



VŠB - Technická univerzita Ostrava
Výzkumné energetické centrum



Metodická příručka ke studii

„Potenciál biomasy, druhy, bilance a vlastnosti paliv z biomasy ”

Tadeáš Ochodek, Jan Koloničný, Pavel Janásek

v rámci projektu

„Možnosti lokálního vytápění a výroby elektřiny z biomasy”

Projekt je spolufinancován Evropskou unií v rámci programu

INTERREG IIIA



1. Úvod	3
1.1. Možnosti energetického využití biomasy	4
1.2. Zdroje energetické biomasy v ČR	5
1.3. Zdroje energetické biomasy v SR	9
2. Druhy biomasy	9
2.1. Rostliny vhodné pro pěstování k energetickému využití	9
2.2. Odpadní biomasa	11
2.3. Komunální odpady - odpady z ČOV	12
3. Fyzikální vlastnosti	13
4. Bilance zdrojů a možnosti jejich využití.....	15
4.1. Potenciál biomasy v regionu Moravskoslezském.....	15
4.2. Potenciál biomasy v regionu Zlínském.....	16
4.3. Potenciál biomasy v Žilinském a Trenčianském regionu.....	16
5. Politika ve vztahu k biomase.....	17
5.1. Hierarchie právních a technických norem	17
5.2. Zákony a související normy.....	18
5.3. Hodnocení a normalizace biopaliv	18
5.4. Podpora biomasy	19
5.4.1. Podpora pěstování bylin pro energetické využití.....	19
5.4.2. Podpora pro výrobu elektřiny z biomasy	22
6. Závěr.....	23



1. Úvod

V období průmyslového rozvoje v posledních dvou stoletích došlo k intenzivnímu využívání fosilních paliv, což vede k navyšování koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře. Spálením 1 kg černého uhlí vzniká 2,56 kg CO₂, spálením 1 kg motorové nafty se uvolní 3,12 kg CO₂ a spálením 1 m³ zemního plynu 2,75 kg CO₂.

Při spalování rostlinné biomasy (také fytohmoty) rovněž vzniká oxid uhličitý, který však skleníkový efekt nenavyšuje, protože rostliny za svého růstu odebírají z ovzduší CO₂, a při spalování ho do ovzduší opět vracejí. Vzhledem k tomu, že průměrná délka života rostlinné biomasy je asi deset let a podzemní části rostlin obvykle zadržují přeměněný CO₂ mnohem déle (jako kořeny nebo jako půdní organická hmota), představuje pěstování energetické fytohmoty významné vázání (sekvestraci) oxidu uhličitého z atmosféry.

Lze předvídat, že nárůst spotřeby energie bude perspektivně dále pokračovat nejen v průmyslově vyspělých zemích, ale dojde i ke zvyšování spotřeby energie v rozvojových zemích (v současné době je asi 80 % světové spotřeby energie využíváno 30 % obyvatel ve vyspělých zemích). Energetika v současné době prochází obdobím velkých změn. Zaváděním trhu s energií ve většině průmyslových států vyžaduje zajištění dostatku energie pro udržení požadovaného růstu a pokroku. Technická a ekonomická kritéria jsou prvořadá, uplatňují se ve volbě technologie zdroje, avšak ekonomická kritéria začínají převládat nad technickými kritérii. Zvyšují se nároky na ochranu životního prostředí. Řada problémů se znečištěním životního prostředí toxickými látkami z energetických výroben byla z větší části vyřešena, do popředí se dostává hrozba dodatečného skleníkového efektu, k čemuž významnou měrou přispívá CO₂ a další plyny (metan, oxidy dusíku, freony, ozón, termoemise). Zvyšující se koncentrace těchto skleníkových plynů v atmosféře omezuje vyzařování nahromaděného tepla zpět do vesmíru, což může mít vliv globální oteplování a změny klimatu. Lidstvo si začíná stále více uvědomovat, že tradiční zdroje primární energie začínají být omezenější a především dražší a při rychlému rozvoji spotřeby energie je vhodné hledat její další možné zdroje.

Proto je jedním z aktuálních úkolů současné doby rozšíření využívání obnovitelných zdrojů energie. Pro podmínky v České republice je jednou z významných možností využívání spalování obnovitelné energetické biomasy.

Předkládaná metodická příručka se tématicky shoduje se studií „Potenciál biomasy, druhy, bilance a vlastnosti paliv z biomasy“, z které obsahově vychází a navíc je rozšířena o aktuální poznatky z dané oblasti.



1.1. Možnosti energetického využití biomasy

Biomasa je substance biologického původu, která zahrnuje rostlinnou biomasu pěstovanou v půdě a ve vodě, živočišnou biomasu, produkci organického původu a organické odpady.

Hlavní výhodou využití biomasy v energetice je její nevyčerpatelnost (obnovitelnost) jako zdroje energie (na rozdíl od fosilních paliv). Očekává se, že v budoucnu nahradí významnou část neobnovitelných klasických zdrojů energie. Odhaduje se, že roční celosvětová produkce energeticky využitelné biomasy by převyšovala svým energetickým potenciálem roční objem světové produkce ropy a zemního plynu. Dosud existují i určité nedostatky, které neumožňují rychlejší rozšíření využití biomasy v energetice, kam lze zařadit problémy se zajištěním dlouhodobé spolehlivé dodávky biomasy (včetně zpracování, sezónnost, skladování), dosud poměrně nízká účinnost a malý výkon zařízení pro energetické využití biomasy, neukončený vývoj některých zařízení pro dopravu a zpracování biomasy, cena biomasy aj. Podíl uplatnění biomasy na celkové spotřebě energie je dosud velmi malý.

Z hlediska ochrany životního prostředí je použití biomasy příznivé. Obsah škodlivin ve spalínách je dán specifickým obsahem chemických prvků v hořlavině. Jak již bylo uvedeno u úvodu, biomasa se považuje za neutrální palivo, CO_2 (skleníkový plyn) se sice při spalování uvolňuje, ale přibližně stejné množství CO_2 je fotosyntézou při růstu biomasy z atmosféry spotřebováno. Prakticky zanedbatelný nebo jen malý je obsah síry, stopy jsou ve slámě asi 0,1 % a minimum popela. Obsah dusíku je 0,1 až 0,5 %, tvorbu NO_x lze ovlivňovat řízením spalovacího procesu. Při spalování a zplyňování biomasy musí být věnována pozornost i složení emisí z hlediska polychlorovaných dibenzodioxinů a dibenzofuranů a v konstrukci spalovacích zařízení a úpravou spalovacích režimů předcházet případným možnostem jejich výskytu. Využití biomasy (jako obnovitelného zdroje) podporuje současné a perspektivní tendence decentralizace zdrojů, které umožní redukovat současnou vysokou centralizaci výroby, přenosu a rozvodu elektrické energie (tepla) výstavbou menších obnovitelných zdrojů (včetně kogenerace). Snižování vysokých nákladů za přenos, distribuci elektřiny a omezení ztrát může do určité míry pokrývat obvykle vyšší náklady obnovitelných zdrojů. Takovéto řešení kombinace centrálního systému s decentralizovanými místními zdroji (umístěnými co nejbližší místu spotřeby) budou i významným opatřením pro snížení rizika teroristického útoku. Využitím biomasy pro výrobu tepla a elektřiny se vytvářejí další příznivé faktory, které snižují dovoz ušlechtilých paliv, zlepšují bilanci CO_2 v ovzduší, využívají devastované půdy a přebytků zemědělské půdy, vytváření nových pracovních míst a přispívají ke zlepšení ekologie a ekonomie regionů. Z pohledu energetického využití biomasy je možno rozdělit toto využití na:



- výrobu tepla přímým spalováním v topeništích (dřevo, dřevní odpad, sláma, atd.),
- zpracování/zušlechtění na kvalitnější paliva tzv. fytopaliva (pelety, brikety, bioplyn, etanol, bionafta),
- výrobu elektřiny (kombinovaná výroba elektrické energie a tepla).

Způsob získávání energie je podmiňován fyzikálními a chemickými vlastnostmi biomasy (např. vlhkost). Množství vody a sušiny má vliv na zpracování biomasy, tedy i na způsob získávání energie. Hodnota 50% sušiny je přibližná hranice mezi mokrymi procesy a suchými procesy.

Suché procesy - termochemické přeměny biomasy

- Spalování,
- Pyrolýza,
- Zplyňování.

Mokré procesy - biochemické přeměny biomasy

- Alkoholové kvašení,
- Metanové kvašení.

Fyzikální a chemické přeměny biomasy

- Mechanické (štípání, drcení, lisování, briketování, peletování, mletí, atd.) Nejčastějším způsobem je úprava kusového dřeva, které se řeže na polena vhodných délek. Piliny a hoblovačky se neupravují. Nehomogenní odpad z dřevozpracujících závodů, štěpka, klest se mechanicky drtí.

Chemické (esterifikace surových bioolejů)

- Získávání odpadního tepla při zpracování biomasy,
- Kompostování,
- Čištění odpadních vod,
- Anaerobní fermentace pevných organických odpadů,
- Výroba etylalkoholu: cukrová řepa, obilí, brambory, atd..
- Výroba olejů a metylesterů: řepka olejná, slunečnice, len, atd..

1.2. Zdroje energetické biomasy v ČR

V minulosti byl potenciál OZE v ČR odhadován několikrát. Teprve v roce 2003 byl proveden hloubkový výzkum spojený s ekonomickým vyhodnocením. Účelem bylo poskytnout směrodatné podklady pro přípravu Státní energetické koncepce a také pro



přípravu návrhu zákona o podpoře energie z OZE. Potenciál byl zjišťován u 5 základních primárních zdrojů obnovitelné energie: energie sluneční, energie biomasy, vodní energie, větrné energie a geotermální energie, vč. nízkopotenciální energie prostředí. Každý druh zdroje obnovitelné energie představuje specifické možnosti využití a tudíž i zkoumání jeho potenciálu. Jedním z východisek šetření bylo členění na potenciál technický, využitelný, dostupný a ekonomický, třebaže takto definované potenciály nebylo možné použít pro všechny typy obnovitelných zdrojů univerzálně. Teoretický potenciál, který vyjadřuje fyzikální toky energie, nebyl pro praktické využití uvažován [4].

Podle různých studií se pohybuje ekonomicky využitelný potenciál biomasy (bez vynaložení mimořádných investic) v ČR kolem 10 mil. t suché hmoty/r (viz. tab. 1), tj. při průměrné výhřevnosti 16 GJ/t.sh. to odpovídá energii asi 158 PJ/r (158.109 MJ/r, což je cca 9,14 % hrubé spotřeby primárních energetických zdrojů v ČR 1997). I když je toto množství vzhledem k celkové spotřebě primární energie malé, může podstatně přispět ke snížení emisí CO₂.

Zdrojem energetické biomasy v České republice může být především dřevní odpad z dřevozpracujícího průmyslu a lesní těžby. Rovněž lze využívat vedlejší produkt ze zemědělské produkce, kterým je obilní a řepková sláma a další odpadové stébelniny. Energetický zdroj mohou představovat dřevěné a lepenkové nekontaminované obaly a výhledově i energetické rychlerostoucí dřeviny (topoly, vrby, jasany) a energetické byliny (šlechtěný šťovík, křídlatka). V úrovni let 2001 až 2010 se předpokládá možné využití až 5 - 6 milionů tun pevných biopaliv. V letech 1990-99 se pohybovala spotřeba ve výši cca 1 - 1,5 mil. t/rok, a to zejména dřevních odpadů [5].

TAB. 1 ODHAD POTENCIONÁLU ENERGETICKÝCH PALIV V ČR

Druh paliva	Zdroj	Produkce [t/r]
dřevo, kůra	odpady z lesní těžby a řevozpracujícího průmyslu, prozeřávky	2 600 000
sláma obilovin	25 % celkové sklizně slámy při výnosu 4 t/ha	1 600 000
sláma olejin	do 100 % celkové sklizně při výnosu 4 t/ha	1 000 000
traviny, rákos	cca z 20 % trvalých porostů při výnosu min. 2 t/ha	800 000
dřevní šrot, obaloviny a spalitelný komunální odpad	odpadové dřevo a obaly	600 000
polní dřevo a energetické obilí	účelově pěstované na půdě vyčleněné z výroby potravin	4 000 000



Z provedeného průzkumu literatury a internetových zdrojů o cíleném pěstování energetických rostlin v ČR a z dosavadních výsledků provozního ověřování těchto rostlin v praxi vyplývá nepříliš příjemný fakt - i když se problematikou výběru a praktického zkušební i provozního ověřování pěstování těchto rostlin v tuzemských podmínkách zabývají skupiny odborníků již téměř 15 let, nedošlo zatím k rozšíření cíleného pěstování energetických rostlin v praxi ve statisticky významné míře a to jak z pohledu množství ploch, použitých k pěstování, tak z pohledu potenciálního množství energie získané cíleným pěstováním biomasy pro energetické využití, zvláště pro spalování ve významných zdrojích energie, jako jsou kotelny, teplárny či dokonce elektrárny.

K rozšíření pěstování tohoto druhu biomasy může dojít po dostatečném ověření energetických rostlin v praxi a dosažení dostatečných ekonomických efektů jak pro pěstitele biomasy určené ke spalování i pro vlastní spotřebitele biomasy, kteří ji využívají pro získávání tepelné či elektrické energie. Toho lze dosáhnout jednak dořešením problematiky ekonomického pěstování této biomasy a také vhodnou formou podpory pěstitelů i spotřebitelů energetické biomasy. V každém případě je nutné si uvědomit, že pro náročné cíle zajištění náhrady fosilních paliv biomasou je třeba průběžně získávat obrovské množství biomasy. Jak je známo, pro spalování biomasy v Evropě nestačí místní zdroje a tak řada států musí dovážet biomasu, např. dřevěné pelety až ze vzdálené Kanady (cca 375 tis. tun ročně). Také v ČR je nezbytné získat velké množství biomasy, pokud bychom měli zajistit indikativní cíle energetické koncepce ČR pro r. 2010. V současné době se u nás využívá energetická biomasa v rozsahu jen asi 1,5 - 2 % z celkových primárních zdrojů energie, ale cílem pro r. 2010 by se u nás mělo zajistit 8% elektřiny a 6% tepelné energie z obnovitelných zdrojů. Přehled o biomase pro zajištění těchto cílů je uveden v tab. 2 [6].

TAB. 2 VÝROBA ENERGIE Z TUHÉ BIOMASY V R. 2010

Druh biomasy	Energie (%)	Celkem (PJ)	Z toho teplo (PJ)	Elektřina (GWh)
Dřevo a dřevní odpad	24	33,1	25,2	427
Sláma obilnin a olejnin	11,7	15,7	11,9	224
Energetické rostliny	47,1	63	47,7	945
Bioplyn	16,3	21,8	15,6	535
Celkem	100	133,6	100,4	2231



Z těchto údajů vyplývá, že téměř celá jedna polovina se musí získat přímým pěstováním energetických plodin. Tzv. zbytková biomasa, což jsou dřevní a lesní odpady, sláma apod., nestačí pokrýt požadované množství. Pěstování rychle rostoucích dřevin, jak je všeobecně známo je drahé, zvl. pro ČR. Proto jsme se u nás zaměřili především na cílové pěstování energetických bylin (*nedřevních*), zvláště víceletých a vytrvalých. Mimo to, že jejich pěstování je řádově levnější a produkce je rychlejší (*nejpozději ve druhém roce po založení kultury*), mají výhodu i v tom, že lze jejich kultury snadno přeměnit na ornou půdu a v případě naléhavé potřeby začít znovu pěstovat zemědělské plodiny (*potravinářská bezpečnost*). Jak je všeobecně známo, je půda potřebná pro produkci potravin obecně v přebytku, zajišťují se pro ni různé útlumové programy, a přitom by mohla sloužit právě pro produkci energetické biomasy.

Energetický potenciál pěstované biomasy v ČR je dán součtem výnosových kategorií pro běžně pěstované a pro energetické plodiny při zohlednění využití zemědělské půdy pro produkci potravin a technických plodin. Potenciál uvažuje produkci biomasy pro přímé energetické využití i pro výrobu biopaliv. V současnosti leží v ČR ladem asi 0,5 mil.ha půdy. Pro naplnění cíle roku 2010 by stačilo využít asi polovinu této výměry. V horizontu 30 let lze využít až 1,5 mil.ha, tj. asi 35 % výměry zemědělské půdy v ČR, v souladu s osevními postupy a správnou zemědělskou praxí [5]. V následující tab. 3 je uveden přehled všech potenciálů biomasy. Rozdíly a definice jednotlivých potenciálů jsou uvedeny v následujících kapitolách.

TAB. 3 PŘEHLED O DOSTUPNÉM POTENCIÁLU BIOMASY V ČR

Druh potenciálu	Produkce biomasy (tis. tun)	Energie (PJ)
Ekonomický (r.2004)	2 738	41
Dostupný	9 037	136
Využitelný	13 693	205
Technický	18 348	275
Teoretický	27385	411

1.3. Zdroje energetické biomasy v SR

Současné využívání obnovitelných zdrojů energie (OZE) na Slovensku představuje pouze 2,6 % z celkové spotřeby primárních zdrojů energie [8]. Využívá se jen asi 17 % z technicky využitelného potenciálu obnovitelných zdrojů energie na Slovensku, takže stále zůstává nevyužito obrovské množství energie, jehož potenciál představuje 79 215 TJ ročně.

Potenciální zdroj s největší možností využití je biomasa. Všechny druhy biomasy představují až 42 % všech OZE. Potenciál lesní a dřevní biomasy představuje 25 %, zbytek 17 %, jsou ostatní nedřevní druhy biomasy a komunální odpady. Následují geotermální energie (26 %), solární energie (21 %), biologická paliva (10 %), větrná energie (5 %) a malé vodní elektrárny (4,2 %).

Energetický potenciál lesní a dřevní biomasy z domácích zdrojů do roku 2020 by měl růst a měl by dosáhnout 28 357 TJ ročně.

Dřevní biomasu kromě palivového dřeva tvoří zbytky po těžbě a vedlejší produkty z výroby výrobků mechanického a chemického zpracování dřeva. Za hlavní zdroje biomasy na energetické využití z lesního hospodářství (LH) můžeme považovat lesní biomasu a biomasu z energetických lesů.

2. Druhy biomasy

2.1. Rostliny vhodné pro pěstování k energetickému využití

Pěstování energetických rostlin nemá u nás zatím žádnou tradici. Většina rostlin je málo známých, i když některé z nich se už i v minulosti u nás pěstovaly. Tyto typy rostlin se však u nás již začaly zkoušet a ověřovat, avšak výsledky nejsou dosud v podvědomí odborné ani laické veřejnosti zakotveny. Je to především proto, že postupně získávané zkušenosti jsou zatím neucelené a nebyly dosud souborně publikovány. Základní členění záměrně pěstovaných rostlin pro energetické účely je na:

- dřeviny,
- nedřevnaté rostliny (byliny).

Rostliny jednoleté, víceleté a vytrvalé

Rostlin bylinného charakteru je velké množství a z praktického hlediska se tyto rostliny dělí na jednoleté a víceleté či vytrvalé. Jejich výhodou je, že se pouze vysévají a že dovolují okamžitý přechod půdy zpět na potravinářské využití.

Mezi jednoleté a dvouleté rostliny patří: laskavec, konopí seté, světlice barvířská, sléz přeslenitý (krmný), komonice bílá (jednoletá až dvouletá), pupalka dvouletá a hořčice sarepská. Mezi víceleté a vytrvalé (dvouděložné) patří: mužák prorostlý, jestřabina, východní, topinambur, čičorka pestrá, šťovík krmný, sléz vytrvalý, oman pravý a bělotrn kulatohlavý.



OBR. 1 KŘÍDLATKA JAPONSKÁ

Energetické trávy

Další skupinu biomasy tvoří energetické trávy: sveřep bezbranný, sveřep horský (samužníkovitý), psineček veliký, lesknice (chrastice) rákosovitá, kostřava rákosovitá, ovsík vyvýšený a ozdobnice čínská (sloní tráva). Jednotlivé druhy rostlin mají více odrůd, lišících se vhodností použití, odolností proti chorobám, škůdcům a plevelům, dále náročností na vodu, živiny a teplo, expanzivitou a v hlavním měřítku, kterým je výnos v t.ha⁻¹. Řada rostlin má mimo energetické využití i využití v textilním a chemickém průmyslu, zemědělství nebo potravinářství.



OBR. 2 OZDOBNICE ČÍNSKÁ

Rychle rostoucí dřeviny

V současné době mohou být zkušenosti v lesním hospodářství uplatněny při využívání zemědělských půd k produkci biomasy pro energetické účely. Nejvhodnější pro tento účel jsou tzv. rychlerostoucí dřeviny (r.r.d.). Rychlerostoucí dřeviny jsou dřeviny s krátkou obmýtní dobou a s hmotovým přírůstkem významně převyšujícím průměrný hmotový přírůstek ostatních dřevin. Zakládání plantáží r.r.d. s krátkou obmýtní dobou se jeví jako účelný způsob k využití přebytečné zemědělské půdy. Nejznámějšími rychle rostoucími dřevinami jsou topoly dále pak vrby, akáty, olše, osiky a břízy.

Pěstování energetických plodin

Rostliny vhodné pro pěstování k energetickému využití, které jsou citovány výše mají vlastní požadované pěstební podmínky a liší se i potřebná technologická náročnost pro pěstování. Znalost těchto a dále uvedených požadavků je velice důležité pro předběžné určení výnosu a náročnosti výroby pro konkrétní podmínky pěstování.

Každá rostlina má specifické požadavky na vláhu, teplotní podmínky, světlo, vydatnost hnojení draslíkem, fosforem a dusíkem. Velký vliv má i typ půdy, její pH a vydatnost výsevu. Ze zkušeností také vyplývá, že řada energetických rostlin pocházejících z jiných oblastí nedosahuje v podmínkách ČR výnosů, kterých dosahuje v původních oblastech, a jsou také více náchylné k napadení škůdci a zaplevelení.

U víceletých energetických rostlin a rychle rostoucích dřevin, byly zjištěny vazby mezi druhy výsadby a vývojem výnosu, popřípadě trváním doby obmýtní.

2.2. Odpadní biomasa

Další skupinou biomasy podle základního kritéria dělení na biomasu cíleně pěstovanou a odpadní je druhá zmíněná. Jedná se o odpady z živočišné a rostlinné výroby nebo z lesní těžby. Argumentem pro jejich využití je možnost získání lokálního energetického zdroje, nezávislého na cenách za primární paliva od dodavatelů. Pokud se technologie a výroba prokáže jako rentabilní, společnost nebo obec získává další zdroj příjmů. V podmínkách ČR jde především o využití biomasy z těchto zdrojů:

- **Rostlinné zbytky ze zemědělské prvovýroby:** kukuřičná, obilná, řepková sláma, zbytky po likvidaci křovin a lesních náletů, dřevní odpady ze sadů a vinic, luk a pastvin.
- **Odpady z živočišné výroby:** exkrementy z chovů hospodářských zvířat, zbytky krmiv, odpady z mléčnic a z přidružených zpracovatelských kapacit.
- **Lesní odpady:** dřevní hmota z lesních probírek, kůra, větve, pařezy, kořeny, palivové dřevo, manipulační odřezky, klest.



- **Organický podíl tuhých komunálních odpadů**, komunální organické odpady z venkovských sídel, kaly z čistíren odpadních vod, odpadní organické zbytky z údržby zeleně a travnatých ploch.
 - **Organické odpady z potravinářských a průmyslových výro** (odpady z provozů na zpracování a skladování rostlinné produkce, odpady z jatek, mlékáren, lihovarů, cukrovarů, konzerváren, z vinařských provozů, odpady ze stravovacích provozů, odpady z dřevařských provozů – odřezky, hobliny, piliny, odpady z papíren),
1. **Upravená biomasa smíchaná s jinými hořlavými materiály**, které vznikají při některých průmyslových činnostech, např. uhelný mour, bělicí hlínky z olejářského průmyslu, kaly z ČOV apod. U těchto kombinovaných paliv při jejich spalování je však zcela nezbytné provést příslušné rozbory a následná měření vznikajících emisí.

2.3. Komunální odpady - odpady z ČOV

Pod pojmem komunální odpady rozumíme odpadové materiály vznikající v sídelních útvarech a zahrnující následující hlavní skupiny:

- tuhé odpady z domácností,
- uliční odpady a smetky, odpad z parků a zahrad,
- odpady ze služeb, malých výroben,
- odpad ze škol, úřadů, institucí a obchodů,

Další možnou složkou, která je energeticky vysoce využitelná, jsou čistírenské kaly. Podle novelizovaného zákona o odpadech č. 314/2006 Sb., a v souladu se směrnicí EU č. 86/278/EEC patří kaly z komunálních čistíren a jím podobných ČOV mezi vybrané, jmenovitě uváděné druhy odpadů, pro které jsou pro jejich využití (zejména v zemědělství) stanoveny usměrňující podmínky samostatným právním předpisem.

Jestli je kal bezpečný, závisí na typu použití. Je zřejmé, že není potřeba kompletně sterilizovat kal. Cílem by mělo být zabít patogeny, které by potenciálně mohly způsobit zdravotní problémy v dané aplikaci. Podle jedné z definic je kal považován za hygienizovaný, jestliže salmonela je kompletně zničena. Tato definice připouští, že určité jiné patogeny (např. více rezistentní viry) mohou přežít, ale jejich přítomnost není uvažována jako zdravotní riziko v souvislosti s obecným užitím kalu na hřiště nebo parky. Bohužel je velmi málo údajů o přežití patogenů v kalovém hospodářství. Více dat je k dispozici pro tzv. indikátor organismy (kohfonní, streptokoky atd.) a kde je možné je používat k vyhodnocení účinnosti daného procesu. Možnosti úpravy kalu jsou např. pasterizace, aerobní termofilní stabilizace, kompostování, úprava vápnem nebo ukládání čistírenského kalu na skládky.

3. Fyzikální vlastnosti

Pokud budeme považovat biomasou za palivo, můžeme ji hodnotit podle stejných fyzikálních a chemických kritérií jako běžná tuhá paliva. Těmi kritérii jsou: výhřevnost, spalné teplo, měrná hmotnost, údaje z hrubého rozboru (zjišťuje se výhřevnost a hmotnostní obsah vody, popela a prchavého podílu v %), údaje z prvkového rozboru (Zjišťuje se hmotnostní obsah prvků: C, H₂, S, N, O₂, popř. Cl a F, v %) a údaje o vlastnostech popelovin (teploty spékání, měknutí, tání a tečení).

Biomasa má několik vlastností, kterými se liší od běžně užívaných paliv. Jednou z nejdůležitějších vlastností je proměnný a často vysoký obsah vody. Biomasu je třeba vysušit při skladování, jinak spotřebuje při spalování velký podíl spalného tepla – snižuje se výhřevnost, což může způsobit nestabilitu spalování. Spalování vlhkého paliva snižuje účinnost kotle a může zkracovat jeho životnost. Je nutno upozornit, že vlhkost může být vyjádřena dvěma způsoby, jejichž hodnota se liší. Typickou výhřevnost a obsah vody vybraných druhů biomasy lze nalézt v tab. 4 [7].

TAB. 4 VÝHŘEVNOST BIOMASY V ZÁVISLOSTI NA OBSAHU VODY

Druh	Výhřevnost	Při vlhkosti
	[MJ/kg]	[% hm]
Dřevo kusové	15,30	14,40
Dřevo-brikety	17,54	7,42
Dřevo-pelety	17,54	7,42
Dřevo-štěpka	9,84	41,74
Dřevěná kůra, mix	15,92	4,82
Papír, brikety	11,98	4,61
Sláma obilní	15,46	10,00
Sláma řepková	15,90	5,56
Sláma pšeničná	14,58	13,01
Sláma lisovaná, role, kvádry	15,46	10,00
Pelety	15,46	10,00
Sláma řepková, brikety	15,42	11,16
Řepkové šroty granulované	16,70	9,21
Slunečnicové slupky	24,05	5,22
Městské odpadky	8,14	33,00



Biomasa obsahuje poměrně hodně prchavé hořlaviny, která hoří v horních partiích spalovací komory, kam je třeba přivést sekundární vzduch a zajistit jeho dobré promíchání s plynným prchavým podílem. Prchavý podíl se pohybuje od 70 do 85 %.

Některé druhy biomasy mají nízký bod měknutí popelovin (800 °C až 900 °C), je proto nebezpečí nalepování a spékání popelovin na roštu či keramických tělesech ve spalovací komoře. Tuto vlastnost způsobuje velký podíl sloučenin alkalických kovů.

Další charakteristický znak biomasy je její prvkové složení. Biomasa obecně obsahuje cca 50% C, 43% O a 6% H v hořlavině. Biomasa téměř neobsahuje síru, v některých případech však obsahuje chlór, flór, draslík a těžké kovy. Tyto prvky nepříznivě působí na životní prostředí, některé z nich mohou způsobovat korozi částí kotle. Z výsledků rozborů různých typů biomasy bylo možné sestavit tab. 5, ve které je souhrnně uveden rozsah prvkového složení různých typů biomasy.

TAB. 5 PRVKOVÉ SLOŽENÍ BIOMASY V HM. % SUŠINY

C	H	O	N	P	K
40 - 46	cca 6	40-44	1-5	0,05-0,8	0,3-5
Na	S	Ca	Si	Mg	B
0,02–0,5	0,05 – 0,8	0,3-5	0,05 - 3	0,05-1	0,005-0,01
Cl	Cu	Fe	Mn	Zn	
0,02-1	0,0002-0,002	0,005-0,1	0,002-0,03	0,001-0,01	

Oproti uhlí, má biomasa poměrně nízkou a proměnlivou hustotu. Díky různorodosti forem biomasy, může mít různou hustotu i jeden druh biomasy. Většinou se uvádí hmotnost na přesněji definovanou objemovou jednotku, jakou je plný metr, prostorový metr či prostorový metr sypaný.

4. Bilance zdrojů a možnosti jejich využití

4.1. Potenciál biomasy v regionu Moravskoslezském

Spotřeba primárních energetických zdrojů na území Moravskoslezského kraje je rozdělena podle výkonových kategorií energetických zařízení takto: zdroje nad 5 MW – 30,6 %, zdroje od 3 do 5 MW – 26,4 %, zdroje od 0,2 do 3 MW 24,4 % a zdroje do 0,2 MW – 18,6%.

V malých zdrojích do 0,2 MW a středních zdrojích od 0,2 do 3 MW dominantně užívaným palivem zemní plyn. Ve velkých zdrojích energie je naopak z více než 95,5 % užíváno fosilní palivo. Využití biomasy je nejvhodnější jako náhrada za pevná fosilní paliva, a to v kotlích všech výkonových kategorií.

Při aplikaci využití obnovitelných zdrojů energie (biomasy) je třeba vycházet z reálných možností, je třeba splnit jisté nutné podmínky týkající se informovanosti a motivace pěstitelů i spotřebitelů, dále podmínky týkající se technologií a trhu s palivy.

Celkový využitelný potenciál biomasy (suché) pro spalování do roku 2022 činí 8 127 820 GJ/rok, z čehož 3 226 860 GJ/rok tvoří energie dřeva, 1 567 160 GJ/rok energie obilovin, 2 704 800 GJ/rok energie rychlerostoucích rostlin a zbylých 629 000 GJ/rok představuje energie bioodpadů. Další 1 593 195 GJ/rok představuje energie bioplynu. Potenciál biomasy celkem představuje 84 % potenciálu všech obnovitelných zdrojů. Podrobné rozdělení na jednotlivé zdroje v optimální variantě je uvedeno v tab. 6.

TAB. 6 POTENCIÁL OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE V MS KRAJI PŘI OPTIMÁLNÍCH PODMÍNKÁCH

Obnovitelný zdroj	GJ/rok	podíl [%]
geotermální energie a energie vzduchu	630 000	5
energie biomasy	8 529 220	70
energie bioplynu	1 593 195	13
energie slunce	1 000 000	8
vodní energie	300 000	2
energie větru	100 000	1
Celkem	12 152 415	100

4.2. Potenciál biomasy v regionu Zlínském

Ve Zlínském kraji je podíl OZE ve spotřebě pro výrobu tepla mnohem vyšší, než je průměr ČR v důsledku průmyslového využití a snadné dostupnosti dřevní hmoty v mnoha regionech. Celkový příspěvek využití OZE do bilance primárních energetických zdrojů činí 2 281 TJ, z toho je cca 94 % podíl tuhé biomasy. Z tohoto důvodu je i poměrně malý dostupný potenciál nevyužité biomasy. U energetických rostlin se jedná o 313 348 GJ, u obilné slámy o 506 810 GJ, u řepkové slámy o 399 948 GJ, u odpadního dřeva o 439 418 GJ a u bioplynu z exkrementů hospodářských zvířat je to 914 038 GJ za rok.

Následující tab. 7 shrnuje příspěvek jednotlivých druhů OZE do bilance primárních energetických zdrojů.

TAB. 7 PŘEHLED O VYUŽÍVÁNÍ OZE VE ZLÍNSKÉM KRAJI

Zdroj obnovitelné energie	Výroba tepla a elektřiny z OZE – GJ/rok
Solární tepelné systémy	2 1246,6
Solární fotovoltaické systémy	13,4
Malé vodní elektrárny	66 263,9
Větrné elektrárny	1 319,0
Tepelná čerpadla	11 814,9
Biomasa – tuhá	2 067 985,7
Bioplyn	56 504,9
Celkem	2 281 022,7

4.3. Potenciál biomasy v Žilinském a Trenčianském regionu

Žilinský a Trenčianský region patří mezi ty oblasti Slovenska, které jsou charakterizovatelné z hlediska využití potenciálu biomasy (hlavně dřevní) jako nadprůměrné. V těchto regionech působí sdružení BIOMASA, jejímž cílem je eliminace emisí z fosilních paliv, využívání místního odpadu, modernizace a spravování kotelen na biomasu a výroba dřevních pelet.

Dřevo se v největší míře využívá ve východní a střední části Slovenska. Podle Národního lesnického centra je v Žilinském a Trenčianském kraji potenciál lesního odpadu asi 233 350 t a potenciál odpadu z dřevozpracujících závodů 250 580 t.

5. Politika ve vztahu k biomase

Chování podnikatelských objektů je limitováno a usměrňováno právními a technickými normami (zákony, vládními nařízeními, vyhláškami, ČSN, od 1. 5. 2004 též právními a technickými normami EU, se kterými je průběžně harmonizována naše právní soustava). Kontrolní funkci vykonávají složky správních a samosprávních orgánů.

Základní právní a technické normy mají za cíl vytvořit rámec pro chování podnikatelských subjektů a spotřebitelů, stanovit technické požadavky na zařízení a výrobky, implementovat právní systém EU do našeho právního systému a stanovit funkce, pravomoci a podmínky činnosti správních a samosprávních orgánů tak, aby byla zabezpečena ochrana životního prostředí, zdraví lidí a rovné podmínky pro hospodářskou soutěž včetně ochrany spotřebitelů.

5.1. Hierarchie právních a technických norem

- Právní a technické normy EU.
- Základní zákony ČR.
- Nařízení vlády ČR, prováděcí vyhlášky k základním zákonům.
- Složkové zákony a související právní normy.
- Vyhlášky a předpisy samosprávních orgánů.
- České technické normy (ČSN) a předpisy.
- Podnikové normy, předpisy a smluvní ujednání.

Energetické využití biomasy je po právní stránce řízeno základními právními normami a koncepčními materiály z oboru:

- požadavků na výrobky,
- odpadů,
- energetiky,
- podnikání, ochrany životního prostředí a zemědělství.

Obecně jsou požadavky na výrobky stanoveny zákonem č. 22/1997 Sb. ve znění pozdějších předpisů a příslušnými nařízeními vlády ČR. Ochranu spotřebitelů zajišťuje zákon č. 634/1992 Sb. ve znění pozdějších předpisů (poslední změna je obsažena ve znění zákona č. 439/2003 Sb.).

V případě, že vedlejším produktem při energetickém využití biomasy je hnojivářský substrát, musí být respektován režim zákona o hnojivech č. 156/1998 Sb. ve znění zákona č. 308/2002 Sb. Další novela této právní normy je v současné době v legislativním schvalovacím řízení.

Ustanovení zákona o hnojivech jsou upřesněna vyhláškami MZe ČR.



5.2. Zákony a související normy

Složkové zákony a související normy mající významný vztah k využití biomasy k energetickým účelům jako podnikatelské činnosti jsou následující:

- Živnostenský zákon č. 455/1991 Sb. v úplném znění uvedeném pod č. 374/2004 Sb.
- Stavební zákon č. 50/1976 Sb. ve znění pozdějších předpisů. Ustanovení tohoto
- Zákon o posuzování vlivů na životní prostředí č. 100/2001 Sb.
- Složkové zákony týkající se ochrany životního prostředí:
- Zemědělství a ochrana zemědělského půdního fondu
- Energetická legislativa

5.3. Hodnocení a normalizace biopaliv

Jako biopaliva mohou být využity suroviny různého původu a chemického složení. Podle jejich původu se člení na:

- zemědělské výrobky (energetické plodiny) a zbytky (např. sláma a další vedlejší produkty zemědělské a potravinářské výroby),
- lesnické výrobky (dřevo z probírek) a zbytky (větvě a vršky stromů ponechané v lese a odpady ze zpracování dřeva, např. kůra, odřezky, piliny atd.),
- odpady vytvářené konzumní společností (vytříděné frakce spalitelných a biologicky odbouratelných komunálních a průmyslových odpadů, možnost dalšího zpracování na TAP - tuhá alternativní paliva, REF, PDB, RDF).

Zatím se v EU připravují souhrnné podklady pro kompletní evropských norem pro pevná biopaliva. Tyto práce řídí CEN (Evropský výbor pro normalizaci), v součinnosti s Českým normalizačním institutem se na těchto aktivitách, označených BT/WG 108 Solid biofuels, podílí mj. VÚHU a.s. Most.

Výsledné normy budou obsahovat:

- názvosloví (termíny, definice),
- identifikační a třídící systém pro zařazení paliv z pevné biomasy,
- odběr a úpravu vzorků biopaliv,
- zkušební a testovací metody.

Za surovinové zdroje biopaliv jsou uvažovány:

- výrobky ze zemědělství a lesnictví,
- rostlinné odpady ze zemědělství a lesnictví,
- rostlinné odpady z potravinářského průmyslu,
- dřevní odpady s výjimkou:
- dřevních odpadů, které mohou obsahovat halové organické sloučeniny nebo těžké kovy,
- chemicky ošetřeného dřeva ze staveb a demolic.

Během zpracování biopaliv mohou vznikat různé vedlejší produkty nebo odpady, které mění vlastnosti původního materiálu.

V současné době se v CEN (Evropský výbor pro normalizaci) připravují souhrnné podklady pro kompletaci evropských norem pro pevná biopaliva. S normalizací biopaliv jsou nejdále v Rakousku, Švédsku a Německu, jejich sbírka legislativních norem týkajících se biopaliv je velice rozsáhlá a propracovaná.

5.4. Podpora biomasy

5.4.1. Podpora pěstování bylin pro energetické využití

Na základě § 2 a § 2d zákona č. 252/1997 Sb., o zemědělství, ve znění pozdějších předpisů jsou předloženy zásady, kterými se stanovují podmínky pro poskytování dotací pro rok 2007:

1.U. Podpora pěstování bylin pro energetické využití

Účel: podpora založení a údržby porostů bylin pro energetické využití.

Předmět dotace: plocha porostu bylin pěstovaných pro energetické využití.

Subjekt: podnikatel (§ 2 zákona č. 513/1991 Sb.) podnikající v zemědělské výrobě.

Forma dotace: dotace do hospodářského výsledku (dříve neinvestiční).

Výše dotace: do 3 000 Kč/ha orné půdy využívané k pěstování bylin pro energetické



využití.

Poznámka: k pěstování bylin pro energetické využití musí být užitá souvislá plocha orné půdy o minimální výměře plochy 1 ha. Energetická plodina musí být pěstována na pozemku v daném roce jako hlavní plodina. Seznam bylin pro energetické využití pro účely dotačního programu 1.U. je uveden níže.

Obsah žádosti:

- a) identifikační údaje zpracované podle vzoru v části C,
- b) doklad o registraci podnikání ve vztahu k předmětu dotace,
- c) doklad o zřízení bankovního účtu žadatele (bankovní výpis předmětného účtu nebo smlouva o zřízení bankovního účtu a pod.),
- d) potvrzení o zařazení do evidence využití zemědělské půdy podle uživatelských vztahů s účinností předmětných bloků či dílů půdních bloků nejpozději k datu ukončení přijímání žádostí,
- e) kopie uzavřené dohody s odběratelem produkce na energetické využití; v případě využití produkce ve vlastním energetickém zařízení doklad o zřízení tohoto zařízení,
- f) vyplněná tabulka v části C.

Podmínka do rozhodnutí: příjemce dotace doloží do 15.11.2007 příslušnému ZA a PÚ doklad, že dodal fyzické nebo právnické osobě produkci bylin k energetickému využití, případně potvrdí čestným prohlášením využití produkce pro vlastní energetické účely.

Zhodnocení účinnosti: počet hektarů oseté plochy bylinami pro energetické využití.

Seznam energetických bylin podporovaných v rámci dotačního programu 1.U1. Jednoleté až dvouleté:

a) laskavec	<i>Amaranthus</i>
b) konopí seté	<i>Cannabis sativa</i>
c) světlice barvířská – saflor	<i>Carthamus tinctorius</i>
d) slézy	<i>Malva spp.</i>
e) komonice bílá (jednoletá a dvouletá)	<i>Melilotous alba</i>
f) hořčice sarepská	<i>Brassica juncea</i>
g) čirok	<i>Sorghum spp.</i>
h) ředkev olejná	<i>Raphanus sativus L.var. oleiformis Pers.</i>

2. Víceleté a vytrvalé (dvouděložné)

a) mužák prorostlý	<i>Silphium perfoliatum</i>
b) jestřabina východní	<i>Galega orientalis</i>
c) čičorka pestrá	<i>Coronilla varia</i>
d) šťovík krmný	<i>Rumex tianshanicus x Rumexpatientia</i>
e) sléz vytrvalý	<i>Kitaibelia</i>

3. Energetické trávy

a) sveřep bezbranný	<i>Bromus inermis</i>
b) sveřep horský (samužníkovitý)	<i>Bromus cartharticus</i>
c) psineček veliký	<i>Agrostis gigantea</i>
d) lesknice (chrastice) rákosovitá	<i>Phalaris arundinacea</i>
e) kostřava rákosovitá	<i>Festuca arundinacea</i>
f) ovsík vyvýšený	<i>Arrhenatherum elatius</i>
g) srha laločnatá	<i>Dactylis glomerata L.</i>
h) proso vytrvalé	<i>Panicum virgatum</i>
i) ozdobnice čínská (sloní tráva)	<i>Miscanthus sinensis</i>

5.4.2. Podpora pro výrobu elektřiny z biomasy

Na základě cenového rozhodnutí Energetického regulačního úřadu č. 8/2006 ze dne 21. listopadu 2006 byla stanovena podpora pro výrobu elektřiny obnovitelných zdrojů energie, kombinované výroby elektřiny a tepla a druhotných energetických zdrojů. Výkupní ceny a zelené bonusy pro výrobu elektřiny z biomasy jsou uvedeny v tab. 8.

TAB. 8 VÝKUPNÍ CENY A ZELENÉ BONUSY PRO VÝROBU ELEKTŘINY Z BIOMASY

Kategorie spalování a druh biomasy	Výkupní ceny elektřiny dodané do sítě v Kč/MWh	Zelené bonusy v Kč/MWh
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O1	3375	2255
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O2	2890	1770
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O3	2340	1220
Výroba elektřiny společným spalováním palivových směsí biomasy kategorie S1 a fosilních paliv	-	1275
Výroba elektřiny společným spalováním palivových směsí biomasy kategorie S2 a fosilních paliv	-	790
Výroba elektřiny společným spalováním palivových směsí biomasy kategorie S3 a fosilních paliv	-	240
Výroba elektřiny paralelním spalováním biomasy kategorie P1 a fosilních paliv	-	1530
Výroba elektřiny paralelním spalováním biomasy kategorie P2 a fosilních paliv	-	1045
Výroba elektřiny paralelním spalováním biomasy kategorie P3 a fosilních paliv	-	495

Zařazení jednotlivých druhů biomasy do kategorií O1 – O3 pro účely spalování čisté biomasy, kategorií S1 – S3 pro účely společného spalování palivových směsí biomasy a fosilních paliv a kategorií P1 – P3 pro účely paralelního spalování biomasy a fosilních paliv stanoví zvláštní právní předpis [1].

Pro elektřinu vyrobenou z biomasy platí výše uvedené výkupní ceny a zelené bonusy a následující určené podmínky:

1) Výkupní ceny jsou stanoveny jako minimální ceny podle zvláštního právního předpisu [3]. Zelené bonusy jsou stanoveny jako pevné ceny podle zvláštního právního předpisu [3]. V rámci jedné výroby elektřiny nelze kombinovat režim výkupních cen podle bodu (2) a režim zelených bonusů podle bodu (3).

2) Výkupní ceny se uplatňují za elektřinu dodanou a naměřenou v předávacím místě výroby elektřiny a sítě provozovatele příslušné distribuční soustavy nebo provozovatele přenosové soustavy, které vstupuje do zúčtování odchylek subjektu zúčtování odpovědného za ztráty v regionální distribuční soustavě nebo subjektu zúčtování odpovědného za ztráty v přenosové soustavě.



3) Zelené bonusy se uplatňují za elektřinu dodanou a naměřenou v předávacím místě výroby elektřiny a sítě provozovatele regionální distribuční soustavy nebo přenosové soustavy a dodanou výrobcem obchodníkovi s elektřinou nebo oprávněnému zákazníkovi a dále za ostatní vlastní spotřebu elektřiny podle zvláštního právního předpisu.

6. Závěr

Výše uvedené kapitoly představují stručný přehled, který zohledňuje různé možnosti pohledu na biomasu. Podrobnější rozdělení je uvedeno v souhrnné studii „Potenciál biomasy, druhy, bilance a vlastnosti paliv z biomasy“ ve které jsou dostatečné informace, věnující se energetickému využívání biomasy, ale je jisté, že ani zdaleka vyčerpávají. Závěrem ještě dvě poznámky:

- Bylo by chybou považovat biomasu za palivo jednotných vlastností. Naopak každý její druh má své přednosti a nedostatky a jejich znalost může být hodně nápomocná při hledání cest k efektivnímu energetickému využívání.
- Možnosti biomasy jsou omezené a její získávání většinou není levné. Měli bychom proto s biomasou hospodařit co nejvíce efektivně. Budeme-li ji používat pouze k výrobě elektřiny, nebude účinnost transformace energie příliš přesahovat dvacet procent. Budeme-li ji používat k vytápění, bude to téměř čtyřikrát víc.

O současném století se často hovoří jako o století efektivity. Pokusme se efektivně zacházet také z biomasou.



Použitá literatura:

1. OCHODEK, T., KOLONIČNÝ, J., JANÁSEK, P. *Potenciál biomasy, druhy, bilance a vlastnosti paliv z biomasy*. Studie vypracována v rámci projektu „Možnosti lokálního vytápění výroby elektřiny z biomasy“, Výzkumné energetické centrum, Ostrava 2006. ISBN 80-248-1207-X.
2. Vyhláška č. 482/2005 Sb., kterou se stanoví druhy, způsoby využití a parametry biomasy při podpoře výroby elektřiny z biomasy.
3. Zákon č. 526/1990 Sb., o cenách, ve znění pozdějších předpisů.
4. Informace o potenciálu obnovitelných zdrojů energie v ČR - [www.env.cz/AIS/webpub.nsf/\\$pid/MZPMRF45OSUY/\\$FILE/OZE-czech.pdf](http://www.env.cz/AIS/webpub.nsf/$pid/MZPMRF45OSUY/$FILE/OZE-czech.pdf)
5. Jak zvýšit využívání biomasy pro energii- <http://www.biom.cz/index.shtml?x=211926>
6. Příručka pro regionální využití biomasy [www.ceacr.cz/ ?download=1999/99_8080.pdf](http://www.ceacr.cz/?download=1999/99_8080.pdf)
7. JANÁSEK P: Výzkum parametrů ovlivňujících spalování biomasy. Disertační práce. Ostrava: VŠB, Výzkumné energetické centrum, 2006
8. JANDACKA J., Malcho M. Biomasa jako zdroj energie - potencial, druhy, bilancia a vlastnosti paliv, Žilinská univerzita, Žilina, 2006

Seznam obrázků:

obr. 1	Křídlatka japonská	10
obr. 2	Ozdobnice čínská	10

Seznam Tabulek:

tab. 1	Odhad potencionálu energetických paliv v ČR	6
tab. 2	Výroba energie z tuhé biomasy v r. 2010	7
tab. 3	Přehled o dostupném potenciálu biomasy v ČR	8
tab. 4	Výhřevnost biomasy v závislosti na obsahu vody	13
tab. 5	Prvkové složení biomasy v hm. % sušiny	14
tab. 6	Potenciál obnovitelných zdrojů energie v MS kraji při optimálních podmínkách.....	15
tab. 7	Přehled o využívání OZE ve Zlínském kraji	16
tab. 8	Výkupní ceny a zelené bonusy pro výrobu elektřiny z biomasy	22