

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

KATEDRA ELEKTROENERGETIKY A EKOLOGIE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Význam biomasy pro zajištění energetické bezpečnosti

**vedoucí práce: Mgr. Eduard Ščerba, Ph.D.
autor: Eva Cenefelsová**

2012

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta elektrotechnická

Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Eva CENEFELSOVÁ**
Osobní číslo: **E11B0370P**
Studijní program: **B2612 Elektrotechnika a informatika**
Studijní obor: **Technická ekologie**
Název tématu: **Význam biomasy pro zajištění energetické bezpečnosti**
Zadávací katedra: **Katedra elektroenergetiky a ekologie**

Zásady pro vypracování:

1. Popište význam současných možností využití biomasy.
2. Analyzujte význam a principy zajištění energetické bezpečnosti.
3. Navrhněte opatření a nástroje pro zajištění energetické bezpečnosti ve vztahu k energetickému využití biomasy.



Rozsah grafických prací: podle doporučení vedoucího

Rozsah pracovní zprávy: 20 - 30 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

Student si vhodnou literaturu vyhledá v dostupných pramenech podle doporučení vedoucího práce.

Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. Eduard Ščerba, Ph.D.**
Katedra elektroenergetiky a ekologie

Datum zadání bakalářské práce: **17. října 2011**
Termín odevzdání bakalářské práce: **3. června 2012**


Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.
děkan




Doc. Ing. Karel Noháč, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 17. října 2011

Anotace

Předkládaná bakalářská práce je zaměřena na obnovitelné zdroje energie. Hlavním tématem je biomasa a její energetická bezpečnost. Práce obsahuje teoretickou část, zaměřenou na různé formy biomasy jejího využití a metod zpracování. Zvláštní pozornost je věnována na její energetickou bezpečnost. Dále pak zhodnocení ekonomických a environmentálních aspektů biomasy. V závěru práce je návrh opatření energetické bezpečnosti ve vztahu k energetickému využití biomasy.

Klíčová slova

Biomasa, energetická bezpečnost, environmentální aspekty, anaerobní fermentace, obnovitelné zdroje energie, biopalivo, kogenerace, Evropská unie, generátory, zplyňování, spalování.

Abstract

The present thesis is focused on renewable energy sources. The main theme of the biomass and its energy security. The work includes a theoretical part, focused on various forms of biomass utilization and processing methods. Particular attention is paid to its energy security. Furthermore, assessment of the economic and environmental aspects of biomass. In conclusion the design of energy security measures in relation to energy use of biomass.

Key words

Biomass, energy security, environmental aspects, anaerobic digestion, renewable energy, biofuels, cogenerations, European Union, generators, combustion.

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, které jsou součástí této bakalářské práce.

V Plzni dne 27/5/2012

Jméno příjmení

.....

Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala vedoucímu bakalářské práce Mgr. Eduardovi Ščerbovi, Ph.D. za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

Obsah

OBSAH	8
ÚVOD	9
SEZNAM SYMBOLŮ	10
1 BIOMASA A JEJÍ ENERGETICKÉ VYUŽITÍ	11
1.1 DEFINICE BIOMASY	11
1.2 SOUČASNÉ VYUŽITÍ V ČR	14
1.3 VYUŽITÍ BIOMASY V EVROPĚ	16
2 ENERGETICKÁ BEZPEČNOST	19
2.1 DEFINICE BEZPEČNOSTI	19
2.2 VÝZNAM BIOMASY PRO ZAJIŠTĚNÍ ENERGETICKÉ BEZPEČNOSTI	20
3 TECHNOLOGIE PRO ENERGETICKÉ VYUŽITÍ	24
3.1 TERMOCHEMICKÁ PŘEMĚNA	24
3.1.1 <i>Spalování</i>	24
3.1.2 <i>Zplyňování</i>	26
3.1.3 <i>Pyrolýza</i>	28
3.2 BIOCHEMICKÁ PŘEMĚNA	29
3.2.1 <i>Anaerobní fermentace</i>	29
3.2.2 <i>Alkoholové kvašení</i>	30
3.2.3 <i>Esterifikace surových bioolejů</i>	31
4 MOŽNOSTI PRO ENERGETICKÉ VYUŽITÍ BIOMASY	32
4.1 VÝROBA TEPLA	32
4.2 KOMBINOVANÁ VÝROBA ELEKTRINY A TEPLA	32
4.3 VÝROBA KAPALNÝCH PALIV	34
5 ASPEKTY PĚSTOVÁNÍ BIOMASY	36
5.1 VÝHODY A NEVÝHODY VYUŽITÍ BIOMASY	36
5.2 ENVIRONMENTÁLNÍ HODNOCENÍ BIOMASY	36
5.3 EKONOMICKÉ HODNOCENÍ BIOMASY	37
5.4 KRITÉRIA UDRŽITELNOSTI ENERGETICKÉHO VYUŽITÍ BIOMASY	37
6 NÁVRH OPATŘENÍ PRO ZAJIŠTĚNÍ ENERGETICKÉ BEZPEČNOSTI	39
ZÁVĚR	41
POUŽITÁ LITERATURA	1
POUŽITÉ OBRÁZKY A GRAFY	2

Úvod

Biomasa zní velmi moderně a ekologicky avšak nejedná se o žádnou novinku. Před nástupem fosilních paliv tvořila hlavní zdroje energie, byla ve formě dřeva jako zdroj energie využívána po tisíciletí. Zemní plyn, uhlí a ropa ztratily už svůj dávný věhlas. Biomasa je narozdíl od nich řazena k obnovitelným zdrojům energie, jako je vítr, voda nebo slunce. Stromy anebo rostliny dokážeme opětovně vypěstovat.

V práci je obsažený popis biomasy, její zdroje, technologie zpracování a dále pak možné současné využití jak v České republice, tak i ve světě. Energetické využití biomasy je víceúčelové. Vyrábí se kapalná paliva, teplo, elektřina nebo je kombinovaná výroba tepla a elektřiny. V další části práce je zhodnocení aspektů využití biomasy.

Konec práce obsahuje návrh opatření energetické bezpečnosti ve vztahu k energetickému využití biomasy a SWOT analýzu celkového problému. Nakonec je celkové zhodnocení práce.

Seznam symbolů

EJ	ExaJoule = 10^{18} Joule
CO ₂	oxid uhličitý
NO _x	oxidy dusíku
PJ	PetaJoule = 10^{15} Joule
t/ha	tuna na hektar
GJ/ha	gigajoule na hektar
NAP	Národní akční plán
OZE	Obnovitelný zdroj energie
EU	Evropská unie
KVET	Kombinovaná výroba elektrické energie a tepla
SEER	Strategický energetický přehled
kW	Kilowatt = 10^3 Watt
MW	megawatt
CZT	centrální zásobování teplem
CO	oxid uhelnatý
H ₂	voda
CH ₄	methan
BPS	bioplynová stanice
BP	bioplyn
BRKO	Biologicky rozložitelná složka komunálního odpadu
BRPO	Biologicky rozložitelná složka průmyslového odpadu
BtL	Biomass to Liquid
ŽP	Životní prostředí

1 Biomasa a její energetické využití

1.1 Definice biomasy

Biomasa je definována jako substance biologického původu (pěstování rostlin v půdě nebo ve vodě, chov živočichů produkce organického původu, organické odpady). Biomasa je buď záměrně získávána jako výsledek výrobní činnosti nebo se jedná o využití odpadů zemědělské, potravinářské a lesní výroby, z komunálního hospodářství, z údržby krajiny a péče o ní.

Teoretické přepočty různých odborníků uvádějí roční celosvětovou produkci biomasy na úrovni 100 miliard tun, jejíž energetický potenciál se pohybuje kolem 1 400 EJ. To je téměř pětikrát více, než činí roční světová spotřeba fosilních paliv (300 EJ). Čím je tedy limitováno využití biomasy k energetickým účelům a vyřešení jednoho z globálních problémů lidstva:

- Produkce biomasy pro energetické účely konkuruje dalším způsobům využití biomasy (např. k potravinářským a krmivářským účelům, zajištění surovin pro průmyslové účely, uplatnění mimoprodukční funkce biomasy).
- Zvyšování produkce biomasy vyžaduje rozšiřovat produkční plochy nebo zvyšovat intenzitu výroby biomasy, což přináší potřebu zvyšovat investice do výroby biomasy.
- Získávání energie z biomasy v současných podmínkách s obtížemi ekonomicky konkuruje využití klasických energetických zdrojů. Tato skutečnost může být postupně měněna tlakem ekologické legislativy.
- Maximální využití zdrojů biomasy k energetickým účelům z celosvětového hlediska je problematické vzhledem k rozmístění zdrojů biomasy a spotřebičů energie, vzhledem k potížím s akumulací, transportem a distribucí získané energie.

Na druhé straně existují nesporné výhody využití biomasy k energetickým účelům:

- jsou menší negativní dopady na životní prostředí,
- zdroj energie má obnovitelný charakter. [1]

Biomasu můžeme rozlišit podle obsahu vody:

- Suchá – zejména dřevo a dřevní odpady, sláma a další suché zbytky z pěstování zemědělských plodin. Může se spalovat přímo anebo případně po dosušení.
- Mokrá – zejména tekuté odpady, jako je kejda a další odpady ze živočišné výroby a tekuté komunální odpady. Nelze ji spalovat přímo, a proto se využívá zejména v bioplynových technologiích.
- Speciální biomasa – olejniny, škrobové a cukernaté plodiny. Využívají se ve speciálních technologiích k získání energetických látek – zejména bionafty nebo lihu.



Obr. 1: Různé druhy biomasy [1]

V přírodních podmínkách ČR lze využít biomasu těchto kategorií

1. Biomasa odpadní:

- **Rostlinné odpady** ze zemědělské prvovýroby a údržby krajiny - řepková a kukuřičná sláma, obilná sláma, seno, zbytky po likvidaci křovin a náletových dřevin, odpady ze sadů a vinic, odpady z údržby zeleně a travnatých ploch.
- **Lesní odpady (dendromasa)** - po těžbě dříví zůstává v lese určitá část stromové hmoty nevyužita (pařezy, kořeny, kůra, vršky stromů, větve, šišky a dendromasa se z prvních probírek a prořezávek).

- **Organické odpady z průmyslových výrob – spalitelné** odpady z dřevařských provozoven (odřezky, piliny, hobliny, kůra), odpady z provozů na zpracování a skladování rostlinné produkce (cukrovary), odpady z jatek, mlékáren, lihovarů a konzerváren.
- **Odpady ze živočišné výroby** – hnůj, kejda, zbytky krmiv, odpady z přidružených zpracovatelských kapacit.
- **Komunální organické odpady** – kaly, organický tuhý komunální odpad.



Obr.2: Dendromasa [2]

2. Biomasa záměrně produkovaná k energetickým účelům, energetické plodiny:

lignocelulózná	dřeviny (vrby, topoly, olše, akáty) obiloviny (celé rostliny)
	travní porosty (sloní tráva, chřastice, trvalé travní porosty)
	ostatní rostliny (konopí seté, čirok, křídlatka, šťovík krmný, sléz topolovka)
olejnaté	řepka olejka, slunečnice, len, dýně (semeno)
škrobno-cukernaté	brambory, cukrová řepa, obilí (zrno), topinambur, cukrová třtina, kukuřice

Tab. 1: Záměrně produkovaná biomasa [3]

Hlavní výhodou využití biomasy v energetice je její nevyčerpatelnost neboli obnovitelnost jako zdroje energie (na rozdíl od fosilních paliv). Předpokládá 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 ročního objemu světové produkce zemního plynu a ropy.

Dosud existují i určité nedostatky, které neumožňují rychlejší rozšíření využití biomasy, 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.

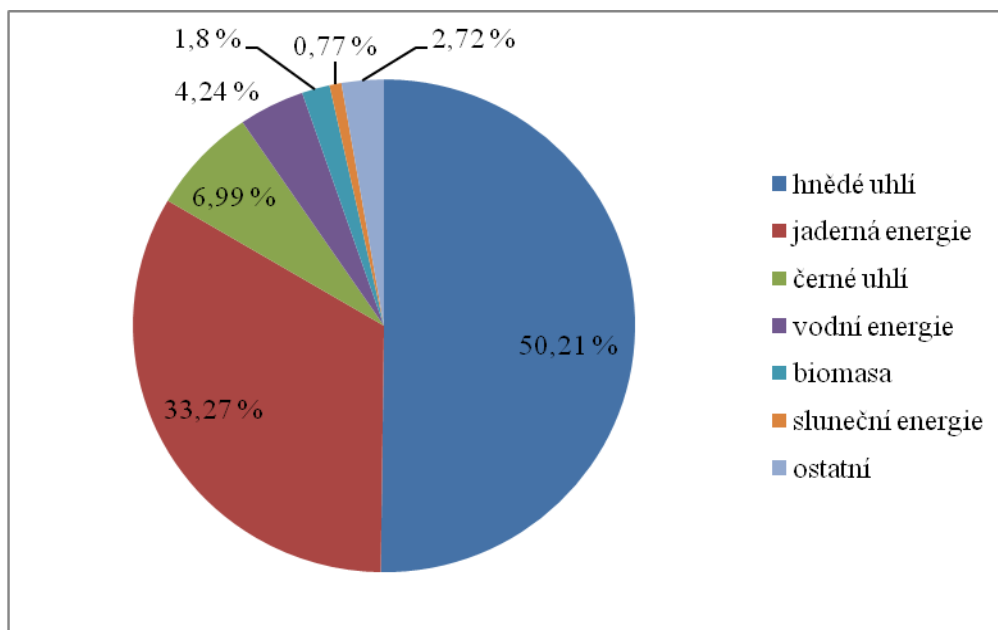
Z hlediska ochrany životního prostředí je použití biomasy příznivé. Obsah škodlivin ve spalínách je dán specifickým obsahem chemických prvků v hořlavině. Biomasy se považuje za neutrální palivo, CO₂ (skleníkový plyn) se sice při spalování uvolňuje, ale přibližně stejné množství CO₂ je fotosyntézou při 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. [2]

1.2 Současné využití v ČR

Česká republika se zařadila mezi několik málo členských zemí v Evropské unii, které v loňském roce splnily stanovený rozsah využití obnovitelných zdrojů energie. Obnovitelná energie podle statistik Energetického regulačního úřadu pokryla lehce přes 8 % spotřeby elektřiny v Česku.

Ke splnění limitu nevedla výstavba solárních panelů. Solární elektrárny pokryly pouze jedno procento spotřeby elektřiny v Česku. Vodní elektrárny spolu se spalováním biomasy zajistily většinu zelené energie.

Cíl pro loňský rok byl jen orientační, za jeho nesplnění nehrozí členským zemím žádné sankce. Ovšem cílové hodnoty pro rok 2020 jsou závazné. Pro Českou republiku jsou stanovené cíle na 13 % podíl obnovitelných zdrojů.



Obr 3.: Podíl zdrojů na výrobě elektřiny v Česku 2010

V České republice je zhruba 1 milion hektarů orné půdy nepotřebné na výrobu potravin. Z toho je 600 tisíc hektarů na výrobu kapalných biopaliv (závazek EU) a 400 tisíc hektarů zbývá pro cíleně pěstované energetické plodiny.

Fyzikální potenciál	700 PJ/rok
Technicky dostupný potenciál (předpoklad vyčerpání v r. 2050) (zemědělská 194, lesní 50 a zbytková 32) celkem	276 PJ/rok
Současné využití	100 PJ/rok

Tab 2.: Potenciál biomasy ČR v dlouhodobém horizontu

Jednoleté rostliny	Výnosy suché hmoty (t/ha)	Spalné teplo (GJ/ha)
Konopí seté	12,05	217,62
Čirok hyso	19,33	341,31
Čirok cukrový	14,77	259,77
Vytrvalé plodiny		
Křídlatka	37,5	729,15
Šťovík krmný	43	763,29
Bělotrň	16,5	323,65
Komonice	20,1	399,82

Tab. 3.: Potenciál cíleně pěstovaných ostatních rostlin ČR

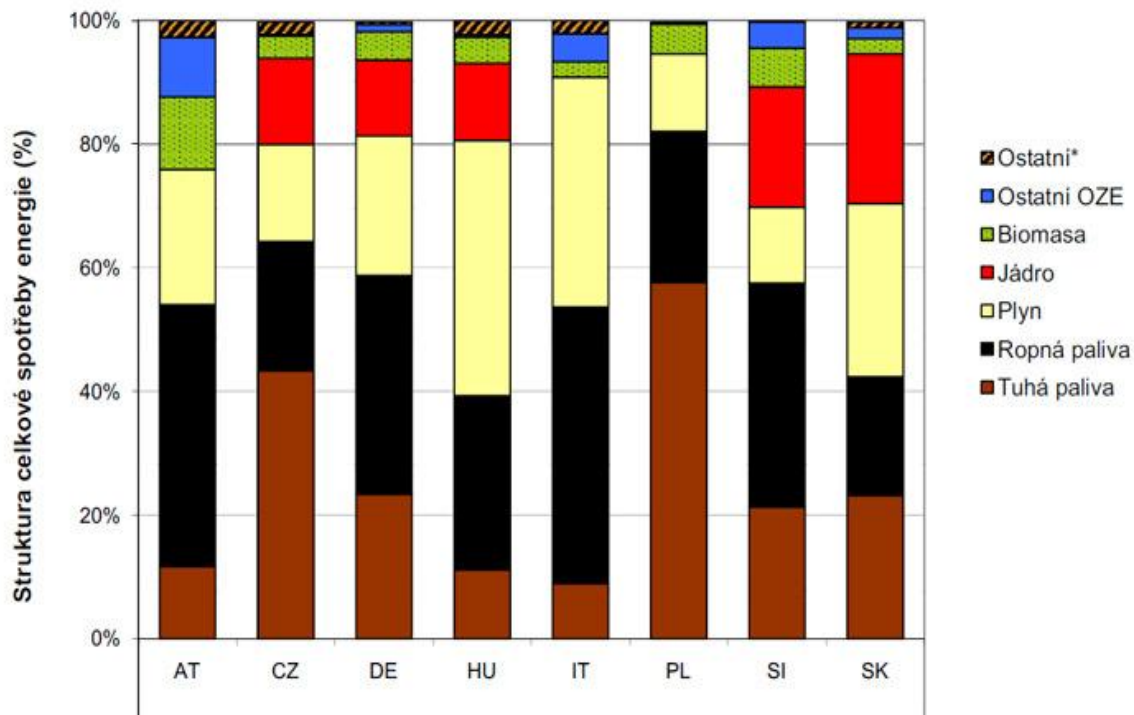
Cílem Národního akčního plánu (NAP) je zajistit rovnoměrný rozvoj obnovitelných zdrojů v ČR, jejich instalované výkony budou zároveň kontrolovány podle stanovených limitů. Proti návrhu se již dříve ohradili podnikatelé v oboru obnovitelných zdrojů, kteří tvrdí, že představuje likvidaci tohoto energetického sektoru u nás. Stát chce pomocí zákona o obnovitelných zdrojích splnit podmínky využívání těchto zdrojů, ke kterým se zavázal v rámci Evropské unie. Stanovuje roční hodnoty instalovaných výkonů pro jednotlivé druhy zdrojů, čímž chce přispět k jejich optimálnímu složení.

V případě, že limity budou překročeny, zdroje nezískají finanční podporu státu. Výrazně tím budou omezeny například solární elektrárny. Podle podnikatelů v oboru je však nepřipustné, aby zákon vylučoval z podpory výroby energie určitý druh obnovitelných zdrojů. Odporuje to podle nich cílům energetické a ekologické politiky EU a český stát tím prý ohrozí plán pokrýt stanovený podíl spotřeby obnovitelnými zdroji.

Ministerstvo průmyslu a obchodu namítá, že cílem návrhu je rovnoměrný rozvoj všech druhů obnovitelných zdrojů a srovnání podmínek jejich podpory. Stát má pomocí NAP zabránit tomu, aby jeden druh OZE dostával neadekvátně vysokou podporu neodpovídající jeho významu. [3]

1.3 Využití biomasy v Evropě

Přestože jsou si sledované země geograficky blízké, existují mezi nimi značné rozdíly ve struktuře spotřeby energie. Podíl fosilních paliv (ropa, zemní plyn, černé a hnědé uhlí) představuje v průměru 80 % spotřeby energie (nejmenší podíl fosilních paliv je ve Slovinsku: 70 %). Podíl pevných paliv (včetně černého a hnědé uhlí) se pohybuje od 10 % (Itálie) až po více než 50 % (Polsko) a podíl ropy od 20 % (Slovensko) až po 45 % (Itálie). Podíl zemního plynu na celkové spotřebě energie je nejvyšší v Maďarsku (41 %) a naopak relativně nízký například v Polsku či Slovinsku (asi 12 %). Na Slovensku se 25 % na celkové spotřebě podílí jaderná energie, naopak žádné jaderné elektrárny nejsou v provozu v Rakousku, Itálii nebo Polsku.

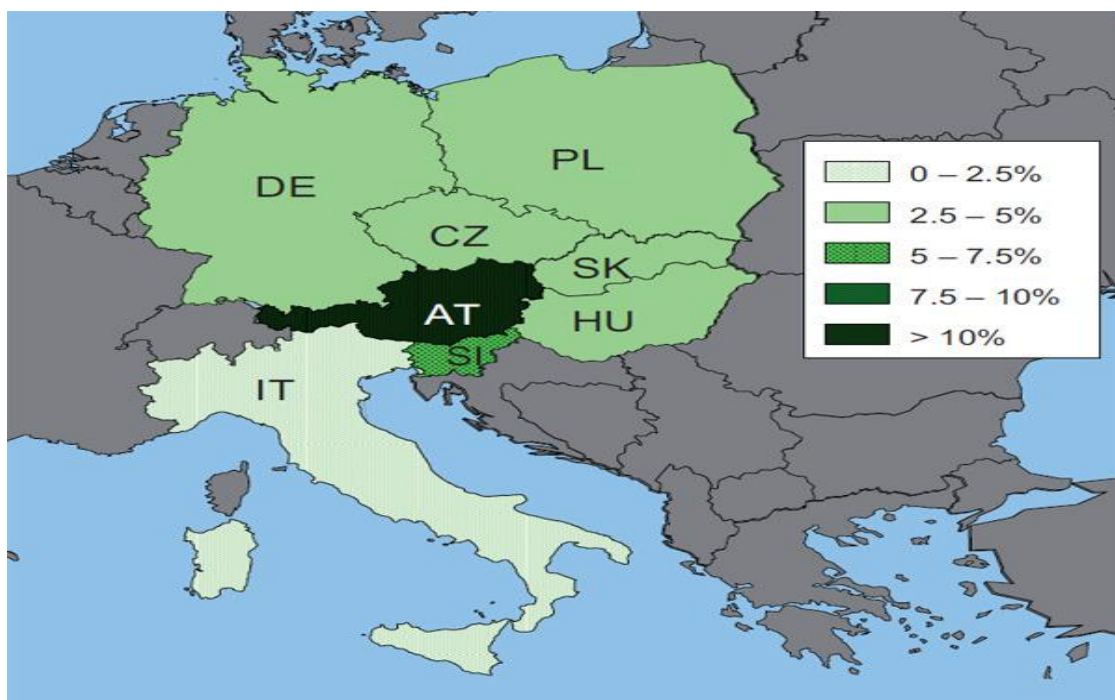


Obr. 4: Struktura spotřeby primárních energetických zdrojů v regionu střední Evropy v roce 2006 * Ostatní – zahrnuje elektrickou energii a průmyslový odpad [4]

Podíl obnovitelných zdrojů energie v zemích střední Evropy se pohybuje od 4,3 % v České republice až po 21,4 v Rakousku (2006). Biomasa představuje v průměru 70 % spotřeby OZE (jak v zemích střední Evropy, tak v celé EU-27), (Eurostat, 2008), v České republice, Polsku a Maďarsku je to dokonce více než 90 % celkového podílu OZE na primárních energetických zdrojích (2006).

Největší podíl (téměř 12 %) má biomasa v Rakousku, následovaném Slovinskem (6,3 %). Jedním z důvodů vysokého užití biomasy v Rakousku je, že se jedná o vysoce zalesněnou krajinu. Téměř 50 % rozlohy státu tvoří lesy a lesní porosty, což je více než ve většině ostatních zemí sledovaného regionu (pouze ve Slovinsku je zalesnění vyšší, asi 60 %). Dalším důvodem je tradičně vysoké využití palivového dříví pro vytápění v domácnostech, což je částečně způsobeno i venkovským a zemědělským charakterem většiny rakouského území. V 80. letech (v důsledku ropného šoku) se pak ve větší míře začaly využívat kotle na dřevo, v poslední době jsou pak stále populárnější moderní kotle na biomasu. V současnosti více než 20 % spotřeby energie na vytápění v domácnostech představuje vytápěnou biomasu (Statistik Austria, 2008).

Bioplyn a biopaliva jsou do statistik zahrnuty dle jejich výhřevnosti podle definice Eurostatu. Vzhledem k účinnosti transformace (70 % bioplyn, 55 % bioetanol a 57 % biodiesel a rostlinný olej) je vlastní primární energetická spotřeba biomasy pro výrobu biopaliv a bioplynu vyšší. To je potřeba si uvědomit zejména v případě Německa, které má vysoký podíl bioplynu a biopaliv. Pokud uvažujeme výše zmíněné účinnosti transformace, dosahuje faktická energetická spotřeba biomasy v Německu asi 840 PJ/rok, což je asi o 25 % více než hodnota výroby udávané podle definice Eurostatu. V ostatních zemích není vzhledem k nižšímu zastoupení biopaliv a bioplynu tento rozdíl tak významný (méně než 10 %).



Obr. 5: Podíl biomasy na PEZ v roce 2006 [5]

V regionu střední Evropy došlo v posledních letech k významnému nárůstu využití biomasy. Tento nárůst se týká zejména využití v dopravě a k výrobě elektřiny (případně kombinované výrobě elektřiny a tepla – KVET). Spotřeba biomasy ve sledovaných zemích vzrostla z cca 580 PJ/rok v roce 1966 na téměř 1600 PJ/rok v roce 2006. Největší podíl na tomto nárůstu má Německo (více než 60 %). Ve srovnání s rozvojem v Německu (způsobeným zejména, ale nikoliv pouze, růstem spotřeby biopaliv) je nárůst v ostatních zemích spíše omezený. Samozřejmě je třeba si uvědomit, že velkou roli hrají rozdíly v rozloze jednotlivých zemí a také rozdílná výchozí situace v roce 1966 (podíl biomasy v Německu byl v té době velmi nízký). Přesto je pozoruhodné, že největší podíl na růstu spotřeby biomasy ve střední Evropě je způsobem samotným rozvojem biopaliv v Německu. [4]

2 Energetická bezpečnost

V této části práce se zabývám s objasněním pojmu energetické bezpečnosti. Dále pak jaký význam má biomasa ve smyslu pro energetickou bezpečnost.

2.1 Definice bezpečnosti

Bezpečnost v nejobecnějším smyslu slova znamená ochranu před hrozbami nebo ztrátami či neexistencí hrozeb, které mohou znemožnit existenci daného objektu. Energetická bezpečnost je tak specifickým sektorem nebo dimenzí bezpečnosti a při jejím zkoumání je možné využít standardních postupů, rozpracování při zkoumání jiných dimenzí bezpečnosti. Bezpečnost lze pojímat především jako stav garantující více či méně přijatelné přežití subjektu (škála 0 – 100 %), nebo jako činnost, vedoucí k určitému stavu bezpečnosti.

V první řadě akceptujeme spíše přizpůsobení se situací, kdežto v druhém případě náš aktivní podíl na změně situace. Jak otázka škálování bezpečnostní hrozby, tak i rozsah či hloubka aktivit vedoucích ke změně bezpečnostní situace jsou spojeny s ohodnocením situace. V dané situaci se používají pojmy hrozba a riziko.

Hrozbu můžeme pojímat jako jev objektivního charakteru, působící nezávisle na mínění subjektu. Naopak rizika mají vždy subjektivní charakter, tj. je to subjektivní vnímání hrozby, které determinuje rozsah či hloubku přijímaných opatření. Riziko lze rovněž pojímat jako skrytou hrozbu, nicméně i při tomto pojetí je klíčovým problémem její subjektivní vnímání.

Kromě sektorů či dimenzí bezpečnosti a problematiky intenzity bezpečnosti, vyjádřené v hrozbách a rizicích, analyzuje moderní věda i vztahy, které vznikají mezi jednotlivými subjekty, které se vzájemně ohrožují či reagují na existující hrozby. Podle vztahu k hrozbě a přístupu k řešení hrozby mohou mít vztahy následující podobu:

- vnější hrozba a kooperativní reakce subjektů směřující k její obecné minimalizaci;
- vnější hrozba a konkurenční reakce subjektů směřující k její selektivní eliminaci ve prospěch vybraného subjektu;
- vnější hrozba a její nevědomá eskalace některým ze subjektů, zhoršující celkovou situaci;
- vnější hrozba a její vědomá eskalace některým ze subjektů s cílem maximalizovat její negativní efekt na vybrané subjekty;
- hrozba je vyvolána vědomou činností dílčích subjektů;

- hrozba je vyvolána vědomou činností dílčích subjektů, které nejsou ohroženy, což je pro ně hrozba menším rizikem nebo je časově vzdálená.

Energetická bezpečnost jako specifická dimenze bezpečnosti spočívá v zajištění energetických zdrojů, nutných pro fungování společnosti. Energetická bezpečnost bývá spojována s takovými hrozbami, jako:

- růst ceny strategicky důležitých energetických surovin;
- nedostatečné dodávky vybraných surovin spojené s přírodními katastrofami nebo politickými motivy;
- vyčerpání tradičních zdrojů a jejich opožděná substituce alternativními zdroji. [5]

2.2 Význam Biomasy pro zajištění energetické bezpečnosti

Nejvíce nástrojů k zajištění energetické bezpečnosti má ČR na domácí půdě. Odpovědný a strategický přístup k domácím zdrojům přispívá k tomu, aby se energetická závislost ČR nezvyšovala. Podpora nejmodernějších technologií může zmenšit rozpor mezi energetickou bezpečností a ochranou životního prostředí.

Využívání biomasy je nejvhodnější v místě jejího vzniku, bez převážení na velké vzdálenosti. Je proto vhodné biomasu využívat v menších teplárenských provozech (případně vytápění budov) a domácností rozptýlených rovnoměrně v různých regionech. Tím je zajištěna také zvýšená energetická bezpečnost, když je k dispozici vlastní obnovitelný zdroj energie. Současně tento program zajistí nové pracovní příležitosti v teplárenských provozech či výrobnách biopaliv.

K energetickým účelům je samozřejmě vhodné využívat především biomasu běžně získávanou ze zemědělských, např. z vedlejších produktů jako je sláma apod. Také jsou vhodné některé organické odpadní materiály a dřevní či lesní odpady. Neméně důležité jsou cíleně pěstované plodiny. Všechny formy biomasy je proto třeba vhodně kombinovat a využívat je efektivním způsobem, neboť biomasa je jedním z nejvýznamnějších zdrojů obnovitelné energie. [6]

Zajištění energetické bezpečnosti je nezbytným předpokladem ekonomického rozvoje EU a její politické stability. Důvodem je nejen neustále rostoucí závislost EU na extérních dodávkách energií, ale postupně rostoucí ceny energetických surovin, především ropy a zemního plynu na světových trzích a celosvětově narůstající poptávka po těchto zdrojích,

především v Číně a Indii. Zlepšením bezpečnosti a konkurenceschopnosti v oblasti dodávek energie se zabývá tzv. energeticko-klimatický balíček z ledna 2008 a balík navrhl z listopadu 2008. Jeho nejvýznamnější součástí je 2. Strategický energetický přehled („2. SEER“), který je základem „Akčního plánu pro bezpečnost a solidaritu EU“ zaměřeného na energetickou bezpečnost, vnější vztahy a infrastrukturu. 2. SEER definuje šest prioritních oblastí: plán na propojení pobaltských zemí, jižní plynový koridor (Nabucco), Středomořský energetický okruh (rozvoj větrné a solární energie, integrace trans-saharského plynovodu), severo-j jižní propojení v rámci střední a jihovýchodní Evropy a „off-shore wind“ v Severním moři (napojení větrných elektráren v Severním moři do sítí UCTE). 2. SEER je doprovázen analýzou nabídky a poptávky, materiálem o zdrojích, výrobních nákladech a výkonu technologií pro výrobu elektřiny, vytápění a dopravu. Balíček obsahuje i jiné legislativní zásoby během výpadku dodávek.

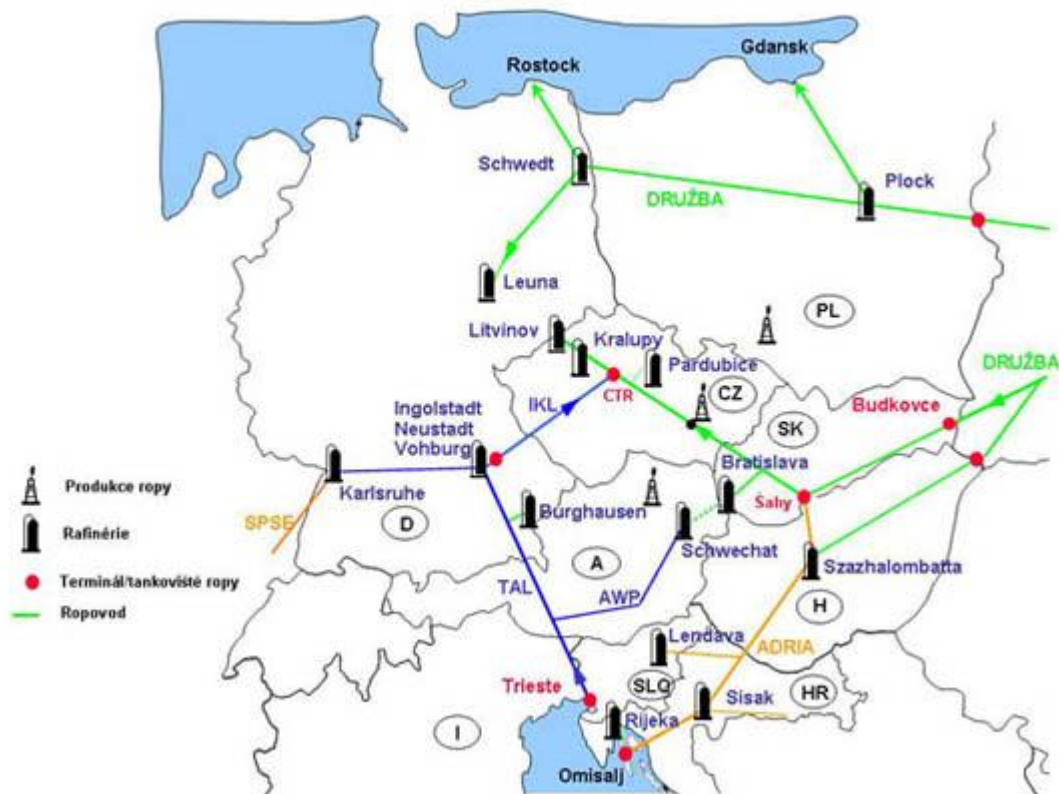
Eu si v oblasti energetické bezpečnosti stanovila následující tři směry

- identifikace prioritních akcí v infrastruktuře za pomoci analýzy poptávky a nabídky ze středně a dlouhodobé perspektivy;
- podpora rozvoje energetické infrastruktury a otevření diskuse o možnostech zlepšení stávajících procesů po stránce legislativní i implementační;
- vytváření a rozvoj smluvních vztahů se třetími zeměmi a regiony s cílem zajistit stálé zásobování a aktivně přispět k diverzifikaci energetických zdrojů a přepravních tras.

V rámci zvýšení energetické bezpečnosti přijal v dubnu 2009 Evropský parlament směrnici, kterou se členským státům ukládá povinnost neustále udržovat minimální zásoby ropy na úrovni nejméně 90 dní čistého dovozu nebo 70 dní spotřeby. Ropa je hlavním zdrojem energie Evropské unie a její hospodářství je hluboce závislé na nepřerušovaných a spolehlivých dodávkách ropy za přijatelnou cenu. Komise EU předpokládá, že poptávka po ropě v EU i nadále poroste a do roku 2030. Ropa bude i poté hlavním zdrojem primární energie v EU, přičemž její podíl bude činit asi 35 % hrubé spotřeby energie. Zásobování EU ropou a ropnými produkty má velký význam, zejména pro odvětví dopravy a pro chemický průmysl a energetické odvětví. Narušení dodávek ropy a ropných produktů či nedostatečné zásoby by mohly vést k ochromení dalších odvětví hospodářství a každodenního života občanů Unie. [7]

Česká republika dováží 65 % ropy z Ruska a to jí činí závislou na těchto dodávkách. Ropovod Ingolstand (IKL) je životně důležitý pro energetickou bezpečnost země. Díky němu a rezervám se podařilo překonat krizi v dodávkách z Ruska v létě 2008. Ropovod dokáže ČR

překonat krátkodobou krizi, avšak z dlouhodobého hlediska by mohly vzniknout vážné problémy. Ropa se tak jeví jako potenciální nebezpečná zbraň Ruské federace.



Obr. 6: Ropovody v Evropě [6]

Uhelná paliva jsou tuhá a řadí se mezi ně rašelina, lignit, hnědé uhlí, černé uhlí a antracit. Jelikož spalováním uhlí vzniká obrovské množství emisí a jeho těžbou dochází k radikálnímu narušení krajiny. Těžba a spalování uhlí s sebou nese dilema. Na jedné straně jde o dostupný domácí zdroj, který snižuje dovoz ropy a plynu, a tudíž závislosti na Rusku. Na druhé straně však výrazně a trvale narušuje krajinu natolik, že kvůli těžbě hrozí zrušení celých vesnic v severozápadních Čechách.

Základní slabinou některých OZE je nestálost produkce energie, která je způsobena nestálým počasím. Podíl obnovitelných zdrojů na výrobě energie by se mohl více navýšit při používání vanadové vany, která dokáže po určitou dobu skladovat velké množství energie. Tímto by došlo ke snížení spotřeby fosilních paliv a v důsledku na to by se zvýšila energetická bezpečnost ČR. Ta je spjata nepřímou úměrou s ruskými dodávkami. V posledních letech šel přívod lehce zastavit avšak díky OZE by Česká republika nemusela strádat.

Ruské dodávky ropy a plynu tvoří významnou část spotřeby energií v ČR. Přírodní podmínky není možné změnit, a proto nelze dojít k nahrazení těchto dodávek. Je proto nutné zaměřit se na rozvoj nových technologií. Snížení samotné spotřeby může pomoci. Důležitou

roli mají projekty udržitelnosti rozvoje, zaměřené na zateplování budov a podporu energetické soběstačnosti a efektivnosti regionů i domácností využíváním OZE.

Projekt BioRegions podpoří místní trh s biomasou. Tříletý mezinárodní projekt BioRegions (potrvá do konce dubna 2013), podporovaný ze 75 % ze zdrojů EU v rámci programu Inteligentní energie pro Evropu, si proto klade za cíl vytvořit dlouhodobě udržitelný funkční trh s biomasou na regionální úrovni. Podle projektu se v pěti evropských regionech vytvoří podmínky pro vznik a následný rozvoj místních trhů zaměřených na zdroje biomasy typické pro danou oblast.

V irském regionu Westmeath se využije tamní dostatek odpadní slámy, v regionech Sredna Gora (Bulharsko), Trieves (Francie) a Limbaži (Lotyšsko) naopak zase odpadní biomasy z těžby a zpracování dřeva.

V České republice leží cílový region projektu u státní hranice se Slovenskem a tvoří jej města Brumlov-Bylnice a Slavičín spolu s 11 okolními obcemi. V tomto regionu je rovněž potenciál biomasy z těžby a zpracování dřeva. Právě biomasy tam už úspěšně využívají dva centrální městské zdroje.

Uskutečněním projektu se má dospět k třetinovému podílu biomasy na celkové spotřebě energie (vytápění a produkce elektřiny) v každém z pěti regionů. Záměrem projektu je také rozvíjet stávající a iniciovat nové místní projekty zaměřené na energetické využití biomasy. Důležitý bude i rozbor možností financování těchto projektů s využitím všech dostupných zdrojů.

Ve smyslu projektu Bioregions jde o region, který alespoň 1/3 energie potřebné pro vytápění a výrobu elektřiny získává z regionálních udržitelných energetických zdrojů s důrazem na využití pevné biomasy.

Projekt Bioregions:

- Podporuje rozvoj účinných a spolehlivých trhů s pevnou biomasou v pěti cílových regionech;
- Vytváří podněty k investicím do bioenergetických projektů a podniků místních subjektů;
- Povzbuzuje okolní venkovské oblasti, aby následovaly příkladu cílových regionů.

[8]

3 Technologie pro energetické využití

V této kapitole se zabírám různými druhy přeměny biomasy.

3.1 Termochemická přeměna

3.1.1 Spalování

Spalování je nejstarší a nejjednodušší metoda využití biomasy z energetického hlediska. Tato metoda je termická přeměna biomasy za dostatečného přístupu kyslíku. Technologie spalování je dokonale zpracována a pro investory představuje malé riziko. Produkt ze spalování je tepelná energie, která se následně využije pro vytápění, technologické procesy nebo výrobu elektrické energie. Spalování nevyžaduje náročnou předchozí úpravu biomasy (může být i vyšší vlhkost suroviny), ale účinnost spalovacího procesu je na kvalitě paliva (vlhkost, zpracování atp.) závislá. Vzhledem k charakteru biomasy a jejímu proměnnému složení je nutno věnovat značnou pozornost optimálním podmínkám při spalování a při čištění výstupních spalin, kde je nutno především kontrolovat emise oxidu uhelnatého a tuhých látek, v některých případech i emise oxidů dusíku a organických látek. Zařízení pro přímé spalování biomasy se výkonově mohou pohybovat od několika kW do desítek MW. Tato zařízení představují u nás nejméně problémový a perspektivní tepelný zdroj využívajících spalitelnou biomasu. Podle výkonu a technického řešení je lze rozdělit na následující skupiny:

- **Lokální topeniště** (obvykle o výkonech několika kW)
 - **klasická kamna** – (plechová či litinová) jsou již technicky překonaným řešením, jehož nevýhodou je méně dokonalé spalování (nižší účinnost, více emisí škodlivin do ovzduší) a nutnost časté obsluhy;
 - **klasické krby** jsou spíše módním doplňkem interiéru, než energeticky efektivním řešením lokálního vytápění na biomasu;
 - **krbová kamna**, případně **moderní krbové vložky** jsou modernějším řešením lokálního vytápění, mají vyšší účinnost a vysoký podíl sálavé složky tepla (až 30% tepelného výkonu) a obvykle jsou vybavena vzduchovými kanálky pro ohřívání okolního vzduchu. Některá moderní krbová kamna mají také vestavěnou topnou vložku, takže pracují zároveň i jako kotel ústředního vytápění;

- **cihlové pece a kachlová kamna** jsou u nás používány již velmi dlouho a v poslední době jsou módní záležitostí. Obvykle tvoří zajímavou součást interiéru, mají oproti klasickým kamnům či krbům poměrně vysokou účinnost i akumulární schopnost, takže jsou dostatečným zdrojem tepla po celý den a poskytují příjemné sálavé teplo;
- **Malé kotle na biomasu** (cca 20 – 100 kW), využívané pro vytápění rodinných domků či menších budov.
 - **zplyňovací kotle na kusové dřevo** pracují obvykle tak, že se palivo nejprve zplyňuje a teprve potom se plyn spaluje. Takový systém umožňuje velmi dobrou regulaci výkonu. V kotlích je možno spalovat polenové dřevo či dřevěné brikety, někdy v kombinaci se štěpkou nebo dřevním odpadem. V těchto případech je ovšem nezbytná manuální obsluha kotle (cca 3x – 4x denně přikládání, 1x týdně vybírání popela).
 - Speciální technické řešení mají **automatické kotle na dřevní pelety** s podavačem palivy a upraveným hořákem. Použití pelet ze dřeva či jiného rostlinného materiálu, které jsou v posledních letech populární nejen v zahraničí, ale i v ČR, umožňuje bezobslužný provoz kotle a komfortní dopravu a skladování.



Obr. 7: Zplyňovací kotel na dřevo [7]



Obr. 8: Krbové kamna na pelety[8]

- **Střední kotle** (nad cca 100 kW) se používají pro větší zdroje ústředního vytápění, malé průmyslové aplikace nebo v menších systémech CZT. Obvykle roštové kotle vybavené posuvným, pásovým či řetězovým roštem spalují nejčastěji dřevěné štěpky a slámu, případně i peletovanou či briketovanou dřevní surovinu. Oproti kotlům na fosilní paliva mají kotle na biomasu speciální provedení topeniště, variabilní v závislosti na druhu biopaliva. Jsou většinou standardně vybaveny automatickým přikládáním paliva a jsou schopny spalovat i méně kvalitní a vlhčí biomasu. Pro dopravu paliva jsou obvykle používány šnekové dopravníky či jiná podávací zařízení. Zdroje obvykle pracují jako výtopny, kombinovaná výroba tepla a elektřiny v této výkonové kategorii je spíše výjimkou.
- **Velké zdroje o tepelných výkonech v řádu MW** se používají pro průmyslové aplikace nebo systémy CZT či zdrojích elektřiny, které obvykle pracují v teplotěnské režimu. Je možno použít prakticky jakoukoliv biomasu, obvykle se však v těchto zdrojích používá zejména štěpka, sláma a dřevní odpad. Spalování biomasy ve velkých kotlích je v současnosti technicky dostatečně vyřešeno a to ve dvou koncepcích: spalování na roštu, spalování na fluidní vrstvě. Úspěšně bylo otestováno i přidávání biomasy do granulačních kotlů konvenčních uhelných elektráren. Rozšířenější je dosud spalování na roštu, avšak fluidní technologie má některé významné výhody a její technický vývoj stále postupuje. Fluidní technologie spalování je také převážně využívaná pro spoluspalování biomasy s tuhými fosilními palivy v konvenčních elektrárnách a teplárnách. [9]

3.1.2 Zplyňování

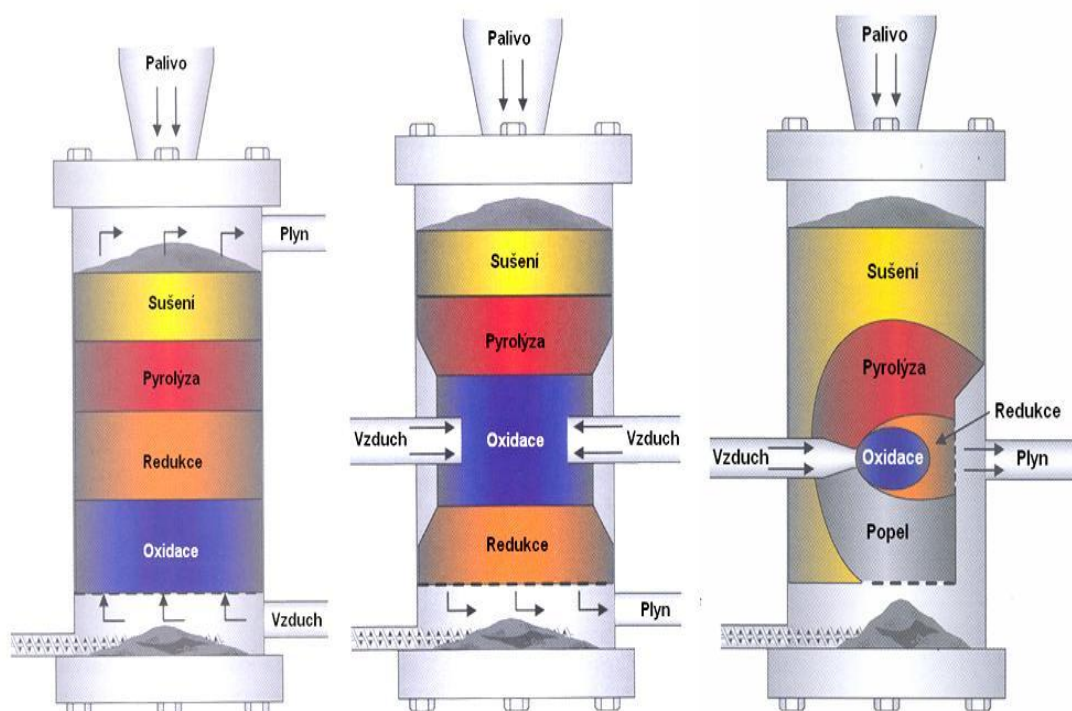
Další metodou přeměny biomasy je termochemická přeměna biomasy při vyšších teplotách a za přívodu omezeného množství kyslíku. Při pečlivé kontrole teploty (800°C až 900°C), obsahu kyslíku a doby setrvání částic biomasy v reaktoru (sekundy až desítky sekund), je možno prakticky všechen organický materiál přeměnit na plyn. Tento proces je označován jako zplyňování. Pokud je jako okysličovadlo použit vzdušný kyslík, což je v případě biomasy nejčastější, má vzniklý surový plyn nízkou výhřevnost (4 až 6 MJ/m³), obsahuje cca 18 – 20 % CO, 18 – 20 % H₂, 2 – 3 % CH₄ a zbytek dusíku, obsahuje dehty, fenoly a tuhé částice.

Technologie zplyňování biomasy byla poměrně rozšířená v Evropě za 2. Světové války v dopravě, kdy byl nedostatek paliv na bázi ropy.

V současné době jsou pro zplyňování biomasy používány dva základní způsoby: **zplyňování v generátorech s pevným ložiskem** a **zplyňování ve fluidních generátorech**. Při obou způsobech dochází ke zplyňování při atmosférickém tlaku.

První z obou metod – zplyňování **v generátorech s pevným ložiskem** – je jednodušší, méně investičně náročná, avšak je použitelná jen pro malé tepelné výkony. Zplyňování probíhá při nižších teplotách (kolem 500 °C) a za atmosférického tlaku ve vrstvě biomasy. Vzduch jako okysličovací médium proudí buď v souproudu (směr dolů) nebo v protiproudu (směr nahoru) vzhledem k postupnému pohybu zplyňovaného biopaliva. Popelové zbytky se odvádějí ze spodní části reaktoru. Nevýhodou tohoto systému je značná tvorba dehtových látek, fenolů apod., jejichž odstranění je pak největším problémem.

U **fluidního zplyňování** probíhá zplyňovací proces při vyšších teplotách – cca 850 až 950°C a je tak minimalizován obsah zbytků dehtových látek a vyšších uhlovodíků v plynu.



Obr. 9: Schéma zplyňovačů – zleva protiproudý, souproudý a s křížovým tokem [9]

Souběžně se zplyňováním při atmosférickém tlaku probíhá vývoj **zplyňování v tlakových generátorech** při tlaku 1,5 až 2,5 MPa. Tlakové zplyňování biomasy vychází bezprostředně z vývoje zplyňovacích technologií uhlí, v nichž byly z mnoha důvodů používány výlučné tlakové generátory. Obecně menší jednotkové výkony zařízení s biomasou a její specifické vlastnosti vedou k tomu, že v současné době je dávana přednost systémům

s atmosférickým zplyňováním a s tlakovým zplyňováním se uvažuje až u případných budoucích projektů tepelných centrál s výkony většími než asi 60 MWe.

Výhřevnost energetického plynu vyrobeného zplyněním biomasy se pohybuje v rozmezí 4 až 6 MJ/m³, přičemž tento plyn je bez větších úprav použitelný pro spalování v klasických kotlových hořácích, a po dodatečném vyčištění i ve spalovacích komorách spalovacích turbín a upravených spalovacích motorů.

Využití plynu vyrobeného zplyněním biomasy je vhodné i pro řadu technologických procesů, kde tento plyn může nahradit zemní plyn. Příkladem je použití ve vápenkách, cementárnách apod. Výhodou je skutečnost, že tento plyn po výstupu z generátoru nemusí být speciálně čištěn, postačí jeho ochlazení na teplotu vhodnou pro klasické kotlové hořáky. [10]

Výhody zplyňování:

- Možnost kogenerace vedoucí k úspoře primárních energetických zdrojů
- Možnost smíšení s jinými palivy
- Teplota spalování není omezena nízkými teplotami měknutí popele
- Snadná kontrola spalovacího režimu

Nevýhody zplyňování:

- Vznik složitých aromatických uhlovodíků – dehet
- Vysoké požadavky na kvalitu a čistotu plynu
- Složitější technologie
- Vyšší investiční náklady

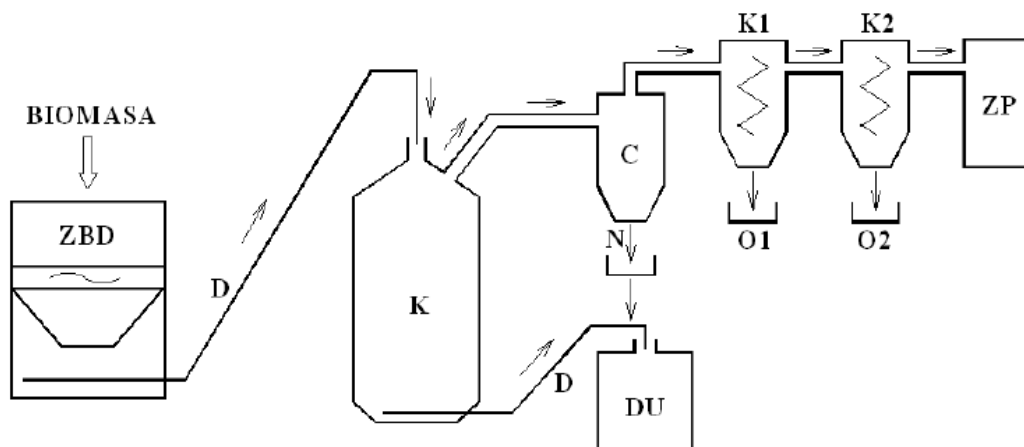
3.1.3 Pyrolýza

Biomasu lze procesem pyrolýzy přeměnit na pyrolýzní plyn a pyrolýzní olej. Olej lze použít jako standardní palivo pro výrobu tepelné a elektrické energie nebo ho využít jako surovinu v chemickém průmyslu.

Rychlá pyrolýza je proces, při kterém jsou organické materiály rychle zahřány bez přístupu vzduchu na teplotu 450 – 600 °C. Za těchto podmínek se vstupní surovina přemění na stabilní plyny a pevný zbytek – dřevěné uhlí. Plyny jsou odvedeny do kondenzátoru, kde kondenzují na pyrolýzní olej. Ze vstupní suroviny vzniká přibližně 50 - 70 % váhového množství bio-oleje.

Pyrolýzní olej je stabilní kapalné biopalivo, které lze, na rozdíl od biomasy nebo jiných objemných energetických surovin, snadno skladovat i přepravovat. Jeho energetická hustota je 4 – 5x vyšší než u vstupní suroviny, což výrazně usnadňuje logistiku. Výchřevnost oleje se podle druhu biomasy pohybuje mezi 17 a 22 MJ/kg.

Pyrolýzní olej má širokou škálu využití – ve výrobě tepla, elektřiny, pohonných hmot i v chemickém průmyslu. Část byla již úspěchem testována v praxi (osvědčilo se zejména spolužalování bio-olejů v kotlích na zemní plyn). [11]



Obr. 10: Schematické znázornění procesu pyrolýzy (ZBD – zásobník biomasy s drtičem, D – dopravník, K – konvertor, C – cyklón, K1, K2 – kondenzátory, ZP – zásobník plynu, N – nečistoty, DU – dřevěné uhlí, O1 – olej s vysokým bodem varu, O2 – směs vody a oleje s nízkým bodem varu). [10]

3.2 Biochemická přeměna

3.2.1 Anaerobní fermentace

Anaerobní fermentace biomasy je dynamicky se rozvíjející technologie, při které dochází k přeměně surové organické hmoty na biologicky stabilizovaný substrát a bioplyn. Nejvíce zbytkové biomasy vzniká v zemědělství, komunální sféře, potravinářském průmyslu či při těžbě a zpracování dřeva. Pro uspokojujivé ekonomické výsledky provozu bioplynových stanic i s přihlédnutím na příznivější environmentální politiku státu je nezbytné mít k dispozici celoroční přísun vstupního materiálu v odpovídající kvalitě a odbyt pro oba produkty anaerobní fermentace. Vzhledem k zdrojům biomasy, možnostem uplatnění produkce i zahraničním zkušenostem se jeví jako ideální spojení této technologie zpracování zbytkové biomasy se zemědělstvím.

Řízená anaerobní fermentace je perspektivní způsob ekologického zpracování zbytkové biomasy. Jedná se o bioenergetickou transformaci organických látek, při které nedochází ke snížení jejich hnojivé hodnoty. Tato technologie využívá v bioplynových stanicích (BPS) je souborem procesů, ve kterých směsná kultura mikroorganismů rozkládá biologicky odbouratelnou organickou hmotu bez přístupu vzduchu.

Výslednými produkty jsou biologicky stabilizované substráty s vysokým hnojivým účínkem a bioplyn (BP) s obsahem 55 – 70 % metanu a výhřevnost cca 18 – 26 MJ/kg, který se využívá k energetickým účelům. [12]

Potenciál využití biomasy		Živočišný odpad	Fytomasa	BRKO + BRPO	Celkem
Teoretický potenciál	materiál [tis. t]	30 000	6 000	2 806	38 806
	bioplyn [m ³]	780 000	450 000	280 600	1 510 600
	energie [PJ]	17	10	6	33
Dostupný potenciál	materiál [tis. t]	10 000	3 000	1 403	14 403
	bioplyn [m ³]	260 000	225 000	140 300	625 300
	energie [PJ]	5,7	5	3	14
Ekonomický potenciál	materiál [tis. t]	2 100	1 000	250	3 350
	bioplyn [m ³]	61 000	75 000	25 000	161 000
	energie [PJ]	1,3	1,7	0,6	4

Tab. 4: Přehled potenciálu biomasy anaerobní fermentací v ČR [11]

3.2.2 Alkoholové kvašení

Alkoholové kvašení je biochemický proces, při kterém jsou rostlinné polysacharidy přeměňovány na alkohol za přítomnosti kvasinek. Kvasinky vlastní enzymy, kterými přeměňují rostlinné sacharidy na etanol a oxid uhličitý za vzniku tepla a energie.

Z rostlin obsahující cukr a škrob (např. řepa, obiloviny, brambory, cukrová třtina, ovoce atd.) je možné v mokřém prostředí získat organickou fermentací a následnou destilací vysokoprocentní alkohol (etanol). Teoreticky jde z 1 kg cukru získat 0,65 l čistého etanolu. V praxi je energetická výtěžnost 90 – 95 % jelikož vedle etanolu vznikají další produkty např. glycerín.

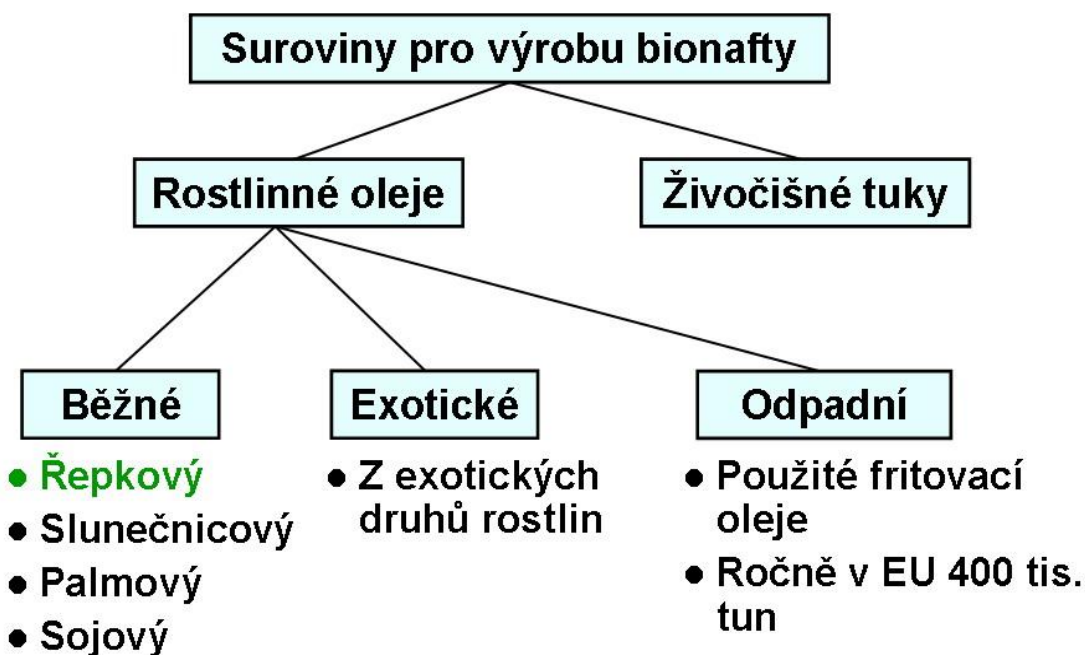
Etanol je vysoce hodnotné ekologické palivo, které se využívá pro spalovací motory. Má antidetonační vlastnosti a jeho nedostatkem je schopnost vázat vodu a působit korozi motoru, což jde přidáním aditiv (antikoročních přípravků) odstranit.

3.2.3 Esterifikace surových bioolejů

Z olejnatých semen (řepka, len, slunečnice) se lisuje olej, který se esterifikací, tj. substitucí metylalkoholu za glycerin mění na metylester oleje. Ten má podobnou výhřevnost a vlastnosti jako motorová nafta. V přírodě je jeho rozložitelnost několikrát rychlejší než u běžné nafty, což má význam pro ochranu životního prostředí, vodních zdrojů apod.

Malotonážní výroba bionafty (500 – 3000 t/rok) – reesterifikace probíhá za studena, v produktu zůstává 8 až 17 % tuků, to omezuje dobu skladovatelnosti v létě na 3 až 4 týdny.

Velkotonážní výroba bionafty (přes 10 000 t/rok) – výhodou jsou menší měrné investiční náklady, stabilní vysoká kvalita bionafty. Reesterifikace za tepla umožňuje zvýšit výtěžnost ale i technologickou spotřebu energie. [13]



Obr. 11: Suroviny k výrobě bionafty [12]

4 Možnosti pro energetické využití biomasy

V této části popisují možnosti využití biomasy.

4.1 Výroba tepla

Výroba tepla je nejučinnější způsob, jak získávat z tohoto obnovitelného zdroje energii, ale směrnice a legislativa pro tuto oblast neexistují, přestože ji EU i stát dotují. Teplo z biomasy využívají domácnosti (spalování pelet, dřeva, briket) a vyrábí se i v teplárnách. V domácnostech se nejvyšší účinnosti dosahuje u automatických kotlů na moderní ekopaliva (pelety až 95 %) nebo při zplyňování dřeva v pyrolytických kotlích na tuhá paliva (75 %). Pro větší provozy (teplárny) jsou určeny účinné fluidní kotle na biomasu.

Teplárenské komplexy spalují zbytky z těžby dřeva, piliny z dřevařských výroby, kůru stromů (tzv. štěpka), ale i rostlinou biomasu (zbytky ze sklizní obilovin, energetické rostliny – např. sloní tráva, šťovík atd.). Teplárny, které spalují výhradně biomasu, anebo ji využívají alespoň v části provozu (často vedle uhlí), přibývají jako pověstné houby po dešti. Najdeme je v Čechách – např. Dvůr Králové (rostlinné peletky, piliny, štěpka), Žlutice (sloní tráva), i na Moravě – např. Zlín (štěpka).

Zájem o ekologické zdroje tepla spustila dotační vlna, která zamířila do ČR a zamířila z EU, štedrá je i státní pokladna (dotace na úrovni celorepublikové i regionální – kraje, města). Velkokapacitní zdroje jsou na tom o poznání lépe, protože slibují investorům návratnost. Přístup domácností je zatím rozpačitý a zkušeností s biopalivy je málo. [14]

4.2 Kombinovaná výroba elektřiny a tepla

Při výrobě elektřiny spalováním fosilních paliv nebo biomasy vždy vzniká teplo. Principem kogenerace, tj. kombinované výroby tepla a elektrické energie, je toto teplo využít a zvýšit tak účinnost využití paliv. Při výrobě elektřiny v současných velkých tepelných (uhelných a jaderných) elektrárnách se využije zhruba 32 % energie obsažené v palivu; zbytek bez užitku odchází do vzduchu chladicími věžemi. Na druhé straně u nás existuje tisíce městských výtopen a větších kotelen, které z uhlí vyrábějí pouze teplo, ačkoliv by mohly zároveň produkovat i elektřinu.

V teplárnách a jiných kogeneračních zařízeních, kde se teplo vyrábí společně s elektřinou, je spotřeba paliv na jednotku vyrobené energie nižší. Tomu odpovídá snížení

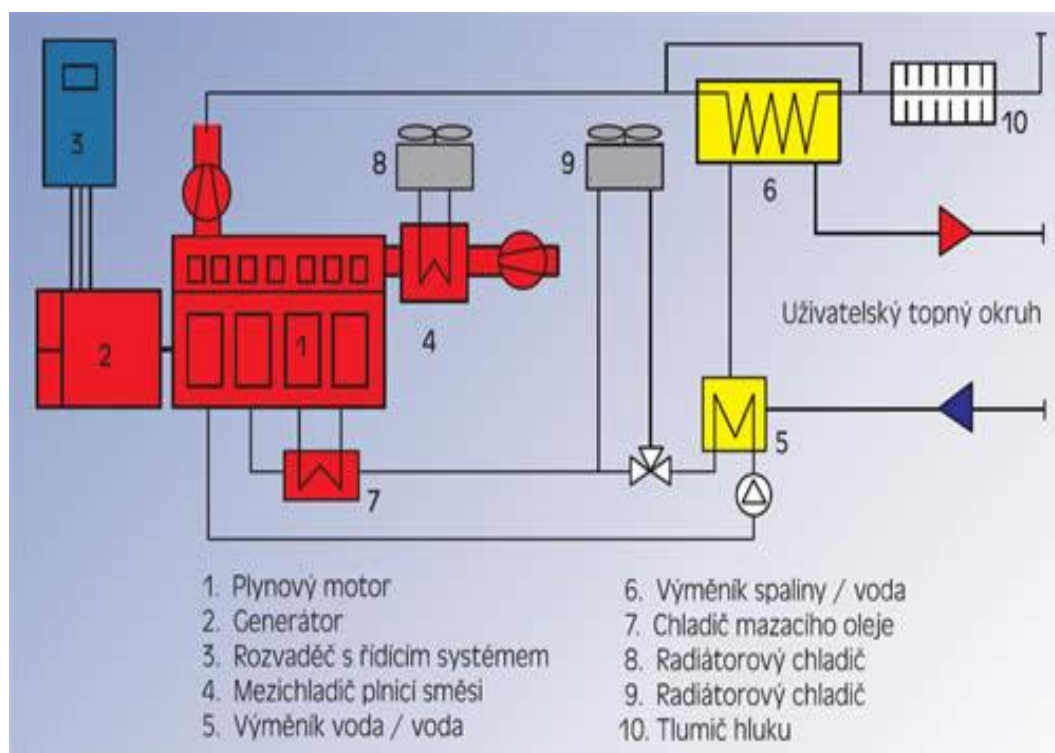
emisí škodlivin v globálním měřítku. Kogeneraci lze velmi dobře využít ke zvýšení efektivity malých zdrojů a k decentralizaci výroby elektřiny, která s sebou nese také snížení ztrát v elektrorozvodné síti a vyšší bezpečnost dodávek – výpadek jednoho menšího zdroje nemá významný vliv.

Velká kogenerační zařízení – lze se s nimi setkat hlavně v městských teplárnách a podnikových zařízeních. Jejich výkon je ve stovkách KW až několik MW.

- **Kogenerační jednotka se spoluspalovací turbínou** – o elektrickém výkonu v rozsahu od cca 1 MW do 200 MW. Stupeň konverze energie obsažené v primárním palivu na elektřinu je oproti parní kogeneraci vyšší, cca 23 – 41 %, účinnost výroby tepla je cca 35 – 57 %. Celková účinnost využití energie v palivu činí cca 68 – 90 %. Cenou za vyšší podíl vyráběné elektřiny je ale nutnost spalování plynného paliva, většinou drahého zemního plynu.
- **Parní kombinovaná výroba elektřiny a tepla** – celková účinnost využití energie obsažené v primárním palivu je cca 77 – 87 %, přičemž dominantní je účinnost výroby tepla (v závislosti na tlaku před a za turbínou cca 62 – 76 %). Účinnost výroby elektřiny se pohybuje mezi 8 – 20 %. Stupeň zhodnocení primárního paliva na elektřinu je tedy nízký. Oproti plynové kogeneraci je však výhodou možnost spalování levného paliva (uhlí) nebo obnovitelného paliva – biomasy.
- **Paroplynová kombinovaná výroba elektřiny a tepla** – **podstatou** tohoto typu kombinované výroby tepla a elektrické energie je dosažení maximálního podílu výroby elektrické energie, který může přesáhnout až 44 % z přivedeného tepla v palivu. Jinak v paroplynovém cyklu platí stejné možnosti a omezení jako u cyklu plynového.

Malé kogenerační jednotky – mají obvykle relativně malý výkon, desítky až stovky KW elektrického výkonu.

- **Kogenerační jednotka se spalovacím motorem**
- **Kogenerační jednotky se zážehovými spalovacími motory** – **dodávají** se o elektrických výkonech v rozsahu od cca 20 kW do 500 kW. Na trhu bohužel chybí nejmenší zařízení pro rodinné domky s tepelným výkonem 5 – 10 kW.
- **Palivové články** – **výhodou** je téměř bezhlučný provoz a minimální či nulové emise škodlivin. V palivovém článku je vyráběn stejnosměrný elektrický proud, pro dodávku vyrobené elektřiny do sítě je tedy nutnou součástí technologie střídač. Palivové články jsou však pro komerční využití stále příliš drahé. [15]



Obr. 12: Blokové schéma kogenerační jednotky [13]

4.3 Výroba kapalných paliv

V zemích jako Německo a Česká republika se může výroba kapalných biopaliv z řepkového oleje a obilí dostat do střetu s výrobou potravin. Německá firma Choren přišla s řešením: V roce 2009 otevřela závod, jehož výrobní program je založen na komerční technologii Biomass to Liquid (BtL). Sídlo továrny je ve Freibergu v Sasku, dalších pět závodů se plánuje v Německu a nejméně jeden v Norsku.

Při technologii výroby kapalného paliva z biomasy Biomass to Liquid (BtL) je biomasa nejprve přeměna na syntetický plyn, který obsahuje převážně CO , H_2 , CH_4 , H_2O . Tento plyn je pak metodou Fischer-Tropsch pomocí kobaltového katalyzátoru přeměněn na směs kapalných uhlovodíků.

V továrně Choren zpracovávají zejména nepotravinářské suroviny, především dřevo a slámu. Produkují výjimečně čistou motorovou bionaftu (Sundiesel), určenou pro silniční dopravu, s cílem snížení emisí CO_2 z fosilních zdrojů.

Vlastnosti kapalin vyrobených technologií BtL jsou v hlavních ukazatelích, jako je výhřevnost, kouřivost atd, dokonce lepší, než u fosilních motorových paliv. Úspora CO_2 v přepočtu na množství vyrobeného paliva dosahuje až 90 % (zbývajících 10 % jsou emise CO_2 z fosilních zdrojů energie při výrobě).

Technologie byla vyvinuta a realizována i proto, aby se dokázalo, že nová motorová

biopaliva budou v budoucnu možno vyrábět v mnohem větším rozsahu. Vhodná je také pro malé a střední zpracovatele biomasy.

Odborníci obecně doporučují větší různost vstupních surovin i vyrobených biopaliv, ale varují před přehnaným očekáváním, neboť dodávka může být limitována například soupeřením mezi zemědělskými komoditami, jako je kukuřice a řepka olejka.

K výrobě biopaliv by ale postupně měla být používána hlavně nepotravinářská surovina. Závod Choren tak bude zpočátku zpracovávat odpadní dřevo: Z pěti tun suché suroviny vyrobí asi jednu tunu kapalného paliva, takže pro plánovaný objem výroby potřebuje asi 70 000 tun odpadového dřeva (což není tak snadné zajistit).

V případě nedostatku dřeva lze zpracovat i slámu, stonky, listí, lusky, plevele, mohou to být i některé traviny, byliny, poškozené zrniny a průmyslové odpady jako piliny, dřevní štěpka, slupky, výlisky ovoce a olejin a podobně. Využíváním těchto surovin selepší využití i zemědělské půdy dočasně ležící ladem (v EU je to nyní asi 10 % z celkové výměry). Ve výrobě-klimatických podmínkách Střední Evropy je reálně očekávat, že z ročního výnosu organické hmoty z jednoho ha lze vyrobit až 4000 l biopaliv, což je asi třikrát více, než z řepky olejky. [16]

Palivo	2006	2007	2008	2009	2010
Benzin	2 297 000	2 361 000	2 428 000	2 476 000	2 514 000
Motorová nafta	3 704 000	3 856 000	3 968 000	4 045 000	4 108 000
Fosilní celkem	6 001 000	6 217 000	6 396 000	6 521 000	6 612 000
Bionafta	65 000	81 000	125 000	127 000	173 000
Bioetanol	0	54 100	79 300	107 800	109 500
Biopaliva celkem	65 000	135 000	204 300	234 800	282 500
Paliva celkem	6 066 000	6 352 000	6 600 300	6 755 800	6 894 500

Tab. 5: Vývoj spotřeby kapalných fosilních paliv a biopaliv
v letech 2006 až 2010 (tuny) [14]

5 Aspekty pěstování biomasy

V této části se zabývám hodnocením využití biomasy a porovnáním ekonomický a enviromentálních aspektů.

5.1 Výhody a nevýhody využití biomasy

Výhody využití biomasy:

- Zdroj energie má obnovitelný charakter
- Je tuzemským zdrojem energie, který není vázán na určitou lokalitu, z čehož vyplývá úspora finančních prostředků a energie za dopravu
- Využití odpadu po spalování lze využít jako hnojivo
- Možnost využití přebytečné zemědělské půdy, které nejsou potřebné nebo se nehodí k potravinářské výrobě
- Menší negativní dopady na životní prostředí (uzavřený cyklus CO₂)
- Možnost dotační podpory
- Pěstování přispívá k zaměstnanosti venkova, ochraně půd a ŽP

Nevýhody využití biomasy:

- Potřeba skladovacích prostor (větší objem paliva)
- Větší obsah vody a tudíž nižší výhřevnost než u konvečních paliv
- Složitější manipulaci s palivem v porovnání s elektřinou, plynem a LTO
- Vysoké investiční náklady na větší rozměry kotle a technické příslušenství, což zvyšuje cenu vyrobené energie
- Velký vliv vlhkosti na spalovací procesy
- Nutnost likvidace paliva
- Produkce biomasy konkuruje potravinářskému a krmnému využití
- Rozmístění producentů a spotřebitelů je nerovnoměrné

5.2 Environmentální hodnocení biomasy

Biomasa při svém růstu spotřebuje shodné množství CO₂ jako se uvolňuje při jejím spalování. Ekologická rovnováha není nijak narušena při spalování biomasy, která obsahuje zanedbatelné množství síry a nevzniká oxid siřičitý.

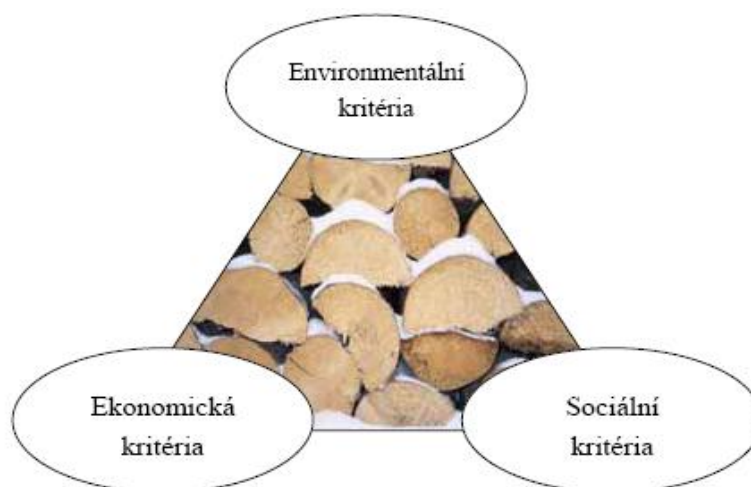
5.3 Ekonomické hodnocení biomasy

Hodnocení ekonomiky produkce a využití biomasy pro energetiku je značně komplikované jelikož zahrnuje jak vlastní ekonomiku výrobních nákladů, která závisí na lokálních podmínkách tak i problematiku poptávky a cen na současném trhu s energiemi. Tyto ceny jsou dotovány státem a nezahrnují tzv. externality (využívání složek životního prostředí a jejich poškozování).

5.4 Kritéria udržitelnosti energetického využití biomasy

Z pohledu posouzení udržitelnosti projektu jsou důležité aspekty, které kopírují tři základní pilíře udržitelného rozvoje. Obecně lze kritéria udržitelnosti shrnout do tří skupin:

- Environmentální kritéria
- Ekonomická kritéria
- Sociální kritéria



Obr. 13: Posuzování udržitelnosti využití biomasy [15]

Následující tabulka je syntézou kritérií udržitelnosti zpracovanou na základě zahraničních i místních zdrojů informací, praktických zkušeností autorů publikace, zahrnuje specifika využívání biomasy v ČR a měla by být obecně použitelná obecně jako „kontrolní seznam“ pro hodnocení udržitelnosti projektů využití biomasy. Tento výčet kritérií, je spíše podkladem pro diskusi, než definitivním podkladem pro hodnocení projektů využívání biomasy a může být doplněn dalšími kritérii. [17]

Skupina kritérií UR	Hlavní kritérium	Specifické kritérium
Environmentální kritéria	Emise	Emise skleníkových plynů
		Emise ZNL do ovzduší
		Použití chem. hnojiv, pesticidů a chem. přípravků
	Odpady	Produkce vs. využití odpadů
		Využitelnost vedlejších produktů
	Biodiverzita	Využívání nepůvodních druhů rostlin
		Využívání geneticky modifikovaných organismů
		Monokulturní hospodaření
	Hospodaření s půdou a vodou	Zábor půdy vs. Využití nevyužívané půdy
		Ochrana před erozí
		Intenzivní vs. extenzivní hospodaření
		Zachování vitality a produkční schopnosti půdy
		Ochrana zdrojů vody a vodního režimu v krajině
	Ochrana přírody a krajiny	Zachování ekologické rovnováhy
		Údržba krajiny vs. narušení krajinného rázu
	Doprava a logistika	Nároky na dopravu (vzdálenost a způsob) a skladování
Preference lokálních zdrojů biomasy		
Ekonomická kritéria	Konkurenceschopnost	Cena a dostupnost biomasy na trhu
		Konkurence schopnost tradičním energetickým zdrojům
		Konkurence neenergetickému využití biomasy
		Orientace na lokální, regionální či mezinárodní trh
		Podpora čes. výrobců a dodavatelů technologií a služeb
	Životaschopnost	Eko. soběstačnost vs. nároky na politickou a fin. podporu
		Úroveň podnikatelského rizika
		Společné vs. protichůdné zájmy participantů na trhu
	Rozvoj	Tvorba nových produktů a trhů
		Posílení energetické soběstačnosti regionů
		Podpora místního a regionálního rozvoje
		Tvorba příjmů a případné hodnoty v regionu
Sociální kritéria	Práce a vzdělávání	Zachování a tvorba pracovních míst
		Bezpečnost práce
		Vzdělávání a rekvalifikace
		Šíření informací a zvyšování povědomí
	Sociální solidarita	Podpora nízkopříjmových vrstev obyvatel a minorit
		Podpora ekonomicky slabých obcí
	Kvalita života	Zlepšení životní úrovně
		Tvorba sociálních struktur
Zapojení veřejnosti a spoluúčast na rozhodování		

Tab. 6: Kritéria udržitelnosti energetického využívání biomasy [16]

6 Návrh opatření pro zajištění energetické bezpečnosti

Energetickou bezpečnost lze zvýšit snížením závislosti na jednom dodavateli, stabilitou světového trhu. Nahraditelnost dodávek při vypadnutí původních zdrojů například při energetických krizích, silných mezinárodních vztazích a obrátě před výpadky energie. Ať už je to z důvodu technických nebo válečných. Možnost jak zmírnit dopady negativního vlivu Ruské federace na vojenskou i energetickou bezpečnost ČR je nutné patřičně diverzifikovat zdroje. Nahrazením ruských dodávek fosilních paliv obnovitelnými zdroji zvyšuje energetickou bezpečnost. Základní silná stránka OZE je ta, že se jedná o domácí zdroj.

Jak již bylo v práci zmíněno, nejlepším opatřením je využití biomasy v místě jejího vzniku. Biomasy běžně získávanou např. ze zemědělství, lesnictví apod. Rozšíření projektu BioRegions by se rozvíjel účinný a spolehlivý trh s biomasou a povzbudil by i malé okolní venkovské oblasti k využívání biomasy. Státy by se měly snažit informovat širokou veřejnost a hlavně by měl být kladen důraz na ekologii.

SWOT analýza

Silné stránky

- využitelnost na většině území ČR
- domácí zdroj, jehož využitelnost zvyšuje energetickou bezpečnost
- využití odpadů
- významný energetický potenciál

Slabé stránky

- ve světě vede ke kácení deštných pralesů a ničení půdy
- biomasa v ČR zabírá obrovská pole, která by se dala využít pro pěstování zemědělských plodin
- vyčerpateľnost půdy (plodiny se musí střídát a obnova aby se půda tak nevyčerpávala)
- nedostatečná infrastruktura

Příležitosti

- snížení nákladů pro země, které spalují uhlí je příležitost spolu-spalování biomasy s uhlím
- projekt BioRegions

Hrozby

- ovlivnění potravinářské bezpečnosti
- degradace půdy při jednodruhovém využívání (snížení využitelnosti, úrodnosti půdy a ekologické funkce) následně může dojít k desertifikaci (přeměna v poušť)

Závěr

Využití biomasy významně přispívá k účinné diverzifikaci energetických zdrojů a současně i k navýšení pracovních příležitostí pro řadu nezaměstnaných lidí. Produkt je v současné době velice žádaným biopalivem a je ihned a beze zbytku efektivně využíván ke všeobecnému prospěchu.

Možnosti energetického využití biomasy jsou jak pro výrobu kapalných paliv, tak i pro výrobu tepla, elektřiny a i kogenerační výroby tepla s elektřinou.

Možnost jak zvýšit energetickou bezpečnost je, že se začne více pěstovat biomasa na domácí půdě a díky tomu bude jednodušší přístup ke zmíněnému zdroji. K takovému přístupu například projekt BioRegions přispívá. Velikou otázkou ale je a bude, zda Česká republika dokáže splnit podmínky EU pro energetickou bezpečnost a do roku 2020 zvýšit veškerou výrobu elektřiny a tepla na 20 % z obnovitelných zdrojů energie z celého portfolia zdrojů. Právě biomasa by nám tomuto předpokládanému cíli měla pomoci.

Vyvážený energetický mix a přednost využití domácích zdrojů, klade silný důraz na využití jaderné energie, která může zajistit energetickou soběstačnost ČR a minimální závislost na dovoz. V případě nutnosti může ČR využít vlastní zásoby uranu, což je v rámci EU ojedinělá výhoda. Budoucí konkurenceschopnost energetiky má podmínku zajištění dostatečného počtu odborníků a specialistů, kteří budou v tomto oboru schopní pracovat a zároveň stabilní portfolio zdrojů.

Díky sestavení SWOT analýzy jsem došla k závěru, že silnou stránkou je možnost využitelnosti na ČR, a naopak slabou stránkou je možná vyčerpatelnost půdy při jednodruhovém využití, což je i zároveň velká hrozba. Jako velkou příležitost jsem shledala ve snížení nákladů ve smyslu spalování uhlí jakožto samotného. Biomasa je tudíž perspektivním obnovitelným zdrojem energie, který má velký potenciál do budoucnosti.

Použitá literatura

- [1] <http://forestgamp.eu/biomasa.html> [citováno dne 11. 2. 2012]
- [2] <http://www.biomasa-info.cz/cs/doc/prirucka1.pdf> [citováno dne 23. 5. 2012]
- [3] Plán pro obnovitelné zdroje. *Biom: Odborný časopis a informační zpravodaj Českého sdružení pro biomasu*. 3/2010, 3, s. 8. [citováno dne 20. 5. 2012]
- [4] HAAS, Reihard, KRANZL, KNÁPEK: Současný stav a perspektivy rozvoje užití biomasy v zemích střední Evropy. *Biom.cz* [online]. 2009-12-16 [cit. 2012-05-08]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/soucasny-stav-a-perspektivy-rozvoje-uziti-biomasy-v-zemich-stredni-evropy>>. ISSN: 1801-2655
- [5] Prokop Vladimír, Energetická bezpečnost – geopolitické souvislosti, PBtisk Příbram, 2008. Pojetí, s. 9-11 [citováno dne 24. 2. 2012]
- [6] PETŘÍKOVÁ, Vlasta: Význam cíleně pěstovaných energetických plodin. *Biom.cz* [online]. 2009-10-14 [cit. 2012-05-17]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyznam-cilene-pestovanych-energetickych-plodin>>. ISSN: 1801-2655.
- [7] *Businessinfo.cz* [online]. 16.06.2009 [cit. 2012-05-31]. Energetická politika EU a její nástroje. Dostupné z WWW: <<http://www.businessinfo.cz/cz/clanek/politiky-eu/energeticka-politika-eu-nastroje/1000521/36951/>>.
- [8] *Biom.cz* [online]. 8. března 2011 [cit. 2012-05-31]. Projekt BioRegions . Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/zpravy-z-tisku/projekt-bioregions-podpori-vznik-mistnich-trhu-s-biomasou>>.
- [9] <http://www.mpo-efekt.cz/dokument/02.pdf> [citováno dne 12. 2. 2012]
- [10] <http://www.mpo-efekt.cz/dokument/02.pdf> [citováno dne 12. 2. 2012]
- [11] *BIOMASS TECHNOLOGY: Pyrolýza* [online]. 2009 [cit. 2012-05-03]. Nabídka řešení. Dostupné z WWW: <http://biomasstechnology.cz/wp/?page_id=195>.
- [12] MUŽÍK, Oldřich; ŠLEJŠKA, Antonín. *Biom.cz : Možnosti využití anaerobní fermentace pro zpracování zbytkové biomasy* [online]. 14. 7. 2003 [cit. 2012-05-03]. Odborné články. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/moznosti-vyuziti-anaerobni-fermentace-pro-zpracovani-zbytkove-biomasy>>.
- [13] *AB Facility Services* [online]. 2010 [cit. 2012-05-07]. Energ. Dostupné z WWW: <<http://www.energ.cz/index.php/component/content/article/20-energ-/46-biomasa>>.
- [14] KARPÍŠKOVÁ, Dana. *Nazeleno.cz* [online]. 10. 8. 2010 [cit. 2012-05-03]. Vytápění. Dostupné z WWW: <<http://www.nazeleno.cz/biomasa-jak-jsme-na-tom-s-vyrobou-elektriny.aspx>>.

- [15] *EkoWATT* [online]. 2007 [cit. 2012-05-06]. Úspory energie. Dostupné z WWW: <<http://www.ekowatt.cz/de/informace/uspory-energie/kombinovana-vyroba-elektřiny-a-tepla>>.
- [16] SLADKÝ, Václav: Výroba syntézního plynu z pevné biomasy. *Biom.cz* [online]. 2010-12-15 [cit. 2012-05-07]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyroba-syntezniho-plynu-z-pevne-biomasy>>. ISSN: 1801-2655.
- [17] <http://www.mpo-efekt.cz/dokument/02.pdf> [citováno dne 12. 2. 2012]

Použité obrázky a grafy

- [1] <http://solar.calfinder.com/blog/news/pge-solar-biomass-project-abandoned/> [citováno dne 12. 5. 2012]
- [2] <http://www.piseckalesni.cz/biopaliiva-biomasa.php> [citováno dne 31. 5. 2012]
- [3] <http://www.ekowatt.cz/uspory/biomasa.shtml> [citováno dne 20. 4. 2012]
- [4] <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/soucasny-stav-a-perspektivy-rozvoje-uziti-biomasy-v-zemich-stredni-evropy> [citováno dne 12. 5. 2012]
- [5] <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/soucasny-stav-a-perspektivy-rozvoje-uziti-biomasy-v-zemich-stredni-evropy> [citováno dne 12. 5. 2012]
- [6] <http://www.petroleum.cz/doprava/index.aspx> [citováno dne 28. 5. 2012]
- [7] <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/moznosti-vyuziti-biomasy> [citováno dne 12. 5. 2012]
- [8] <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/moznosti-vyuziti-biomasy> [citováno dne 12. 5. 2012]
- [9] <http://www.biomasa-info.cz/cs/techzpl.htm> [citováno dne 28. 5. 2012]
- [10] http://ufmi.ft.utb.cz/texty/env_fyzika/EF_14.pdf [citováno dne 30. 5. 2012]
- [11] <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/moznosti-vyuziti-anaerobni-fermentace-pro-zpracovani-zbytkove-biomasy> [citováno dne 3. 5. 2012]
- [12] http://kfch.upce.cz/htmls/vedecka_cinnost_bionafta.htm [citováno dne 31. 5. 2012]
- [13] <http://www.ekowatt.cz/uspory/kogenerace.shtml> [citováno dne 6. 5. 2012]
- [14] <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyroba-syntezniho-plynu-z-pevne-biomasy> [citováno dne 7. 5. 2012]
- [15] <http://www.mpo-efekt.cz/dokument/02.pdf> [citováno dne 12. 2. 2012]
- [16] <http://www.mpo-efekt.cz/dokument/02.pdf> [citováno dne 12. 2. 2012]