČR řada arbitráží ohledně těchto bonusů.

### 3 NĚKTERÉ REALIZOVANÉ PROJEKTY V ČR

Pro porovnání jsou zde uvedeny větší projekty včetně elektráren, v další podkapitole pak vybraný projekt.

#### 3.1 Největší projekty v ČR

V následujícím výčtu jsou shrnuty některé největší elektrárny a teplárny u nás.

##### Solární elektrárny:

- FVE Ralsko
  - instalovaný výkon: 38,3 MW
  - zastavěná plocha: provozovatel neuvádí
  - roční výroba elektřiny: 40 GWh
  - provozovatel: ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.
- FVE Brno Tuřany
  - instalovaný výkon: 21,2 MW
  - zastavěná plocha: 40 ha
  - roční výroba elektřiny 18 GWh
  - provozovatel: BS Park I-III. s.r.o.

##### Spalovny na biomasu

- Tisová
  - instalovaný výkon: 105 MW, 170 t páry/hod.
  - vyrobené teplo: 630 TJ
  - zvláštnost: přeshraniční dodávky na Slovensko – unikát v Evropě
- Poříčí
  - instalovaný výkon: 55 MW
  - roční výroba elektřiny: 100 000 MWh

#### 3.2 Projekt solárních kolektorů na rodinném domě

V okolí bydliště byl osloven vlastník domu, na kterém jsou uloženy 3 kolektory značky SUNTIME 2.1. Sklon střechy je 40° a odklon od jihu je 5 – 10 %. Dá se říct, že se jedná o ideální umístění kolektorů.

Kolektory jsou užívány k ohřevu 300 l zásobníku užitkové vody s vestavěnou elektrickou patronou, která je v provozu, když je účinnost kolektorů nízká.

V tab.: 3.1 jsou zaznamenány cenové náklady na ohřev vody elektřinou a ohřev solárním systémem. Tyto údaje byly poskytnuty vlastníkem, dalším údajem jsou náklady na 25-letý provoz, který je minimem životnosti solárních kolektorů.

	Elektrické ohřívání (300 l, 3kW)	Solární systém (300 l)
Pořizovací náklady	22 000 Kč	95 000 Kč
Roční náklady (elektrická energie)	33 000 Kč	9 500 Kč
Náklady po 25 letech provozu	847 000 Kč	332 500 Kč

*Návratnost:*

$$\tau = \frac{\text{Pořizovací } T\check{C} - \text{Pořizovací } e}{\text{Provozní } e - \text{Provozní } T\check{C}} \quad [\text{roky}] \quad (3.1)$$

$$\tau = \frac{95\,000 - 22\,000}{33\,000 - 9\,500} = 3,1 \text{ roky}$$

## 4 NÁVRH ZDROJE TEPLA PRO REKREAČNÍ CHATU

Na základě projektu výstavby rekreační chaty budeme posuzovat vhodnost a návratnost dané aplikace jejího vytápění. Rozměry a náhled na rozmístění místností v chatě viz obr. 4.1.

Porovnáno bude vytápění pomocí elektrického kotle a vytápění tepelným čerpadlem. Tepelné čerpadlo bude navrženo typu vzduch/voda. Ohled je brán na celkové pořizovací a měsíční provozní náklady obou těchto technologií.

Požadavkem je, aby zařízení sloužilo k účelům celoročního osídlení tj. včetně zimních měsíců. Proto je nutné zajistit nepřetržitou dodávku tepla. Z tohoto důvodu je pro nás důležité a přínosné spočítat návratnost dané aplikace.

Chata se nachází v okrajové lesní části, v lokalitě Brno-venkov. V této lokalitě je počet dní otopného období v roce stanoven na 222. Průměrná teplota v otopném období je 3,6 °C. Venkovní výpočtová teplota pak -12 °C. [19]

Jedná se o jednopodlažní chatu se složením místností: obývací pokoj včetně kuchyňského a jídelního koutu, koupelna, dětský pokoj, ložnice a chodba. Teplá voda v kuchyni i v koupelně bude zajištěna průtokovým ohřívačem. Chodba nebude vytápěna. Navržené vytápění vzhledem k užití tepelného čerpadla bude podlahové.

Podloží chaty se skládá z rostlého terénu, zhutněného štěrkopískového násypu, podkladního betonu a základového zdiva. Stěny, strop a střešní krov je sestaven z loupané smrkové kulatiny. Pokryv střechy zajišťují střešní tašky.

### 4.1 Zjednodušený výpočet tepelných ztrát chaty

Rozměry chaty a další charakteristické hodnoty důležité pro výpočet v tab. 4.1. Hodnoty součinitele prostupu tepla jsou již vypočteny projektantem a jsou uvedeny v tab. 4.2.

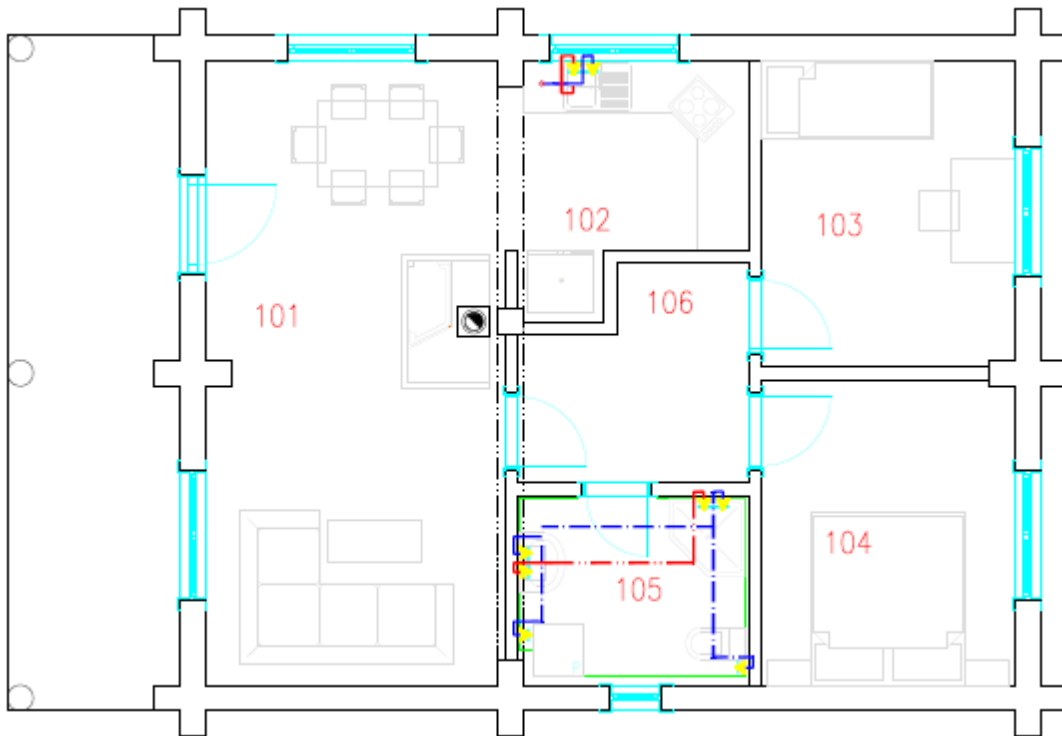
Tab. 4.1 Rozměry a údaje o klimatickém stavu oblasti

Délka obytného prostoru	$l_1 = 9,70 \text{ m}$
Délka obytného prostoru	$l_2 = 7,55 \text{ m}$
Výška obytného prostoru	$v = 2,56 \text{ m}$
Objem obytného prostoru	$V_o = 187,48 \text{ m}^3$
Objem vytápěného obytného prostoru*	$V_{co} = 172,12 \text{ m}^3$
Výpočtová venkovní teplota, teplota větrání	$t_e = -12 \text{ °C}$
Intenzita výměny vzduchu**	$n = 0,3 \text{ h}^{-1}$
Vnitřní teplota	$t_i = 21 \text{ °C}$
Délka otopného období	$d = 222 \text{ dní}$
Průměrná venkovní teplota v otopném období	$t_p = 3,6 \text{ °C}$
Tepelný zisk***	$Q_z$ neuvažujeme

\* odečten objem chodby

\*\* kolikrát za hodinu bude větráno

\*\*\* například teplo získané ze spotřebičů, od lidí nacházejících se v chatě



Obr.: 4.1 Plán chaty, 101 - obývací místnost, 102 - kuchyň,  
103,104 - pokoje, 105 - koupelna, 106 - chodba

#### 4.1.1 Tepelné ztráty prostupem tepla

Tepelná ztráta prostupem je počítána dle vztahu (4.1). Výpočet je proveden tzv. obálkovou metodou. V tab 4.2 je rozdělení jednotlivých prvků přes které prostupuje teplo.

$$Q_0 = U \cdot S \cdot (t_i - t_e) \quad [\text{W}] \quad (4.1)$$

$$Q_{01} = 0,41 \cdot 73,24 \cdot (21 - (-12)) = 990,9 \text{ W}$$

$$Q_{02} = 0,41 \cdot 89,68 \cdot (21 - (-12)) = 1213,4 \text{ W}$$

$$Q_{03} = 0,41 \cdot 73,24 \cdot (21 - 5) = 480,5 \text{ W}$$

$$Q_{04} = 2,0 \cdot 9,21 \cdot (21 - (-12)) = 607,9 \text{ W}$$

$$Q_{05} = 1,5 \cdot 1,77 \cdot (21 - (-12)) = 87,6 \text{ W}$$

Tab.: 4.2 Hodnoty jednotlivých částí "obálky"

Číslo indexu	Konstrukce	Plocha [m <sup>2</sup> ]	Venkovní výpočtová teplota t <sub>e</sub> [°C]	Součinitel prostupu tepla U [W/m <sup>2</sup> K] [19]	Základní tepelná ztráta Q <sub>0x</sub> [W]
1	Strop	73,24	-12	0,41	990,9
2	Obvodový plášť	89,68	-12	0,41	1 213,4
3	Podlaha	73,24	5	0,41	480,5
4	Okna	9,21	-12	2	607,9
5	Dveře	1,77	-12	1,50	87,6
Celková tepelná ztráta prostupem					3 380,2

#### 4.1.2 Tepelné ztráty větráním

Objemový tok:

$$V_v = \frac{n \cdot V_0}{3600} \quad [\text{m}^3\text{s}^{-1}] \quad (4.2)$$

$$V_v = \frac{0,3 \cdot 187,48}{3600} = 0,016 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$$

Tepelná ztráta způsobená větráním:

$$Q_v = 1300 \cdot V_v (t_i - t_e) \quad [\text{W}] \quad (4.3)$$

$$Q_v = 1300 \cdot 0,016 \cdot (21 - (-12)) = 686,4 \text{ W}$$

#### 4.1.3 Celkové tepelné ztráty prostupem

$$Q_c = Q_p + Q_v - Q_z \quad [\text{W}] \quad (4.4)$$

$$Q_c = 3380,2 + 686,4 - 0 = \mathbf{4066,6 \text{ W}}$$

## 4.2 Energie potřebná k vytápění

Výpočet pomocí „denostupňové metody“ Opravný součinitel zadán projektantem 0,8.

#### 4.2.1 Výpočet denostupně

$$D = d \cdot (t_i - t_p) \quad [\text{K} \cdot \text{den}] \quad (4.5)$$

$$D = 222 \cdot (21 - 3,6) = 3862,8 \text{ K} \cdot \text{den}$$

#### 4.2.2 Výpočet roční energie potřebné k vytápění

$$E_V = 0,8 \cdot \frac{24 \cdot Q_c \cdot D}{(t_i - t_e)} \quad [\text{kWh/rok}] \quad (4.6)$$

$$E_V = 0,8 \cdot \frac{24 \cdot 4,0666 \cdot 3862,8}{(21 - (-12))} = 9139,5 \text{ kWh/rok}$$

#### 4.3 Návrh vytápěcí technologie

Návrh je proveden na základě požadovaného výkonu kotle, ten by měl být větší než celkové tepelné ztráty chaty. V tabulce 4.3 je navržený kotel Therm EL 5.

##### 4.3.1 Elektrokotel – pořizovací náklady

Tab.: 4.3 Parametry - elektrokotel

	THERM EL 5 [20]	
Tepelná ztráta objektu	4,1	kW
Roční potřeba tepla	9 139,5	kWh/rok
Jmenovitý tepelný výkon	4,5	kW
Jmenovitý proud (třívázové)	7(21)	A
Napájecí napětí/frekvence	3 400/230 + N + PE/50 ~	V/Hz
Maximální jmenovitý proud	3x8 (1x24)	A
Hlavní jistič elektroinstalace	10 (25)	A
Min. – max. pracovní přetlak otopné soustavy	0,8 – 2,5	bar
Maximální teplota otopné vody	80	°C
Vodní objem kotle	6	l
Účinnost při jmenovitém výkonu $\eta_e$	99,5	%
Objem expanzní nádoby	7	l
<b>Pořizovací náklady</b>	<b>18 599</b>	<b>Kč</b>

*Další náklady:*

Montáž (včetně dalších komponent – ventily, expanzní nádoba...)	10 000 Kč
Seřízení/revize	1 200 Kč
Elektroinstalace	3 000 Kč

**CELKOVÉ POŘIZOVACÍ NÁKLADY 32 799 Kč**

### 4.3.2 Elektrokotel – provozní náklady

Elektrická energie bývá často zpoplatněna dvěma sazbami a to na tzv. nižší a vyšší tarif. Celková roční spotřeba je proto rozdělena dle poměru, kdy je nižší a kdy vyšší cena. Nejčastěji bývá noční proud, dnes označován jako „nízký tarif“ 8 hodin. Rozdělení je proto provedeno na 2/3 spotřeby za provozu ve vyšším tarifu a 1/3 spotřeby za nižšího tarifu.

*Výpočet el. energie spotřebované elektrokotlem:*

$$E = \frac{E_V}{\eta_e} \quad [\text{kWh}] \quad (4.7)$$

$$E = \frac{9139,5}{0,995} = 9181 \text{ kWh}$$

Roční spotřeba – VT	6 120,7 kWh	2,10 Kč/kWh	12 853 Kč
Roční spotřeba – NT	3 060,3 kWh	1,20 Kč/kWh	3 672 Kč
Distribuce elektřiny – VT	6 120,7 kWh	1,80 Kč/kWh	11 017 Kč
Distribuce elektřiny – NT	3 060,3 kWh	0,40 Kč/kWh	1 224 Kč
Roční poplatek za jistič 3x25 A	12 měsíců	114 Kč/měsíc	1 368 Kč
Krytí vícenákladů	9 181,0 kWh	0,72 Kč/kWh	6 610 Kč
<b>CELKOVÉ ROČNÍ NÁKLADY</b>			<b>36 744 Kč</b>

### 4.3.3 Tepelné čerpadlo – pořizovací náklady

Tepelné čerpadlo je navrženo na bivalentní provoz. To znamená, že bude vytápění doplněno ještě o jiný zdroj. Dimenzování TČ na maximální výkon by bylo totiž neekonomické. Dalším důvodem je problém s vytápěním za předpokladu, že venkovní teplota poklesne pod teplotu, kdy TČ přestává pracovat. Nejčastěji bývá toto vytápění doplňováno elektrokotlem, např. vestavěným. Další možností jsou interiérová kamna či krb. Tyto alternativy byly majitelem chaty z hlediska ochrany ŽP a nečistot způsobených vytápěním tuhými palivy zavrženy.

V tabulce 4.4 je navrženo tepelné čerpadlo HP1AWX 05 od firmy PZP. Toto čerpadlo má vestavěný elektrokotel.

Tab.: 4.4 Parametry tepelné čerpadlo

	Typ HP1AWX 05 [21]	jednotka
Tepelná ztráta objektu	4,1	kW
Roční spotřeba tepla	9 139,5	kWh
Elektrický příkon*	1,5	kW
Topný výkon*	5,1	kW
Topný faktor* $\epsilon_{COP}$	3,4	
Rozsah teplot primárního zdroje (vzduch)	-25 – 35	°C
Maximální výstupní teplota (do -8 °C)	58	°C
Napájecí napětí	1x230 / 50	V / Hz
Jistič proudu s elektrokotlem	C32/1	
<b>Pořizovací náklady [22]</b>	<b>167 000</b>	<b>Kč</b>

\* pro hodnoty A2/W35 (venkovní teplota 2 °C a teplotu vytápěcího média 35 °C)

*Další náklady:*

Montáž	24 000 Kč
Seřízení/revize	5 500 Kč
Elektroinstalace	3 000 Kč

**CELKOVÉ POŘIZOVACÍ NÁKLADY 199 500 Kč**

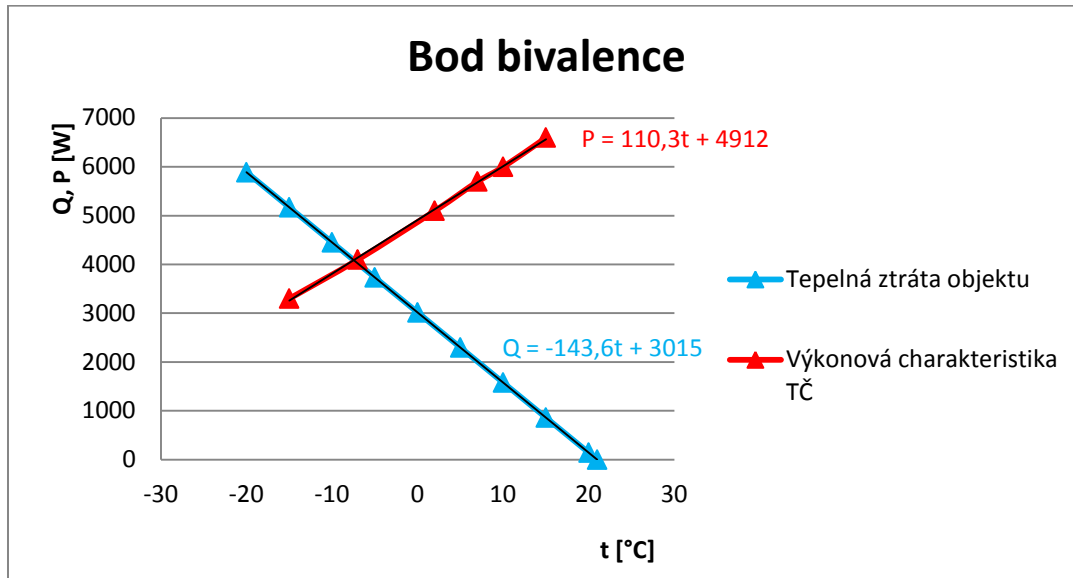
**4.3.4 Tepelné čerpadlo – provozní náklady**

Při vytápění TČ poskytují dodavatelé energie (např. E-ON) nízký tarif po dobu 22 hodin denně. To přináší úspory i při provozu dalších spotřebičů. Jedná se o tarif D56.

Bod bivalence:

Leží na průsečíku křivky tepelné ztráty objektu a výkonové charakteristiky TČ. V našem případě je to přibližně -7,4 °C (Obr. 4.1). Pokud teplota klesne pod tuto hodnotu, budeme vytápět pouze elektrokotlem.

Daná výkonová charakteristika TČ je stanovena výrobcem pro teplotu vytápěcího média 35 °C. Vzhledem k tomu, že návrh podlahového vytápění a tedy i stanovení teploty vytápěcího média není předmětem vlastní práce, budeme při určování bodu bivalence uvažovat, že je teplota vytápěcího média 35 °C dostatečná. Pokud by byla výkonová charakteristika udávána pro teplotu vytápěcího média 45 °C, byla by teplota bodu bivalence o něco vyšší.



Obr. 4.2 Bod bivalence  
(průsečík křivek tepelné ztráty objektu a výkonové charakteristiky TČ)

Na základě malé energetické náročnosti budovy jsme schopni pokrýt v dané lokalitě prakticky celé vytápěcí období vytápěním pomocí TČ. Pro kompletní výpočet musíme stanovit i spotřebu bivalentního zdroje – elektrokotle. Ten bude v provozu, pokud teplota klesne pod  $-7,5$  °C. V dané lokalitě, v posledních pěti letech klesla teplota pod tuto hodnotu průměrně  $p = 4,5$  krát ročně. [23]

Podíl na vytápění – elektrokotel:

$$e = \frac{p}{d} \quad [-] \quad (4.8)$$

Vytápění elektrokotlem bude probíhat ve 2 % z celkového topného období.

Podíl na výrobě tepelné energie TČ vypočten pomocí rovnice 4.8. Spotřeba el. energie TČ je pak dána vztahem 4.9 a podíl na spotřebě elektrokotlem vztahem 4.10.

$$E_{ET\check{C}} = E_V \cdot (1 - e) \quad [\text{kWh/rok}] \quad (4.9)$$

$$E_{T\check{C}} = \frac{E_{ET\check{C}}}{\varepsilon_{COP}} \quad [\text{kWh/rok}] \quad (4.10)$$

$$E_{Ee} = E_V \cdot e \quad [\text{kWh/rok}] \quad (4.11)$$

$$e = \frac{4,5}{222} = 0,02$$

$$E_{ET\check{C}} = 9139,5 \cdot (1 - 0,02) = 8957 \text{ kWh/rok}$$

$$E_{T\check{C}} = \frac{8957}{3,4} = 2634 \text{ kWh/rok}$$

$$E_{Ee} = 9139,5 \cdot 0,02 = 183 \text{ kWh/rok}$$

Roční spotřeba – TČ NT	2 634 kWh	1,20 Kč/kWh	3 160 Kč
Roční spotřeba – elektrokotel NT	183 kWh	1,20 Kč/kWh	220 Kč
Roční poplatek za jistič 3x25 A	12 měsíců	114 Kč/měsíc	1 368 Kč
Distribuce elektřiny – NT	2 817 kWh	0,40 Kč/kWh	1 127 Kč
Krytí vícenákladů	2 817 kWh	0,72 Kč/kWh	2 028 Kč
Roční provozní náklady – údržba TČ			2 000 Kč
<b>CELKOVÉ ROČNÍ NÁKLADY</b>			<b>8 893 Kč</b>

#### 4.3.5 Zhodnocení návratnosti

Když podělíme rozdíl pořizovacích a rozdíl ročních nákladů, dostaneme návratnost v letech.

$$\tau = \frac{199\,500 - 32\,799}{36\,744 - 8\,893} = 6 \text{ let}$$

Vzhledem k dobré energetické bilanci chaty, kdy máme tepelné ztráty 4,1 W, se nám obtížně hledalo TČ, které by splňovalo požadavek výkonu do 80 % tepelných ztrát. Bylo zvoleno TČ s vyšším výkonem. Výkon daného TČ klesne pod naše tepelné ztráty pouze za velmi nízkých teplot. Tehdy budeme vytápět pouze vestavěným elektrokotlem.

Je již na uvážení majitele chaty, zda použít TČ i k ohřevu teplé užitkové vody. Došlo by k dalším úsporám.

Další variantou by bylo vytápění solárním kolektorem namísto TČ. Tato alternativa by poskytla nižší investiční náklady, avšak bylo by nutné v zimním období častěji přitápět elektrokotlem. Tím by byly navýšeny provozní náklady.

Zřízení vytápění pomocí TČ je výhodnou investicí. Zjednodušeně se jedná o investici 200 000 Kč. Při zainvestování do TČ v našem případě získáme 20 000 ročně, které bychom jinak zaplatili na vytápění. Nemalých úspor se pak také dosáhne tím, že je elektřina v chatě 22 hodin denně na nízké sazbě. Do budoucna však chystají dodavatelé energií změny, a to, že by se oddělila sazba přímo na TČ a na další spotřebiče.

## ZÁVĚR

Předmětem práce bylo uvést problematiku obnovitelných zdrojů energie, popsat některé typy, uvést čtenáře do problematiky legislativy ve vztahu k OZE, nastínit realizované projekty a navrhnout vytápění vlastního objektu.

Druhy OZE byly popsány včetně těch, které slouží pouze k výrobě elektrické energie a to z důvodu, že i tato energie se dá využít k zisku energie tepelné. Cílem by mělo být dosažení trvale udržitelného rozvoje a zároveň nezvyšovat ceny energie. To se nedaří především v oblasti teplárenské. Dnes, kdy tepelné ztráty budov po rekonstrukcích dosahují až 50 % původních hodnot, dochází při poklesu poptávky po tepelné energii k nárůstu cen.

Při hledání realizovaných projektů jsem se často dostal do „slepé uličky“, kdy jsem se zamotal do nepřehledné změní majitelů, jednatelů, akcionářů daných projektů, obzvláště okolo solární energetiky. To je způsobeno nepřehledným legislativním prostředím, kdy zde není patrně cílem snaha o trvale udržitelný rozvoj, nýbrž pouze o dosažení čistého zisku.

K návrhu vytápění byla použita modelová chata. Byly vypočteny tepelné ztráty pomocí obálkové metody a navrženo tepelné čerpadlo. Investice do TČ se vyplatí, pokud jsou vhodné podmínky pro tento typ vytápění. V našem případě návratnost činí zhruba 6 a půl roku. Otázkou je jakou životnost bude mít dané TČ.

Investice do většího projektu typu fotovoltaických článků připojených do distribuční sítě za účelem zisku je méně vhodná neboť návratnost těchto projektů se značně prodloužila z důvodu zrušení zelených bonusů v této oblasti.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] PETRÁŠ, Dušan. *Nízkoteplotní vytápění a obnovitelné zdroje energie*. 1. vyd. Bratislava: Jaga, 2008, 207 s. Vytápění. ISBN 978-80-8076-069-4.
- [2] JANÍČEK, František. *Obnovitelné zdroje energie 1: technologie pro udržatelnou budoucnost*. Pezinok: Renesans, 2007, 171 s. ISBN 978-80-969777-0-3.
- [3] QUASCHNING, Volker. *Obnovitelné zdroje energií*. 1. vyd. Praha: Grada, 2010, 296 s. Stavitel. ISBN 978-80-247-3250-3.
- [4] BENDA, Vítězslav. *Obnovitelné zdroje energie*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2012, 208 s. ISBN 978-80-86726-48-9.
- [5] *SolarGIS: Free solar radiation maps* [online]. [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: <http://solargis.info/doc/free-solar-radiation-maps-GHI#C>
- [6] ČEZ: *Topení ze slunce* [online]. [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/edee/content/microsites/solarni/k22.htm>
- [7] MATUŠKA, Tomáš. Využití sluneční energie pro chlazení a klimatizaci v budovách. *Www.stavebnictvi3000.cz* [online]. [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: <http://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/navrh-solarniho-systemu-pro-rodinny-dum/>
- [8] SOLAR-IS-FUTURE, Jak funguje fotovoltaika: Získávání energie ze světla. *www.solar-is-future.cz* [online]. [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: <http://www.solar-is-future.cz/energie-ze-slunce/jak-funguje-fotovoltaika/ziskavani-energie-ze-svetla/index.html>
- [9] TZB-INFO: *Seminář biomasa pro výrobu tepla* [online]. [cit. 2015-05-25]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/5537-seminar-biomasa-pro-vyrobu-tepla>
- [10] Vznik a vývoj Země. *www.geol.jex.cz* [online]. [cit. 2015-05-25]. Dostupné z: <http://geol.jex.cz/menu/vznik-a-vyvoj-zeme>
- [11] *Geotermální energie* [online]. [cit. 2015-05-25]. Dostupné z: <http://www.selectenergy.cz/gtenergie.html>
- [12] SRDEČNÝ, Karel a Jan TRUXA. *Tepelná čerpadla*. 1. vyd. Praha: EkoWATT, 2009, 71 s. ISBN 978-80-87333-02-0.
- [13] *Tepelná čerpadla* [online]. [cit. 2015-05-25]. Dostupné z: <http://www.terms-cz.com/tepelna-cerpadla.php>
- [14] *Energie z obnovitelných zdrojů* [online]. [cit. 2015-05-25]. Dostupné z: [http://www.europarl.europa.eu/aboutparliament/cs/displayFtu.html?ftuId=FTU\\_5.7.4.html](http://www.europarl.europa.eu/aboutparliament/cs/displayFtu.html?ftuId=FTU_5.7.4.html)

- [15] *Ministerstvo průmyslu a obchodu: Aktualizace státní energetické koncepce České republiky* [online]. [cit. 2015-05-25]. Dostupné z: <http://www.strukturalni-fondy.cz/getmedia/85476420-5469-46ab-a19f-51a0c97eae8d/AKTUALIZACE-STATNI-ENERGETICKE-KONCEPCE-CR.pdf?ext=.pdf>
- [16] *OPPIK Operační program podnikání a inovace pro konkurenceschopnost: Úspory energie* [online]. [cit. 2015-05-25]. Dostupné z: <http://www.oppik.cz/dotacni-programy/uspory-energie>
- [17] *Nová zelená úsporám: O programu 2015* [online]. [cit. 2015-05-25]. Dostupné z: <http://www.novazelenausporam.cz/zadatele-o-dotaci/bytove-domy/1-vyzva-bytove-domy/o-programu-2015/>
- [18] *ČVUT Katedra technických zařízení budov: Projekční podklady a pomůcky - Výpočet tepelných ztrát budov dle ČSN 06 0210:1994* [online]. [cit. 2015-05-25]. Dostupné z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/?mod=podklady&id=2>
- [19] <http://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/140-prostup-tepla-vicvrstvou-konstrukci-a-prubeh-teplot-v-konstrukci> [online]. [cit. 2015-05-25]. Dostupné z: Prostup tepla vícevrstvou konstrukcí a průběh teplot v konstrukci Zdroj: <http://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/140-prostup-tepla-vicvrstvou-konstrukci-a-prubeh-teplot-v-konstrukci>
- [20] *Thermona: Elektrokotle* [online]. [cit. 2015-05-25]. Dostupné z: <http://www.thermona.cz/elektrokotle-vyssi-rada>
- [21] *Tepelná čerpadla vzduch-voda AWX: Technické parametry* [online]. [cit. 2015-05-25]. Dostupné z: <http://www.vik.cz/pdf/tech-parametry-hpawx.pdf>
- [22] *PZP heating: Ceník tepelných čerpadel* [online]. [cit. 2015-05-25]. Dostupné z: [http://www.enconsult.cz/wp-content/uploads/2014/05/259\\_pzp\\_cenik\\_2014-oprava.pdf](http://www.enconsult.cz/wp-content/uploads/2014/05/259_pzp_cenik_2014-oprava.pdf)
- [23] *Teplárny Brno* [online]. [cit. 2015-05-28]. Dostupné z: <http://www.teplarny.cz/mapa-venkovnich-teplot/>

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ

Symbol	Veličina	Jednotka
D	Denostupně	[K.den]
d	Počet dnů otopného období	[den]
E	Intenzita slunečního záření	[W.m <sup>-2</sup> ]
E <sub>Ee</sub>	Elektrická energie – elektrokotel	[kWh]
E <sub>ETČ</sub>	Elektrická energie – TČ	[kWh]
E <sub>TČ</sub>	Tepelná energie – TČ	[kWh]
E <sub>V</sub>	Tepelná energie	[kWh]
e	Podíl na vytápění - elektrokotel	[kWh]
k <sub>1,2</sub>	Koeficient tepelných ztrát v kolektoru	[-]
l	Délka	[m]
n	Intenzita výměny vzduchu	[h <sup>-1</sup> ]
p	Tlak	[Pa]
p	Počet dnů	[-]
P	Okamžitý výkon	[W]
P <sub>el</sub>	Elektrický výkon	[W]
Q	Teplo	[J]
Q <sub>ab</sub>	Vyprodukovaný tepelný tok	[W.m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
Q <sub>c</sub>	Celkové tepelné ztráty	[W]
Q <sub>p</sub>	Tepelné ztráty prostupem	[W]
Q <sub>v</sub>	Tepelné ztráty větráním	[W]
Q <sub>z</sub>	Tepelné zisky	[W]
Q <sub>zu</sub>	Chladicí výkon prostředí	[W]
T	Termodynamická teplota	[K]
t	Teplota	[°C]
t <sub>e</sub>	Venkovní výpočtová teplota	[°C]
t <sub>i</sub>	Vnitřní požadovaná teplota	[°C]
U	Napětí	[V]
U	Součinitel prostupu tepla	[W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
V <sub>co</sub>	Objem vytápěného objektu	[m <sup>3</sup> ]
V <sub>o</sub>	Objem objektu	[m <sup>3</sup> ]
V <sub>V</sub>	Objemový tok	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
v	Výška objektu	[m]
ε	Topný faktor	[-]
η	Účinnost	[%]
η <sub>0</sub>	Optická účinnost	[%]
η <sub>e</sub>	Účinnost elektrokotle	[%]
τ	Návratnost	[Rok]
φ	Sluneční záření	[kWh.m <sup>-2</sup> ]

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ATP	Alternativní paliva
BRKO	Biologicky rozložitelná část komunálního odpadu
CdTe	Kadmium – telurový fotovoltaický článek
CIGS	Měď, gallium, indium, selen – fotovoltaický článek
FVE	Fotovoltaická elektrárna
HEP	Hydroenergetický potenciál
MVE	Malá vodní elektrárna
NT	Nízký tarif
OZE	Obnovitelné zdroje energie
PRO	Průmyslový odpad
SK	Solární kolektor
TKO	Tuhý komunální odpad
TČ	Tepelné čerpadlo
VT	Vyšší tarif

## SEZNAM ROVNIC

1.1	Účinnost solárního kolektoru
1.2	Účinnost fotovoltaického článku
1.3	Topný faktor
3.1	Návratnost
4.1	Tepelná ztráta prostupem tepla
4.2	Objemový tok
4.3	Tepelná ztráta větráním
4.4	Celková tepelná ztráta
4.5	Výpočet denostupně
4.6	Výpočet roční el. energie potřebné k vytápění
4.7	El. energie spotřebovaná elektrokotlem
4.8	Podíl na vytápění - elektrokotel
4.9	Podíl na vyrobené tepelné energii - TČ
4.10	Podíl na spotřebované el. energii - TČ
4.11	Podíl na spotřebované el. energii - elektrokotel