

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Fakulta humanitních studií

katedra sociální a kulturní ekologie

**BARIÉRY ROZVOJE CÍLENÉHO PĚSTOVÁNÍ
BIOMASY
PRO ENERGETICKÉ VYUŽITÍ V ČR**

Diplomová práce

Autorka: Bc. Lenka Česenková

Vedoucí práce: Ing. Jiří Jiránek

Rok obhajoby: 2007

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně za přispění konzultací s vedoucím diplomové práce a použila jsem jen uvedených pramenů a literatury.

V Praze dne 13. února 2007

.....

PODĚKOVÁNÍ

Za odborné vedení, pomoc a podporu při psaní této práce bych chtěla vyjádřit velké poděkování vedoucímu své diplomové práce, Ing. Jiřímu Jiránkovi. Za konzultace děkuji také Ing. Janu Wegerovi, MSc.

ANOTACE

Diplomová práce „Bariéry rozvoje cíleného pěstování biomasy pro energetické využití v ČR“ se zabývá aktuálním tématem obnovitelných zdrojů energie v kontextu v současnosti velmi diskutované problematiky změny klimatu. Nejperspektivnějším obnovitelným zdrojem energie v ČR je biomasa. Biomasu pro energetické účely lze získávat ze zbytků ze zemědělství a lesnictví, z organických zbytků z potravinářské výroby apod. (reziduální biomasa) nebo ji záměrně pěstovat. Reziduální biomasou nelze pokrýt současné a budoucí potřeby a dosáhnout závazku osmiprocentního podílu výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů na hrubé spotřebě do roku 2010, vyplývajícího z přístupové smlouvy k EU. Proto je nezbytné podporovat rozvoj cíleného pěstování biomasy pro energetické využití, které má mnohem větší potenciál a zatím je na prahu svého rozvoje. Práce analyzuje podmínky tohoto rozvoje v ČR na pozadí mezinárodního kontextu a snaží se identifikovat jeho případné bariéry.

Klíčová slova

Obnovitelné zdroje energie, biomasa, cílené pěstování biomasy pro energetické účely, energetické plodiny, energetické byliny, rychle rostoucí dřeviny.

RESUMÉ

The diploma thesis „Barriers of development of biomass growing for energy purposes in the Czech Republic“ deals with an actual topic – renewable energy sources in the context of presently often discussed problem of climate change. The most perspective renewable energy source in the Czech Republic is biomass. It can be obtained from residues from agriculture, forestry and food processing industry (residual biomass) or it can be grown on purpose. Residual biomass cannot cover the current and future needs and fulfil the target of 8 % share of electricity production from renewables on gross consumption by 2010 set in the EU Accession treaty. Therefore it is necessary to support the development of biomass growing for energy purposes that has a significantly higher potential and is on the threshold of its development. The thesis analyses conditions of this development in the Czech Republic on the background of international context and aims for identifying its barriers.

Key words

Renewable energy sources, biomass, growing biomass for energy purposes, energy crops, herbaceous energy crops, short rotation forest crops.

OBSAH

1.	Úvod.....	15
2.	Téma, rozvržení a cíl diplomové práce	16
2.1	Vysvětlení některých používaných termínů	16
3.	Vstupní hypotézy	17
4.	Použité metody a techniky	17
5.	Výroba energie a její zdroje	19
5.1	Fosilní paliva.....	19
5.1.1	Uhlí.....	19
5.1.2	Ropa.....	20
5.1.3	Zemní plyn	21
5.2	Nukleární paliva	21
5.3	Obnovitelné zdroje energie	22
5.3.1	Energie slunečního záření	22
5.3.2	Vodní energie	23
5.3.3	Větrná energie	23
5.3.4	Geotermální energie	24
5.3.5	Biomasa	24
5.4	Energetický mix v ČR.....	25
6.	Výroba energie z různých úhlů pohledu	27
6.1	Dostupnost zdrojů energie.....	27
6.1.1	Vyčerpatelnost, těžitelnost	27
6.1.2	Spolehlivost, skladovatelnost	28
6.1.3	Dopravní vzdálenosti, decentralizace	29
6.2	Vliv na životní prostředí	29
6.2.1	Znečištění ovzduší	29
6.2.2	Znečištění vody, ovlivnění vodního režimu	31
6.2.3	Vliv na estetickou hodnotu krajiny	31
6.2.4	Zábor půdy	32
6.2.5	Vliv na ekosystémy a biodiverzitu	32

6.2.6	Ukládání odpadů	33
6.3	Společenské aspekty.....	33
6.3.1	Vliv na lidské zdraví	33
6.3.2	Tvorba pracovních příležitostí	33
6.3.3	Obnovitelné zdroje energie jako nástroj rozvoje	35
6.3.4	Ekonomické aspekty	35
6.3.5	Závislost na dodavatelích, nebezpečí zneužití	36
7.	Podpora obnovitelných zdrojů energie v politickém a legislativním kontextu	38
7.1	Globální úroveň – svět.....	38
7.2	Mezinárodní úroveň – EU.....	41
7.3	Národní úroveň – ČR	43
8.	Biomasa jako obnovitelný zdroj energie.....	46
8.1	Členění energetické biomasy podle formy.....	46
8.2	Členění biomasy podle způsobu jejího vzniku	46
8.2.1	Zbytková (reziduální) biomasa z výrobních procesů	47
8.2.2	Biomasa z výrobků po ukončení jejich životnosti	48
8.2.3	Cíleně pěstovaná biomasa pro energetické využití	49
8.2.4	Palivo z lesního hospodaření.....	49
8.3	Možnosti využití biomasy	49
8.3.1	Přímé energetické využití biomasy (spalování)	50
8.3.2	Nepřímé energetické využití (výroba sekundárních paliv)	54
8.3.2.1	Pyrolýza	54
8.3.2.2	Zplynování.....	55
8.3.2.3	Anaerobní fermentace.....	56
8.3.2.4	Aerobní fermentace.....	58
8.3.2.5	Alkoholová fermentace	59
8.3.2.6	Extrakce rostlinného oleje.....	60
8.3.2.7	Esterifikace	60
8.3.2.8	Mechanické úpravy biomasy	60
8.3.2.8.1.	Brikety a pelety.....	61
8.3.3	Získávání odpadního tepla při zpracování biomasy.....	62
8.4	Využití biomasy v energetice: potenciál a prognózy do budoucna	62
8.4.1	Definice potenciálu	62
8.4.2	Postavení biomasy v rámci OZE v ČR	63
8.4.3	Energetický potenciál biomasy v ČR.....	63

8.4.4	Současný stav využívání biomasy v ČR.....	66
8.4.5	Nevyužitý potenciál biomasy, potažmo energetických plodin.....	67
9.	Cíleně pěstovaná biomasa pro energetické využití	73
9.1	Energetické byliny.....	73
9.2	Rychle rostoucí dřeviny	73
9.3	Způsoby využití cíleně pěstované biomasy pro energetické účely	77
9.4	Předpoklady pro rozvoj cíleného pěstování biomasy pro energetické využití	77
9.5	Jednotlivé aspekty cíleného pěstování biomasy pro energetické využití	77
9.5.1	Příroda a ŽP: Funkce trvalé vegetace v krajině.....	78
9.5.1.1	Produkční funkce	78
9.5.1.2	Biologická funkce	78
9.5.1.3	Izolační funkce	79
9.5.1.4	Asanační funkce.....	79
9.5.1.5	Meliorační funkce	80
9.5.1.6	Estetická funkce	82
9.5.1.7	Naučná funkce.....	82
9.5.1.8	Kulturní funkce	83
9.5.1.9	Rekreační funkce.....	83
9.5.2	Zemědělství a technologie.....	83
9.5.3	Legislativní a politické dokumenty	85
9.5.3.1	Evropská unie.....	85
9.5.3.2	Česká republika.....	87
9.5.3.2.1.	Pěstování energetických bylin	87
9.5.3.2.2.	Pěstování r. r. d.....	91
9.5.3.2.3.	Některé související předpisy.....	95
9.5.3.2.4.	Výkup energie z biomasy	96
9.5.4	Ekonomika.....	98
9.5.5	Přínos pro společnost.....	106
9.5.5.1	Pracovní příležitosti, stabilizace venkovského prostoru	106
9.5.6	Informace a osvěta.....	108
10.	SWOT analýza pěstování energetických plodin.....	111
11.	Bariéry rozvoje pěstování energetických plodin.....	113
12.	Doporučení pro praxi.....	117
13.	Diskuze	118
14.	Bibliografie.....	119

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Možnosti využití sluneční energie; zdroj: Hrdlička 2003.....	22
Tabulka 2 Ověřené zásoby fosilních paliv a životnost zásob; zdroj: (ČEZ online).....	27
Tabulka 3 Navržený cíl pro zvýšení podílu jednotlivých OZE pro rok 2010; zdroj: European Commission 1997.....	41
Tabulka 4 Formy biomasy	46
Tabulka 5 Využití biomasy k energetickým účelům.	49
Tabulka 6 a graf 7 Elementární rozklady některých paliv (hm. %); zdroj: Hrdlička 2005.	50
Tabulka 7 a graf 8 Elementární složení popelů – hlavní prvky; zdroj: Hrdlička 2005.....	52
Tabulka 8 Srovnání vlastností dřevních pelet/briket a pelet/briket ze stébelnin; zdroj: Bufka 2005a.....	61
Tabulka 9 Potenciály energetických zdrojů, zdroj: Kol. autorů, 2000a.....	62
Tabulka 10 Potenciál zemědělské biomasy; zdroj: Seven 2004.	64
Tabulka 11 Odhad potenciálu biomasy v ČR (PJ) pro 6 scénářů, zdroj: Dam a kol. 2006.....	65
Tabulka 12 Množství biomasy využité pro výrobu elektřiny; zdroj: MPO 2005.	66
Tabulka 13 Energetické využití biomasy v roce 2005 (tuny), zdroj: MPO 2006.	66
Tabulka 14 Podíl výroby elektřiny a tepla z jednotlivých OZE v roce 2004, zdroj: Bufka 2005b.....	67
Tabulka 15 Výše a struktura spotřeby druhotných a obnovitelných zdrojů energie; zdroj: MPO 2004.....	68
Tabulka 16 Srovnání odhadů potenciálu energetických plodin z různých studií; zdroj: Szomolányiová 2004, Dam a kol. 2006, Seven 2004.....	69
Tabulka 17 Bilance výroby a spotřeby obilovin; zdroj: MZe 2002, 2003, 2004b, 2005a, 2006b.	70
Tabulka 18 Plochy energetických plodin, na něž byla vyplacena dotace; zdroj: MZe 2003, 2004b, 2005a, 71	
Tabulka 19 a Graf 12 Modelové výnosy výmladkové plantáže r. r. d.; zdroj: Weger a kol. 2002.	74
Tabulka 20 Způsoby využití energetických plodin.....	77
Tabulka 21 Vývoj výše podpor na pěstování energetických bylin; zdroj: MZe 2004bc, 2005ab, 2006bc, 2007, NV 505/2000 Sb.....	89
Tabulka 22 Seznam energetických bylin podporovaných v rámci dotačních titulů v letech 2001 – 2007; ...	90
Tabulka 23 Dotace na založení plantáže r. r. d.; zdroj: MZe 2006a.	93
Tabulka 24 Výkupní ceny elektřiny ze spalování biomasy; zdroj: ERÚ 2005, 2006.	97
Tabulka 25 Náklady na výrobu biomasy z někt. bylin (balíky); zdroj: Abrham, Kovářová 2006.....	102
Tabulka 26 Ekonomika pěstování a využití energetických plodin; zdroj: Abrham, Kovářová 2006.	102
Tabulka 27 Bilance briket a pelet z biomasy v letech 2004 a 2005 (v tunách); zdroj: Bufka 2005a, 2006.	106
Tabulka 28 Počet nových pracovních míst v EU-15 v důsledku rozvoje využívání jednotlivých druhů OZE.; zdroj: Meeting Targets and Putting Renewables to Work 2003, Kašparová 2006.....	106
Tabulka 29 Vyhodnocení odpovědí; zdroj: vlastní hodnocení	109

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Výroba elektřiny v ČR v roce 2005; zdroj: MPO 2006.....	25
Graf 2 Bilance tepelné energie ČR v roce 2005; zdroj: ČSÚ.....	25
Graf 3 Prodej kapalných pohonných hmot v dopravě v roce 2005; zdroj: MPO 2006a.....	26
Graf 4 Konečná spotřeba energie ve státech EU-25; zdroj: Eurostat online.....	28
Graf 5 Těžba uhlí v mil. tun; zdroj: Bufka a kol. 2006.....	34
Graf 6 Počet pracovních míst na jeden mil. tun vytěženého uhlí; zdroj: Bufka a kol. 2006.....	35
Tabulka 6 a graf 7 Elementární rozborů některých paliv (hm. %); zdroj: Hrdlička 2005.....	50
Tabulka 7 a graf 8 Elementární složení popelů – hlavní prvky; zdroj: Hrdlička 2005.....	52
Graf 9 Potenciál biomasy v ČR (odhad potenciálu energetických plodin se zakládá na předpokladu využití 30 % zemědělské půdy pro pěstování energetických plodin); zdroj: Szomolányiová a kol. 2004.....	65
Graf 10 Srovnání odhadů potenciálu energetických plodin z různých studií; zdroj: Szomolányiová 2004, Dam a kol. 2006, Seven 2004.....	69
Graf 11 Úhrnné hodnoty některých druhů pozemků v ČR v letech 1992 – 2005 (ha);	70
Tabulka 19 a Graf 12 Modelové výnosy výmladkové plantáže r. r. d.; zdroj: Weger a kol. 2002.....	74
Graf 13 Cenové náklady biomasy v ČR; zdroj: Szomolányiová a kol. 2004.....	101
Graf 14 Porovnání nákladů na energetickou řezanku s hlavními konkurenty na trhu paliv;	103
Graf 15 Porovnání nákladů na brikety z biomasy s cenou hnědouhelných briket;	103
Graf 16 Pracovníci v odvětví zemědělství, myslivost a související činnosti (tis. osob); zdroj: ČSÚ	107
Graf 17 Úroveň zemědělské výroby na 1 pracovníka v zemědělství (kg/os); zdroj: ČSÚ.....	108

SEZNAM ZKRATEK

BRKO	Biologicky rozložitelný komunální odpad
CZK	Korun českých
ČSÚ	Český statistický úřad
EHSV	Evropský hospodářský a sociální výbor
ERÚ	Energetický regulační úřad
EU	Evropská unie
EUR	Euro
GJ	Gigajoul
ha	Hektar
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (Mezivládní panel ke změně klimatu)
LFA	Less Favourable Areas (méně příznivé oblasti)
m. n. m.	Metrů nad mořem
MJ	Megajoul
MD	Ministerstvo dopravy ČR
MEŘO	Metylester řepkového oleje
MZe	Ministerstvo zemědělství ČR
MŽP	Ministerstvo životního prostředí ČR
NV	Nařízení vlády
OZE	Obnovitelné zdroje energie
PEZ	Primární energetické zdroje
PHM	Pohonné hmoty
PJ	Pentajoul
r. r. d.	Rychle rostoucí dřeviny
SRC	Short rotation coppice (velmi krátké obmýetí)
SZIF	Státní zemědělský a inventarizační fond
toe	Tons of Oil Equivalent (tun ropného ekvivalentu)
TTP	Trvalé travní porosty
UNFCCC	United Nation Framework Convention on Climate Change (Rámcová úmluva Spojených národů o změně klimatu)
ÚSES	Územní systém ekologické stability
ZA-PÚ	Zemědělská agentura a pozemkový úřad
ZPF	Zemědělský půdní fond

1. Úvod

Různé formy energie jsou nezbytné pro naplňování potřeb člověka. Celosvětově pochází 89 % primární energie z fosilních paliv. Jejich spalování je však významným zdrojem skleníkových plynů, které způsobují tzv. globální oteplování představující v současné době jednu z nejzávažnějších hrozeb pro lidstvo. Kromě toho jsou zásoby fosilních paliv vyčerpitelné, při současné úrovni spotřeby vystačí podle různých odhadů na několik desítek let (uhlí až na stovky let).

Alternativou k fosilním palivům jsou kromě jaderné energie také obnovitelné zdroje energie (dále jen OZE), jejichž rozvoj je vzhledem k výše uvedené skutečnosti podporován na regionální, národní i mezinárodní úrovni. Mezi OZE patří sluneční záření, vítr, voda, teplo zemského jádra a v neposlední řadě také biomasa, jejíž výhoda oproti ostatním obnovitelným zdrojům spočívá především v relativně snadné skladovatelnosti. Biomasa navíc skýtá největší potenciál z OZE v ČR.

V České republice je v současné době energeticky využívána především zbytková biomasa z výrobních procesů a výrobky po ukončení jejich životnosti. Potenciál této biomasy je obrovský a zdaleka není naplno využit. Ještě méně je však rozvinuto cílené pěstování biomasy pro energetické využití (rychle rostoucí dřeviny nebo energetické byliny), které je více méně zatím omezeno na pěstování řepky.

Cílené pěstování biomasy pro energetické využití by však do budoucna mělo zaznamenat značný rozvoj, neboť by mělo představovat významný podíl na plnění závazků zakotvených v přístupové smlouvě k EU a ve směrnici EU o podpoře obnovitelných zdrojů energie (2001/77/ES), kde je pro ČR stanoven osmiprocentní podíl výroby elektrické energie z OZE na celkové spotřebě elektrické energie do roku 2010.

Cílené pěstování biomasy pro energetické využití považuji za aktuální téma, které si zaslouží pozornost, a to zejména vzhledem k rozporu mezi prognózami, které do budoucna počítají s vysokým podílem cíleně pěstované biomasy pro energetické účely na portfoliu energie z OZE (např. Akční plán pro biomasu), a současným stavem využívání tohoto druhu biomasy v ČR. Tato diplomová práce se zabývá podmínkami pro cílené pěstování biomasy pro energetické využití v ČR a analyzuje možnosti, resp. bariéry jeho rozvoje.

2. TÉMA, ROZVRŽENÍ A CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE

V úvodní části diplomové práce se věnuji představení jednotlivých zdrojů energie¹ a jejich výhod a nevýhod, čímž zasazuji biomasu jako surovinu pro energetické využití do širších souvislostí. Dále demonstruji politický zájem na rozvoji sektoru obnovitelné energetiky na základě analýzy vybraných legislativních a politických dokumentů, a to na úrovni globální, evropské i národní.

V další kapitole se již věnuji výhradně biomase. Nejprve obšírněji popisují biomasu jako zdroj energie včetně jejího členění a jednotlivých způsobů využití. Následně analyzuji potenciál biomasy, potažmo cíleně pěstované biomasy pro energetické využití v ČR. Dále provádím vzájemné srovnání různých odhadů potenciálu a srovnání současné míry využití s odhady potenciálu a prognózami do budoucna. Dále se již zaměřuji pouze na cílené pěstování biomasy pro energetické využití, které má z dlouhodobého hlediska velmi významný potenciál.

Přes stručný úvod do problematiky cíleného pěstování biomasy pro energetické využití v ČR se dostávám ke stanovení předpokladů pro jeho rozvoj. V další kapitole popisují a rozebírám různé aspekty, které by mohly mít vliv na rozvoj cíleného pěstování biomasy pro energetické využití v ČR. Na základě této kapitoly provádím SWOT analýzu cíleného pěstování biomasy pro energetické využití, ověřuji, zda jsou splněny stanovené předpoklady pro jeho rozvoj a dostávám se k ověřování hypotéz.

Cílem této práce je zmapovat podmínky pro cílené pěstování biomasy pro energetické využití v České republice a zjistit, v čem spočívají bariéry jeho rozvoje. Práce si neklade za cíl stát se vyčerpávajícím a detailním materiálem, nýbrž se snaží pojmout zkoumanou problematiku v celé její šíři a zkoumat ji z různých pohledů.

2.1 VYSVĚTLENÍ NĚKTERÝCH POUŽÍVANÝCH TERMÍNŮ

Ústředním tématem diplomové práce je **cílené pěstování biomasy pro energetické využití**. Tento pojem zahrnuje jak pěstování rychle rostoucích dřevin (viz kap. 9.2), tak jednoletých, víceletých i trvalých bylin (viz kap. 9.1), a to výhradně pro energetické využití. Pro zjednodušení je v kontextu této práce termín „cíleně/záměrně pěstovaná biomasa pro energetické využití/účely“ nahrazován jednodušším termínem „**energetická fyto-masa**“ či „**energetické plodiny**“. Pojem „cíleně/záměrně pěstované byliny pro energetické

¹ Tato diplomová práce se zabývá využitím energetických zdrojů především pro výrobu elektrické energie, dále pak energie tepelné. Pohonnými hmotami pro dopravu se zabývá pouze okrajově.

využití/účely“ je nahrazován termínem „**energetické byliny**“. Kromě energetických bylin patří mezi energetické plodiny také rychle rostoucí dřeviny (r. r. d.). Pojem „**energetická biomasa**“ je zde používán pro jakoukoli biomasu pro energetické využití (tedy vč. fytomasy).

Biomasa představuje mj. surovinu pro výrobu **bioplynu**, nicméně bioplyn se v některých statistikách či studiích potenciálu vyčleňuje jako samostatná kategorie.

Termín **pohonné hmoty (PHM)** zahrnuje také mazadla.

Spalné teplo (Dubovin, Jevič, Malat'ák, 2006): Fyzikální veličina, množství tepla, které se uvolňuje při spalování určitého množství látky a které je k dispozici, když se také zpětně získává kondenzační teplo z vodní páry, jež se tvoří při spalování. (Teplo při tom uvolněné přispívá k výtěžku energie.) Podmnožinou spalného tepla je výhřevnost.

Výhřevnost (tzb-info online): Fyzikální veličina, energie, kterou lze uvolnit spálením 1 kg paliva. Klasická paliva se skládají z hořlaviny, popeloviny a vody. Výhřevnost paliva je dána výhřevností hořlaviny.

3. VSTUPNÍ HYPOTÉZY

- **Cílené pěstování biomasy pro energetické využití je perspektivní metoda získávání obnovitelných zdrojů energie.**

Tato hypotéza vychází z předpokladu, že pozitivní aspekty cíleného pěstování biomasy pro energetické využití převažují nad negativními. (SWOT analýza)

- **Hlavní bariérou cíleného pěstování biomasy pro energetické využití v ČR jsou ekonomické a administrativní podmínky.**

Tato hypotéza vychází z rozporu mezi prognózami, které do budoucna počítají s vysokým podílem cíleně pěstované biomasy pro energetické účely na energetickém portfoliu z OZE (např. Akční plán pro biomasu), a současným stavem využívání tohoto druhu biomasy v ČR.

4. POUŽITÉ METODY A TECHNIKY

- Rešerše za účelem vytvoření přehledu jednotlivých zdrojů energie a nastínění různých aspektů výroby energie jako takové (kap. 0 a 6).
- Rešerše a následná analýza vybraných politických a legislativních dokumentů z oblasti energetiky s cílem demonstrovat politický zájem na rozvoji sektoru obnovitelné energetiky, a to na úrovni globální, evropské i národní (kap. 7).

- Rešerše za účelem představení biomasy jako obnovitelného zdroje energie včetně možností jejího využití (kap. 8.1 až 8.3).
- Analýza potenciálu biomasy jako OZE, potažmo cíleně pěstované biomasy pro energetické využití v ČR. Srovnání různých odhadů potenciálu, srovnání současné míry využití a odhadů potenciálu a prognóz do budoucna (kap. 8.4).
- Literární rešerše a následná deskripce možností cíleného pěstování biomasy pro energetické využití (kap. 9.1 až 9.3).
- Stanovení předpokladů pro rozvoj cíleného pěstování biomasy pro energetické využití v ČR (kap. 9.4).
- Rešerše a následná deskripce aspektů, které by mohly ovlivnit možnost rozvoje cíleného pěstování biomasy pro energetické využití (kap. 9.5).
- SWOT analýza cíleného pěstování biomasy pro energetické využití na základě jeho aspektů identifikovaných a popsanych v kapitole 9.5, identifikace možných bariér rozvoje cíleného pěstování biomasy pro energetické využití v ČR (kap. 10 a 11).
- Diskuze, potvrzení, resp. vyvrácení stanovených hypotéz (kap. 13).
- Použité zdroje: odborné knihy, odborné časopisy, sborníky z konferencí, zprávy z projektů a výzkumných úkolů, webové stránky, legislativní a politické dokumenty.

5. VÝROBA ENERGIE A JEJÍ ZDROJE

Energie je definována jako schopnost vykonávat práci (např. tzb-info online). Energie může mít různou formu, existuje např. energie kinetická, potenciální, tepelná, jaderná, elektrická a další. Mezinárodní jednotkou energie je joule [J].

Tato diplomová práce se zabývá zejména výrobou elektrické a tepelné energie. Okrajově jsou zmíněny také pohonné hmoty (dále jen PHM), které se při využití v dopravě transformují na energii kinetickou.

Kapitoly 5.1 až 5.3 obsahují přehled jednotlivých zdrojů energie a jejich stručný popis.

5.1 FOSILNÍ PALIVA

Fosilní paliva vznikla před milióny let z odumřelých zbytků rostlin a živočichů, jedná se především o uhlí, ropu a zemní plyn. Menší význam mají hořlavé břidlice a písky a rašelina. V budoucnu může být důležitý také podchlazený metan uložený na dně oceánů, vysrážený ve formě hrud.

K výrobě elektrické energie z fosilních paliv dochází při spalovacím procesu v tepelných elektrárnách. Spalovacím procesem dochází k nenávratné ztrátě těchto paliv. Vytěžením zásob fosilních paliv také znemožňujeme budoucím generacím jejich eventuální využití pro jiné účely.

5.1.1 UHLÍ

Uhlí je velmi významným zdrojem energie, který sestává z velké části z uhlíku, jehož podíl se podle druhu pohybuje mezi 40 a 90 %. Vznikalo několik miliónů let trvajícím procesem karbonizace (rozklad organických látek bez přístupu kyslíku). V závislosti na délce tohoto procesu a na tlaku a teplotě, při kterých probíhal, vznikala rašelina, hnědé nebo černé uhlí či antracit.

Hnědé uhlí vzniklo před „pouhými“ 50 milióny let. Vyznačuje se vysokou vlhkostí a většinou také poměrně vysokým obsahem síry (0,5 – 5 %), nachází se obvykle těsně pod zemským povrchem, kde nepodléhalo tak silnému tlaku jako černé uhlí. Hnědé uhlí je významné jako palivo pro výrobu elektrické energie, částečně také pro domácí spalování, jinak nemá téměř žádné další průmyslové využití. V některých případech se zplynovává přímo v uhelných slojích a vzniklý plyn se využívá jako PHM. Výhřevnost hnědé uhlí se podle typu pohybuje od 10 do 18 MJ/kg (tzb-info online). Naleziště hnědé uhlí se nacházejí především v Evropě (obzvláště v Německu, Polsku a České republice) a v Austrálii.

Černé uhlí je staré zhruba 250 milionů let. Je tvrdší a obsahuje méně vody než uhlí hnědé, protože je uloženo mnohem hloub pod zemským povrchem, a vzniklo tudíž pod výrazně větším tlakem. Také obsah síry je ve srovnání s hnědým uhlím nižší (0,5 – 1,25 %). Kromě toho má vyšší obsah uhlíku a zhruba dvakrát vyšší výhřevnost (21 – 31 MJ/kg, tzb-info online). Jeho naleziště se nacházejí v mnoha zemích světa (v Evropě např. v Německu, Francii, Polsku, Velké Británii nebo v České republice, ve světě pak především v JV Asii, Austrálii a na Novém Zélandu).

5.1.2 ROPA

Ropa je světložlutá až černá kapalná směs uhlovodíků (obsah uhlíku 80 – 85 %). Kolem procesu jejího vzniku stále panují nejasnosti, nejrozšířenější názor je, že vznikla odumřením velkého množství drobných živočichů a rostlin. Proti této (organické) teorii stojí teorie anorganická, podle které ropa vznikla působením přehřáté páry na karbidy těžkých kovů vyskytujících se blízko zemského povrchu. Lidé ropu pravděpodobně využívali již od starověku, v Evropě byla určitě známa v 16. století, ve větším měřítku se s těžbou začalo v 19. století, od počátku 20. století začala její spotřeba dramaticky stoupat.

Ropa se těží hlubinnými vrty jako hustá, páchnoucí a horká tekutina. Před dalším zpracováním na benzín, naftu a jiné ropné produkty je nutné její čištění. Různé formy ropy z velké části pokrývají naši energetickou spotřebu, a to především jako pohonné hmoty v dopravě. Kromě zdroje energie však ropa představuje také významnou surovinu pro chemický, farmaceutický a dokonce i potravinářský průmysl. Výhřevnost ropných produktů se pohybuje mezi 40 – 43 MJ/kg (tzb-info online).

Obrovský význam ropy se ukázal v roce 1973, kdy arabské země uvalily embargo na dovoz ropy do Evropy a USA. Takto zapříčiněná ropná krize měla za následek objevení nových nalezišť ropy, začalo hledání nových zdrojů energie a investování do energetických úspor.

Největší ložiska ropy se nacházejí v zemích OPEC², těží se ovšem také v Rusku, v USA, Mexiku, Číně a Kanadě, v rámci Evropy jsou největší naleziště ropy v Norsku a Velké Británii. Existují také zásoby tzv. ropných písků³ vyskytující se v cca 70ti zemích světa s nejvýznamnějšími ložisky v Kanadě a Venezuele.

² Organizace zemí vyvážejících ropu (Organization of Oil Exporting Countries): Alžír, Indonésie, Írán, Irák, Kuvajt, Libye, Nigérie, Katar, Saudská Arábie, Spojené Arabské Emiráty, Venezuela.

³ Zvláštní druh černých písků následujícího složení: 10 – 15 % bitumenu (organická látka, živice, podobná měkkému asfaltu), cca 5 % vody, zbylý podíl – křemité písky a jílová příměs.

5.1.3 ZEMNÍ PLYN

Zemní plyn je nejedovatý a bez zápachu, jeho hlavní složku tvoří metan (88 – 99,8 %), proces jeho vzniku je pravděpodobně totožný s procesem vzniku ropy. Jeho ložiska se často nacházejí v blízkosti nalezišť ropy, ale i samostatně. Výhřevnost zemního plynu je cca 34 MJ/m³ (tzb-info online) Největší naleziště jsou v Rusku, v Severním moři, v Perském zálivu, v Alžíru a Severní Americe.

Význam zemního plynu (především pro výrobu tepelné energie) výrazně stoupl až ve druhé polovině 20. století, v Číně však byl známý již v 10. století př. n. l., v USA se začalo s těžbou ke konci 19. století, v Evropě se zemní plyn z ropných polí začal ve větší míře využívat ve 30. letech 20. století.

V této souvislosti stojí za zmínku také důlní plyn, který vzniká v uhelných slojích. Přesto, že obsahuje menší podíl metanu než zemní plyn (a má tudíž také menší výhřevnost), lze jej technicky využívat ve speciálních zařízeních.

5.2 NUKLEÁRNÍ PALIVA

Existují dva druhy nukleárního paliva, uran a plutonium. Uran je radioaktivní těžký kov, zatímco radioaktivní prvek plutonium se buď uměle vyrábí nebo vzniká jako odpadní produkt při znovuzpracování uranu.

Princip jaderné energetiky spočívá ve využití kinetické a vazební energie atomů. Dochází k procesu štěpení těžkých atomových jader na lehčí formy za působení neutronů, čímž se uvolňuje vazební energie. Nově vzniklá jádra odebírají elektrony dalším atomům a vytvářejí si tak nový elektronový obal, jejich energie potom přechází až na energii kmitů, což je tepelná energie využitelná v jaderné elektrárně.

Jaderné elektrárny jsou po palivových článcích historicky nejmladší ze všech dosud využívaných zdrojů elektrické energie. Výroba elektřiny na principu štěpení atomového jádra byla zahájena v USA v roce 1951. V roce 1954 začala v SSSR dodávat jaderná elektrárna elektřinu do sítě. Už v roce 1956 byla podepsána smlouva na výstavbu první československé jaderné elektrárny v Jaslovských Bohunicích. V Čechách zatím fungují dvě jaderné elektrárny, a sice Dukovany a Temelín.

Prvenství v těžbě uranu náleží Kanadě (29 % světové produkce), nejvíce uranových zásob má Austrálie (38 %). Další významná ložiska se nacházejí např. v Kazachstánu, Jižní Africe či Namibii. Jisté zásoby uranu má i ČR, a to především v západních Čechách a na pomezí Čech a Moravy.

5.3 OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE

Pod pojmem obnovitelné zdroje energie (dále jen OZE) rozumíme formy energie, které se samy znovu obnovují, resp. jsou relativně neomezeně k dispozici. Souhrnně lze všechny OZE označit za přeměněnou sluneční energii. Vedle samotné energie slunečního záření sem patří především energie vody, větru, zemského jádra, vnějšího prostředí a biomasy. Bližší objasnění přináší následující schéma.

Sluneční záření			→	Fotolýza		
			→	Fotovoltaické panely		
			→	Termosolární články		
			→	Solární elektrárny		
	→	Ohřev zemského povrchu a atmosféry	→		Mořské tepelné elektrárny	
	→		→		Tepelná čerpadla	
	→		→	Odpařování a deště	→	Vodní elektrárny
	→		→	Větr (potažmo tvorba vln)	→	Větrné elektrárny
	→		→		Vlnové elektrárny	
	→		→	Mořské proudy	→	Elektrárny na mořské proudy
→	Produkce biomasy		→		Konverzní zařízení	

Tabulka 1 Možnosti využití sluneční energie; zdroj: Hrdlička 2003

Velkou nadějí do budoucna představuje také spalování vodíku, které není zdrojem toxických látek ani skleníkových plynů. Exhalace z vodíkového motoru mají původ v tepelném rozkladu motorového oleje a jsou výrazně nižší než u motorů spalujících fosilní paliva. Zdroje vodíku jsou obrovské (např. ve vodě), problémem je však jeho získávání. Možností existuje několik, za perspektivní se považuje elektrolyza vody, termické štěpení vody a zplynování biomasy (Farský, Richter, 2001).

Využívání tohoto zdroje energie je však zatím ve vývoji, jeho využívání ve větším měřítku je zatím hudbou budoucnosti.

5.3.1 ENERGIE SLUNEČNÍHO ZÁŘENÍ

Sluneční záření má lidstvo k dispozici odjakživa, Slunce svítí již zhruba pět miliard let a předpokládá se, že ještě minimálně stejně dlouho dobu svítit bude. Proto se považuje za trvalý zdroj energie, který každoročně dodá na Zemi takové množství energie ve formě záření, jehož potenciál několikrát převyšuje veškeré dosud známé a odhadované zásoby ropy, uhlí a zemního plynu. Zdrojem energie Slunce je termonukleární reakce, při níž dochází k přeměně vodíku na helium.

Aktivní využívání sluneční energie je známé již z druhé poloviny devatenáctého století. Elektrickou energii lze vyrábět buď přímo, využitím fotovoltaického jevu, nepřímo

prostřednictvím tepla ze slunečních kolektorů nebo pomocí palivových článků přes chemickou energii. Kromě toho lze sluneční záření využít pro výrobu energie tepelné.

Potenciál sluneční energie v ČR je vzhledem k její geografické poloze značně omezený, nicméně rozhodně není zanedbatelný (celková doba slunečního svitu v ČR (bez oblačnosti) je 1400 – 1700 h za rok, celková energie dopadající na vodorovnou plochu je 950 – 1150 kWh/m²/rok, Energetická agentura Vysočiny online).

5.3.2 VODNÍ ENERGIE

Energie vodního proudu je jeden z nejstarších zdrojů energie, který člověk vědomě začal využívat. Dnes používané vodní turbíny předcházely vynález vodního kola, jež lidstvu sloužilo po několik tisíc let.

Energie vody pochází z přirozeného koloběhu vody (vypařování, srážky, odtok). Celosvětově pochází cca 20 % energie z vodních elektráren. Kromě nám nejznámějších vodních elektráren na řekách, které mohou mít výkon od desítek kW až po stovky MW⁴, lze využít také energie moří (vlny, proudy, příliv a odliv), ledovců a vodních srážek.

Technicky využitelný hydropotenciál českých řek činí cca 3 385 GWh/rok (Brož, Šourek, 2003). Potenciál využitelný ve velkých vodních elektrárnách je z větší části již využíván, do budoucna je tedy možné zvyšovat využití hydropotenciálu především v malých vodních elektrárnách, které vykazují relativně malou poruchovost, nízké provozní náklady a vysoký počet provozních hodin za rok.

5.3.3 VĚTRNÁ ENERGIE

Vítr je proudění vzduchu vznikající v důsledku nerovnoměrných teplot zemského povrchu, resp. moře. Zmínky o využívání energie větru pocházejí již z dob starověkého Egypta, kdy byla síla větru využívána k plavbě proti proudu řeky Nil. První větrné mlýny jsou z Evropy známé z 12. století, v 17. století už byly běžnou technologií. Ke konci devatenáctého století začalo využívání větrné energie ustupovat a postupně bylo nahrazováno uhlím. Tento útlum trval až do 70. let 20. století. V současné době je větrná energetika nejvíce rozvinutá v Evropě (především v Dánsku a Německu), dále potom v Severní Americe.

Lokality vhodné pro stavbu větrných elektráren je třeba pečlivě vybírat podle různých kritérií, především podle větrných podmínek, které jsou obvykle nejvýhodnější ve vyšších nadmořských výškách a v přímořských oblastech nebo přímo na moři (tzv. on-shore

⁴Velké vodní elektrárny nad 10 MW nepatří mezi OZE, které mají nárok na podporu ve smyslu zákona 180/2005 Sb., jejíž výše je každoročně stanovována cenovými rozhodnutími ERÚ.

elektrárny). Protože vhodné lokality bývají zabrány staršími stroji na konci životnosti (např. v Německu), často se tyto stroje modernizují na stávajících lokalitách, čímž se zvyšuje jejich instalovaný výkon (tzv. repowering).

5.3.4 GEOTERMÁLNÍ ENERGIE

V nitru Země, na jejím povrchu i v atmosféře dochází ke složitým energetickým pochodům, Země přijímá energii z kosmu a také sama energii vyzařuje.

Geotermální energie je projevem energie zemského jádra a vzniká radioaktivním rozpadem izotopů v zemském magmatu a působením slapových sil. Je to nejstarší energie na Zemi, protože vznikla se vznikem této planety z mateřské mlhoviny.

Geotermální energii je možné využívat pro vytápění nebo výrobu elektrické energie. Problém však obvykle představuje geologická nestabilita oblasti v místech s nejlepším teplotním spádem.

V rozsáhlejším měřítku se tento druh energie využívá na Islandu, v menším měřítku potom v Japonsku, USA, na Dálném východě, v některých státech Evropy a na Novém Zélandě. První geotermální elektrárna byla spuštěna v roce 1904 v Itálii. Geotermální elektrárny fungují na principu parního cyklu přeměnou tepelné energie páry na mechanickou práci turbogenerátoru a poté na elektrickou energii.

Důsledkem působení geotermální energie a dopadající sluneční energie je energie prostředí, kterou lze využít prostřednictvím tepelných čerpadel, která umožňují odebírat teplo okolnímu prostředí a převádět je na vyšší hladinu. Vzniklé teplo je potom využitelné pro vytápění nebo ohřev teplé užitkové vody.

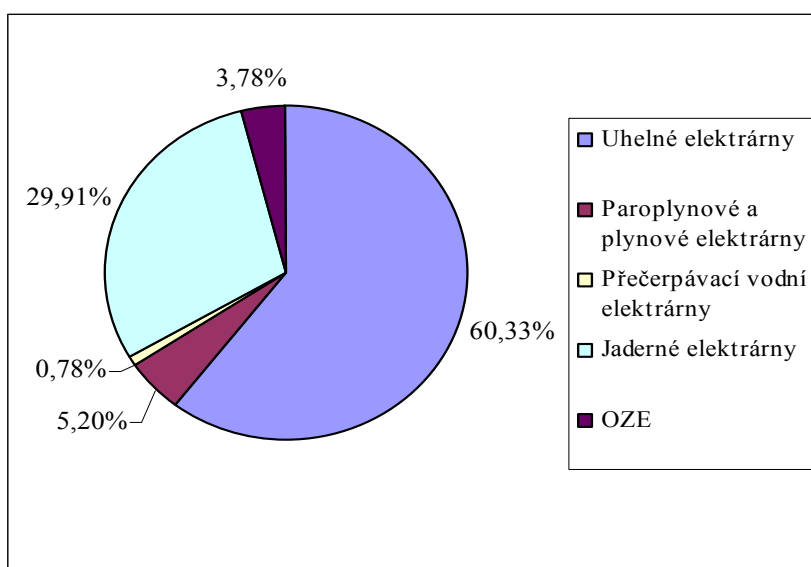
5.3.5 BIOMASA

V nejširším smyslu slova zahrnuje biomasa veškerou organickou hmotu na Zemi. V kontextu energetiky máme na mysli především (nikoli však výhradně) biomasu rostlinnou, která představuje nahromaděnou sluneční energii vzniklou přeměnou slunečního záření v procesu fotosyntézy. Kromě energetických účelů má biomasa také velmi široké průmyslové využití (chemický, farmaceutický, potravinářský, stavební průmysl aj.).

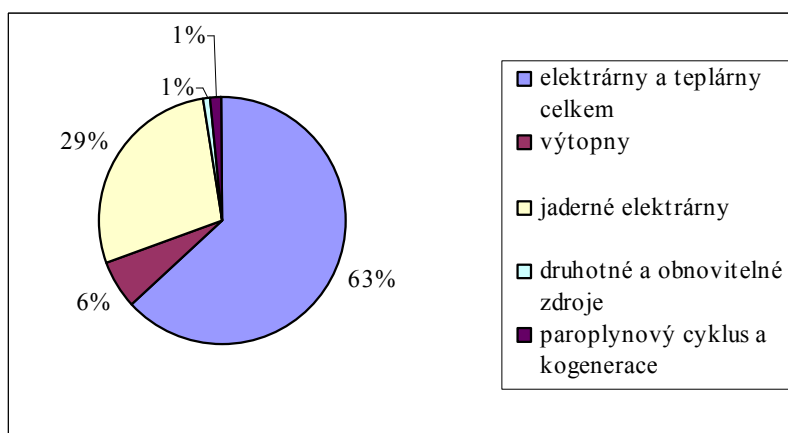
Jelikož je biomasa ústředním tématem této diplomové práce, bude tato problematika rozebrána podrobněji, počínaje kapitolou 8.

5.4 ENERGETICKÝ MIX V ČR

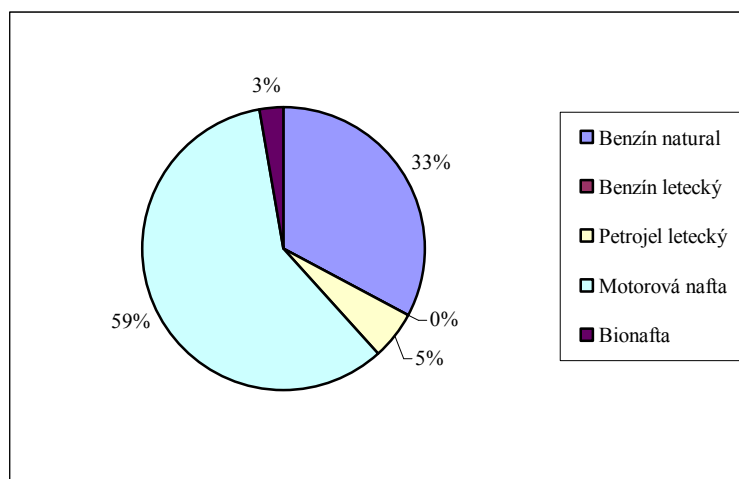
Pro představu o významu jednotlivých zdrojů energie v ČR je v následujících grafech znázorněn energetický mix za rok 2005. Výroba **elektřiny** z OZE se v tomto roce podílela na tuzemské hrubé výrobě elektřiny **3,78 %** (viz Graf 1 Výroba elektřiny v ČR v roce 2005; zdroj:). U výrobě **tepelné energie** je podíl OZE ještě nižší, společně s druhotnými zdroji energie činí cca **1 %** (viz Graf 2). Graf 3 Prodej kapalných pohonných hmot v dopravě v roce 2005; zdroj: MPO 2006a. znázorňuje podíl **bionafty** na prodeji **kapalných pohonných hmot** v roce 2005, tento podíl činí 3 %.



Graf 1 Výroba elektřiny v ČR v roce 2005; zdroj: MPO 2006.



Graf 2 Balance tepelné energie ČR v roce 2005; zdroj: ČSÚ.



Graf 3 Prodej kapalných pohonných hmot v dopravě v roce 2005; zdroj: MPO 2006a.

V současné době se zhruba 82 % energie z OZE využívá při výrobě tepla, zhruba 18 % při výrobě elektřiny a 0,1 % jako PHM (MŽP 2006).

6. VÝROBA ENERGIE Z RŮZNÝCH ÚHLŮ POHLEDU

Jednotlivé zdroje energie, fosilní, nukleární i obnovitelné, mají své výhody i nevýhody a nelze jednoznačně zvolit nejlepší z nich. Při posuzování vhodnosti konkrétního zdroje je vždy třeba zohledňovat přírodní a klimatické podmínky i aspekty technického a ekonomického rázu (připojení k síti, investiční a provozní náklady atd.). Pro každou lokalitu existuje jiné optimální řešení energetických problémů.

Tato kapitola poskytuje přehled různých aspektů výroby energie, které by měly být zohledňovány. Je rozdělena do tří oblastí (dostupnost zdrojů energie, vliv na životní prostředí a sociální aspekty), které se navzájem prolínají, proto nemusí být zařazení jednotlivých aspektů do příslušných oblastí vždy jednoznačné.

6.1 DOSTUPNOST ZDROJŮ ENERGIE

Základním předpokladem pro výběr energetického zdroje je jeho dostupnost v dané lokalitě (regionu). Tento faktor má několik dílčích aspektů.

6.1.1 VYČERPATELNOST, TĚŽITELNOST

Fosilní paliva (uhlí, ropa, zemní plyn) jsou zatím mnohem spolehlivějším zdrojem energie než některé OZE (energie slunečního záření, větru a vody), avšak jejich zásoby jsou **vyčerpatelné v horizontu několika desetiletí** (resp. staletí v případě uhlí). Postupem času se také určitě dostaneme do situace, kdy bude ubývat snadno těžitelných ložisek jednotlivých zdrojů fosilních paliv, a k dispozici budou pouze hůře dostupná ložiska (např. velmi hluboko pod zemským povrchem).

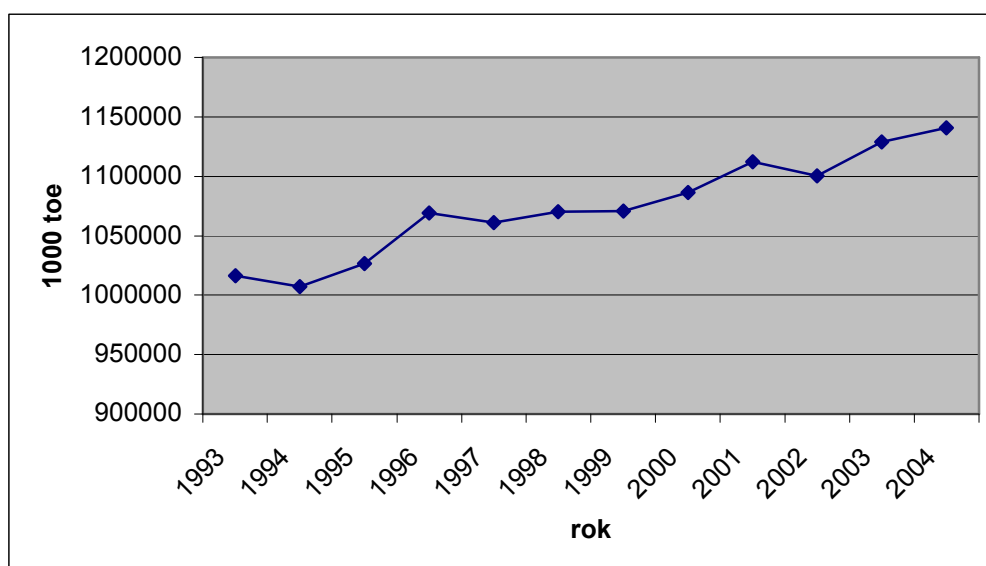
Názory vědců na množství zásob fosilních paliv se velmi různí, nicméně je třeba si uvědomit, že nebezpečí výrazného omezení dostupnosti fosilních paliv nespočívá pouze v postupném ztenčování jejich zásob, ale také v možnosti změny politické situace (viz ropná krize 70. let). Alternativy je proto třeba hledat již nyní, neboť až skutečně dojde k vyčerpání zásob, bude již pozdě.

	Uhlí	Ropa	Zemní plyn
Ověřené zásoby (mil.toe)	532 451 k 1.1.91	137 898 k 1.1.93	131 326 k 1.1.93
Životnost zásob (roky)	248	45	76

Tabulka 2 Ověřené zásoby fosilních paliv a životnost zásob; zdroj: (ČEZ online).

Tabulka 2 Ověřené zásoby fosilních paliv a životnost zásob; zdroj: (ČEZ online) uvádí údaje o velikosti zásob fosilních paliv a jejich životnosti. **Jaderných paliv** je podle Otčenáška (2005) **dostatek**: „V současné době představují známé zásoby uranu 2,3 Mt a jeho celkové těžitelné zásoby desetinásobek. (...) Proto by identifikované zásoby využívané v lehkovodních reaktorech bez recyklování vystačily na 50 až 100 let, v rychlých reaktorech na 5000 roků.“ Nicméně z hlediska potenciálu jednoznačně vyhrávají **OZE**, jejichž potenciál je **relativně nevyčerpatelný**.

V souvislosti s ubývajícimi zásobami fosilních paliv je třeba si také uvědomit, že lidstvo spotřebovává stále více energie (viz Graf 4 Konečná spotřeba energie ve státech EU-25; zdroj: Eurostat).



Graf 4 Konečná spotřeba energie ve státech EU-25; zdroj: Eurostat online.

6.1.2 SPOLEHLIVOST, SKLADOVATELNOST

Kromě toho, že potřebujeme mít daný energetický zdroj k dispozici **v daném místě, potřebujeme jej mít i v daném čase**, což je bohužel problém některých obnovitelných zdrojů energie. Ilustrativním příkladem je energie slunečního záření, které máme nejvíce k dispozici v době, kdy ji nejméně potřebujeme. (Na území ČR dopadá v chladnější polovině roku, tzn. od října do konce března, pouze 25 % celkového množství slunečního záření, tj. cca 300 kWh/m², Cenk a kol. 2001) Ani distribuce větrné a vodní energie není rovnoměrná a je závislá na stavu počasí atd. Tyto **fluktuační dodávaného množství energie** způsobují **technické problémy** pro distribuční a přenosové sítě. Řešením by mohl být systém skladování energie, který je však zatím velmi nákladný.

Z tohoto hlediska může s fosilními a jadernými palivy soutěžit z OZE pouze biomasa, která je skladovatelná a výroba energie z ní je regulovatelná stejně dobře jako z fosilních paliv, a geotermie, která je také jako zdroj energie stabilní. Proto u nich lze předejít nechtěným fluktuacím v množství vyrobené energie.

6.1.3 DOPRAVNÍ VZDÁLENOSTI, DECENTRALIZACE

Chceme-li dodržet zásadu efektivity a šetrnosti k životnímu prostředí, měli bychom brát ohled také na **dovozové vzdálenosti paliv**, ať už fosilních, jaderných nebo biomasy. Kromě toho, že se energie spotřebovává na samotný transport, a tím se de facto zhoršuje **energetická bilance daného paliva**, mohou vznikat různé logistické a technické problémy a z ekonomického pohledu **vícenáklady**. Řešením je využívání místně dostupných zdrojů, a to i v menším měřítku (decentralizace).

U obnovitelných zdrojů (kromě biomasy) se otázka transportu může týkat pouze samotných technologií pro výrobu energie, nikoli vlastního zdroje energie. **Biomasa je pro transport na delší vzdálenosti spíše nevhodná** kvůli relativně nízké hustotě (např. oproti uhlí), která se ovšem značně zvyšuje s úpravou biomasy např. na pelety. Proto je vhodné budování spíše menších, rozptýlených zařízení na využívání biomasy v okolí jejich zdrojů (toto pravidlo však neplatí absolutně).

6.2 VLIV NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Z hlediska vlivu na životní prostředí jsou výhodnější OZE, přestože i jejich využívání se bez negativních vlivů neobejde (viz následující podkapitoly). Jelikož míra znečištění životního prostředí působením konvenční energetiky již mnohde překročila únosnou mez, existuje spousta iniciativ, jejichž cílem je toto působení omezit. Jednou z možných cest je vedle energetických úspor také rozvoj využívání obnovitelných zdrojů energie na úkor fosilních paliv a jaderné energetiky.

6.2.1 ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ

Spalování fosilních paliv v tepelných elektrárnách znamená uvolňování velkého množství škodlivých emisí do ovzduší. Pokud nebude omezena současná spotřeba fosilních paliv, budou se **negativní vlivy na zemské ekosystémy i lidské zdraví** související s jejich spalováním do budoucna ještě značně zvyšovat. Jedná se jak o emise plynné (oxid uhličitý, oxid siřičitý, oxidy dusíku, oxid uhelnatý, uhlovodíky), tak o emise kapalně (vlhkost) a emise tuhých znečišťujících látek (prach, popílek).

Emise skleníkových plynů⁵ přispívají ke skleníkovému efektu⁶. Oxid siřičitý⁷ a oxidy dusíku způsobují chemické reakce v ovzduší, jež zapříčiňují rozpad buněk v rostlinách a jejich postupné odumírání. Dále způsobují vznik **kyselých dešťů**, které potom okyselují půdu a povrchovou a následně i podzemní vodu, v důsledku čehož postupně dochází ke kontaminaci celého potravního řetězce. Kyselé deště velmi negativně a dlouhodobě ovlivňují zemědělské, lesní a vodní ekosystémy, potažmo zemědělství, lesnictví a rybářství, kromě toho také narušují povrch staveb, sochařských děl atd.

Tuhé znečišťující látky negativně ovlivňují především lidské zdraví, dále zhoršují proces fotosyntézy u rostlin, z popílku usazeného ve svrchní vrstvě půdy jsou při srážkách louhovány jeho toxické složky, které se tak dostávají do vod a do potravního řetězce. Navíc způsobují emise tuhých látek ušpinění a narušení fasád historických a jiných staveb.

V rámci fosilních paliv je při spalování daleko nejčistším zdrojem zemní plyn, dále ropa, černé uhlí a nejhůře si vede uhlí hnědé. Konkrétně české hnědé uhlí se vyznačuje vysokým měrným obsahem spalitelné síry a popelovin. Čistota spalování závisí také na teplotě, při níž spalování probíhá a na použité technologii.

Specifickou kapitolou z tohoto pohledu je rostlinná biomasa (fytomasa), při jejímž spalování se rovněž produkují emise. Biomasa je však tzv. **CO₂ neutrální palivo**, neboť do jejího emisního portfolia je třeba zahrnout také objem CO₂ absorbovaný v době jejího života, který je minimálně stejný jako objem emisí CO₂ vzniklých při spalování, ale i při přirozeném rozkladu v přírodě. Emisím dalších látek ze spalování biomasy se věnuje kap. 8.3.1.

U sluneční, větrné, vodní a geotermální energie můžeme mluvit o produkci emisí do ovzduší pouze v souvislosti s výrobou, případně instalací zařízení pro získávání této energie. Totéž platí pro výrobu elektřiny v atomových elektrárnách, avšak s výjimkou kapalných emisí (viz následující kapitola).

⁵Skleníkové plyny: oxid uhličitý (CO₂), metan (CH₄), oxid dusný (N₂O), hydrogenované fluorovodíky (HFCs), polyfluorovodíky (PFCs), fluorid sírový (SF₆) (Kjótský protokol, příloha A).

⁶ Skleníkový efekt představuje naprosto přirozený fenomén, který spočívá v silné absorpci dlouhovlnného záření vysílaného od zemského povrchu skleníkovými plyny, čímž dochází k přeměně v tepelnou energii. Skleníkové plyny zajišťují svou absorpční schopností současnou teplotu zemského povrchu, která by byla za jejich nepřítomnosti až o 33 °C nižší (Kušková 2003). V poslední době se však mění koncentrace jednotlivých skleníkových plynů (především oxidu uhličitého a metanu) v atmosféře, což by mohlo vyústit v globální oteplování. Tyto změny jsou z velké části antropogenní povahy, více než polovinu produkce skleníkových plynů můžeme přičíst na vrub světovým energetickým systémům, především spalování fosilních paliv.

⁷ Emise oxidu siřičitého byly do roku 1998 výrazně sníženy instalací odsiřovacích zařízení do tepelných elektráren.

6.2.2 ZNEČIŠTĚNÍ VODY, OVLIVNĚNÍ VODNÍHO REŽIMU

Vodní režim v řekách ovlivňují jednak vodní elektrárny, jednak elektrárny tepelné a jaderné.

Odběry povrchových vod pro energetiku tvoří více než 50 % celkových odběrů povrchových vod, v roce 2005 činilo toto množství 805 mil. m³ (MŽP 2006). Povrchová voda se využívá především pro chladicí účely, dále také pro napájení elektrárenských a teplárenských kotlů a k doplňování primárních a sekundárních okruhů jaderných elektráren. Zpět do vodního toku se vrací pouze menší část odebrané vody (v případě jaderných elektráren je to cca jedna třetina), zbytek se dostává do ovzduší ve formě výše zmíněných kapalných emisí, čímž dochází k **ovlivnění mikroklimatu**. V zimě tyto emise způsobují zvýšenou námrazu, což může být příčinou dopravních problémů. Voda vypouštěná zpět je znečištěná a má vyšší teplotu než je teplota vodního toku, což narušuje křehkou biologickou rovnováhu říčních ekosystémů. Energetika se také významně podílí na produkci **odpadních technologických vod**.

Narušení vodního režimu je také důsledkem **stavby vodních děl**, budovaných pro velké vodní elektrárny, někdy také elektrárny tepelné. Jednak tvoří překážku pro migraci živočichů, jednak mohou být příčinou zvýšené eroze koryta vodního toku nebo naopak usazování bahna a konečně vypouštěním spodní vody snižují teplotu toku pod elektrárnou.

Znečištění vod způsobují také **kyselé deště a výluhy z usazeného popílku** zmíněné v předchozí kapitole a dále možné průsaky z nedostatečně zabezpečených úložišť odpadu z tepelných elektráren. Tento problém je o to závažnější, že se týká podzemních vod.

Při přepravě ropy nečistota dochází k **úniku ropy z ropných tankerů** a k jejich haváriím, které způsobují obrovské škody na ekosystémech.

Vliv využívání OZE na vodní režim je však za předpokladu, že mezi ně nepočítáme velké vodní elektrárny, celkově marginální.

6.2.3 VLIV NA ESTETICKOU HODNOTU KRAJINY

Vliv jakýchkoli staveb na estetickou hodnotu krajiny je velice **citlivá a subjektivní** záležitost.

Stavby velkého rozsahu jako jsou tepelné a jaderné elektrárny s obrovskými komíny a chladicími věžemi asi v málokterém vyvolávají pozitivní dojmy. Podobný nepříznivý efekt mají také **povrchové doly**, které rozhodně krajíně na atraktivitě nepřidávají a které jsou příčinou snížené intenzity cestovního ruchu v příslušných regionech. I hlubinná těžba znehodnocuje krajinu vznikem propadů, tvorbou skládek hlušiny atd. Právý opak lze tvrdit o **vodních**

nádržích, které bývají velkým lákadlem pro turisty a přinášejí regionu velké zisky z turismu, zejména v letních měsících. Bezesporu však výrazně mění krajinný ráz, názory na jejich estetickou hodnotu budou pravděpodobně velmi různé. Nejinak je to také s **větrnými elektrárnami**, které mají své příznivce i odpůrce. V České republice představuje problém zejména skutečnost, že nejlepší větrné podmínky bývají v horách, tedy většinou v oblastech se statutem chráněné krajinné oblasti či národního parku, kde jsou podmínky pro jakoukoli výstavbu značně zpřísněny z důvodu ochrany přírody.

6.2.4 ZÁBOR PŮDY

Energetika také způsobuje značný zábor půdy. Jedná se zejména o velké komplexy jaderných a tepelných elektráren a s nimi související **infrastrukturu a úložiště odpadů**. V neposlední řadě je třeba zmínit také povrchovou těžbu, v jejímž důsledku vzniká tzv. měsíční krajina, kterou je po ukončení těžby nutno **rekultivovat a revitalizovat**. Nejedná se pouze o oblast samotných **dolů**, ale také o **výsypky**, které jsou tvořeny odvezenými nadložními horninami⁸. Zábor půdy nicméně způsobuje také hlubinná těžba⁹.

V případě OZE, které mají decentrální charakter a menší instalovaný výkon, není zábor půdy tak významný. Pro větrné elektrárny, které vykazují jen nepatrný zábor půdy pro vlastní stavbu, mluví také možnost snadné demontáže (během jednoho dne) a bezprostředního využití pozemku k původním účelům.

Značná plocha je zabírána také **stavbou přehradních nádrží**, kdy jsou často zatopovány celé vesnice a cenné přírodní ekosystémy.

6.2.5 VLIV NA EKOSYSTÉMY A BIODIVERZITU

Vliv energetiky na ekosystémy a biodiverzitu je nesporný. Od již zmíněných aspektů, jako je zábor půdy, kyselá dešť a kontaminace pedosféry a hydrosféry, či ovlivnění říčních ekosystémů stavbou velkých přehradních nádrží přes fragmentaci ekosystémů infrastrukturou související s provozem elektráren až po kolize ptáků s rotory větrných elektráren. Tento argument proti větrným elektrárnám je však sporný, neboť studie dokazují, že mnohem větší počet ptáků zemře v důsledku kolize s vedením vysokého napětí nebo s automobily. Lokalitu pro stavbu větrných elektráren je však samozřejmě nezbytné volit mimo migrační trasy ptactva a citlivé přírodní ekosystémy.

⁸ Na 1 tunu vytěženého hnědého uhlí je nutno vytěžit v průměru cca 7 t nadložních hornin (při průměrné objemové hmotnosti skrývek 2,4 t/m³). (MŽP 2004).

⁹ Plocha dobývacích prostor černého uhlí v ČR činila v roce 2005 334,35 km² (MŽP 2006).

6.2.6 UKLÁDÁNÍ ODPADŮ

Při výrobě elektřiny v tepelných a jaderných elektrárnách vznikají odpady, které jsou často kontaminované, a tudíž je nelze průmyslově využít (např. ve stavebnictví). Proto je nutné tyto odpady bezpečně ukládat a eliminovat přitom **riziko kontaminace okolního prostředí**. V případě tepelných elektráren se jedná zejména o produkty spalování, tedy škváru, popílek a polétavý prach a dále např. o vápenec využívaný při odsiřovacím procesu. V případě jaderných elektráren se jedná o nebezpečný radioaktivní odpad, který se ukládá stovky metrů pod zem, aby bylo eliminováno riziko kontaktu s atmosférou, hydrosférou, pedosférou a biosférou. Popel ze spalování biomasy lze naopak ve většině případů využít jako hnojivo.

6.3 SPOLEČENSKÉ ASPEKTY

Společenských aspektů výroby elektrické energie je mnoho, v této kapitole jsou zmíněny pouze některé z nich.

6.3.1 VLIV NA LIDSKÉ ZDRAVÍ

Energetika ovlivňuje lidské zdraví zejména prostřednictvím výroby elektrické energie v tepelných elektrárnách, a to především přímo prostřednictvím emisí plyných a kapalných látek v ovzduší, ale také nepřímo, prostřednictvím kontaminace pedosféry a hydrosféry a následně celého potravního řetězce. Takto znečištěné životní prostředí se stává příčinou respiračních onemocnění, kožních onemocnění, alergií, nebezpečí vrozených vad u dětí či nižší očekávané délky života.

6.3.2 TVORBA PRACOVNÍCH PŘÍLEŽITOSTÍ

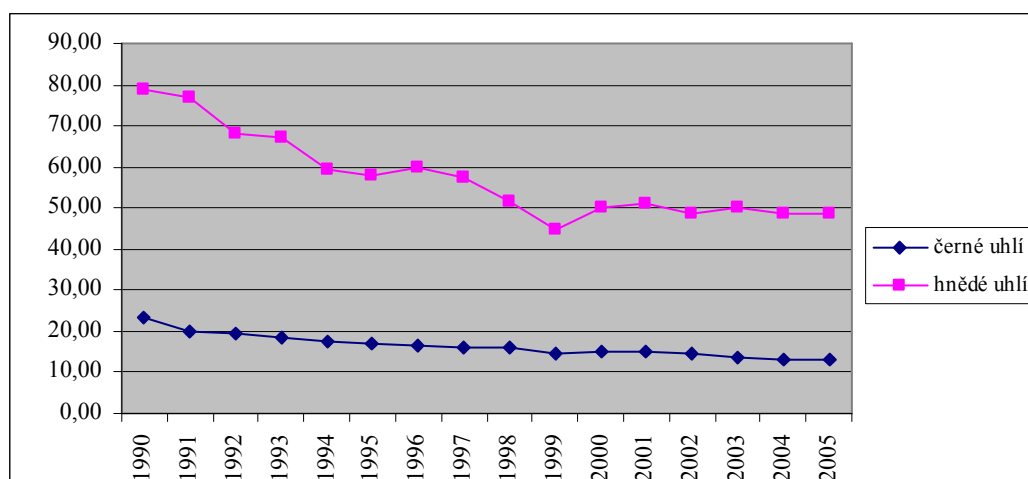
V souvislosti s dopady využívání OZE na zaměstnanost mluvíme jednak o **dopadech přímých**, které mají vliv na zaměstnanost související s výrobou, instalací a provozem zařízení a u biomasy také s výrobou biopaliv, jednak o **dopadech nepřímých**, které souvisejí s dalšími pracovními místy vzniklými v důsledku zvýšení poptávky po energii z OZE (Kašparová 2006). Sem patří zaměstnanost ve službách, na různých postech u výrobců technologií atd. V komplexní analýze dopadů využívání OZE na zaměstnanost se zohledňuje také **pokles pracovních míst v konvenční energetice** i v jiných odvětvích související s podporou využívání OZE (možná změna chování spotřebitelů, která může ovlivnit poptávku po jiných produktech).

Počet ekvivalentních pracovních míst¹⁰ na jednotku vyrobené energie z jednotlivých zdrojů se liší. Obecně však lze říci, že z pohledu celého životního cyklu je náročnost na počet pracovních míst na jednotku vyrobené energie mnohem vyšší u zařízení na výrobu energie z OZE než u zařízení na výrobu energie z konvenčních zdrojů.

Důvodem této skutečnosti je menší podíl dovážených vstupů a decentralizovaný charakter OZE. S tím souvisí pozitivní efekt v podobě tvorby **nových pracovních míst ve venkovských oblastech**, které jsou problematické z hlediska zaměstnanosti. Kromě toho je obecně výroba energie v menších zdrojích, jak uvádí např. (Kol. autorů 2002), relativně náročnější na lidskou práci.

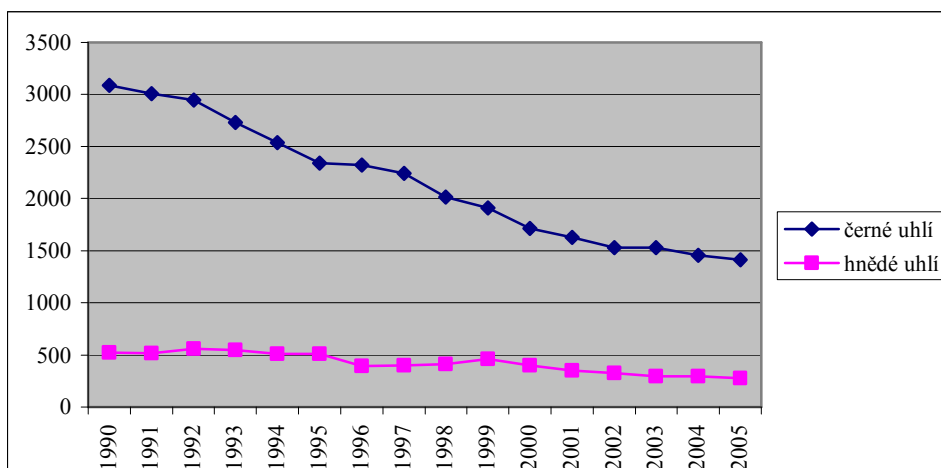
Počet nově vzniklých pracovních příležitostí v souvislosti s rozvojem využívání OZE je podle studie (Kašparová 2006) mnohem vyšší než počet pracovních míst, která z tohoto důvodu zaniknou v konvenční energetice.

V souvislosti s konvenční energetikou můžeme pozorovat např. klesající trend zaměstnanosti v těžbě uhlí, který je způsoben jednak meziročním poklesem těžby (viz Graf 5), jednak zvyšováním její efektivity ve smyslu počtu pracovních úvazků na 1000 t vytěženého uhlí (tento trend je zjevný zejména u těžby černého uhlí, viz Graf 6). Sektor obnovitelné energetiky může nabídnout náhradu za tato zaniklá pracovní místa.



Graf 5 Těžba uhlí v mil. tun; zdroj: Bufka a kol. 2006.

¹⁰Počet ekvivalentních pracovních míst = počet plných i částečných pracovních úvazků a sezónních prací v přepočtu na rozsah plných pracovních úvazků.



Graf 6 Počet pracovních míst na jeden mil. tun vytěženého uhlí; zdroj: Bufka a kol. 2006.

6.3.3 OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE JAKO NÁSTROJ ROZVOJE

Průmyslově vyrobená energie, ač není nezbytná pro přežití člověka, je prostředkem pro naplňování různých lidských potřeb. Přístup k energetickým službám však zdaleka není samozřejmostí pro všechny obyvatele naší planety. Elektřina není dostupná pro zhruba třetinu lidské populace a pro další třetinu je dostupná jen omezeně. Z toho je patrné, že spotřeba elektrické energie je v globálním měřítku velmi nerovnoměrná. **Dostupnost energie však představuje jeden ze základních předpokladů lidského rozvoje a odstraňování chudoby.** Proto se energetika stala jedním z nejdiskutovanějších témat na mezinárodní i globální úrovni.

Mezi cesty k udržitelné energetice patří bezesporu podpora využívání obnovitelných zdrojů energie. Decentralizovaný charakter OZE umožňuje řešit energetické problémy v odlehlých venkovských oblastech bez přístupu k elektrické energii. OZE tak mohou v některých případech dokonce umožnit lokální autarkii těchto oblastí a přispět k jejich rozvoji (využívají se místní zdroje a finance tím pádem zůstávají v regionu). V lokálním a regionálním měřítku mohou tedy OZE hrát velmi významnou roli.

6.3.4 EKONOMICKÉ ASPEKTY

Snižování energetické náročnosti zvyšuje ekonomickou efektivitu hospodářství, s čímž souvisí i jeho konkurenceschopnost, a navíc je s ním spojeno také snížení náročnosti materiálové. Proto mají energetické úspory, ale i využívání OZE i své ekonomické opodstatnění.

V energetice jsou nedostatečně zohledňovány **externí náklady** na výrobu energií, které často činí výrobu elektřiny z některých OZE zdánlivě dražší než výrobu z konvenčních zdrojů. Externí náklady vyjadřují „*efekty růstu blahobytu nebo nákladů nezachycené prostřednictvím*“

cenového a tržního systému“ (Kol. autorů 2001a). Jedná se o vztah dvou (nebo více) ekonomických subjektů, kdy jeden z nich vedlejším, nezamýšleným efektem své výrobní nebo spotřební činnosti ovlivňuje výrobu či spotřebu druhého (ostatních) subjektu(ů). Tento vztah neprochází trhem, není ekonomicky zohledněn. V případě (především konvenční) energetiky se jedná o celou řadu již zmíněných negativních efektů (znečištění ŽP, zábor půdy atd.), jejichž nápravu platí z větší části společnost ve formě daní (nikoli jejich původci), a budou jimi ovlivněny ještě budoucí generace. Tento problém by alespoň z části mohla vyřešit ekologická daňová reforma.

Další otázkou je **státní podpora energetiky**, která může zkreslit skutečnou cenu energie z jednotlivých zdrojů. Může mít podobu veřejných výdajů (např. dotace), veřejných podpor (např. daňové úlevy). Státní dotace často podporují činnosti s negativním vlivem na životní prostředí; pro takové dotace se vžil termín perverzní dotace. Jako příklad lze uvést dotaci lignitového dolu na Hodonínsku. (Kol. autorů 2005)

Z hlediska **nákladů** je nutno rozlišovat náklady investiční, provozní a ostatní. Problém s výší investičních nákladů lze částečně vyřešit půjčkou či získáním dotace. Provozní náklady jsou u OZE (s výjimkou biomasy velmi nízké), především proto, že zde odpadají náklady na dodávku paliv. Ve většině případů platí, že náklady na nové technologie, které jsou v raných fázích vývoje, jsou vyšší než na již zavedené technologie vyráběné sériově. Tomuto problému zatím stále čelí především fotovoltaika. Cenu energie samozřejmě ovlivňují měnící se ceny paliv.

6.3.5 ZÁVISLOST NA DODAVATELÍCH, NEBEZPEČÍ ZNEUŽITÍ

Impulsem pro zahájení úsilí o snižování spotřeby energií se stala mj. **ropná krize roku 1973**, kdy země OPEC snížily těžbu ropy a vyhlásily embargo na její dovoz do států podporujících Izrael v Jomkipurské válce¹¹. Vyspělé státy, kterých se to týkalo, si takto uvědomily závažnost důsledků přerušení dodávek ropy a začaly uvažovat o strategii snížení energetické závislosti (která se netýká výhradně ropy, ale i dalších fosilních paliv). Reagovaly především rychlým zvyšováním energetické účinnosti.

Cest ke snížení závislosti na dodávkách fosilních paliv existuje několik: energetické úspory (negawatt), co nejefektivnější využívání stávajících zdrojů energie a využívání alternativ pro výrobu energií. Mezi tyto alternativy patří na jedné straně jádro a na druhé straně obnovitelné zdroje energie. OZE mají ve srovnání s jádrem tu výhodu, že u nich nehrozí nebezpečí

¹¹ Pátá arabsko-izraelská válka (propukla v říjnu 1973).

zneužití, které je zvláště aktuální v souvislosti s teroristickými útoky posledních let. Zařízení na využívání energie z OZE jsou tedy bezpečnější, neboť nejsou atraktivním cílem útoku.

OZE jsou k dispozici v místě výroby energie, a proto nehrozí náhlé zastavení dodávek v důsledku politického rozhodnutí.

7. PODPORA OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE V POLITICKÉM A LEGISLATIVNÍM KONTEXTU

Energie, ať už ve formě elektřiny nebo tepla, je nedílnou součástí života člověka, a proto je nezbytné, aby si lidstvo zajistilo její bezpečný přísun. Spotřeba energií se dlouhodobě zvyšuje ruku v ruce s demografickým vývojem a především také s industrializací a hospodářským růstem. Ve druhé polovině dvacátého století se však začaly objevovat důvody pro pečlivější zvažování energetické politiky (viz kap. 6, především se jedná o změnu klimatu). Jejich důsledkem je mimo jiné snaha o podporu OZE na politické a legislativní úrovni.

7.1 GLOBÁLNÍ ÚROVEŇ – SVĚT

OZE se postupně stávají tématem řešeným i na globální úrovni. Stávají se součástí opatření navrhovaných v reakci na některé globální problémy. Jedná se o řešení energetických problémů v rozvojových zemích v oblastech bez rozvodných energetických sítí a zejména o tzv. poruchy klimatu neboli globální oteplování a s tím související potřebu snížení emisí skleníkových plynů, jejichž významným producentem je konvenční energetika (spalování fosilních paliv).

Změna klimatu byla zmíněna již v Akčním plánu **Konference OSN o lidském životním prostředí**, která se konala v roce 1972 ve Stockholmu. Sedm let nato, v roce 1979, bylo na **první Světové klimatické konferenci** pořádané Světovou meteorologickou organizací (WMO) vysloveno varování, že rostoucí koncentrace skleníkových plynů může narušit přirozený klimatický systém Země.

V roce 1987 vyšla zpráva Světové komise pro životní prostředí a rozvoj s názvem **Naše společná budoucnost**, jejímž úkolem bylo formulovat globální program proměny. Díky této zprávě se téma ochrany klimatu dostalo do politické agendy mnoha států. Zpráva se mj. zabývá „klasickými“ zdroji ohrožení životního prostředí, jako je průmysl či energetika. V této oblasti navrhuje mj. i technokratická řešení, mezi něž patří vedle vědy a výzkumu, či rozvoje úsporných technologií, také využívání OZE.

O rok později, v roce 1988, byl společnou iniciativou WMO a Programu životního prostředí při OSN (UNEP) založen **Mezivládní panel pro změnu klimatu (IPCC)**, což je skupina světových vědců, jež hodnotí dosavadní vědecké poznatky z této oblasti, připravuje odborné podklady pro politická jednání a vydává hodnotící zprávy¹². Panel byl rozdělen na tři pracovní skupiny s následujícím zaměřením: hodnotit stávající stav vědění o změně klimatu, zkoumat

¹² Vydány v letech 1990 (aktualizace 1992), 1995, 2001 a 2007).

environmentální, ekonomické a společenské vlivy změny klimatu a konečně formulovat strategie reakce (response). Pracovní skupina zabývající se strategií reakce navrhla krátkodobá i dlouhodobá opatření na omezení a přizpůsobení se globálnímu oteplování s důrazem na společnou, ale diferencovanou odpovědnost rozvinutých a rozvojových zemí, z nichž nejdůležitější je omezení emisí skleníkových plynů. Byly ustanoveny čtyři podskupiny zabývající se následujícími oblastmi: energetika a průmysl; zemědělství, lesnictví a další aktivity člověka; management pobřežních oblastí; management a využívání zdrojů.

Velmi ambiciózní výzva byla vyslovena na **Konferenci o změnách v atmosféře**, která se konala v roce 1988 v Torontu. Byla adresována rozvinutým zemím, po nichž požadovala snížení emisí CO₂ o 20 % a zlepšení energetické účinnosti o 10 % do roku 2005, přijetí technologických změn, které by umožnily dosažení těchto cílů atd. Těchto cílů však nebylo dosaženo.

Dalším významným bodem se stal rok 1992, kdy se konala **Konference OSN o životním prostředí a rozvoji** v Riu de Janeiro. Jejím výstupem se stal rozsáhlý dokument **Agenda 21**, která zmiňuje význam využívání obnovitelných zdrojů v deváté kapitole zaměřené na ochranu atmosféry v rámci programové oblasti „Podpora udržitelného rozvoje“, kde je energetice věnována hned první podkapitola. Význam využití obnovitelných zdrojů energie je zde odůvodněn následovně: *„Potřeba omezovat emise skleníkových a jiných plynů a látek do atmosféry bude muset být ve stále větší míře založena na efektivitě výroby, dopravy, distribuce a spotřeby energie a na stále větším využívání environmentálně šetrnějších energetických systémů, především nových a obnovitelných zdrojů energie.“* (Agenda 21).

Kromě Agendy 21 byla na této konferenci přijata **Rámcová úmluva o změně klimatu** (UNFCCC), která vychází z 1. zpracované analýzy spalování fosilních paliv. V platnost vstoupila v roce 1994. Nepodařilo se dojednat konkrétní závazky, avšak byla dohodnuta pravidelná jednání stran úmluvy (COP, Conference of the Parties). Na třetím z nich konaném v Kjótu v roce 1997 byl přijat **Kjótský protokol k Úmluvě**, který již stanovuje smluvním stranám konkrétní závazky¹³ na snížení emisí skleníkových plynů oproti úrovni roku 1990 do kontrolního období 2008 – 2012 a kromě toho navrhuje možné cesty, jak tohoto cíle dosáhnout. Jedním z navržených opatření je také využívání OZE. Protokol vstoupil v platnost v roce 2005 poté, co byl ratifikován Ruskou federací. V současné době (stav k 12. 12. 2006) je ratifikován celkem 166 státy.

¹³ Celková výše závazku je 5,2 %, jeho výše se liší pro jednotlivé státy. Výše závazku pro země EU včetně ČR je 8 %.

Další jednání stran Úmluvy se již zaměřila na přípravu mechanismů umožňujících splnění závazků stanovených v Protokolu. Na v pořadí sedmém z nich konaném v roce 2001 v Marrákeši (Maroko) byla specifikována pravidla pro tzv. kjótské flexibilní mechanismy, jejichž účelem je podpořit plnění závazků vyplývajících z Kjótského protokolu tím, že umožní státům Úmluvy snižovat emise tam, kde je to z ekonomického hlediska nejefektivnější. Jedná se o následující nástroje: **projekty společné implementace (joint implementation, JI), mechanismus čistého rozvoje (clean development mechanism, CDM), mezinárodní obchodování s emisemi (international emissions trading, IET)**. První dva nástroje jsou založeny na podobném principu: státy dodatku I mohou realizovat projekt na snížení emisí v jiné (hostitelské) zemi, kde je to finančně i technicky výhodnější. (V případě JI v zemi dodatku I, v případě CDM v zemích, které nejsou součástí dodatku I.) Verifikací úspor emisí skleníkových plynů dosažených projektem vznikají v případě JI tzv. kreditní jednotky snížení emisí (Emission Reduction Units, ERU; 1 ERU = snížení emisí ekvivalentní 1 tuny CO₂) a v případě CDM tzv. certifikované redukční jednotky (Certified Emission Reductions, CER, 1 CER = 1 ERU), které využívá investorská země ke splnění vlastního závazku na snížení emisí. Velmi často se jedná o projekty z oblasti OZE, dále např. z oblasti nakládání s odpady nebo zemědělství.

V roce 2002 se v Johannesburgu konala další konference OSN, **Konference o udržitelném rozvoji**, která se rovněž zabývala problematikou OZE. Zmiňuje je ve svém Implementačním plánu v rámci podkapitoly „Energetika“ v kapitole „Změna neudržitelných vzorců výroby a spotřeby“.

V posledních měsících byly vydány dva významné dokumenty týkající se změny klimatu, a to na podzim 2006 Sternova zpráva a v únoru 2007 zpráva IPCC. **Sternova zpráva** předkládá analýzu dopadů globálního oteplování na globální ekonomiku. Apeluje na okamžité zahájení aktivit v rámci boje proti klimatu. Pokud by lidstvo začalo jednat okamžitě, mohly by náklady na tyto aktivity představovat „pouze“ 1 % z globálního rozpočtu. V opačném případě by se mohly vyšplhat až na 20 % (Stern Review: The Economics of Climate Change – Summary of Conclusions).

Zpráva IPCC, která je první po zprávě z roku 2001 a na níž se podílely stovky vědců z celého světa, zvyšuje vědeckou jistotu toho, že současné tempo globálního oteplování má antropogenní příčiny a zpřesňuje údaje uvedené ve zprávě z roku 2001. Uvádí např., že do konce 21. století se teplota na Zemi zvýší o 1,1 až 6,4°C. Za nejpravděpodobnější se považuje oteplení od 1,8 do 4,0°C (IPCC 2007).

7.2 MEZINÁRODNÍ ÚROVEŇ – EU

Na úrovni EU se o otevření debaty o opatřeních pro využívání OZE, identifikaci cílů a překážek v této oblasti pokusila **zelená kniha o OZE „Energy for the Future – Renewable Sources of Energy“** z 20. 11. 1996. Podíl energie z OZE na celkové hrubé spotřebě energie činil v té době 6 %, přičemž zelená kniha požadovala jeho zdvojnásobení (zvýšení na úroveň 12 %) do roku 2010. Zároveň také definovala výhody a překážky využívání OZE a apelovala na význam zapojení jednotlivých členských států.

Na Zelenou knihu o OZE navázala **bílá kniha o OZE** se stejným názvem „**Energy for the Future – Renewable Sources of Energy**“ z 26. 11. 1997, která již obsahuje strategii ES pro dosažení cíle 12 % elektřiny z OZE do roku 2010. Mezi očekávané přínosy zvýšení podílu OZE patřilo snížení emisí CO₂ (cca o 400 x 10⁶ t ročně), snížení míry závislosti na dovozu fosilních paliv (cca o 17,5 %), rozvoj domácího průmyslu, vývoz zařízení na výrobu energie z OZE, tvorba pracovních příležitostí (odhad: 700 000).

Bílá kniha také navrhuje opatření pro dosažení výše uvedeného cíle: stanovení adekvátní výše úhrady energie z OZE, daňové výhody, výhodné půjčky, dotace, cílená propagace atd.

Zdroj energie	Podíl v 1995 (TWh)	Podíl v 2010 (TWh)	Nárůst (%)
Biomasa	22,5	230	922,2
Vodní energie	307	355	15,6
Větrná energie	4	80	1900
Fotovoltaika	0,03	3	9900
Geotermie	3,5	7	100
Celkem	337	675	100

Tabulka 3 Navržený cíl pro zvýšení podílu jednotlivých OZE pro rok 2010; zdroj: European Commission 1997.

Cíl stanovený v dokumentu typu zelené knihy není pro členské státy závazný, představuje pouze doporučení, politickou metu. Naproti tomu směrnice je dokument, jehož cíl je závazný pro všechny státy, kterým je adresován, avšak cestu k jeho dosažení si může každý stát zvolit individuálně. **Směrnice 2001/77/ES o podpoře elektřiny vyrobené z obnovitelných zdrojů energie na vnitřním trhu s elektřinou** vytyčuje cíl dosažení podílu 22,1 % výroby elektřiny z OZE na celkové hrubé domácí spotřebě elektřiny na úrovni ES do roku 2010 (výše závazku pro ČR činí 8 %¹⁴). Impulsem pro vydání směrnice byly mj. následující skutečnosti: Potenciál

¹⁴ Česká republika se v přístupové smlouvě (Akt o přistoupení v příloze č. II, kapitole 12, A bod 8 a) zavázala ke splnění indikativního cíle ve výši 8% podílu elektřiny z OZE na hrubé domácí spotřebě v ČR v roce 2010.

OZE byl toho času nedostatečně využíván. OZE by měly být upřednostňovány, protože jejich využívání přispívá k ochraně ŽP. Z využívání OZE může vyplývat vznik pracovních míst na lokální úrovni. Zvýšené využívání OZE by přispělo k dodržení závazku z Kjótského protokolu. Je důležité učinit elektřinu z OZE konkurenceschopnou a atraktivní pro občany EU.

Směrnice zakotvuje mj. následující povinnosti: Reporting jednotlivých členských států Evropské komisi o dosaženém pokroku v naplňování cílů směrnice (článek 3), zaručení původu elektřiny z OZE prostřednictvím vydávání osvědčení o původu (článek 5), odstranění administrativních a jiných překážek zabraňujících výstavbě zařízení na výrobu elektřiny z OZE a zajištění objektivních, transparentních a nediskriminujících předpisů (článek 6), zajištění záruky přenosu a distribuce elektřiny z OZE přenosovými a distribučními sítěmi a neznevýhodnění elektřiny z OZE poplatky za přenos a distribuci (článek 7). Tato směrnice měla být členskými státy transponována do národních předpisů do 27. 10. 2003 (článek 9).

Význam obnovitelných zdrojů energie je zmíněn také v **zelené knize „Towards a European strategy for the security of energy supply“** z roku 2000. To, že jsou OZE jedním z nejaktuálnějších témat na úrovni EU, dokazuje např. Memorandum Evropské environmentální kanceláře (EEB) k německému předsednictví v EU z ledna 2007.

Evropská komise předložila začátkem roku 2007 návrh **nové energetické politiky**, která obsahuje celou řadu ambiciózních cílů, mj. v oblasti OZE (viz např. Euraktiv online 2007). Patří mezi ně např.:

- Mezinárodní cíl snížení emisí skleníkových plynů vyspělými zeměmi o 30 % vzhledem k úrovni roku 1990 do roku 2020.
- Unilaterální závazek EU dosáhnout alespoň 20 % snížení emisí skleníkových plynů vzhledem k úrovni 1990 do roku 2020.
- Cíl dosáhnout 20 % energetických úspor do roku 2020, a to ekonomicky přijatelným způsobem.
- Závazný cíl zvýšení podílu OZE na celkové spotřebě energie v EU na 20 % do roku 2020 a dosažení alespoň 10 % podílu biopaliv.

OZE jsou podporovány také prostřednictvím dotačních programů v rámci strukturálních a kohezních fondů, mezi něž patří **„Inteligentní energie pro Evropu“** a **„Altener“**.

7.3 NÁRODNÍ ÚROVEŇ – ČR

Jisté zvýhodnění elektřiny z OZE je zakotveno již v **Zákoně č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích (Energetický zákon)**, který byl naposledy novelizován zákonem č. 91/2005 sb. Jedná se o výjimky pro udílení licencí, kde žadatel o licenci na výrobu elektřiny z OZE (do instalovaného výkonu 200 kW_e) nebo tepelné energie z OZE (do instalovaného výkonu 1 MW_t) nemusí prokazovat finanční způsobilost a žadatel o licenci na výrobu elektřiny z OZE v zařízení do instalovaného výkonu 20 kW_e není povinen prokazovat odbornou způsobilost (§ 5). Zákon dále řadí podporu využívání OZE do působnosti Energetického regulačního úřadu (ERÚ) (§ 17), definuje obnovitelné zdroje energie a zakotvuje přednostní právo elektřiny z OZE na přenos a distribuci (§ 31).

Dále jsou OZE v české legislativě zmíněny v **Zákoně č. 406/2000 sb., o hospodaření energií se změnou č. 359/2003 Sb.**, který *„stanoví práva a povinnosti fyzických a právnických osob při nakládání s energií, zejména elektrickou a tepelnou, a dále s plynem a dalšími palivy. Přispívá k šetrnému využívání přírodních zdrojů a ochraně životního prostředí v České republice, ke zvyšování hospodárnosti užití energie, konkurenceschopnosti, spolehlivosti při zásobování energií a k trvale udržitelnému rozvoji společnosti“*.

Pojem obnovitelný energetický zdroj je zde vymezen jako *„využitelný energetický zdroj, jehož energetický potenciál se obnovuje přírodními procesy“* (zákon č. 406/2000 Sb.), přičemž je blíže specifikován vyhláškou MPO.

Hodnocení využitelnosti OZE má být součástí **Územní energetické koncepce**¹⁵. Za účelem uskutečnění tzv. **Národního programu hospodárného nakládání s energií a využívání jejích obnovitelných a druhotných zdrojů**¹⁶ mohou být poskytnuty dotace ze státního rozpočtu mj. na rozvoj využívání obnovitelných a druhotných zdrojů energie. Celkově z tohoto zákona přílišné výhody pro provozovatele zařízení na výrobu energie z OZE nevyplývají.

Dosti dlouhá a spleťtá byla cesta k **Zákonu č. 180/2005 sb. o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů** (v platnosti od 1. 1. 2006), který transponuje evropskou směrnicí

¹⁵ „Územní energetická koncepce vychází ze státní energetické koncepce a obsahuje cíle a principy řešení energetického hospodárství na úrovni kraje. Vytváří podmínky pro hospodárné nakládání s energií v souladu s potřebami hospodárského a společenského rozvoje včetně ochrany životního prostředí a šetrného nakládání s přírodními zdroji energie.“ (MPO 2004) Zpracovává se na dobu dvaceti let.

¹⁶ „Národní program hospodárného nakládání s energií a využívání jejích obnovitelných a druhotných zdrojů (dále jen „Program“) je dokument vyjadřující cíle týkající se snižování spotřeby energie, využití jejích obnovitelných a druhotných zdrojů v souladu s hospodárskými a společenskými potřebami podle zásady trvale udržitelného rozvoje a ochrany životního prostředí.“ (MPO 2004) V roce 2005 byl přijat Program na roky 2006 – 2009.

2001/77/ES. Pracovalo se na něm od února 2003, od původně navrhovaného systému kvót a zelených certifikátů¹⁷ se nakonec ustoupilo a byl schválen jiný systém, kdy má dodavatel elektřiny z OZE možnost volby mezi pevnými výkupními cenami a zelenými bonusy¹⁸. Zákon zakotvuje v § 4 přednostní připojení zařízení na výrobu elektřiny z OZE k distribuční nebo přenosové soustavě a povinnost výkupu této elektřiny provozovatelem distribuční nebo přenosové soustavy. Výrobce elektřiny z OZE má garantované výnosy z jednotky vyrobené elektřiny po dobu 15 let od uvedení zařízení do provozu, a to i v případě, že vyrábí pouze elektřinu pro vlastní spotřebu (zelené bonusy). V § 6 stanovuje Zákon působnost ERÚ v oblasti určování výše pevných výkupních cen a zelených bonusů vždy na kalendářní rok dopředu s tím, že jejich výše musí činit min. 95 % výše z předcházejícího roku. (Týká se nových zařízení uvedených do provozu v daném roce.)

Významnou součástí hospodářské politiky ČR je **Státní energetická koncepce (SEK)**. Tento dokument má být „*výrazem státní odpovědnosti za vytváření podmínek pro spolehlivé a dlouhodobě bezpečné dodávky energie za přijatelné ceny a za vytváření podmínek pro její efektivní využití, které nebudou ohrožovat životní prostředí a budou v souladu se zásadami udržitelného rozvoje. (...) Stanovuje komplexnější soubor priorit a dlouhodobých cílů, které bude Česká republika v energetickém hospodářství sledovat v rámci udržitelného rozvoje*“. (MPO 2004)

Mezi cíle stanovené tímto dokumentem patří také podpora výroby elektřiny a tepla z OZE v zájmu zajištění efektivní výše a struktury spotřeby prvotních energetických zdrojů. Stejně významnou prioritou je však na druhé straně také „*optimální využití všech vytěžitelných zásob hnědého i černého uhlí a dalších paliv*“ na území ČR a o něco méně významnou prioritou „*optimalizace využití jaderné energie*“. Jako nástroje k dosažení podpory OZE jsou zde zmíněny některé legislativní a politické dokumenty (především implementace směrnice 2001/77/ES) a podpora investic a výzkumu a vývoje (např. projekty VaV efektivního využití obnovitelných energetických zdrojů) v této oblasti. Dlouhodobým cílem (do roku 2030) je naplnění následující struktury spotřeby primárních energetických zdrojů: tuhá paliva 30 – 32

¹⁷ Tento systém funguje např. v Dánsku či Velké Británii. Stanovuje závaznou kvótu pro minimální podíl energie z OZE na celkové spotřebě energie, kterou musí naplnit každý dodavatel energie, a to buď prostřednictvím nákupu z OZE nebo prostřednictvím nákupu zelených certifikátů, které získává výrobce za vyrobenou elektřinu z OZE dodanou do sítě.

¹⁸ Minimální výkupní ceny umožňují veškerou vyrobenou elektřinu prodat provozovateli příslušné distribuční soustavy. Zelené bonusy (příplatky k tržní ceně elektřiny) umožňují uplatnit elektřinu vyrobenou z obnovitelných zdrojů na jednotném trhu s elektřinou

%, plynná paliva 20 – 22 %, kapalná paliva 11 – 12 %, jaderné palivo 20 – 22 %, obnovitelné zdroje¹⁹ 15 – 16 % (MPO 2004).

Obnovitelné zdroje jsou tématem dalších politických dokumentů, jejich podporu deklaruje např. Prohlášení vlády z ledna 2007.

¹⁹ 5 – 6 % podíl OZE na bto spotřebě elektřiny stanovený jako cíl pro rok 2005 nebyl splněn. V roce 2004 činil podíl OZE na PEZ 2,89 %, přesný údaj pro rok 2005 zatím není k dispozici. (Buřka, Rosecký 2005)

8. BIOMASA JAKO OBNOVITELNÝ ZDROJ ENERGIE

Jak již bylo řečeno, biomasa zahrnuje v nejširším smyslu slova veškerou organickou hmotu na Zemi. V kontextu této diplomové práce je však relevantní pouze biomasa pro energetické využití, která se získává především ze zbytků z výrobních procesů, ze zemědělství a lesnictví. V naprosté většině se jedná o biomasu rostlinného původu. (Při výrobě bioplynu je významné též využití zoomasy).

Škála druhů biomasy je široká, stejně jako škála způsobů jejího využití (viz kap. 8.3), členit ji můžeme podle různých kritérií.

8.1 ČLENĚNÍ ENERGETICKÉ BIOMASY PODLE FORMY

Základní přehled forem biomasy poskytuje následující tabulka:

BIOMASA	<p>FYTMASA: Pojem fytmasy zahrnuje veškeré organické látky rostlinného původu vzniklé na bázi fotosyntetické konverze solární energie (procesem fotosyntézy). Po jejím spálení nebo přirozeném rozkladu se vrací do atmosféry stejné množství CO₂, jaké jí bylo vázáno v průběhu života. Toto množství odpovídá 10 % celkového množství CO₂ v ovzduší. Kromě toho se uvolňuje předtím jímaná sluneční energie (cca 18 – 20 MJ/kg sušiny). Rostliny každoročně zpracovávají 200 mld. tun uhlíku, což odpovídá 400 mld. tun suché rostlinné hmoty. Přibližně 0,4 % z tohoto množství slouží pro výživu lidí a zhruba totéž množství se využívá pro energetické účely. (Brož, Šourek 2003)</p>	<p>DŘEVINY (lignocelulózové): Dřevo se energeticky využívá především prostřednictvím spalování. Velká část dřevní hmoty pro energetické využití se dále zpracovává (viz zejména kap. 8.2.2.8). V energetice lze dřevo využít především pro spalování a pyrolýzu, ale i pro fermentaci.</p>		
		<p>BYLINY: Nedřevnaté rostliny se dále dělí na několik podskupin, z nichž každá je v energetice vhodná pro jiné využití.</p>	<p>LIGNOCELULÓZOVÉ (obiloviny, trávy, ostatní): Jsou vhodné v suchém stavu pro spalování, v zeleném stavu pro výrobu bioplynu.</p>	
			<p>OLEJNATÉ (např. řepka, slunečnice, len): Jsou vhodné pro výrobu bioplynu a rostlinného oleje.</p>	
			<p>ŠKROBNOCUKERNATÉ (např. kukuřice, cukrová třtina, topinambur, cukrová řepa) lze využít především pro výrobu alkoholu.</p>	
	<p>ZOOMASA: Zoomasu pro energetické účely představují zejména zbytky živočišných tkání a živočišné tuky. Využívá se pro výrobu bioplynu procesem anaerobní fermentace, lze využít také např. pro pyrolýzu.</p>			
<p>OSTATNÍ: K biomase patří také různé druhy biodegradabilního organického odpadu (viz kap. 8.1.2.1 a 8.1.2.2).</p>				

Tabulka 4 Formy biomasy

8.2 ČLENĚNÍ BIOMASY PODLE ZPŮSOBU JEJÍHO VZNIKU

Biomasu pro energetické využití můžeme podle způsobu jejího vzniku členit na zbytkovou (reziduální) biomasu z výrobních procesů, recyklovanou biomasu z výrobků po ukončení jejich životnosti, palivové dřevo z lesního hospodářství a cíleně pěstovanou biomasu pro energetické využití.

8.2.1 ZBYTKOVÁ (REZIDUÁLNÍ) BIOMASA Z VÝROBNÍCH PROCESŮ

Sklizňové zbytky zemědělské prvovýroby

Do této skupiny se řadí především obilná, řepková a kukuřičná sláma a v menší míře také sekundární produkty sklizně dalších nedřevnatých zemědělských plodin.

Více než třetina obilné slámy se v zemědělství využívá jako stelivo, menší část (20 – 30 %) se zaorává do půdy, zbytek²⁰ se může využívat ve stavebnictví (izolační materiály, stavební desky), chemickém průmyslu (buničina, furfural) a pro výrobu energie. Energetický potenciál obilné slámy z 1 ha odpovídá cca 1200 – 1500 l topného oleje (Brož, Šourek 2003). Obilná sláma obsahuje stopové množství síry, cca 0,1 % (srovnej: hnědé uhlí – průměrně 1 %). Jejím problémem při spalování je tvorba strusky, proto by se měl popel co nejrychleji odstraňovat z oblasti spalování. Další nevýhodou je velmi nízká energetická hustota, z níž vyplývají velké nároky na skladovací prostor.

Sekundární produkty sklizně okopanin, krmných plodin a zeleniny vykazují vysoký obsah vlhkosti (70 – 85 %), a proto by měly být zpracovány technologií bioplynu. Průměrný obsah energie je 17,5 MJ/kg sušiny (Brož, Šourek 2003).

Těžební odpad z lesního hospodaření

Odpadní biomasa z lesního hospodaření se dělí na průklestové dřevo, dřevo z prořezávek (obvykle $\varnothing < 7\text{cm}$, tzv. hroubí), dřevo z probírek, a na odřezané dřevo a vrcholové části z obnovní těžby. S ohledem na jistá omezení (ekologická, lesnická, územní) lze očekávat 47 % podíl výtěžku dřeva ve formě zbytkového dřeva, což odpovídá cca 5,6 mil. tun (Brož, Šourek 2003).

Biomasa z údržby břehových porostů, městské a krajinné zeleně (např. parky, stromořadí)

Jedná se především o dřevo nebo posekanou trávu. Mj. patří do této skupiny velmi diskutovaná křídlatka, což je nepůvodní planě rostoucí rostlina, která vytváří značně velké množství nadzemní hmoty (až 30 t/ha), a proto by z tohoto pohledu byla vhodná pro záměrné pěstování pro energetické účely. Proti němu však mluví často nekontrolovatelné šíření této rostliny v krajině a její schopnost absorbovat těžké kovy z půdy kořenovým systémem, což by mělo negativní vliv na složení emisí při spalování (blíže viz kap. 6). Tento aspekt odráží vyhláška č. 482/2005 Sb., jejíž příloha č. 2 stanovuje seznam invazivních a expanzivních

²⁰ Energetické využití slámy: Podle většiny odborníků lze využívat 25 – 33 % každoroční produkce slámy pro průmyslové a energetické účely, aniž by byla negativně ovlivněna úrodnost půdy (Andert 2003).

rostlin (včetně křídlatky české, japonské i sachalinské). Energetické využití biomasy z těchto rostlin má nárok na podporu pouze v případě, že se jedná výlučně o rostliny získané odstraněním z jejich stávajících stanovišť.

Spalitelný odpad z dřevozpracujícího a papírenského průmyslu

Mezi odpady z papírenského průmyslu patří celulózové výluhy, jejichž podíl na výrobě elektřiny z biomasy v roce 2005 byl 40,3 %. (MPO 2006). Objemově významnější je však produkce odpadů z dřevozpracujícího průmyslu.

Organické zbytky z živočišné výroby

Do této skupiny patří zejm. chlévská mrva a kejda, které se využívají k výrobě bioplynu. Jejich energetická výtěžnost je však poměrně nízká, proto je stavba těchto bioplynových stanic smysluplná pouze v bezprostřední blízkosti zemědělských podniků. Zde je totiž možné využít produkci zelené hmoty pro kofermentaci. Podíl kejdy ve fermentační směsi by neměl přesáhnout 50 %. Kejda zde plní funkci naředění směsi a díky zelené hmotě se zvyšuje energetická výtěžnost směsi (Jiránek 2007).

Organické zbytky ze zpracovatelského průmyslu

Jedná se zejména o zbytky z průmyslu mlékárenského a potravinářského (rostlinné obaly olejnatých semen – např. slunečnice, živočišné tkáně a tuky, které jsou vhodnější pro výrobu bioplynu než pro spalování atd.).

Komunální organické odpady

Skupina komunálních organických odpadů je tvořena jednak kaly z odpadních vod, jednak organickou složkou komunálního odpadu (mj. zbytky potravin).

8.2.2 BIOMASA Z VÝROBKŮ PO UKONČENÍ JEJICH ŽIVOTNOSTI

Biomasa tohoto typu bývá silně kontaminována nejrůznějšími chemickými prostředky, proto je pro její spalování nutná speciální konstrukce topenišť s vyšší teplotou spalování a náročnějším čištěním spalin, aby bylo eliminováno nebezpečí úniku toxických látek do ovzduší.

Patří sem odpadní dřevo ze stavebního průmyslu, vyřazené palety nebo dřevěné výrobky.

8.2.3 CÍLENĚ PĚSTOVANÁ BIOMASA PRO ENERGETICKÉ VYUŽITÍ

Cíleně pěstovaná biomasa pro energetické využití (dále jen energetická biomasa) představuje rostliny pěstované primárně za účelem energetického využití. V rámci této skupiny se rozlišují energetické byliny a rychle rostoucí dřeviny (blíže viz kap. 9.1 a 9.2).

8.2.4 PALIVO Z LESNÍHO HOSPODAŘENÍ

Produktem lesního hospodaření je mj. také sortiment paliva, který zahrnuje části stromů nevhodné pro průmyslové zpracování o průměru nad 7 cm. Vyrábí se ve všech těžebních stupních – v prořezávkách, v probírkách i při obnovní těžbě (Jiránek 2007).

8.3 MOŽNOSTI VYUŽITÍ BIOMASY

Biomasa má v energetice velmi široké využití, používá se jak pro výrobu tepla, tak pro výrobu elektřiny (z hlediska efektivnosti je ideální kombinace obojího – tzv. kogenerace), a kromě toho také k výrobě pohonných hmot²¹. Biomasu můžeme díky jejímu charakteru zařadit jak do kategorie malých (lokálních), tak středních až velkých zdrojů energie (Hrdlička 2003).

Před vlastním energetickým využitím se biomasa ve většině případů více či méně upravuje. Jediným způsobem přímého energetického využití je spalování, v ostatních případech se jedná o výrobu sekundárních nosičů energie, jak ukazuje následující tabulka. (I pro spalování se však mohou využívat upravená paliva, sekundární nosiče energie.)

TYP KONVERZE BIOMASY	ZPŮSOB KONVERZE BIOMASY	ENERGETICKÝ VÝSTUP	ZPŮSOB VYUŽITÍ
Termochemická konverze (suché procesy)	Spalování	Teplo vázané na nosič	Výroba elektřiny, tepla
	Zplynování	Generátorový plyn	Výroba elektřiny, tepla, PHM
	Pyrolýza	Generátorový plyn, olej, suroviny pro chemický průmysl	Výroba elektřiny, tepla, PHM
Biochemická konverze (mokrý procesy)	Anaerobní fermentace	Bioplyn	Výroba elektřiny, tepla, mechanické energie, PHM
	Aerobní fermentace	Teplo vázané na nosič	Energeticky se téměř nevyužívá
	Alkoholová fermentace	Etanol, metanol	PHM
Fyzikálně-chemická konverze	Esterifikace olejů	Metylester biooleje	PHM
Mechanické přeměny biomasy	Štípnání, drcení, lisování, briketování, peletování, mletí atd.	Tuhá paliva – polena, štěpka, brikety, pelety	Výroba elektřiny, tepla
	Lisování za studena	Olej lisovaný za studena	PHM

Tabulka 5 Využití biomasy k energetickým účelům.

²¹ Z hlediska ochrany přírody je významné také nahrazení ropných mazadel odbouratelnými mazadly z biomasy (povinné využití např. v lesním hospodářství pro řetězové pily).

8.3.1 PŘÍMÉ ENERGETICKÉ VYUŽITÍ BIOMASY (SPALOVÁNÍ)

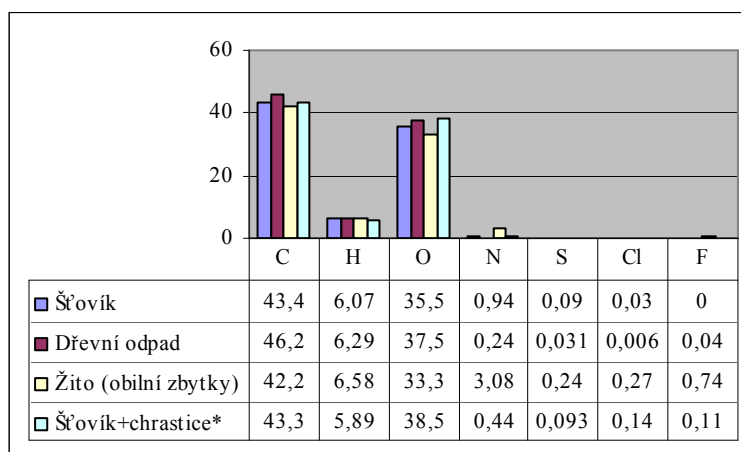
Proces spalování

Proces spalování fytomasy má čtyři fáze, které v ideálním případě probíhají současně: sušení (vypařování vody z paliva), pyrolýzu (zahřívání, rozklad organického materiálu na hořlavé plyny, destilační produkty a zuhelnatělý zbytek), spalování plynné složky paliva, spalování pevné složky paliva (za přístupu kyslíku vytváří zuhelnatělý zbytek paliva oxid uhelnatý, který dále oxiduje na oxid uhličitý).

O hoření se jedná pouze pod podmínkou přístupu kyslíku. Je-li palivo zahříváno bez přítomnosti vzduchu, uvolňuje se plyn, který je odváděn do spalovacího prostoru, kde je spalován podobně jako ostatní plynná paliva.

Fytomasa vhodná ke spalování a její složení

Rostlinná biomasa (fytomasa) vhodná ke spalování má v suchém stavu velmi podobné **chemické složení** nezávisle na tom, zda pochází z dřevnatých, dřevnatějících nebo slamnatých plodin. Hlavní podíl na prvkovém složení má **uhlík** (cca 50 %) a **kyslík** (cca 40 %), jednotkami procent (cca 5 – 7 %) je zastoupen **vodík**. Proto jsou také hodnoty **výhřevnosti** různých druhů suché fytomasy velmi podobné, pohybují se mezi 17,5 – 19,5 MJ/kg (Havlíčková, Weger 2003). Výhřevnost je tedy v praxi více ovlivňována obsahem vody než druhem biomasy. Větší odlišnosti ve složení se týkají dalších látek, zastoupených v malém množství. Příklad prvkového složení některých paliv uvádí Tabulka 6 (některé další prvky zastoupené ve stopovém množství zde nejsou uvedeny).



Tabulka 6 a graf 7 Elementární rozbory některých paliv (hm. %) ²²; zdroj: Hrdlička 2005.

²² Srovnej: obsah chlóru v hnědém uhlí: severočeská pánev – 0,24 hm. %, sokolovská pánev – 0,1 hm. %, lignit – 0,05hm % (geologické průzkumy 1992 – 1993, Fiala a kol. 2003).

Kvůli obsahu **chlóru** ve fytomase vznikají emise polychlorovaných dibenzodioxinů a dibenzofuranů (PCDD/F) a polychlorovaných bifenyků (PCB), přičemž obsah chlóru je poměrně vysoký zejména u obilnin. Nicméně bylo také dokázáno, že absolutní emise persistentních látek typu PCDD/F a PAH (polycyklické aromatické uhlovodíky) lze u standardizovaných paliv a u vhodně technologicky upravených kotlů udržet na úrovni, která splňuje požadavky stanovené pro velká spalovenská zařízení. Absolutní emise látek typu PCB jsou u biopaliv dokonce řádově nižší než hodnoty stanovené těmito požadavky (Hrdlička 2005). Chlór má také korozní účinky a jeho obsah může vést k snížené teplotě popela.

Předností biomasy je velmi nízký obsah **síry**, která při spalování přechází z největší části do plynné fáze (SO_2 a SO_3). Potom dochází ke zpětnému srážení na částicích polévatého popílku, čímž vzniká možnost nepřímé odpovědnosti za riziko koroze (Dubrovin, Jevič, Malat'ák 2006).

Obsah **draslíku** ve fytomase se projevuje nepříznivým působením při korozních procesech a snižuje teplotu tání popela. Velký podíl draslíku se váže v popelu, pročež může být zhodnocen jako hnojivo (Dubrovin, Jevič, Malat'ák 2006).

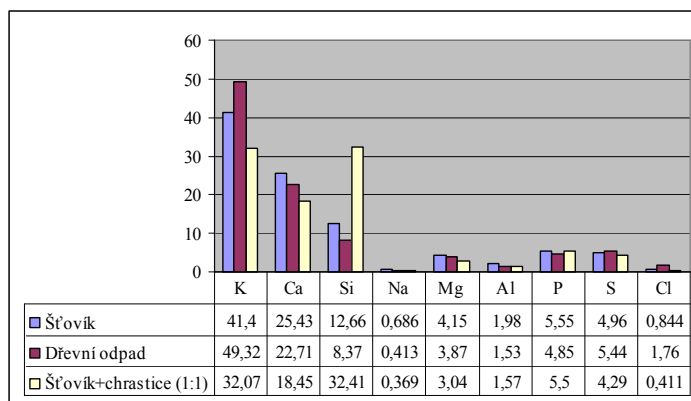
Obsah vápníku, hořčíku a fosforu zvyšuje teplotu tání popela, zvyšuje hnojivové hodnoty popela a váže do popela např. síru, čímž snižuje její podíl v plynných emisích.

Obsah **těžkých kovů** ve tkáních biomasy je oproti ostatním palivům velmi nízký. Rostliny jsou více či méně schopny je kořenovým systémem absorbovat z půdy (tuto schopnost má ve velké míře např. křídlatka). Větším problémem jsou těžké kovy obsažené v prachu, který se usazuje na tělech rostlin. Těžké kovy (hl. Cd, Zn a Pb) z velké části zůstávají v popelu, čímž značně ovlivňují jeho použitelnost jako hnojivo. Mají vliv na spékání popela, což je problematické hlavně u paliv s nízkými teplotami měknutí popela, např. u obilí (Dubrovin, Jevič, Malat'ák 2006). Při vysokých teplotách spalování se těžké kovy stávají součástí polévatého prachu, což je velmi nebezpečné ze zdravotního hlediska, a proto je důležité předcházet úniku těžkých kovů do ovzduší instalací technologie na jejich zachytávání (odlučovače, filtry aj.).

Prvkové složení fytomasy nezávisí pouze na druhu rostliny, ale také na **stanovišti**, kde byla rostlina vypěstována²³. Složení inertní složky sušiny biomasy je totiž výrazně ovlivněno půdním biotopem a pěstebními postupy jako hnojení nebo postřiky (Hrdlička 2005). Většina

²³ V rámci projektu MŽP (Hrdlička 2005) byla porovnáována emisní portfolia u spalování šťovíku z různých lokalit a byly prokázány významné odlišnosti.

energetických rostlin (např. šťovík uteuša) je charakterizována zvýšenou schopností čerpat z půdy těžké kovy, jsou-li v ní obsaženy.



Tabulka 7 a graf 8 Elementární složení popelů²⁴ – hlavní prvky; zdroj: Hrdlička 2005.

(údaje jsou uvedeny v hm. % jako oxidy s nejvyšším oxidačním stupněm daných prvků, kromě síry, fosforu a chlóru, které jsou uvedeny jako sírany, resp. fosforečnany a chloridy. Hodnoty jsou normalizovány na 100 %, obsah stopových prvků zde není uveden.)

Emise ze spalování fytohmasy obsahují také **oxidy dusíku (NO_x)**, které mohou být např. u spalování obilí vyšší ve srovnání se spalováním dřeva, mnohem nižší jsou však ve srovnání s emisemi z automobilismu. Produkce NO_x je závislá také na procesu spalování. Pozitivní efekt na emise NO_x má podle výsledků dlouhodobých zkoušek (Hrdlička 2005) recirkulace spalin, která se zároveň neutrálně nebo pozitivně projevovala na emisích CO.

Různé prameny (např. Kára 2006; Andert, Juchelková, Frydrych 2006) uvádějí, že některé druhy byliny (např. šťovík uteuša, většina travin, zejm. ovsík) se ve srovnání se dřevem vyznačují vysokou produkcí **oxidu uhelnatého (CO)**, což je však způsobeno především nedokonalostí spalování. Produkci emisí CO (ale také persistentních látek) lze snížit **optimalizací procesu spalování** neboli konstrukčním řešením spalovacího zařízení. Spalování by mělo probíhat při teplotách nad 1000°C za dostatečného přísunu vzduchu (cca 8-krát většího než při spalování hnědého uhlí). Důležitý je také co nejrovnoměrnější přívod paliva a jeho standardizovaná příprava (byla potvrzena vhodnost lisovaných pelet o průměru 8 mm, které umožňují rovnoměrný přívod paliva a dobrou účinnost spalování (Hrdlička 2005).

Kromě toho může předpoklady spalování zlepšit **přidání přísad** (příměs 1 – 2 % vápna snižuje tvorbu strusky a korozi) a sekundární opatření (instalace filtrů, katalyzátorů, čímž se však prodraží spalování).

²⁴ Při posuzování složení popelů z jednotlivých druhů biomasy je třeba brát v úvahu různý podíl popelovin, který je u dřeva cca desetkrát nižší než u šťovíku nebo jiných druhů energetických bylin (Hrdlička 2005).

Obsah **popelovin** je různý (u dřeva v průměru cca 1 %, u jiných druhů biomasy může dosahovat hodnot až kolem 5 % – Kára 2006). Problematickým faktorem je však nízká teplota tavení popelovin – kolem 800 °C (Hrdlička 2003), což může vést k zanášení výhřevných ploch ohniště obtížně odstranitelnými nánosy (spékání popela). Jak již bylo uvedeno, nízké teploty tavení popela jsou způsobeny přítomností prvků, které se do rostlin dostávají převážně z půdy.

Specifikem fytomasy jako paliva je především vysoký obsah **prchavého podílu hořlaviny** (Hrdlička 2003). Nezbytné je brát v potaz obsah síry, chlóru a těžkých kovů, jehož množství obsažené v biomase je sice stopové, avšak má vliv na tvorbu emisí. Emisně příznivé spalování biomasy je proto náročné na konstrukci spalovacího zařízení a přípravy paliva pro spalování (např. směsi jednotlivých druhů fytomasy).

Obecně lze říci, že při spalování biomasy je velmi důležitá dokonalost spalovacího procesu. (Jinak bude vypadat emisní portfolio biomasy spalované v domácích topeništích a ve speciálně konstruovaných kotlích.)

Spalování dřeva

Výhřevnost suchého dřeva (18 – 19 MJ/kg) se rovná zhruba polovině výhřevnosti ropných paliv. Musíme však počítat s určitým procentem vlhkosti, které činí v průměru 30 %. S rostoucí vlhkostí dřeva klesá také jeho výhřevnost (u dřeva s vlhkostí 30 % je výhřevnost cca 12,2 MJ/kg). Dalším faktorem snižujícím výhřevnost dřeva je činnost mikroorganismů, hub a plísní (Kára 2004).

Specifikem hoření dřeva je uvolňování velkého množství plynných látek (75 – 85 %), jež se spalují ve vzosu mezi roštem a komínem, což vyžaduje speciální konstrukci topenišť na dřevo, aby byla zajištěna efektivnost a šetrnost k životnímu prostředí. Celkově však lze říci, že dřevo je v kategorii fytomasy nejkvalitnějším palivem.

Spalování energetických bylin

Z nedřevnatých rostlin lze spalovat např. obilí či trávy. Stručný přehled nedřevnatých rostlin, které lze pěstovat pro energetické účely, a jejich základní vlastnosti (včetně jejich spalného tepla) a zemědělské postupy jsou uvedeny v příloze 1.

Podíl dusíku, síry a chlóru je u energetických bylin vyšší než u dřeva, vyšší podíl sodíku, hořčíku a fosforu snižuje teplotu tavení popelovin, která se pohybuje kolem 800 – 900°C, ve srovnání s 1100 – 1200°C u dřeva (Lyčka 2006). Byliny sklizené v suchém stavu (např. trávy)

jednak nevyžadují dodatečné dosoušení, jednak mají tu výhodu, že jsou živiny (hl. dusík) vtaženy do kořenového systému, což je pozitivní z hlediska emisí.

Využití

Spalování je velmi rozšířeným způsobem využití biomasy. Tímto způsobem se vyrábí jak tepelná, tak elektrická energie (vč. kombinované výroby elektřiny a tepla, tzv. kogenerace). Spalování lze provozovat jak v malém, lokálním měřítku (domácí topeniště), tak ve velkém (včetně spoluspalování, viz níže).

Spaluspalování

Zvláštní kapitolou je spoluspalování biomasy s fosilními palivy. Existují dvě základní metody spoluspalování, jednak přímé, kdy dochází ke spalování obou paliv v jednom topeništi, jednak nepřímé, kdy se uhlí a biomasa spalují odděleně na samostatných roštech. První způsob spoluspalování je technicky jednodušší a také levnější. Nicméně při spalování nemohou být zohledňovány odlišné vlastnosti obou paliv, nevyhoří všechna biomasa, a tudíž dochází k plýtvání jejím energetickým potenciálem. Druhý způsob spoluspalování je efektivnější, neboť mohou být zohledněny specifické vlastnosti obou druhů paliv.

8.3.2 NEPŘÍMÉ ENERGETICKÉ VYUŽITÍ (VÝROBA SEKUNDÁRNÍCH PALIV)

Výchozí podoba biomasy může být nevhodná pro přímou energetickou konverzi, proto je třeba ji přeměnit na sekundární nosič energie (různé formy zpracování – pelety, brikety, bioplyn, etanol, bionafta atd.), aby bylo možné optimální technické využití.

8.3.2.1 Pyrolýza

Proces pyrolýzy

Pyrolýza je fyzikálně-chemický děj patřící mezi reduktivní termické procesy, při nichž je v reakčním prostoru obsah oxidačního média (většinou kyslík) nulový nebo stechiometrický. „Podstatou pyrolýzy je ohřev materiálu nad mez termické stability přítomných organických sloučenin, což vede k jejich štěpení až na stále nízkomolekulární produkty a tuhý zbytek.“ Při teplotách kolem 200°C probíhá sušení a tvorba vodní páry, při teplotách mezi 200 – 500°C dochází k tzv. suché destilaci (přeměna makromolekulárních struktur na plynné a kapalné organické produkty a pevný uhlík), při teplotách nad 500°C se produkty vzniklé suchou destilací dále štěpí a transformují za vzniku pevných, kapalných a plynných látek – H₂, CO, CO₂ a CH₄ (Staf 2005). Problematický je obsah dehtu.

Využití

Pyrolýza je způsobem zužitkování, popř. odstraňování tuhých odpadů. Energií vzniklou při procesu pyrolýzy, která se nespotřebuje na ohřev vsázky, lze využít v kotlích na odpadní teplo k výrobě páry nebo teplé užitkové vody, případně jako chemickou surovinu nebo topný plyn např. pro motory kogeneračních jednotek. V poslední době se (především v USA) rozvíjí materiálové a energetické využití plynných a kapalných pyrolýzních produktů.

Biomasa zpracovávaná procesem pyrolýzy

Procesem pyrolýzy lze zpracovávat dřevní odpad, slámu obilovin a řepky nebo různé druhy energetických bylin (obsah vody do 12 %) a některé biodegradabilní odpady (zrno, staré pečivo).

8.3.2.2 Zplynování

Proces zplynování

Proces zplynování v podstatě navazuje na proces pyrolýzy, jedná se o další „zušlechťování“ pyrolýzního plynu. Jeho poslední fáze probíhá při teplotách kolem 1400°C. Účinnost zplynování může dosahovat hodnot přes 80 % (celková energetická účinnost včetně páry až přes 90 %).

Příklad využití plynu

Vzniklý plyn (výhřevnost cca 12 MJ/m³) se ochladí, zbaví prachových částic (vč. popelovin) a je shromažďován v plynojemu, odkud je veden do kogenerační jednotky. V kogenerační jednotce se vyrábí elektřina a teplo, přičemž odpadní teplo vzniklé chlazením válců spalovacího motoru a z horkých výfukových plynů lze využít pro sušení biomasy a čistírenských kalů. Kromě toho jej lze využít pro ohřev teplé užitkové vody nebo pro vytápění. Dalším produktem vedle plynu je koks využitelný pro ohřev reaktoru. (Projekt Biocrack, Bajer a kol. 2005)

Perspektivy

V ČR tyto technologie čelí zatím technickým problémům s čištěním plynu a nejsou komerčně zralé. Na jejich vývoji se nicméně pracuje. V zahraničí existují i úspěšné projekty tohoto typu, např. v Německu se touto technologií získávají alternativní PHM, v rakouském Güssingu lze nalézt kogenerační jednotky na zplynování biomasy (Jiránek, 2007).

Biomasa zpracovávaná procesem zplynování

Pro zplynování lze využít např. dřevní štěpky, slámy, ale také čistírenských kalů. Vlhkost vstupní suroviny by neměla překročit 30 %.

8.3.2.3 Anaerobní fermentace

Proces anaerobní fermentace

Proces anaerobní fermentace neboli metanogenního kvašení, jímž se vyrábí bioplyn, má tři etapy. Při hydrolýze dochází k přeměně organických látek na nižší rozpustné organické sloučeniny, při acidogenezi k přeměně na mastné kyseliny a konečně při metanogenezi k přeměně na metan, oxid uhličitý a další látky. Během celého procesu je nutné dodržovat podmínky (teplota, pH atd.) nezbytné pro činnost metanogenních bakterií, která by v opačném případě byla zpomalena nebo zastavena. Základní předpoklad pro stabilitu procesu je nepřítomnost kyslíku v prostoru fermentoru (vyhřívací nádrže), neboť má tlumivý účinek na celou reakci. Zabráněno by mělo být také vyšší koncentraci některých dalších látek (např. amoniaku, antibiotik atd.). Různé skupiny bakterií potřebují pro svou činnost jinou optimální teplotu²⁵. PH by mělo být při procesu anaerobní fermentace udržováno v rozmezí 6,7 – 7,6. Část bioplynu se využívá na zahřívání fermentoru na procesní teplotu, u dobře navržených zařízení činí toto množství do 10 % u špatně navržených zařízení až 80 % bioplynu (Energetik online).

Vlastnosti bioplynu

Bioplyn (dříve kalový plyn), což je **směs plynů** sestávající z **50 až 75 % z metanu**, z 25 až 40 % z oxidu uhličitého, z 1 až 3 % z dalších plynů (dusík, vodík, vzácné plyny, sirovodík, vodní páry). Představuje vysoce hodnotné palivo, jehož výhřevnost činí asi 70 % výhřevnosti zemního plynu (20,5 – 22 MJ/m³). Bioplyn je možné dále technologicky zpracovat na čistý metan, avšak výhřevnost samotného bioplynu dostačuje pro pohon spalovacích motorů, proto není tento postup v praxi využíván (Energetik online).

Energetická výtěžnost se velmi liší u bioplynu z různých surovin: u kejdy a chlévské mrvy je velmi nízká (60 kWh/t i méně), u zelené trávy je již mnohem vyšší (až 320 kWh/t), velmi dobrá je tato hodnota u kukuřice (až 500 kWh/t) a u odpadů z jatek (až 600 kWh/t) (Jiránek, 2007).

Biomasa využívaná k výrobě bioplynu

Při tomto procesu dochází k vyhnívání a rozkladu organických látek ve formě tuhých substrátů (např. chlévská mrva) nebo tekutých substrátů (např. kejda prasat, skotu). Tento typ substrátu je možné nakombinovat také s cíleně pěstovanými energetickými plodinami, zbytky

²⁵ Pro psychrofilní bakterie je tato teplota do 20°C, pro mezofilní 20 – 45 °C a pro termofilní nad 45 °C.

potravin, zomasou či biologickou složkou komunálního odpadu. Využitím optimálního složení substrátu by pak bylo možno maximalizovat množství vyprodukovaného bioplynu z jednotky substrátu, a tím zvýšit rentabilitu výroby (Andert 2003).

Pro anaerobní digesci je vhodná také čerstvá tráva obsahující velký podíl vody. Jejím přidáním do fermentační směsi lze zlepšit poměr C:N, který je v optimálním případě 30:1, u trávy 12 – 25:1, a u kejdy skotu 10:1. Na základě pokusů (Andert, Gerndtová 2006) bylo zjištěno, že optimální podíl sušiny trávy v celkové sušině směsi do bioplynových reaktorů je 35 – 50 %. Významná je také dezintegrace substrátu (trávy), tedy její fyzická úprava (pořezání, lisování), díky níž se zvyšuje produkce bioplynu. (Toto příliš neplatí u kvetoucích trav.)

Testovalo se také využití dřeva pro výrobu bioplynu, nicméně v tomto případě byl proces velmi náročný, dřevo bylo zhodnoceno jako nevhodné pro výrobu bioplynu.

Druhotný pozitivní efekt výroby bioplynu

Výhodou produkce bioplynu je skutečnost, že se při ní zpracovávají odpady, které nejsou vhodné pro spalování, za vzniku využitelného bioplynu a kvalitního hnojiva bez škodlivých účinků (u běžných organických hnojiv nebo orané slámy nelze vyloučit obsah patogenních látek či klíčících semen²⁶).

Využití a perspektivy

Bioplynu se využívá k přímému spalování a ohřevu teplotosného média, k výrobě elektrické energie, k pohonu spalovacích motorů pro získání mechanické energie a k chemické výrobě sekundárních produktů bioplynu. Ve skandinávských zemích se bioplyn upravený na téměř stoprocentní metan dodává do plynárenských sítí nebo výrobcům tepla, využívá se také jako PHM. U nás by byl prodej bioplynu do plynárenské sítě za ekvivalentní cenu zemního plynu zhruba o čtvrtinu méně ekonomicky výhodný než výroba elektřiny z bioplynu. Při využití v dopravě je bioplyn zhruba dvakrát lépe ekonomicky zhodnocen než při výrobě elektřiny. Rozvoj jeho využití v dopravě je zatím problematický mj. kvůli nedostatečné síti čerpacích stanic. Velkou šanci má využití bioplynu z čistíren odpadních vod ve velkých městech jako pohon prostředků MHD, vozidel technických služeb aj.

²⁶ Pokud se v substrátu pro výrobu bioplynu vyskytují semena, je nezbytné, aby fermentační proces trval alespoň 60 dní (u lilkovitých ještě déle), má-li být zaručen rozklad semen (Jiránek 2007).

Skládkový a kalový plyn

Podobným způsobem lze vyrábět také plyn z kalů v čistírnách odpadních vod a z biologické složky komunálního odpadu na skládkách tuhého komunálního odpadu²⁷.

8.3.2.4 Aerobní fermentace

Proces aerobní fermentace

Aerobní fermentace je poměrně dlouhodobý (řádově měsíce až roky) proces výroby kompostů provzdušňováním. Její průběh je charakterizován rychlým růstem teploty při startu a postupnou dekompozicí organické hmoty.

Biomasa vhodná pro aerobní fermentaci

Složení kompostové zakládky může být podobné jako složení fermentační směsi při anaerobní fermentaci. Jako příměs lze využít např. také dřevní štěpku, která může pomoci zlepšit poměr C:N. Tento poměr je u štěpky široký, cca 80 – 120:1. Její fyzická struktura zvýší provzdušnění kompostu (max. velikost jednotlivých segmentů štěpky by neměla přesahovat 5000 mm³). Výsledky polně-laboratorních pokusů (Burg, Kulík 2006) ukázaly, že optimální podíl štěpky v zakládce je cca 30 %. Optimální chemické složení pro aerobní fermentaci má travní fytomasa – poměr C:N cca 18 – 35:1 (Váňa, Muňoz, Havrland 2001). Její negativní fyzikální vlastností je však nízká objemová hmotnost, což způsobuje vznik anaerobních zón ve spodních vrstvách zakládky, kde dochází k hnití trávy doprovázené zápachem. K travní biomase je proto vhodné přidávat ornici a lignocelulózový substrát (např. výše zmíněnou štěpku). Příliš široký poměr C:N lze vyrovnat přidávkem dusíku, ideálně ve formě zvířecích fekálií.

²⁷ Skládkový plyn (Brož, Šourek 2003).

Skládky tuhého komunálního odpadu (TKO) nejsou z hlediska vlivu na životní prostředí příliš šetrným způsobem jeho likvidace. Mimo jiné (zábor půdy, nebezpečí kontaminace podzemních vod) vzniká při mikrobiologickém rozkladu jeho organických složek již zmíněný skládkový plyn, který má vysoký obsah metanu a CO₂, a tím pádem také výrazným způsobem zesiluje skleníkový efekt. Nově budované skládky již proto musí být vybaveny odplyňovacími zařízeními, které může být doplněno zařízením na využití energie skládkového plynu (výtopna nebo kogenerace, úpravna na zemní plyn).

Ke vzniku skládkového plynu dochází v několika fázích. Nejprve je při aerobní fázi (několik týdnů), tedy za přítomnosti vzdušného kyslíku aerobními organismy rozkládána organická hmota a dochází k zahřívání lože skládky a k produkci energeticky nevyužitelného CO₂ a vzdušného kyslíku. Další tři fáze již probíhají bez přístupu vzduchu. Při kyselém kvašení pokračuje mikrobiologická degradace organických hmot, při níž se vyčerpá přítomný kyslík, postupně se změní kultury ve skládce a pH ke konci této fáze dosahuje 6,5 – 6,6. Produktem je vedle CO₂ také již měřitelné množství vodíku. Dále nastává fáze nestabilního metanového kvašení, jehož podmínkou je nárůst pH substrátu na hodnotu 6,8 – 7,8. Při poslední fázi, při stabilním metanovém kvašení, která probíhá po dostatečném rozmnožení metanogenních bakterií až do vyčerpání kvasícího substrátu, dochází k tvorbě skládkového plynu s následujícím složením: 52 – 70 % obj. metanu, 25 – 45 % obj. CO₂, 1 – 3 % N₂.

Složení skládkového plynu ovlivňuje především složení TKO a vlhkost a teplota v tělesu skládky. Výhřevnost skládkového plynu je úměrná obsahu metanu (při obsahu 52 % činí cca 17,5 MJ/m³, při obsahu 70 % cca 23 MJ/m³).

Výsledné produkty

Produkty aerobní fermentace jsou: fermentační zbytek, resp. hnojivý substrát (se sníženou klíčivostí semen včetně plevelů, lze využít pro výrobu kompostů a certifikovaných hnojiv), bioplyn složený z plyných emisí CO₂, CH₄, NH₃ (skleníkové plyny), emisí pachových látek a vodní páry (výsledný bioplyn má nižší podíl metanu než bioplyn z anaerobní fermentace, jeho využití je nerentabilní (Jiránek, 2007).

Perspektivy

Do budoucna lze počítat s povinností přechodu aerobních kompostáren na anaerobní, resp. zajištění likvidace plyných emisí a odbourání pachové zátěže, a to z důvodu zamezení úniku emisí skleníkových plynů v souvislosti s legislativou EU (hovoří se o horizontu 5 roků). Význam aerobní fermentace pro energetiku není příliš velký.

8.3.2.5 Alkoholová fermentace

Proces alkoholového kvašení

Při alkoholovém kvašení se prostřednictvím mokré organické fermentace a následné destilace získává z rostlin s vysokým obsahem cukru a škrobu (např. obiloviny, řepa, brambory, cukrová třtina, ovoce atd.) vysokoprocenní alkohol, etanol. Při alkoholovém kvašení vznikají také vedlejší produkty (např. glycerín), proto se výtěžnost pohybuje mezi 90 – 95 %. Teoreticky (při výtěžnosti 100 %) lze z 1 kg cukru získat 0,65 l čistého etanolu (Energetik online).

Biomasa vhodná pro výrobu biolihu

Nejvhodnější pro tento účel jsou substráty s obsahem cukru zkvašujícího za nepřístupu vzduchu, substráty obsahující škroby nebo dřevní celulózu je nejprve nutno rozložit na zkvasitelné cukry.

Vlastnosti a využití biolihu

Etanol se využívá jako kvalitní palivo pro spalovací motory. Má antidetonační²⁸ vlastnosti, jeho nedostatek, působení koroze motoru kvůli schopnosti vázat vodu, lze odstranit přidáním aditiv.

²⁸ Antidetonační – působící proti klepání a tvrdému chodu spalovacího motoru.

8.3.2.6 Extrakce rostlinného oleje

Proces výroby

Olej se odděluje z rostliny nebo jejího plodu chemickou extrakcí nebo mechanickým vylisováním. Využitelné jsou i vedlejší produkty extrakce: např. řepkový šrot jako krmivo pro zvířata a řepková sláma jako palivo. Výnosy řepkové slámy činí cca 2 t (suš.)/ha, což odpovídá energetickému výnosu max. 25 GJ/ha (Jiránek, 2007).

Biomasa vhodná pro extrakci rostlinného oleje

Pro extrakci rostlinného oleje se v našich zeměpisných šířkách používá např. slunečnice, řepka, len či pryšec (*Euphorbia*), přičemž daleko nejvýznamnější je řepka.

8.3.2.7 Esterifikace

Proces výroby metylesteru oleje

Esterifikace je proces substituce metylalkoholu za glycerin, při němž se olej lisovaný z olejnatých semen (řepka, len, slunečnice) mění na metylester oleje.

Vlastnosti a využití metylesteru oleje

Metylester oleje se využívá jako substitut motorové nafty. Má podobné vlastnosti a výhřevnost, avšak jeho rozklad v přírodě je několikrát rychlejší, protože je jeho využívání šetrnější k životnímu prostředí. Emisní hodnoty pro CO a SO₂ jsou výhodnější než u motorové nafty, o něco vyšší jsou emise NO_x, což lze eliminovat seřízením motoru. Problém představuje zředění motorového oleje při použití bionafty a používání při nižších teplotách (už při +5°C problémy při startování, pod bodem mrazu problémy s dopravou k nádrži, řešením jsou vhodná aditiva).

Výroba MEŘO je dotována státem, přičemž celková efektivnost této podpory je podle studie Zeleného kruhu (2004) zpochybnitelná.

8.3.2.8 Mechanické úpravy biomasy

Za účelem energetického využití se spaluje dřevní hmota a sláma, které se před samotným spalováním obvykle mechanicky upravují. Jedná se o řezání dřeva na polena vhodných délek, o drcení nehomogenního dřevěného odpadu, lisování balíků slámy apod. Piliny a hoblovačky se buď mechanicky neupravují nebo se z nich vyrábějí pelety či brikety.

8.3.2.8.1. Brikety a pelety

Proces výroby

Suroviny pro výrobu briket se po **rozdrcení (nařezání)** a vysušení **lisují** za vysokého tlaku a teploty do válcových nebo hranatých výlisků.

Při výrobě pelet se příslušné suroviny lisují na protlačovacích matricových lisech pod vysokým tlakem do podoby granulí kruhového průřezu.

Biomasa využívaná pro výrobu biobriket a biopelet

Surovinou pro výrobu pelet je nejčastěji dřevní hmota (hoblovačky, piliny, kůra, lesní štěpka). V tomto případě se jedná o tzv. **bílé pelety**. Kromě toho se zkouší také využití záměrně pěstovaných energetických bylin, které však zatím nedosáhlo komerčních rozměrů. Rozvíjí se také výroba pelet z rostlinných odpadů ze zemědělství. Tento typ pelet se vyrábí již na komerční bázi (pelety ze zbytků ze skladů obilovin). Pelety z nedřevní fytomasy se nazývají **hnědé pelety**. Podle statistiky MPO²⁹ (Bufka 2006) bylo v roce 2005 vyrobeno 13 780 tun dřevních pelet v 9 firmách a 7 095 tun alternativních pelet v 11 firmách.

Vlastnosti a využití biobriket a biopelet

Brikety jsou vhodným **palivem** pro všechny typy kamen, kotlů na tuhá paliva, krbů atp., velmi dobré účinnosti (až 90 % dosahuje spalování v **kotlích na dřevoplyn**, kde se brikety nejprve zplynují).

Pelety představují sypké vysoce výhřevné palivo o vysoké hustotě s nízkým obsahem vody a popelovin, které umožňuje **automatizaci procesu spalování**. Jak uvádějí výrobci kotlů na spalování pelet (např. Verner s.r.o.), je nutno dbát na odlišné vlastnosti bílých a hnědých pelet (vyšší popelnatost a nižší bod tavitelnosti popela u hnědých pelet) a nespalovat hnědé pelety v kotlích, které jsou konstrukčně uzpůsobeny pouze pro spalování bílých pelet.

Pelety/brikety	Dřevní	Ze stébelnin
Obsah vody	6 – 12 %	8 – 14 %
Měrná objemová hmotnost	1,1 až 1,4 kg/dm ³	1 až 1,2 (1,4) kg/dm ³
Výhřevnost	16,5 až 18,5 MJ/kg	16,5 až 17,5 MJ/kg (ze slámy olejnin až 19 MJ/kg).
Obsah popele v sušině	0,5 až 1,1 %.	5 až 6 %.
Povolený obsah polutantů a ekologického pojiva určen normou.		

Tabulka 8 Srovnání vlastností dřevních pelet/briket a pelet/briket ze stébelnin; zdroj: Bufka 2005a.

²⁹ Metodika této statistiky se bude dále zpřesňovat, prozatím v ní nejsou zahrnuti malí výrobci a není citlivá na maloobjemové vývozy a dovozy. Také u tuzemské spotřeby briket a pelet existují pouze nepřesné údaje kvůli obtížnému zahrnování malých spotřebitelů do statistik.

Vývoz briket i pelet zatím výrazně převažuje nad dovozem i tuzemskou spotřebou, v roce 2005 činil dovoz 975 tun briket, vývoz 81 335 tun briket a 11 686 tun pelet a domácí spotřeba 23 599 tun briket a 9 223 tun pelet (Bufka 2006).

Na základě výsledků statistiky za rok 2004 byla na počátku roku 2006 otevřena nová jednání o možnostech snížení DPH na brikety a pelety z biomasy, což by zvýšilo konkurenceschopnost těchto paliv na trhu (Bufka 2006).

8.3.3 ZÍSKÁVÁNÍ ODPADNÍHO TEPLA PŘI ZPRACOVÁNÍ BIOMASY

Aby bylo maximalizováno využití energetického potenciálu biomasy, lze využívat také odpadního tepla vznikajícího při procesech energetické konverze. Např. teplo vzniklé ve spalovacích motorech na bioplyn lze využít na ohřev fermentoru pro podporu fermentačního procesu a zbytek na vytápění.

8.4 VYUŽITÍ BIOMASY V ENERGETICE: POTENCIÁL A PROGNÓZY DO BUDOUCNA

Tato kapitola analyzuje potenciál biomasy a popisuje její současné využití v energetice v ČR.

8.4.1 DEFINICE POTENCIÁLU

Údaj o potenciálu daného zdroje energie na určitém území slouží k utvoření představy o možnostech jeho využití. V energetice existuje zavedená terminologie pro tuto problematiku, v kontextu OZE však zatím není zcela sjednocena a ustálena. Následující tabulka představuje obecné definice několika druhů potenciálu, z nichž každý další je podmnožinou předcházejícího. U jednotlivých studií potenciálu by měly být pojmy přesněji definovány v závislosti na použité metodice.

Teoretický potenciál	Množství energie příslušného zdroje dané fyzikálními vztahy bez respektování vlivu omezujících okrajových podmínek.
Technický (teoretický) potenciál	Teoretický potenciál omezený přítomností zdroje a technickými podmínkami jeho přeměny na využitelnou tepelnou nebo elektrickou energii.
Dostupný (technicky realizovatelný, dosažitelný) potenciál	Část technického potenciálu, kterou lze využít za předpokladu působení administrativních, environmentálních, legislativních, technických či jiných omezení.
Využitelný (realizovatelný) potenciál	Část dostupného potenciálu omezená využitím zdroje pro jiné účely než energetické.
Ekonomický (reálně využitelný, komerční) potenciál	Část využitelného potenciálu, kterou je možno využít za stávajícího stavu ekonomické situace ve společnosti a jejího předpokládaného vývoje.
Instalovaný potenciál	Výrobní kapacita stávajících instalovaných zařízení, která jsou v provozu.

Tabulka 9 Potenciály energetických zdrojů, zdroj: Kol. autorů, 2000a.

8.4.2 POSTAVENÍ BIOMASY V RÁMCI OZE V ČR

Biomasa, konkrétně dřevo, bylo do poloviny 18. století v podstatě jediným palivem, které člověk využíval pro výrobu tepelné energie. V 19. století bylo však dřevo nahrazeno uhlím a dalšími fosilními palivy. Postupně však vycházely najevo problémy s tím související (viz kap. 6), což zapříčinilo postupný návrat k biomase a dalším OZE.

Postavení biomasy v rámci OZE je poměrně specifické. Biomasa je jako jediný zdroj obnovitelné energie skladovatelná, její disponibilní množství v dané lokalitě lze ovlivnit záměrným pěstováním. Její využití navíc není spojeno s nestabilitou dodávek, jako je tomu u vodní, větrné a sluneční energie. Nicméně je třeba brát v potaz, že při příliš intenzivní těžbě biomasy (kácení tropických pralesů, těžba dřeva na Šumavě pro sklárství v minulosti atp.), kdy se biomasa nestačí obnovovat, již nelze o biomase hovořit jako o obnovitelném zdroji v pravém slova smyslu.

Potenciál většiny OZE v České republice je značně omezený. Hydrologický potenciál je u nás již z větší části využíván. Většina lokalit pro stavbu vodních elektráren je již využívána, volné lokality se často nacházejí na území chráněných oblastí (CHKO, NP), kde může docházet ke konfliktu se zájmy ochrany přírody. Pro využití fotovoltaiky pro výrobu energie nemá Česká republika příliš výhodnou geografickou polohu a navíc je tato forma výroby energie zatím poměrně investičně náročná. Pro výrobu energie z větru ve větší míře je zde velmi omezený počet vhodných lokalit. Potenciál biomasy v ČR je naproti tomu obrovský³⁰.

8.4.3 ENERGETICKÝ POTENCIÁL BIOMASY V ČR

Biomasa je významná nejen na úrovni ČR, ale i globálně. Celosvětová produkce biomasy se odhaduje se na 155 mld. tun potenciálně využitelné biomasy, což odpovídá cca 100 mld. tun jednotek černého uhlí, a tedy desateronásobku nynější světové spotřeby energie (Brož, Šourek 2003). Podle odhadů uvedených v Akčním plánu pro biomasu (Evropská komise, 2005) může být využití biomasy v EU do roku 2030 3,5 – 4,5krát větší než množství biomasy spotřebované v roce 2003. Se zdaleka největším nárůstem se počítá u zemědělských plodin, kde by mohlo být využití v roce 2030 50x – 70x větší než v roce 2003.

Potenciálem biomasy v ČR se podrobněji zabývá projekt VaV 320/10/03 (Seven 2004), který uvádí odhad potenciálu zemědělské biomasy v závislosti na koeficientu využití. Při stanovování odhadů potenciálu se vycházelo z aktuálního stavu využití půdy v ČR.

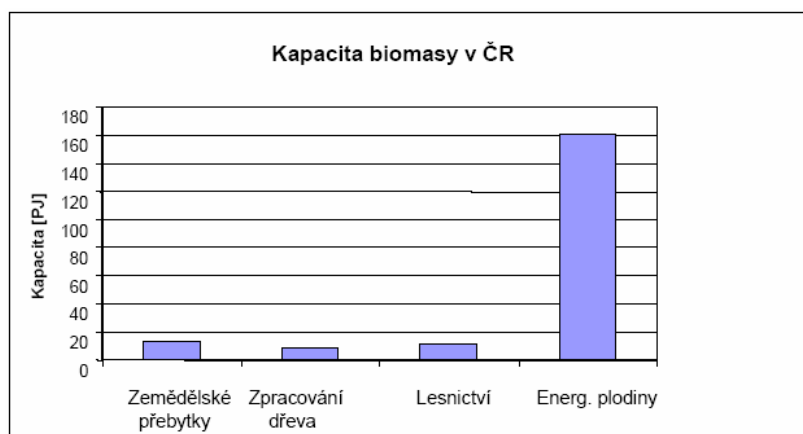
³⁰ Odhady potenciálu OZE, potažmo biomasy v ČR se v jednotlivých studiích liší. Biomase a především jejímu cílenému pěstování pro energetické využití je nicméně vždy přikládán největší význam v porovnání s ostatními OZE. V této diplomové práci jsou uvedeny údaje z různých pramenů.

Koeficient využití	Produkce biomasy (tis. tun)	Energetický potenciál (PJ)
0,1	2 738	41
0,33	9037	136
0,5	13 693	205
0,67	18 348	275
1	27385	411
Koeficienty – vysvětlivky: 0,1: zhruba odpovídá současnému ekonomickému potenciálu 0,33: přibližně koresponduje s využitelným potenciálem (zároveň předpoklad cíle, ke kterému by se mělo směřovat na politické úrovni) 0,33 – 0,67: odpovídá dostupnému potenciálu, který je realizovatelný v případě spojení všech relevantních koncepcí, zejm. zemědělské, energetické a životního prostředí 1: teoretický potenciál, maximální produkce biomasy, které lze dosáhnout z daného území		

Tabulka 10 Potenciál zemědělské biomasy; zdroj: Seven 2004.

Jen potenciál reziduální biomasy se odhaduje na cca 10 PJ/rok (Hrdlička 2003). Potřebné množství biomasy však není v ČR možné z reziduální biomasy získat (Petříková 2004b). Některé druhy reziduální biomasy začínají být nedostatkovým zbožím, a tím stoupá jejich cena. Naproti tomu potenciál cíleně pěstované biomasy pro energetické využití je téměř nevyužitý a přitom je přinejmenším stejně velký.

Podle analýzy potenciálu v rámci projektu ForBiom (Szomolányiová a kol. 2004) je využívání biomasy nejlevnější cestou, jak dosáhnout osmiprocentního podílu výroby elektřiny z OZE na hrubé spotřebě do roku 2010, což představuje závazek ČR vyplývající z přístupové smlouvy k EU. V rámci biomasy jsou potom cíleně pěstované plodiny pro energetické využití nejdražší variantou, ve které však tkví největší potenciál. Odhady potenciálů jsou zachyceny v následujícím grafu. (Reálnost uvedených údajů je nicméně diskutabilní, neboť studie vychází z předpokladu využití 30 % ZPF k pěstování energetických plodin. Výměra nevyužitých zemědělských půd přitom činí necelých 20 % (MZe 2006c). Lze tedy předpokládat, že tento údaj je nadhodnocený, protože existuje řada omezení, kvůli kterým nelze počítat ani s využitím veškeré nevyužitých zemědělských půd (např. zákon č. 114/1992 Sb.). Údaj o potenciálu biomasy z lesnictví (11,5 PJ) je zde naopak uváděn nižší než u následující studie potenciálu (15,6 PJ; Dam a kol. 2006).



Graf 9 Potenciál biomasy v ČR (odhad potenciálu energetických plodin se zakládá na předpokladu využití 30 % zemědělské půdy pro pěstování energetických plodin); zdroj: Szomolányiová a kol. 2004.

Potenciálem biomasy se zabývá také studie (Dam a kol. 2006), která vytvořila odhad potenciálu biomasy pro šest scénářů (viz Tabulka 11). Potenciál biomasy v ČR je ovlivňován dvěma hlavními faktory, jednak dostupností půdy pro pěstování plodin pro energetické využití a jednak výnosy těchto plodin (přičemž platí, že čím vyšší bude efektivita zemědělství obecně, tím méně ploch bude třeba pro produkci biomasy pro potravinářské účely). Studie se zabývá třemi kategoriemi biomasy, a to zbytkovou biomasou ze zemědělské výroby, zbytkovou biomasou z lesnictví a biomasou z energetických plodin. U posledně jmenované kategorie vychází studie při výpočtech z premisy, že na veškeré disponibilní ploše pro pěstování energetických plodin se pěstují výmladkové plantáže r. r. d.

Scénář		1	2	3	4	5	6	
Popis scénáře	Poptávka po potravinách a jejich produkce	Podle predikce FAO na rok 2030						
	Úroveň výnosů	Současná úroveň výnosů	Optimalizované systémy produkce				Výnosová úroveň Nizozemí*	
	Efektivita konverze potravinářské biomasy	Podle predikce FAO na rok 2030	Úroveň 2004	Podle predikce FAO na rok 2030				
	Alokace půdy	Zachován současný stav využití půdy			Alokace do oblastí s nejvyššími relativními výnosy v rámci regionů NUTS-3	Alokace do oblastí s nejvyššími relativními výnosy v rámci ČR	Zachován současný stav využití půdy	
Energetický potenciál	zbytkové biomasy	ze zemědělství (řepková sláma)	22,4	18,4	18,4	18,4	18,4	14,7
		ze zemědělství (obilná sláma)	67,6	56,2	56,2	56,2	56,2	44,7
		z lesnictví	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6
	biomasy ze SRC**		3,1	104,7	84,2	109,3	105,1	289,4
	biomasy celkem		108,7	194,9	174,4	199,5	195,3	364,4

Tabulka 11 Odhad potenciálu biomasy v ČR (PJ) pro 6 scénářů, zdroj: Dam a kol. 2006.

8.4.4 SOUČASNÝ STAV VYUŽÍVÁNÍ BIOMASY V ČR

Význam biomasy jako zdroje energie lze odvodit také z množství z ní vyrobené energie (Bufka 2005b):

Co se týče výroby elektrické energie, je biomasa druhým nejvýznamnějším OZE po vodě. V roce 2004 dosahovala hrubá výroba elektřiny spalováním biomasy více než čtvrtinu hrubé výroby elektřiny ve vodních elektrárnách (včetně velkých vodních elektráren). U výroby elektřiny spalováním biomasy je však významný podíl elektřiny vyrobené z celulózových výluhů, který nelze započítat do čisté výroby elektřiny, neboť je prakticky beze zbytku spotřebován ve vlastních výrobních závodech. Poměrně významná je i výroba elektřiny z bioplynu³¹, význam ostatních OZE je marginální.

Rok	Tis. tun	Poznámka
2003	170	nárůst kryt především kategorií dřevní odpad, piliny, štěpky
2004	414	nárůst kryt především kategorií dřevní odpad, piliny, štěpky
2005	389	pokles o 6 %, nejvíce v kategorii dřevní odpad, piliny a štěpky (o 44 tisíc tun), naopak nárůst u rostlinných materiálů (o 19 tisíc tun)

Tabulka 12 Množství biomasy využité pro výrobu elektřiny; zdroj: MPO 2005.

Palivo	Na výrobu elektřiny	Na výrobu tepla	Celkem
Štěpky, piliny apod.	199 437	851 560	1 050 997
Palivové dřevo	–	62 071	62 071
Rostlinné materiály	30 152	9 801	39 953
Brikety a pelety	2 726	3 317	6 043
Celulózové výluhy	156 927	1 040 179	1 197 106
Celkem	389 518	1 788 791	2 356 170
Odhad spotřeby dřeva v domácnostech			2 852 206
Vývoz biomasy vhodné k energetickým účelům			330 331
Celkem energeticky využitá, či vyvezená biomasa			5 538 707

Tabulka 13 Energetické využití biomasy v roce 2005 (tuny), zdroj: MPO 2006.

Ve výrobě tepla z OZE je biomasa na prvním místě, význam ostatních OZE je zanedbatelný. Téměř polovina tepla z OZE pochází z biomasy spalované v domácnostech a nezapočítává se proto do čisté výroby tepla.

³¹ Výroba elektřiny z bioplynu představuje ve statistikách MPO samostatnou kategorii, vedle výroby elektřiny z biomasy a dalších OZE, přestože je bioplyn druhotným palivem vyrobeným z biomasy.

	Podíl na zelené energii (%)	
	Elektřina	Teplo
Vodní elektrárny	72,9 %	-
*Malé vodní elektrárny do 10 MW	32,6 %	-
*Velké vodní elektrárny nad 10 MW	40,3 %	-
Biomasa celkem	21,4 %	90,9 %
Biomasa mimo domácnosti	-	42,3 %
*Palivové dřevo	-	1,0 %
*Štěpka apod.	9,9 %	20,0 %
*Celulóznové výluhy	10,7 %	20,9 %
*Rostlinné materiály	0,8 %	0,3 %
*Brikety/pelety	0,1 %	0,1 %
Biomasa domácnosti	-	48,6 %
Bioplyn celkem	5,0 %	2,4 %
*Komunální ČOV	2,3 %	1,8 %
*Průmyslové ČOV	0,1 %	0,2 %
*Zemědělský bioplyn	0,3 %	0,2 %
*Skládkový plyn	2,4 %	0,3 %
Tuhé komunální odpady (BRKO)	0,4 %	5,1 %
Větrné elektrárny (nad 100 kw)	0,4 %	-
Fotovoltaické systémy	0,0 %	-
Tepelná čerpadla	-	1,4 %
Solární termální kolektory	-	0,1 %
Celkem	100,0 %	100,0 %
Pozn. Hrubá výroba elektřiny z OZE se v roce 2004 podílela na tuzemské hrubé spotřebě elektřiny 4 %.		

Tabulka 14 Podíl výroby elektřiny a tepla z jednotlivých OZE v roce 2004, zdroj: Bufka 2005b.

V roce 2004 bylo velmi rozšířené spalování biomasy s uhlím, jakožto poměrně jednoduché, rychlé a málo rizikové řešení pro využívání biomasy. Do budoucna lze však očekávat zpomalení tohoto trendu v důsledku snížení výkupních cen za takto vyrobenou elektřinu. Nástupu tohoto trendu nasvědčuje např. meziroční pokles množství elektřiny vyrobené spalováním biomasy s uhlím z 149 GWh_{el} v roce 2004 na 115 GWh_{el} v roce 2005 v zařízeních společnosti ČEZ (MPO 2006).

Na druhou stranu je do roku 2010 očekávána realizace několika projektů na spalování biomasy ze zemědělství o celkovém výkonu minimálně 60 MWe (MPO 2005).

8.4.5 NEVYUŽITÝ POTENCIÁL BIOMASY, POTAŽMO ENERGETICKÝCH PLODIN

Nevyužitý potenciál energetických plodin z pohledu vyrobené energie

Následující tabulka vycházející ze zeleného scénáře Státní energetické koncepce (MPO 2004) srovnává současný stav využívání OZE s indikativními cíli pro roky 2010 a 2030. Z údajů je dobře patrný jak rozdíl mezi celkovým instalovaným potenciálem biomasy a jednotlivých OZE (a prognózami tohoto potenciálu), tak i rozdíl mezi současným instalovaným

potenciálem a jeho prognózami do budoucna u biomasy i ostatních OZE. Jinými slovy z tabulky lze vyčíst, že samotná biomasa má v ČR větší energetický potenciál než ostatní OZE dohromady a zároveň že realizovatelný potenciál biomasy zdaleka není využit (v roce 2030 se počítá s nárůstem využití biomasy o více než 1000 % oproti roku 2000).

PJ	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Biomasa	18	62	121	146	173	228	242
Další OZE	6	9	13	14	15	14	13

Tabulka 15 Výše a struktura spotřeby druhotných a obnovitelných zdrojů energie; zdroj: MPO 2004.

Výše uvedený scénář ovšem pracuje s energetickým využitím biomasy obecně. Údaje o současném využití energetických plodin nejsou k dispozici v dostupných statistikách, které byly použity pro tuto diplomovou práci. Pro ilustrativní srovnání s uvedenými odhady potenciálu cíleně pěstovaných energetických plodin jsou proto použity následující údaje:

Pro alespoň částečné přiblížení lze pomocí statistik MPO stanovit horní hranici intervalu, do něž bude spadat údaj vypovídající o využití energetických plodin v ČR: Celková výroba (elektrické i tepelné) energie ze štěpky, rostlinných materiálů, briket a pelet a zemědělského bioplynu činila v roce 2005 9 PJ. Přitom kromě energetických plodin může do těchto kategorií spadat také odpadní dřevo, zbytková fytomasa ze zemědělství a lesnictví či odpad z chovu zemědělských zvířat (chlévká mrva, kejda). Na druhou stranu zde není zahrnuta biomasa využitá pro výrobu PHM.

Dolní hranici uvedeného intervalu by bylo možné stanovit pomocí výpočtu, kolik energie by bylo možno vyrobit z biomasy vypěstované na plochách energetických plodin v ČR. Při zjednodušeném výpočtu se dostaneme k ilustrativnímu údaji 0,15 PJ³².

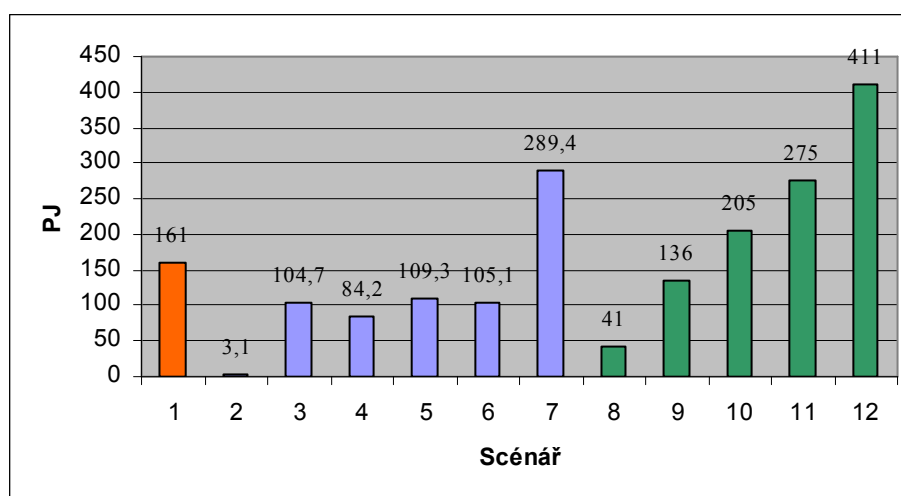
Na základě výše uvedených údajů lze předpokládat, že z energetických plodin bylo v roce 2005 získáno množství energie, které spadá do intervalu 0,15 – 9 PJ. Při porovnání s hodnotami v Tabulka 16 je nicméně zjevné, že i kdyby tato hodnota ležela u horní hranice intervalu, zdaleka by nebyl využit odhadovaný potenciál energetických plodin v ČR (s výjimkou scénáře 1 – Dam a kol. 2006).

³² Výpočet vychází z ploch energetických bylin, na které byla v roce 2005 udělena dotace, a ze součtu ploch r. r. d., na které byla udělena dotace v letech 2001 – 2005 (bez rozlišování mezi matečnicemi a produkčními porosty, neboť tyto údaje nejsou k dispozici). V této souvislosti je třeba si uvědomit, že existují plochy energetických plodin založené a obhospodařované bez dotací. Pro hektarové výnosy jsou použity průměrné hodnoty, které uvádí Petříková (2004b), u r. r. d. je pro zjednodušení použita hodnota výnosu 10 t (suš.)/ha. Výhřevnost je u všech plodin počítána 17,5 GJ/t (dolní hranice intervalu uváděného pro výhřevnost sušiny fytomasy), je však třeba si uvědomit, že skutečná výhřevnost je snižována vlhkostí. U výsledného čísla (získaná energie celkem) je třeba brát v potaz, že ve skutečnosti není účinnost konverzních technologií 100 %.

Tabulka 16 a Graf 10 ukazují vzájemné srovnání odhadů potenciálů některých studií energetických plodin (u studie Seven (2004) se jedná o biomasu ze zemědělství obecně). Je třeba brát v úvahu, že velké odlišnosti mezi některými údaji mohou být způsobeny různými metodickými přístupy. Dále je třeba si uvědomit, že např. odhad potenciálu č. 12 v tabulce a grafu se týká teoretického potenciálu, kterého nelze v praxi dosáhnout. Další komentáře k jednotlivým údajům jsou uvedeny v kap. 8.4.3.

	Studie	Energetické plodiny – potenciál (PJ)
1	Szomolányiová a kol. 2004	161
2	Dam a kol. 2006 – scénář 1	3,1
3	Dam a kol. 2006 – scénář 2	104,7
4	Dam a kol. 2006 – scénář 3	84,2
5	Dam a kol. 2006 – scénář 4	109,3
6	Dam a kol. 2006 – scénář 5	105,1
7	Dam a kol. 2006 – scénář 6	289,4
8	Seven 2004 – koeficient využití 0,1	41
9	Seven 2004 – koeficient využití 0,33	136
10	Seven 2004 – koeficient využití 0,5	205
11	Seven 2004 – koeficient využití 0,67	275
12	Seven 2004 – koeficient využití 1	411

Tabulka 16 Srovnání odhadů potenciálu energetických plodin z různých studií; zdroj: Szomolányiová 2004, Dam a kol. 2006, Seven 2004



Graf 10 Srovnání odhadů potenciálu energetických plodin z různých studií; zdroj: Szomolányiová 2004, Dam a kol. 2006, Seven 2004.

Nevyužitý potenciál energetických plodin z pohledu dostupné zemědělské půdy

V ČR existuje zemědělská půda využitelná pro rozšíření ploch energetických plodin, což potvrzují následující skutečnosti:

- **Nadprodukce potravin**

Podle Petříkové (2004b) má ČR „v současné době téměř 1 milion ha půdy, která není nezbytná pro produkci potravin. Přebytek potravin na světovém trhu i u nás nutí zemědělce

uvádět půdu do klidu.“ Problematiku nadprodukce potravin ilustruje Tabulka 17 prezentující údaje o produkci obilovin pro potravinářské účely v ČR. S ohledem na tuto skutečnost může mít rozvoj fytoenergetiky velký význam pro stabilitu zemědělské činnosti.

		Balance výroby a spotřeby obilovin celkem					
		2000/01	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06
Počáteční zásoba	tis. t	1247,6	1126,7	1870,9	1368,8	1014,9	1775,1
Produkční plocha	tis. ha	1647,5	1623,6	1562,1	1459,7	1609,4	1611,5
Hektarový výnos	t/ha	3,9	4,5	4,3	4,0	5,5	4,8
Výroba	tis. t	6454,2	7337,6	6770,8	5762,4	8783,8	7659,9
Dovoz	tis. t	170,3	82,0	100,7	393,0	63,5	70,0
Celková nabídka	tis. t	7872,1	8546,3	8742,4	7524,2	9862,2	9505,0
Domácí spotřeba celkem	tis. t	6376,0	6582,0	6430,5	6088,5	6196,5	6061,5
Vývoz	tis. t	369,4	385,0	943,1	381,0	1152,7	1725,0
Celková poptávka	tis. t	-	-	-	-	8087,1	8216,5
Konečná zásoba	tis. t	1126,7	1579,3	1368,8	1054,7	1775,1	1288,5
Převís výroby nad domácí spotřebou	tis. t	78,2	755,6	340,3	-326,1	2587,3	1598,4
Převís vývozu nad dovozem	tis. t	199,1	303,0	842,4	-12,0	1089,2	1655,0
Převís nabídky nad poptávkou	tis. t	-	-	-	-	1775,1	1288,5

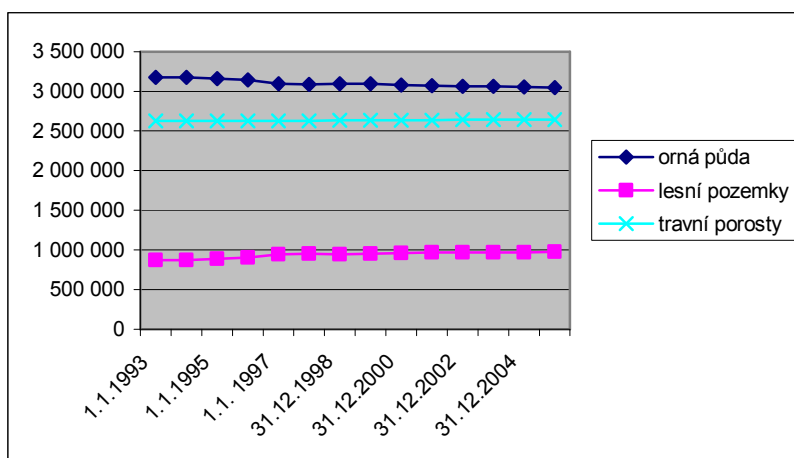
Tabulka 17 Balance výroby a spotřeby obilovin; zdroj: MZe 2002, 2003, 2004b, 2005a, 2006b.

- **Rostoucí produktivita zemědělské výroby**

Plocha půdy, která nemá využití pro produkci potravin a která by se potencionálně dala využít pro pěstování biomasy pro energetické účely, se zvyšuje také s rostoucí produktivitou zemědělské výroby (Andert, Gerndtová 2006).

- **Snížení zornění**

V souladu s výše uvedenými skutečnostmi je i vývoj struktury zemědělského půdního fondu. Zatímco výměra travních porostů a lesních pozemků od poloviny devadesátých let mírně vzrostla, výměra orné půdy pozvolna klesá (viz Graf 11).



Graf 11 Úhrnné hodnoty některých druhů pozemků v ČR v letech 1992 – 2005 (ha);

zdroj: ČÚZK, 1993 – 2006.

- **Velké rozlohy nevyužité zemědělské půdy**

Rozsah neoseté orné půdy a úhor činil podle MZe (2005a) v roce 2004 55 tis. ha a v roce 2005 45 tis. ha. Podle MZe (2006c) je zemědělská půda v ČR využívána v rozsahu 3 513 648 ha, tj. 82,5 % (stav k 4. září 2006). To znamená, že zhruba 743 519,3 ha zemědělské půdy není využíváno.

Současný stav pěstování energetických plodin v ČR

Z tabulky 18 je patrná především malá rozloha ploch r. r. d. v porovnání s plochami energetických bylin. Tyto údaje nicméně neuvádějí celkovou výměru ploch energetických plodin, nýbrž pouze ploch, na které byla v příslušných letech vyplacena dotace.

Plodina	Plocha (ha)				
	2002	2003	2004	2005	2006*
Konopí	27,50	11,00	31,00	21,24	0,00
Šťovík energetický	147,80	788,00	938,00	837,08	537,31
Sveřep bezbranný	2,20	15,00	0,00	0,00	0,00
topinambur	1,70	2,00	0,00	0,00	0,00
Pupalka dvouletá	1,40	0,00	0,00	0,00	0,00
Hořčice sarepetská	0,00	0,00	0,00	47,99	0,00
Světlice barvířská	0,00	0,00	0,00	82,61	100,68
Psineček bílý	0,00	2,00	2,00	0,00	0,00
Psineček veliký	0,00	0,00	0,00	0,00	2,11
Sléz krmný	0,00	0,00	0,00	6,20	0,00
Komonice bílá	0,00	92,00	0,00	0,00	0,00
Laskavec	14,20	42,00	23,00	1,10	0,00
Čičorka	17,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kostřava rákosovitá	0,00	0,00	0,00	8,49	0,00
Byliny celkem	211,80	952,00	994,00	1004,71	640,10
R. r. d.	16,25	14,00	20,65	10,19	37,07
En. plodiny celkem	439,85	1918,00	2008,65	2019,61	1317,27

Tabulka 18 Plochy energetických plodin, na něž byla vyplacena dotace; zdroj: MZe 2003, 2004b, 2005a,

2006b. (*probíhá administrace)

Při srovnávání ploch r. r. d. a energetických bylin je třeba si uvědomit, že na r. r. d. se vyplácejí pouze dotace na založení porostu, kdežto na energetické byliny se dotace vyplácejí každoročně. (Součet ploch, na které byly vyplaceny dotace v letech 2001 – 2006, je 108,5 ha, z toho matečnic je cca 15 ha).

Je-li celková výměra ploch energetických plodin cca 2000 ha, představuje tato celková plocha zhruba 0,3 % nevyužívané zemědělské půdy v ČR (viz výše).

9. CÍLENĚ PĚSTOVANÁ BIOMASA PRO ENERGETICKÉ VYUŽITÍ

9.1 ENERGETICKÉ BYLINY

Energetické byliny jsou rostliny vysokého vzrůstu vytvářející velké množství nadzemní hmoty a poskytující výnosy cca 7 – 10 t/ha suché hmoty ročně, v některých případech i více – např. kukuřice (Petříková 2004b). Kromě rostlinné hmoty využívané jako pevné palivo se jedná také o olejniny, které poskytují surovinu pro lisování rostlinného oleje, a o rostliny obsahující škrob a cukr, které mohou být fermentací převedeny na etanol. Zelenou hmotu lze využít pro výrobu bioplynu.

Celá řada plodin vhodných pro cílené pěstování pro energetické využití není v českém zemědělství tradiční, a proto je zatím v procesu provozního ověřování. Některé byliny, které by mohly být perspektivní pro cílené pěstování pro energetické účely v ČR, zde zatím nejsou povoleny (Petříková 2004a). Přehled některých bylin s významem pro fytoenergetiku, jejich stručný popis, vlastnosti a popis doporučených zemědělských postupů jsou uvedeny v příloze 1.

Proces založení porostu:

- Administrativní záležitosti (např. podání žádosti o dotaci).
- Volba pozemku.
- Výběr vhodné byliny.
- Příprava pozemku.
- Zajištění osiva.
- Založení porostu, péče o porost (hnojení atd., zemědělské postupy se liší u konkrétních plodin).
- Zajištění sklizňové technologie a pracovních sil (na rozdíl od r. r. d. každoroční, lze využít běžných zemědělských technologií).
- Zajištění odbytu.
- Zrušení porostu po skončení jeho životnosti.

9.2 RYCHLE ROSTOUCÍ DŘEVINY

Nejpropracovanější formu cílené produkce dřevní biomasy zatím představují **výmladkové plantáže rychle rostoucích dřevin** (dále jen r. r. d.). Výmladkové plantáže r. r. d. na zemědělské půdě jsou sklizeny ve velmi krátkém obmětí (tj. doba růstu a interval opakování

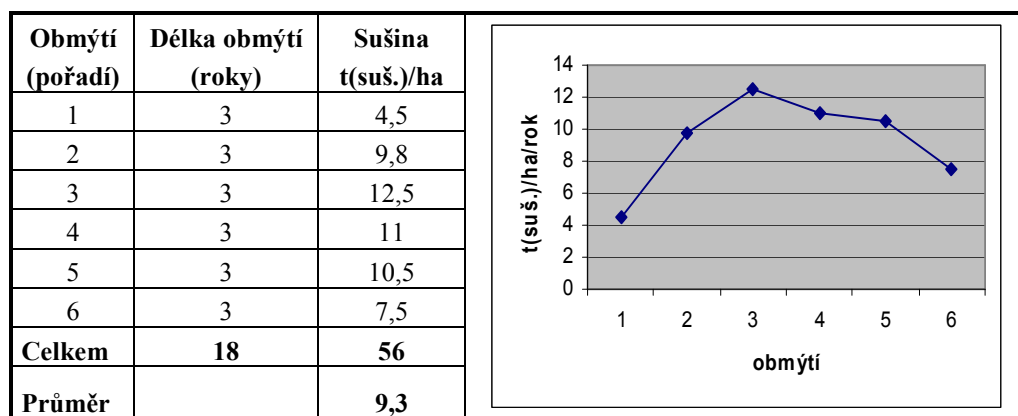
sklizení) 3 – 7 let (tzv. minirotace). Sklizeň je možné opakovat několikrát po sobě bez nutnosti nové výsadby. Označování obmýtí vypadá následovně: např. 3/3/3 (r) označuje devítiletý porost, který byl sklizen třikrát vždy po uplynutí tří let od výsadby/předchozí sklizně (Havličková, Weger 2003).

V současné době patří mezi ověřené druhy r. r. d. především klony topolů a vrby. Perspektivní jsou však i další dřeviny, mezi zkoumané druhy patří jasany, olše, lísky, jilmy, růže, javor jasnolistý či pajasan. (Topoly a vrby se sázejí z řízků, na rozdíl od ostatních uvedených dřevin.)

Kromě toho patří mezi r. r. d. také **lignikultury**, což jsou dřeviny pěstované za účelem získání dřeva pro průmyslové zpracování. Zbytkové dřevo z nich lze využít pro energetické účely. Sklizeň následuje po 15 – 20 letech.

Šlechtění r. r. d. se začalo rozvíjet ve druhé polovině minulého století. Vrby se začaly šlechtit v severní a západní Evropě a v USA v 70. letech, a to se záměrem produkovat biomasu jako zdroj energie. U vrby byla možnost sklizně ve velmi krátkém obmýtí, s tím, že tyto rostliny mají schopnost autoreprodukce (tzn. že po sklizni pařezy znovu obrazí). Topoly byly naproti tomu původně šlechtěny pro pěstování v lignikulturách (doba obmýtí v průměru 20 let). V ČR se začalo s testováním vybraných klonů topolů a vrby v roce 1990 (Čížková 2000).

Výnos z biomasy z výmladkových plantáží r. r. d. se obvykle udává v tunách sušiny na 1 ha za 1 rok (t(suš.)/ha/rok). Z tohoto údaje lze poměrně snadno vypočítat energetickou hodnotu biomasy, neboť výhřevnost suché biomasy se u dřevnatých a dřevnatějících plodin pohybuje mezi 18 a 19 MJ/kg (Weger a kol. 2002). Hovoříme-li o hmotnosti čerstvě sklizené biomasy, používáme označení t(sur.)/ha/rok (vlhkost x %). Výnosy biomasy se liší mezi jednotlivými sklizněmi. Tabulka 19 a Graf 12 Modelové výnosy výmladkové plantáže r. r. d. ukazují modelové výnosy výmladkové plantáže r. r. d.



Tabulka 19 a Graf 12 Modelové výnosy výmladkové plantáže r. r. d.; zdroj: Weger a kol. 2002.

Výnosy vrb mohou dosahovat v průměru cca 10 t ročně. V prvním obmýtí se mohou výnosy z výmladkových plantáží topolů a vrb pohybovat až kolem 10 t(suš.)/ha/rok (Jiránek a kol. 2002). V dalších obmýtích se potom výnosy zvyšují a ke konci životnosti plantáže opět postupně klesají. Výše výnosů závisí mj. na vhodnosti použitého klonu pro danou lokalitu. Podle výzkumu VÚRV (Petříková, Váňa, Ustal 1996) lze na velmi vhodných stanovištích dosáhnout výnosů 6 – 10 t(suš.)/ha/rok v prvním obmýtí (3r) a 9 – 14 t(suš.)/rok v druhém obmýtí (2/3r).

Plantáže r. r. d. mohou být dvojího druhu – buď plantáže produkční nebo reprodukční (matečnice), které slouží k produkci sadebního materiálu pro zakládání nových plantáží. Matečnice produkují cca 1 mil. řízků na hektar (u vrb je toto množství vyšší než u topolů). Rozloha matečnic by neměla přesahovat 10 % rozlohy všech plantáží r. r. d., aby bylo umožněno dostatečné uplatnění produkce řízků na trhu (Jiránek 2007).

Přípravné kroky před založením plantáže r. r. d.:

- Volba pozemku.
- Volba klonů vhodných pro dané stanoviště (horní hranice produkčních plantáží topolů a vrb se zatím u nás odhaduje okolo 600 m. n. m.).
- Příprava projektu.
- Zajištění smlouvy o pronájmu pozemku na dostatečně dlouhou dobu (nejedná-li se o pozemek vlastníka), vynětí pozemku ze ZPF, žádost o dotaci.
- Zajištění osiva.
- Zajištění odbytu.

Zakládání porostu:

- Příprava půdy s dostatečným předstihem (začátek obvykle rok před založením porostu – odplevelení, podzimní orba).
- Správná doba výsadby (obvykle od konce března, max. do poloviny května).
- Správný způsob výsadby (jednořádky nebo dvouřádky ve sponech).
- Optimální velikost řízku (délka 20 – 30 cm, tloušťka 1 – 2,5 cm).
- Ochrana výsadeb proti plevelům.
- Péče o plantáž: pletí, hnojení (v odůvodněných případech ve správných dávkách).

Sklizeň r. r. d.:

- Nezkracovat délku obmýetí na dobu kratší než 3 – 5 let, jinak by došlo ke snížení výnosů. Při kratší době obmýetí také sklizená biomasa obsahuje příliš velký podíl kůry, která má méně vhodné vlastnosti pro spalování než samotné dřevo.
- Zajištění sklizňové technologie a pracovních sil (narázově, nepravidelně, výhodou však je, že v zimě nejsou technologie a pracovní síly potřeba v tradičním zemědělství).
- Vhodná doba sklizně – zimní období (obsah vody v pletivech je nejnižší, jsou k dispozici pracovní síly a mechanizace, půda je zmrzlá a tudíž není problém s pohybem mechanizace).
- Sklizeň formou pořezání a snopkování (štěpkování až po vyschnutí – po 2 – 6 měsících, štěpka je dostatečně suchá a proto vhodná i pro malá topeniště), případně lze pořezanou biomasu nechat ležet na místě cca 6 týdnů – za tuto dobu se významně sníží obsah vázané vody v biomase, poté provést štěpkování (dvoufázová sklizeň). Další variantou je jednofázová sklizeň, kdy se biomasa štěpkuje hned po pořezání. V tomto případě má štěpka vyšší vlhkost, ale na druhou stranu je v tomto případě snazší manipulace a doprava než u snopků.

Rušení porostů r. r. d.:

(V některých případech může být technicky/finančně poměrně náročné.)

- Po 15 – 25 letech, kdy začne produkce klesat pod úroveň ekonomické rentability.
- Odstranění pařízků (frézy), vyorání kořenů (hluboká orba nebo rotavátor).
- Zbytky kořenů: drenáž a provzdušnění hlubších vrstev ornice.
- Stav půdy: dobrý – možnost osetí cílovou plodinou na jaře, narušení živinové rovnováhy – dohnojení nebo biologická meliorace např. vojtěškou či jetelo-travní směsí.

Existují metodiky pěstování r. r. d. ze zahraničí (Švédsko, Rakousko, USA atd.), které však nelze beze zbytku přejmout z důvodu specifických podmínek ČR.

Specifika ČR:

- Dostatečná rozloha půd, na nichž není rentabilní pěstování tradičních zemědělských plodin (až 0,8 mil. ha).
- Pozemky nabízené pro pěstování produkčních porostů r. r. d. mají často méně příznivé půdní a klimatické podmínky na kraji ekologické amplitudy, proto je zde obtížnější výběr vhodných klonů.

- Časté je velké zaplevelení nabízených pozemků.
- Důraz na použití domácích klonů v zákonem chráněných územích.

9.3 ZPŮSOBY VYUŽITÍ CÍLENĚ PĚSTOVANÉ BIOMASY PRO ENERGETICKÉ ÚČELY

Tabulka 20 ukazuje přehled způsobů využití energetických plodin. Z přehledu je patrné, že energetickými plodinami lze pokrýt celé spektrum způsobů využití biomasy, které jsou blíže popsány v kap. 8.3.

	Rychle rostoucí dřeviny	Byliny		
		Lignocelulóznové	Olejnaté	Škrobnocukernaté
Spalování	ano	ano	ano	-
Zplynování	ano	ano	ano	ano
Pyrolýza	ano	ano	ano	ano
Anaerobní fermentace	ne	zelená hmota	zelená hmota	zelená hmota
Aerobní fermentace	příměs	zelená hmota	zelená hmota	zelená hmota
Alkoholová fermentace	-	-	-	ano
Esterifikace olejů	-	-	ano	-
Výroba briket/pelet	ano	ano	ano	-
Lisování oleje	-	-	ano	-

Tabulka 20 Způsoby využití energetických plodin

9.4 PŘEDPOKLADY PRO ROZVOJ CÍLENĚHO PĚSTOVÁNÍ BIOMASY PRO ENERGETICKÉ VYUŽITÍ

- Dostatečná osvěta.
- Vhodné půdně-klimatické podmínky pro pěstování zajišťující dostatečné výnosy.
- Dostatečný sortiment osvědčených osiv a výsadbového materiálu, kvalifikovaná příprava zakládání porostů.
- Dostupnost mechanizace (pro založení a údržbu porostu, pro sklizeň, pro zpracování a energetickou konverzi biomasy).
- Dostupnost know-how (správné zemědělské postupy, správná úprava biomasy pro jednotlivé způsoby využití atd.).
- Ekonomická výhodnost projektů (konkurenceschopnost vůči alternativním možnostem využití půdy, dostatečná poptávka).

9.5 JEDNOTLIVÉ ASPEKTY CÍLENĚHO PĚSTOVÁNÍ BIOMASY PRO ENERGETICKÉ VYUŽITÍ

Tato kapitola se snaží uchopit téma energetické plodiny z různých úhlů pohledu a rozebírá jednotlivé aspekty jejich pěstování.

9.5.1 PŘÍRODA A ŽP: FUNKCE TRVALÉ VEGETACE V KRAJINĚ

Porosty trvalé vegetace včetně energetických plodin mají kromě primární funkce, pro kterou se zakládají (produkce biomasy pro energetické, průmyslové či potravinářské využití), také funkce sekundární, ke kterým se při zakládání porostu přihlíží, a funkce terciární, jež představují komplex vlivů, kterými působí prvky vegetace na své okolí bez cílevědomého zásahu člověka. Porosty r. r. d. a porosty víceletých a trvalých energetických bylin mají také charakter trvalé zeleně (Jech 2000)

Struktura této kapitoly vychází z teorie polyfunkčního systému trvalé zeleně (VÚKOZ online). Jednotlivé funkce jsou rozebrány z pohledu porostů energetických plodin.

9.5.1.1 Produkční funkce

Produkční funkce je, jak již bylo řečeno, u porostů energetických plodin obvykle funkcí primární. Kombinuje se však s funkcemi uvedenými v následujících podkapitolách, které mohou představovat funkce sekundární či terciární.

9.5.1.2 Biologická funkce

Biologická funkce trvalé zeleně spočívá ve vytváření refugií, posílení a stabilizaci ekologických vazeb v krajinném segmentu, tvorbě biotopů původním rostlinám a živočichům vytlačovaným z intenzivně exploatovaných ploch.

Porosty r. r. d. v zemědělské krajině zvyšují její biodiverzitu, a to mj. poskytováním úkrytu pro drobnou a vysokou zvěř a ptactvo a prostoru pro hnízdění ptactva, zvyšováním potravní nabídky pro živočichy.

Monokultury. Z pohledu krajinné ekologie je nezbytné zabývat se otázkou jednostranného zvyšování produkce, „*které může vést ke konfliktům v oblasti ochrany původního genofondu jednotlivých biogeografických oblastí či rázu krajiny*“ (Kol. autorů 1999). Při pěstování energetických plodin by se měl brát v úvahu ekosystémový přístup a neměly by se zavádět velkoplošné monokultury a intenzivní pěstování introdukovaných druhů.

Invazivnost. Sporným bodem pěstování rostlin pro energetické využití je nebezpečí jejich nekontrolovatelného šíření v krajině. Toto nebezpečí v žádném případě nehrozí u všech druhů rostlin využívaných pro energetické účely. Např. u šťovíku uteuša byla tato hrozba pokusy vyloučena, neboť byla dokázána jeho neschopnost konkurovat jiným druhům rostlin. Vrby a topoly lze kontrolovat pomocí běžných prostředků, např. orba, opakované mechanické odstraňování. Problematická naopak může být křídlatka, jejíž pěstování pro energetické účely

není z tohoto druhu podporováno. Nicméně, podle Ust'aka (2006) lze porosty křídlatky vhodnou péčí poměrně dobře kontrolovat a zamezit tak jejímu nežádoucímu šíření do krajiny. Z pohledu výnosů na hektar i energetické výtěžnosti má křídlatka vynikající vlastnosti.

Velmi významnou funkci mohou plnit porosty r. r. d. v zemědělské krajině, kde mohou vytvářet **biokoridory** a lesům podobná společenstva v bezlesé zemědělské krajině, a tím zvyšovat biodiverzitu zemědělské krajiny. Podobnost porostů r. r. d. s lesními ekosystémy a naopak jejich odlišnost od ekosystémů polních je dána mj. větším vzrůstem rostlin, a tedy i větším zastíněním, ale i absencí orby mezi řádky (Kol. autorů 1999). Projekt VÚKOZ (Weger a kol. 2003) doložil pronikání lesních druhů do porostů r. r. d. na výskytu brouků rodu *Carabus*.

Travní porosty pěstované pro energetické využití by mohly zvyšovat **stabilitu ekosystémů v krajině** (Petříková 2004b).

9.5.1.3 Izolační funkce

Porosty trvalé zeleně mohou chránit určitý prostor před negativními vlivy okolí, mohou sloužit jako optická bariéra oddělující plochy a objekty a jako izolace proti prachu, výfukovým plynům, zápachu a hluku. To se přirozeně týká i porostů energetických plodin.

Hluk negativně působí na sluchové orgány člověka, ale i na jeho nervovou soustavu jako celek. Optimální hlučnost, při které je člověk schopen odpočívat, je 35 dB, přičemž hodnoty v běžném lidském životním prostředí jsou často mnohem vyšší. Např. hlučnost dopravy může být cca 100 dB. Pro snížení hlučnosti je možné využít zelených ploch, např. porostů r. r. d. Již pás zeleně široký 3 m může snížit hladinu hluku až o 25 %. Pohltivost hluku dřevinami je nicméně závislá na jejich charakteru, především na olistění, kde pohltivost hluku stoupá s velikostí plochy listů. Jako příklad realizace tohoto druhu protihlukové ochrany mohou posloužit ochranné lesní pásy (především topoly a vrby) v okolí severočeských dolů (Huleš 2006).

9.5.1.4 Asanační funkce

Přítomnost větších zelených ploch (včetně porostů energetických plodin) má **pozitivní vliv na ovzduší a klima**. Plošně zlepšuje negativní jevy v okolním prostředí. Porosty upravují **mikroklima**, zvyšují objem vylučovaného kyslíku a těkavých aromatických sloučenin (silic, fytoacidů), vyrovnávají teplotní extrémy apod. Zlepšují **hygienické poměry ovzduší** (filtrace, absorpce).

Jak již bylo zmíněno, pěstování biomasy **snižuje emise skleníkových plynů**, a to díky jejich pohlcování při procesu fotosyntézy v průběhu růstu rostlin. V případě energetického využití formou spalování se vyprodukuje zhruba takové množství CO₂, jaké je pohlceno v průběhu života rostliny (více viz kap. 8.3.1).

Zelené rostliny přispívají ke **zvýšení vlhkosti vzduchu** a mají velký význam pro **stabilizaci místního klimatu**, a to aktivním ochlazováním prostředí nebo tlumením kolísání teplot evapotranspirací. Tento efekt vykazují zejména zapojené porosty. Nezapojené porosty podle výsledků projektu VÚKOZ (Weger a kol. 2003) „*nechladí krajinu, i když samy sebe chladí dostatečně. Proto bude žádoucí vysazovat rychle rostoucí dřeviny tak, aby tvořily zapojený porost.*“

9.5.1.5 Meliorační funkce

Meliorační funkce trvalé zeleně spočívá především ve zlepšování mikroklimatických a biologických poměrů, úpravě vodního režimu, vyrovnávání tepelných poměrů a v prevenci deflace³³.

Vliv na půdu. Pro plodiny cíleně pěstované pro energetické využití jsou k dispozici ve většině případů pouze stanoviště, která nejsou ekonomicky rentabilní nebo jsou nevhodná pro tradiční zemědělské plodiny. Pro tyto účely lze využívat spíše půdy méně úrodné, kontaminované lidskou činností a dále antropogenní půdy. Kromě vlastního energetického využití těchto plodin lze také zúročit jejich schopnost dekontaminace a obnovy organické složky půdy a zlepšení jejich fyzikálních, chemických a biologických vlastností (kol. autorů 1999). Na druhou stranu je však nutné ověřit, zda r. r. d. nezpůsobují degradaci orné půdy, která by znemožnila další využití této půdy k původním účelům. V literatuře (např. Seven 2004) se uvádějí spíše pozitivní vlivy pěstování r. r. d. na půdu, a to zvýšení obsahu humusu z opadu listů a z rostlin rostoucích v meziřádcích a rozkladem zbytků kořenů zaoraných do půdy po likvidaci plantáže (čímž se zvyšuje mikrobiologická aktivita a úrodnost půdy), odpočnutí půdy od zhutňování mechanizací, provzdušnění ornice kořeny. Dále dochází ke stabilizaci vodního a vzdušného režimu půd. Existuje však také hypotéza, že by transpiračním proudem z kořenů mohlo docházet k částečnému vynesení toxických iontů kovů ze spodiny do orniční vrstvy.

Snížení vodní i větrné eroze. V posledních letech, kdy často dochází k povodním, je velmi aktuální problematika půdní eroze. Jako účinné antierozní opatření na svažitéch plochách

³³ Odnos zvětralín větrem.

působí trvalé porosty energetických plodin. Vhodný je pro tyto účely např. šťovík uteuša, který má dlouhé vegetační období, nebo energetické trávy. Jednoleté rostliny (např. kukuřice, často doporučovaná k výrobě bioplynu) nejsou v jarním období, kdy jsou nejčastější přívalové deště, ještě natolik vyvinuté jako rostliny víceleté či trvalé, a proto nemají tak velký antierozní účinek. Kromě toho se půda s víceletými nebo trvalými porosty každoročně neoře. Výhodné je tudíž využít tohoto efektu a pěstovat víceleté a trvalé energetické byliny na svažitéch pozemcích a jednoleté plodiny naopak na pozemcích rovinatých (Petříková 2006).

Řešení erozních problémů tímto způsobem je výhodnější než řešení formou zatravnění, a to z hlediska využitelnosti sklizně pro energetické účely. Porosty r. r. d. je také možno využít ke stabilizaci břehů řek.

S prevencí vodní eroze souvisí také snížené vymývání základních živin z půdy (P, K, Ca, Mg atd.). Porosty dřevin mohou působit také jako větrolamy, a tak snižovat větrnou erozi a škody na zemědělských plodinách.

Dekontaminace půd od těžkých kovů. R. r. d. mají větší či menší schopnost odčerpávat škodlivé látky z kontaminovaných půd. Např. topoly a vrby odebírají jen málo těžkých kovů z půdy, naproti tomu křídlatka či hořčice se řadí mezi tzv. hyperakumulátory, které mají velkou dekontaminační schopnost (kol. autorů 1999).

Vliv na vodní režim. Porosty energetických plodin zvyšují retenční a akumulární schopnosti krajiny a působí jako stabilizátor odtoků (protipovodňová ochrana). S tím souvisí také vliv na vodní erozi, zmíněný v předchozí kapitole.

V nepříliš dávné minulosti bylo charakteristickým rysem české krajiny **scelování pozemků** a likvidace rozptýlené zeleně kvůli velkoplošnému zemědělství. Porosty dřevin (mj. r. r. d.) přitom mají pozitivní vliv na koloběh vody: transpirací vracejí do atmosféry významný podíl srážkové vody a další část se zachycuje v korunách a kůře (tzv. intercepce).

Kořenový systém dřevin také může působit jako **clona pro ochranu vodních zdrojů**.

Pro **využití niv k produkci biomasy** pro energetické využití je hned několik důvodů, jejich využití pro tyto účely je ve srovnání s jejich využitím pro pěstování tradičních zemědělských plodin výhodnější (Kol. autorů 1999).

Především v sedmdesátých a osmdesátých letech minulého století bylo rekultivováno mnoho mokřadních území a přeměněno na zemědělskou půdu, což mělo za následek napřimování vodních toků a pokles hladiny podzemní vody. S tím souvisí několik negativních dopadů,

jako je vznik podmínek pro proces mineralizace (rozklad organických látek a s ním související uvolňování oxidu uhličitého do vzduchu, zvýšení odtoku živin z půdy a eutrofizace vody v toku) a v neposlední řadě také snížení retenční schopnosti krajiny.

V případě, že by se v nivách pěstovaly mokřadní druhy (např. r. r. d., olše, dub, topol, jasan, vrba), zvedla by se hladina podzemní vody, a tím by se zpomalil proces mineralizace³⁴. Díky tomu se nejen zabrání produkci oxidu uhličitého, ale také dojde i k jeho vázání v nadzemní biomase. Dalším pozitivním efektem je samozřejmě možnost využití vzniklé nadzemní hmoty k energetickým účelům.

Porosty r. r. d. lze také využít pro biologické meliorace přemokřených stanovišť, vhodné jsou také pro výsadbu v suchých poldrech (Jiránek 2007).

9.5.1.6 Estetická funkce

Trvalá zeleň může zvyšovat estetickou kvalitu prostředí, zvýrazňovat jeho přirozený charakter a odcloňovat nevhodně situované objekty či necitlivé zásahy do krajiny (průnik s izolační funkcí).

Záměrným pěstováním plodin pro energetické využití se **udržuje kulturní krajina**. Obdělávání zemědělských ploch zamezuje jejich nežádoucímu zaplevelení.

K plantážím r. r. d. se mohou vyskytnout připomínky s ohledem na schématický způsob výsadby a skladbu porostů (monokultury). Schematičnost výsadby je nezbytná pro umožnění využití mechanizace a pro obhospodařování plantáží, po zapojení porostu (po 2 – 3 letech) však vizuální efekt řádků zmizí. Problémům s estetickou stránkou porostů r. r. d. by se dalo do jisté míry předejít začleněním těchto porostů do územních plánů a vytvořením koncepce pro využití zemědělské půdy pro pěstování energetických dřevin. Přitom by měla být zohledňována estetická hlediska, místní tradice, ekologické funkce krajiny, krajinný ráz, zájmy biodiverzity – navázání na ÚSES³⁵. (Kol. autorů 1999).

9.5.1.7 Naučná funkce

Naučná funkce porostů trvalé vegetace spočívá ve výchově k estetice, kultuře a ochraně přírody, v umožnění poznávání přírody a přírodních jevů.

Tato funkce se v kontextu cíleného pěstování pro energetické využití týká zejména výzkumných ploch energetických bylin či r. r. d.

³⁴ Při úbytku 1 % organických látek v profilu 1 m odvodněné nivy se za rok uvolní 14 000 t OC₂ na 100 ha plochy. (Kol. autorů 1999)

³⁵ Územní systém ekologické stability.

9.5.1.8 Kulturní funkce

Trvalá vegetace přispívá k uchování a zvýraznění kulturního charakteru krajiny včetně prvků obvykle vznikajících při charakteristickém způsobu využívání území a vytvářejících osobitý obraz krajiny související s činností člověka. To se může týkat i některých zemědělských kultur.

9.5.1.9 Rekreační funkce

Přítomnost trvalé vegetace zvyšuje rekreační potenciál území, tj. schopnosti kladně působit na psychiku člověka, přispívat k regeneraci jeho duševních sil a vytvářet prostředí pro regeneraci sil fyzických. Tato funkce nicméně není typická pro porosty energetických plodin.

9.5.2 ZEMĚDĚLSTVÍ A TECHNOLOGIE

Zemědělství – odborná stránka. Pro zajištění ekonomické rentability pěstování energetických plodin je nezbytný správný výběr plodiny pro danou lokalitu a správné pěstební postupy (příprava půdy, doba setí/výsadby, hnojení atd.). Přehled základních zásad pro pěstování některých energetických bylin považovaných za perspektivní pro pěstování pro energetické účely v ČR je uveden v Tabulka 22. Jednotlivé druhy jsou v různém stádiu ověřování, některé druhy jsou v ČR tradiční (např. slunečnice). Výzkum r. r. d. v ČR probíhá intenzivněji od roku 1992.

Dostupnost osiva/sadebního materiálu. Nezbytnou podmínkou pro rozšíření pěstování různých energetických plodin uvedených v Tabulka 22 je dostupnost osiva v dostatečném množství. Zatím je tato podmínka splněna jen velmi omezeně, dostatečné množství osiva je dostupné pro šťovík uteuša a většinu druhů trav. Osivo je k dispozici rozptýleně v podnicích zabývajících se pěstováním příslušných rostlin či na šlechtitelských stanicích (Petříková 2004a).

Řízky pro založení porostů r. r. d. jsou k dispozici např. ve Výzkumném ústavu pro krajinu a okrasné zahradnictví v Průhonicích.

Technické aspekty se ve fytoenergetice týkají jednak získávání a úpravy biomasy (pěstování, sklizeň, zpracování atd.) a konečně také procesu vlastní energetické konverze fytomasy. Tato kapitola je zaměřena na první fázi, tedy na pěstování a sklizeň fytomasy, případně na její úpravu (procesem energetické konverze fytomasy se zabývá kapitola 8.3).

Dostupnost mechanizace. Pro pěstování energetických bylin lze často využít tradiční zemědělské stroje. U r. r. d. je situace problematičtější, vzhledem k zatím malým rozlohám

ploch osázených r. r. d. v ČR se využívá především manuálních postupů, a to i při sklizni, kdy se obvykle využívá motorové pily. V zahraničí sice existují speciální sklízecí stroje (často se jedná o prototypy), jejich nákup by se však vyplatil pouze za předpokladu intenzivnějšího využívání než umožňují rozlohy porostů r. r. d. v ČR. Podle Wegera (2007) je však možné, že se v rámci grantu MPO začne v ČR pracovat na dovoji zařízení na sklizeň r. r. d., což by mohlo nastartovat dynamičtější rozvoj pěstování r. r. d.

Úprava sklizené fytomasy. Pro sklizeň bylin lze využít např. strojů pro balíkování slámy, záleží samozřejmě na jejím dalším využití. R. r. d. lze při sklizni rovnou vázat do otepí nebo štěpkovat. Mechanizace pro tento účel je dostupná, používá se např. také pro štěpkování zbytkové biomasy z lesnictví. Dostupná i komerčně zralá je také mechanizace pro výrobu briket a pelet, přestože zatím není v ČR rozvinuta v příliš velkém měřítku.

Vysoušení, skladování. Vlhká dřevní štěpka jednak zvyšuje dopravní náklady, jednak v ní mohou vznikat plísně, které mohou způsobovat zdravotní problémy. Proto je vhodné štěpku dosušet, k čemuž lze využít např. upravených roštů halových seníků, jejichž kapacita není v současné době plně využívána v důsledku snížení stavu skotu. Snadněji (i bez použití ventilátorů) se suší hrubá štěpka, pro jemnou štěpku je nutno ventilátorů použít. Ventilátory bývají u seníků k dispozici. Pro optimalizaci procesu dosoušení (minimalizace spotřeby energie) je třeba brát v potaz momentální relativní vlhkost vzduchu v porovnání s vlhkostí vzduchu vycházejícího z masy štěpky (Jiránek a kol. 2002).

Doprava. Biomasa by se měla zpracovávat i využívat co nejbližší místu svého vzniku, což snižuje celkové náklady na výrobu energie z biomasy, ale také negativní vlivy na životní prostředí z pohledu celého životního cyklu. Pro dopravu je samozřejmě nejvýhodnější co největší hustota přepravované fytomasy, aby se co nejefektivněji využilo kapacity vozidla. Ideální proto je, když se na delší vzdálenosti přepravuje již upravená fytomasa, např. ve formě pelet či briket.

Jedním z pozitivních aspektů, k nimž může rozvoj fytoenergetiky přispět, je **posílení energetické soběstačnosti v regionech**, což by bylo neocenitelné při nežádoucím narušení centralizované energetiky, které nelze vyloučit např. v souvislosti s možnými teroristickými útoky.

9.5.3 LEGISLATIVNÍ A POLITICKÉ DOKUMENTY

Tato kapitola navazuje na kapitolu 7., která se tomuto tématu částečně věnuje, avšak zaměřuje se pouze na obnovitelné zdroje obecně, kdežto následující text bude zaměřen konkrétně na biomasu s důrazem na její cílené pěstování pro energetické využití.

9.5.3.1 Evropská unie

Vůle EU podporovat biomasu pro energetické využití vyplývá především z **Akčního plánu pro biomasu**, kde je význam biomasy odůvodněn především snížením závislosti EU na dovozu fosilních paliv, snížením emisí skleníkových plynů a tvorbou pracovních míst v zemědělství a lesnictví. Perspektivnost tohoto OZE dokazuje také to, že zhruba polovina energie z OZE v EU pochází z biomasy (tj. zhruba ekvivalent 4 % celkového množství energie). Množství 69 mtoe biomasy z roku 2003 by podle Akčního plánu mohlo do roku 2010 vzrůst na 150 mtoe, což by však ještě stále neznamenovalo úplné využití potenciálu.

Akční plán zdůrazňuje potřebu koordinovaného přístupu k politice v oblasti biomasy. Do budoucna mají být vytvořeny národní akční plány pro biomasu. Mezi opatření doporučená v příloze 1 Akčního plánu patří:

- podpora rozvoje trhu s biomasou vytvořením tržních pobídek pro její využití a odstranění bariér rozvoje trhu s biomasou,
- **zhodnocení implementace opatření pro podporu pěstování energetických plodin,**
- **informační kampaň pro zemědělce** a vlastníky lesů o vlastnostech energetických plodin a příležitostech, které nabízejí,
- prozkoumání možností rozvoje evropského trhu s peletami a štěpkou,
- zhodnocení optimalizace výzkumu zemědělských a dřevnatých plodin pro energetické využití a procesů přeměny biomasy na energii.

Akční plán popisuje význam všech tří možností využití biomasy:

Kapalná biopaliva představují jedinou náhražku fosilních paliv v dopravě, proto je jim dáвана vysoká politická priorita. Zdrojem pro jejich výrobu jsou především zemědělské produkty. Systém podpory rozvoje využívání biopaliv je v různých státech odlišný, může mít např. podobu daňových úlev či tzv. „biofuels obligations“, tj. stanovení minimálního podílu biopaliv na celkovém portfoliu obchodníků.

Zdrojem pro **výrobu elektřiny**, v níž tkví největší potenciál v redukci emisí CO₂, a **výrobu tepla**, která je nejlevnějším způsobem energetického využití biomasy, je především dřevo a odpady.

Zemědělská politika EU (CAP, Common Agricultural Policy)

Po reformě CAP z 2003 již není podpora vázána na konkrétní plodiny, zemědělec má svobodu pěstovat to, co požaduje trh. Většina podpor bude vyplácena nezávisle na objemu produkce. Dalším cílem reformy je směřovat k ekonomicky příznivému stylu hospodaření šetrnému k ŽP, zjednodušení administrativních procesů v rámci CAP a posílení pozice EU ve vyjednávání v rámci WTO. Jádrem reformy je tzv. **SPS** (single payments scheme), který mohou členské státy zavádět od roku 2005, nejpozději však v roce 2007. Tento systém byl zaveden s ohledem na environmentální a potravinovou bezpečnost, zdraví rostlin a živočichů, udržování zemědělské půdy v dobrém stavu; SPS budou vypláceny pouze za předpokladu splnění těchto podmínek (opatření „cross-compliance“).

Součástí této reformy je tzv. „**Energy Crop Payment**“ ve výši 45 EUR/ha (max. na plochu 1,5 mil. ha). Jedná se o podporu vázanou na konkrétní produkty, která se doplácí k SPS. Evropský hospodářský a sociální výbor (EHSV 2006) nicméně nastolil otázku, zda je tato výše podpory dostatečná a navrhl zjednodušení administrativních postupů pro podávání žádostí o podporu, projednání výše této podpory (možnost zvýšení) a nárok na tuto podporu i pro nové členské státy (nové členské státy se zjednodušeným postupem CAP včetně ČR nemají na tuto podporu nárok).

Hlavní podmínky vyplacení podpory:

Farmář má nárok na tuto podporu za předpokladu, že doloží smlouvu o dodávkách biomasy s příslušným zpracovatelem (tato podmínka nemusí být splněna, pokud farmář zpracovává biomasu ve vlastním zařízení). Členský stát má stanovit minimální výnosy.

Před vlastním energetickým zpracováním by mělo dojít max. ke dvěma prodejům suroviny nebo částečně zpracované suroviny.

Některé dopravní operace mohou podléhat kontrolám.

Podpora je vyplácena na všechny plodiny pro výrobu kapalných biopaliv (výčet viz směrnice 2003/30/ES o podpoře využití biopaliv), elektrické a tepelné energie. Nárok na podporu nemá cukrová řepa, v jednotlivých členských státech mohou být stanoveny výjimky.

Nové členské státy mohou volit mezi tímto systémem, nebo si mohou vyjednat speciální podmínky, vč. tzv. **SAPS** (Single Area Payment Scheme), což je zjednodušený systém plateb na hektar zemědělské půdy (až do výše stropu stanoveného v přístupové smlouvě). Tento systém se týká i ČR. Nové členské státy mohou kdykoli vstoupit do systému SPS.

Ze **strukturálních a kohezních fondů lze získat podporu** na rekvalifikaci zemědělců, vybavení pro producenty biomasy, investice do vybavení pro výrobu biopaliv a jiných materiálů, výměnu paliva za biomasu u producentů elektřiny a tepla.

EAFRD (European Agricultural Fund for Rural Development, 2007 – 2013)

EAFRD je rámec, na jehož základě si členské státy zpracují národní strategie rozvoje venkova. EAFRD má 6 základních strategických linií:

- zlepšení konkurenceschopnosti zemědělství a lesnictví,
- zlepšení životního prostředí a krajiny,
- zlepšení kvality života na venkově a povzbuzení diverzifikace,
- budování místních kapacit pro zaměstnanost a diverzifikaci,
- převedení priority do programů,
- vzájemné doplňování mezi nástroji Společenství.

Tomuto dokumentu předcházely v programovacím období 2004 – 2006 HRDP (Horizontal Rural Development Plan).

9.5.3.2 Česká republika

9.5.3.2.1. Pěstování energetických bylin
--

2001 – 2003

Před vstupem ČR do EU, v letech 2001 – 2003 včetně bylo pěstování energetických plodin podporováno v rámci dotačního titulu „uvádění půdy do klidu“ (5500 Kč/ha, viz nařízení vlády 86/2001), který umožnil poměrně rychlý nárůst ploch energetických bylin (Petříková 2004a).

Hlavní podmínky dotace byly následující.

- Dotace se poskytovaly na pozemky uváděné do klidu a vedené v katastru jako TTP, orná půda nebo ostatní plocha.

- Dotace se poskytovaly na základě vlastnického práva, nájemní smlouvy nebo jiného právního dokladu na půdu o rozloze min. 10 ha.
- Žádost o dotaci musela být doručena vždy do 31. března.
- Podíl půdy uvedené do klidu měl činit 5 – 10 % obhospodařované půdy.
- Žadatel měl povinnost do 30. září příslušného roku doložit, že dodal fyzické nebo právnické osobě produkci plodin pěstovaných na orné půdě uváděné do klidu, pokud žadatel produkci použil k vlastnímu užití, musel potvrdit tuto skutečnost v čestném prohlášení.
- Dotace se neposkytovala na jednotlivé souvislé plochy orné půdy, které nepřesahují výměru 0,3 ha nebo nedosahují šířky 20 metrů.
- Výše dotace na pěstování energetických bylin na půdě uváděné do klidu činila 5500 Kč/ha.
- Dotace se vyplácela pouze na plodiny uvedené v příloze nařízení (viz Tabulka 22).

2004-2006

Od roku 2004 byl tento titul nahrazen výše zmíněným **SAPS**, tedy rovné dotace pro všechny druhy plodin, jejíž výše se od vstupu do EU zvyšuje (pro rok 2004: 1830,40 Kč/ha, pro rok 2005: 2110,70 Kč/ha, pro rok 2006 2517,80 Kč/ha). Pro energetické plodiny se podařilo zajistit podporu v červnu 2004 ve výši 2000 Kč/ha nad rámec plošných dotací v rámci **programu národních podpor 1.U. Podpora pěstování bylin pro energetické využití.**

Hlavní podmínky pro poskytnutí národní dotace.

- Potvrzení o zařazení do evidence využití zemědělské půdy podle užívatelských vztahů s účinností předmětných bloků či dílů půdních bloků nejpozději k datu ukončení přijímání žádostí.
- Kopie uzavřené dohody s odběratelem produkce na energetické využití; v případě využití produkce ve vlastním energetickém zařízení doklad o zřízení tohoto zařízení.
- Příjemce dotace doloží do 15. listopadu 2007 příslušnému ZA-PÚ doklad, že dodal fyzické nebo právnické osobě produkci bylin k energetickému využití, případně potvrdí čestným prohlášením využití produkce pro vlastní energetické účely.
- Dotace se poskytují na plodiny uvedené v části D nařízení (viz Tabulka 22).

V roce 2006 byl náležitostí žádosti navíc doklad o souhlas orgánu ochrany přírody.

2007

V roce 2007 bude nadále vyplácena podpora v rámci **programu 1.U**. Změna oproti předchozím rokům bude pravděpodobně ve zvýšení vyplácené částky z 2000 na 3000 Kč/ha a v termínu podávání žádostí – do 31. března. (MZe 2007). Platba **SAPS** se oproti předchozímu roku pravděpodobně opět zvýší. Kromě toho existuje šance na získání účelových podpor z EU (výše zmíněný **Energy Crop Payment**, 45 EUR/ha). Tato možnost je však zatím v jednání. Pokud by vyjednávání dopadlo pro ČR příznivě, měli by pěstitelé šanci získat celkem až cca 7000 Kč/ha, což je výrazné zlepšení oproti předchozím rokům. Platba Energy Crop Payment by mohla mít výrazný vliv na plošné rozšíření pěstování energetických bylin. Tato podpora by se vztahovala na všechny druhy plodin využitých pro výrobu elektrické nebo tepelné energie či PHM s výjimkou cukrové řepy, narozdíl od národních dotací.

Období	2001 - 2003	2004	2005	2006	2007 ^{viz text výše}
Národní dotace	5500	2000	2000	2000	3000 ^{předběžný údaj}
Dotace z EU	–	1830,40	2110,70	2517,80	SAPS + energy crop payment?
Celkem	5500	3830,40	4110,70	4517,80	?

Tabulka 21 Vývoj výše podpor na pěstování energetických bylin; zdroj: MZe 2004bc, 2005ab, 2006bc, 2007, NV 505/2000 Sb.

Administrativní souvislosti

Jelikož není **jasně definována státní dotační politika** v oblasti pěstování energetických plodin, zemědělci nemají dlouhodobě garantované příjmy z dotací, což způsobuje investiční nejistotu. (Např. porost šťovíku může mít životnost až 10 let, kdežto dotační politika byla dosud definována na 2 – 3 roky dopředu).

Tento problém se projevil např. v **nedostatečném čerpání dotací** v roce 2004, kdy byla výše podpor vyhlášena až v červnu (uzávěrka přijímání žádostí byla 31. července). Podle Petříkové (Petříková 2004a) byl za podmínek platných v letech 2001 – 2003 ze strany zemědělců zájem o založení až 3000 ha ploch energetických plodin, avšak v důsledku nejasností s dotacemi bylo zaseto asi jen 300 ha.

Po vstupu do EU musejí zemědělci podávat **dvě žádosti o podporu** namísto jedné (SAPS + národní dotace), podpora byla dosud v celkovém úhrnu nižší než před vstupem do EU.

Zprávy o zahájení přijímání žádostí o poskytnutí dotace většinou nejsou vydávány s předstihem. **Uzávěrky některých termínů jsou nevhodně načasované**. Pěstitel musí např.

doložit, že produkce energetických bylin bude využita pro energetické účely, a to do 30. září v letech 2001 – 2003, resp. do 15. listopadu od roku 2004 (povinnost doložit dodání produkce pro tyto účely právnícké nebo fyzické osobě nebo se v čestném prohlášení zavázat k vlastnímu využití produkce k energetickým účelům). V některých případech je však výhodné provést sklizeň až po zimě, po vymrznutí biomasy, kdy je její vlhkost podstatně nižší. V takovém případě by mohl pěstitel požádat o národní podporu až v následujícím roce. V roce 2007 by mělo být rozhodnutí o poskytnutí dotace vydáno již do konce dubna, přičemž termín podávání žádostí je do konce března.

Hodně bylin perspektivních pro energetické využití v ČR není uvedeno v seznamu podporovaných bylin³⁶ (viz Tabulka 22), a proto nemají nárok na podporu (srovnej Energy Crop Payment).

	2001 – 2003	2004	2005	2006	2007
Jednoleté až dvouleté:	NV 86/2001 Sb.	Zásady pro poskytování nár. dotací			
triticale <i>Triticosecale</i>	Ano	*	Ne	Ne	Ne
laskavec <i>Amaranthus</i>	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
konopí seté <i>Cannabis sativa</i>	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
světlice barvířská – saflor <i>Carthamus tinctorius</i>	Ne	*	Ano	Ano	Ano
sléz přeslenitý <i>Malva verticillata</i>	Ano	*	Ano	Ano	–
slézy <i>Malva spp.</i>	–	*	–	–	Ano
komonice bílá (jednoletá a dvouletá) <i>Melilotous alba</i>	Ano	*	Ano	Ano	Ano
hořčice sarepská <i>Brassica juncea</i>	Ne	*	Ano	Ano	Ano
čirok <i>Sorghum spp.</i>	Ne	*	Ne	Ne	Ano
ředkev olejná <i>Raphanus sativus L. var. oleiformis Pers.</i>	Ne	*	Ne	Ne	Ano
pupalka dvouletá <i>Oenothera biennis</i>	Ano	*	Ano	Ano	Ne
Víceleté a vytrvalé (dvouděložné)					
mužák prorostlý <i>Silphium perfoliatum</i>	Ano	*	Ano	Ano	Ano
jestřabina východní <i>Galega orientalis</i>	Ano	*	Ano	Ano	Ano
topinambur <i>Helianthus tuberosus</i>	Ano	*	Ano	Ne	Ne
čičorka pestrá <i>Coronilla varia</i>	Ano	*	Ano	Ano	Ano
šřovík krmný <i>Rumex tienshanicus x Rumex patientia</i>	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
sléz vytrvalý <i>Kitaibelia</i>	Ne	*	Ano	Ano	Ano
oman pravý <i>Inula helenium</i>	Ano	*	Ano	Ano	Ne
bělotrn kulatohlavý <i>Echinops sphaeocephalus</i>	Ne	*	Ano	Ano	Ne
Energetické trávy					
sveřep bezbranný <i>Bromus inermis</i>	Ano	*	Ano	Ano	Ano
sveřep horský (samužníkovitý) <i>Bromus cartharticus</i>	Ano	*	Ano	Ano	Ano
psineček veliký <i>Agrostis gigantea</i>	Ne	*	Ano	Ano	Ano
psineček bílý <i>Agrostis gigantea</i>	Ano	Ano	Ne	Ne	Ne
lesknice (chrastice) rákosovitá <i>Phalaris arundinacea</i>	Ano	*	Ano	Ano	Ano
kostřava rákosovitá <i>Festuca arundinacea</i>	Ne	*	Ano	Ano	Ano
ovsík vyvýšený <i>Arrhenatherum elatius</i>	Ne	*	Ano	Ano	Ano
srha laločnatá <i>Dactylis glomerata L.</i>	Ne	*	Ne	Ne	Ano
proso vytrvalé <i>Panicum virgatum</i>	Ne	*	Ne	Ne	Ano
ozdobnice čínská (sloní tráva) <i>Miscanthus sinensis</i>	Ne	*	Ano	Ano	Ano

Tabulka 22 Seznam energetických bylin podporovaných v rámci dotačních titulů v letech 2001 – 2007;

zdroj: NV 86/2001 Sb., MZe 2005b, 2006c, 2007, *údaje nebyly k dispozici.

³⁶ Příloha NV 86/2001 Sb., a od roku 2004 příloha Zásad pro udělování národních dotací (MZe 2004c, 2005b, 2006c, 2007).

9.5.3.2.2. Pěstování r. r. d.

2001-2003

V letech 2001 – 2003 platilo **nařízení vlády č. 505/2000 Sb.**, z něhož vyplýval nárok na dotaci na založení porostu rychle rostoucích dřevin pro energetické využití, a to v rámci skupiny podpůrných programů k podpoře mimoprodukčních funkcí zemědělství a k podpoře aktivit podílejících se na udržování krajiny, konkrétně v rámci programů na podporu změny struktury zemědělské výroby. Vyplácení dotací administrovaly regionální zemědělské agentury MZe.

Výše dotace je stanovena v příloze č. 14 nařízení:

Výsadba reprodukčního porostu – topol, vrba	3 Kč/ks řízku
Zřízení oplocenek k zajištění reprodukčních porostů	60 Kč/m
Ochrana reprodukčních porostů proti zaplevelení	5000 Kč/ha
První výsadba produkčního porostu – topol, vrba	5 Kč/ks řízku
První výsadba produkčního porostu – jiné dřeviny	5 Kč/ks sazenice
Opakovaná výsadba produkčního porostu – topol, vrba	1 Kč/ks řízku
Opakovaná výsadba produkčního porostu – jiné dřeviny	2,50 Kč/ks sazenice
Ochrana produkčních porostů	4000 Kč/ha

Dotace zahrnovala podporu údržby porostů r. r. d. do tří let od jejich založení.

Podmínky pro získání dotace byly následující:

Žadatel předloží smlouvu o nájmu pozemku, na němž má být založen porost r. r. d. pro energetické využití, nejméně na dobu deseti let a zároveň souhlas majitele pozemku se založením porostu r. r. d.

Porost r. r. d. musí být vysazen na ploše o minimální výměře 0,25 ha v případě reprodukčního porostu (matečnice) a 1 ha v případě produkčního porostu.

Porost bude založen z ověřených, stanovištně a geneticky vhodných klonů, které byly ověřeny schvalovacím řízením.

S žádostí o dotaci je nutno předložit doklady uvedené v příloze č. 14 nařízení, tj. souhlas příslušného orgánu ochrany přírody a krajiny s projektem výsadby r. r. d., potvrzení příslušného orgánu ochrany přírody a krajiny o provedení výsadby porostu r. r. d. pro

energetické využití, závazek žadatele o udržování porostů r. r. d. pro energetické využití po dobu nejméně 10 let včetně roku jeho založení.

Žádost se podává do 30. dubna roku, ve kterém má být poskytnuta dotace. Rozhodnutí o udělení dotace vydá příslušný orgán do 30. června.

2004 – 2006

V květnu 2004 bylo přijato **nařízení vlády 308/2004** o stanovení některých podmínek pro poskytování dotací na zalesňování zemědělské půdy a **na založení porostů rychle rostoucích dřevin** na zemědělské půdě určených pro energetické využití, které upravovalo vyplácení dotací na založení porostů rychle rostoucích dřevin určených pro energetické využití v rámci **HRDP (Horizontální plán rozvoje venkova)**.

Dotace byly poskytovány jednak na produkční (60 000 Kč/ha, minimální plocha 0,5 ha), jednak na reprodukční porosty r. r. d., tzv. matečnice (75 000 Kč/ha, minimální plocha 0,25 ha). Udělování dotací administroval SZIF.

Podmínky pro získání dotace byly následující:

Podání žádosti o zařazení do systému (do 28. února roku založení porostu, v roce 2004 do 15. června).

Žadatel musí být **vlastníkem/spoluvlastníkem/sdružením vlastníků příslušného pozemku nebo jeho nájemcem** na dobu minimálně **15 let** v případě produkčního a **10 let** v případě reprodukčního porostu.

Pozemek musí být veden v evidenci jako orná půda nebo travní porost a mít minimální výměru uvedenou výše.

Žádost o zařazení do systému musí obsahovat žádost o dotaci, označení pozemků v katastru nemovitostí, výpis z katastru nemovitostí, souhlas vlastníka pozemku, ověřenou kopii nájemní smlouvy, projekt zpracovaný autorizovaným projektantem, stanovisko příslušného orgánu ochrany přírody a orgánu ochrany zemědělského půdního fondu s dočasným vynětím půdy ze zemědělského půdního fondu a čestné prohlášení žadatele o zajištění sklizně v obmýtí 3 – 6 let, minimálně po dobu 15, resp. 10 let, využití veškeré produkce pro energetické účely, resp. množitelské účely, provedení likvidace porostu po skončení životnosti plantáže.

Žadatel podá **oznámení o založení porostu r. r. d.** na formuláři vydaném SZIF, a to do 30. června, byl-li porost do tohoto data založen, nebo do 30. listopadu, byl-li porost založen

později. Součástí oznámení je stanovisko orgánu ochrany přírody. Na základě oznámení a provedení kontroly se vyplácí dotace.

Podmínky pro vyplacení dotace byly:

Žadatel je zařazen do systému, ohlásil změnu kultury v evidenci, nepožádal o dotaci na tentýž účel z jiných veřejných zdrojů, založil porost v souladu s projektem, zjištěný počet životaschopných jedinců rovnoměrně rozmístěných na ploše neklesl do 12 měsíců od podání oznámení pod 80 % počtu stanoveného projektem v případě produkčního porostu, resp. pod 75 % v případě matečnice. Pokud se tak stalo v důsledku působení biotických nebo abiotických činitelů bez zavinění žadatele a žadatel se zaváže k provedení dosadby bez zbytečného odkladu, bude mu podpora vyplacena.

2007 – 2013

Pro programovací období 2007 – 2013 byl v EU zaveden výše zmíněný program EAFRD, na jehož základě byl zpracován tzv. „**Programu pro rozvoj venkova ČR na období 2007 – 2013**“. Součástí jeho opatření II.2.1. Zalesňování zemědělské půdy je **podopatření II.2.1.2. Založení porostů rychle rostoucích dřevin pro energetické využití**. V období dokončování této diplomové práce se zpracovává národní legislativní předpis stanovující podmínky tohoto opatření, v platnost vejde v druhé polovině roku 2007 (Kvasničková 2007). Mj. by zde měla být odstraněna povinnost vynětí pozemku pro pěstování r. r. d. ze ZPF, uvažuje se o zkrácení doby, na kterou se žadatel musí zavázat ke sklizení porostu z 15 resp. 10 let na 9 resp. 7 let. Tento předpis bude nadále administrovat SZIF (Jiránek 2007, Weger 2007).

Výše jednotlivých plateb tak, jak je uvedena v Programu pro rozvoj venkova ČR (MZe 2006a) je uveden v Tabulka 23, přičemž příspěvek na založení činí max. 70 % způsobilých výdajů (80 % v LFA, v oblastech Natura 2000 a v oblastech souvisejících s prováděním směrnice 2000/60/ES³⁷).

	Sazba při míře podpory 70 % způsobilých výdajů		Sazba při míře podpory 80 % způsobilých výdajů	
Produkční porost RRD	76 000 (tj. 2 551,71 EUR/ha)	Kč/ha	87 000 (tj. 2 921,03 EUR/ha)	Kč/ha
Reprodukční porost RRD	86 000 (tj. 2 887,46 EUR/ha)	Kč/ha	98 500 (tj. 3 307,14 EUR/ha)	Kč/ha

Tabulka 23 Dotace na založení plantáže r. r. d.; zdroj: MZe 2006a.

(Pozn.: kurz 29,784 CZK/EUR, příspěvek z EU činí 80 % a příspěvek ze státního rozpočtu 20 % veřejných výdajů)

³⁷ Směrnice Evropského parlamentu a Rady, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky

Podmínky poskytnutí dotace na založení porostu r. r. d. stanovené v Programu jsou následující:

- Žadatel spolu s žádostí předloží **projekt** založení porostu vypracovaný oprávněnou osobou.
- Pro každý schválený projekt se může použít pouze **jeden zdroj financování EU**.
- Projekt musí být realizován na území **ČR**.
- Zemědělskou půdou se pro účely tohoto podopatření rozumí zemědělská půda, která je evidována v LPIS na jméno žadatele jako kultura **orná půda nebo travní porost**.
- Vhodnost opatření obsažených v projektu je doložena souhlasným **stanoviskem MŽP**, které je součástí předložené žádosti o podporu.
- Žadatel musí po přechodu ČR na plný systém přímých plateb dodržovat podmínky příslušných předpisů ES.
- Podpora se neposkytne zemědělcům pobírajícím podporu při předčasném ukončení zemědělské činnosti, podpora se neposkytne na výsadbu vánočních stromků.
- Žadatel vysadí porost r. r. d. v souladu s projektem na **stanovené minimální výměře**, k výsadbě použije **geneticky a stanovištně vhodné druhy a odrůdy**, v projektu bude řešen management včetně opatření po skončení životnosti porostu.
- Žadatelem o podporu může být **vlastník nebo nájemce zemědělské půdy či sdružení s právní subjektivitou vlastníků nebo nájemců zemědělské půdy**.

Administrativní souvislosti

V NV 308/2004 Sb. nejsou uvedeny termíny pro vydání rozhodnutí o udělení dotace (na rozdíl od předcházejícího NV 505/2000 Sb.). Podle Jiráka (2007) existují plantáže založené v roce 2006, na které dosud (k 13. únoru 2007) nebyly vyplaceny dotace, a to např. z důvodů uvedených v následujících odstavcích.

§ 10 odstavec 2 a) nařízení stanovuje podmínku vedení pozemku v evidenci využití zemědělské půdy podle užitelských vztahů a jeho příslušnost k půdnímu bloku nebo dílu půdního bloku vedeného v evidenci s kulturou orná půda nebo travní porost. Přitom existuje řada pozemků vedených v evidenci pod jinou kategorií, které jsou vhodné pro založení porostu r. r. d. V evidenci bylo navíc mnoho TTP převedeno

do kategorie jiná kultura. Při posuzování žádostí by se proto mělo vycházet ze skutečného stavu pozemku, nikoli z příslušnosti ke kategorii v evidenci.

Aby byla porostu r. r. d. přiznána dotace, musí se minimální výměra pozemku stanovená nařízením (0,5 resp. 0,25 ha) nacházet v jednom půdním bloku nebo dílu půdního bloku. Hranice mezi půdními bloky často tvoří meliorační toky, jejichž břehy jsou obvykle nevyužívány a jsou vhodné pro r. r. d., tyto pozemky jsou obvykle menších rozměrů. V praxi by tedy mohl takovýto pozemek celkově dosahovat minimální výměry, avšak vzhledem k tomu, že by se nacházel na rozhraní půdních bloků, nebyla by splněna podmínka minimální výměry v rámci jednoho bloku. Tento problém by mohl být vyřešen změnou formulace textu nařízení tak, aby byla rozhodující celková výměra pozemku r. r. d., nikoli výměra jeho části nacházející se v jednom půdním bloku.

Určitou bariéru představuje také povinnost vynětí pozemku ze ZPF zakotvená v NV 308/2004 Sb. (z níž vyplývá mj. ztráta nároku na podpory z EU vyplácené na hospodaření na ZPF) a povinnost uzavření dlouhodobé smlouvy o pronájmu pozemku (15 resp. 10 let). Žadatel se sice musí zavázat, že zajistí, aby produkce byla využita k energetickým, resp. množitelským účelům, v praxi však tento závazek nepodléhá kontrolám. Výsledkem je vyplácení dotací na matečnice na založení porostů, které jsou ve skutečnosti využívány pro produkční účely.

Podle konzultací (Jiránek, 2007, Weger, 2007) existuje poměrně velké množství ploch r. r. d., na které nebylo požádáno o dotaci, neboť složitý administrativní proces pěstitele předem odradil.

9.5.3.2.3. Některé související předpisy

Pěstování biomasy pro energetické využití může být problematické ve zvláště chráněných územích, neboť **zákon č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny** zakotvuje omezení hospodářské činnosti a rozšiřování geograficky nepůvodních druhů rostlin v těchto územích.

Povolení ke kácení dřevin se v případě r. r. d. nevyžaduje, protože porost jednak znovu obrazí, jednak je sklizeň produkce součástí projektu (který musí obsahovat i plán rekultivace).

Podle Jiráka (2007) nejsou úředníci na správách CHKO s touto problematikou dostatečně obeznámeni, a proto jejich rozhodnutí nemusí být vždy přiměřená.

Zákon č. 334/1992 Sb. o ochraně zemědělského půdního fondu

Tento zákon upravuje mj. podmínky pro změny kultur zemědělské a nezemědělské půdy a pro odnětí půdy ze ZPF. Odnětí může být provedeno trvale (jednorázový poplatek) nebo dočasně (roční poplatek po dobu odnětí). Jednou z podmínek pro dočasné odnětí je předložení plánu rekultivace pozemku před navrácením do ZPF.

C52c Předmět a obsah katastru, změny obsahu katastru, postup při zápisu vlastnických a jiných věcných práv a zjednodušený způsob evidence zemědělských a lesních pozemků upravuje **vyhláška Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního č. 190/1996 Sb.**

9.5.3.2.4. Výkup energie z biomasy

Nepřímou podporou cíleného pěstování energetických plodin je podpora výroby elektřiny z OZE, která je zakotvena v **zákoně č. 180/2005 Sb. o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie** (viz kap. 7.3), jehož § 3 odstavec 1 a 2 provádí **vyhláška č. 482/2005 Sb. o stanovení druhů, způsobů využití a parametrů biomasy při podpoře výroby elektřiny z biomasy ve znění vyhlášky č. 5/2007 Sb.** (novelizací dochází k drobné změně v kategoriích využití biomasy). Tato vyhláška, jak je patrné z názvu, stanovuje druhy biomasy a způsoby výroby elektřiny z ní, na které se vztahuje podpora vyplývající z uvedeného zákona.

Různé druhy biomasy, které jsou předmětem podpory, jsou uvedeny v příloze vyhlášky č. 1. V kontextu této diplomové práce je nejdůležitější kategorie, již tvoří *„cíleně pěstované energetické byliny a dřeviny, jejich vedlejší a zbytkové produkty a biopaliva z nich vyrobená včetně vedlejších a zbytkových produktů z jejich zpracování s vyloučením potravinářských i nepotravinářských obilovin s výjimkou triticales“*. Dále se již jedná o vedlejší a odpadní produkty, a to např. o slámu obilovin, olejnin a kukuřice na zrna a biopaliva z ní vyrobená, potravinářsky nevyužitelné obiloviny a olejnin, kapalná biopaliva, zbytková hmota z lesního hospodářství a údržby trvalých travních porostů, odpady z dřevařského průmyslu atd. (kompletní výčet viz příloha č. 1 vyhlášky). Zvláštní kategorií je biomasa pocházející z tzv. invazních a expanzivních druhů vyšších rostlin, na niž se vztahuje podpora pouze tehdy, byla-li tato rostlinná hmota získána odstraněním těchto rostlin z jejich původního stanoviště (nikoli jejich záměrným pěstováním). Tyto rostliny mohou totiž narušovat funkci ekosystémů a způsobovat hospodářské škody. Seznam jednotlivých invazních a expanzivních druhů je uveden v příloze č. 2 vyhlášky.

Výše podpory je každoročně stanovována cenovým rozhodnutím Energetického regulačního úřadu. Pro rok 2006 jsou platné ceny vyplývající z **cenového rozhodnutí ERÚ č. 10/2005** ve

znění pozdějšího rozhodnutí č. 1/2006. Ceny platné pro rok 2007 jsou uvedeny v **cenovém rozhodnutí ERÚ 8/2006**. Výše cen závisí na zdroji elektrické energie a na datu uvedení zařízení do provozu. Pro výrobu elektřiny z biomasy jsou ceny stanoveny následovně:

Spalovaná biomasa	Výkupní ceny elektřiny dodané do sítě (Kč/MWh)		Zelené bonusy (Kč/MWh)	
	2006	2007	2006	2007
Čistá biomasa (kat. O1)	2930	3375	1960	2255
Čistá biomasa (kat. O2)	2600	2890	1630	1770
Čistá biomasa (kat. O3)	2290	2340	1320	1220
Společné spalování biomasy (kat. S1) a fosilních paliv	-	-	1180	1275
Společné spalování biomasy (kat. S2) a fosilních paliv	-	-	850	790
Společné spalování biomasy (kat. S3) a fosilních paliv	-	-	540	240
Paralelní spalování biomasy (kat. P1) a fosilních paliv	-	-	1430	1530
Paralelní spalování biomasy (kat. P2) a fosilních paliv	-	-	1100	1045
Paralelní spalování biomasy (kat. P3) a fosilních paliv	-	-	790	495

Tabulka 24 Výkupní ceny elektřiny ze spalování biomasy; zdroj: ERÚ 2005, 2006.

Uvedené kategorie biomasy vyplývají z vyhlášky 482/2005, podle níž se výše podpory biomasy stanovuje na základě následujících parametrů.

- Výhřevnost biomasy vztažená k její vázané vlhkosti.
- Ekonomicky oprávněné náklady na výrobu a zpracování biomasy.
- Přínos způsobu využití daného druhu biomasy k udržitelnému rozvoji, kterým se rozumí především dopady využívání biomasy na zvýšení zaměstnanosti, snížení dopravní a emisní zátěže.

Na základě výše uvedených parametrů jsou stanoveny následující kategorie (zestručněno):

- Kategorie 1 – 3: biomasa pro spalování a nízkoteplotní zplyňování (do 2000 °C):
 - 1 – byliny a dřeviny cíleně pěstované pro energetické využití a biopaliva z nich vyrobená,
 - 2 – biomasa včetně zbytkové biomasy, kterou nelze materiálově využít,
 - 3 – materiálově využitelná biomasa, není-li z podpory vyloučena.

(U spalování se tyto kategorie dále rozlišují podle způsobu využití biomasy na společné spalování (S1 – S3), paralelní spalování (P1 – P3) a spalování čisté biomasy (O1 – O3).)
- kategorie AD: biomasa pro anaerobní digesci (k výrobě bioplynu)

- kategorie VZ: biomasa pro vysokoteplotní zplyňování (nad 2000 °C)

Z výše uvedených údajů vyplývá, že biomasa cíleně pěstovaná pro energetické využití má nárok na nejvyšší podporu a zároveň že je výrazněji podporováno spalování čisté biomasy ve srovnání se spoluspalováním biomasy s fosilními palivy.

9.5.4 EKONOMIKA

Předpoklady pro realizaci projektu založení porostu energetických plodin

Stejně jako při realizaci projektů v jiných oborech je i při pěstování energetických plodin důležitá návratnost investic a ekonomická ziskovost projektu. Investoři by měli mít záruku v jasně deklarované státní politice. Nejistota v této oblasti může mj. výrazně zvýšit úrokové míry bankovních ústavů poskytujících úvěry. Aby byl nastartován boom cíleného pěstování energetické biomasy, tohoto zatím nepřilíš rozvinutého oboru, je nezbytná motivace pro potenciální investory (zemědělce), kteří musejí vidět v tomto oboru perspektivu.

Při rozhodování o realizaci investičního projektu může investor hodnotit zamýšlenou investiční akci z několika hledisek (Havlíčková, Weger 2003):

- **Systémové hledisko**

V tomto případě se hodnotí souhrnné nároky a účinky navrhovaného projektu jako celku, bez ohledu na přínosy pro konkrétní subjekty. Celkový efekt z realizace investice lze dělit na daňový výnos pro státní nebo jiný rozpočet, výnos cizího, zápůjčního kapitálu ve formě úroků a výnos vlastního kapitálu investora v podobě zisku. Tento přístup k hodnocení je namísto především u velkých, strategických investic v odvětví nebo u investic, kde se stýkají nebo kříží zájmy více subjektů.

- **Hledisko celkového kapitálu**

Tento zjednodušený přístup do propočtů zahrnuje jako nákladovou položku daně, nerozděluje však efekty z navržených opatření mezi investora a subjekt, který poskytl zápůjční kapitál.

- **Hledisko investora**

Investorem může být podnikatelský subjekt, domácnost nebo jiný subjekt (např. nezisková organizace, obec). Rozdíl mezi nimi je v uplatnění daní: Podnikatelský subjekt má možnost uplatnit provozní daně, úroky i náklady na výstavbu coby odpisy při výpočtu základu daně z příjmu. Je-li investor plátcem DPH, odečítá tuto daň zaplacenou na vstupu od DPH na výstupu, kterou odvádí do státního rozpočtu. V zásadě stejné výdajové položky uplatní také

investor – domácnost, avšak nelze je odečítat z daňového základu, pokud nejsou jako daňová úleva obsaženy v zákoně. U ostatních subjektů je situace obdobná.

Rozhodování investora pro nebo proti založení porostu energetických plodin mohou ovlivnit následující faktory:

- **„Opportunity costs“ (náklady příležitosti)**

Statky, které má investor k dispozici, může využít k různým účelům. Např. konkrétní pozemek lze využít k pěstování různých plodin, které jsou pro investora v různé míře ekonomicky zajímavé. Po započtení dotací může být v porovnání s energetickými plodinami ekonomicky výhodnější produkce sena z TTP, zejména v LFA. Pro různé účely lze využít také dostupnou mechanizaci atd.

- **Náklady na výrobu produktu vs. cena, za kterou jej lze prodat (rentabilita), existence poptávky po produktu**

Celkově vzato by se měl investor rozhodovat na základě porovnání současné hodnoty všech příjmů a současné hodnoty všech výdajů spojených s realizací projektu po dobu jeho životnosti. Základním kritériem je zde tzv. **čistá současná hodnota** (NPV, net present value), jejíž hodnota by měla být kladná, aby byl projekt pro investora ekonomicky zajímavý.

Faktory ovlivňující náklady na produkci energetických plodin

Náklady na produkci tuny sušiny biomasy nelze stanovit pouze na základě znalosti konkrétní plodiny. Výše nákladů závisí na celé řadě dalších faktorů.

Při výpočtu nákladů na pěstování a sklizeň jednotlivých druhů energetických plodin je především třeba brát v úvahu **vhodnost plodiny pro danou lokalitu**, neboť **hektarové výnosy** jsou závislé především na **půdně-klimatických podmínkách** (kromě toho také např. na pěstebních postupech). Je tedy třeba brát v potaz **rozdíly mezi jednotlivými regiony**. V úrodných oblastech jsou větší výnosy energetických plodin na jednotku plochy, a tím také klesají výrobní náklady. V horských oblastech jsou naopak výnosy nižší, proto se zvyšují také výrobní náklady. Vyšší jsou zde však např. i ceny biomasy z lesního hospodaření, což je dáno vyššími náklady na její shromažďování (Szomolányiová a kol. 2004). Ekonomicky přijatelné hodnoty produkčního potenciálu energetických porostů se obvykle uvádějí v rozmezí cca 10 – 15 t sušiny za rok (kol. autorů 1999).

Při výpočtu nákladů je třeba uvažovat jednak náklady fixní, jednak variabilní. Kára (2006) započítává do modelového výpočtu následující položky:

- **variabilní náklady:** materiálové náklady (hnojiva, osivo/sadba, chemické přípravky) a náklady na mechanizované práce,
- **fixní náklady:** nájemné půdy, daně, odpisy a opravy staveb, úroky z úvěrů, výrobní a správní režie.

Odečteme-li variabilní náklady od hodnoty produkce (finanční vyjádření hodnoty hlavního i vedlejšího produktu dle průměrných údajů ČSÚ), měli bychom získat kladný výsledek (hrubý výnos), v opačném případě není vhodné v daných podmínkách plodinu pěstovat.

Vliv na náklady na jednotku produkce má také plocha energetických plodin, jinými slovy s rostoucí plochou klesají **měrné náklady**. Náklady na materiál, služby a mzdy budou více méně přímo úměrné rozloze plochy energetických plodin, režijní náklady se však budou zvyšovat mírněji při zvětšování rozlohy plochy.

Celkové náklady dále ovlivní **dovozová vzdálenost** při dopravě biomasy ke zpracovateli/spotřebiteli. Zejména řezanka nebo lisované balíky by se měly spalovat co nejbližší místu svého vzniku, doprava na větší vzdálenosti zhoršuje ekonomiku těchto paliv.

Započítat by se měla také příslušná výše **diskontu**, který vyjadřuje časovou hodnotu peněz.

Z hlediska nákladů dále rozlišujeme mezi **náklady investičními** a **provozními**. Investiční náklady představují počáteční vklad neboli náklady na založení porostu. Provozní náklady představují náklady na údržbu a sklizeň porostu, na celkový chod podniku. Výši investičních nákladů může ovlivnit např. to, zda má provozovatel k dispozici potřebnou mechanizaci, či zda je nutný její nákup (příp. pronájem – provozní náklady).

Významný vliv na náklady na produkci energetických plodin mají **dotace** (případně také možnost získání úvěru³⁸). Dotace jsou nezbytné pro zajištění alespoň částečné konkurenceschopnosti cíleně pěstované biomasy vůči zbytkové a odpadní biomase a vůči fosilním palivům. Vzhledem k relativně krátké době, po kterou se dotace vyplácejí, nelze vysledovat závislost výměry ploch energetických plodin na výši dotace. O výši dotací a dotační politice blíže pojednává předchozí kapitola.

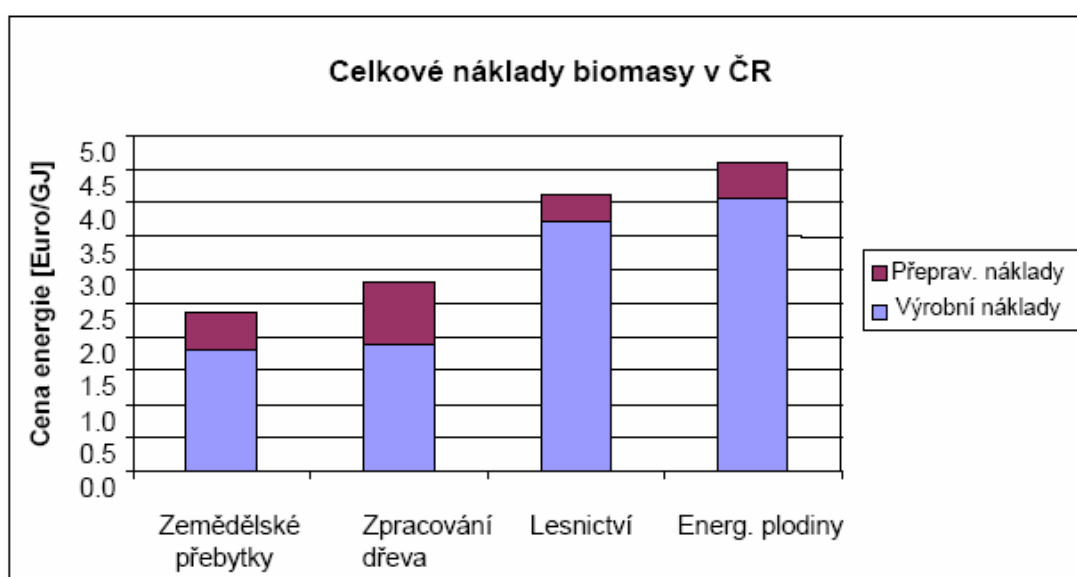
Při pěstování r. r. d. je z ekonomického hlediska především problém v časovém rozložení investic a příjmů. Největší je investice v souvislosti se založením porostu, první sklizeň následuje (v případě produkčního porostu) nejdříve po třech letech od jeho založení a vyznačuje se navíc poměrně nízkými výnosy, větší výnosy jsou teprve při druhé sklizni. Do té

³⁸ Možnosti poskytnutí úvěru nebyly zkoumány v rámci této diplomové práce.

doby je projekt ekonomicky ztrátový. Ztráty mohou být částečně kryty využitím části porostu jako porostu reprodukčního, kdy je možné sklízet již ve druhém roce a získat příjmy z prodeje řízků.

Náklady na produkci konkrétních plodin

Graf 13 ukazuje srovnání ceny různých druhů biomasy, z něhož vyplývá, že cílené pěstování biomasy pro energetické využití je nejnákladnějším způsobem získávání biomasy. V rámci této kategorie samozřejmě existují rozdíly mezi jednotlivými plodinami. Náklady na pěstování energetických bylin a r. r. d. se zabývají následující odstavce.



Graf 13 Cenové náklady biomasy v ČR; zdroj: Szomolányiová a kol. 2004.

Energetické byliny

Výsledky výzkumného záměru MZe „Výzkum nových poznatků vědního oboru zemědělské technologie a technika a aplikace inovací oboru do zemědělství České republiky“ (Abrham, Kovářová 2006) ukazuje porovnání nákladů na výrobu paliv z různých druhů biomasy.

V Tabulka 25 jsou uvedeny náklady na výrobu biomasy (ve formě balíků) z různých druhů bylin se započtením dotací, které bylo možno získat v roce 2006. Nejpříznivěji vycházejí náklady na biomasu z trvalých travních porostů, které jsou v horských oblastech LFA dokonce záporné. Ekonomicky nevýhodně vyšly naopak ozdobnice, triticales a konopí, jejichž náklady byly i se započtením dotací vyšší než cena netříděného hnědého uhlí. Tato komodita,

jejíž cena u výrobce bez dopravného a bez DPH se pohybuje kolem 800 – 850 Kč/t, má přibližně stejnou výhřevnost jako uvedená biopaliva.

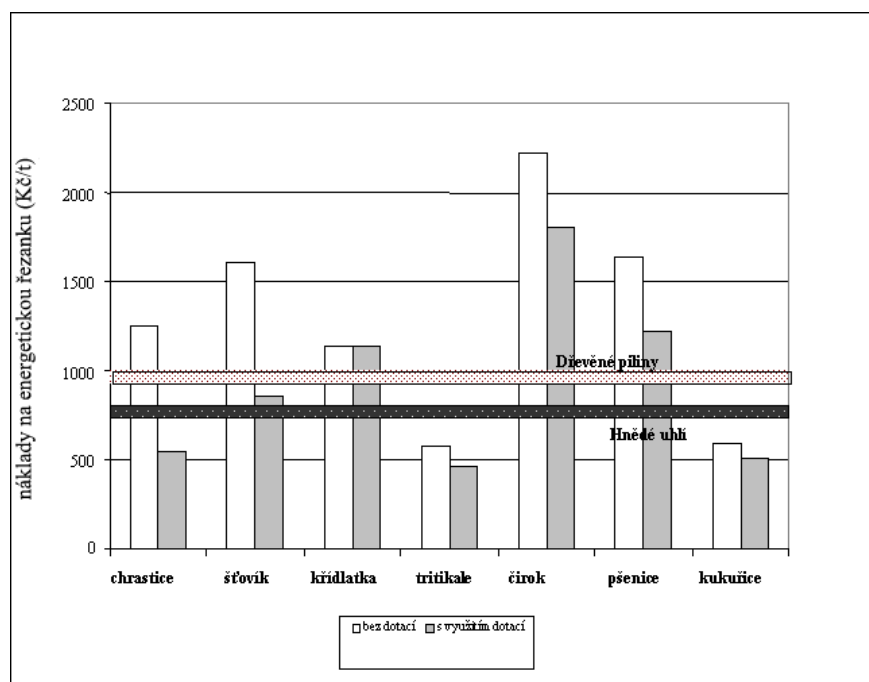
Plodina	Náklady Kč/t
TTP (bez hnojení) – mimo LFA	1252
TTP (bez hnojení) – LFA O (ostatní)	145
TTP (bez hnojení) – LFA H (horské)	-235
chrastice rákosovitá	634
ozdobnice čínská	1109
konopí seté	1273
triticale ozimé	1083
šřovík	636
křídlatka bohemica	657

Tabulka 25 Náklady na výrobu biomasy z někt. bylin (balíky); zdroj: Abrham, Kovářová 2006.

Podobné srovnání nákladů z téhož výzkumu prezentuje Tabulka 26 Ekonomika pěstování a využití energetických plodin; zdroj: Abrham, Kovářová 2006 a Graf 14 a Graf 15, náklady jsou srovnávány s hlavními konkurenty zkoumaných paliv (netříděné hnědé uhlí, piliny, hnědouhelné brikety – ceny u výrobce bez DPH). Z tohoto srovnání je velmi dobře patrný význam dotací pro pěstování energetických plodin, které výrazně zlepšují ekonomiku produktu. Je evidentní, že u některých plodin, na které se nevztahuje nárok na dotaci, by odečtení dotace od celkových nákladů umožnila konkurenceschopnost produktu (křídlatka, pšenice). Dále je patrný rozdíl mezi náklady na zbytkovou biomasu ve formě slámy (triticale a kukuřice) a na cíleně pěstovanou biomasu pro energetické byliny. Produkce zbytkové slámy zde vychází nákladově výhodněji. Nejméně výhodná je produkce čiroku.

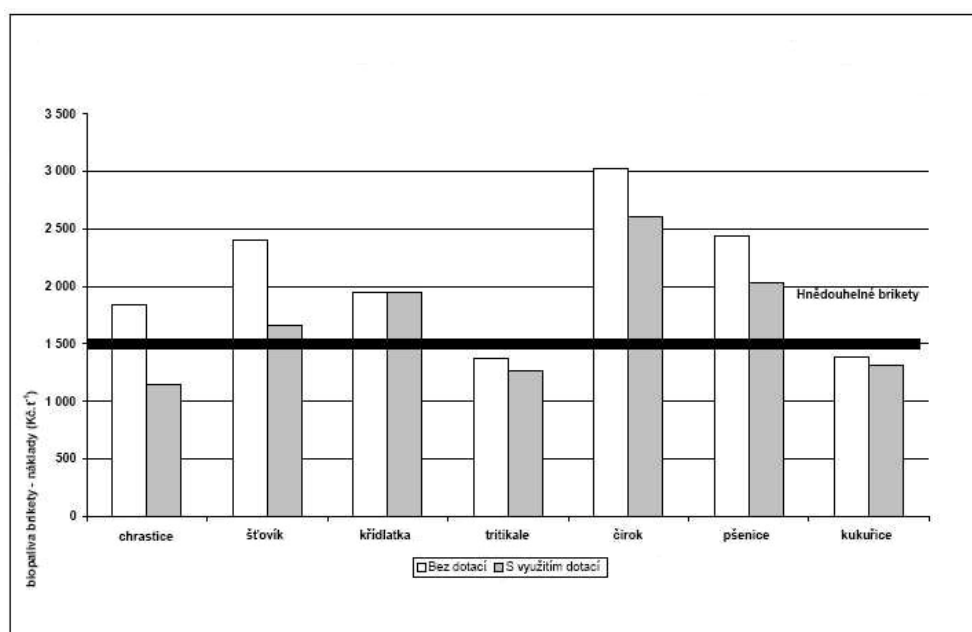
Plodina	Použitá mechanizace (Ř – řezačka, L – lis)	Pěstování a sklizeň	Výnos	Řezanka balíky	Brikety	Pelety
		Náklady celkem (Kč/ha)	t/ha	Cena energie v palivu (Kč/GJ)		
Pšenice ozimá	Ř	12936	7,9	109	150	140
Chrastice	L	8776	8	81		
	Ř	9014	8	83		
Čirok	Ř	17175	8	147	186	
	L	16348	8	139		
Triticale (sláma)	L	13151	5	63		
Křídlatka	Ř	13643	12	73	114	104
	L	11720	12	64		
Šřovík	Ř	11363	7	106	145	135
	L	10784	7	99		
Kukuřice (sláma)	Ř	3664	6	41	86	

Tabulka 26 Ekonomika pěstování a využití energetických plodin; zdroj: Abrham, Kovářová 2006.



Graf 14 Porovnání nákladů na energetickou řezanku s hlavními konkurenty na trhu paliv;

zdroj: Abrham, Kovářová 2006.



Graf 15 Porovnání nákladů na brikety z biomasy s cenou hnědouhelných briket;

zdroj: Abrham, Kovářová 2006

Rychle rostoucí dřeviny

Stanovení ceny biomasy z rychle rostoucích dřevin je obtížnější v tom, že jednotlivé plantáže r. r. d. v ČR mají malé rozlohy a velmi se liší např. z hlediska agrotechnických postupů nebo specifických podmínek lokality. Kromě toho v ČR zatím nebylo možno sledovat celý životní

cyklus výmladkové plantáže, neboť nejstarší plantáže byly založeny před cca 12 lety. Proto jsou dostupné výpočty jen obtížně zobecnitelné. Existují nicméně modelové výpočty, které jsou prezentovány např. v článku (Havličková, Knápek, Vašíček 2007). Výpočet vycházel mj. z následujících předpokladů: projekt financuje investor se započtením dotace na založení porostu, počítá se s celým životním cyklem plantáže s 4 sklizněmi křovinořezem a ručním přesunem sklizené biomasy na kraj plantáže, plocha modelové plantáže je 1 ha, pro založení plantáže bylo použito 10 000 řízků. Z této modelové plantáže by se za celou dobu její životnosti vyprodukovalo cca 3000 GJ energie, tj. cca 150 GJ/r/ha. Minimální cena této biomasy (vlhkost 30 %) by vycházela na 3640 Kč/t, tj. 291 Kč/GJ. Je třeba brát v úvahu, že tento výpočet byl proveden v roce 2002, kdy se mohly lišit ceny vstupů a také výše dotace. V porovnání s cenami energie z energetických plodin uvedenými v předchozím výzkumu je tato cena mnohem vyšší.

Titíž autoři předkládají v pozdějších výpočtech (Havličková, Knápek, Vašíček 2003) poněkud příznivější výsledky. Tento výpočet pracuje více méně se stejnými předpoklady jako předchozí, avšak výměra modelové plantáže je 5 ha. Cena jedné tuny biomasy (vlhkost 30 %) zde vychází 1950 Kč/t, tj. 156 Kč/GJ, přičemž jsou v ní započítány náklady na dopravu 15 km a dotace na založení porostu. (Ceny alternativních paliv pro srovnání: hnědé uhlí cca 70 – 90 Kč/GJ, hnědouhelné brikety cca 110 Kč/GJ, koks cca 170 Kč/GJ – vše včetně dopravy, zemní plyn cca 200 Kč/GJ v závislosti na ceně ropy). Uvedená cena se již přibližuje k cenám biomasy z energetických bylin uvedeným výše. Nicméně je třeba si uvědomit, že v praxi není reálné obhospodařovat výmladkovou plantáž o rozloze 5 ha bez speciální mechanizace, která, jak již bylo řečeno, není v ČR zatím k dispozici. Nicméně autoři těchto výpočtů odhadují, že za předpokladu využití této mechanizace by se náklady na produkci biomasy z výmladkových plantáží mohly snížit o 20 – 30 %.

Novější článek Havličkové, Knápka a Vašíčka (2006) pracuje opět s modelovou plantáží 5 ha o životnosti 21 let a se dvěma scénáři výnosů: výnosová křivka průměrné lokality (výnos 7,1 t(suš.)/ha/rok) a výnosová křivka vzniklá kombinací průměrné a optimální lokality (výnos 10 t(suš.)/ha/rok). Počítá se s využitím mechanizace Class Jaguar (náklady na sklizeň 600 Kč/t).

Pro první scénář vychází celková produkce energie ve štěpce cca 11660 GJ, tj. 111 GJ/rok/ha, minimální cena vychází 112 Kč/GJ. Pro druhý scénář vychází celková produkce energie ve štěpce 16450 GJ, tj. 156 GJ/rok/ha a minimální cena biomasy cca 91,50 Kč/GJ. Rámcová struktura ceny této biomasy je 26 % založení plantáže, 23 % údržba plantáže, 30 % sklizeň a štěpkování, 13 % režie a 8 % nájem pozemku (v této struktuře není uvažována dotace na

založení plantáže, ve výpočtech však je uvažována). I za předpokladu mechanizované sklizně vychází cena štěpky z r. r. d. vyšší než biomasa z většiny výše zkoumaných bylin.

Poptávka

Vedle výše nákladů na produkci biomasy je velmi důležité také zajištění poptávky po tomto produktu. Poptávka může být ovlivněna různými faktory:

Výkupní ceny elektřiny vyrobené spalováním biomasy jsou nastaveny příznivě pro energetické plodiny (viz kap. 9.5.3.2.4 a ERÚ 2005 a 2006), což by mohlo výrobce elektřiny vést k preferování energetických plodin před odpadní a zbytkovou biomasou. Významným faktorem je dlouhodobá záruka minimální výše těchto výkupních cen vyplývající ze zákona 180/2005 Sb.

Pozitivně by mohla působit také rostoucí poptávka po biomase, jednak v souvislosti s jejím vývozem, s rostoucí cenou zemního plynu jakožto alternativního paliva a podpora výroby elektřiny z biomasy včetně spoluspalování. Tyto faktory by mohly způsobit přibližování tržní ceny odpadní a zbytkové biomasy a biomasy z energetických plodin.

Poptávku přirozeně ovlivňuje také cena biomasy, která se po vstupu do EU zvýšila díky zvýšení DPH na dřevní hmoty a fytopaliva (tzb-info online). Na počátku roku 2006 byla nicméně otevřena nová jednání o možnostech snížení DPH na brikety a pelety z biomasy, což by zvýšilo konkurenceschopnost těchto paliv na trhu.

V případě nedostatečné poptávky po štěpce z r. r. d. existuje také alternativní využití biomasy z r. r. d. Při prodloužení doby obmýtí ze tří let na delší období lze vyprodukovanou biomasu využít ve dřevařském průmyslu (dýhy, sirky aj.). Vrby lze tradičně využít pro košíkářství. Některé druhy vrb a akátů jsou využitelné ve včelařství. Porosty r. r. d. mohou mít význam také pro myslivost, neboť poskytují úkryt a potravu zvěři a ptactvu. Některé druhy topolů a vrb lze také využít ve farmaceutickém průmyslu. Nicméně pokud byla na porost r. r. d. vyplacena dotace, není tato alternativa možná, protože se pěstitel zavázal k zajištění využití veškeré produkce k energetickým účelům.

Situaci na trhu biopaliv v ČR ilustruje bilance briket a pelet z biomasy v letech 2004 a 2005 v Tabulka 27. U briket vývoz výrazně převyšuje nad dovozem, exportována je velká část produkce. U pelet je rovněž velký podíl vývozu, přičemž dovoz je nulový.

	2004		2005	
	Brikety	Pelety	Brikety	Pelety
Výroba	125 000*	12 800*	102 303	20 875
Dovoz	975	0	975	0
Vývoz	81084	9 007	81 335	11 686
Dodávka na trh	44 891	3793	46 155	13 912
Tuzemská spotřeba	44 891	3 832	23 599	9 223
Z toho větší spotřebitelé	2 183	1375	2 426	3 617
Z toho menší spotřebitelé	42 708	2 457	21 173	5 606

Tabulka 27 Bilance briket a pelet z biomasy v letech 2004 a 2005 (v tunách); zdroj: Buřka 2005a, 2006

9.5.5 PŘÍNOS PRO SPOLEČNOST

Kromě toho, že je pěstování energetických plodin výhodné z hlediska ochrany životního prostředí, má také přínosy pro společnost jako takovou. Zabývá se jimi následující podkapitola, která volně navazuje na kap. 6.3.2.

9.5.5.1 Pracovní příležitosti, stabilizace venkovského prostoru

Podle studie (Kašparová 2006) vzniká v rámci OZE nejvyšší počet ekvivalentních pracovních míst v souvislosti s výrobou energie z biomasy. Při srovnání náročnosti získávání energie z konvenčních zdrojů a z biomasy na tvorbu pracovních míst vychází největší rozdíl u paliv pro dopravu, nejmenší naopak u výroby tepla.

Zpráva Meeting Targets and Putting Renewables to Work (2003) se mimo jiné zabývá vlivem rozvoje OZE na tvorbu pracovních míst a uvádí prognózy pro roky 2010 a 2020 ve dvou scénářích (současná politika a progresivní politika, viz Tabulka 28).

	Současná politika		Progresivní politika	
	Tis. ekvivalentních plných pracovních úvazků/rok			
Biomasa	210	268	271	334
Biopaliva	212	354	424	614
Odpady/bioplýn	56	67	67	83
Malé vodní elektrárny	12	21	15	23
Větrné elektrárny	182	162	282	368
Fotovoltaika	9	20	31	103
Geotermie a energie vnějšího prostředí	2	3	5	10
Solární termální technologie	27	37	90	97
Celkem v průmyslovém odvětví OZE	715	934	1186	1645
Zemědělství s návazností na odvětví OZE	320	550	699	1039
Pokles zaměstnanosti v důsledku podpory OZE	-85	-41	-225	-220
Celková čistá zaměstnanost	950	1443	1660	2463

Tabulka 28 Počet nových pracovních míst v EU-15 v důsledku rozvoje využívání jednotlivých druhů OZE.; zdroj: Meeting Targets and Putting Renewables to Work 2003, Kašparová 2006.

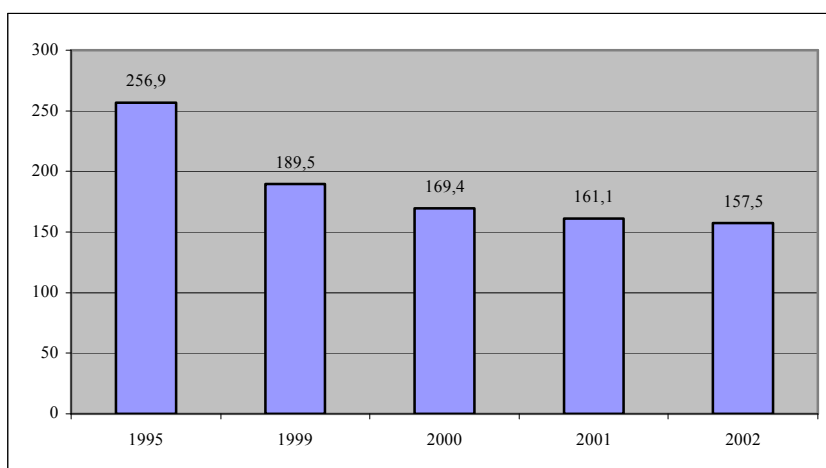
(Nárůst počtu pracovních míst je vztažen k roku 2000.)

Z Tabulka 28 lze odvodit význam pěstování i energetického využití biomasy pro tvorbu pracovních míst ve srovnání s ostatními obnovitelnými zdroji energie. Potenciál zemědělství pro tvorbu pracovních příležitostí je zde v porovnání s ostatními oblastmi hodnocen jako nejvyšší. Z tabulky dále vyplývá, že počet pracovních míst zaniklých v důsledku přechodu na obnovitelné zdroje energie a v důsledku jejich veřejné podpory je významně nižší než odpovídající počet nově vzniklých pracovních míst v odvětvích souvisejících s výrobou energie z OZE.

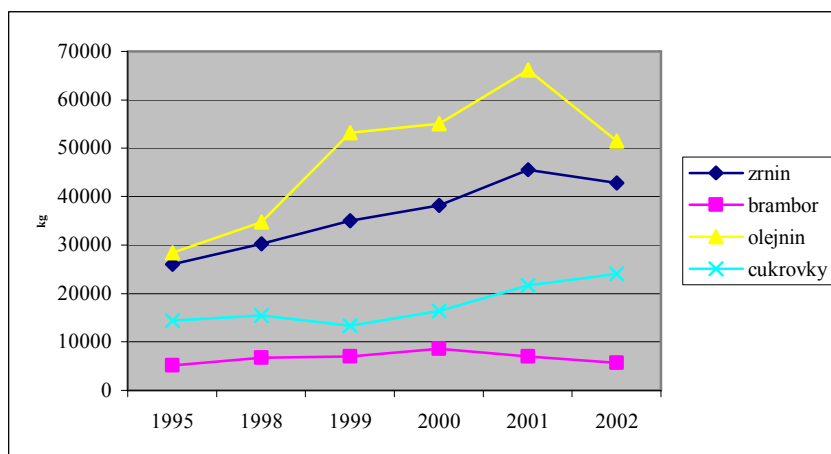
Podle Petříkové (2004b) by za předpokladu dosažení stanoveného cíle podílu OZE a speciálně biomasy na hrubé energetické spotřebě ČR do roku 2010 mohlo být vytvořeno až 15 000 nových pracovních míst v oblasti fytoenergetiky (produkce, doprava, zpracování paliv atd.). V rámci fytoenergetiky je potom z hlediska tvorby pracovních míst perspektivnější pěstování r. r. d. než pěstování energetických bylin na orné půdě. (Jiránek, 2007)

Tato místa by vznikala rovnoměrně po celém území ČR v souvislosti s diversifikovanou povahou biomasy jako OZE, zejména pak na venkově, což by mohlo přispět k řešení nezaměstnanosti ve venkovských oblastech a odsunu obyvatel do měst. Dále by to znamenalo nezanedbatelnou úsporu státního rozpočtu (řádově 1,5 – 2 mld. ročně při nákladech 100 – 150 tis. na jednoho nezaměstnaného).

Fytoenergetika by mohla být pro stabilizaci zemědělství důležitá také vzhledem ke klesajícímu trendu zaměstnanosti v zemědělském sektoru (viz Graf 16) a vzhledem ke stoupající produktivitě práce v oblasti rostlinné výroby (viz Graf 17).



Graf 16 Pracovníci v odvětví zemědělství, myslivost a související činnosti (tis. osob); zdroj: ČSÚ



Graf 17 Úroveň zemědělské výroby na 1 pracovníka v zemědělství (kg/os); zdroj: ČSÚ

9.5.6 INFORMACE A OSVĚTA

Podle různých studií prováděných v zemích EU (např. Bogner a kol.) je povědomí občanů o obnovitelných zdrojích energie jako takových nevelké a biomasu mezi OZE vyjmenuje jen malé procento respondentů. Pod pojmem OZE si respondenti obvykle vybaví větrnou a solární energii, někteří mezi ně řadí dokonce fosilní paliva jako uhlí. V rámci obnovitelných zdrojů by mezi respondenty získala biomasa také nejmenší podporu, což může souviset právě s nedostatečným povědomím občanů o tomto zdroji energie a o OZE obecně. Toto tvrzení podporuje široce rozšířený názor na spalování nadprodukce obilí jakožto plýtvání potravinami. Pro vnímání biomasy jako zdroje energie je jistě podstatná její různorodost co do jejích druhů, způsobů zpracování a oblastí jejího využití (viz kap. 8).

Zvýšení povědomí občanů o biomase jako OZE je velmi důležité pro samotný rozvoj cíleného pěstování biomasy pro energetické využití. Důležitým předpokladem je, aby zemědělci znali možnost alternativního využití půdy pro pěstování plodin pro energetické využití a kromě toho také, aby měli možnost získat informace o pěstebních postupech u netradičních plodin.

Poskytování informací. V rámci této kapitoly byla provedena rešerše na internetu s cílem zjistit dostupnost informací k tématu biomasa. Bylo zjištěno, že existuje několik poradenských středisek, která se zabývají obnovitelnými zdroji a energetickými úsporami, většinou v rámci sítě EKIS (Energetické a konzultační informační středisko). Pěstování energetických plodin sice spadá do sféry působnosti těchto center, avšak pouze okrajově. Blíže byla zkoumána činnost internetového EKIS (www.i-ekis.cz), a to prostřednictvím analýzy dotazů, které se týkaly pěstování energetických plodin (dotazy včetně odpovědí viz příloha 2).

Celkem bylo hodnoceno 32 dotazů z let 2001 – 2006. Byly vytvořeny celkem 3+3 kategorie pro hodnocení odpovědí: zodpovězeno (Z), částečně zodpovězeno (Č), nezodpovězeno (N), všechny tyto kategorie mohly nebo nemusely obsahovat odkaz (+O) na jiný zdroj informací. Výsledky předkládá Tabulka 29: Většina (celkem 15) odpovědí bylo zařazeno do kategorie nezodpovězeno+odkaz, po sedmi odpovědích bylo zařazeno do kategorií zodpovězeno+odkaz a částečně zodpovězeno+odkaz. Jeden dotaz byl částečně zodpovězen bez odkazu, dva dotazy byly dokonce nezodpovězeny. Kromě toho byly identifikovány 2 odpovědi uvádějící chybné informace. Často byl v odpovědích prezentován osobní názor či domněnka zodpovídající osoby, nikoli objektivní informace.

Otázka č.	1	2	3A	3B	4	5A	5B	5C	6	7	8	9	10	11	12	13
Hodnocení odpovědi	Č+O	N+O	N+O	Č	N+O	N	N	N+O	Z+O	N+O	Z+O	N+O	N+O	N+O	N+O	Z+O
																CH!
Otázka č.	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Hodnocení odpovědi	N+O	Č+O	Č+O	Č+O	N+O	Z+O	N+O	N+O	Č+O	N+O	Z+O	Z+O	N+O	Č+O	Č+O	Z+O
				CH!												

Tabulka 29 Vyhodnocení odpovědí; zdroj: vlastní hodnocení

Kromě výše uvedených středisek existují webové stránky profesního sdružení CZ BIOM, které se zabývají výhradně biomasou. Stránky obsahují velké množství odborných článků, informace o akcích z oblasti biomasy, burzu, odkazy na legislativu atd., nicméně hlavním předmětem jejich činnosti není poradenství.

Dále je možno získat informace ve výzkumných ústavech (např. Výzkumný ústav krajiny a okrasného zahradnictví, Výzkumný ústav zemědělských technologií). Poradenství ovšem také není jejich hlavním předmětem činnosti a navíc obvykle nezahrnují problematiku v celé její šíři.

Z pohledu zemědělství se fytoenergetikou zabývá např. Krajské informační středisko pro rozvoj zemědělství a venkova Libereckého kraje, Pardubického kraje či Vysočiny.

Souhrnně lze říci, že v ČR není poradenské středisko, které by se komplexně a systémově zabývalo problematikou biomasy.

Komunikace s orgány státní správy. Z vlastní zkušenosti se získáváním údajů pro tuto diplomovou práci (nikoli však na základě zevrubnějšího průzkumu) mohu konstatovat, že získávání informací z institucí státní správy není vždy snadné, lhůty pro odpovědi jsou v některých případech poměrně dlouhé a často je obtížné dopátrat se osoby spravující požadované informace. V některých případech však byly naopak odpovědi rychlé a informačně hodnotné.

Výuka na školách. V zájmu osvěty a předávání „know-how“ by bylo užitečné zařadit pěstování energetických plodin do osnov zemědělských škol. Při rešerši na internetu byl v rámci vysokých zemědělských škol v ČR nalezen předmět zabývající se biomasou pouze na České zemědělské univerzitě v Praze. Na středních školách tato problematika není tradiční součástí výuky, zmíněna je např. v osnovách Vyšší odborné a střední zemědělské školy v Táboře. Tyto informace nejsou podloženy konkrétními číselnými údaji, jedná se pouze o výsledky pilotní rešerše na internetu.

Významnou bariéru v rozvoji cíleného pěstování biomasy pro energetické využití může představovat **konzervativnost zemědělců**, kteří mají obavy začít s pěstováním netradičních, nevyzkoušených plodin. Zde by jistě pomohly informace o praxi úspěšných pěstitelů a dostupnost informací z oboru obecně.

Problematiku **vědy a výzkumu a poradenství a osvěty** v oblasti využití OZE v zemědělství řeší program podpor v resortu MZe (Tatarčíková 2006). V oblasti výzkumu a vývoje resortu MZe je v současné době řešeno různými pracovišti 7 projektů v rámci resortního „Programu výzkumu MZe 2003 – 2007“ a „Výzkumného programu MZe 2005 – 2009“, 6 z nich se alespoň částečně týká pěstování energetických plodin. Na VÚZT je pro rok 2007 zřízeno jedno pracovní místo pro poradce v oblasti využívání OZE, jehož náplní bude mj. také poradenství v oblasti technologických postupů a ekonomiky pěstování a využití vybraných energetických plodin.

10. SWOT ANALÝZA PĚSTOVÁNÍ ENERGETICKÝCH PLODIN

Název tohoto typu strategické analýzy je odvozen z prvních písmen anglických slov „strengths – weaknesses, opportunities – threats“ neboli silné stránky – slabé stránky, příležitosti – hrozby. Tato slova vypovídají o struktuře analýzy: provádí se analýza vnitřních faktorů (silné a slabé stránky) a vnějšího prostředí (příležitosti a hrozby). Prostřednictvím zdůraznění silných a potlačení slabých stránek, roste možnost využití příležitostí a snižuje se pravděpodobnost projevení hrozeb.

V souvislosti s analýzou vnějšího prostředí se někdy používá termín STEP analýza, neboli analýza sociálních, technických, ekonomických a politických podmínek.

V následující tabulce je na základě výše uvedených detailních rešerší provedena SWOT analýza cíleného pěstování biomasy pro energetické využití v ČR. Jedná se o deskriptivní analýzu, jejíž výsledek by mohl být využit při rozhodování, zda a do jaké míry by mělo být podporováno cílené pěstování biomasy pro energetické využití v ČR. Analyzovaný systém zde představuje Česká republika. Silné a slabé stránky jsou v tomto kontextu vnitřní faktory z pohledu systému, naproti tomu příležitosti a hrozby jsou faktory vnější.

SILNÉ STRÁNKY	SLABÉ STRÁNKY
<ol style="list-style-type: none"> 1. Dostupnost v místě využití. 2. Velký potenciál (ve srovnání s ostatními OZE i s odpadní a reziduální biomasou), velký nevyužitý potenciál. 3. Dostupnost dostatečných rozloh půdy. 4. Zajištění zdroje energie v dlouhodobém časovém horizontu (obnovitelný charakter zdroje – nevyčerpatelnost). 5. Skladovatelnost biomasy (stabilita dodávek energie). 6. Zvýšení energetické lokální autarkie. 7. Některé negativní vlastnosti fytohmoty jako energetické suroviny lze minimalizovat optimalizací konverzního procesu. 8. Široká oblast využití – elektrická energie, tepelná energie, PHM. 9. Možnost využití jak v malém měřítku (lokální topeniště), tak ve středním i velkém (např. spalování s uhlím). 10. Význam pro stabilitu ekosystémů, zvyšování biodiverzity. 11. Ochrana půd (snižování vodní i větrné eroze). 12. Zlepšení životního lidského prostředí (izolační a asanační funkce). 13. Údržba kulturní krajiny. 14. Diverzifikace zemědělství v ČR. 15. Tvorba pracovních příležitostí. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. V některých případech možné negativní vlivy na životní prostředí. 2. Nedostatečné zkušenosti – některé plodiny teprve v procesu ověřování. 3. Omezená dostupnost osiva. 4. Nedostupnost mechanizace pro r. r. d. v ČR. 5. Závislost úrovně výnosů na externích faktorech (počasí, choroby, škůdci). 6. Některé nedořešené problémy v oblasti konverzních technologií. 7. Nejasně deklarovaná dotační politika státu. 8. Existence administrativních bariér (nevhodně vytvořené předpisy, nedůsledná aplikace v nich zakotvených zásad). 9. Nedostatečná osvěta a nízká informovanost mezi laickou veřejností i potenciálními pěstiteli. 10. Vyšší náklady na produkci v porovnání s pěstováním s alternativních plodin např. pro potravinářské využití 11. Vyrobená paliva jsou dražší v porovnání s alternativními palivy – fosilní paliva, zbytková a odpadní biomasa. 12. Není rozvinut trh s biopalivy. 13. Ekonomická náročnost některých konverzních postupů.

<ul style="list-style-type: none"> 16. Decentralizovaný charakter zdroje. 17. Rozvoj venkovských oblastí. 18. Alternativní způsob využití ZPF v oblastech nevhodných pro pěstování plodin pro potravinářské účely. 19. Snížení nadprodukce potravin. 20. Využitelnost běžné zemědělské mechanizace pro většinu bylin. 	<ul style="list-style-type: none"> 14. Ekonomická závislost pěstitelů na dotacích. 15. Nízká objemová hustota biopaliv (dovozové vzdálenosti).
PŘÍLEŽITOSTI	HROZBY
<ul style="list-style-type: none"> 1. Snížení závislosti na dovozu fosilních paliv (díky dostupnosti zdroje v místě využití – ČR). 2. Podpora OZE na globální úrovni, na úrovni EU. 3. Cesta ke splnění mezinárodních závazků ke zvýšení podílu elektřiny z OZE, snížení emisí skleníkových plynů a k zatím diskutovanému cíli o zvýšení podílu biopaliv na úrovni EU. 4. Možnost čerpání prostředků z EU, jednak na samotné pěstování biomasy, dále také např. na rekvalifikaci zemědělců. 5. Biomasa a konverzní zařízení na její energetické využití se nemůže stát předmětem zneužití ani terčem teroristického útoku (vs. jaderné elektrárny). 6. Malé ohrožení ze strany konkurenčních produktů ze zahraničí vzhledem k lokální (regionální) povaze biomasy jako zdroje energie. 7. Možnost získání know-how od států, které jsou pokročilejší v této oblasti (např. Švédsko – pěstování r. r. d.). 8. Předpoklad výrazného celosvětového nárůstu cen fosilních paliv. 	<ul style="list-style-type: none"> 1. Vliv růstu cen PHM na svozovou vzdálenost biomasy 2. Nejasnost dotační politiky EU do zemědělství po skončení programovacího období 2013.

Z prvního pohledu na tabulku SWOT analýzy je patrná převaha pozitivních vnějších faktorů (příležitostí) nad negativními (hrozbami). V této analýze byly identifikovány pouze dvě hrozby zvenčí pro pěstování energetických plodin v ČR.

Při hodnocení vnitřních faktorů je vidět mírná převaha silných stránek nad slabými. Aby bylo možné tvrdit, že silné stránky výrazně převažují nad slabými, bylo by nutné přidělení váhových kritérií jednotlivým faktorům, což je úkol nad rámec této diplomové práce.

Nicméně lze říci, že žádná ze slabých stránek systému nepředstavuje neodstranitelnou bariéru rozvoje pěstování energetických plodin (analýza bariér viz kap. 11). Součet silných stránek a příležitostí nicméně jednoznačně převažuje nad součtem slabých stránek a hrozeb. Proto lze říci, že první stanovená hypotéza („Cílené pěstování biomasy pro energetické využití je perspektivní metoda získávání obnovitelných zdrojů energie.“) byla potvrzena.

11. BARIÉRY ROZVOJE PĚSTOVÁNÍ ENERGETICKÝCH PLODIN

Pojem „bariéra“

Akademický slovník cizích slov (kol. autorů 2001a) definuje pojem bariéra následovně: „(...) překážka, hráz, zábrana apod. n. vůbec co na způsob bariéry něco odděluje: ledová bariéra (na řece) (...)“

Oxfordský slovník (kol. autorů 2001b): obsahuje podobnou definici: „(...) plot nebo jiná překážka, která zabraňuje pohybu nebo přístupu (...), obsahuje však také přenesený význam: (...) okolnost nebo překážka, která udržuje lidi nebo věci odděleně nebo jim zabraňuje v komunikaci či v rozvoji: jazyková bariéra /kulturní bariéra ekonomického růstu /pokus překonat rychlostní bariéru 100 mil za hodinu (...)“³⁹.

Identifikace bariér rozvoje pěstování energetických plodin

V kontextu této práce je pojmem bariéra myšlena jakákoliv okolnost bránící rozvoji cíleného pěstování energetických plodin. V následujícím textu budou rozebrány jednotlivé aspekty nepříznivé pro cílené pěstování biomasy pro energetické účely v ČR a následně bude zhodnoceno, které z těchto aspektů představují skutečné bariéry jeho rozvoje.

1. Invazivnost a nepůvodnost některých perspektivních plodin

Existuje několik opatření pro zamezení nekontrolovanému šíření některých energetických plodin do krajiny. Jednak existuje zákon č. 219/2003 Sb., o uvádění do oběhu osiva a sadby pěstovaných rostlin (ve znění pozdějších předpisů). Dále platí v tomto ohledu zvláštní podmínky v chráněných územích. U r. r. d. lze přijmout také preventivní opatření v podobě tzv. opláštění porostu vhodnou dřevinou, která nemá invazivní vlastnosti.

2. Některé negativní vlastnosti biomasy jako paliva (nepříznivé emisní portfolio v případě nedokonalého spalování, vysoká vlhkost, nízká teplota tavení popelovin, vlhkost, nízká objemová hmotnost)

Emisní portfolio lze u spalování biomasy z velké ovlivnit spalováním příslušného druhu biomasy ve vhodném spalovacím zařízení resp. optimalizací spalovacího procesu. Dalším řešením může být např. použití vhodné směsi různých paliv. Biomasu nevhodnou pro spalování lze využít jiným způsobem energetické konverze. Podobná řešení lze aplikovat na problém nízké teploty tavení popelovin.

³⁹ Vlastní překlad.

Problém vlhkosti lze řešit vysoušením biomasy nebo sklizní ve vhodnou dobu, kdy biomasa obsahuje nejmenší podíl vody (po vymrznutí). Pro některé konverzní procesy (např. fermentace) je vyšší vlhkost naopak žádoucí.

Vzhledem k nízké objemové hmotnosti není výhodná přeprava biopaliv na větší vzdálenosti. Objemovou hmotnost lze zvýšit úpravou biomasy na sekundární paliva (zejm. pelety, brikety).

3. Závislost úrovně výnosů na externích faktorech (počasí, působení chorob a škůdců)

Počasi přirozeně ovlivnit nelze. Vliv chorob a škůdců lze minimalizovat výběrem vhodné plodiny a použitím vhodných zemědělských postupů a přípravků.

4. Nedostatečná dostupnost osiva některých plodin

Tento aspekt souvisí s nedostatečným rozvojem pěstování energetických plodin v ČR jako takovým.

5. Nedostupnost mechanizace pro sklizeň r. r. d. v ČR

S nedostupností sklízecích strojů pro r. r. d. v ČR souvisí malá rozloha plantáží, neboť nutnost ruční sklizně neumožňuje pěstování na větších plochách. Speciální sklízecí stroje ovšem v Evropě existují, nicméně jsou pro zdejší pěstitele příliš drahé. Dá se tedy říci, že tento problém je spíše ekonomického než technického rázu.

6. Nejasně deklarovaná dotační politika státu

Vzhledem k tomu, že dotace jsou nezbytné pro zajištění alespoň částečné konkurenceschopnosti biopaliv na trhu, je jejich výše jedním z velmi důležitých faktorů pro rozhodování potenciálních pěstitelů o realizaci projektu. Výše dotací dosud nebyla zajištěna dlouhodobě, což mohlo působit při tomto rozhodování jako negativní faktor.

7. Vyšší náklady na produkci v porovnání s pěstováním alternativních plodin (např. pro potravinářské účely)

Při posuzování nákladů příležitosti (opportunity costs) bude investor hodnotit různé alternativy využití pozemku. Pokud bude ekonomicky výhodnější pěstování plodin např. pro potravinářské využití, je pravděpodobné, že se rozhodne pro tuto variantu.

8. Některá vyrobená paliva jsou dražší v porovnání s alternativními palivy (fosilní paliva, zbytková a odpadní biomasa)

Pokud nebude pěstitel schopen uplatnit svou produkci na trhu, nemůže realizovat projekt. Ceny biopaliv z energetických plodin jsou zatím bohužel dražší než alternativní paliva (z odpadní a zbytkové biomasy, fosilní paliva).

9. Ekonomická závislost pěstitelů na dotacích

Vzhledem k výše uvedeným třem faktorům je rozvoj pěstování energetických plodin zatím více méně závislý na dotacích.

10. Není rozvinut trh s biopalivy

Tento aspekt má širší souvislosti. Souvisí jednak s konkurenceschopností cen na straně nabídky, s poptávkou, která může být pozitivně ovlivněna např. vyššími výkupními cenami elektřiny vyrobené spalováním energetických plodin, s dostupností a rozšířením technologií na energetickou konverzi biomasy z energetických plodin, dostatečná informovanost atd.

11. Ekonomická náročnost některých konverzních postupů

Ekonomicky náročné a zatím téměř nerozvinuté je např. zplynování biomasy. Tuto situaci lze obecně řešit podporou výzkumu a vývoje a zaváděním vhodných technologií ve větším měřítku.

12. Nevhodně vytvořené předpisy

V této souvislosti jsou uvažovány především předpisy stanovující podmínky pro čerpání dotací. Z nich pramenící problémy jsou blíže rozebrány v kap. 9.5.3.2. Tyto podmínky mohou odradit potencionální investory od realizace projektu, případně menší pěstitele od podání žádosti o dotaci.

13. Nedůsledná aplikace zásad zakotvených v těchto předpisech

V této souvislosti se jedná především o neznalost problematiky příslušnými úředníky, která může mít různý dopad.

14. Nízká dostupnost know-how

Nezbytným předpokladem úspěšného pěstování energetických plodin je znalost správných postupů zakládání porostu, péče o něj a sklizně. Získání těchto informací může být v některých případech obtížné jednak v souvislosti s velmi malými rozlohami osetých ploch některých plodin.

15. Nedostatečná osvěta a nízká informovanost laické veřejnosti i potencionálních pěstitelů

Biomasa, potažmo energetické plodiny, jsou málo propagovány, jak mezi veřejností, tak mezi potencionálními pěstiteli – zemědělci. Přitom je propagace a osvěta nezbytnou podmínkou rozvoje pěstování energetických plodin. Z toho potom přirozeně vyplývá nízká úroveň informovanosti.

Vyhodnocení

Body 1. a 2. nepředstavují bariéru za dodržování určitých zásad. Podmínkou je přirozeně znalost těchto zásad, což souvisí s osvětou a poskytováním informací. Bod 3. souvisí s povahou zemědělství jako takového, netýká se pouze pěstování energetických plodin. Bod 4. může představovat jistou bariéru velmi úzce související s rozvojem oboru. Body 5. – 11. jsou více či méně ekonomické povahy a jsou klíčové pro rozvoj oboru. Body 12. a 13. jsou administrativního charakteru a zejm. bod 12. úzce souvisí s politicko-legislativním procesem, který stanovuje podmínky administrativních procesů. Tento aspekt představuje bariéru rozvoje oboru, nicméně aby byla stanovena závažnost této bariéry, bylo by třeba provést hlubší analýzu, pro kterou se nepodařilo sehnat dostatek údajů (např. počet zamítnutých žádostí o dotaci). Vzhledem k tomu, že jsou body 14. a 15. nezbytným předpokladem pro rozvoj oboru, lze říci, že představují také jeho významnou bariéru.

Vzhledem k výše uvedenému lze konstatovat, že ekonomické aspekty pěstování energetických plodin představují nejvýznamnější bariéru jeho rozvoje. Tím se potvrzuje první část druhé hypotézy („Hlavní bariérou cíleného pěstování biomasy pro energetické využití v ČR jsou ekonomické a administrativní podmínky.“). Druhou část hypotézy se podařilo potvrdit jen částečně. Jako významná bariéra byla nad rámec stanovené hypotézy identifikována nedostatečná osvěta a nízká úroveň informovanosti.

12. DOPORUČENÍ PRO PRAXI

V této kapitole jsou na základě provedené analýzy uvedena následující doporučení pro praxi:

- Dlouhodobě garantované podmínky a výše udělování dotací.
- Zjednodušení administrativního procesu.
- Zaměřit výzkum na zlepšení parametrů technologií pro energetickou konverzi biomasy (zvýšení účinnosti, zlepšení emisního portfolia u spalování).
- Zaměřit výzkum pěstování r. r. d. také na pěstování dosud neověřovaných perspektivních dřevin.
- Širší spektrum dotačně podporovaných plodin.
- Zařazení biopaliv do nižší daňové sazby.
- Založit poradenské a informační centrum (případně transformovat některé ze stávajících), které by komplexně a systémově pokrývalo problematiku biomasy. Provádět školení poradců.
- Zvýšit kompetenci pověřených úředníků (školení, informační materiály).
- Zřízení webových stránek zaměřených výhradně na biomasu zahrnující problematiku v celé její šíři, včetně fundovaného poradenství.
- Zařadit pěstování energetických plodin do výuky na zemědělských školách.
- Rekvalifikační program pro zemědělce.

13. DISKUZE

V rámci této diplomové práce se z větší části podařilo ověřit stanovené hypotézy. Kromě toho se podařilo identifikovat další významnou bariéru rozvoje pěstování energetických plodin nad rámec stanovených hypotéz.

Přesto, že cílem této diplomové práce nebylo srovnávání energetických bylin a r. r. d., byly mezi těmito dvěma kategoriemi cíleně pěstované biomasy pro energetické využití identifikovány poměrně významné rozdíly. Bariéry rozvoje pěstování energetických plodin jsou významnější u r. r. d. než u energetických bylin.

Na politické úrovni sice je již delší dobu podporován OZE jako celku, biomase, potažmo jejímu cílenému pěstování, se však dostává pozornosti až v posledních letech. V ČR byla od počátku podpora zaměřena spíše na podporu konverzních zařízení pro využití OZE, resp. biomasy, než na její získávání (pěstování).

Celkově však lze říci, že nastolený trend v oblasti pěstování energetických plodin je veskrze pozitivní (viz zvyšující se podpora ze strany státu i EU, zvyšující se výkupní cena elektřiny ze spalování energetických plodin atd.).

14. BIBLIOGRAFIE

Knihy, sborníky, články

- ABRHAM, Z., KOVÁŘOVÁ, M., „Tuhá paliva – ekonomika a konkurenceschopnost“. In *Zemědělská technika a biomasa 2006. Sborník přednášek*. Praha: VÚZT, 2006, s. 11 – 14.
- ANDERT, D. (ED.), *Zemědělská technika a biomasa*. Praha: VÚZT, 2003.
- ANDERT, D., GERNDTOVÁ, I., „Travní směsi a bioplyn“. In *Zemědělská technika a biomasa 2006. Sborník přednášek*. Praha: VÚZT, 2006, s. 36 – 40.
- ANDERT, D., JUCHELKOVÁ, D., FRYDRYCH, J., „Spalování travin“. In *Zemědělská technika a biomasa 2006. Sborník přednášek*. Praha: VÚZT, 2006, s. 15 – 19.
- BAJER, Z. A KOL., *Návrh technického procesu Biocrack (technická zpráva)*. Ostrava: Arrowline, 2005)
- BROŽ, K., ŠOUREK, B., *Alternativní zdroje energie*. Praha: ČVUT, 2003.
- BRUNDTLAND, G. H., *Naše společná budoucnost*. Praha: Academia, 1991, kap. Energetika.
- BOGNER, T., FABER, F., ROHRACHER, H., SPÄTH, P., *Improving the Public Perception of Bioenergy in the EU*.
- BURG, P., KULÍK, P., „Možnosti využití dřevní štěpky v procesu kompostování“. In *Zemědělská technika a biomasa 2006. Sborník přednášek*. Praha: VÚZT, 2006, s. 88 – 91.
- CENK, M. a kol., *Obnovitelné zdroje energie*. Praha: FCC public, 2001.
- ČÍŽKOVÁ, L., „Šlechtění dřevin na produkci biomasy“ In *Sborník mezinárodní konference Biomasa – zdroj obnovitelné energie v krajině konané v Průhonicích 5. – 6. 10. 2006*. Průhonice: MŽP a VÚKOZ, 2000.
- DAM, VAN J., FASUJ, A., HAVLÍČKOVÁ, K., HOOIJDONK, VAN A., LEWANDOWSKI, I., WEGER, J., „The potential biomass for energy production in the Czech Republic“. In *Biomass and Bioenergy*, 30, 2006, s. 405 – 421.
- DUBROVIN, V. O., JEVIČ, P., MALAŤÁK, J., „Energetické obilí – možnosti a předpoklady uplatnění jako tuhé palivo“. In *Zemědělská technika a biomasa 2006. Sborník přednášek*. Praha: VÚZT, 2006, s. 58 – 64.
- „Energy Green Paper: Chat energy policy for Europe?“. In *Euractiv [online]*, 2007.
Dostupné z: <http://www.euractiv.com/en/energy/energy-green-paper-energy-policy-europe/article54790>, cit. [15. 4. 2006].
- FARSKÝ, M., RICHTER, M., „Vodík palivem budoucnosti – Od Verneovy vize k ceně za litr vodíku“. In *Vesmír* 80, 2001, s. 568 – 572.
- FIALA, J. A KOL., *VaV/740/3/02 Integrované hodnocení a řízení kvality ovzduší v návaznosti na dceřiné směrnice týkající se TK, PAHs, PM10 a benzenu – Příloha DPI Emise tuhých znečišťujících látek*, Praha: ČHMÚ, 2003, s. 58-85.
- HAVLÍČKOVÁ, K., KNÁPEK, J., VAŠÍČEK, J., „Ekonomika plantáže rychle rostoucích dřevin“. In *Lesnická práce*, 6, 2003, s. 25 – 28.
Dostupné z: http://www.volny.cz/casopis.energetika/e_0402_5.html, cit. [12. 1. 2007].

- HAVLÍČKOVÁ, K., KNÁPEK, J., VAŠÍČEK, J., „Ekonomika výmladkových plantáží a cena biomasy“. In *Zemědělská technika a biomasa 2006. Sborník přednášek*. Praha: VÚZT, 2006, s. 45 – 49.
- HAVLÍČKOVÁ, K., KNÁPEK, J., VAŠÍČEK, J., „Ekonomická efektivnost pěstování biomasy pro energetické účely“. In *Energetik [online]*, 2007.
Dostupné z: http://www.volny.cz/casopis.energetika/e_0402_5.html, cit. [10. 2. 2007].
- HAVLÍČKOVÁ, K., WEGER, J., *Biomasa – obnovitelný zdroj energie v krajině*. Průhonice: VÚKOZ, 2003.
- HRDLÍČKA, F., *Biomasa – zdroj obnovitelné energie*. Praha: ČVUT, 2003.
- HRDLÍČKA, F., *Projekt MŽP ČR VaV 320/14/03 "Emise ze spalování biopaliv" (Závěrečná zpráva)*. Praha: 2005.
- HULEŠ, L., „Vrby a topoly v ochraně životního prostředí proti hluku“. In *Biom [online]*, 2006.
Dostupné z: <http://biom.cz/index.shtml?x=1942290>, cit. [20. 12. 2006].
- JECH, D., „Krajinné aspekty produkčních porostů bioamasy“. In *Sborník mezinárodní konference Biomasa – zdroj obnovitelné energie v krajině konané v Průhonicích 5. – 6. 10. 2006*. Průhonice: MŽP a VÚKOZ, 2000.
- JIRÁNEK, J. A KOL., *Závěrečná zpráva projektu VaV 320/3/99 Zdokonalování stávajících technologií využívání obnovitelných zdrojů a úspor energie (Zdokonalení technologií produkce a využití biomasy jako obnovitelného zdroje energie)*. Průhonice: VÚKOZ, 2002.
- KÁRA, J., *Způsoby využití biomasy k energetickým účelům*. Praha: VÚZT, 2004.
- KÁRA, J., „Kotelny na biomasu pro obce a města“. In *Biom [online]*, 2006.
Dostupné z: <http://biom.cz/index.shtml?x=1718165>, cit. [16. 7. 2006].
- KAŠPAROVÁ, M., „Rozvoj obnovitelných zdrojů a zaměstnanost – příloha 13“. In *Komplexní analýza alternativních zdrojů elektřiny: VaV-SN/3/158/05 – závěrečná zpráva*, BERANOVSKÝ, J. A KOL. Praha: Ekowatt, 2006.
- KEPÁK, F., SVOBODA, K., *Energetika a životní prostředí*. Ústí nad Labem: Fakulta ŽP UJEP, 1998.
- KOL. AUTORŮ, *Jak se ohrát biomasou (Referáty ze seminářů Ligy energetických alternativ: Energetické rostliny a limity krajiny, 13.4.1999)*. LEA, 1999.
- EKOWATT, *Metody hodnocení vhodnosti a výtěžnosti OZE*. Praha: 2000.
Dostupné z:
http://ec.europa.eu/energy/res/sectors/doc/bioenergy/bioenergy_perception.pdf,
cit. [15. 10. 2006].
- KOL. AUTORŮ, *Akademický slovník cizích slov*. Praha: Academia, 2001a.
- KOL. AUTORŮ, *New Oxford Dictionary of English*. Oxford: Oxford university Press, 2001b.
- KOL. AUTORŮ, *K udržitelnému rozvoji České republiky: vytváření podmínek (svazek 3: Hospodářské sektory a environmentální integrace)*. Praha: COŽP UK, 2002, s. 15 – 68.
- KOL. AUTORŮ, *Zpráva o potenciálu obnovitelných zdrojů energie na území České republiky a o možnostech jeho využití s výhledem do roku 2050 (Závěrečná zpráva z řešení projektu VaV320/10/03 "Zpracování prognózy využívání obnovitelných zdrojů energie v ČR do roku 2050")*. Praha, 2004.
- KOL. AUTORŮ, *České perverzní dotace. Analýza veřejných podpor s negativním dopadem na životní prostředí*. Praha: Zelený kruh, 2005.

- KUŠKOVÁ, P. A KOL., *Deset let udržitelného ? rovoje*. Praha: COŽP UK, 2003, s. 58 – 60.
- LYČKA, Z., „Praktické zkušenosti se spalováním alternativních pelet“. In *Zemědělská technika a biomasa 2006. Sborník přednášek*. Praha: VÚZT, 2006.
- Meeting the Targets & Putting Renewables to Work: Overview Report*. Brussels: ALTENER Programme, European Commission. MITRE, 2003.
- MOLDAN, B., *Ekologická dimenze udržitelného rozvoje*. Praha: Karolinum, 2001, s. 29 – 32.
- OTČENÁŠEK, P., „Odpady z palivového cyklu jaderné elektrárny“. In *Vesmír*, 84, 2005, s. 536 – 540.
- PETŘÍKOVÁ, V., „Pěstování energetických plodin v ekologických souvislostech“. In *Alternativní energie*, 5, 2004a.
Dostupné z: <http://energie.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=2235&h=2&th=56>, cit. [10. 6. 2006].
- PETŘÍKOVÁ, V., *Pěstování rostlin pro energetické účely*. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2004b.
- PETŘÍKOVÁ, V., „Energetické byliny a eroze“. In *Biom [online]*, 2006.
Dostupné z: <http://biom.cz/index.shtml?x=1913947>, cit. [8. 11. 2006].
- PETŘÍKOVÁ, V., VÁŇA, J., UŠŤAK, S., *Pěstování a využití technických a energetických plodin na rekultivovaných pozemcích*. Praha: VÚRV, 1996.
- STAF, M., „Výzkum termické konverze odpadní biomasy na plynná a kapalná paliva“. *Biom [online]*, 2005.
Dostupné z: <http://biom.cz/index.shtml?x=217754>, cit. [17. 5. 2006].
- Stern Review: The Economics of Climate Change – Summary of Conclusions*. 2006.
Dostupné z: http://www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/sternreview_summary.cfm, cit. [11. 1. 2007].
- SUTLOVIČOVÁ, K., *Obchodování s emisemi (Příležitost nebo hrozba?) – diplomová práce*. Praha: 2004.
- SZOMOLÁNYIOVÁ, J. A KOL., *Vyhodnocení trhu biomasy, Fáze I. projektu ForBiom – Shrnutí závěrečné zprávy*. Praha: Seven, 2004.
- TATARČIKOVÁ, L., Namísto potravin pěstujeme energii. In *Agroweb [online]*, 2006.
Dostupné z: <http://www.agroweb.cz/projekt/clanek.asp?pid=2&cid=25014>, cit. [10. 12. 2006].
- UŠŤAK, S., „Netradiční energetické rostliny perspektivní pro pěstování v podmínkách mírného klimatického pásma“. In *Biom [online]*, 2006.
Dostupné z: <http://biom.cz/index.shtml?x=1903622>, cit. [7. 11. 2006].
- VÁŇA, J., MUÑOZ, J., HAVRLAND, B., „Aerobní fermentace substrátu na bázi čerstvé a biozplynované travní fytomasy“. *Biom [online]*, 2001.
Dostupné z: <http://biom.cz/index.shtml?x=48888>, cit. [10. 6. 2006].
- „Využití biomasy“. In *Energetik [online]*.
Dostupné z: <http://www.energ.cz/index.phtml?polozka=13>, cit. [15. 6. 2006].
- WEGER, J. A KOL., „0241 Výzkum produkčních charakteristik taxonů dřevin příp. bylin vhodných pro cílenou produkci biomasy v různých půdně klimatických podmínkách ČR“. In *Zpráva o průběhu řešení projektů předmětu činnosti 024 Výzkum a využití rostlinné biomasy jako domácího obnovitelného zdroje energie*. Průhonice: VÚKOZ, 2002.

WEGER, J. A KOL., „0242 Výzkum krajinných funkcí cílené produkce biomasy (rychle rostoucími dřevinami) zejména jejich přínosy pro diverzitu krajiny, hydrologický režim“. In *Zpráva o průběhu řešení projektů předmětu činnosti 024 Výzkum a využití rostlinné biomasy jako domácího obnovitelného zdroje energie*. Průhonice: VÚKOZ, 2003.

Zprávy a statistiky

BUFKA, A., *Brikety a pelety z biomasy v roce 2004*. Praha: MPO, 2005a.

BUFKA, A., *Obnovitelné zdroje energie a energeticky využívané odpady v roce 2004 (výsledky statistického zjišťování pro rok 2004)*. Praha: MPO, 2005b.

BUFKA, A., *Brikety a pelety z biomasy v roce 2005*. Praha: MPO, 2006.

BUFKA, A., BLAŽEJ, J., BERAN A., DUŠEK L., *Vyhodnocení statistických údajů z energetiky za rok 2005 (souhrnná zpráva)*. Praha: MPO, 2006.

BUFKA, A., ROSECKÝ, D., *Energetická bilance OZE za rok 2004*. Praha: MPO, 2005.

ČÚZK, *Statistická ročenka půdního fondu*. Praha: 2001.

ČÚZK, *Statistická ročenka půdního fondu*. Praha: 2002.

ČÚZK, *Statistická ročenka půdního fondu*. Praha: 2003.

ČÚZK, *Statistická ročenka půdního fondu*. Praha: 2004.

ČÚZK, *Statistická ročenka půdního fondu*. Praha: 2005.

ČÚZK, *Statistická ročenka půdního fondu*. Praha: 2006.

ERÚ, *Cenové rozhodnutí ERÚ 10/2005*. Jihlava: 2005.

ERÚ, *Cenové rozhodnutí ERÚ 1/2006*. Jihlava: 2006.

MD, *Ročenka dopravy 2005*. Praha: 2006.

MPO, *Státní energetická koncepce*. Praha: 2004.

MPO, *Národní programu hospodárného nakládání s energií a využívání jejich obnovitelných a druhotných zdrojů na roky 2006 – 2009*. Praha: 2005.

MPO, *Zpráva o plnění indikativního cíle výroby elektřiny z OZE za 2004*. Praha: 2005.

MPO, *Zpráva o plnění indikativního cíle výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů za rok 2005*. Praha: 2006.

MZE, *Horizontální plán rozvoje venkova ČR pro období 2004 – 2006*. Praha: 2004a.

MZE, *Program rozvoje venkova České republiky na období 2007 – 2013*. Praha: 2006a.

MZE, *Zpráva o stavu zemědělství ČR za rok 2001*. Praha: 2002.

MZE, *Zpráva o stavu zemědělství ČR za rok 2002*. Praha: 2003.

MZE, *Zpráva o stavu zemědělství ČR za rok 2003*. Praha: 2004b.

MZE, *Zpráva o stavu zemědělství ČR za rok 2004*. Praha: 2005a.

MZE, *Zpráva o stavu zemědělství ČR za rok 2005*. Praha: 2006b.

MZE, *Zásady, kterými se stanovují podmínky pro poskytování dotací pro rok 2007 na základě § 2 a § 2d zákona č. 252/1997 Sb., o zemědělství, ve znění pozdějších předpisů*. Praha: 2004c.

MZE, *Zásady, kterými se stanovují podmínky pro poskytování dotací pro rok 2007 na základě § 2 a § 2d zákona č. 252/1997 Sb., o zemědělství, ve znění pozdějších předpisů*. Praha: 2005b.

MZE, *Zásady, kterými se stanovují podmínky pro poskytování dotací pro rok 2007 na základě § 2 a § 2d zákona č. 252/1997 Sb., o zemědělství, ve znění pozdějších předpisů*. Praha: 2006c.

MZE, *Zásady, kterými se stanovují podmínky pro poskytování dotací pro rok 2007 na základě § 2 a § 2d zákona č. 252/1997 Sb., o zemědělství, ve znění pozdějších předpisů*. Praha: 2007.

MZE, *Situační a výhledová zpráva půda*. Praha: 2006c.

MŽP, *Zpráva o životním prostředí ČR v roce 2003*. Praha: 2004.

Politické a legislativní dokumenty

Agenda 21: český překlad textu části Přílohy II dokumentu „Report of the United Nations Conference on Environment and Development“. Rio de Janeiro: 1992 – Praha: MŽP 1998, kap. 9.

EHSV, *Stanovisko EHSV ke sdělení Komise „Akční plán pro biomasu“*. Brusel: 2006.

EUROPEAN COMMISSION, *Energy Crop Payments – infosheet*.

Dostupné z: http://ec.europa.eu/agriculture/capreform/index_en.htm, cit. [20. 1. 2007].

EUROPEAN COMMISSION, *Energy for the Future – Renewable Sources of Energy: White Paper for a Community Strategy and Action Plan, Communication from the Commission*. Brussels: 1997.

EUROPEAN COMMISSION, *Energy for the Future – Renewable Sources of Energy: Green Paper for a Community Strategy, Communication from the Commission*. Brussels: 1996.

EUROPEAN COMMISSION, *Biomass Action plan – Communication from the Commission*. Brussels: 2005.

IPCC, *Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Summary for Policymakers. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva: 2007.

Kyoto Protocol to the United Nations Framework on Climate Change. Kyoto: 1997.

Nariadení vlády č. 308/2004 Sb., o stanovení některých podmínek pro poskytování dotací na zalesňování zemědělské půdy a na založení porostů rychle rostoucích dřevin na zemědělské půdě určených pro energetické využití

Nariadení vlády č. 505/2000 Sb., kterým se stanoví podpůrné programy k podpoře mimoprodukčních funkcí zemědělství, k podpoře aktivit podílejících se na udržování krajiny, programy pomoci k podpoře méně příznivých oblastí a kritéria pro jejich posuzování (se změnami 500/2001 Sb. a 203/2004 Sb.)

Nariadení vlády č. 86/2001 Sb., kterým se stanoví podmínky pro poskytování finanční podpory za uvádění půdy do klidu, a finanční kompenzační podpory za uvádění půdy do klidu a zásady pro prodej řepky olejné vypěstované na půdě uváděné do klidu, ve znění nariadení vlády č. 454/2001 Sb.

OSN, *Implementační plán přijatý na Světovém summitu o udržitelném rozvoji*. Johannesburg: 2002.

Směrnice 2001/77/ES o podpoře elektřiny vyrobené z obnovitelných zdrojů energie na vnitřním trhu s elektřinou.

Vyhláška č. 190/1996 Sb., kterou se provádí zákon č. 265/1992 Sb., o zápisech vlastnických a jiných věcných práv k nemovitostem, ve znění zákona č. 210/1993 Sb. a zákona č. 90/1996 Sb., a zákon České národní rady č. 344/1992 Sb., o katastru nemovitostí České republiky (katastrální zákon), ve znění zákona č. 89/1996 Sb.

Vyhláška č. 482/2005 Sb., o stanovení druhů, způsobů využití a parametrů biomasy při podpoře výroby elektřiny z biomasy.

Zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích (Energetický zákon).

Zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií se změnou č. 359/2003 Sb.

Zákon č. 180/2005 Sb. o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů).

Zákon č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny ve znění pozdějších předpisů

Zákon č. 334/1992 Sb. o ochraně zemědělského půdního fondu

Osobní konzultace

WEGER, J., osobní konzultace, 13. 2. 2007.

JIRÁNEK, J., osobní konzultace, 28. 1. 2007.

KVASNIČKOVÁ, S., emailová konzultace 8. 2. 2007.

Webové stránky

Český statistický úřad [online].

Dostupné z: www.czso.cz, cit. [6. 12. 2006, 15. 1. 2007].

ČEZ [online], Encyklopedie energetiky.

Dostupné z: http://www.cez.cz/presentation/cze/instance_view.jsp?instance_id=95524, cit. [2. 6. 2006].

Energetická agentura Vysočiny [online].

Dostupné z: <http://www.eavysociny.cz/index.php?cislo=4>, cit. [25. 1. 2007].

Eurostat [online], Environment and Energy.

Dostupné z: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page?_pageid=0,1136239,0_45571444&_dad=portal&_schema=PORTAL, cit. [9. 1. 2007].

Tzb-info [online], Obnovitelná energie a úspory energie.

Dostupné z: <http://energie.tzb-info.cz/t.py?t=1&i=2>, cit. [12. 1. 2007].

VÚKOZ [online], Polyfunkční systém trvalé zeleně.

Dostupné z: <http://landscape.hyperlink.cz>, cit. [9. 1. 2007].