

**Mendelova univerzita v Brně  
Provozně ekonomická fakulta**

---

# **Porovnání efektivity větrné elektrárny a elektrárny na spalování biomasy v ČR**

**Bakalářská práce**

**Vedoucí práce:  
Mgr. Petr Strejček, MBA**

**Aneta Šimánková**

**Brno 2010**

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce Mgr. Petru Strejčkovi, MBA, za odbornou pomoc, cenné rady a výbornou spolupráci při vypracovávání práce. Děkuji.

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci Porovnání efektivity větrné elektrárny a elektrárny na spalování biomasy v ČR zpracovala samostatně, za odborného vedení Mgr. Petra Strejčka, MBA, s použitím literatury a zdrojů uvedených v seznamu.

V Brně dne 28. května 2010

---

## **Abstract**

Šimánková, A. Comparing the wind aerogenerator and power station for biomass combustion in Czech republic. Bachelor thesis. Brno: Mendelu, 2010. The main topic of the thesis is comparing effectiveness of the aero generator and power station for biomass combustion in the Czech Republic. The efficiency is compared on the basis of economic aspects through the Cash-Flow list and net present value calculation. Power stations are also judged by the repayment time where the index is indicative of number of years necessary for repaying all sums invested into the project. The thesis presents the effect of renewable energy sources on life environment, informs about legislative and grants which can be obtained for building up renewable energy sources.

## **Keywords**

History, aerogenerator, power station for biomass combustion, effectivity, costs, revenues, cash flow, environment, repayment time.

## **Abstrakt**

Šimánková, A. Porovnání efektivity větrné elektrárny a elektrárny na spalování biomasy v ČR. Bakalářská práce. Brno: Mendelu, 2010. Práce se zabývá porovnáním efektivity větrné elektrárny a elektrárny na spalování biomasy v ČR. Efektivita je porovnávána na základě ekonomických aspektů pomocí výkazu Cash Flow a výpočtu čisté současné hodnoty. Elektrárny jsou dále posuzovány podle prosté doby návratnosti, jejíž index ukazuje počet let, po kterých se investorovi vrátí peněžní prostředky vložené do projektu. Práce informuje o působení obnovitelných zdrojů energie na životní prostředí, o legislativě a dotacích, které je možno na výstavbu obnovitelných zdrojů energie získat.

## **Klíčová slova**

Historie, větrná elektrárna, elektrárna na spalování biomasy, efektivita, náklady, výnosy, cash flow, životní prostředí, prostá doba návratnosti.

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod a cíl práce</b>	<b>10</b>
1.1	Úvod .....	10
1.2	Cíl práce .....	11
<b>2</b>	<b>Literární přehled</b>	<b>12</b>
2.1	Větrná elektrárna .....	12
2.1.1	Historie větrných elektráren.....	12
2.1.2	Větrná energie.....	13
2.1.3	Energetický potenciál větru .....	13
2.1.4	Možnosti využití větrné energie.....	14
2.1.5	Větrné elektrárny .....	14
2.1.6	Přehled zařízení .....	15
2.1.7	Typy větrných elektráren .....	16
2.1.8	Typy větrných motorů.....	17
2.1.9	Výhled do budoucnosti a příklady instalace.....	18
2.2	Elektrárna na spalování biomasy .....	18
2.2.1	Historie.....	18
2.2.2	Základní informace o biomase.....	19
2.2.3	Hlavní typy biomasy využívané v ČR.....	20
2.2.4	Biomasa záměrně produkovaná k energetickým účelům (energetické plodiny, fytomasa) .....	20
2.2.5	Pěstování biomasy pro energetické účely .....	20
2.2.6	Potenciál půd pro záměrné pěstování biomasy.....	21
2.2.7	Možnosti využití.....	22
2.2.8	Základní technologie pro zpracování biomasy.....	23
2.2.9	Termochemická přeměna .....	23
2.2.10	Biochemická přeměna .....	24
2.2.11	Mechanicko-chemická přeměna.....	24
2.2.12	Využití biomasy pro vytápění budov v podmínkách ČR .....	24

---

2.2.13	Spalování a zplyňování biomasy.....	25
2.2.14	Spalování a spoluspalování biomasy .....	25
2.2.15	Výhřevnost biomasy.....	26
2.2.16	Budoucnost biomasy.....	26
<b>3</b>	<b>Metodika</b>	<b>27</b>
<b>4</b>	<b>Vlastní práce</b>	<b>29</b>
4.1	Ekonomická efektivnost .....	29
4.2	Kritéria hodnocení založená na diskontování.....	30
4.3	Větrná elektrárna .....	31
4.3.1	Investiční náklady.....	32
4.3.2	Provozní náklady.....	33
4.3.3	Výnosy .....	34
4.3.4	Splátka úvěru .....	34
4.3.5	Odpisy .....	35
4.3.6	Daň.....	35
4.3.7	Cash Flow větrné elektrárny .....	36
4.4	Elektrárna na biomasu .....	38
4.4.1	Investiční fáze .....	38
4.4.2	Investiční náklady.....	38
4.4.3	Provozní náklady.....	40
4.4.4	Výnosy .....	41
4.4.5	Splátka úvěru .....	42
4.4.6	Odpisy .....	43
4.4.7	Daň.....	43
4.4.8	Cash Flow elektrárny na biomasu .....	44
4.5	Zhodnocení .....	47
4.5.1	Čistá současná hodnota .....	47
4.5.2	Prostá doba návratnosti.....	47
4.5.3	Investiční náklady.....	48
4.5.4	Provozní náklady.....	49
4.5.5	Výkupní ceny.....	50

---

4.6	Dotace .....	51
4.6.1	Větrná elektrárna .....	51
4.6.2	Investiční dotace u elektrárny na biomasu .....	52
4.7	Legislativa .....	54
4.8	Problémy s elektrárnami .....	55
4.8.1	Větrné elektrárny .....	55
4.8.2	Elektrárny na spalování biomasy .....	56
4.9	Vliv zdrojů energie na životní prostředí a obyvatelstvo .....	56
4.9.1	Větrné elektrárny a životní prostředí .....	56
4.9.2	Elektrárna na spalování biomasy .....	59
<b>5</b>	<b>Diskuze</b>	<b>61</b>
<b>6</b>	<b>Závěr</b>	<b>65</b>
<b>7</b>	<b>Použitá literatura</b>	<b>66</b>
7.1	Monografie.....	66
7.2	Internetové zdroje.....	66
	<b>Přílohy</b>	<b>70</b>
A	Podrobná historie větrné elektrárny	71
B	Využití větrných elektráren ve světě	74
C	Větrná mapa	75
D	Výkupní ceny a zelený bonus	76
E	Odpadní biomasa	79
F	Energetická výnosnost pěstování biomasy	80
G	Energetické rostliny pro pěstování biomasy	81
H	Další aplikace pro využívání energie z biomasy	82
I	Autoregulace	83

---

## Seznam obrázků

OBR. 1	SLOUPOVÝ VĚTRNÝ MLÝN VELKÉ TĚŠANY, OKRES KROMĚŘÍŽ .....	12
OBR. 2	VĚTRNÁ ELEKTRÁRNA .....	15
OBR. 3	KOTELNA NA BIOMASU .....	19
OBR. 4	RŮST INVESTIČNÍCH NÁKLADŮ VĚTRNÉ ELEKTRÁRNY V ZÁVISLOSTI NA ROZSAHU VÝKONU .....	48
OBR. 5	PRŮMĚRNÉ INVESTIČNÍ NÁKLADY V ZÁVISLOSTI NA TYPU TECHNOLOGIE U ELEKTRÁRNY NA SPALOVÁNÍ BIOMASY .....	49
OBR. 6	ROČNÍ PROVOZNÍ NÁKLADY ELEKTRÁREN O VÝKONU 5,7 MW .....	49
OBR. 7	VÝKUPNÍ CENY ELEKTŘINY PRODUKOVANÉ VĚTRNOU ELEKTRÁRNOU .....	50
OBR. 8	VÝKUPNÍ CENY ELEKTŘINY PRODUKOVANÉ ELEKTRÁRNOU NA SPALOVÁNÍ BIOMASY .....	50
OBR. 9	VĚTRNÁ ELEKTRÁRNA V KRAJINĚ .....	57
OBR. 10	VĚTRNÁ MAPA .....	75



## Seznam tabulek

TAB. 1	TŘÍDY RYCHLOSTI VĚTRU .....	13
TAB. 2	ENERGETICKÉ PLODINY VHODNÉ PRO ČR.....	20
TAB. 3	MOŽNOSTI VYUŽITÍ ZPRACOVÁNÍ BIOMASY K ENERGETICKÝM ÚČELŮM .....	22
TAB. 4	PŘEHLED MĚRNÝCH NÁKLADŮ VĚTRNÝCH ELEKTRÁREN .....	32
TAB. 5	CENOVÁ STRUKTURA TYPICKÉ 2MW VĚTRNÉ ELEKTRÁRNY INSTALOVANÉ V EVROPĚ (2006) .....	33
TAB. 6	ROČNÍ PROVOZNÍ NÁKLADY VĚTRNÉ ELEKTRÁRNY O VÝKONU 5,7 MW .....	33
TAB. 7	VÝPOČET ÚROKU.....	35
TAB. 8	CASH FLOW 2006 - 2009 .....	36
TAB. 9	CASH FLOW 2010 - 2013 .....	36
TAB. 10	CASH FLOW 2014-2017 .....	37
TAB. 11	CASH FLOW 2018- 2021 .....	37
TAB. 12	CASH FLOW 2022-2025 .....	38
TAB. 13	ROZPĚTÍ MĚRNÝCH INVESTIČNÍCH A PROVOZNÍCH NÁKLADŮ BIOENERGETICKÝCH PROJEKTŮ .....	39
TAB. 14	ROČNÍ PROVOZNÍ NÁKLADY V PŘÍPADĚ 5,7 MW ELEKTRÁRNY NA BIOMASU ....	41
TAB. 15	VÝPOČET ÚROKU.....	43
TAB. 16	CASH FLOW 2009 - 2012 .....	44
TAB. 17	CASH FLOW 2013 – 2016 .....	44
TAB. 18	CASH FLOW 2017 – 2020 .....	45
TAB. 19	CASH FLOW 2021 – 2024 .....	45
TAB. 20	CASH FLOW 2025 – 2028 .....	46
TAB. 21	CASH FLOW 2029 – 2033 .....	46
TAB. 22	VÝKUPNÍ CENY A ZELENÉ BONUSY PRO VÝROBU ELEKTŘINY Z BIOMASY PRO ROK 2009 .....	77
TAB. 23	ZDROJE – SIMULAČNÍ MODEL .....	84

# 1 Úvod a cíl práce

## 1.1 Úvod

Dříve lidé neměli elektřinu, přesto dokázali své potřeby uspokojit jinými zdroji. V 19. století byl vynalezen elektrický proud a požadavky lidí se začaly zvyšovat. Lidé si tolik zvykli na zdroj elektrické energie, že si svůj život bez ní už nedovedli představit. Čím více energie lidé spotřebovávají, tím více se snižují zásoby zdrojů, z kterých je energie vytvářena.

Proto je v dnešní době velice diskutovaným tématem využívání a rozvoj obnovitelných zdrojů energie. Existuje mnoho odborníků věnujících se tomuto tématu, ale jejich názory na obnovitelné zdroje energie se často velice liší.

Zájem o obnovitelné zdroje energie se začal zvyšovat až v sedmdesátých letech, kdy se objevily studie, které poprvé přiznaly skutečnost, že neobnovitelné zdroje energie jsou vyčerpitelné nebo se musí téměř výhradně dovážet. Naopak obnovitelné zdroje energie, mezi něž patří energie vody, geotermální energie, spalování biomasy, energie větru, energie slunečního záření, využití tepelných čerpadel a energie příboje a přílivu oceánů, jsou označovány jako nevyčerpitelné formy energie Slunce a Země. Kromě obnovitelnosti jsou tyto alternativní zdroje kladně posuzovány také v působení na ovzduší.

Zde je nutné si položit otázku, zda obnovitelné zdroje jsou vůbec efektivní a dokážou vytvořit tolik energie jako ostatní zdroje, a zda je jejich využití opravdu šetrné k životnímu prostředí. Velice často se objevují nové zahraniční studie, které objevují nové a nové informace o obnovitelných zdrojích energie, přesto se jejich výsledky nikdy zcela neshodují. Diskuze o nevyčerpitelných zdrojích energie už nejsou jen tématem pro investory a ochránce přírody, ale jsou také velice diskutovaným tématem v politické oblasti. V rámci Evropské unie existují fondy a programy podporující výstavbu a rozšiřování obnovitelných zdrojů energie.

V případě větrných elektráren jsou největšími odpůrci především ochránci ptáků, kteří stojí za názorem, že větrné elektrárny jsou pro ptactvo velice škodlivé a způsobují úhyn ptáků. Také ochránci životního prostředí zastávají názor, že větrné elektrárny hyzdí naši krajinu, proto jsou v zásadě proti jejich rozšiřování.

Výstavba nových elektráren na biomasu je odborníky a veřejností spíše podporována. Nemají špatný vliv na vzhled krajiny a ohrožení fauny je v tomto případě nulové.

Tato práce by měla posoudit, zda je vhodné investovat do projektu větrných elektráren nebo elektráren na biomasu. Cílem je určit, která z těchto elektráren je z ekonomického hlediska efektivnější jako zdroj energie a ohleduplnější k životnímu prostředí.

Důležité informace týkající se větrné elektrárny a elektrárny na biomasu jsou dostupné v obecných publikacích, např.:

- OCHODEK, T. A KOL. *Ekonomika při energetickém využívání biomasy*. 2008 - Tato publikace se zabývá výpočtem ekonomických ukazatelů potřebných pro hodnocení efektivnosti projektu elektrárny na biomasu. Dále udává přehled motivačních programů a informuje o státní podpoře.
- MOTLÍK, J. A KOL. *Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v České republice*. 2007 – Publikace se věnuje problematice větrných elektráren. Pojednává o technických údajích větrných elektráren, o jejich vlivu na životní prostředí a poskytuje obecné informace o větrných elektrárnách a aktuální údaje o existujících elektrárnách.
- BERANOVSKÝ, J., TRUXA, J. *Alternativní energie pro váš dům*. 2003 – Kniha se zabývá problematikou obnovitelných zdrojů v ČR. Popisuje základní principy využití solární, větrné a vodní energie, energie biomasy a geotermální energie včetně praktických příkladů. Závěr knihy je věnovaný ekonomice projektu, vyhodnocení spotřeby tepla a nákladů na vytápění.

## 1.2 Cíl práce

Cílem bakalářské práce je porovnání efektivity větrné elektrárny a elektrárny na spalování biomasy. Vyhodnocení efektivity je prováděno na základě ekonomických aspektů, pomocí výkazu Cash Flow a výpočtu čisté současné hodnoty. Dále je prováděno porovnání výnosů a nákladů a zkoumání vlivů na životní prostředí.

Dílním cílem je uvést důležité informace o legislativě a programech podporujících obnovitelné zdroje energie.

Předpokládaným přínosem práce je seznámit čtenáře se základními pojmy týkajícími se těchto obnovitelných zdrojů energie, s historií obou elektráren, informovat o tom, kterou z elektráren je výhodnější financovat a posoudit efektivitu a vliv elektráren na obyvatelstvo a životní prostředí. Práce podává informace o problémech s elektrárnami a s jejich zapojením do přenosové soustavy.

Obecným předpokladem je, že v rámci ekonomického hodnocení je výnosnější a podporovanější elektrárna na spalování biomasy i navzdory svým vysokým investičním nákladům.

## 2 Literární přehled

### 2.1 Větrná elektrárna

#### 2.1.1 Historie větrných elektráren

Větrným elektrárnám předcházely větrné mlýny a větrná čerpadla. Historie využívání větru k mechanické práci sahá až do období několika tisíciletí před naším letopočtem, kdy vítr poháněl primitivní plachetnice. Egypťané používali vítr k pohonu lodí již 5 000 let př. n. l. Ve Francii kolem roku 1105 se zřizovaly vodní a větrné mlýny k pohonu obilných mlýnů a k čerpání vody. Ve druhé polovině 18. století se v Anglii začínaly stavět větrné motory s železnou konstrukcí, a již ve druhé polovině 19. století vzniklo několik typů větrných motorů v Americe. (Koč, 2005)



Obr. 1 Sloupový větrný mlýn Velké Těšany, okres Kroměříž

První větrný mlýn na území Čech, Moravy a Slezska byl postaven již v roce 1277 v zahradě Strahovského kláštera v Praze. Celkem bylo na území dnešní ČR evidováno a historicky ověřeno 879 větrných mlýnů. Další etapou bylo období větrných turbín pohánějících vodní čerpadla v prvním dvacetiletí 20. století. Největším výrobcem větrných motorů byla firma Antonín Kunz v Hranicích na Moravě. Výroba novodobých větrných elektráren v České republice začala na konci 80. let minulého století. V roce 1993 vznikla společnost ENERGOVARIS, která vyrobila větrnou elektrárnu EWT o výkonu 630 kW, která je stále v provozu. Dále vznikla společnost EKOVA, která vyrobila pět větrných elektráren E-400 kW.

V roce 1995 došlo ke stagnaci stavby větrných elektráren, jelikož třetina ze všech elektráren patřila do skupiny s poruchovou nebo nevyhovující technologií. Díky nízké výkupní ceně elektrické energie z větrných elektráren, která se pohybovala okolo 1,13 Kč/kWh, se nevytvořil český trh s větrnými elektrárnami. (Štekl, 2007, s. 85)

V současné době elektrárny již pracují na dvou desítkách lokalit v ČR. Celkový instalovaný výkon těchto elektráren se zvýšil na 150 MW. Výkon

moderních větrných elektráren dosahuje 2 MW. Větrné elektrárny vyrábí především Německo a na výrobě komponent se větším dílem podílí i ČR. Rozvoj větrné energetiky v ČR byl zahájen se zpožděním. Elektrárny v Německu jsou stavěny již dvě desítky let, proto dosahují využitelnosti přibližně 20 %, kdežto v ČR jsou plánovány nejmodernější stroje s nejvyšší využitelností. Z elektráren postavených v minulém desetiletí je v provozu 8 elektráren s celkovým výkonem 2 375kW. (cez.cz, 2010)

### 2.1.2 Větrná energie

V posledních letech se výrazně zvyšuje využívání větrné energie. Důvodem je, že větrná energie je „zadarmo“, musí se vynaložit náklady pouze na výstavbu. Větrná elektrárna neprodukuje téměř žádné odpady a patří mezi obnovitelné zdroje energie.

Větrná energie je pohybová energie vzduchu a je důsledkem dopadající sluneční energie, tedy její nepřímou formou. Asi 2 % energie, kterou vyzáří slunce, se přemění trvale na proudění vzduchu. Větrná energie je nejrychleji se rozvíjející zdroj elektrické energie a její výkon stále roste.

### 2.1.3 Energetický potenciál větru

Vítr je pouze horizontální složka pohybu vzduchu, která je vyvolána transformací sluneční energie na teplo a rotací Země a vzniká tlakovými rozdíly mezi různě zahřátými oblastmi vzduchu. Rychlost pohybu vzduchu je zmenšována třením při zemském povrchu a při poledníkovém směru proudění na něj naopak působí Coriolisova urychlující síla.

V ČR měří rychlost a směr větru síť meteorologických stanic. Měření musí být prováděno ve výšce 10 m nad hladkým povrchem. Podle rychlosti větru ve výšce 10 m nad terénem se rozlišují tři třídy rychlosti větru a to slabý, mírný a silný vítr.

Tab. 1 Třídy rychlosti větru<sup>1</sup>

Třídy rychlosti větru	Typ větru	w <sub>10</sub> (m/s)	Třídní rychlost
I	slabý	$0 < w_{10} \leq 2,5$	1,7
II	mírný	$2,5 < w_{10} \leq 7,5$	5
III	silný	$w_{10} > 7,5$	11

Ve výškách 40 až 100 metrů nad mořem závisí rychlost větru zejména na tvaru okolního terénu. Čím hladší je povrch terénu, tím vyšší je rychlost větru a v nerovném terénu se tvoří turbulence.

<sup>1</sup> Zdroj: Brož, Šourek, 2003

Při přechodu z hladkého povrchu na drsný se zvyšuje rychlost větru a naopak při přechodu z drsného na hladký povrch je rychlost větru konstantní.

Meteorologické stanice podávají pravidelná hlášení 8 krát denně po 3 hodinách.

Směrem větru je zde světová strana, odkud vítr vane k nám. Směr je udáván v celých desítkách stupňů, větrná růžice má tedy 36 směrů větru (severní vítr - směr 36, jižní vítr - směr 18). Ve výjimečných případech se rozhoduje podle křivky četnosti větru, udávající jakou dobu vane vítr určitou rychlostí a podle distribuční funkce charakteristiky rychlosti větru, jejíž tvar i poloha závisí na průměrné rychlosti větru a na místních podmínkách. Z této funkce pak lze vypočítat pravděpodobnou roční výrobu elektřiny.

Součin plochy, na kterou působí větrný agregát, dynamického tlaku a rychlosti určuje ideální výkon větrného proudu.

Předem není známa plocha u odporových větrných motorů nebo plocha opisovaná konci listů rotoru u vztlakových větrných motorů, proto se vyhodnocuje měrná energie větrného proudu, která by působila na plochu 1 m<sup>2</sup> kolmo a směr větru.

V ČR jsou nejvhodnější podmínky k využívání větrné energie v Krušných a Jizerských horách, v Krkonoších a dále v Beskydách a na Českomoravské vrchovině. Většina větrných elektráren se při rychlosti 4 m/s začíná teprve roztáčet, proto oblasti s touto rychlostí větru nejsou důležité pro využívání větrné energie. (Brož, Šourek, 2003, s. 144)

#### **2.1.4 Možnosti využití větrné energie**

Existují dvě možnosti využití větrné energie a to přímá přeměna energie na elektřinu, kterou je možné dodávat do sítě nebo používat v daném místě, nebo přeměna energie na mechanickou práci, např. čerpání vody.

Systémy nezávislé na rozvodné síti (autonomní systémy) používají mikroelektrárny pro lokální zásobování elektřinou. Větrné elektrárny se záložními zdroji (bez akumulace) využívají větší autonomní systémy upravené pro ostrovní provoz. Vždy je však kladen důraz na minimální ztráty energie.

Systémy dodávající energii do rozvodné sítě slouží pro komerční výrobu elektřiny.

Větrná energie je dodatečným zdrojem energie k neobnovitelným zdrojům, její nevýhodou však je, že její využití závisí na přírodních podmínkách a na počasí. (Beranovský, Truxa, 2004, s. 34)

#### **2.1.5 Větrné elektrárny**

Větrné elektrárny jsou přeměněnou formou solární energie a do budoucnosti jsou v dlouhém časovém úseku nevyčerpatelné. Jejich konec přijde až s koncem života Slunce. Mezi obnovitelné zdroje energie patří vlastní síla a síla zvířat, vodní energie, energie mořských proudů, geotermální energie, energie větru, energie akumulovaná v biomase či vodíku a solární energie.

V roce 2001 EU přijala zákon, ve kterém souhlasila s vyráběním 8 % energie z obnovitelných zdrojů energie do roku 2010. V ČR byl 1. 8. 2005 schválen zákon vycházející ze směrnice Evropského parlamentu a rad 2001/77/EC, který pojednává o vyrábění 8 % energie z OZE do roku 2010. (cez.cz, 2010)



Obr. 2 Větrná elektrárna

### 2.1.6 Přehled zařízení

Využití a přeměna větrné energie na elektřinu závisí na typu a výkonu navržené elektrárny. Větrné elektrárny se od sebe liší výtěžností pro určité parametry větru, což závisí na konstrukci rotoru, typu generátoru a regulace.

Hlava rotoru je zařízení sloužící k přeměně rotačního pohybu na tah nebo naopak. Tvoří ji dva nebo tři listy uchycené na rotor. Optimální tvar listů umožňuje efektivní přenášení síly větru na rotor. Listy jsou vyrobené převážně ze sklolaminátu. Průměr listů se pohybuje od 25 m do 130 m.

Větrná turbína umístěná na stožáru převádí energii větru na rotační mechanickou energii prostřednictvím aerodynamických sil působících na listy rotoru. Tato energie je poté prostřednictvím generátoru přeměněna na elektrickou energii. Listy rotoru musí mít speciální tvar podobný křídlu letadla.

Systém regulace rotoru udržuje požadované otáčky vrtule, případně brzdí vrtuli.

Jsou dva typy systémů a to systém s pevnou vrtulí a systém s nastavitelnou vrtulí. Systém s pevnou vrtulí je vybaven aerodynamickou brzdou, která se vychýlí v případě vysokých otáček rotoru. U druhého typu systému je dosaženo brzdícího efektu pomocí mechanismu natáčení listů tak, že dojde ke změně úhlu nastavení listů.

V gondole je uložena celá strojová část větrné elektrárny a je umístěna na vrcholu stožáru, proto je nazývána hlavou elektrárny.

Hřídel je polodlouhá rotační součást zařízení, která slouží k přenosu kroutícího momentu. Je k zařízení upevněna pomocí jednoho nebo více ložisek a jsou na ní další součásti, které se spolu s ní otáčejí kolem její osy.

Další součástí je převodovka, pomocí níž lze přizpůsobit rychlosti otáček potřebám elektrického generátoru.

Generátor je důležitá část elektrárny přeměňující mechanickou energii větru na elektrickou energii.

Pomocnými zařízeními jsou ovládací a kontrolní systém (řídící elektronika), který se dělí na část technickou, která je tvořena řídicím počítačem a ovládacími prvky na řídicím panelu, a část programovou, což je speciálně vyvinutý balík programů, určený k ovládání jednotlivých částí větrné elektrárny a režimů jejich činnosti. K zajištění správné orientace rotoru vzhledem ke směru větru je určen systém natáčení strojovny větrné elektrárny.

Hlavní částí nosného systému větrné elektrárny je stožár, s jehož konstrukcí souvisí velikost a tvar základů pro elektrárnu. Rotor spolu s gondolou jsou namontované tak, aby se mohli otáčet okolo vertikální osy po směru větru.

V současné době převládají dva typy regulace výkonu v závislosti na rychlosti větru, a to regulace Stall (pasivní) a regulace Pitch (aktivní). U regulace Stall je výhodou vyšší výroba elektrické energie při vyšších rychlostech větru s větrnými nárazy a nižší pořizovací náklady. V současné době se používá i aktivní regulace typu Stall, u které se mírně pomalu natáčí listy v závislosti na okamžitých klimatických podmínkách. Pořizovací náklady jsou nízké.

Regulaci Pitch je výhodné použít při nižších rychlostech větru. Nevýhodou jsou vysoké pořizovací náklady. (Beranovský, Truxa, 2004, s. 35)

### 2.1.7 Typy větrných elektráren

K přeměně energie větru v energii elektrickou slouží větrné elektrárny. Větrnými motory jsou větrné pumpy a větrná čerpadla, která spolupracují při používání energie pro čerpání vody s mechanickou pumpou. Větrné elektrárny dělíme podle různých kritérií:

1. Dělení podle aerodynamického principu na větrné motory:
  - 1.1. vztlkové
  - 1.2. odporové
2. Dělení podle osy rotace na:
  - 2.1. vodorovné

Nejrozšířenějším typem jsou elektrárny s vodorovnou osou otáčení. Pracují na vztlkovém principu, kdy vítr obtéká lopatky s profilem podobným letecké vrtuli. Na podobném principu pracují větrná kola vodních čerpadel (tzv. americký větrný motor). Většinou mají moderní elektrárny tři listy, existují však i elektrárny s jediným nebo se dvěma listy.



## 2.2. svislé

Dalším typem jsou elektrárny se svislou osou otáčení, které mohou pracovat na principu odporovém (typ Savionius), nebo i na principu vztlakovém (typ Darrieus). Elektrárny pracující na vztlakovém principu mohou mít vyšší rychlost otáčení, tím se zvyšuje jejich účinnost a není třeba je natáčet do směru převládajícího větru. Dochází zde k vysokému dynamickému namáhání, což snižuje jejich životnost, proto se v praxi příliš neuplatňují.

### 3. Dělení podle výkonu větrného motoru na:

3.1. malé (výkon do 20 kW)

3.2. střední (výkon 20 až 50 kW)

3.3. velké (výkon nad 50 kW)

Minielektrárny s výkonem do 5 kW slouží jako zdroj nízkého napětí pro rekreační objekty v místech, kde není přípojka elektrického proudu, nebo mohou sloužit pro dobíjení akumulátorů.

Elektrárny s výkonem 5 až 20 kW se používají jako dodávka do sítě a pro využití energie pro ohřev užitkové vody v rodinných domcích. Elektrárny s výkonem nad 20 kW se používají téměř vždy pro dodávky elektřiny do sítě. (Brož, Šourek, 2003, s. 160).

## 2.1.8 Typy větrných motorů

Konstrukce větrných motorů obsahuje horizontální či vertikální osu. Motory s horizontální osou mají 48% účinnost a vertikální 38% účinnost.

Větrné motory dělíme podle mnoha kritérií. Jedním z nejdůležitějších kritérií je aerodynamický princip, podle něhož dělíme motory na odporové a vztlakové.

### Vztlakové motory

Jako rotující křídlo u tohoto typu motorů mohou být posuzovány list nebo lopatka. Charakteristickým rysem je vrtule rovnoběžná se směrem větru. Rovnoběžnost je zajištěna u strojů malých výkonů směrovkou a u strojů větších výkonů automatickou regulací.

### Odporové motory

Nejstarším druhem motorů jsou odporové motory a jejich charakteristickým rysem je svislá osa kolmá na směr větru. Rozdílný součinitel odporu zakřivených ploch při obtékání větrem z konvexní a konkávní strany při rotaci určuje funkci odporových motorů. Čím větší je rozdíl součinitelů, tím větší je výkon. Výkony odporových motorů jsou celkově menší než výkony motorů vztlakových. Plocha nastavená proti větru klade větru aerodynamický odpor, zpomaluje proud

---

vzduchu a tím je na ní vyvozována síla, která je mechanicky přeměňována na rotační pohyb. (Brož, Šourek, 2003, s. 150)

### **2.1.9 Výhled do budoucnosti a příklady instalace**

V současné době je zřejmé, že větrná energetika zaznamenává jisté pozitivní ohlasy a obrození. Trend vývoje v ČR směřuje k výkonově větším zařízením. Větrné elektrárny se budou konstruovat i na lokalitách s průměrnou rychlostí větru, pro které budou zkonstruována zařízení, které tyto podmínky dokážou optimálně využívat. Jednotliví spotřebitelé, kteří nemají možnost se připojit k rozvodné síti nebo hledají levnější zdroj energie, se začínají zajímat o větrné elektrárny. Pro tyto zájemce jsou mikroelektrárny, které jsou určeny k zásobování malých spotřebičů v kombinaci s akumulátory, např. k napájení spotřebičů na jachtě či karavanu, k osvětlení chaty, pro čerpání vody na zahradě apod. Ve skutečnosti je však využití těchto elektráren pro občany, kteří uvažují o energetické soběstačnosti, ekonomicky nevýhodné. (Beranovský, Truxa, 2004, s. 45)

## **2.2 Elektrárna na spalování biomasy**

### **2.2.1 Historie**

Po slunečním záření byla biomasa jediným dostupným energetickým zdrojem na Zemi po miliardy let. Lidé využívají biomasu už od okamžiku, kdy se naučili rozdělovat oheň.

Historicky nejstarším spalovacím zařízením je otevřené ohniště, které v současnosti stále existuje v podobě otevřených krbů a v souvislosti se zvyšujícím se podílem biomasy jako paliva je stále aktuální.

Pravděpodobně nejvíce se využívala biomasa před nástupem spalovacích motorů a strojní mechanizace v zemědělství.

Na počátku 20. století byla třetina obilovin používána ke krmení tažných zvířat. Energie biomasy se tak přeměnila v mechanickou energii ve svalech zvířat.

V českých zemích sloužila biomasa v období od konce 1. světové do konce 2. světové války k výrobě biopaliv (lihu, dřevěného uhlí, dřevoplynu) nebo přímo k získávání energie spalováním.

V období druhé světové války se přikládala polénka nebo dřevěné uhlí do dřevoplynových agregátů využívaných pro pohon automobilů. Rozvoj dřevoplynových agregátů byl důsledkem nedostatku fosilních paliv.

Ještě v 19. století byla přitom biomasa zdrojem dominantním, teprve ve 20. století začaly převažovat fosilní zdroje. I v současnosti je však podíl biomasy vyšší než podíl ostatních obnovitelných zdrojů a jaderné energie. (Weger, 2003)

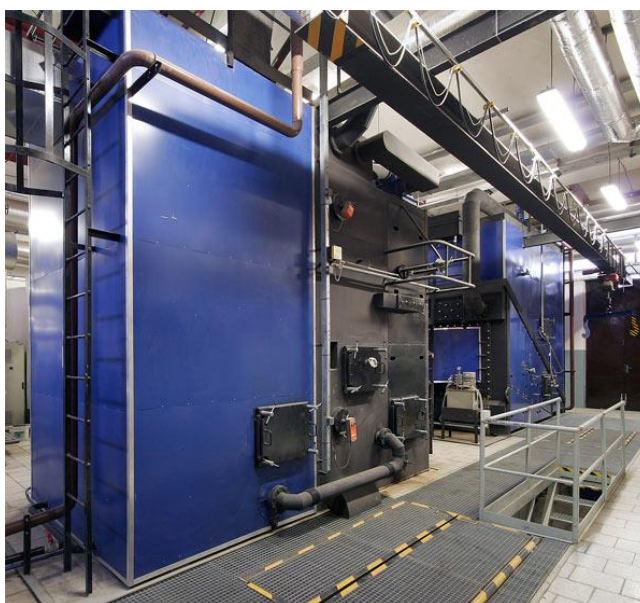
### 2.2.2 Základní informace o biomase

Biomasa je hmota organického původu a nemohla by existovat bez sluneční energie. Biomasa je spolehlivějším zdrojem elektrické energie než například větrná nebo sluneční energie. Zahrnuje rostlinnou biomasu pěstovanou v půdě a vodě, živočišnou biomasu a organické odpady.

Buď je pěstování biomasy cílené, nebo se jedná o odpady ze zemědělské, potravinářské či lesní produkce. energii z biomasy lze získat spalováním, tedy termochemickou přeměnou. Biomasa se spaluje buď přímo, nebo jsou spalovány kapalné či plynné produkty jejího zpracování.

Při skladování biomasy je třeba mít uzavřené zásobníky a skladovací prostory se zařízením k odprašování. Třísky a kůra se ukládají při delším skladování na otevřených hromadách. Pomocí pásových dopravníků se dopravuje palivo do kotle.

Podle fyzikální podstaty lze biopaliva rozdělit na tuhá, kapalná a plynná. U tuhých paliv je důležitým údajem obsah sušiny, což je množství suché hmoty. (Beranovský, Truxa, 2004, s. 49)



Obr. 3 Kotelna na biomasu

### 2.2.3 Hlavní typy biomasy využívané v ČR

V přírodních podmínkách ČR lze využívat biomasu v následujících kategoriích:

#### Biomasa odpadní

- Rostlinné odpady ze zemědělské prvovýroby a údržby krajiny, což je kukuřičná sláma, obilná sláma, seno, zbytky po likvidaci křovin a náletových dřevin, odpady ze sadů a vinic, odpady z údržby zeleně a travnatých ploch.
- Lesní odpady (dendromasa) – po těžbě dříví zůstává v lese určitá část stromové hmoty nevyužita (pařezy, kořeny, kůra, vršky stromů, větve, šišky a dendromasa z prvních probírek a prořezávek).
- Organické odpady z průmyslových výrob – spalitelné odpady z dřevařských provozů (odřezky, piliny, hobliny, kůra), odpady z provozů na zpracování a skladování rostlinné produkce (cukrovary), odpady z jatek, mlékáren, lihovarů a konzerváren.
- Odpady z živočišné výroby, kterými jsou hnůj, kejda, zbytky krmiv, odpady z přidružených zpracovatelských kapacit.
- Komunální organické odpady – kaly, organický tuhý komunální odpad (TKO). (Beranovský, Truxa, 2004)

### 2.2.4 Biomasa záměrně produkovaná k energetickým účelům (energetické plodiny, fytomasa)

Tab. 2 Energetické plodiny vhodné pro ČR<sup>2</sup>

Lignoocelulózové	Dřeviny (vrby, topoly, olše, akáty)
	Obiloviny (celé rostliny)
	Travní porosty (sloní tráva, trvalé travní porosty)
	Ostatní rostliny (konopí seté, křídlatka, šťovík krmný)
Olejnaté	Řepka olejná, slunečnice, len, dýně na semeno
Škrobno-cukernaté	Brambory, cukrová řepa, obilí, cukrová třtina, kukuřice

### 2.2.5 Pěstování biomasy pro energetické účely

Plodiny, které se pěstují výhradně pro energetické využití, se vyznačují vysokou roční rychlostí růstu, vysokou palivovou hodnotou, vysokou odolností vůči nemocem a škůdcům a relativně nízkými nároky na použitou půdu. Energetické plodiny lze sklízet každé dva nebo tři roky 15-20 let předtím, než je třeba přejít na jinou plodinu. Pro tzv. energetické plantáže je velmi důležitá volba plodiny, která je závislá na druhu půd, způsobu využití a účelu, možnosti sklizně a dopravy, druhové skladbě v okolí a na klimatických podmínkách. Předem se

<sup>2</sup> Zdroj: Beranovský, Truxa, 2004

musí porovnat náklady na pěstování a na výrobu (spotřebu energie) a výnosu (zisku energie).

Schopnost produkce jednotlivých regionů se hodnotí pomocí bonitace zemědělského půdního fondu. Základní oceňovací a mapovací jednotkou je BPEJ – bonitovaná půdně ekologická jednotka určená pětímístným kódem.

Pro plantáže energetických rostlin se využívá zejména zemědělsky nepotřebná půda, například kolem dálnic.

Biomasa z energetických plodin se využívá pro výrobu elektrické nebo tepelné energie a také jako kapalné nebo plynné palivo. Výroba je úspěšná pouze když se všechny součásti systému založeného na využívání biomasy vyvíjejí současně. Kultivace energetických plodin přispívá ke vzniku nových pracovních příležitostí v oblasti a k vytváření nezávislých lokálních energetických trhů.

V České republice jsou nejvhodnější popílkoviště a výsypky v severních Čechách, kde může pěstování biomasy zlepšit stav krajiny. V dnešní době dochází k nadprodukci, pěstování energetických plodin může tedy pomoci snižovat množství nevyužívané zemědělské půdy.

Podle „Strategie pro rozvoj zdrojů obnovitelné energie“, se má podíl energie zvyšovat v roce 2010 ze současných 2,5 % na 7,5 % a v roce 2020 na 14 %. Podíl biomasy na celkovém objemu primární energie z obnovitelných zdrojů by měl být více než 90 %. (Beranovský, Truxa, 2004, s. 50)

### **2.2.6 Potenciál půd pro záměrné pěstování biomasy**

Česká republika má velkou výhodu z hlediska záměrného pěstování biomasy, jelikož je zde velká rozloha tzv. marginálních zemědělských půd s nižším produkčním potenciálem z hlediska konvenční zemědělské produkce. Ve srovnání s EU má ČR vysoké zornění zemědělské půdy (73,8 % proti 53,5 %), která pokrývá 54,3 % rozlohy státu (v EU je to jen 41,5 %). Velká část zemědělské půdy, asi 45 %, leží navíc v horských a podhorských oblastech s tvrdými klimatickými podmínkami, kde není zemědělská výroba ekonomicky efektivní. K pěstování biomasy jsou dobře využitelné problémové půdy, mající rozlohu asi 54 tis. ha, které jsou nevhodné pro potravinářskou produkci. (lesprace.silvarium.cz, 2003)

## 2.2.7 Možnosti využití

Tab. 3 Možnosti využití zpracování biomasy k energetickým účelům<sup>3</sup>

	Fyzikálně chemické zpracování	Spalování	Zplyňování	Pyrolýza	Alkoholové kvašení	Metanové kvašení
Energetické technické plodiny	***	***	*	*	***	**
Rostlinné zbytky ze zemědělské prvovýroby	*	***	**	**		**
Odpady z živočišné výroby		*	*	*		***
Komunální organické odpady		***	*	**		***
Organické odpady u potravinářské výroby						***
Odpady z dřevařských provozů		***	**	**		
Lesní odpad		***	*	*	*	*
Získané produkty	olej, metylester	teplo vázané na nosič	hořlavý plyn (metan)	pevné palivo, dehtový olej, plyn	etanol, metanol	metan, bioplyn

### Aplikace technologie v praxi:

- \* technicky zvládnutelná technologie, avšak v praxi nepoužívaná
- \*\* vhodné jen pro určité technicko-ekonomické podmínky
- \*\*\* často používaná technologie

<sup>3</sup> Zdroj: Brož, Šourek, 2003

### 2.2.8 Základní technologie pro zpracování biomasy

V České republice je asi 0,5 mil. ha půdy, kterou je možné využít pro pěstování biomasy. Pro zpracování biomasy je několik technologií:

- Suché procesy – termochemické přeměny biomasy (spalování, zplyňování, pyrolýza).
- Mokrý procesy – biochemické přeměny biomasy (alkoholové kvašení, metanové kvašení).
- Fyzikální a chemické přeměny biomasy – mechanické (štípání, drcení, peletování), chemické (esterifikace surových bioolejů).
- Získávání odpadního tepla při zpracování biomasy (kompostování, čištění odpadních vod, anaerobní fermentace pevných organických zbytků). (Motlík, Šamánek, a kol., 2007, s. 118)

### 2.2.9 Termochemická přeměna

V současnosti je biomasa využívána zejména v lokálních topeništích a malých kotlích v rodinných a bytových domech a v menší míře je využívána také ve větších zdrojích jako jsou průmyslové zdroje v dřevozpracujícím i jiném průmyslu, v blokových kotelnách a zdrojích centrálního zásobování teplem – CZT.

Obecně je palivo, tedy i biomasa, složeno z prchavé hořlaviny, z popelu a z vody. Palivo s vysokým obsahem prchavé hořlaviny (např. biomasa) hoří dlouhým plamenem.

Výhřevnost ovlivňuje množství hořlaviny. Měrné spalné teplo a výhřevnost paliva jsou určeny podílem tepla a hmotnosti paliva při dokonalém spálení a ochlazení spalin na původní teplotu paliva. Rozdíl mezi výhřevností a měrným spalným teplem je v započítání skupenského tepla vody obsažené v palivu a vody vzniklé spálením vodíku obsaženého v palivu.

Spalné teplo  $H$  je množství energie získané spálením paliva se vzduchem při neměnném tlaku. Všechny spaliny vzniklé spalováním jsou ochlazeny na výchozí teplotu složek přítomných spalování, včetně vody. Tato voda je ve stavu kapalném a její teplota je rovná teplotě výchozí.

Výhřevnost  $Q_i$  ( $Q_n$ ) je množství tepla vzniklé spalováním jednotkového množství paliva, přičemž se spaliny ochladí na původní teplotu a voda vzniklá při spálení zůstane v parách.

Při spalování suchá biomasa z velké části zplyňuje. Působením vysokých teplot se uvolňují hořlavé plynné složky, které mají různé spalovací teploty. K prostému spalování dochází v případě dostatku kyslíku.

Pyrolýza je termický rozklad organických látek na nízkomolekulární sloučeniny, jehož výsledkem je topný plyn nebo olej. Podle druhu zpracovávaného objektu a požadovaných produktů probíhá při atmosférickém, zvýšeném nebo sníženém tlaku za vysokých či nízkých teplot.

Zplyňování probíhá v několika fázích: sušení, pyrolýza, oxidace, redukce. Základními druhy technologie zplyňování jsou protiproudé zplyňovače, souproudé a fluidní. (Beranovský, Truxa, 2004, s. 53)

### **2.2.10 Biochemická přeměna**

Jednou z možností získávání bioplynu je anaerobní fermentace. Bioetanol je produkován fermentací roztoků cukrů. Je vhodné použít cukrovou řepu, obilí, kukuřici, ovoce nebo brambory. Z jednoho kg cukru lze získat až 0,65 l čistého etanolu. Fermentace cukrů může probíhat pouze v mokřém prostředí, vzniklý alkohol je destilací oddělen a stává se vysoce hodnotným kapalným palivem pro spalovací motory. Nevýhodou je, že působí korozi motoru a váže vodu.

Obecně existují dva druhy procesů, a to mokrá fermentace, kdy zpracování biomasy probíhá s obsahem sušiny méně než 12 %, a suchá fermentace, kdy zpracování probíhá s obsahem sušiny 20 až 60 %.

Skládkové plyny se vytváří na skládkách TKO (tuhého komunálního odpadu) prostřednictvím složitých biologických pochodů. Průměrné množství na jednoho obyvatele na rok je zhruba 310 kg.

Bioplyn vzniká v uzavřených nádržích při rozkladu organických látek bez přístupu kyslíku. Díky bakteriím pracujícím bez přístupu kyslíku se organická hmota štěpí na anorganické látky a plyn. Zbytky z vyhnívajícího procesu se stávají vysoce hodnotným hnojivem nebo kompostem.

Nejvíce je v zemědělství využívána kejda, slamnatý hnůj, sláma, zbytky travin, stonky kukuřice a bramborová nať.

Biochemická přeměna je nejvíce používána v čistírnách odpadních vod a při získávání skládkového plynu. (Beranovský, Truxa, 2004, s. 55)

### **2.2.11 Mechanicko-chemická přeměna**

Bionafta – Z řepkového semene se lisuje olej, který se působením katalyzátoru a vysoké teploty mění na metylester řepkového oleje, jenž se používá jako bionafta a vyrábí se rafinačním procesem – tzv. esterifikací. Jelikož je jeho výroba dražší než motorová nafta, mísí se s ropnými produkty. Tyto produkty musí obsahovat alespoň 30 % metylesteru řepkového oleje. Výroba se řídí ČSN 65/65/07 o výrobě biopaliv. (Beranovský, Truxa, 2004, s. 56)

### **2.2.12 Využití biomasy pro vytápění budov v podmínkách ČR**

Ekonomicky nejvýhodnější je v dnešní době spalování dřeva. Spalovací zařízení, která jsou neznámější, jsou lokální kotle na biomasu. Postup spalování u kotlů pro rodinné domky je obvykle takový, že nejdříve se palivo zplyňuje a potom se plyn spaluje. To umožňuje dobrou regulaci srovnatelnou s plynovými kotli. V kotlích se nejčastěji spaluje polenové dříví, pilinové brikety, pelety, štěpka a dřevní odpad. Nejkomfortnější dopravu, dobré skladování a bezobslužný provoz kotle zajišťuje používání pilinových pelet.



Kotle mají účinnost kolem 80-89 %, která je podstatně lepší než u kotlů na tuhá paliva. Mají dobré regulační schopnosti a velký rozsah výkonu (např. 10-20 kW). Do kotlů se přikládá pouze 2-3 denně podle kvality paliva. Ke kotli je třeba instalovat pouze směšovací armaturu pro zajištění dostatečné teploty ve vratném potrubí pro zamezení tzv. nízkoteplotní koroze. Pro správný provoz by měl mít kotel na dřevo tah min. 15 Pa.

U budov vybavených elektrickými přímotopy, akumulacími topidly a zejména u budov vybavených pouze lokálním vytápěním, je přechod na biomasu velice nákladný. (Beranovský, Truxa, 2004, s. 67)

### **2.2.13 Spalování a zplyňování biomasy**

Suchá biomasa působením vysokých teplot uvolňuje hořlavé plynné složky, tzv. dřevoplyn. Pokud je přítomen vzduch, dochází k hoření, ve druhém případě se odvádí vzniklý dřevoplyn do spalovacího prostoru, kde se spaluje podobně jako jiná plynná paliva. Část vzniklého tepla se využívá na zplyňování další biomasy. Výhodou je snadná regulovatelnost, nižší emise a vyšší účinnost.

Podíl částí zplyňovaných při spalování je velmi vysoký, u dřeva je 70 % a u slámy 80 %. Podmínkou dokonalého spalování je vysoká teplota, účinné směšování se vzduchem a dostatek prostoru pro to, aby všechny plyny dobře shořely a nestávalo se, že budou hořet až v komíně. (Motlík, Šamánek, a kol., 2007, s. 120)

### **2.2.14 Spalování a spoluspalování biomasy**

Kotle na spalování biomasy musí být speciálně upraveny a zkonstruovány. Tyto kotle jsou také výrazně dražší, než kotle na spalování fosilních paliv. Pro průmyslové aplikace nebo systémy centrálního zásobování teplem se používají kotle s výkonem nad 100 kW, které spalují také dřevní štěpku nebo balíky slámy. Jsou také často vybaveny automatickým přikládáním paliva a dokážou spalovat i méně kvalitní a vlhčí biomasu.

Nevýhodou biomasy je obsah nežádoucích látek: alkálie, těžké kovy, chlór, fluor, síra nebo dusík. Obsah těchto látek v biomase závisí na složení půdy a způsobu hnojení. Podle údajů ČEZ publikovaných v roce 2005 bylo v ČR zaznamenáno v provozu celkem více než 22 000 kotlů na biomasu.

Další způsob využití biomasy je její spoluspalování s uhlím, kde jediným omezením je přípustný poměr biomasa/uhlí, kdy jde spoluspalovat tato dvě paliva bez úpravy spalovacího prostoru, s přijatelnými emisemi a bez technických obtíží. Biomasa by měla být v tomto poměru pouze 15 %. Při spoluspalování biomasy a uhlí dochází ke snížení plynných a pevných škodlivin. Díky vysokému obsahu prachové hořlaviny v biomase a díky nízké popelnatosti dochází k celkovému zvýšení účinnosti spalovacího procesu.

Jednou z cest společného spalování biomasy a uhlí jsou komprimovaná směsná paliva brikety a pelety. Tato směsná paliva je možno spalovat v kotlích na spalování hnědého uhlí. Účinnost parního (Rankin-Clausiova) cyklu zvýší celkovou účinnost zhruba na 35 %. V roce 2007 společnost ČEZ zkoušela

spoluspalování biomasy v elektrárnách Hodonín, Tisová I., Poříčí II. a v teplárně Dvůr Králové.

Nejvýznamnějšími autoproducenty, což jsou společnosti spotřebovávající páry a elektřiny v místě závodů, jsou např. Mondi Packaging Paper ČR Štětí, a. s., Biocel Paskov, a. s. a další. Nejvýznamnější výrobci veřejné energetiky z biomasy jsou kromě ČEZ, a. s., také Plzeňská teplárenská, a. s., Dalkia ČR, a. s. a IROMEZ, s. r. o., z Pelhřimova. (Motlík, Šamánek, a kol., 2007, s. 119)

### **2.2.15 Výhřevnost biomasy**

Výhřevnost dřeva a další rostlinných paliv kolísá podle druhu dřeva či rostliny.

Obsah energie v 1 kg dřeva s nulovým obsahem vody je asi 5,2 kWh. V praxi však nelze dřevo vysušit úplně, zbytkový obsah vody je asi 20 % hmotnosti suchého dřeva a 13 % u řepkové slámy. Protože se při spalovacím procesu část energie spotřebuje na vypaření této vody, je nutné počítat s energetickým obsahem 4,3 až 4,5 kWh na 1 kg dřeva. (alternativni-zdroje.cz, 2007)

### **2.2.16 Budoucnost biomasy**

Biomasa je celosvětově dosud nejvýznamnějším zdrojem energie po fosilních palivech. Do budoucna se dá předpokládat, že v České republice bude biomasa v příštích letech hlavním obnovitelným zdrojem energie. Výhodou biomasy je snadná akumulace respektive možnost sklízet ve zvoleném termínu, snadná regulovatelnost podle aktuální potřeby energie, ale často i možnost využít stávající zařízení určená pro fosilní paliva.

### 3 Metodika

Náplní vlastní práce je výpočet ekonomické efektivity obou elektráren. Nejprve jsou stručně představeny oba projekty, které budou posuzovány, tedy větrná elektrárna v Pavlově a elektrárna na spalování biomasy v Čáslavi. Poté jsou vysvětleny základní ekonomické pojmy a uvedeny vzorce, které budou použity při výpočtu ekonomických ukazatelů.

V první části práce je posuzována ekonomická efektivnost v závislosti na čisté současné hodnotě obou projektů. Efektivnější je ten projekt, který má větší hodnotu čisté současné hodnoty. K tomu abychom mohli provést výpočet čisté současné hodnoty, je třeba sestavit výkaz Cash Flow obou elektráren. Cash Flow je možné vypočítat jako rozdíl výnosů a nákladů očištěný o daň 19 %, k výsledku je třeba připočítat odpisy a výsledná hodnota je roční Cash Flow. Do nákladů je třeba zahrnout u obou elektráren úroky z úvěru.

Prvním z hodnocených projektů je větrná elektrárna. Náklady větrné elektrárny jsou odhadnuty z projektu větrné elektrárny v Pavlově. Výnosy větrné elektrárny se vypočítají jako součin výkonu, provozních hodin a výkupní ceny pro elektřinu z větrných elektráren uvedených do provozu v roce 2006. Jelikož foukání větru není zaručeno, není zaručena ani stoprocentní výkonnost větrné elektrárny. V projektu je tedy uvažována účinnost větrné elektrárny 25 %. Výše úvěru je 210 000 000 Kč, do projektu tedy nebyly vloženy žádné vlastní zdroje. Doba splácení úvěru je 10 let a úroková míra je 6 %. Není možné rozdělit splátky do více let, jelikož na vysokou částku jako je pořizovací cena elektrárny, není možné si vzít úvěr na více jak 10 let. Odpisy u větrné elektrárny jsou stanoveny na dobu 15 let a technologie i zařízení budeme odepisovat dohromady.

Elektrárna na spalování biomasy v Čáslavi je největší v ČR. Náklady na provoz i pořizovací náklady jsou velice vysoké. Provozní náklady obsahují náklady na palivo, náklady na odvoz popela, zaměstnance, údržbu a také úroky z úvěru. Náklady na palivo se vypočítají jako součin počtu provozních hodin v roce a potřeby paliva na 1 hodinu v Kč. V případě výpočtu ceny vydané za rok za odvoz popela je výsledkem součin ceny odvozu popela za jednu tunu a nákladů na palivo. Při výpočtu výnosů je třeba rozdělit produkci energie do dvou částí, a to na produkci tepelné a elektrické energie. Nejvýhodnější metodou je rozdělit výpočty na období zimy a léta. Je třeba uvažovat, že při výrobě 1 MW<sub>h</sub> tepelné energie, se sníží výroba elektrické energie o 0,12 MW<sub>h</sub>. Konečným výsledkem je součet výnosů z elektrické energie a z energie tepelné. Výnosy z elektrické energie určíme jako součin vyprodukované roční energie a výkupní ceny energie z biomasy v kategorii O2 u elektráren uvedených do provozu v roce 2009. Výnosy z tepelné energie vypočítáme jako součin vyprodukované energie a čísla 3,6, čímž převedeme energii na GJ a poté částku vynásobíme cenou za 1 GJ tepla.

Čistá současná hodnota je suma odúročených Cash Flow v jednotlivých letech, od které jsou odečtené investiční náklady. V případě, že je čistá současná hodnota menší než 0, projekt je neefektivní, v opačném případě je vhodné do

projektu investovat. Dále při zhodnocení výsledků obou projektů je důležité vypočítat dobu návratnosti investic. Tento ukazatel získáme podílem investičních nákladů a ročním Cash Flow. Výsledek nám říká, za kolik let se investorovi vrátí jeho peníze, které vložil do projektu.

V další části práce jsou popsány problémy s elektrárnami, jejich vliv na životní prostředí a postoj české přenosové soustavy k těmto obnovitelným zdrojům energie.

## 4 Vlastní práce

V praktické části práce se zaměřím na porovnání dvou existujících elektráren.

Větrná elektrárna v Pavlově byla uvedena do provozu v roce 2006. Větrný park čítající čtyři turbíny o výkonu 5,7 MW dodává vyrobenou elektřinu do rozvodné sítě. Tato elektrárna je považována za bezproblémovou jak z hlediska ochrany životního prostředí, tak z hlediska působení elektráren v krajině. U výstavby projektu nebylo požadováno ani zpracování studie dopadu na životní prostředí (EIA). Obyvatelé obce s výstavbou elektrárny většinou souhlasili. Životnost větrné elektrárny je 20 let.

Elektrárna na spalování biomasy v Čáslavi byla uvedena do provozu v roce 2009 a je prvním zařízením vyrábějícím teplo a elektrickou energii spalováním dřevní biomasy v České republice. Celkový výkon této elektrárny je 5,7 MW. Holding LESS postavil tuto elektrárnu vedle dřevozpracujícího závodu. Pila v tomto komplexu produkuje část paliva a elektrárna dodává teplo, které je ihned v areálu spotřebováváno. Tento projekt se stává vzorem pro moderní, vysoce efektivní energetické zařízení a splňuje ekologické požadavky. Životnost elektrárny na biomasu je 25 let.

### 4.1 Ekonomická efektivnost

Ekonomická výhodnost a efektivnost je ovlivňována následujícími veličinami:

- Investiční náklady, které zahrnují veškeré jednorázové výdaje na přípravu stavby, projekt, dodávky technologického zařízení a jeho montáž, stavební úpravy, elektrickou přípojku, popř. i náklady na výkup potřebných pozemků.
- Doba životnosti zařízení, tj. doba, po kterou bude možno využívat produkce OZE (dosahovat úspor energie), aniž by bylo nutné znovu vynakládat investiční výdaje na obnovu zařízení. Spolehlivá technologie s dlouhou dobou životnosti významně zvyšuje dosažené ekonomické přínosy.
- Provozní náklady na obsluhu zařízení, jeho pravidelnou údržbu, předpokládané opravy, režie, pojištění majetku, pozemkové daně a jiné poplatky, nákup paliv a energie včetně dopravy.
- Velikost úspor energie, roční produkce elektřiny a tepla (množství vyrobené energie, výkupní ceny, zelené bonusy, atd.). Ekonomickou efektivnost příznivě ovlivní možnost výroby elektřiny v době špiček, kdy je její cena nejvyšší.

Na ekonomiku obnovitelných zdrojů energie mají vliv i parametry financování stavby, tj. výše úvěru, doba splácení, úroková sazba a cena vlastních peněz investora. Ekonomický efekt pro investora ovlivňuje i daň z příjmů, případné daňové úlevy a státní či jiné podpory. Ekonomická efektivnost se měří penězi, tudíž nemůže obsahovat přínosy ve prospěch životního prostředí.

Při celkovém hodnocení obnovitelných zdrojů energie se dá ekonomická stránka považovat za velmi důležitou. Investoři očekávají, že investované peněžní prostředky do těchto projektů se jim za nějakou dobu vrátí.

## 4.2 Kritéria hodnocení založená na diskontování

### Čistá současná hodnota

Čistá současná hodnota (NPV) podnikatelského projektu tvoří souhrn diskontovaných toků hotovosti (DCF) během doby života projektu, nebo po dohodnutou dobu. V případě kdy čistá současná hodnota je záporná, není vhodné daný projekt realizovat a investovat do něj, není to výhodné. Naopak čím vyšší je kladná hodnota čisté současné hodnoty, tím je projekt výhodnější.

$$NPV = \sum_{t=1}^{T\check{z}} \frac{CF_t}{(1+r)^t} - IN$$

$CF_t$  Cash - Flow projektu v roce t  
 $r$  diskont  
 $t$  mocnina, hodnocené období (1 až n let)  
 $T\check{z}$  doba ekonomické životnosti projektu

### Prostá návratnost investice

Prostá doba návratnosti je období, během kterého se investice splatí z peněžních příjmů získaných ze zisků z investice po zdanění a z odpisů. Čím je doba návratnosti kratší, tím je investice hodnocena příznivěji.

$$DN = IN/CF \text{ (rok)}$$

$DN$  doba návratnosti (rok)  
 $IN$  investiční náklady (Kč)  
 $CF$  cash flow

### Cash Flow

Cash flow je časová řada peněžních toků (saldo kladných a záporných peněžních toků), přičemž hodnota těchto peněžních toků se vztahuje vždy k tomu kterému časovému období. U investice je to prakticky kromě pořizovacích nákladů rozdíl mezi běžnými (provozními) příjmy a výdaji v jednotlivých letech.

$$CF = P - V$$

---

CF	Cash Flow
P	příjmy
V	výdaje

### Diskontovaný Cash Flow

Když se určuje CF za delší časové období, aktualizuje se jeho hodnota pomocí diskontu a dalších kategorií složeného úrokování. Prostým součtem diskontovaného Cash Flow získáme kritérium pro hodnocení ekonomické efektivity investic. Diskontovaný CF se vypočte podle vztahu:

$$DCF = CF/(1+i)^n$$

CF	Cash Flow
DCF	diskontovaný Cash Flow
i	diskontní sazba
n	rok, ke kterému se DCF počítá

### Odúročitel

Odúročitel udává současnou hodnotu 1 Kč příjmu nebo výdaje, který se uskuteční v budoucnosti. Budoucí platbu stačí potom jen vynásobit hodnotou odúročitele. Výše odúročitele je tím menší a tím pádem pokles hodnoty tím větší, čím vyšší je kalkulační úroková míra a čím více je okamžik platby vzdálen od současnosti. Je obrácenou hodnotou úročitele.

$$1/(1+i)^n = \text{odúročitel}$$

i	úroková míra za období (rok),
n	počet období (let)

## 4.3 Větrná elektrárna

Výroba energie ve větrných elektrárnách je velmi finančně náročná. Úspěšnost zavádění větrné energetiky do ekonomického systému krajiny závisí na politických faktorech, aktivitách regionů a podnikatelů.

Ekonomika větrných elektráren závisí také na jejich počtu v dané lokalitě. V případě, že existuje větší počet větrných elektráren v dané lokalitě, sníží se tím investiční náklady (stavba, komunikace, připojení). Větší počet elektráren v jedné lokalitě má však i své záporné stránky a to, že si elektrárny vzájemně odebírají sílu větru a tím se vyrábí menší množství energie. Čím větší je elektrárna, tím větší jsou investiční náklady, nemusí to tak však být i s výrobními náklady (tabulka č. 4). Celková návratnost investic závisí především na instalovaném výkonu, lokalitě, povětrnostních podmínkách, atd. Doba návratnosti investic u větrných elektráren se pohybuje od osmi do dvaceti dvou let. (tabulka č. 4).

V současné době je v ČR 51 větrných elektráren. Rozvoj větrné energetiky velmi závisí na ekonomických podmínkách, přestože vítr i slunce jsou zdroje, které jsou zadarmo. Při posuzování výhodnosti obnovitelných zdrojů energie je také důležité se zaměřit na ekologická hlediska, která nelze hodnotit čistě ekonomicky, neboť každá investice, která umožní výrobu elektrické energie, chrání životní prostředí před produkcí tun oxidu siřičitého, oxidu dusíku, oxidu uhličitého nebo popílku a nezhoršuje stav dnes tak znečištěného ovzduší.

#### 4.3.1 Investiční náklady

Malá koncentrace větrné energie vyvolává vysoké investiční náklady. Investiční náklady vztahované na jeden kW jsou přibližně 40 000 Kč. Životnost větrné elektrárny se pohybuje kolem 20 let a její využitelnost je asi 15 - 30 %.

Tab. 4 Přehled měrných nákladů větrných elektráren<sup>4</sup>

Typ zdroje – rozsah instalovaného výkonu	Měrné investiční náklady (tis. Kč/kW)	Měrné výrobní náklady (Kč/kW)	Doba návratnosti (roky)
1 – 100 kW	30 - 45	2,50 – 5,50	15 – 22
100 – 500 kW	40 - 60	2,10 – 4,50	12 – 18
500 – 1200 kW	50 - 65	2,00 – 4,00	10 – 15
1200 – 2500 kW	55 - 70	1,80 – 4,00	8 – 12

Největší jednorázovou investicí u větrných elektráren tvoří samotná turbína. Podle údajů z dánského a německého průmyslu tvoří 65 až 82 % celkových nákladů. Ekonomicky výhodnější je budování více větrných turbín na stejném místě, tedy větrných farem.

<sup>4</sup> Zdroj: Motlík, Šamánek, 2007



Tab. 5 Cenová struktura typické 2MW větrné elektrárny instalované v Evropě (2006)<sup>5</sup>

	<b>Investice (€1000/MW)</b>	<b>Podíl (%)</b>
Turbína	928	75,6
Založení	80	6,5
Elektrická instalace	18	1,5
Připojení do sítě	109	8,9
Kontrolní systém	4	0,3
Konzultace	15	1,2
Pozemek	48	3,9
Finanční náklady	15	1,2
Výstavba cest	11	0,9
Celkem	1 228	100

V případě větrné farmy Pavlov jsou investiční náklady 210 000 000 Kč.

#### 4.3.2 Provozní náklady

Na rozdíl od tepelných motorů nejsou zde náklady na palivo, tím jsou nízké provozní náklady. Do provozních nákladů je nutné započítat především mzdy, obsluhy, opravy, revize, pojistné, vlastní spotřeba energie, úroky z úvěrů akumulátory atd.

Tab. 6 Roční provozní náklady větrné elektrárny o výkonu 5,7 MW<sup>6</sup>

	<b>Vestas V90</b>	<b>Vestas V80</b>	<b>Enercon</b>
Mzdy a pojištění	655 500	655 500	655 500
Opravy	570 000	570 000	570 000
Údržba	1 425 000	1 425 000	1 425 000
Pojištění VTE	1 156 800	961 040	892 254
Režie	142 500	142 500	142 500
Energie	256 500	102 600	64 125
Celkem roční provozní náklady	4 206 300	3 856 640	3 749 379

V projektu jsou uvažovány větrné elektrárny typu Vestas V90. Další údaje slouží pro pouhé srovnání jednotlivých typů elektráren. Celkové roční provozní náklady jsou tedy 4 206 300 Kč.

<sup>5</sup> Zdroj: Dokumenty elektrárny v Pavlově

<sup>6</sup> Zdroj: Dostupné z WWW: <<http://www.stop-vetrickum.webz.cz/view.php?cisloclanku=2007090024>>.

### 4.3.3 Výnosy

Hodinový výkon elektrárny v Pavlově je 5,7 MW<sub>h</sub>. V případě, že chceme spočítat roční výnosy z prodeje elektřiny, tento výkon musíme přepočítat na rok a vynásobit výkupní cenou elektřiny, která je od roku 2006, kdy byla elektrárna uvedena do provozu garantována na 2 460 Kč po dobu 15 let. Elektrárna nemá 100% využití, jelikož vítr nefouká nepřetržitě, budeme tedy uvažovat využitelnost elektrárny 25 %.

Výnosy = 5,7 MW<sub>h</sub> × 24 hod × 365 dní × 2 460 Kč × 0,25 = 30 708 180 Kč za rok

### 4.3.4 Splátka úvěru

Na projekt si vezmeme úvěr 210 000 000 Kč, doba splácení úvěru bude 10 let a úroková sazba bude 6 % p.a., vlastní zdroje tedy nebudou žádné. Roční splátku úvěru vypočítáme podle vzorce:

$$a = U \times \frac{r}{1 - (1 + r)^{-n}}$$

a      anuitní splátka  
U      půjčená částka  
r      úroková míra  
n      počet období

### Výpočet roční splátky

$$a = 210\,000\,000 \times \frac{\frac{6}{100}}{1 - \left(1 + \frac{6}{100}\right)^{-10}}$$

a = 28 532 271 Kč

Do výkazu cash flow je třeba zahrnout úroky z úvěru do provozních nákladů. Následující tabulka obsahuje výpočet úroků z každoroční splátky a ukazuje jaká část je splacená jistina po dobu deseti let.

Tab. 7 Výpočet úroku

Rok	Výše splátky	Úrok	Úmor	Nesplacený dluh
0	0	0	0	210 000 000
1	28 532 271	12 600 000	15 932 271	194 067 729
2	28 532 271	11 644 064	16 888 208	177 179 521
3	28 532 271	10 630 771	17 901 500	159 278 021
4	28 532 271	9 556 681	18 975 590	140 302 431
5	28 532 271	8 418 146	20 114 125	120 188 306
6	28 532 271	7 211 298	21 320 973	98 867 333
7	28 532 271	5 932 040	22 600 231	76 267 102
8	28 532 271	4 576 026	23 956 245	52 310 857
9	28 532 271	3 138 651	25 393 620	26 917 237
10	28 532 271	1 615 034	26 917 237	0

Zdroj: Vlastní zpracování

#### 4.3.5 Odpisy

V projektu větrné elektrárny Pavlov budeme odepisovat budovu i technologie po dobu 15 let.

$$\text{Odpis} = \frac{210\,000\,000}{15}$$

Roční odpis bude tedy 14 000 000 Kč.

#### 4.3.6 Daň

Podle zákona č. 586/1992 Sb., o daních z příjmu jsou podle § 19 od daně osvobozeny příjmy z provozu větrných elektráren, a to v kalendářním roce, v němž byly poprvé uvedeny do provozu, a v bezprostředně následujících pěti letech. Za první uvedení do provozu se považuje i uvedení zařízení do zkušebního provozu, na základě něhož plynuly nebo plynou poplatníkovi příjmy. Doba osvobození se nepřerušuje ani v případě odstávky v důsledku technického zhodnocení (§ 33) nebo oprav a udržování.

Sazba daně činí 19 %.

Základ daně je každoroční rozdíl výnosů a nákladů pro daný rok.

### 4.3.7 Cash Flow větrné elektrárny

Výpočet Cash Flow se provede jako rozdíl výnosů a nákladů, poté se odečte daň, přičtou odpisy a CF se na konci odúročí 7 % u obou projektů. Úroky z úvěru jsou zahrnuty do provozních nákladů.

Tab. 8 Cash Flow 2006 - 2009

<b>Rok hodnocení</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>
Rok provozu	1	2	3	4
Výnosy	30 708 180	30 708 180	30 708 180	30 708 180
Provozní náklady	4 206 300	4 206 300	4 206 300	4 206 300
Úroky z úvěru	12 600 000	11 644 064	10 630 771	9 556 681
Náklady celkem	16 806 300	15 850 364	14 837 071	13 762 981
Odpisy	14 000 000	14 000 000	14 000 000	14 000 000
Daň	-	-	-	-
CF	27 901 880	28 857 816	29 871 109	30 945 199
Odúročitel	0,935	0,873	0,816	0,763
Odúročené CF	26088257,8	25192873,4	24374824,94	23611186,8

Zdroj: Vlastní zpracování

Tab. 9 Cash Flow 2010 - 2013

<b>Rok hodnocení</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
Rok provozu	5	6	7	8
Výnosy	30 708 180	30 708 180	30 708 180	30 708 180
Provozní náklady	4 206 300	4 206 300	4 206 300	4 206 300
Úroky z úvěru	8 418 146	7 211 298	5 932 040	4 576 026
Náklady celkem	12 624 446	11 417 598	10 138 340	8 782 326
Odpisy	14 000 000	14 000 000	14 000 000	14 000 000
Daň	-	-	3 908 270	3 908 270
CF	32 083 734	33 290 582	30 661 570	32 017 584
Odúročitel	0,713	0,666	0,623	0,582
Odúročené CF	22875702,34	22171527,6	19102158,11	18634233,9

Zdroj: Vlastní zpracování

Tab. 10 Cash Flow 2014-2017

<b>Rok hodnocení</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>
Rok provozu	9	10	11	12
Výnosy	30 708 180	30 708 180	30 708 180	30 708 180
Provozní náklady	4 206 300	4 206 300	4 206 300	4 206 300
Úroky z úvěru	3 138 651	1 615 034	-	-
Náklady celkem	7 344 951	5 821 334	4 206 300	4 206 300
Odpisy	14 000 000	14 000 000	14 000 000	14 000 000
Daň	3 908 270	3 908 270	5 035 357	5 035 357
CF	33 454 959	34 978 576	35 466 523	35 466 523
Odúročitel	0,544	0,508	0,475	0,444
Odúročené CF	18199497,7	17769116,6	16846598,33	15747136,1

Zdroj: Vlastní zpracování

Tab. 11 Cash Flow 2018- 2021

<b>Rok hodnocení</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>
Rok provozu	13	14	15	16
Výnosy	30 708 180	30 708 180	30 708 180	30 708 180
Provozní náklady	4 206 300	4 206 300	4 206 300	4 206 300
Úroky z úvěru	-	-	-	-
Náklady celkem	4 206 300	4 206 300	4 206 300	4 206 300
Odpisy	14 000 000	14 000 000	14 000 000	-
Daň	5 035 357	5 035 357	5 035 357	5 035 357
CF	35 466 523	35 466 523	35 466 523	21 466 523
Odúročitel	0,415	0,389	0,362	0,339
Odúročené CF	14718606,96	13796477,4	12838881,25	7277151,23

Zdroj: Vlastní zpracování

Tab. 12 Cash Flow 2022-2025

<b>Rok hodnocení</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>
Rok provozu	17	18	19	20
Výnosy	30 708 180	30 708 180	30 708 180	30 708 180
Provozní náklady	4 206 300	4 206 300	4 206 300	4 206 300
Úroky z úvěru	-	-	-	-
Náklady celkem	4 206 300	4 206 300	4 206 300	4 206 300
Odpisy	-	-	-	-
Daň	5 035 357	5 035 357	5 035 357	5 035 357
CF	21 466 523	21 466 523	21 466 523	21 466 523
Odúročitel	0,317	0,296	0,277	0,258
Odúročené CF	6804887,728	6354090,75	5946226,816	5538362,88

Zdroj: Vlastní zpracování

## 4.4 Elektrárna na biomasu

### 4.4.1 Investiční fáze

Investiční fáze postupně vede k realizaci projektu a skládá se z několika kroků:

- vytvoření právní, organizační a finanční základy pro realizaci projektu,
- zpracování projektové dokumentace a její veřejnoprávní projednání,
- zajištění inženýringu výstavby,
- získání pozemků,
- projednání nabídkových řízení a výběr dodavatelů stavebních a technologických dodávek,
- smluvní zajištění financování,
- provedení výstavby a montáží,
- provedení předvýrobních marketingových činností, zajištění potřebných zásob,
- personální zajištění provozu, popř. zaškolení personálu,
- dokončení výstavby a záběhový provoz.

### 4.4.2 Investiční náklady

Investiční náklady jsou vynakládány na začátku realizace projektu a lze je členit do následujících okruhů:

- Náklady na pozemky,

- Výdaje na technologii (např. kotel, lis, motor, reaktor atd.),
- Výdaje na stavební část (např. budovy, přípojky, skládka biomasy apod.),
- Výdaje na pomocné a obslužné provozy,
- Náklady na nehmotný majetek a služby – úroky, licence, know-how, inženýrská činnost,
- Rezerva.

Tab. 13 Rozpětí měrných investičních a provozních nákladů bioenergetických projektů<sup>7</sup>

Typ technologie	Rozsah elektrického výkonu	Rozpětí investičních nákladů – (tis. Kč/kW <sub>e</sub> )	Rozpětí výrobních nákladů – (Kč/MWh <sub>e</sub> )
Samostatný blok – parní turbína	5 MW – 100 MW	40 - 75	2 100 – 5 000
Kogenerace – spalovací motor	10 kW – 5 MW	45 - 80	2 200 – 6 000
Společné spalování s fosilními palivy	1 MW – 500 MW	10 – 100 + stávající náklady	500 – 2 000
Plynová turbína	100 kW – 1 MW	50 - 90	2 200 – 4 500
Turbína s ORC	100 kW – 5 MW	75 - 100	2 800 – 5 000
Spalovací turbína	10 MW – 100 MW	65 – 100	2 500 – 5 500
Zplyňování s mikroturbínou	10 kW – 100 kW	85 - 100	3 000 – 7 500
Palivový článek	1 kW – 300 kW	150 - 250	5 000 – 15 000

Studie skupiny ČEZ z roku 2007, již pracuje s hodnotou uvedenou ve vyhlášce ERÚ 475/2005, která předpokládá investiční náklady ve výši 50 000 Kč/kW.

Investiční náklady elektrárny na biomasu v Čáslavi jsou celkem 600 000 000 Kč, z čehož technologie tvoří 500 000 000 Kč a stavba 100 000 000 Kč. Životnost elektrárny do generální opravy je 25 let.

<sup>7</sup> Zdroj: Ochodek, 2008

### 4.4.3 Provozní náklady

#### Náklady na palivo

Náklady na palivo můžeme měřit buď v hmotnosti (t), v objemu (prn) nebo podle obsahu energie v biomase (GJ). V našem projektu budeme uvažovat třetí možnost, tedy náklady na palivo budeme posuzovat pomocí obsahu energie. Základním parametrem pro posouzení obsahu energie je výhřevnost. V jedné tuně biomasy je energie 6 – 11 GJ. Čím je biomasa mokřejší, tím je výhřevnost menší, tedy obsah energie je menší. V případě, že biomasa je suchá, je obsah energie 11 GJ. Za rok je elektrárna v provozu 8 000 hodin.

#### Spotřeba paliva

Pro to, abychom vyrobili 5,7 MW<sub>h</sub> elektrické energie, je potřeba 17,8 MW<sub>h</sub> páry jdoucí z kotle. V případě, že chceme vyrábět elektrickou energii (4,5 MW<sub>h</sub>) a teplo (10 MW<sub>h</sub>), je třeba také 17,8 MW<sub>h</sub> páry. Účinnost kotle je 93 %, proto potřebujeme 19,2 MW<sub>h</sub> paliva.

#### Výpočet

17,8 MW<sub>h</sub> páry = 93 % účinnost kotle  
 palivo jdoucí do kotle =  $(17,8/93) \times 100 = 19,2$  MW<sub>h</sub>  
 1 MW<sub>h</sub> tepelná = 3,6 GJ  
 1 hodina provozu =  $19,2 \text{ MW}_h \times 3,6 = 69,12$  GJ paliva spotřebujeme za 1 hodinu  
 cena paliva = 115 Kč/GJ  
 1 hodina provozu = 7 949 Kč  
 8 000 hodin provozu za rok =  $7 949 \times 8 000 = 63 592 000$  Kč.  
 Náklady na palivo jsou tedy celkem 63 592 000 Kč.

#### Odvoz popela

Ročně z celkové spotřeby biomasy vznikne 4 % popela včetně vody. Výhřevnost paliva je průměrně 9 GJ/t. Na 1 hodinu provozu je potřeba 69,12 GJ paliva. Cena za odvoz a uložení popela je 350 Kč/t.

#### Výpočet

výhřevnost = 9 GJ/t  
 1 hodina provozu  $69,12/9 = 7,68$  GJ paliva  
 roční spotřeba paliva =  $7,68 \times 8 000 = 61 440$  t paliva  
 popel = 4% z 61 440 t =  $(61 440/100) \times 4 = 2 457,6$  t ročně  
 náklady na palivo =  $2 457,6 \times 350 \text{ Kč} = 860 160$  Kč  
 Celkové náklady na palivo jsou tedy 860 160 Kč.



## Opravy

Opravy tvoří 1,4 % z pořizovací ceny elektrárny, což je 600 000 000 Kč.

## Výpočet

$$(600\,000\,000/100) \times 1,4 = 8\,400\,000 \text{ Kč}$$

Tab. 14 Roční provozní náklady v případě 5,7 MW elektrárny na biomasu<sup>8</sup>

Palivo	63 592 000 Kč
Voda	300 000 Kč
Odvoz popela	860 160 Kč
Opravy	8 400 000 Kč
Spotřební materiál (maziva, oleje)	200 000 Kč
Služby (rozbory, emise, revize)	250 000 Kč
Zaměstnanci (min. 8 zaměstnanců) Vedoucí, technik, 4 operátoři, přejímač paliva, nákupčí paliva	4 800 000 Kč

Z tabulky je zřejmé, že provozní náklady elektrárny na biomasu jsou výrazně vyšší než u větrné elektrárny. Čím vyšší je výkon elektrárny, tím více zaměstnanců je potřeba. Zejména roční náklady na palivo jsou velmi vysoké. Roční provozní náklady jsou celkem 78 762 160 Kč.

### 4.4.4 Výnosy

U výroby energie v kogeneraci je pravidlem, že na každou odebranou 1 MW<sub>ht</sub> (tepla) se snižuje elektrický výkon generátoru o 0,12 MW<sub>h</sub> elektrické energie. Vlastní spotřeba elektrárny je asi 10 % energie z vyrobené elektrické energie na generátoru. V létě vyrobíme 2 MW tepelné energie a 4,914 MW elektrické energie a v zimě vyrobíme 8 MW tepelné energie a 4,266 MW elektrické energie. V létě je spotřeba 8 000 MW<sub>h</sub> tepelné energie a 19 656 MW<sub>h</sub> elektrické energie. V zimě je spotřeba 32 000 MW<sub>h</sub> tepelné energie a 16 344 MW<sub>h</sub> elektrické energie.

## Výpočet

### Léto

5,7 MW je hodinový výkon elektrárny

$$(5,7 - 2 \times 0,12) - 10 \% = 0,9 \times (5,7 - 0,24) = 4,914 \text{ MW elektrické energie}$$

$$4\,000 \text{ h} \times 2 \text{ MW}_t = 8\,000 \text{ MW}_h \text{ tepelné energie}$$

$$4000 \text{ h} \times 4,914 \text{ MW} = 19\,656 \text{ MW}_h \text{ elektrické energie}$$

<sup>8</sup> Zdroj: Případová studie KGJ Čáslav

**Zima**

$(5,7 - 8 \times 0,12) - 10 \% = 0,9 \times (5,7 - 0,96) = 4,266$  MW elektrické energie

$4\ 000\ \text{h} \times 8\ \text{MWt} = 32\ 000$  MW tepelné energie

$4\ 000\ \text{h} \times 4,266\ \text{MW} = 17\ 064$  MW elektrické energie

**Rok**

1 MW tepla = 3,6 GJ

1 GJ = 380 Kč

Výkupní cena pro rok 2009 je pro kategorii O2 (spalování kůry, štěpky lesní, jinak nezpracovatelného dřevního odpadu), do které patří elektrárna v Čáslavi garantována pro rok 2009 garantována ve výši 3 530 Kč/MW<sub>h</sub>. Příplatek za decentralní výrobu je 27 Kč/MW<sub>h</sub>. Celková výkupní cena je tedy 3 557 Kč/MW<sub>h</sub>.

**Výpočet**

teplo =  $40\ 000\ \text{MW}_{\text{ht}} \times 3,6 = 144\ 000\ \text{GJ} \times 380\ \text{Kč/GJ} = 54\ 720\ 000\ \text{Kč}$

elektrická energie =  $36\ 720\ \text{MW}_{\text{hel}} \times 3\ 557 = 130\ 613\ 040\ \text{Kč}$

celkem  $54\ 720\ 000 + 130\ 613\ 040 = 185\ 333\ 040\ \text{Kč}$

Celkové výnosy z prodeje elektrické energie a z prodeje tepla jsou tedy 185 333 040 Kč.

**4.4.5 Splátka úvěru**

Na projekt si vezmeme úvěr 600 000 000 Kč, doba splácení úvěru bude 10 let a úroková sazba bude 6 % p.a., vlastní zdroje tedy nebudou žádné. Roční splátku úvěru vypočítáme podle vzorce:

$$a = U \times \frac{r}{1 - (1 + r)^{-n}}$$

a anuitní splátka

U půjčená částka

r úroková míra

n počet období

**Výpočet roční splátky**

$$a = 600\ 000\ 000 \times \frac{\frac{6}{100}}{1 - \left(1 + \frac{6}{100}\right)^{-10}}$$

$a = 81\ 520\ 775\ \text{Kč}$

Opět je třeba zahrnout do výkazu cash flow do provozních nákladů úroky z úvěru. Následující tabulka ukazuje výši úroku a výši jistiny v jednotlivých letech splácení.

Tab. 15 Výpočet úroku

Rok	Výše splátky	Úrok	Úmor	Nesplacený dluh
0	0	0	0	600 000 000
1	81 520 775	36 000 000	45 520 775	554 479 225
2	81 520 775	33 268 754	48 252 021	506 227 204
3	81 520 775	30 373 632	51 147 143	455 080 061
4	81 520 775	27 304 804	54 215 971	400 864 090
5	81 520 775	24 051 845	57 468 930	343 395 160
6	81 520 775	20 603 710	60 917 065	282 478 095
7	81 520 775	16 948 686	64 572 089	217 906 006
8	81 520 775	13 074 360	68 446 415	149 459 591
9	81 520 775	8 967 575	72 553 199	76 906 391
10	81 520 775	4 614 383	76 906 391	0

Zdroj: Vlastní zpracování

#### 4.4.6 Odpisy

V projektu elektrárny na biomasu budeme odepisovat budovu i technologie po dobu 15 let.

$$\text{Odpis} = \frac{600\,000\,000}{15}$$

Roční odpis bude tedy 40 000 000 Kč.

#### 4.4.7 Daň

Podle zákona č. 586/1992 Sb., o daních z příjmu jsou podle § 19 od daně osvobozeny příjmy z provozu zařízení na výrobu elektřiny nebo tepla z biomasy, a to v kalendářním roce, v němž byly poprvé uvedeny do provozu, a v bezprostředně následujících pěti letech. Za první uvedení do provozu se považuje i uvedení zařízení do zkušebního provozu, na základě něhož plynuly nebo plynou poplatníkovi příjmy. Doba osvobození se nepřerušuje ani v případě odstávky v důsledku technického zhodnocení (§ 33) nebo oprav a udržování.

Sazba daně činí 19 %.

Základ daně je každoroční rozdíl výnosů a nákladů pro daný rok.

#### 4.4.8 Cash Flow elektrárny na biomasu

Cash Flow se provádí stejným způsobem jako u větrné elektrárny. Míra odúročení je 7 %.

CF = výnosy – náklady (včetně úroků z úvěru) – daň + odpisy

Tab. 16 Cash Flow 2009 - 2012

<b>Rok hodnocení</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>
Rok provozu	1	2	3	4
Výnosy	185 333 040	185 333 040	185 333 040	185 333 040
Provozní náklady	78 762 160	78 762 160	78 762 160	78 762 160
Úroky z úvěru	36 000 000	33 268 754	30 373 632	27 304 804
Náklady celkem	114 762 160	112 030 914	109 135 792	106 066 964
Odpisy	40 000 000	40 000 000	40 000 000	40 000 000
Daň	-	-	-	-
CF	110 570 880	113 302 126	116 197 248	119 266 076
Odúročitel	0,935	0,873	0,816	0,763
Odúročené CF	103383773	98912756	94816954,4	91000016

Zdroj: Vlastní zpracování

Tab. 17 Cash Flow 2013 – 2016

<b>Rok hodnocení</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
Rok provozu	5	6	7	8
Výnosy	185 333 040	185 333 040	185 333 040	185 333 040
Provozní náklady	78 762 160	78 762 160	78 762 160	78 762 160
Úroky z úvěru	24 051 845	20 603 710	16 948 686	13 074 360
Náklady celkem	102 814 005	99 365 870	95 710 846	91 836 520
Odpisy	40 000 000	40 000 000	40 000 000	40 000 000
Daň	-	-	17 028 217	17 764 339
CF	122 519 035	125 967 170	112 593 977	115 732 181
Odúročitel	0,713	0,666	0,623	0,582
Odúročené CF	87356072	83894135,2	70146047,8	67356129,5

Zdroj: Vlastní zpracování

Tab. 18 Cash Flow 2017 – 2020

<b>Rok hodnocení</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
Rok provozu	9	10	11	12
Výnosy	185 333 040	185 333 040	185 333 040	185 333 040
Provozní náklady	78 762 160	78 762 160	78 762 160	78 762 160
Úroky z úvěru	8 967 575	4 614 383	-	-
Náklady celkem	87 729 735	83 376 543	78 762 160	78 762 160
Odpisy	40 000 000	40 000 000	40 000 000	40 000 000
Daň	18 544 628	19 371 734	20 248 467	20 248 467
CF	119 058 677	122 584 763	126 322 413	126 322 413
Odúročitel	0,544	0,508	0,475	0,444
Odúročené CF	64767920,3	62273059,4	60003146,0	56087151,3

Zdroj: Vlastní zpracování

Tab. 19 Cash Flow 2021 – 2024

<b>Rok hodnocení</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>
Rok provozu	13	14	15	16
Výnosy	185 333 040	185 333 040	185 333 040	185 333 040
Provozní náklady	78 762 160	78 762 160	78 762 160	78 762 160
Úroky z úvěru	-	-	-	-
Náklady celkem	78 762 160	78 762 160	78 762 160	78 762 160
Odpisy	40 000 000	40 000 000	40 000 000	-
Daň	20 248 467	20 248 467	20 248 467	20 248 467
CF	126 322 413	126 322 413	126 322 413	86 322 413
Odúročitel	0,415	0,389	0,362	0,339
Odúročené CF	52423801,3	49139418,6	45728713,4	29263297,9

Zdroj: Vlastní zpracování

Tab. 20 Cash Flow 2025 – 2028

<b>Rok hodnocení</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>
Rok provozu	17	18	19	20
Výnosy	185 333 040	185 333 040	185 333 040	185 333 040
Provozní náklady	78 762 160	78 762 160	78 762 160	78 762 160
Úroky z úvěru	-	-	-	-
Náklady celkem	78 762 160	78 762 160	78 762 160	78 762 160
Odpisy	-	-	-	-
Daň	20 248 467	20 248 467	20 248 467	20 248 467
CF	86 322 413	86 322 413	86 322 413	86 322 413
Odúročitel	0,317	0,296	0,277	0,258
Odúročené CF	27364204,9	25551434,2	23911308,4	22271182,5

Zdroj: Vlastní zpracování

Tab. 21 Cash Flow 2029 – 2033

<b>Rok hodnocení</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>
Rok provozu	21	22	23	24	25
Výnosy	185 333 040	185 333 040	185 333 040	185 333 040	185 333 040
Provozní náklady	78 762 160	78 762 160	78 762 160	78 762 160	78 762 160
Úroky z úvěru	-	-	-	-	-
Náklady celkem	78 762 160	78 762 160	78 762 160	78 762 160	78 762 160
Odpisy	-	-	-	-	-
Daň	20 248 467	20 248 467	20 248 467	20 248 467	20 248 467
CF	86 322 413	86 322 413	86 322 413	86 322 413	86 322 413
Odúročitel	0,242	0,226	0,211	0,197	0,184
Odúročené CF	20890023,9	19508865,3	18214029,1	17005515,3	15883324

Zdroj: Vlastní zpracování

## 4.5 Zhodnocení

### 4.5.1 Čistá současná hodnota

Efektivitu můžeme porovnat pomocí výpočtu čisté současné hodnoty.

ČSH =  $\Sigma$ odúročený CF – investiční náklady

*Větrná elektrárna*

ČSH = 323 887 799 – 210 000 000 = 113 887 799 Kč

Hodnota po odečtených investicích je tedy 113 87 799 Kč.

*Elektrárna na spalování biomasy*

ČSH = 1 307 152 279 – 600 000 000 = 707 152 279 Kč

Hodnota je 707 152 279 Kč.

ČSH hodnota je tedy viditelně vyšší u elektrárny na biomasu, tento projekt je tedy mnohonásobně efektivnější než elektrárna větrná. Můžeme tedy říci, že je výhodnější investovat do elektrárny na biomasu.

### 4.5.2 Prostá doba návratnosti

Prostou dobou návratnosti určíme, za jak dlouho se investorovi vrátí vložené peníze do projektu. Tento ukazatel určíme podílem investičních nákladů a cash flow za rok.

*Větrná elektrárna*

DN = 210 000 000 / 32 083 734 = 6,55 let

Investice do větrné elektrárny se tedy vrátí za necelých sedm let.

*Elektrárna na biomasu*

DN = 600 000 000 / 106 905 133 = 5,61 let

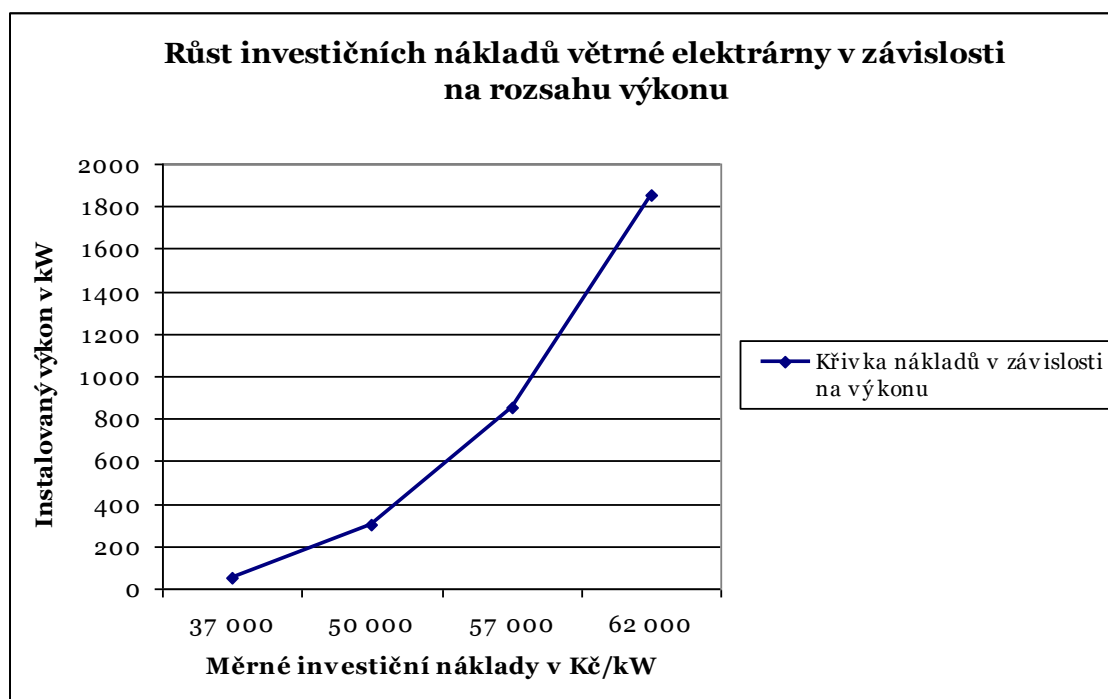
Investice do elektrárny na biomasu se investorovi vrátí za necelých šest let.

Podle ukazatele doby návratnosti je elektrárna na biomasu také výhodnější, protože investorovi se peníze vložené do projektu vrátí za menší časový úsek, začne tedy efektivně hospodařit od této doby.

### 4.5.3 Investiční náklady

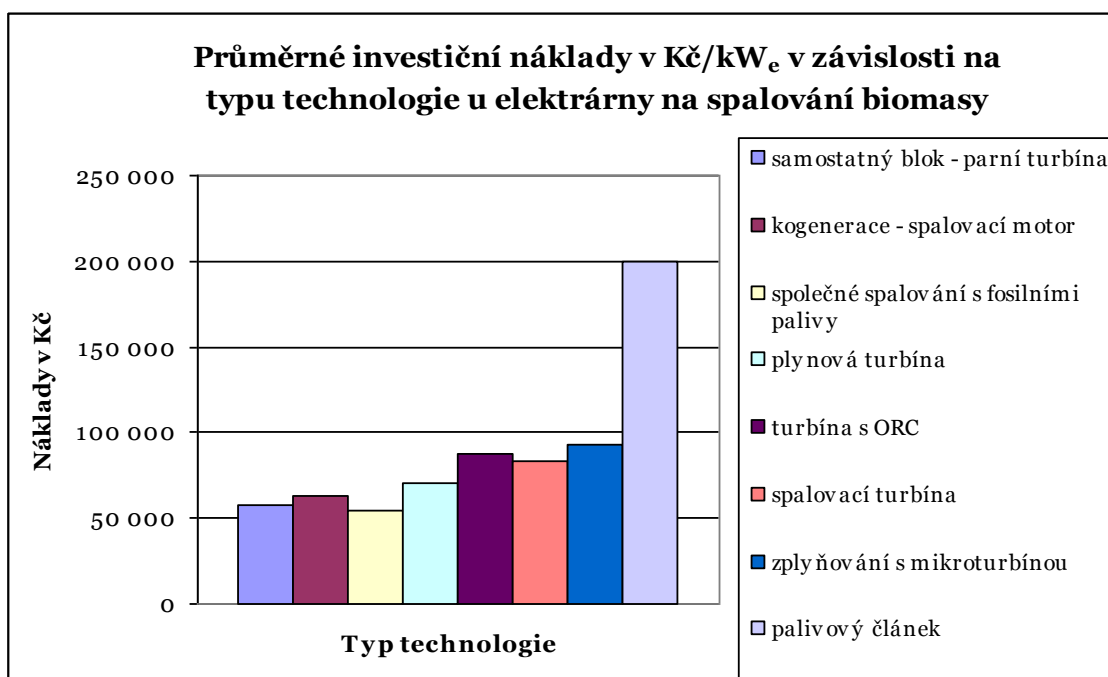
V případě investičních nákladů je porovnání mezi větrnou elektrárnou a elektrárnou na spalování biomasy velmi složité. Vzhledem k tomu, že u výroben spalujících biomasu pro výrobu elektřiny se předpokládá racionální využití odpadního tepla, jsou investiční náklady u tohoto typu obnovitelného zdroje mnohonásobně vyšší. U této elektrárny však závisí také na typu využívané technologie. Největší investiční náklady jsou při využívání palivového článku, kdy dosahují až 250 000 Kč na jeden kW<sub>e</sub>.

Investiční náklady u větrných elektráren závisí na rozsahu instalovaného výkonu. Největším nákladem u větrné elektrárny je cena samotné turbíny. U větrné elektrárny se pohybují investiční náklady na jeden kW kolem 40 000 Kč a u elektrárny na spalování biomasy je to přibližně 90 000 – 100 000 Kč. Investiční náklady jsou tedy vyšší u elektrárny na biomasu, ta však není tolik závislá jako větrná elektrárna na počasí, proto je schopná vyrobit větší množství energie, čímž je lépe využitelná. Podíl OZE na spotřebě elektřiny je asi 4,7 %, z toho vodní energie pokrývá asi 60 % a biomasa asi 30 %.



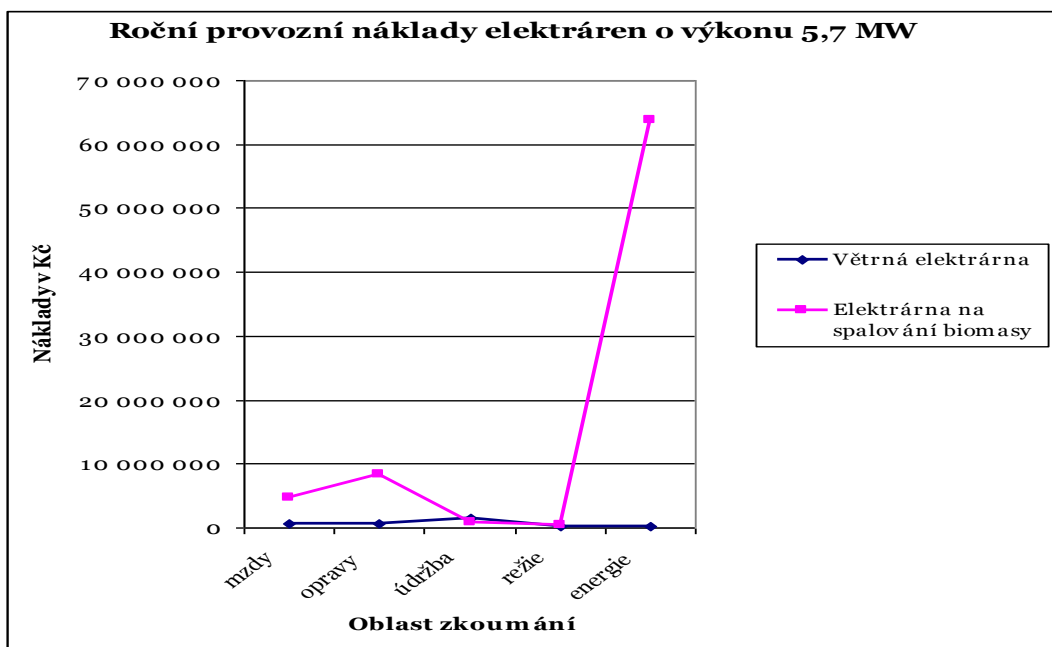
Obr. 4 Růst investičních nákladů větrné elektrárny v závislosti na rozsahu výkonu





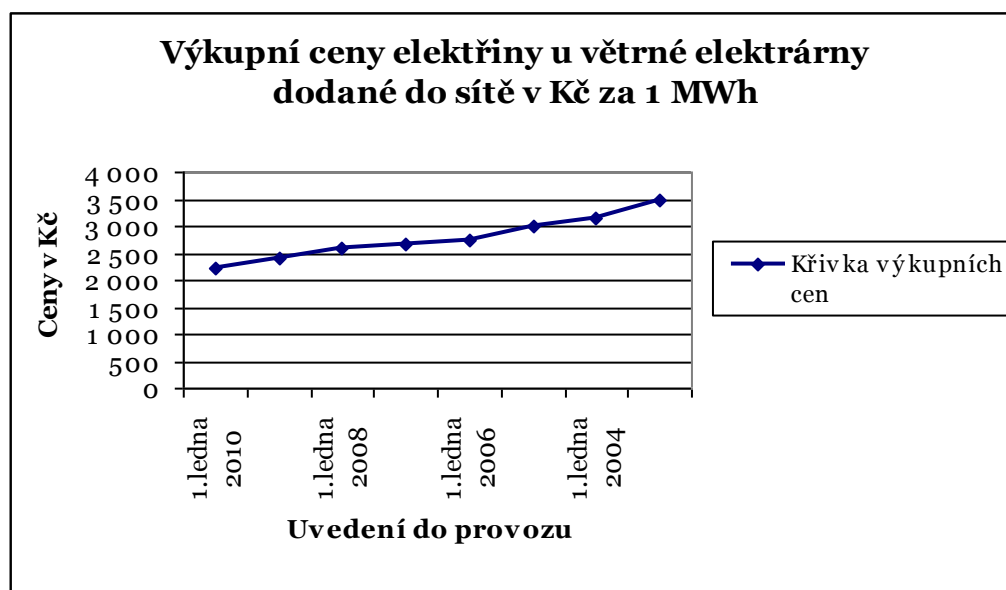
Obr. 5 Průměrné investiční náklady v závislosti na typu technologie u elektrárny na spalování biomasy

#### 4.5.4 Provozní náklady



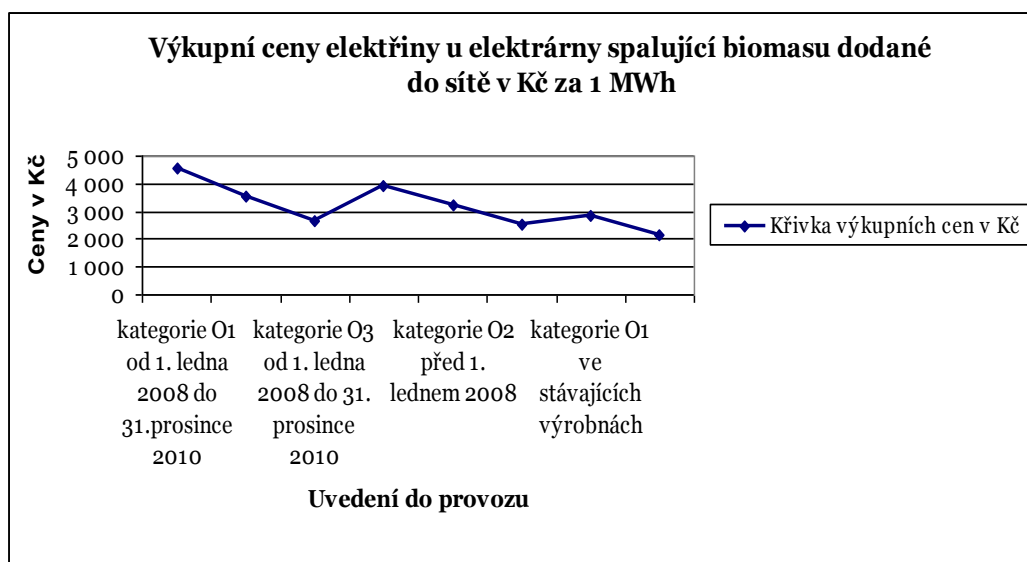
Obr. 6 Roční provozní náklady elektráren o výkonu 5,7 MW

#### 4.5.5 Výkupní ceny



Obr. 7 Výkupní ceny elektřiny produkované větrnou elektrárnou

Z grafu můžeme vidět, že výkupní ceny elektřiny dodávané do sítě u větrné elektrárny byly nejvyšší u projektů uvedených do provozu před rokem 2004 a postupně každým rokem klesají.



Obr. 8 Výkupní ceny elektřiny produkované elektrárnou na spalování biomasy

Z grafů, které vyznačují výkupní ceny elektřiny pro oba alternativní zdroje energie je patrné, že výkupní ceny energie jsou vyšší u elektrárny na spalování

biomasy. Energie, která není prodána, je tedy odkoupena za vyšší cenu než u elektrárny větrné, z čehož plynou větší tržby u této elektrárny.

Když porovnáme zelené bonusy u obou elektráren, zjistíme, že u elektrárny na biomasu mají zelené bonusy vždy větší hodnotu, což znamená, že rozdíl, který vzniká rozdílnými náklady na výrobu elektřiny z různých zdrojů energie, je u elektrárny na biomasu dorovnán větší finanční částkou.

## **4.6 Dotace**

### **4.6.1 Větrná elektrárna**

Hlavní příčinou expanze větrných elektráren jsou podpory poskytované na výstavbu i na provoz elektráren. Protože výroba elektrické energie větrnými elektrárnami není vždy dostupná, když je po ní poptávka, je třeba k ní vždy postavit téměř jednu tolik elektráren, které dodávají energii v době, kdy nefouká. Větrná energetika tedy ušetří primární palivo odpovídající objemu dodané elektřiny, ale v podstatě vůbec neušetří výkon existujících ani nových elektráren. V současné době záložní výkony nakupuje provozovatel přenosové soustavy (ČEPS, a. s.) a náklady rozpočítá do regulovaných tarifů za systémové služby. Čím více bude tedy elektráren, tím více rezervního výkonu bude třeba vykupovat a tím vzrostou ceny za systémové služby, které platí koncoví zákazníci. Je to tedy určitá daň, kterou platíme spolu s přímými dotacemi.

Náklady na výstavbu sítí jsou pokryty z regulovaných tarifů za přenos a opět představují skrytou dotaci. První část dotace je poskytována na výstavbu, druhá část je v podobě regulované minimální výkupní ceny, která je hrazena v tarifu na podporu obnovitelných zdrojů a je součástí účtu za elektřinu každého spotřebitele. Třetí forma dotace jsou náklady na zajištění dodatečných rezervních výkonů a síťových investic vyvolaných rozvojem větrné energetiky.

Možnost financování projektu větrné elektrárny prostřednictvím dotace z fondů Evropské unie nabízí Operační program Životního prostředí, jehož cílem je ochrana a zlepšování kvality životního prostředí jako základního principu trvale udržitelného rozvoje. Tento program sestavil Státní fond životního prostředí společně s Ministerstvem životního prostředí a Evropskou komisí a podpora projektů týkajících se obnovitelných zdrojů je zanesena v prioritní ose 3 – Udržitelné využívání zdrojů energie.

### **Programy a fondy na podporu obnovitelných zdrojů energie**

EkoWATT jako uznávaná a nezávislá poradenská a expertní společnost zpracovává odborné posouzení záměrů a projektů pro potřeby finančních institucí (dotačních fondů, nadací, bankovních institucí), státních orgánů a také oponentní posudky v oboru energetiky. Jedná se zejména o zpracování posudků a studií pro účely dotační podpory z těchto programů a fondů:

- Operační program Životní prostředí
- Operační program Podnikání a inovace - Program EKO-ENERGIE
- Národní programy Státního fondu životního prostředí (SFŽP)

Cílem operačního programu je ochrana a zlepšování kvality životního prostředí jako základního principu trvale udržitelného rozvoje. O podporu může žádat nezisková organizace. Podpora je poskytována maximálně do výše 90 % celkových způsobilých veřejných výdajů (85 % z evropských fondů plus 5 % příspěvek SFŽP nebo 5 % příspěvek ze státního rozpočtu - kapitoly 315). Výše podpory se však liší u jednotlivých prioritních os a typů projektů. U projektů generujících příjem je výše podpory odvozena od finanční analýzy projektu. Na některé typy projektů se vztahují evropská pravidla pro udělování veřejné podpory. Příjemce podpory spolufinancuje projekt min. ve výši 10 % z celkových způsobilých výdajů projektu.

Operační program Životní prostředí nabízí v letech 2007 - 2013 z evropských fondů (konkrétně Fondu soudržnosti a Evropského fondu pro regionální rozvoj) přes 5 miliard euro. Objemem financí - 18,4 % všech prostředků určených z fondů EU pro ČR - se jedná o druhý největší český operační program.

V případě ostrovního systému, což jsou stavby, zahradní domky, chaty odlehlé s potřebou připojení na elektrickou distribuční síť, kde výroba energie slouží pouze k vlastní spotřebě, je možné žádat o dotaci ze Státního fondu životního prostředí, která může dosáhnout 50 % uznatelných nákladů, maximálně však 200 000 Kč u systémů do 5 kWp nominálního výkonu. V případě budování větrných farem a systémů nad 5 kWp, je možnost žádat o dotaci ze strukturálních fondů EU a úvěry. U systémů nad 20 kWp je nutné splnit odbornou způsobilost provozovatele, abychom měli nárok na dotaci. Tyto objekty musí mít odpovídající pojištění, která vyžadují banky při poskytnutí úvěru. (opzp.cz, 2010, vodni-vetrne-elektrarny.cz, 2008)

#### **4.6.2 Investiční dotace u elektrárny na biomasu**

##### **Podpora ze strany Ministerstva životního prostředí**

*Státní program na podporu úspor energie a využití OZE* je Národní program a je financován z národních prostředků – o podporu se žádá Státní fond životního prostředí.

*Operační program životního prostředí* – úkolem programu je ochrana a zlepšování kvality životního prostředí. Oblasti bioenergetiky se věnuje prioritní osa 3 – Udržitelné využívání zdrojů energie. Příjemcem dotace mohou být pouze nekomerční subjekty, čímž se tento program liší od Operačního programu podnikání a inovace od Programu rozvoje venkova.

*Celkové finanční prostředky vyhrazené pro tento program:*

Výstavba a rekonstrukce zdrojů tepla využívajících OZE (85 %, 5 % SFŽP + státní rozpočet, min. 10 % spolufinancování).

Výstavba a rekonstrukce zdrojů elektřiny využívajících OZE (MVE – 40 %, VTE, GTE, FVE – 30 %).

Výstavba a rekonstrukce zdrojů pro KVET z OZE (40 %, max. do výše 100. mil.)

Realizace úspor energie (85 %, 5 % SFŽP + státní rozpočet, min. 10 % spolufinancování).

Využití odpadního tepla (85 %, 5 % SFŽP + státní rozpočet, min. 10 % spolufinancování).

### **Program ze strany Ministerstva průmyslu a obchodu**

*Program ze strukturálních fondů EU* – Ministerstvo průmyslu a obchodu poskytuje finanční prostředky ze strukturálních fondů prostřednictvím Operačního programu Podnikání a inovace 2007 – 2013. Prioritní osou 5 s názvem „Efektivní energie“ kryje program podpory EKO-ENERGIE. Minimální absolutní výše dotace činí 0,5 mil. Kč, maximální absolutní výše dotace je 100 mil. Kč.

*Podpora ze strany Evropské Komise* – Rámcový program Konkurenceschopnost a inovace je určen malým a středním podnikům.

Program Inteligentní energie pro Evropu obsahuje tři priority, kterými jsou zvyšování energetické účinnosti a racionální užití zdrojů energie, zvyšování investic členských států do nových a obnovitelných zdrojů energie a energetické diverzifikace a zlepšování energetické účinnosti a použití nových a obnovitelných zdrojů v dopravě.

### **Program ze strany Ministerstva zemědělství**

*Program rozvoje venkova ČR na období 2007 – 2013* má cíle:

- Rozvoj venkovského prostoru na bázi trvale udržitelného rozvoje,
- Zlepšení životního prostředí,
- Zvýšení konkurenceschopnosti potravinářských komodit,
- Diverzifikace zemědělských aktivit na venkově.

*Investice při založení plantáže RRD* – je možné získat 40 – 60 % v rámci Programu rozvoje venkova. (Ochodek, 2008, s. 96)

## 4.7 Legislativa

Evropská komise přijala řadu legislativních předpisů pro podporu zvyšování energetické efektivity a zvyšování podílu obnovitelných zdrojů energie.

Základy evropské energetické politiky určuje tzv. Zelená kniha, která stanovuje cíl snížení spotřeby energie k r. 2020 o 20 %.

Konkrétní cíle využití obnovitelných zdrojů energie stanovuje tzv. Bílá kniha. Celkovým indikativním cílem je dosažení 12 % podílu OZE na primární energetické spotřebě v zemích EU k r. 2010, jednotlivé členské země přijaly svoje specifické cíle podniku výchozího stavu a možností, a zejména dosažení podílu 22,1 % elektřiny vyrobené z obnovitelných energetických zdrojů v rámci celkové spotřeby elektřiny (Kloz. a kol., 2007)

Hlavními nástroji pro dosažení těchto cílů jsou následující programy:

- Inteligentní Energie Evropa (Intelligent Energy Europe)
- Rámcové programy na podporu vývoje a výzkumu
- Strukturální Fondy na podporu investičních projektů

Nejdůležitější přijaté směrnice jsou následující:

- Směrnice 2001/77/ES Evropského parlamentu a Rady EU ze dne 27. září 2001 o podpoře výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů energie na vnitřním trhu s elektřinou
- Směrnice 2002/91/EC o energetické náročnosti budov
- Směrnice 2004/8/EC o podpoře kombinované výroby elektřiny a tepla
- Směrnice 2006/32/EC o energetické účinnosti u konečného uživatele a o energetických službách
- Směrnice 2003/30/EC o podpoře využívání biopaliv

Další důležité dokumenty:

- Kjótský protokol vydaný 16. února 2005 o snižování emisí skleníkových plynů
- Vyhláška č. 475/2007 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona o podpoře využívání obnovitelných zdrojů
- Vyhláška č. 150/07 Sb. a Cenové rozhodnutí ERÚ č. 7/2007

Na základě příslušných směrnic přijímají členské státy svoje národní zákony, které určují konkrétní pravidla podpory v jednotlivých zemích

Velmi důležitou roli v oblasti fotovoltaiky hraje tento *zákon číslo 180/2005 Sb. o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie* a o změně některých zákonů, jehož hlavním přínosem by měla být stabilizace podnikatelského prostředí v oblasti obnovitelných zdrojů energie, zvýšení atraktivnosti těchto zdrojů pro investory a vytvoření podmínek pro vyvážený rozvoj OZE v ČR. Mezi další významné právní normy můžeme zařadit zejména tyto dokumenty:

ISES (International Solar Energy Society) vydala dokument *Bílá kniha ISES: Přechod k obnovitelným zdrojům energie budoucnosti*, která uvádí důvody pro zavedení účinných vládních politik celosvětového využívání obnovitelných zdrojů energie a zároveň poskytuje dostatečné informace, jak zavedení těchto účinných vládních politik urychlit. Tezí Bílé knihy je, že celosvětové úsilí o přechod k obnovitelným zdrojům energie by se mělo stát jedním z hlavních bodů národních i mezinárodních politických programů.

#### *Bílá kniha o obnovitelných zdrojích energie (1997)*

Bílá kniha EU o budoucnosti v obnovitelných zdrojích energie. Cílem je podporovat to, co bylo nazýváno trvale udržitelnou mobilitou, a to mimo jiné prostřednictvím zajištění rozvoje dopravních systémů, které by přispívaly k systému trvale udržitelného rozvoje a respektovaly životní prostředí a zejména snižování emisí CO<sub>2</sub>. (czrea.org, 2010)

### **Česká legislativa**

V samotné české legislativě patří k hlavním pilířům Národní program hospodárného nakládání s energií a využívání obnovitelných a druhotných zdrojů definovaný zákone č. 406/2000 Sb., dále také Státní energetická koncepce, Zákon o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie č. 180/2005 Sb. a zákon č. 458/2000 Sb. ve znění pozdějších předpisů (Energetický zákon). (Kloz a kol., 2007).

## **4.8 Problémy s elektrárnami**

### **4.8.1 Větrné elektrárny**

Větrné elektrárny neprodukují emise, nevytvářejí odpady a nespotřebovávají přírodní zdroje nebo suroviny. Zabírají minimální plochu zemědělské půdy a neomezují obdělávání půdy v jejich blízkosti. Mají však i své záporné stránky. K hlavním problémům patří hluk, který větrné věže vydávají. Podle zprávy francouzské Lékařské akademie působí i slabý soustavný zvuk na lidskou psychiku nepříznivě. Vede k poruchám spánku a vyvolává stres. Kromě hluku se mohou objevit i vibrace, které mohou vést až ke vzniku prasklin ve zdech domů. Také pohyblivé stíny, které vznikají v okolí elektráren za slunečního počasí, jsou terčem kritiky, ale omezit je nebo odstranit není možné. Na větrných

elektrárnách v horských oblastech se tvoří námrazy, zhusta v období od října až do dubna. Elektrárny proto musí být poměrně často odstavovány. (fiftyfifty.cz, 2008)

#### **4.8.2 Elektrárny na spalování biomasy**

Využívání biomasy je limitováno nedostatečným technologickým a finančním zázemím. Problémem je, že v současné době není při výrobě elektřiny spalována pouze biomasa, ale s tímto zdrojem je v elektrárnách na biomasu v ČR spalováno i uhlí, které není tolik šetrné k životnímu prostředí. Při spalování biomasy dochází nejen k uvolňování CO<sub>2</sub>, ale do vzduchu se dostávají také tzv. persistentní organické látky, které jsou škodlivé vůči životnímu prostředí. Tyto látky mohou být odstraněny pomocí aktivního uhlí nebo polokoksu. V budoucnosti by mohl vzniknout nedostatek dřevní biomasy, což je odpad z lesů a pil.

Zvyšující poptávka po dřevěné štěpce by mohla způsobit zvyšování cen. Zdražit by v budoucnu mohlo v některých městech i teplo.

### **4.9 Vliv zdrojů energie na životní prostředí a obyvatelstvo**

#### **4.9.1 Větrné elektrárny a životní prostředí**

S výstavbou větrných elektráren jsou spojeny moderní, inovativní technologie a přínos pro pracovní místa v regionech.

#### **Větrné elektrárny a produkce škodlivin**

Větrné elektrárny na rozdíl od neobnovitelných zdrojů energie vyvolávají menší negativní vlivy na životní prostředí. Při svém provozu nezatěžují své okolí žádnými odpady ani neprodukují do atmosféry plynné či tuhé emise včetně CO<sub>2</sub>, nebo jiných skleníkových plynů. Při využívání větrných elektráren se neukládá použité palivo ani popílek a zároveň nevyužívají pro svůj provoz vodu, proto ji také neznečišťují a neprodukují odpadní teplo.

Podle zahraničních pramenů při výrobě 1 kWh z energie větru se sníží emise CO<sub>2</sub> až o 1250 g, emise NO<sub>x</sub> až o 6 g, prachu a popílku až o 70 g. Výstavba a uvedení do provozu více elektráren by na našem území odlehčilo atmosférickému prostředí.

U větrných elektráren je také velice příznivý poměr energie vynaložené na výrobu a provozování zařízení vůči energii, kterou toto zařízení je schopno během své životnosti vyrobit. Poměr je vyrovnaný zhruba po dvou letech.

#### **Výstavba větrných elektráren ve vztahu ke krajině**

Při výstavbě větrných elektráren je minimálně zatíženo staveniště. Při stavbě základů a pro montáž tubusu a samotné turbíny je na krátkou dobu potřebný příjezd těžkých mechanismů. Při stavbě základu je také třeba přemístit a uložit



asi 100 m<sup>2</sup> zeminy. Na povrch vystupuje pouze věnec na upevnění tubusu. Stavba větrné elektrárny trvá zhruba dva měsíce a demontáž větrné elektrárny po ukončení jejího provozu je možno provést během 1-2 dnů.

Stejně jako u jiných energetických zařízení je nutno respektovat při stavbě větrné elektrárny zákon o ochraně přírody a krajiny ČNR č 114/92 Sb. Nelze je stavět v národních parcích, v přírodních rezervacích ani v chráněných krajinných oblastech první zóny a v blízkosti národních památek. Území nevhodná pro stavbu větrných elektráren z hlediska ochrany krajinného rázu jsou dále území registrovaných významných krajinných prvků (mokřady, stepní trávníky, remízy, meze, trvalé travní porosty), území se zvýšenou hodnotou krajinného rázu včetně krajinných památkových zón a ostatní významné krajinné prvky (lesy, rašeliniště, vodní toky, rybníky, jezera a údolní nivy). Shodou okolností jsou však v ČR nejlepší podmínky pro výstavbu větrných elektráren v chráněných krajinných oblastech.

Větrné elektrárny nebudou silně zasahovat do narušení krajinného rázu, pokud budou umístěny mimo významné krajinné předěly a mimo významné kulturní a krajinné dominanty.

Je doporučeno lokalizovat větrnou elektrárnu v kulturní krajině s vhodnou doprovodnou zelení. Dále se doporučuje umístění větrné elektrárny pod horizont. Pravdou je, že větrné elektrárny na vysokých tubusech, či větrné farmy působí nepříznivě na vzhled krajiny. To by se však dalo říct také o vysokonapěťovém vedení, továrních komínech a panelákových sídlištích, které nepůsobí na krajinný vzhled pozitivně. Musíme však brát v úvahu, že tyto elektrárny i přes svůj zásah do krajiny vyrábí elektrickou energii čistou formou.



Obr. 9 Větrná elektrárna v krajině

## Větrné elektrárny a hluk

Při provozu větrných elektráren vznikají dva druhy hluku a to mechanický hluk a aerodynamický hluk. Zdrojem mechanického hluku je strojevna, kde je generátor včetně ventilátoru, převodovka a natáčecí mechanismy. Množství hluku však závisí na kvalitě provedení jednotlivých částí i celku. V dnešní době jsou u sériově vyráběných elektráren potřebné parametry optimalizovány.

Aerodynamický hluk vzniká interakcí proudícího vzduchu s povrchem listů rotoru a uvolňováním vzdušných vírů za hranou listů. Tento hluk je snižován modernějšími konstrukcemi listů vrtule.

Hluk závisí na směru a rychlosti proudění vzduchu, na intenzitě vertikálního promíchávání vzduchu a na tvaru zemského povrchu.

Na vnímání hluku má velký vliv poměr mezi intenzitou hluku vyvolaného větrnou elektrárnou a intenzitou ostatních hluků, které se označují jako hluk pozadí.

Nařízení vlády č. 502/2000 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací určuje nejvyšší přípustnou hladinu akustického tlaku ve venkovním prostoru pro den (6-22 hodin) 50 dB a pro noc 40dB. Vláda v tomto nařízení nezohlednila případ, kdy hluk pozadí převyšuje hluk vyvolaný větrnou elektrárnou.

Pokud by hrozilo překročení hygienických limitů hluku, lze tento problém řešit nastavením ovládacího programu elektráren. Program sníží pomocí nastavení listů rotoru výkon elektrárny, případně ji vypne.

## Větrná energie a avifauna

V ČR se velmi diskutuje o výstavbě větrných elektráren s ochrání ptactva. Výstavba je novým jevem, proto zde nelze vycházet z předchozích zkušeností a tyto obavy o ptactvo se v krátkodobých zkušenostech ukázaly jako bezpředmětné. Větrné elektrárny, které jsou dobře umístěné, nepředstavují pro zvířata vážné nebezpečí, pokud by tomu bylo jinak, nebyly by výstavby větrných elektráren podporovány řadou organizací na ochranu přírody (např. britská Královská společnost pro ochranu ptáků (RSPB), Světový fond pro ochranu přírody (WWF)).

Zahraníční studie pozorují chování ptáků u větrných farem. Bylo zjištěno, že ptáci tyto viditelné překážky oblétaávají či nadlétaávají a v řídkých případech prolétaávají. Plachtící ptáci pociťují existenci turbulentního charakteru proudění za rotory větrných elektráren až do vzdálenosti několika set metrů. Střety s rotorem jsou nejvíce ohroženi dravci, proto povolená vzdálenost výstavby větrných elektráren od hnízdišť dravců je od 3 do 6 km. U ostatních ptačích druhů je bezpečná vzdálenost 200 m od jejich hnízda. Průměrný počet kolizí ptáků na kilometrovém pásu u větrných elektráren je však stejný, jako počet ptáků zabitých střetem s automobily na stejné vzdálenosti.

Nebezpečnější je výstavba větrných elektráren pro většinu druhů netopýrů. Jedná se však o nepřímou kolizi s rotorem a to nejspíše roztržení jejich plíc podtlakem. Nejvíce dochází ke střetům v období od poloviny července do

začátku října. Stavby větrných elektráren nejsou povoleny v okruhu 1 km od letních kolonií a zimovišť netopýrů, s omezením až do 3 km podle význačnosti kolonií a u netopýra velkého je tento okruh stanoven na 6 km.

Území nevhodná pro výstavbu z hlediska ochrany přírody obecně jsou biocentra jako prvky územního systému ekologické stability nadregionálního a regionálního významu, území soustavy Natura (především ptačí oblasti), území významná z ornitologického hlediska a pro společenstva netopýrů.

Investor může na úřadech zajišťujících ochranu přírody zjistit, zda je vybraná lokalita vhodná. Běžně je u větrných elektráren vyžadován ornitologický průzkum. Orgány ochrany přírody vydaly závazné stanovisko k hodnocení dopadů na území soustavy Natura 2000.

### **Televizní signál**

Měření u větrné elektrárny Dlouhá Louka bylo prokázáno, že činnosti elektrárny neovlivňuje kvalitu televizního signálu ani letecký provoz z hlediska rušení a vyzařování elektromagnetických a elektrostatických polí. (Motlík, 2007)

#### **4.9.2 Elektrárna na spalování biomasy**

Jde o organickou hmotu vzniklou prostřednictvím fotosyntézy, která je spalována v klasických tepelných elektrárnách spolu s uhlím. Díky spoluspalování biomasy dochází k úsporám nenahraditelného fosilního paliva, navíc se snižují škodlivé emise oxidů síry.

Biomasa není škodlivá pro životní prostředí, jelikož objem oxidu uhličitého unikajícího do atmosféry během spalování je kompenzován stejným objemem oxidu uhličitého absorbovaným rostlinami během fotosyntézy. Uvolňování oxidu siřičitého a oxidů dusíku je nižší, než v případě fosilních paliv. Díky topení biomasou je nepřetržitě zvyšována nákladová efektivita, jelikož ceny biomasy se na trhu paliv vyrovnávají konkurenci. Nadbytek odpadu z potravin je odstraňován pomocí získávání energie z biomasy. Používání biomasy zajišťuje řízení zpracování odpadu z dřevozpracujícího průmyslu a z lesů, a recyklaci domácího odpadu.

Pokud je biomasa využívána pro energetické účely, spálením se uhlík dostává do atmosféry a může být opět uložen do rostlinné tkáně, resp. může být také vdechnut do těl živočichů.

Nevýhodou elektrárny na biomasu je potřeba větších skladových prostorů, obsah vyššího množství vody a tím je nižší energetická výhřevnost biomasy. Elektrárny na biomasu mohou vypomáhat s výrobou elektrické energie, ale nelze na nich stavět.

Používání biomasy má také kladné sociální účinky, protože potřeba pěstování těchto plodin vytváří další pracovní místa v dané lokalitě. Biomasa je palivo, bez kterého se nejspíše v budoucnosti neobejdeme, pokud nechceme zatěžovat životní prostředí spalováním fosilních paliv. Na celém světě byly vytvořeny státem podporované programy, jež mají zvýšit zájem investorů o tuto technologii budoucnosti.

Obnovitelné zdroje energie mají však také své nevýhody. Tato výroba je dražší, neboť malovýroba je vždy dražší. Velké přehrady zatopují půdu, větrné elektrárny obtěžují hlukem a hyzdí krajinu a elektrárna na biomasu produkuje exhalace často nebezpečnější než uhlí. Pravdou je, že 1 kWh energie vyrobená z obnovitelných zdrojů energie ušetří zatížení atmosféry 5g prachu a 2 kWh termoemisí. Snižuje se také fotochemický smog. (energetickyporadce.cz)

## 5 Diskuze

Za účelem vymezení úrovně, které by chtěla Evropská unie dosáhnout do roku 2020, navrhla Komise EU cíl, týkající se obnovitelných zdrojů energie, kde by v oblasti klimatu a energie mělo být dosaženo cílů „20-20-20“. Tento cíl má za úkol snížit emise skleníkových plynů o nejméně 20%, zvýšit podíl obnovitelných zdrojů energie v naší konečné spotřebě energie na 20 % a zvýšit energetickou účinnost o 20 %. Silná závislost na fosilních palivech, jako je ropa a neúčinné využívání surovin přispívají ke změně klimatu a ohrožují naši hospodářskou bezpečnost. Nárůst celosvětové populace na 9 miliard zesílí globální soupeření o přírodní zdroje a vytvoří tlak na životní prostředí. Při splnění cílů v oblasti energie by se mohly výdaje na dovoz ropy a zemního plynu snížit do roku 2020 o 60 miliard EUR. Dosažení cíle 20 % podílu obnovitelných zdrojů energie by vytvořilo v EU více než 600 000 pracovních míst. V případě, že by byl splněn i cíl 20 % zvýšení energetické účinnosti, mohlo by se jednat o 1 milion pracovních míst.

Nedávno se objevily nové studie, že pěstování biomasy má negativní vliv na změny využití krajiny. Podle britské studie dojde k likvidaci milionu hektarů lesů a jejich přeměně na plantáže, na kterých se budou pěstovat rychle rostoucí dřeviny. Evropská komise zavedla sice kritéria udržitelnosti biopaliv, podle nové studie však kvůli změnám krajiny tento standard neplní. Při likvidaci lesů se totiž uvolňuje oxid uhličitý do ovzduší.

Biopaliva se stala terčem silné kritiky již v roce 2008, krátce po začátku povinného zavádění v USA a Evropě. Kritici v čele s autory podrobné zprávy Světové banky je označili za hlavní příčinu prudkého růstu cen obilnin a potravinové krize v chudých zemích světa. Výzkumy také začaly ukazovat, že biopaliva v celkovém pohledu nijak nepřispívají k omezení emisí skleníkových plynů, což měl být jejich prvořadý cíl.

Podle zkušených odborníků nemůžou obnovitelné zdroje energie nikdy nahradit jaderné a tepelné elektrárny. Je třeba ušetřit palivo, které spalují jaderné elektrárny, proto je stále více podporováno využívání obnovitelných zdrojů energie. Podle mého názoru jsou větrné elektrárny a elektrárny na biomasu přínosem pro životní prostředí, které nezatěžují tolik jako ostatní zdroje.

V případě větrných elektráren je největší nevýhodou jejich využitelnost závislá na přírodních podmínkách. Počasí nemůžeme ovlivnit, proto jsou elektrárny velice nespolehlivé a přenosová soustava často nesouhlasí s jejich zapojováním.

Společnost ČEPS požádala dne 3. 2. 2010 distribuční společnosti o pozastavení vydávání nových souhlasů k žádostem o připojení neregulovatelných zdrojů, tj. zejména fotovoltaiické a větrné elektrárny. ČEPS je podle zákona (č. 458/2000 Sb.) povinna zajišťovat bezpečný a spolehlivý provoz přenosové soustavy a elektrizační soustavy ČR jako celku a dodržovat pravidla mezinárodní spolupráce propojených soustav. To znamená, že povinnost

provozovatele přenosové soustavy je dispečersky udržovat rovnováhu mezi výrobou a spotřebou elektřiny v každém okamžiku.

Elektrizační soustavu tvoří čtyři základní články: výroba (výrobci elektřiny), přenos (ČEPS), distribuce (ČEZ Distribuce, E.ON Distribuce a PRE Distribuce) a spotřeba elektrické energie. Společnost ČEPS upozornila na ohrožení bezpečnosti a spolehlivosti v případě, že budou zapojeny schválené projekty a v případě, že bude překročen bezpečný limit. Jedná se o technický limit regulace soustavy, kdy není v provozu dostatek zdrojů, které mají schopnost poskytovat regulační výkon pro vykonávání poruchových výpadků zdrojů, kolísání spotřeby a kolísání výroby z fotovoltaických a větrných elektráren.

V současné době je potřeba koncepční změny systému podpory a integrace OZE. Odpovědností provozovatelů soustav (přenosové i distribučních) je stanovení technických podmínek, umožňujících bezpečnou integraci OZE do soustavy.

Celkový objem povolených žádostí o připojení fotovoltaických a větrných zdrojů k 31. 1. 2010 byl 8 063 MW, bezpečný limit vyráběného výkonu z neregulovatelných zdrojů FVE a VTE v elektrizační soustavě byl pro rok 2010 vypočten ve výši 1 650 MW. Problémy jsou spojené zejména s regulací a udržováním výkonové rovnováhy elektrizační soustavy ČR.

V současné době je v ČR instalováno 180 MW ve větrných elektrárnách. K 31. 1. 2010 byl vydán souhlas k připojení 2 786 MW v případě větrných parků. Denní spotřeba elektřiny v zimním období je kolem 10 000 MW, v létě klesá na polovinu. Dispečink ČEPS musí řídit výrobu elektráren podle okamžité spotřeby ČR, která se neustále mění. K tomu je nutné mít v provozu dostatečný regulační výkon. VTE pracují podle povětrnostních podmínek, ne podle potřeb soustavy. Elektřinu neumíme efektivně skladovat, proto nelze vyrobit více elektřiny, než se spotřebuje.

V případě nutnosti vypínání zdrojů musí přenosová soustava postupovat v souladu se zákonem. Pokud je to z technického hlediska možné, vypíná elektrárny využívající jiné než obnovitelné zdroje energie, a to až do výše bezpečného limitu nutného pro řízení a regulaci elektrizační soustavy ČR. Po vyčerpání těchto možností vypíná ČEPS fotovoltaické a větrné elektrárny.

ČEPS ze zákona nemůže obchodovat s elektřinou, proto ji nemůže prodat do zahraničí. Zájmem ČEPS je taková úprava modelu výkupu elektřiny z OZE, která podporuje obchodování s tímto typem elektřiny.

Česká republika se stala rájem pro investory ze zahraničí z důvodu poklesu investičních nákladů fotovoltaických zdrojů. V ČR jsou také jedny z nejvyšších výkupních cen v Evropě.

Od 1. 4. 2010 vstoupila v platnost vyhláška o připojení (č. 51/2006 Sb. v platném znění), která řeší omezení spekulativních žádostí, odvolání stop stavu, tedy pozastavení vydávání kladných rozhodnutí v otázce zapojení elektráren, musí však předcházet koncepční změna systému podpory a integrace OZE.

V případě elektráren na biomasu omezení od přenosové soustavy neplatí. Elektrárny na biomasu jsou pro přenosovou síť předvídatelný zdroj. Hlavní předností biomasy před větrnou elektrárnou je možnost stanovení a dodržování

pevného harmonogramu výroby a dodávek elektrické energie do sítě. U větrné energie je výroba závislá na neovlivnitelných faktorech, tj. počasí. (ceps.cz)

Velkou nevýhodou větrných elektráren jsou také stížnosti občanů, kteří bydlí v blízkosti elektráren. Nejvíce si stěžují na hluk, který elektrárny vydávají a na odlétávající kusy ledu v zimě. Odborníci však oponují tím, že v případě, že klesne teplota tak, že je možnost námrazy, okamžitě elektrárny odstavují. Elektrárny však mají daná stanoviska před výstavbou, jaká vzdálenost musí být mezi elektrárnou a obydlím občanů, proto by hluk, který vydávají, neměl občany obtěžovat. Pokud se jedná o zaměstnanost v případě provozu elektráren, nepotřebuje větrná elektrárna velké množství zaměstnanců, jen pracovníky na údržbu a občasnou obsluhu, proto nenabízí ani pracovní možnosti. Největší rozpory vznikají kvůli narušení vzhledu krajiny, proto se elektrárny nesmí stavět v chráněných krajinných oblastech a národních parcích.

U elektrárny na biomasu se stížnosti občanů příliš nevyskytují. Elektrárna vytvoří svým provozem velké množství pracovních míst a je tedy pro občany spíše přínosná. Zaměstnává nejen pracovníky přímo obsluhující elektrárnu, ale také ostatní firmy jako dopravní firmy, farmáře a firmy zabývající se lesem, které jsou na ni napojeny. Nejvýhodnější je stavba elektrárny v blízkosti pily, kdy elektrárna spaluje nepotřebné odpady z provozu pily. V oblasti, kde jsou elektrárny stavěny, je přínosné jejich využití pro čištění lesů, kdy spalují nepotřebné větve a chrástí. Výstavba elektráren na biomasu je velice efektivní a jejich využitelnost je vysoká, proto nejsou na její stavbu potřebné dotace ze státního rozpočtu či z fondů Evropské unie.

V práci jsem došla k mnoha důležitým závěrům. V případě porovnání efektivity větrné elektrárny a elektrárny na spalování biomasy je třeba zvolit mnoho kritérií, podle kterých budeme tuto efektivitu posuzovat.

Nejdříve byly porovnány investiční a provozní náklady elektráren. Investiční náklady větrné elektrárny jsou vysoké asi jako jedna třetina nákladů elektrárny na biomasu. Provozní náklady se pohybují ve výši kolem 17 milionů korun, u elektrárny na biomasu jsou tyto náklady asi 110 milionů korun, což je částka mnohonásobně vyšší. V prvních letech provozu větrné elektrárny mají vysoký podíl na provozních nákladech úroky z úvěru, které dokonce kromě dvou posledních let splácení úvěru převyšují ostatní provozní náklady. Úroky postupně klesají u obou elektráren, jelikož každým rokem se zvyšuje hodnota zaplacené jistiny. U elektrárny na biomasu tvoří nejvyšší část provozních nákladů náklady na palivo.

V případě, že posuzujeme efektivitu dle ukazatele čisté současné hodnoty, je třeba určit tento ukazatel u obou projektů a vyšší hodnota je efektivnějším projektem. V případě posouzení efektivity větrné elektrárny v Pavlově a elektrárny na spalování biomasy v Čáslavi je výsledkem zjištění, že efektivnějším projektem je elektrárna na spalování biomasy, čímž se potvrdil obecný předpoklad. I navzdory vysokým investičním a provozním nákladům má elektrárna na spalování biomasy vyšší hodnotu ukazatele Cash Flow než větrná elektrárna. I v případě, že bychom určovali čistý zisk, tedy rozdíl mezi výnosy a náklady očištěný o daň, elektrárna na biomasu by vždy měla vyšší hodnoty než

---

větrná elektrárna. Vysoká výnosnost zajištěná prodejem energie a zvláště prodejem tepla zaručí elektrárně vysoký zisk. Je nutné uvědomit si, že dalším důvodem pro vyšší hodnotu výnosů u elektrárny na biomasu jsou také vyšší výkupní ceny energie z biomasy oproti výkupním cenám z větrné elektrárny.

Největší nevýhodou větrné elektrárny je její nízká využitelnost a nespolehlivost. U elektrárny na biomasu je téměř jisté, že palivo nikdy nedojde, proto je také velice nepravděpodobné, že bychom se na tuto elektrárnu nemohli spolehnout. Biomasa je obnovitelným a nevyčerpatelným zdrojem energie, proto odborníci její využití do budoucna velice doporučují.

V případě porovnání elektráren podle doby návratnosti jsem došla k závěru, že rozdíl mezi návratnostmi investic u těchto elektráren není příliš velký. U větrné elektrárny je doba návratnosti necelých 7 let a u elektrárny na biomasu necelých 6 let.

Při posouzení efektivity těchto projektů je třeba také porovnat jejich vliv na životní prostředí. Větrné elektrárny neprodukují škodlivé látky, proto jsou šetrné k životnímu prostředí. Výstavba větrných elektráren má však i své negativní stránky. Občané si stěžují na jejich existenci ve svých obcích, hlavně tedy na zvuk, který elektrárny vydávají. Odborníci nesouhlasí s jejich výstavbou z důvodu nepříznivého vlivu na vzhled krajiny. Elektrárny na biomasu neprodukují škodlivé látky, pokud nedochází ke spalování s uhlím. Nemají negativní účinky na obyvatelstvo a jejich výstavbou nedochází k narušení vzhledu krajiny.

Když vezmeme v úvahu všechny posuzované faktory je jednoznačně efektivnější i pro životní prostředí přijatelnější elektrárna na biomasu.



---

## 6 Závěr

Tato práce byla pro mě velkým přínosem. Seznámila jsem se s problematikou obnovitelných zdrojů energie z literatury a z odborných článků uvedených v seznamu literatury. Dozvěděla jsem se mnoho důležitých informací týkajících se legislativy a programů podporujících rozvoj obnovitelných zdrojů energie. Vzhledem k tomu, že jsem posuzovala efektivnost dvou elektráren, získala jsem přehled o jejich hospodaření, efektivnosti investic a o vztahu elektráren k životnímu prostředí. Práce mi přinesla spoustu nových zkušeností a poznatků a obohatila mé dosavadní vědomosti.

Pokračováním práce by mohlo být její rozšíření o další užitečné informace v oblasti obnovitelných zdrojů energie a posouzení efektivnosti podle dalších důležitých kritérií. Práce by mohla být přínosná pro investory pohybující se v oblasti podnikání s obnovitelnými zdroji energie a mohla by sloužit jako dobrý podklad pro seznámení se s problematikou větrných elektráren a elektráren na spalování biomasy.

Předpokládaným cílem práce bylo zhodnocení efektivnosti větrné elektrárny a elektrárny na spalování biomasy v České republice a jejich porovnání. Cíl práce byl splněn a dalším vývojem práce by mohlo být například porovnání efektivnosti těchto elektráren v souvislosti s dalšími obnovitelnými zdroji energie.

## 7 Použitá literatura

### 7.1 Monografie

- BERANOVSKÝ, J., TRUXA, J. a kol. *Alternativní energie pro váš dům*. Brno: Vydavatelství ERA, 2004. 125 s. ISBN 80-86517-59-4.
- BROŽ, K., ŠOUREK, B. *Alternativní zdroje energie*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2003. 213 s. ISBN 80-01-02802-X.
- EVROPSKÁ KOMISE. *Evropa 2020 – Strategie pro inteligentní a udržitelný růst podporující začlenění*. Brusel: 2010.
- KLOZ, M. A KOL. *Využívání obnovitelných zdrojů energie*. 1. vydání. Praha: LINDE právnícké a ekonomické nakladatelství, 2007. 512 s. ISBN 80-7201-670-9.
- KŘENEK, V. *Člověk a energie*. 1. vydání. Plzeň: Západočeská univerzita, 2006. 192 s. ISBN 80-7043-489-9.
- LIBRA, M. *Zdroje a využití energie*. 1. vydání. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2006. 141 s. ISBN 80-213-1550-4.
- MARKOVÁ, H. *Daňové zákony 2010 – Úplná znění platná k 1. 1. 2010*. Grada Publishing, 2010. 279 s. ISBN 9788024732060.
- MOTLÍK, J., ŠAMÁNEK, L., ŠTEKL, J. A KOL. *Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v České republice*. Praha: ČEZ, a. s., 2007. 183 s. ISBN 978-80-239-8823-9.
- OCHODEK, T., a kol. *Ekonomika při energetickém využívání biomasy*. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2008. 114 s. ISBN 978-80-248-1751-4.
- PROCHÁZKA, T. *Případová studie KGJ Čáslav*. 2010.
- REJNUŠ. *Peněžní ekonomie (Finanční trhy)*. Vydání první. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008. 352 s. ISBN 978-80-214-3703-6.
- SEQUENS, E. *Větrné elektrárny a životní prostředí*. České Budějovice: Calla – sdružení pro záchranu prostředí, 2009. ISBN 978-80-87267-04-2.

### 7.2 Internetové zdroje

- Alternativní zdroje energie* [online]. [cit. 2010-05-01]. Obnovitelné zdroje energie. Dostupné z WWW: <<http://www.alternativni-zdroje.cz/>>.
- Alter-eko* [online]. 2009 [cit. 2010-02-27]. Dotace ze státního fondu Životního prostředí 2009. Dostupné z WWW: <<http://www.alter-eko.cz/index.php?page=firma/dotace>>.
- BECHNÍK, B. *TZBinfo* [online]. 2009 [cit. 2010-04-12]. Historie a perspektivy OZE – Biomasa I. Dostupné z WWW: <<http://energie.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=5902>>.

- BERANOVSKÝ, J., KAŠPAROVÁ, M., TRUXA, J. *EkoWATT* [online]. 2007 [cit. 2010-02-20]. Energie větru. Dostupné z WWW: <<http://www.ekowatt.cz/cz/informace/obnovitelne-zdroje-energie/energie-vetru>>.
- Biom.cz* [online]. 2009-04-13 [cit. 2010-03-16]. Podpora využívání obnovitelných zdrojů energie v rámci Programu pro rozvoj venkova pro rok 2009. Dostupné z WWW: <[http://df.biom.cz/czp-spalovani-biomasy/odborne-clanky/podpora-vyuzivani-obnovitelnych-zdroju-energie-v-ramci-programu-rozvoje-venkova-pro-rok-2009?apc=/czp-spalovani-biomasy/odborne-clanky/podpora-vyuzivani-obnovitelnych-zdroju-energie-v-ramci-programu-rozvoje-venkova-pro-rok-2009&nocache=invalidate&sh\\_itm=c7abbfo723798eef3ado5b1a87d397bc&sel\\_ids=1](http://df.biom.cz/czp-spalovani-biomasy/odborne-clanky/podpora-vyuzivani-obnovitelnych-zdroju-energie-v-ramci-programu-rozvoje-venkova-pro-rok-2009?apc=/czp-spalovani-biomasy/odborne-clanky/podpora-vyuzivani-obnovitelnych-zdroju-energie-v-ramci-programu-rozvoje-venkova-pro-rok-2009&nocache=invalidate&sh_itm=c7abbfo723798eef3ado5b1a87d397bc&sel_ids=1)>.
- Biom.cz* [online]. 2010 [cit. 2010-02-17]. Elektrárna na biomasu holdingu LESS už jede na plný provoz.. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/zpravy-z-tisku/elektrarna-na-biomasu-holdingu-less-uz-jede-na-plny-provoz>>.
- BUFKA, A., BECHNÍK, B. *TZBinfo* [online]. 2010 [cit. 2010-03-14]. Přehled rozvoje obnovitelných zdrojů energie. Dostupné z WWW: <<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=6296&h=206&pl=49>>.
- ČEPS, a. s. [online]. 2010 [cit. 2010-05-05]. Pohled společnosti ČEPS na fenomén fotovoltaiky. Dostupné z WWW: <<http://www.ceps.cz/detail.asp?cepsmenu=6&IDP=215&PDM2=0&PDM3=0&PDM4=0>>.
- Czech RE Agency* [online]. 2010 [cit. 2010-05-10]. Výkupní ceny pro OZE platné od 1. 1. 2010. Dostupné z WWW: <<http://www.czrea.org/news/25/102>>.
- Ekonomie* [online]. 2007 [cit. 2010-05-10]. Větrné elektrárny – pochybnosti o ekologické a ekonomické výhodnosti. Dostupné z WWW: <<http://www.stop-vetrnikum.webz.cz/view.php?cisloclanku=2007090024>>.
- EkoWATT* [online]. 2010 [cit. 2010-03-16]. Dotace a financování energetických projektů. Dostupné z WWW: <<http://www.ekowatt.cz/cz/sluzby/dotace-a-financovani-energetickych-projektu>>.
- Energetický poradce.pre* [online]. [cit. 2010-04-17]. Energie biomasy. Dostupné z WWW: <<http://www.energetickyporadce.cz/obnovitelne-zdroje/energie-biomasy.html>>.
- Fiftyfifty.cz* [online]. 2008-04-02 [cit. 2010-04-04]. Problémy s větrnými elektrárnami. Dostupné z WWW: <<http://www.fiftyfifty.cz/Problemy-s-vetrny-mi-elektrarnami-2545519.php>>.
- HRUŠKA, F., *Energetik* [online]. 2001 [cit. 2010-05-01]. Vyhodnocování efektivnosti investičních projektů. Dostupné z WWW:

- <[http://www.energetik.cz/hlavni3.html?m1=/clanky/en\\_2001\\_2\\_1.html](http://www.energetik.cz/hlavni3.html?m1=/clanky/en_2001_2_1.html)>.
- Informace o větrné energetice* [online]. 2010 [cit. 2010-02-10]. Skupina ČEZ. Dostupné z WWW: <<http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/vitr/informace-o-vetrne-energetice.html>>.
- Koč, B. *ELEKTRO odborný časopis pro elektrotechniku* [online]. 2005 [cit. 2010-02-10]. Z historie větrných elektráren. Dostupné z WWW: <<http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?CenterContentExec=CenterCisloObsah&param1=10051&param2=10155>>.
- MOTLÍK, J. *Calla sdružení pro ochranu prostředí*. [online]. 2000 [cit. 2010-01-28]. Ekonomická rozvaha. Dostupné z WWW: <<http://calla.ecn.cz/index.php?path=energetika/seminare&php=motl.php>>.
- MPO [online]. 2010 [cit. 2010-05-10]. Zpráva o plnění indikativního cíle výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů za rok 2008. Dostupné z WWW: <<http://www.mpo.cz/dokument25358.html>>.
- Novinky.cz* [online]. 2010 [cit. 2010-03-28]. Biopaliva jsou škodlivější než benzín a nafta, říká studie. Dostupné z WWW: <<http://www.novinky.cz/ekonomika/196025-biopaliva-jsou-skodlivejsi-nez-benzin-a-nafta-rika-studie.html>>.
- Objevy a vynálezy* [online]. 2007 [cit. 2010-02-10]. Větrná elektrárna. Dostupné z WWW: <<http://www.quido.cz/Objevy/vitr.htm>>.
- Operační program Životní prostředí*. [online]. 2010 [cit. 2010-03-12]. Stručně o OP Životní prostředí. Dostupné z WWW: <[http://www.opzp.cz/sekce/16/strucne-o-op-zivotni-prostredi/?utm\\_source=AdWords&utm\\_medium=cpc&utm\\_content=Dotace\\_EU&utm\\_campaign=SFZP](http://www.opzp.cz/sekce/16/strucne-o-op-zivotni-prostredi/?utm_source=AdWords&utm_medium=cpc&utm_content=Dotace_EU&utm_campaign=SFZP)>.
- Pro Atom web.cz* [online]. 2006 [cit. 2010-04-05]. Simulační MODEL energetické soustavy ČR. Dostupné z www: <<http://proatom.luksoft.cz/view.php?cislocianku=2006071001>>.
- Skupina ČEZ* [online]. 2010 [cit. 2010-04-09]. Obnovitelné zdroje energie. Dostupné z WWW: <<http://www.cez.cz/cs/o-spolecnosti/skupina-cez/spolecnosti-skupiny-cez-v-cr/cez-obnovitelne-zdroje.html>>.
- ŠUSTOVÁ, P. *TZBinfo* [online]. 2007 [cit. 2010-02-27]. Optimální volby zdroje – porovnání nákladů na vytápění. Dostupné z WWW: <<http://www.tzbinfo.cz/t.py?t=2&i=4469&h=3>>.
- TZBinfo*. [online]. 2008 [cit. 2010-03-11]. Výše výkupních cen a zelených bonusů pro rok 2009. Dostupné z WWW: <<http://energie.tzbinfo.cz/t.py?t=2&i=6025&h=3>>.
- Ústav fyziky atmosféry AV ČR* [online]. 2009 [cit. 2010-03-24]. Větrná mapa. Dostupné z WWW: <<http://www.ufa.cas.cz/vetrna-energie/vetrna-mapa/>>.

- 
- VAŠÍČEK, J. *TZBinfo* [online]. 2005 [cit. 2010-02-10]. Zásady ekonomického hodnocení energetických projektů. Dostupné z WWW: <<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=2565>>.
- Vodni-vetrne-elektřarny.cz* [online]. 2008 [cit. 2010-04-05]. Financování z fondů EU Dostupné z WWW: <<http://www.vodni-vetrne-elektřarny.cz/cz/blog/financovani-z-fondu-eu-10>>.
- WEGER, J. *Lesnická práce, časopis pro lesnickou vědu a praxi* [online]. 2003 [cit. 2010-04-17]. Biomasa pro energetické účely. Dostupné z WWW: <<http://lesprace.silvarium.cz/content/view/579/57/>>.
- WEGER, J., VLASÁK, P., HAVLÍČKOVÁ, K. *Biom.cz* [online]. 2004 [cit. 2010-04-09]. *Shrnutí a vývoj situace výmladkových plantáží rychle rostoucích dřevin pro produkci biomasy v ČR a ve Švédsku*. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/czp-pestovani-biomasy/odborne-clanky/shrnuti-a-vyvoj-situace-vymladkovych-plantazi-rychle-rostoucich-drevin-pro-produkci-biomasy-v-cr-a-ve-svedsku>>.