

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH**

Ekonomická fakulta

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

2011

Petra Daňková

# **JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH**

## **Ekonomická fakulta**

Katedra strukturální politiky EU a rozvoje venkova

Studijní program: B6208 Ekonomika a management

Studijní obor: Obchodní podnikání

## **Návrh projektu na řešení energetické situace z obnovitelných zdrojů**

Vedoucí bakalářské práce:

prof. Ing. Magdalena Hrabánková, CSc.

Autor bakalářské práce:

Petra Daňková

2011

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUĎEJOVICÍCH  
Ekonomická fakulta  
Katedra strukturální politiky EU a rozvoje venkova  
Akademický rok: 2008/2009

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Petra DAŇKOVÁ**  
Studijní program: **B6208 Ekonomika a management**  
Studijní obor: **Obchodní podnikání**

Název tématu: **Návrh projektu na řešení energetické situace  
z obnovitelných zdrojů**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

#### Cíl práce:

Cílem bakalářské práce je navrhnout projekt řešící konkrétní energetickou situaci z obnovitelných zdrojů- biomasy v navržené lokalitě. Projekt by měl splňovat požadavky z hlediska kvalitního a hospodárného využití obnovitelných zdrojů, technologické způsoby získání energetické štěpky z lesní biomasy, dále z hlediska investic- dotace a podpory a ekonomických úspor v budoucnu.

#### Postup řešení:

- 1) Studium odborné literatury se zaměřením na danou problematiku
- 2) Analýza současných zdrojů energie
- 3) Zhodnocení a porovnání současných metod a nových možností, ekologických, z obnovitelných zdrojů
- 4) Navržení postupu řešení energetické situace díky obnovitelným zdrojům- biomasa

#### Rámcová osnova:

1. Úvod, 2. Literární rešerše, 3. Cíl, metodika a hypotézy, 4. Analýza, 5. Návrh řešení energetické situace z obnovitelných zdrojů, 6. Závěr, 7. Summary, 8. Přehled použité literatury, 9. Přílohy
- (Cíl práce lze připojit buď k úvodu nebo k metodice)

Rozsah grafických prací: dle potřeby, doporučuje se využití fotografie

Rozsah grafických prací: dle potřeby  
Rozsah pracovní zprávy: 40 - 50 stran, dle možností  
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

PIERRE BACHER, Energie pro 21. století. Kriegl 2003 ISBN 80-902403-7-2  
Ing. ZDENĚK PASTOREK Csc., a kol., Biomasa. FCC PUBLIC, s.r.o.  
Doc. RNDr. MIROSLAV CENEK, Obnovitelné zdroje energie. FCC PUBLIC, s.r.o., ISBN 80-901985-8-9  
ŠTULC, M., GOTZ, A., Životní prostředí. Česká geografická společnost, ISBN 80-86034-37-2  
MURTINGER, K., BERANOVSKÝ, J., Energie z biomasy. ERA GROUP spol. s.r.o., ISBN 80-7366-071-7

Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Magdalena Hrabánková, CSc.  
Katedra strukturální politiky EU a rozvoje venkova


Datum zadání bakalářské práce: 19. února 2009  
Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2010

BYLO MI PRODLOUŽENO BAKALÁŘSKÉ STUDIUM O 1 ROK.

Petra Daňková

  
prof. Ing. Magdalena Hrabánková, CSc.  
děkanka

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
EKONOMICKÁ FAKULTA  
Studentská 13 (25)  
370 05 České Budějovice

  
doc. Ing. Eva Cudíňová, CSc.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 19. února 2009

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě – v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Ekonomickou fakultou - elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských prací a systémem na odhalování plagiátů.

Ve Zruči nad Sázavou dne 26.4.2011

Petra Daňková

## **Poděkování**

Tímto bych ráda poděkovala vedoucí mé bakalářské práce paní prof. Ing. Magdaleně Hrabánkové, CSc. za odborné vedení a pomoc při zpracování této bakalářské práce. Zároveň mé poděkování patří panu Martinu Polívkovi, DiS. za poskytnutí potřebných informací a materiálů ke zpracování praktické části bakalářské práce.

# Obsah:

<b>1. Úvod.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Literární rešerše.....</b>	<b>2</b>
2.1. Energie.....	2
2.2. Obnovitelné zdroje energie a podstata jejich využívání.....	2
2.2.1. Vymezení pojmu.....	2
2.2.2. Skleníkový efekt.....	3
2.2.3. Ekologický přínos OZE.....	3
2.3. Přehled obnovitelných zdrojů energie v České republice.....	4
2.3.1. Větrná energie.....	4
2.3.1.1. Vítr a jeho charakteristika.....	4
2.3.1.2. Princip větrné elektrárny.....	5
2.3.1.3. Větrná energetika v ČR.....	5
2.3.1.4. Ekonomické a ekologické aspekty větrné energie.....	6
2.3.2. Vodní energie.....	6
2.3.2.1. Charakteristika vodní energie.....	6
2.3.2.2. Princip malé vodní elektrárny.....	6
2.3.2.3. Hydroenergetický potenciál v ČR.....	7
2.3.3. Sluneční energie.....	8
2.3.3.1. Slunce a jeho charakteristika.....	8
2.3.3.2. Princip sluneční elektrárny.....	8
2.3.3.3. Solární fotovoltaické systémy.....	9
2.3.4. Geotermální energie.....	10
2.3.4.1. Charakteristika geotermální energie.....	10
2.3.4.2. Zdroje geotermální energie.....	11
2.3.5. Energie z biomasy.....	11
2.3.5.1. Biomasa- výklad pojmu.....	11
2.3.5.2. Hlavní typy biomasy využívané v ČR.....	11
2.3.5.3. Základní technologie pro zpracování biomasy.....	12
2.4. Porovnání výhod a nevýhod OZE využívaných v České republice.....	15

<b>3. Cíle a metodika práce.....</b>	<b>18</b>
<b>4. Praktická část.....</b>	<b>19</b>
4.1. Základní informace o vybrané lokalitě.....	19
4.2. Dotazníkové šetření.....	19
4.3. Návrh projektu.....	21
4.3.1. Umístění a hlavní části projektu.....	21
4.3.2. Přehled finančních podpor a dotací.....	21
4.3.3. Paliva.....	22
4.3.3.1. Porovnání a výběr vhodného paliva.....	22
4.3.3.2. Charakteristika zvoleného paliva.....	24
4.3.3.3. Dodavatel biopaliva.....	25
4.3.4. Technologie spalování.....	25
4.3.4.1. Kotel na spalování lesní štěpky.....	25
4.4. Ekonomické zhodnocení.....	26
<b>5. Závěr.....</b>	<b>29</b>
<b>6. Summary.....</b>	<b>30</b>
<b>7. Přehled použité literatury.....</b>	<b>31</b>
<b>8. Seznam zkratk</b>	
<b>9. Seznam použitých příloh</b>	
<b>10. Přílohy</b>	



# 1. ÚVOD

Moderní technologie a rostoucí životní úroveň mají zvyšující se nároky na spotřebu energie. Je poukazováno především na budoucno a na problémy, které s sebou současná doba přináší. To se týká zejména otázky energie.

Podle posledních vědeckých studií je globální oteplování naší planety nesporným faktem a je převážně způsobeno emisemi skleníkových plynů. Dle vědeckých odhadů je nutné nejpozději do deseti let realizovat zásadní opatření vedoucí ke snížení emisí skleníkových plynů. Pokud se tak nestane, hrozí, že se klimatické změny spojené s globálním oteplováním stanou nevratnými a dříve či později povedou k celosvětové ekologické katastrofě.

Ropné a uhelné elektrárny způsobují znečištění ovzduší naší planety v podobě škodlivých plynů a kouře, jaderné elektrárny sice toto znečištění nezpůsobují, ale vyrábí radioaktivní materiál, který je škodlivý pro všechno živé. Proto se hledají bezpečnější a především ekologické způsoby, jak energii vyrábět. Zaměřeno je hlavně o energii moře a Slunce, které se oproti naftě nikdy nevyčerpají. Přitom je však třeba vyřešit problémy nejen technické, ale také ekonomické, aby vyrobená energie byla levná.

Česká republika má velmi dobré podmínky pro mnohonásobně větší výrobu energie z obnovitelných zdrojů než je tomu nyní, přičemž tři pětiny potenciálu připadají na výrobu tepla. Podmínkou pro vytápění a ohřev vody z čistých zdrojů je potřeba přijít s novou legislativou, klíčový bude nový zákon na podporu zeleného tepla. Pouze účinná podpora sníží české emise oxidu uhličitého o miliony tun ročně i naši stále rostoucí závislost na dovozu zemního plynu z Ruska a omezí ničení domovů a krajiny těžbou hnědého uhlí.

## **2. LITERÁRNÍ REŠERŠE**

### **2.1. ENERGIE**

Energie je jednou z nejdůležitějších fyzikálních veličin, našla uplatnění ve všech oborech fyziky. Bez energie by prakticky nebyl možný život na Zemi. Lidé, živočichové, rostliny ji potřebují ke svému životu, pohybu, práci. I stroje potřebují k činnosti zdroj energie- elektřinu nebo přírodní palivo, v nichž je energie nashromážděna.

Energie se vyskytuje v mnoha podobách. Teplo, světlo i zvuk jsou vlny energie. Energii můžeme dělit na elektrickou, tepelnou, mechanickou, kinetickou, elektromagnetickou atd. Téměř veškerá energie pochází ze Slunce, v jehož nitru probíhají termojaderné reakce, při nichž je do prostoru uvolněno obrovské množství energie.

### **2.2. OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE A PODSTATA JEJICH VYUŽÍVÁNÍ**

#### **2.2.1. VYMEZENÍ POJMU**

Pojem „obnovitelné zdroje energie“ někdy vede k nejasnostem v důsledku dvojího chápání vazby „zdroje energie“. Chápeme-li zdroj energie jako její určitou kvantitativně stanovenou zásobu je pouze vyčerpateľný a ve své původní podobě nemůže být obnoven. Vzhledem k této dvojsmyslnosti pojmu se v odborné literatuře setkáme s termínem obnovitelná energie a slovo zdroj ze sousloví vypouštíme. Tato kombinace slov, založená na zákonu zachování energie, je jednoznačná a přibližuje se k přesnější fyzikální terminologii (Cenk a kol., 2001)

Dále se můžeme setkat s termínem „alternativní zdroj energie“. Jedná se o zdroj, kdy energie není vyrobena spalováním fosilních paliv či štěpením radioaktivních prvků, nejedná o primární, ale sekundární zdroje energie.

V současné době máme na celém světě dostatek strojů a zařízení, jenž nám dokáží vyrobit přesně takové množství energie, které spotřebujeme, aniž by musely být zasaženy zásoby fosilních paliv. Jsou to především fosilní spalitelné materiály (uhlí, ropa, zemní plyn), radioaktivní látky a přítomnost vodíku ve vodě. Na naší planetě nejsou žádné jiné zásoby energie. Další možné zdroje energie (sluneční svit, pohyb a poloha vody, biomasa, vítr...) disponují nevýhodami jako je například časová nestálost a proměnlivost (Štulc, Gotz, 1993).

V podmínkách České republiky jsou významnými obnovitelnými zdroji energie především zdroje biomasy (dřevo, sláma, různé biologické odpady atd.).

### **2.2.2. SKLENÍKOVÝ EFEKT**

Skleníkový efekt je proces, ke kterému dochází při průchodu slunečního záření atmosférou. Bez ochranné vrstvy atmosféry by byla teplota na Zemi kolem  $-18^{\circ}\text{C}$ . Prošlé záření ohřívá předměty na povrchu Země a ty pak vysílají dlouhodobé tepelné záření zpět do atmosféry, kde je pohlcováno tzv. skleníkovými plyny. Tento přírodní skleníkový efekt je základní příčinou udržení života na naší Zemi. Díky němu je průměrná teplota naší Země okolo  $+15^{\circ}\text{C}$  (Quaschnig, 2010).

Skleníkové plyny se v atmosféře vyskytují ve velmi malých koncentracích. Hlavním skleníkovým plynem, jež vypouštíme do atmosféry je oxid uhličitý ( $\text{CO}_2$ ), představuje okolo 80% všech skleníkových plynů, dále metan (uniká při těžbě a následném zpracování fosilních paliv, ze skládek odpadů, z chovu zvířat atd.), oxid dusný a freony. Člověk svou činností v relativně krátké době (zhruba posledních 250 let) výrazně zvýšil koncentraci skleníkových plynů. Snaha snížit produkci skleníkových plynů je globální problematikou řešenou po celém světě (Srdečný a kol., 2009).

### **2.2.3. EKOLOGICKÝ PŘÍNOS OZE**

Téměř při každé činnosti člověka dochází ke vzniku škodlivých látek, které unikají do ovzduší. Jejich zdroje jsou velmi různorodé a můžeme je klasifikovat z různých hledisek, přičemž jsou zohledněny faktory jako množství, lokalita, vliv na okolí, technologie, při níž vznikají atd (Koppe, Juchelková, 2003).

Ekologický přínos OZE je s ostatními zdroji energie nesrovnatelný. Například z údajů Spolkového ministerstva pro vývoj a technologie můžeme zjistit, že 1 kW.h, která se získá přeměnou sluneční energie, uspoří minimálně 5 kg prachu (27 g SO<sub>2</sub>, 4,2 g NO<sub>x</sub> a 2 kW.h termoemisí. Kromě těchto výhod je také omezena tvorba fotochemického smogu a ozónu. Jako další příklad mohu uvést moderní uhelné elektrárny. Uvádí se, že se sníží produkce CO<sub>2</sub> asi na 820 g/(kW.h), SO<sub>2</sub> na 600 mg.kW.h<sup>-1</sup> a NO<sub>x</sub> také na 600 mg/(kW.h). Nové elektrárny na zemní plyn sníží produkci CO<sub>2</sub> na 380/(kW.h), SO<sub>2</sub> na 340 mg/(kW.h) a NO<sub>x</sub> na 75 mg/(kW.h) (Cenk, 2001).

Přínosy získávání energie z obnovitelných zdrojů mohou shrnout do několika bodů:

- produkce energie s výrazně nižším poškozováním životního prostředí než zdroje neobnovitelné;
- v současné době se jedná o jediný prakticky nevyčerpatelný zdroj energie, zabezpečení energetické potřeby lidstva v dalších stoletích;
- jsou dostupné v daném místě a regionu- tj. přispívají k energetické závislosti na dalších státech;
- instalovaná zařízení na obnovitelné zdroje energie jsou většinou menší než u zdrojů fosilní energie, tím se zmenšuje riziko z hlediska bezpečnosti (Motlík a kol., 2007).

## **2.3. PŘEHLED OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE V ČESKÉ REPUBLICĚ**

### **2.3.1. VĚTRNÁ ENERGIE**

#### **2.3.1.1. VÍTR A JEHO CHARAKTERISTIKA**

Vítr je jedním z nejstarších zdrojů energie vůbec. Vzniká díky tomu, že Slunce zahřívá Zemi nerovnoměrně. Mezi různě zahřátými oblastmi vzduchu v zemské atmosféře vznikají tlakové rozdíly, které se vyrovnávají prouděním vzduchu. Přes silné zahřívání Země se však planeta nepřehřeje a nerozžhaví, protože se část získané sluneční energie vyzáří ze zemského povrchu zpět do vesmíru (Quaschnig, 2010).

Rychlost větru je nejdůležitějším údajem při využívání energie větru, udává se převážně v m/s. Poblíž zemského povrchu je proudění vzduchu ovlivňováno členitostí terénu- vítr je zpomalován terénními překážkami- stavbami, kopci, a také druhem povrchu (tráva, les, vodní hladina, sníh apod.). S rostoucí výškou se rychlost větru logaritmicky zvyšuje. Proudění vzduchu je vždy turbulentní, což se projevuje kolísáním rychlosti a směru větru. Měření rychlosti větru se provádí anemometry (mechanické, elektronické). Chceme-li znát intenzitu větru v daném místě, je třeba provádět dlouhodobá měření rychlosti větru. Značné rozdíly v rychlosti větru můžeme pozorovat jak mezi jednotlivými ročními obdobími, tak i mezi jednotlivými roky (Cenk a kol., 2001).

#### **2.3.1.2. PRINCIP VĚTRNÉ ELEKTRÁRNY**

Vítr vzniká v atmosféře na principu rozdílů atmosférických tlaků jako důsledku nerovnoměrného ohřívání zemského povrchu (ČEZ). Na místo teplého vzduchu, který stoupá vzhůru, se tlačí studený vzduch. Rotace Země kolem své osy způsobuje stlačení větrných proudů, jejich další ovlivnění způsobují například morfologie krajiny, rostlinný pokryv či vodní plochy.

Na vrcholu větrné elektrárny se nachází listy rotoru, mající speciálně tvarovaný profil, který se velmi podobá profilu křídla letadla. Působením aerodynamických sil na listy rotoru přivádí větrná turbína umístěná na stožáru energii větru na rotační energii mechanickou. Ta je díky práci generátoru zdrojem elektrické energie. Se vzrůstající rychlostí vzdušného proudu rostou vztahové síly s druhou mocninou rychlosti větru a energie vyprodukovaná generátorem s třetí mocninou. Je tedy nutné zajistit rychlou a efektivní pracující regulaci výkonu rotoru tak, aby se zabránilo mechanickému a elektrickému přetížení větrné elektrárny (Šeftar, 1991).

#### **2.3.1.3. VĚTRNÁ ENERGETIKA V ČR**

Česká republika je vnitrozemský stát s typicky kontinentálním klimatem, který se projevuje významným sezónním kolísáním rychlostí větru. Příčinou je zejména globální vzdušné proudění typické pro severní a střední Evropu.

Již v roce 1277 byl v zahradě Strahovského kláštera v Praze vybudován první český větrný mlýn. Další se začaly postupně stavět na území Moravy a Slezska. Dostupnost, stálost a nízká cena energie nejprve z uhlí a potom z nafty, spolu s vynálezem parních a výbušných motorů způsobily jejich zánik. Postupným vyčerpáváním zdrojů velmi levné energie a v neposlední řadě i znečišťováním životního prostředí provozem zejména uhelných elektráren se znovu vracíme k možnostem využívání energie větru, která je zdánlivě zadarmo a pro každého dostupná. Avšak velké naděje vkládané do vývoje větrné energetiky u nás v průběhu devadesátých let se nesplnily, a to především pro nezáměr státních orgánů tuto problematiku řešit (Cenk a kol., 2001).

#### **2.3.1.4. EKONOMICKÉ A EKOLOGICKÉ ASPEKTY VĚTRNÉ ENERGIE**

Ekonomická stránka stavby větrné elektrárny je jasná a přímočará. Jde o to, aby si tato investice na sebe vydělala a přinesla podnikatelský zisk. Cena větrné elektrárny většího výkonu je vysoká, mnoho milionů korun, a je nutné přitom počítat s půjčkou od banky. K tomu se ještě přidávají další nemalé náklady na projektování, zpřístupnění místa, na základy a připojení na síť, dále na roční provozní náklady na údržbu zařízení- plánují se ve výši 5% investičních nákladů celé větrné elektrárny (Quashning, 2010).

### **2.3.2. VODNÍ ENERGIE**

#### **2.3.2.1. CHARAKTERISTIKA VODNÍ ENERGIE**

Voda je čirá kapalina bez chuti a zápachu, v tenkých vrstvách se nám jeví jako bezbarvá, v silných se nám jeví jako namodralá. Chemická sloučenina kyslíku a vodíku, chemická značka H<sub>2</sub>O. V přírodě se vyskytuje ve třech skupenstvích- v pevném (v podobě ledu), kapalném a plynném (vodní páry). Její přítomnost v atmosféře je jednou z nejzákladnějších podmínek existence života na Zemi, je významnou nositelkou živin a minerálů, transportní prostředek základních fyziologických a chemických procesů (Pažout, 1990).

#### **2.3.2.2. PRINCIP MALÉ VODNÍ ELEKTRÁRNY**

Česká republika je svojí geografickou polohou (leží na rozvodí tří moří, řeky zde pramení) přímo předurčena k využití vodní energie v malých vodních elektrárnách (MVE).

Podle ČSN 73 6881 Malé vodní elektrárny jsou tímto pojmem označovány všechny vodní elektrárny s instalovaným výkonem do 10MW. Technicky využitelný potenciál řek ČR činí 3380 GW.h/rok. Z toho potenciál využitelný v MVE je 1570 GW.h/rok. Potenciál využitý v současné době v MVE činí přibližně 30%, tj. asi 500 GW.h/rok (Pažout, 1990).

Základem vodní elektrárny je vodní turbína. Turbína pohání rotory elektrických generátorů elektrárny a spolu s ním tak otáčením přeměňují mechanickou energii na energii elektrickou.

Dle Srdečného (2009) je cílem činnosti vodních elektráren maximální využití energie vody, přičemž přímým výsledkem je elektrická energie. Transformovaná elektrická energie se pak vysokonapěťovými rozvodními trubkami odvádí do místa spotřeby.

Dá se říci, že není možné ve světě ani na našich tocích nalézt dvě úplně stejné vodní elektrárny. Je to dáno zeměpisnými a vodními podmínkami dané lokality.

### **2.3.2.3. HYDROENERGETICKÝ POTENCIÁL V ČR**

Potenciál vodní energie je u nás využíván po staletí. Před I. světovou válkou zde bylo několik tisíc malých vodních elektráren, vesměs na místě původních vodních mlýnů, pil a hamrů. Vodní energie se dá velmi dobře a účinně přeměnit na žádanou elektřinu.

Bender (1996) tvrdí, že energii z vody je možno získat využitím jejího proudění (energie pohybová, kinetická) a jejího tlaku (energie potenciální, tlaková), nebo také obou těchto energií současně.

Energie získávaná z vodních toků není v bilanci naší energetiky zdaleka rozhodující ani není příliš výrazným přínosem, zůstává však velmi cenným, ale dosud málo využitým obnovitelným zdrojem energie. Vodní elektrárny se na celkovém instalovaném výkonu v naší republice podílejí přibližně 17% a na výrobě asi 4%. Česká republika je svojí geografickou polohou (leží na rozvodí tří moří, řeky zde pramení) přímo předurčena

k využití vodní energie v malých vodních elektrárnách (dále jen MVE) (Cenk a kol., 2001).

Hydropotenciál vodních toků může být využíván i jinými způsoby, než výstavbami vodních elektráren. energii můžeme získávat i konstrukcemi retenčních nádrží a rybníků, akumulacních nádrží. Můžeme rovněž využít různých vodárenských zařízení, která byla vybudována za účelem zásobování pitnou nebo užitkovou vodou.

Česká republika disponuje zhruba 20 000 rybníky, jenž jsou pod dohledem Českého rybářského svazu a které zaujímají plochu kolem 50 000 ha. I přes tuto obrovskou rozlohu je jejich energetické využití zatím velice minimální, jelikož se zde neustále vyskytuje řada nevyřešených problémů. Problematickým se jeví budování malých vodních elektráren i z důvodů zachování rybí populace.

Celkový počet malých vodních elektráren na území České republiky se pohybuje kolem 1200 vybudovaných zařízení. Více než 60% je zastaralých, jelikož obsahují strojní součástky z let 1920-1950. Existuje zde přibližně 800 malých vodních elektráren s vodními turbínami (Kaplanova, Francisova), některé s těchto elektráren doposud mají původní palečné soustrojí a kuželové soukolí. Obecně můžeme konstatovat, že zařízení tohoto typu nevhodně využívají hydroenergetický potenciál vodního toku či nádrže (Motlík a kol., 2007).

### **2.3.3. SLUNEČNÍ ENERGIE**

#### **2.3.3.1. SLUNCE A JEHO CHARAKTERISTIKA**

Slunce je naší nejbližší hvězdou, která je od Země vzdálená asi 156 milionů kilometrů. Z hlediska velikosti hvězd v naší galaxii patří mezi menší planety. Průměr Slunce je 109 násobkem průměru Země a objemem milionkrát větší než objem naší planety. Povrchová teplota Slunce je asi 6000°C, uprostřed Slunce více než 16 milionů °C.

Na Slunci se uskutečňuje termojaderná syntéza, pravděpodobně v 5ti stupních, do které vstupují vždy 2 jádra vodíku a jejímž výsledkem je jádro helia (Srdečný a kol., 1996).

#### **2.3.3.2. PRINCIP SLUNEČNÍ ELEKTRÁRN**



Technologie slunečních elektráren má teoreticky neomezený růstový potenciál a vyspělé státy s ní do budoucna počítají. Celosvětový meziroční nárůst výroby solárních panelů se po roce 2000 pohybuje okolo 35%. Celkový instalovaný výkon slunečních elektráren přesáhl na konci roku 2002 hranici 1,5 GW. I tak podíl fotovoltaiky na celkové produkci elektrické energie ve světě stále představuje pouze 0,01%.

Sluneční elektrárna je vlastně soubor solárních fotovoltaických systémů, které využívají energii přiváděnou ze Slunce k výrobě elektrického proudu. Přeměnu sluneční energie lze uskutečnit dvěma metodami- přímou a nepřímou přeměnou na elektrickou energii. Přímou ji lze získat pomocí fotovoltaických panelů, nepřímou pomocí větrných a vodních elektráren, nebo tepelných elektráren spalujících biomasu či bioplyn. Existují i zařízení, kde je teplo spalovacího procesu nahrazeno teplem ze speciálních slunečních kolektorů (Cenk a kol., 2001).

Sluneční generátor je propojení velkého počtu solárních článků, které slouží k transformaci sluneční energie na elektrický proud.

### **2.3.3.3. SOLÁRNÍ FOTOVOLTAICKÉ SYSTÉMY**

Energie získaná ze slunečního záření je známá již z 19. století. Bender (1996) uvádí: *„Rozvoj aplikací fotovoltaického jevu je závislý na technické úrovni a znalostech především z oblasti fyziky polovodičů. Vlastní fotovoltaické systémy představují spojení fotovoltaických součástí do řetězce, na jehož konci jsou elektrické spotřebiče, vykonaná práce apod.“*

Cenk a kol. (2001) v knize Obnovitelné zdroje energie uvádí rozdělení fotovoltaických systémů takto:

- a) *Autonomní systém*- obecně potřebuje akumulátory a je používán především v místech, kde není dostupná veřejná elektrorozvodná síť. Jedná se především při čerpání vody, zabezpečovací a telekomunikační systémy atd.
- b) *Hybridní systém*- obsahuje fotovoltaické pole a jeden nebo několik pomocných generátorů, jako jsou dieselaagregáty nebo větrné elektrárny, a

jednu nebo více baterií. Vyžaduje složitější regulátory (na rozdíl od ostatních systémů) a řídicí členy, které optimalizují využívání vlastností všech zdrojů. Všechny prvky těchto systémů bývají v dlouhodobém provozu velmi spolehlivé.

- c) *Systém přímo spojený se sítí bez akumulátorů*- se také někdy nazývá spolugenerující systém. Běžně nepotřebuje akumulátor. Měnič musí být navržen tak, aby pracoval v celém rozsahu napětí poskytovaných fotovoltaickým polem.

## **2.3.4. GEOTERMÁLNÍ ENERGIE**

### **2.3.4.1. CHARAKTERISTIKA GEOTERMÁLNÍ ENERGI**

Z nitra Země je uvolňován tepelný tok směrem k povrchu o průměrné hodnotě 57 mW/m<sup>2</sup>. Původ tepelného toku je v teplotním gradientu mezi zemským jádrem o vysoké teplotě a povrchem Země (cca 99% objemu zemské kůle má teplotu vyšší než 1000°C). Takto vysoká teplota zemského jádra je díky teplu, které bylo uvolněno při formování Země před 4,5 mld. let.

Geotermální energie se obvykle řadí mezi obnovitelné zdroje energie, nemusí to však platit vždy- některé zdroje geotermální energie jsou vyčerpatelné v horizontu desítek let.

Tento druh energie je produktem pochodů v zemské kůře. Jde o nejstarší energii na naší planetě, kterou Země získala při svém vzniku a je projevem tepelné energie zemského jádra. Tato energie je také částečně generována radioaktivním rozpadem některých prvků v zemském tělese a působením slapových sil. Energie se váže na teplo suchých hornin nebo na geotermální vody.

Geotermální energii lze v příznivých podmínkách využívat k vytápění nebo výrobě elektřiny v geotermálních elektrárnách. Jedná se ale o velmi technologicky náročné zařízení, problémem je velmi horká, silně mineralizovaná voda, která zanáší zařízení,

pak je tedy nutná častá výměna potrubí a čištění systému, což je samozřejmě velmi nákladné (Srdečný a kol., 2009).

#### **2.3.4.2. ZDROJE GEOTERMÁLNÍ ENERGIE**

Geotermální zdroje jsou místa s tepelnou energií, kterou je možno čerpat (za přijatelné náklady). Zdroje s nejvyšším potenciálem jsou soustředěny hlavně na hranicích zemských desek. Zde bývá viditelná geotermální aktivita (horké prameny, výdechy kouře a páry, gejzíry, sopky apod.). Významným tepelným zdrojem je průnik masy magmatu o teplo 600-900°C do několikakilometrové povrchové vrstvy, mezi další zdroje mohou uvést vytěžené doly (Motlík a kol., 2007).

*4 typy geotermálních systémů:*

- hydrotermální
- teplé suché horniny (HDR)
- geo- tlaké
- magmatické

#### **2.3.5. ENERGIE Z BIOMASY**

##### **2.3.5.1. BIOMASA- VÝKLAD POJMU**

Biomasa je organická hmota rostlinného původu získaná na bázi fotosyntetické konverze sluneční energie (Petříková, Váňa, 1996).

Pastorek (2001) v knize Obnovitelné zdroje energie popsal biomasu využívanou k energetickým účelům takto: *„Biomasa je buď záměrně získávána jako výsledek výrobní činnosti, nebo jde o využití odpadů ze zemědělské, potravinářské a lesní výroby, průmyslové výroby, z komunálního hospodářství, z údržby a péče o krajinu. Celý proces využití biomasy k energetickým účelům musí odpovídat obecně platné právní a technické legislativě (zákonům, vládním nařízením, prováděcím vyhláškám, českým technickým normám atd.) i lokálně platným opatřením a rozhodnutím správních orgánů.“*

##### **2.3.5.2. HLAVNÍ TYPY BIOMASY VYUŽÍVANÉ V ČR**

Bylo již zmíněno, že biomasa je hmota organického původu. Můžeme ji dělit na rostlinnou, živočišnou, na biomasu získávanou z odpadů apod.

*V České republice jsou využívány tyto druhy biomasy:*

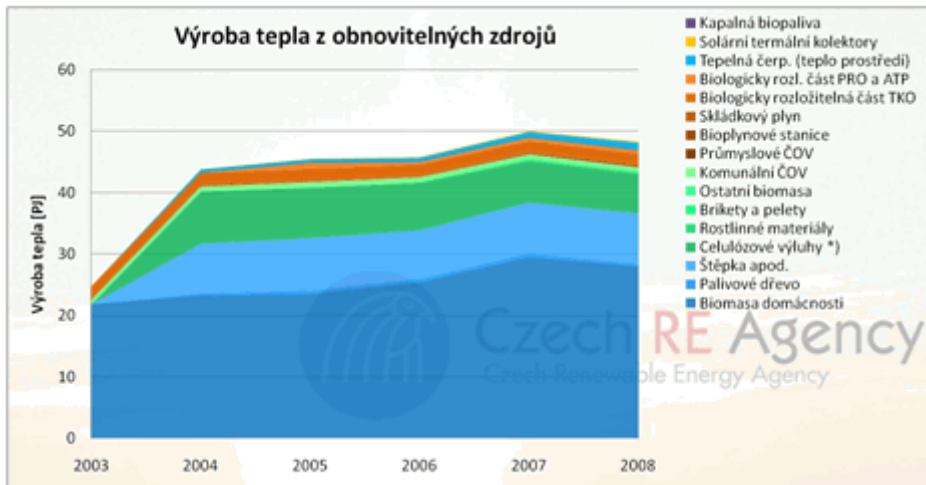
- 1) dřevní odpady- piliny, hobliny, štěpka, kůra
- 2) nedřevní biomasa (fytomasa)- obilná a řepková sláma, energetické plodiny
- 3) průmyslové a komunální odpady
- 4) produkty živočišné výroby- chlévská mrva, kejda, zbytky krmiv, odpady z přidružených zpracovatelských kapacit
- 5) tříděný komunální odpad, čistírenské kalý
- 6) kapalná biopaliva

K nejvyužívanějším typům biomasy v České republice bezesporu patří dřevní odpady. Začínají se zakládat plantáže s rychlerostoucími dřevinami z důvodu zvyšující se poptávky po dřevním odpadu.

Mimo dřevní odpady mohou zařadit i rostlinné zbytky ze zemědělské prvovýroby a údržby krajiny (sláma obilná, kukuřičná, řepková, dále zbytky z lučních a pastevních areálů, odpady ze sadů a vinic, travní porosty z úhorů, parkových úprav apod.). Organické odpady z potravinářských a průmyslových výrob jsou například odpady z provozů na zpracování a skladování rostlinné produkce, odpady z jatek, odpady z mlékáren, z lihovarů a konzerváren, odpady z vinařských provozoven atd. (Malat'ák, Vaculík, 2008).

V následující tabulce můžeme pro srovnání upozorovat vysokou spotřebu biopaliv na výrobu tepla pro domácnosti v ČR v letech 2003 – 2008.

**Graf 1:** Výroba tepla z obnovitelných zdrojů energie v ČR v letech 2003 - 2008



(Zdroj: <http://energie.tzb-info.cz>)

### 2.3.5.3. ZÁKLADNÍ TECHNOLOGIE PRO ZPRACOVÁNÍ BIOMASY

Nejvhodnější způsob využití biomasy k energetickým účelům je do značné míry určen fyzikálními a chemickými vlastnostmi použité biomasy.

Jednou z nejvýznamnějších vlastností energetické biomasy je její vlhkost, která je charakterizována obsahem sušiny v biomase. Rozhraní mezi mokrymi procesy (hmotnostní obsah sušiny je menší než hmotnostní obsah vody) a suchými procesy (hmotnostní obsah sušiny je větší než obsah vody) tvoří biomasa s hmotnostním podílem 50% sušiny.

Mezi hlavní technologie zpracování biomasy mohou zařadit spalování a spolužalování biomasy, dále termické zplyňování, anaerobní fermentace vlhkých organických materiálů, bioplyn, bionafta a bioethanol (Murtinger, Beranovský, 2006).

Podrobněji se v této kapitole zmíním o spalování biomasy, o bioplynu a bionaftě.

#### Spalování biomasy:

Jde o jednu z nejstarších termochemických metod. Při jejím spalování nedochází k uvolňování nebezpečných emisí, jako je tomu u spalování fosilních paliv. Jedná se o oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>), který je považován za jeden z tzv. skleníkových plynů v zemské atmosféře.

Specifické vlastnosti biomasy si vyžadují speciálně upravené kotle. S technickým zdokonalováním těchto kotlů roste i jejich cena. Pro průmyslové využití se používají kotle nad 100 kWh, které jsou často vybaveny automatickým přikládáním paliva, která dokážou spalovat i méně kvalitní, vlhčí biomasu. Spalovací kotle se liší nejen velikostí (tepelným výkonem) a značkou výrobce, ale především konstrukčním uspořádáním.

Podle odhořívání materiálu rozeznáváme různá topeniště kotlů obecně nazvaná (např. topeniště se spodním odhoříváním, vrchním odhoříváním, s odhoříváním na pohyblivém roštu, s fluidním spalováním apod.). Podle způsobu přikládání paliva dělíme topeniště na dvě skupiny. První skupinu tvoří topeniště s přerušovaným dávkovým přikládáním paliva- tímto způsobem se přikládají rozměrnější kusy paliva (polena a polínka, brikety, malé i obří balíky slámy...). Druhou skupinou jsou topeniště s plynulým přikládáním paliva- jako palivo se výhradně používá dezintegrovaná biomasa, či spalitelná složka komunálních odpadů nebo jejich směs (Petříková, Váňa, 1996).

*Spalovací proces zahrnuje 4 fáze:*

- 1) sušení- v materiálu se postupně snižuje obsah vody a začne se zahřívat;
- 2) pyrolýza- po dosažení zápalné teploty při dostatečném přísunu kyslíku se uvolňuje spalné teplo a materiál se začne postupně rozkládat na hořlavé plyny, destilační produkty a zuhelnatělý zbytek;
- 3) spalování plynné složky- v této fázi dochází ke spalování plynné složky v důsledku prodloužení plamene a zvýšení teploty plyných spalin.
- 4) spalování pevných látek- při dostatečném přísunu kyslíku dohořívají pevné látky na roštu, přičemž se vytváří oxid uhelnatý (CO), který dále oxiduje na oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>).

Spalování biomasy zahrnuje procesy spalování dřeva, dřevní štěpky, slámy a spalování komunálních odpadů (Malat'ák, Vaculík, 2008).

**Bioplyn:**

Bioplyn je směs plynů, která obsahuje zpravidla 55-75% metanu, 25-45% oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>) a 1-3% minoritních plynů, jako například dusík (N<sub>2</sub>), vodík (H<sub>2</sub>), sulfan (H<sub>2</sub>S). Proměnlivou složkou bioplynu je vodní pára (H<sub>2</sub>O).

Ke vzniku bioplynu dochází při složitém biochemickém procesu bez přítomnosti kyslíku. Proces popisuje Murtinger a Beranovský (2006) ve své knize a probíhá v těchto čtyřech fázích:

- 1) hydrolyza- je to přeměna polymolekulárních organických látek na nižší monomery
- 2) acidogeneze- přeměna jednoduchých organických sloučenin na mastné kyseliny
- 3) acetogeneze- hlavním produktem je kyselina octová
- 4) metanogeneze- v této fázi se tvoří metan a oxid uhličitý

V České republice se používá originální systém pro zpracování tuhých exkrementů, ve kterém fermentační jednotku tvoří koš vzduchotěsně krytý tepelně izolovaným zvonem. V 80. letech bylo s finanční podporou československého státu realizováno několik bioplynových stanic tohoto typu v zemědělských podnicích.

Mezi nejobvyklejší způsoby využití bioplynu patří:

- přímé spalování a ohřev teplotnosného média (vaření, topení, svícení, chlazení, svícení, ohřev užitkové vody apod.),
- výroba elektrické energie a ohřev teplotnosného média (kogenerace),
- pohon spalovacích motorů nebo turbín pro získání mechanické energie (pohon mobilních energetických prostředků),
- neenergetické využití bioplynu (úprava atmosféry v zakrytých pěstebních prostorách, chemická výroba sekundárních produktů z bioplynu atd.).

### **Bionafta:**

Názvosloví pro tento zdroj energie není sjednocen ani ustálen. Bionaftu neboli biodiesel tvoří metylestery mastných kyselin. Podle druhu materiálu, ze kterého byly získány se dělí na metylestery řepkového oleje, slunečnicového oleje, upotřebeného oleje apod.

V České republice byl v roce 1992 schválen plán oleoprogramu. Dle výzkumu byly zahájeny experimenty v provozním měřítku s výrobou metylesteru kyselin řepkového oleje jako biologicky odbouratelné náhrady motorových paliv.

I přes to, že má tento energetický zdroj své nesporné ekologické výhody, je ekonomika výroby bionafty bariérou limitující její rozšíření (Srdečný a kol., 2009).

## **2.4. POROVNÁNÍ VÝHOD A NEVÝHOD OZE VYUŽÍVANÝCH V ČESKÉ REPUBLICCE**

Podrobným prostudováním odborné literatury zaměřené na obnovitelné zdroje energie jsem našla spoustu informací o výhodách a nevýhodách jednotlivých zdrojů, případně zařízení, které energii ze zdrojů energie vyrábí. Postupně budou popsány jednotlivé druhy z různých hledisek, například ekonomická, ekologická oblast atd.

Jako první porovnáme energii větrnou. Mezi nesporné výhody lze zařadit nulové emise, škodlivé plyny a zplodiny vypouštěné do ovzduší při výrobě energie. Dále nezatěžuje okolí odpady, neznečišťuje okolní vody. Není potřeba dalších zdrojů energie pro provoz. Při výrobě energie nevzniká odpadní teplo. Zápor je jistě narušení celkového dojmu krajiny při výstavbě velké větrné elektrárny. Řeší se i otázka hlukové emise při provozu. Vítr je nestabilní zdroj energie, ne vždy se tento druh energie jeví jako ekonomicky výhodný. Náročná je z hlediska ekonomiky cena pořízení větrné elektrárny.

Další je energie z vody. Jedná se o čistý zdroj energie, při němž nedochází ke znečištění ovzduší ani vzniku zplodin. Výroba energie je šetrná ke krajině a k zemskému povrchu, dobré pro prokysličování vodních toků. Jedná se o výrobu bezpečnou a nezávislou na jiných zdrojích. Na straně druhé Česká republika není v příliš příznivé geografické poloze, je nutné umělé zadržování vody ve vodních nádržích, tj. nutná výstavba přehrad, umělých rybníků, náhonů atd. Negativem je možnost úniku maziv do vodních toků, popř. do vody podpovrchové. Často je diskutovaná otázka hluku a vibrací při výrobě energie ve vodní elektrárně.



Sluneční energie je v lidském měřítku nevyčerpatelný zdroj, který má nízké provozní náklady (zdarma). Výroba energie je nenáročná na obsluhu zařízení, ta mají navíc dlouhou životnost (uvádí se zpravidla 15-20 let). Po této lhůtě zařízení zpravidla postupně ztrácí účinnost výroby energie. Obrovským negativem je náročnost počáteční investice do zařízení a s tím spojené nutné úpravy při instalaci (např. zateplení). V posledních letech si můžeme povšimnout velkého nárůstu počtu slunečních elektráren na našem území, na které investoři měli možnost získat státní dotace. Nevýhodou je též kolísání slunečního záření během roku, tudíž sluneční energii nelze použít jako samostatný zdroj tepla.

U energie geotermální se předpokládá, že v budoucnu budou hloubkové práce a vytváření vrtů značně zlevněny a tudíž ještě více dostupné. Kladem výroby je nenáročnost na obsluhu zařízení, nízká provozní hlučnost, ekologie výroby a rychlá návratnost investice. U této energie je vysoká pořizovací cena zařízení na výrobu energie a nutnost doplňkového zdroje z důvodu kolísavosti zdroje energie.

Jako poslední je energie získaná z biomasy. Výhodou je kritérium obnovitelnosti, dále výroba a spotřeba má zanedbatelné negativní dopady na životní prostředí. Při řízené produkci biomasy se zlepšují podmínky utváření krajiny a následné péče o ni. Zlepšena je i bilance tvorby skleníkových plynů a emisí v porovnání s energií z fosilních paliv. Jako negativní se může zdát otázka nákladů na získání energie, na technologické požadavky, rozmístění zdrojů energie, zpracování biomasy, následný transport, distribuce a další ekonomické aspekty.

### 3. CÍLE A METODIKA PRÁCE

#### Cíle práce

Cílem výzkumné části bakalářské práce je prověření vhodnosti projektu, využívajícího obnovitelné zdroje energie, pro danou lokalitu. Je nutné zjistit, zda je možné v dané oblasti vybudovat objekt na výtop biomasou. Projekt zahrnuje výstavbu budovy na kotel, sklad biopaliva, výměňkové stanice a stavbu rozvodných sítí do vytápěných objektů (bytových jednotek). Dále je nutné položit si otázku zásobování stanice palivem. Neméně významné je dotazování obyvatel městské části, které se projekt týká, zda souhlasí s možností vytápění.

Hlavní východiska, na které se praktická část práce snaží odpovědět, jsou:

*Jaké jsou postoje obyvatel k projektu, souhlasí s možností vytápění?*

*Jaké jsou možnosti dotace na projekt z obnovitelných zdrojů energie?*

*Je ekonomicky výhodné vybudovat kotelnu na biomasu pro danou lokalitu?*

*Jaký druh paliva je pro vytápění obce nejvhodnější?*

*Jaký kotel na spalování biomasy je nejvhodnější pro daný projekt?*

#### Metodika práce

Problematika výběru zařízení pro spalování biomasy je řešena pomocí komparativní metody řešení problému.

Ke zjištění postojů obyvatel k projektu byla vybrána výzkumná strategie rozhovoru s obyvateli lokality, kde je projekt aplikován. Dotazník byl proveden ústní formou, rozhovory probíhaly pouze v jednom prostředí, a to v místě bydliště respondentů. Většina rozhovorů byla nahrávána na digitální diktafon a zároveň zapisována do výzkumného deníku. Rozhovory probíhaly anonymně. Dva respondenti si nepřáli být nahráváni. Posléze byly rozhovory přepsány, vyhodnoceny a shrnuty v bakalářské práci v části „Prezentace respondentů“.

Otázka dotací byla řešena formou diskuse s poradcem. Byly předloženy materiály možností získání dotací ze státních fondů. Výsledky byly zpracovány a současně byl vybrán ekonomicky nejvhodnější způsob dotování projektu.

## **4. PRAKTICKÁ ČÁST**

### **4.1. ZÁKLADNÍ INFORMACE O VYBRANÉ LOKALITĚ**

Lokalita pro projekt byl vybrán městys Kácov, který se rozprostírá na březích řeky Sázavy. Kácov je ve správním území obce s rozšířenou působností Kutná Hora ve Středočeském kraji, poblíž dálnice D1 (exit 49). Městys je turisty vyhledávaným cílem, a to především v letních měsících, díky sportovnímu vyžití a rekreaci. Kácov o rozloze 1 116 ha má celkem 800 obyvatel, více než 300 rodinných domů, dále zde najdeme sportovní areál, sokolovnu, školu a školku, řadu podniků (především ubytovací a stravovací služby) a nově vybudované školicí středisko. Všechny budovy budou v projektu zahrnuty.

Cílem je navrhnout výstavbu nové kotelny, která bude lokalitu zásobovat teplem a nahradí již zastaralý způsob vytápění.

Výstavba centrálního zdroje je investicí v řádu desítek milionů Kč, přičemž velká část rozpočtu připadá na výstavbu rozvodné sítě. Aby byla investice výhodná, je zapotřebí projekt důkladně připravit. Důležité je zajištění poptávky po teple. Východiskem je oslovení obyvatel a seznámení s navrženým projektem. Dále je nutné zmapovat potenciál paliv, vyřešit otázku dodavatele biopaliva a zásobování po celou dobu životnosti zařízení.

Dalším významným aspektem je výběr správného kotle spalujícího biomasu. V současné době se na trhu nabízí již několik druhů kotlů s různým procesem spalování, výkonem, kombinacemi spotřebovávaného paliva atd.

### **4.2. DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ PREZENTACE RESPONDENTŮ**

Cílem dotazníkového šetření byl sběr primárních dat o přístupech obyvatel ke způsobu vytápění obce, potřebných k bakalářské práci. Z těchto dat bylo vyhodnoceno zajištění poptávky po teple po dobu životnosti zařízení na spalování biomasy.

Dotazníkové šetření probíhalo formou rozhovoru s respondenty v měsících říjen, listopad a prosinec, tj. v hlavní topné sezóně. Respondenty byli dospělí lidé, dětské odpovědi by byly bezvýznamné a nemohly by být zařazeny do vyhodnocení dotazníku.

Celkem bylo dotazováno 34 obyvatel Kácova. Každému respondentovi byly položeny tři otázky.

1. Vyhovuje Vám současný způsob vytápění Vašeho domu?
2. Jste spokojen/a s cenami za teplo?
3. Souhlasili by jste s novým centrálním vytápěním obce na biopalivo za předpokladu, že budou stejné náklady na vytápění jako máte doposud?

Dotazníkem byly zjištěny tyto výsledky:

Na první otázku, zda respondentům vyhovuje současný způsob vytápění odpovědělo třiatdvacet obyvatel, tj. převážná většina, že jim současný způsob vytápění nevyhovuje, především po stránce praktické- dovoz, uskladnění paliva (hnědého uhlí a štípaného dřeva), zajištění tepla v domácnosti v případě nepřítomnosti atp. Jednalo se nejčastěji o starší obyvatele města, kteří vyžadují pohodlí a co nejmenší náročnost při zatápění. Sedm obyvatel je se současným vytápěním spokojeno, způsob by neměnili. Tři lidé mají palivo z vlastních zdrojů, proto je pro ně tento způsob nepohodlnější a nejlevnější. Jeden respondent dům prodává, dosud však byl s vytápěním spokojen.

Druhá otázka se týkala cen za palivo. Osmnáct lidí, kteří používají na výtop svých domů hnědé uhlí, by si přálo levnější ceny za teplo. Dvanáct respondentů si myslí, že jsou ceny za palivo přijatelné, nebránili by se však levnějšímu návrhu. Jeden občan byl student, neměl přehled o ceně za palivo. Tři lidé, vlastníci soukromý les, by neměnili způsob vytápění, po ekonomické stránce je vyjde nejlevněji.

Po stručném seznámení občanů s novým návrhem kotelny na spalování biomasy jsem všem respondentům položila třetí otázku. Šestadvacet obyvatel projekt zaujal, nebránili se výstavbě a provozu kotelny na spalování lesní štěpky ve své obci. Avšak pouze za podmínek, že ceny za teplo zůstanou stejné, nebo se sníží, stavba nenaruší ráz krajiny, přibudou nová pracovní místa pro zdejší obyvatele a přínosem bude čistší ovzduší v hlavní topné sezóně. Šesti obyvatelům se projekt nezamlouval, obavy byly z výstavby objektu, zvýšeného provozu kamionové dopravy ve městě, z hluku kotelny atp. Dva respondenti se v blízké době stěhují do jiného města, proto se k projektu nevyjádřili.

### **4.3. NÁVRH PROJEKTU**

Projekt je rozdělen na čtyři části:

#### **4.3.1. Umístění a hlavní části projektu**

Lokalitu pro výstavbu projektu jsem vybrala západně na okraji města. Místo se nachází u hlavní komunikace vedoucí k dálnici D1. To je výhodné při zásobování biopalivem, kdy nákladní automobily nebudou projíždět městem. Přesná lokalita stavby je uvedena v přílohách.

Výstavba se skládá ze zásobníku biopaliva (sila), samostatné budovy, kde bude umístěn kotel a jeho příslušenství včetně informačních technologií, dále výměňkové (předávací) stanice, které umožňují individuální regulaci i měření spotřeby odebrané energie, komín na odvod spalin a vybudování příjezdové komunikace vedoucí k objektu.

#### **4.3.2. Přehled finančních podpor a dotací**

Využívání obnovitelných zdrojů energie a realizace úspor energie přispívá k šetrnému využití přírodních zdrojů, diverzifikaci nabídky energie a snižování energetické náročnosti.

Česká republika se v přístupové smlouvě k Evropské unii zavázala ke zvýšení podílu energie z OZE na hrubé spotřebě energie na 8% k roku 2010 a ke zvýšení podílu OZE na celkové spotřebě primárních energetických zdrojů na 6% k roku 2010. K naplnění

tohoto závazku existuje celá řada finančních podpor a dotací. Prioritou podpor je vyšší využívání obnovitelných a druhotných zdrojů energie, zvýšení energetické a elektroenergetické efektivity a prosazování úspor energie (Benešová a kol., 2008).

Projekt je zahrnut do Operačního programu životní prostředí- Prioritní osa 3: Udržitelné využívání zdrojů energie. Podpora je poskytována na výstavbu a rekonstrukci zdrojů tepla, konkrétně na výstavbu a rekonstrukci centrálních a blokových kotelen využívajících obnovitelných zdrojů energie, včetně tepelných rozvodů, předávacích stanic, případně v kombinaci s výstavbou centrální výroby paliv včetně technologie.

Finanční podpory jsou určeny pro celou řadu subjektů, například pro obce a města, kraje, občanská sdružení, obchodní společnosti vlastněné ze 100% majetku obcemi či jinými veřejnoprávními subjekty atd. Maximální výše dotace může činit 40% ze způsobilých výdajů, maximálně však 100 mil. Kč. Tato dotace se vztahuje na jeden projekt a zároveň na jednoho žadatele za celé sedmileté programové období.

Při podání žádosti se postupuje podáním elektronické žádosti na předepsaném formuláři, který je zpřístupněn na internetových stránkách <http://zadosti.opzp.sfzp.cz>.

### **4.3.3. Paliva**

#### **4.3.3.1. Porovnání a výběr vhodného paliva**

Jedním z cílů projektu je výběr vhodného paliva. Je třeba provést analýzu dostupnosti paliv v okolí teplárny, zajistit stabilitu dodávek po dobu životnosti zařízení, porovnání vstupní ceny za jednotku paliva a výstupní ceny za jednotku tepla, kterou odebere konečný spotřebitel. Dále je potřeba uvažovat skladovací náklady paliva, které jsou shrnuty v tab. 1.

Porovnány budou tři druhy biopaliva- sláma, lesní štěpka a dřevěné peletky. Obilí bylo z možností vytápění vyloučeno, v okolí teplárny se pěstuje pouze obilí pro zemědělské účely jako krmivo. Dřevěné brikety nebereme v úvahu z důvodu vysoké kupní ceny. Pěstování rychle rostoucích dřevin se v této lokalitě nevyplatí. Důvodem je nízká koncentrace vhodných pozemků pro pěstování těchto dřevin.

Při analýze vytápění slámou byl zjištěn nedostatek přebytku slámy v okolí Kácova, tj. znamenalo by vysoké náklady na dovoz a tvarování slámy do balíků. Pro projekt je vytápění vyloučeno i přes přijatelnou kupní cenu 600 Kč za jednu tunu slámy.

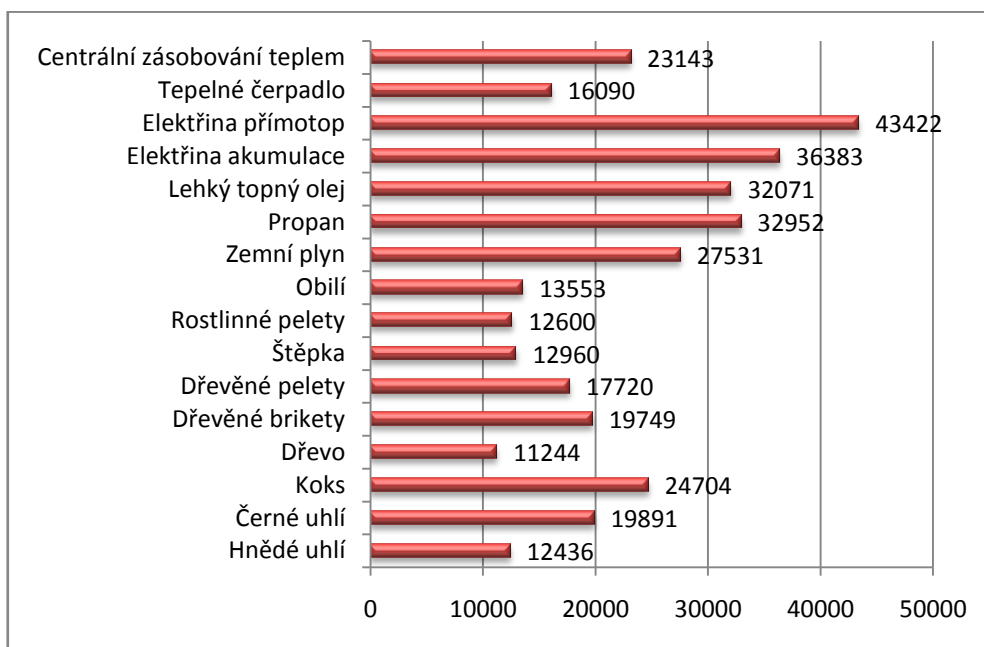
Dřevěné peletky mají vysokou kupní cenu, a to v průměru 3500 – 4000/t pelet. Vytápění by vyšlo obyvatele podstatně draž než je doposud, projekt by byl velmi ekonomicky nevýhodný.

Nákladovou analýzou lesní štěpky bylo zjištěno, že bude nejvhodnějším palivem pro danou obec. Kupní cena lesní štěpky se pohybuje v rozmezí 850 – 1350 Kč/t včetně dopravy v závislosti na vzdálenosti odkud se palivo dováží. V okolí města je podnik, který může palivo do teplárny dodávat. Lesní štěpka má relativně vysokou výhřevnost, negativem jsou vysoké skladovací nároky než je u jiných druhů biopaliv.

Další posuzovanou možností je přitápění pilinami. Ty mohou být odebírány z místního dřevařského závodu za velmi přijatelných 400 Kč/t včetně dopravy. Vytápění pilinami nelze brát jako hlavní zdroj, důvodem je omezené množství paliva a nepravidelné dodávky do spalovny. Výhodou pilin je tedy nízká kupní cena, skladovací náklady, které však nebudou vzhledem k malému množství dodávek zahrnuty do investic.

Průměrné vytápění jednoho rodinného domu je 65 GJ/rok, tj. 18 056 kWh/rok. Srovnání jednotlivých nákladů na vytápění různými palivy můžeme vidět v následujícím grafu.

**Graf 2:** Náklady na vytápění při spotřebě tepla 65 GJ na jednu domácnost (údaje jsou v Kč za jeden rok)



(Zdroj: <http://www.tzb-info.cz> )

V následující tabulce lze porovnat potřebu skladovacího prostoru u jednotlivých druhů paliv.

**Tab. 1:** Přibližná potřeba skladovacího prostoru v m<sup>3</sup> na uskladnění paliva o energetickém obsahu 1MWh a 1GJ

Palivo	Měrná hmotnost (kg.m <sup>-3</sup> )	Skladovací prostor (m <sup>3</sup> .MWh <sup>-1</sup> )	Skladovací prostor (m <sup>3</sup> .GJ <sup>-1</sup> )
Palivové dřevo- polena	320 - 450	0,70	0,19
Lesní štěpka	180 - 410	1,30	0,36
Piliny	350 - 400	0,80	0,22
Sláma ze samosběr. vozu	40 - 60	3,00	0,83
Sláma- balíky	80 - 150	0,60	0,17
Dřevěné brikety, pelety	600 - 1100	0,28	0,08

(Zdroj: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/kotelny-na-biomasu-pro-obce-a-mesta>)

#### 4.3.3.2. Charakteristika zvoleného biopaliva

##### Lesní štěpka:

Biopalivo: na výtop bude použita zelená lesní štěpka- biopalivo S2, která obsahuje do 45% dřeva s příměsí kůry a zeleně max. do 55%

Výhřevnost: 8 – 12,5 GJ/t

Cena (nákup): 850 – 900 Kč/t včetně dopravy

Definice jednotek: 1 prm = 0,64 m<sup>3</sup>  
 1 prm = 450 kg lesní štěpky  
 1 tuna = 2,222 prm  
 1 prm = 3,6 GJ tepla (při výhřevnosti 8 GJ/t)

##### Piliny:

Biopalivo: na přitápění budou použity piliny z místního dřevařského závodu, vlhkost 12 - 15%

Výhřevnost: 8,5 – 12 GJ/t

Cena (nákup): 400 Kč/t včetně dopravy



#### **4.3.3.3. Dodavatel biopaliva**

Dodávky lesní štěpky zajistí firma XY, s.r.o., která se zaměřuje na výrobu biopaliva štěpkováním klestu po lesní těžbě, dřevní hmoty z údržby veřejné i soukromé zeleně, biomasy z probírek a prořezávek atp. Pro výrobu energetické štěpky využívá technologii traktorů Fendt 936 a štěpkovačů JENZ HEM 561 a JENZ HEM 582Z. Firma se postará i o dopravu biopaliva z místa výroby do místa spotřeby, tj. do skladu biopaliva v Kácově. Dopravními prostředky pro dovoz štěpky bude nákladní automobil SCANIA s objemem nákladu 90 prn, dále návěs Krampe BB900 s objemem nákladu 90 prn.

O dodávku pilin se postará již uvedený dřevařský podnik sídlící v Kácově. Piliny bude dovážet po nashromáždění množství 40 prn.

#### **4.3.4. Technologie spalování**

##### **4.3.4.1. Kotel na spalování lesní štěpky**

Při výběru správného kotle bylo postupováno formou poptávky u několika firem zabývajících se výrobou a výstavbou kotlů. Kromě cenového hlediska byl důležitým aspektem výkon kotle. Ve většině rodinných domků se vystačí s instalovaným výkonem 20 – 50 kW. Drobné provozy, pohostinství, obchody či živnostenské provozovny vystačí s instalovaným výkonem 50 – 100 kW. Při centrálním vytápění obcí lze při těchto parametrech uvažovat instalované výkony 1 800 – 2 500 kW.

Poměřením veličin ceny, výkonu a životnosti zařízení jsem zvolila kotel firmy Verner. Průmyslové kotle Verner Golem jsou určeny pro výrobu teplé i horké vody nebo nízkotlaké i vysokotlaké páry. Jsou určeny ke spalování biomasy o vlhkosti až do 60%. Kotle mají automatizované podávání paliva ze sila, jehož velikost a tvar je závislý na provozních a stavebních podmínkách. Sklad může být navržen pro denní až několikaměsíční zásobu paliva (zdroj: <http://www.kotle-verner.cz>).

Kotle mohou být stavěny do kaskád, což zvýší účinnost. Pro projekt jsem vybrala kotel Verner Golem 600 (celkový jmenovitý výkon 600 kW) a Verner Golem 1800 (celkový jmenovitý výkon 1800 kW), které budou postaveny právě v kaskádovém uspořádání. Oba kotle mají dostatečně vysoký výkon na možné připojení okolních vesnic k vytápění

biomasou. V tomto případě by byly vysoké investiční náklady na vybudování rozvodných sítí do vzdálenějších vesnic.

Provoz kotelny vyžaduje nepřetržitou kontrolu, celkem budou na obsluhu kotle zaměstnání čtyři pracovníci, a to na třísměnnou pracovní dobu.

#### **4.4. EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ PROJEKTU**

V projektu je zahrnuta výstavba kotelny na biomasu včetně technologie, výstavba síla, teplovodních rozvodů, předávacích stanic, příjezdové komunikace k objektu, financování s uvažováním bezúročného úvěru a dotace ze SFŽP ČR. Za současných podmínek lze na projekt získat dotaci (40% investičních nákladů) ze SFŽP a bezúročnou půjčku na 10 let (také 40% investičních nákladů). Obec by hradila zbylých 20% investičních nákladů ze svých finančních zdrojů.

Pozemek, na kterém bude teplárna vystavěna, patří městu, proto není nutné tento výdaj započítat do nákladů projektu.

Rekapitulace nákladů a finančních podpor:

<b>Celková investice</b>	<b>45 500 000 Kč</b>
Kotelna vč. technologie	23 800 000 Kč
Rozvody tepla a předávací stanice	17 400 000 Kč
Příjezdová komunikace	1 300 000 Kč

#### **Způsob financování**

Nenávratná dotace od SFŽP ČR	18 200 000 Kč
Bezúročná půjčka od SFŽP ČR	18 200 000 Kč
Vlastní prostředky obce Kácov	9 100 000 Kč
Doba splácení	10 let

Předpokládaná doba životnosti zařízení je 25 let, tj. do jeho první obnovy. Ekonomický rozbor projektu je uveden v následující tabulce.

**Tab. 2:** Provozní finanční toky spalovny na biomasu

		propočty	roční náklad
<b>Investiční náklady</b>			
Pořizovací investiční náklad	Kč	45 500 000	
Předpokládaná dotace	%	40	
	Kč	18 200 000	
Výsledné investiční náklady	Kč	27 300 000	
Počet let splácení	roky	10	
Roční nákladová položka (splátky)	Kč		2 730 000

<b>Mzdové náklady</b>			
Počet pracovníků na směnu	počet	2	
Průměrná mzda pracovníků	Kč/hod	90	
	Kč/rok	1 182 600	
Počet THP pracovníků	počet	2	
Průměrná mzda THP pracovníků	Kč/měs.	25 000	
	Kč/rok	450 000	
Zákonné sociální a zdravotní pojištění	%	35	
Mzdové náklady celkem	Kč/rok		2 204 010

<b>Materiál, ostatní proměnlivé náklady</b>			
Spotřeba štěpky	t/rok	3 020	
Cena za štěpku	Kč/t	850	
Hodnota štěpky	Kč/t		2 567 000
Spotřeba pilin	t/rok	820	
Cena za piliny	Kč/t	400	
Hodnota pilin	Kč/t		328 000
Náklady na servis, dopravu, nakládání	Kč		400 000
Revize, prohlídky, kontroly, licence	Kč		80 000
Ostatní náklady	Kč		250 000
Celkem	Kč		3 625 000

<b>NÁKLADY CELKEM</b>	<b>Kč/rok</b>		<b>8 559 010</b>
-----------------------	---------------	--	------------------

Průměrná produkce tepla	GJ/rok	29 400	
Prodejní cena za teplo	Kč/GJ	320	
<b>PŘEDPOKLÁDANÉ TRŽBY CELKEM</b>	<b>Kč/rok</b>		<b>9 408 000</b>

<b>HOSPODÁŘSKÝ VÝSLEDEK</b>	<b>Kč/rok</b>		<b>848 990</b>
-----------------------------	---------------	--	----------------

Vytápění lesní štěpkou bude pro obyvatele stejně nákladnou, avšak značně pohodlnější variantou. S využitím podpory ze SFŽP by mohly roční náklady na teplo klesnout v průměru o tisíc korun, než dosavadní způsob vytápění. Cena se bude pohybovat v průměru za přijatelných 320 Kč/GJ tepla. Po splacení investic nebo při možnosti nákupu levnější dřevní štěpky by mohla cena za teplo klesnout až pod 300 Kč za GJ tepla.

## 5. ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo navrhnout ekonomicky výhodný projekt řešící energetickou situaci z obnovitelných zdrojů energie. Důležité pro správné pochopení a analýzu dané problematiky bylo studium vhodné odborné literatury.

Projekt byl zvolen ve vhodné lokalitě, kde u většiny obyvatel převažuje vytápění hnědým uhlím. Tento způsob je jednak neekologický, v hlavní topné sezóně má město problém s čistotou ovzduší, ale také málo pohodlný především pro starší obyvatele města. Výstavbou spalovny na biopalivo by byl tedy vyřešen ekologický problém- při spalování biomasy uniká do ovzduší oxid uhličitý, který nemá negativní důsledky pro život na Zemi, dochází ke zlepšení stavu životního prostředí nejen v okolí spalovny, ale i snížení skleníkového efektu v důsledku vypouštěných emisí.

Občané Kácova s vytápěním biomasou ušetří na nákladech za teplo, řádově o několik set korun ročně oproti dosavadnímu vytápění. Město díky podpoře ze SFŽP získá soběstačnost ve vytápění, obec může sama regulovat ceny tepla, budou vytvořeny nové pracovní příležitosti, podpoří podniky města, kterým ušetří značné náklady za teplo a při získání paliva se podporuje podnikání v místě výkupu.

Bude-li v budoucnu vytvořena dostatečná podpora rozvoje bioenergetiky, má Česká republika šanci přiblížit se státům, které se začaly problematikou obnovitelných zdrojů energie zabývat mnohem dříve.

## 6. SUMMARY

The aim of this thesis was to propose an economical effective project solving the energy situation of renewable energy sources. Important for right understanding and analysis of this problems was a study of scholarly literature.

The project was chosen in an appropriate location, where the majority of the population predominates rating of the brown coal. This method is both non-organic, in the main heating season, the town has a problem with air quality, but also not very comfortable, especially for older residents of the town. Construction of an incinerator of the biofuel would be resolved environmental problem- during burning biomass escapes a carbon dioxide into the atmosphere, which hasn't negative consequences for life on Earth, arriving to improvement the state of the environment not only in the vicinity of the incinerator, but also reduce the greenhouse effect as a result of emissions.

Inhabitans of Kácov with biomass heating will save on costs for heat, the order of several hundred crowns a year, compared to the current heating. Town thanks to support from the State fund of the environment obtained self-sufficiency in heating, the municipality itself can regulate the price of heat, will create new jobs, support firms of towns, which will save considerable costs for heat and in obtaining fuel it supports the business at the point of purchase.

If in the futur to build sufficient support for the development of bioenergy, the Czech republic has a chance to approach to countries that have begun to issue renewable energy sources much earlier.

## 7. PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY

- BENDER, L.: *Stručná encyklopedie vědy a techniky*. Bratislava: INA, 1996.
- BENEŠOVÁ, L. a kolektiv: *Průvodce možnostmi získávání podpor pro lesní hospodářství v období 2007 – 2013*. Brandýs nad Labem: Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, 2008.
- CENK, M. a kolektiv: *Obnovitelné zdroje energie*. Praha: FCC PUBLIC, 2001. ISBN 80-901985-8-9
- KLOZ, M. a kolektiv: *Využívání obnovitelných zdrojů energie- právní předpisy s komentářem*. Praha: Linde Praha, a.s., 2007. ISBN 978-80-7201-670-9
- KOPPE, K., JUCHELKOVÁ, D.: *Nutzung der Biomasse- Využívání biomasy*. Ostrava: REPRONIS Ostrava, 2003. ISBN 80-7329-035-9
- MALAŤÁK, J., VACULÍK, P.: *Biomasa pro výrobu energie*. Praha: ČZU v Praze, 2008. ISBN 978-80-213-1810-6
- MOTLÍK, J. a kolektiv: *Obnovitelné zdroje energie a možnost jejich uplatnění v ČR*. Praha: ČEZ, a.s., 2007
- MURTINGER, K., BERANOVSKÝ, J.: *Energie z biomasy*. Brno: ERA Group spol. s.r.o., 2006. ISBN 80-7366-071-7
- PAŽOUT, F.: *Malé vodní elektrárny*. Praha: SNTL, 1990.
- PETŘÍKOVÁ, V., VÁŇA, J.: *Biomasa pro energii*. Profit, 1996, č.12.
- SRDEČNÝ, K. a kolektiv: *Obnovitelné zdroje energie: přehled druhů a technologií*. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2009. ISBN 978-80-7212-518-0
- ŠEFTER, J. I.: *Využití energie větru*. Praha: SNTL, 1991.

- ŠTULC, M., GOTZ, A.: *Životní prostředí*. Praha: Česká geografická společnost, 1993. ISBN 80-86034-37-2
- QUASHNING, V.: *Obnovitelné zdroje energií*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2010. ISBN 978-80-247-3250-3

### **Zdroje z internetu**

1. CZ Biom- České sdružení pro biomasu [online] [cit.: 3.1.2011] Dostupné na WWW:  
<http://biom.cz/cz-obnovitelne-zdroje-energie>.
2. Ministerstvo životního prostředí [online] [cit.: 12.12.2010] Dostupné na WWW:  
<http://www.mzp.cz/>.
3. Státní fond životního prostředí [online] [cit.: 19.3.2011] Dostupné na WWW:  
<http://www.sfzp.cz>.
4. Tzbinfo- stavebnictví, úspory energií [online] [cit.: 18.3.2011] Dostupné na WWW:  
<http://energie.tzb-info.cz>.
5. Verner a.s. – kotle na biomasu [online] [cit.: 14.12.2010] Dostupné na WWW:  
<http://www.kotle-verner.cz/>.



## 8. SEZNAM ZKRATEK

ČR	Česká republika
ČSN	Česká technická norma
DPH	Daň z přidané hodnoty
EU	Evropská unie
MVE	Malá vodní elektrárna
OZE	Obnovitelný zdroj energie
SFŽP	Státní fond životního prostředí

### Vybrané jednotky

°C	celsiův stupeň
GJ	giga joule
GW	giga watt
kg	kilogram
kW	kilowatt
kWh	kilowatthodina
mW	miliwatt
MWh	mega watt
m <sup>3</sup>	krychlový metr
pm	prostorový metr
t	tuna

## 9. SEZNAM POUŽITÝCH PŘÍLOH

### SEZNAM GRAFŮ

**Graf 1:** Výroba tepla z obnovitelných zdrojů energie v ČR

**Graf 2:** Náklady na vytápění

### SEZNAM TABULEK

**Tab. 1:** Přibližná potřeba skladovacího prostoru v m<sup>3</sup> na uskladnění paliva o energetickém obsahu 1MWh a 1GJ

**Tab. 2:** Provozní finanční toky spalovny na biomasu

### SEZNAM PŘÍLOH

**Příloha 1:** Fotografie lesní štěpky- biopalivo S2

**Příloha 2:** Fotografie Kácova- umístění spalovny

**Příloha 3:** Obecné schéma kotelny Verner Golem

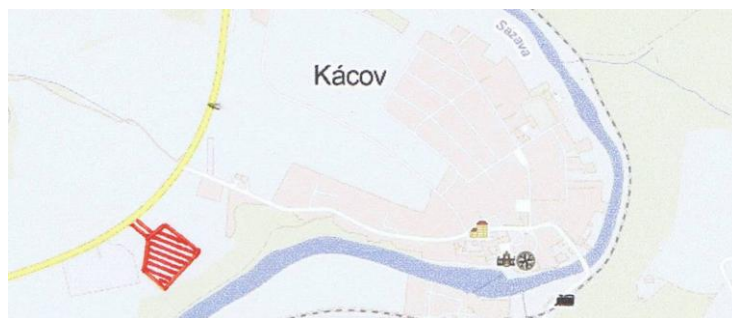
## 10. PŘÍLOHY

### Příloha 1 Lesní štěpka- biopalivo S2



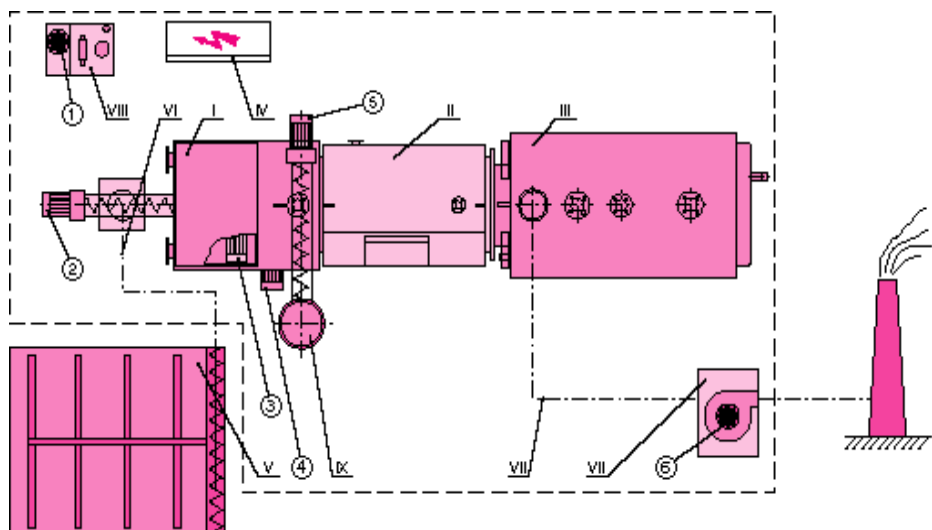
(Zdroj: <http://www.google.cz/obrazky> )

### Příloha 2 Fotografie Kácova- umístění spalovny



(Zdroj: <http://www.mapy.cz> )

### Příloha 3 Obecné schéma kotelny Verner Golem



(Zdroj: <http://www.kotle-verner.cz>)

Legenda ke schématickému obrázku:

I = hořák  
 II = dohořivací komora  
 III = výměník  
 IV = řídicí jednotka  
 V = zásobník paliva / silo  
 VI = dopravní cesty  
 VII = kouřovody a filtrace  
 VIII = hydraulický agregát  
 IX = popelnice

1= pohon hydrogenerátoru  
 2= pohon příkladacího šneku  
 3= pohon ventilátoru spalovacího vzduchu  
 4= pohon drtiče popela  
 5= pohon dopravníku popela  
 6= pohon spalínového dopravníku