

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

Technická fakulta

**BIOPALIVA A ENERGETICKÁ BILANCE  
VÝROBY BIOPALIV**

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Zdeněk Kvíz, Ph.D.

Vypracovala: Lýdie Baráková

Praha 2014

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra zemědělských strojů

Akademický rok 2009/2010

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

**Lýdie Baráková**

obor Obchod a podnikání s technikou

Vedoucí katedry Vám ve smyslu Studijního a zkušebního řádu ČZU v Praze  
čl. 16 určuje tuto bakalářskou práci.

Název práce: **Biopaliva a energetická bilance výroby biopaliv.**

### Osnova bakalářské práce:

1. Úvod
2. Cíl práce a metodika
3. Literární rešerše: Shrnutí základní poznatky problematiky použití biopaliv v praxi s důrazem na analýzu energetické bilance výroby biopaliv. Uvést výhody a nevýhody spalování biopaliv a trendy v této oblasti.
4. Závěr
5. Seznam literatury
6. Přílohy

Rozsah hlavní textové části: 30 - 40 stran

Doporučené zdroje:

1. DUFKA, J.: Vytápění netradičními zdroji tepla. BEN - technická literatura, Praha, 2003, 110 s.
2. GANDALOVIČ, P., LOUŽEK, M.: Biopaliva: pomoc přírodě, nebo zločin proti lidskosti? CEP, Praha, 2009, 80 s.
3. MURTINGER, K., BERANOVSKÝ, J.: Energie z biomasy. ERA, Brno, 2008, 92 s.
4. MOUSDALE DAVID, M. Biofuels: biotechnology, chemistry, and sustainable development. CRC Press, Boca Raton, 2008, 404 S.
5. TWIDELL, J., WEIR, T.: Renewable energy resources. Taylor & Francis, London, 2006, 601 s.

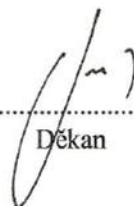
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Zdeněk Kvíz, Ph.D.**

Termín zadání diplomové práce: listopad 2009

Termín odevzdání bakalářské práce: duben 2011



Vedoucí katedry



Děkan

V Praze dne: 30. 11. 2009

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou uvedeny v seznamu zdrojů bakalářské práce. Elektronická podoba bakalářské práce se shoduje s tištěnou podobou.

V Praze dne 31. 3. 2014

.....  
podpis

## **PODĚKOVÁNÍ**

Ráda bych na tomto místě poděkovala vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Zdeňku Kvízi, Ph.D. za jeho odborné vedení práce, konzultace a trpělivost, díky které se mi podařilo dovést práci ke stanovenému cíli. V neposlední řadě bych také ráda poděkovala své rodině a blízkým přátelům, kteří mi pomáhali s přípravou práce nebo mě jakkoliv podporovali během jejího vytváření.

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce je zaměřena na obnovitelné zdroje energie – konkrétně na biopaliva, se zaměřením na energetickou bilanci výroby biopaliv. Popsány jsou současné poznatky o biopalivech, jejich vlastnostech a způsobech získávání, jakož i problémy s nimi spojené. Zmíněny jsou jak perspektiva využívání biopaliv, tak i možnosti využití biomasy v České republice, včetně její legislativy a státní podpory biopaliv a Evropské unii.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

obnovitelné zdroje energie, biomasa, biopaliva, energetická bilance výroby biopaliv.

## **ABSTRACT**

Presented bachelor thesis deals with renewable energy sources - primarily biofuel with focus on the energy balance of biofuel production. In the work is presented contemporary knowledge about biofuel – its characteristic and method of extraction as problems joined with them. Prospect of using biofuels are mentioned. The possibilities of use of biomass in the Czech Republic are also incorporated with respect to the legislation and state assistance in the Czech Republic as well as in the European Union

## **KEYWORDS**

renewable energy sources, biomass, biofuels, energy balance of biofuel production

## Obsah

<b>1. Úvod .....</b>	<b>1</b>
<b>2. TYPY OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ V ČR.....</b>	<b>3</b>
2.1 Voda .....	4
2.2 Vítr .....	4
2.3 Slunce.....	5
2.4 Biomasa.....	5
<b>3. BIOMASA.....</b>	<b>6</b>
3.1 Dělení biomasy.....	6
3.2 Výhody a nevýhody biomasy.....	8
3.3 Technologické prostředky pro sklizeň biomasy.....	8
3.4 Prostředky pro úpravu biomasy .....	9
3.5 Možnosti energetického využití biomasy.....	9
3.5.1 Termochemické procesy.....	9
3.5.2 Biochemická přeměna .....	11
3.6 Energetické využití biomasy v ČR.....	11
<b>4. BIOPALIVA .....</b>	<b>13</b>
4.1 Chemické, fyzikální a biologické vlastnosti biopaliv .....	13
4.2 Rozdělení energetických a průmyslových plodin .....	15
4.3 Biopaliva první a druhé generace.....	16
4.4 Biopaliva třetí generace.....	17
<b>5. ENERGETICKÁ BILANCE VÝROBY BIOPALIV.....</b>	<b>19</b>
5.1 Ukazatelé, vstupy a výstupy energie .....	19
5.2 Modelové technologické postupy .....	20
5.3 Energie na skladování, zpracování, manipulace a sklizeň .....	20
5.4 Energie spotřebovaná na výrobu u vybraných biopaliv .....	22
5.5 Výsledky efektivity energie získané u jednotlivých druhů biopaliv .....	24
5.6 Závěrečné hodnocení .....	24
<b>6. LEGISLATIVA EU A ČR.....</b>	<b>26</b>
6.1 Kjótský protokol.....	26

6.2	Bruselská směrnice o biopalivech a její dopad na ekonomiku .....	27
6.3	Formy podpory výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů .....	28
6.4	Česká legislativa a formy podpory biopaliv.....	29
a.	Dotace a podpora výroby biopaliv v ČR.....	30
b.	Dopady na ceny potravin .....	31
<b>7.</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>33</b>
<b>8.</b>	<b>Zdroje.....</b>	<b>34</b>
<b>9.</b>	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>36</b>
<b>10.</b>	<b>Příloha.....</b>	<b>37</b>
	Příloha č. 1: Mapa bioplynových stanic a OZE v ČR .....	37



# 1. ÚVOD

Obnovitelné zdroje energie byly využívány od nepaměti. Bývá to často znázorňováno v příbězích, jak se člověk v pravěku naučil využívat oheň po tom, co blesk uhodil do stromu a ten začal hořet. Je to samozřejmě naznačeno jen symbolicky.

Hlavním faktem, ale zůstává, že naši předkové uměli různě využívat tehdejší dostupné a obnovitelné zdroje energie, což byly především vítr a dřevní hmoty. Příkladem lze uvést topení dřevem, uhlím, větrné mlýny, plachetnice apod. Fosilní paliva byla dříve využívána jen minimálně.

S postupným nástupem průmyslové revoluce, začala přicházet i změna ve využívání paliv. Původní zdroje, které lidé do té doby využívali, přestávali stačit a dostatečně vyhovovat. S příchodem nových průmyslových odvětvích, šla ruka v ruce i ohromná spotřeba energie, ať už tepelná či elektrická. Lidé začali hledat nové intenzivnější zdroje a postupně se tak začalo ve velkém využívat uhlí, zemní plyn, ropa a suroviny na výrobu jaderné energie.

Poškozování životního prostředí, způsobené jednak devastací krajiny těžbou fosilních paliv tak emisemi, vznikajícími při jejich spalování, včetně změny klimatu, lidstvo přimělo k pochopení, že tento stav není trvale udržitelný. A dnes je velkým hnacím motorem pro hledání nových, čistších, obnovitelných zdrojů energie. Tento proces bude zdoluhavý, proto je potřeba s ním začít co nejdříve, dokud je konvenční energie relativní dostatek, aby následný rychlý přesun nebyl "bolestivý".

Současná energetická situace ve světě, Českou republiku nevyjímaje, se vyznačuje vysokou poptávkou po energiích a s tím souvisejícím silným nárůstem cen. Tento stav může být rozhodujícím momentem pro investory, kteří chtějí na této situaci profitovat a využít co nejvíce investičních pobídek při realizaci a provozování technologických zařízení na výrobu energií z obnovitelných zdrojů. Zemědělství je bezesporu odvětvím, které má pro výrobu energie z obnovitelných zdrojů největší možnosti a předpoklady.

Největším producentem emisí skleníkových plynů je automobilová doprava. Proto je prostředkem snahy o kvalitativní zlepšení pohonných hmot právě přimícháváním biopaliv, neboť mají příznivější složení pro životní prostředí a jejich spalováním se zmírňuje škodlivý emisní efekt. V lednu 2007 Evropská komise navrhla, aby Evropská unie podporovala snahy o snížení emise skleníkových plynů u rozvinutých zemí o celých 30% v období 1990 – 2020. Cílem je snížení závislosti států na dovážených palivech, důležité zlepšení kvality ovzduší a, tím i zdraví obyvatel. Tohoto cíle lze dosáhnout především výrazným zvýšením využívání alternativních paliv.

## **Cíl práce a metodika**

Cílem bakalářské práce je poskytnutí úvodu do problematiky obnovitelných zdrojů. Práce je zaměřená zejména na výrobu biopaliv. Zahrnuje zde, jak výhody biopaliv, tak i úskalí jejich využití a legislativní podporu v rámci ČR a EU.

Praktická část je zaměřena na obecné seznámení s energetickou bilancí výroby biopaliv, jejich ukazateli vstupů a výstupů energie a konkrétní ukázkou energetické bilance vybraných plodin.

## 2. TYPY OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ V ČR

Obnovitelné zdroje energie (dále jen OZE) zastávají významnou funkci v energetické politice vyspělých států. Dle zákona se obnovitelnými zdroji rozumí obnovitelné nefosilní přírodní zdroje energie, kterými jsou energie slunečního záření, energie větru, energie vody, geotermální energie, energie půdy, energie biomasy, energie vzduchu, energie kalového plynu, energie skládkového plynu a energie bioplynu.

OZE je označení některých vybraných, na Zemi přístupných forem energie, získané primárně především z termojaderného spalování vodíku v nitru Slunce. Ze slunce je energie předávána Zemi ve formě záření. Mimo využití slunečního záření dochází k přeměně energie i vlivem těchto typů:

- přímá přeměna energie technickým zařízením (např. fotovoltaický článek, sluneční kolektor) - sluneční energie,
- energie vázaná v živých organismech (např. ve formě sloučenin uhlíku) - energie biomasy,
- energie vázaná do potenciální energie vody - energie vodní,
- přeměna energie na energii kinetickou - energie větrná,
- větrná energie vlivem pohybu vody na hladinách oceánů - energie vln.

V podmínkách České republiky se můžeme setkat se čtyřmi obnovitelnými zdroji energie, jako je voda, vítr, slunce a biomasa. Ty můžeme rozdělit na tzv. regulovatelné (vodní elektrárny a biomasa) a neregulovatelné (sluneční a větrné elektrárny), dle toho zda jsou nebo nejsou závislé na aktuálním počasí.

Proměnlivost podílu jednotlivých typů OZE na území České republiky je vyznačena v tabulce č. 1, kde jsou srovnány hodnoty vybraných OZE za období 2012. Tyto výsledky jsou zpracovány ze statistických výkazů MPO, jakožto i data převzata ze statistik a databází Energetického regulačního úřadu (ERÚ), Českého statistického úřadu (ČSÚ), Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) a dalších. Na nárůst výroby elektřiny z OZE mají vliv i ekonomické nástroje podpory využívání energie z OZE. K podpoře se využívají daňové úlevy a poskytování dotací ze státního rozpočtu.

Nejvýznamnější ekonomické nástroje podpory jsou upraveny v zákoně č. 180/2005 Sb. a o podporu OZE se stará ERÚ, který na základě zmíněného zákona (a posléze jeho změn v roce 2010) vyhláší pro určité období rozsah podpory (např. výkupní ceny, zelený bonus) a typy obnovitelných zdrojů, pro které daný rozsah platí. [1],[19]

**Tabulka č. 1: Celková energie z obnovitelných zdrojů v roce 2012**

OBNOVITELNÉ ZDROJE	Energie v palivu užitém na výrobu tepla	Energie v palivu užitém na výrobu elektřiny	Primární energie	CELKEM Energie z OZE	Podíl na PEZ	Podíl na energii z OZE
	GJ	GJ	GJ	GJ	%	%
Biomasa (mimo domácnosti)	21 858 708	16 503 574	0	<b>38 362 282</b>	2,2 %	27,8 %
Biomasa (domácnosti)	47 751 951	0	0	<b>47 751 951</b>	2,7 %	34,6 %
Vodní elektrárny	0	0	7 664 998	<b>7 664 998</b>	0,4 %	5,6 %
Bioplyn	4 756 601	10 941 555	0	<b>15 698 156</b>	0,9 %	11,4 %
Biologicky rozl. část TKO	2 710 731	793 197	0	<b>3 503 928</b>	0,2 %	2,5 %
Biologicky rozl. část PRO a ATP	2 710 731	0	0	<b>982 823</b>	0,1 %	0,7 %
Kapalná biopaliva	982 823	0	11 746 298	<b>11 746 298</b>	0,7 %	8,5 %
Tepelná čerpadla	0	0	2 600 000	<b>2 600 000</b>	0,1 %	1,9 %
Solární termální systémy	0	0	561 705	<b>561 705</b>	0,0 %	0,4 %
Větrné elektrárny	0	0	1 496 941	<b>1 496 941</b>	0,1 %	1,1 %
Fotovoltaické elektrárny	0	0	7 735 046	<b>7 735 046</b>	0,4 %	5,6 %
<b>CELKEM</b>	<b>78 060 814</b>	<b>28 238 326</b>	<b>31 804 988</b>	<b>138 104 128</b>	<b>7,8 %</b>	<b>100 %</b>

Zdroj: Ministerstvo průmyslu a obchodu [19]

## 2.1 Voda

Vodní elektrárny jsou v současnosti dominantním zdrojem energie z obnovitelných zdrojů v České republice. V roce 2011 vyrobily více než 1,8 miliardy kWh elektřiny a pokryly spotřebu více než 500 tisíc domácností. Vodní elektrárny neznečišťují ovzduší, nedevastují krajinu a povrchové či podzemní vody těžbou a dopravou paliv a surovin, jsou bezodpadové, nezávislé na dovozu surovin a vysoce bezpečné. Princip získávání energie ve vodních elektrárnách funguje, takže voda roztáčí turbínu, ta je na společné hřídeli s elektrickým generátorem (dohromady tvoří tzv. turbogenerátor). Mechanická energie proudící do vody se dále mění na energii elektrickou, která se transformuje a odvádí do míst spotřeby. [2]

## 2.2 Vítr

Větrné elektrárny dodávají energii do sítě v závislosti na větrných podmínkách. Tento způsob získávání energie u nás nemá tak dobré podmínky jako mají jiné evropské státy (zejména přímořské). Proto se v ČR na výrobě ekologické elektřiny podílejí větrné elektrárny jen malou částí. Větrné elektrárny pracují na principu, kde vítr roztáčí větrnou turbínu umístěnou na stožáru a větrná energie je přeměněna na mechanickou, kterou generátor přemění na elektrickou a ta je dále rozvedena do sítě.

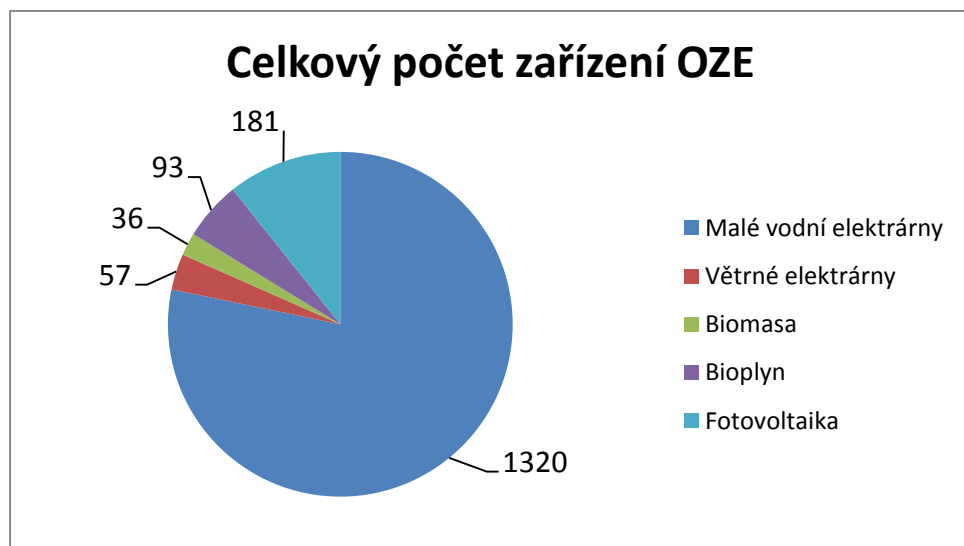
## 2.3 Slunce

Slunce je hlavním energetickým zdrojem pro naši planetu. Sluneční elektrárny, ale představují nestálý zdroj energie, protože nám energii dodávají pouze ve dne a to ještě nerovnoměrně, v závislosti na pohybu mračen či aktuální teplotě apod. Mezi obnovitelné zdroje se obvykle řadí navíc i energie u jaderných reakcí v nitru Země (geotermální energie) a kinetická energie soustavy Země – Měsíc, přeměňná na energii přílivu. Při energetickém využití obnovitelných zdrojů je nutné hodnotit jejich hospodářský, technický, teoretický a využitelný potenciál. Potenciál teoretický je horní hranicí. Technický potenciál u obnovitelných zdrojů se vyskytuje vždy, kde fouká vítr, svítí slunce a teče voda. Hodnocení využitelnosti těchto zdrojů hodnotí hospodářský využitelný potenciál podle hustoty energie a různých dalších charakteristik. Využitý potenciál nám ukazuje reálný stav.

## 2.4 Biomasa

V podmínkách České republiky je biomasa velmi perspektivním obnovitelným zdrojem energie. Zatímco využitelná kapacita vodních toků pro získávání energie je již téměř vyčerpaná a pro využití větru nemáme tak dobré podmínky jako jiné evropské země, biomasu lze využít ve všech moderních tepelných elektrárnách. Podíl v palivu biomasy může činit až 25 %. [3] Podrobnější popis využití biomasy nejenom v České republice je uveden v následující kapitole č. 3.

**Graf č. 1:** Celkový počet zařízení dle využívání podpor v ČR v roce 2007.



Zdroj: vlastní tvorba na základě [8].

### **3. BIOMASA**

Využívání biomasy představuje významný zdroj jak na národní, tak zejména na regionální úrovni. Přínosy můžeme spatřovat nejen energetického přínosu biomasy pro změnu palivového mixu české energetiky, ale lze vidět i přínos využívání biomasy především v rozvoji lokální ekonomiky, v pozitivním vlivu na zaměstnanost, významu pro lokální energetickou nezávislost a v neposlední řadě zejména z hlediska environmentálního.

S energetickým využíváním biomasy se setkáváme stále častěji. Nové technologie umožňují přeměnu odpadní, zbytkové či záměrně pěstované hmoty na energii v podobě tepla, elektřiny nebo pro pohon motorů. Biomasa se tak stále víc stává důležitým artiklem pro zemědělce, lesníky, ale také pro obce, regiony a majitele nemovitostí, tedy pro spotřebitele energie.

Biomasa zahrnuje poměrně široké spektrum podob co do druhu biopaliv a možnosti jejich využití. Hlavními oblastmi energetického využití biomasy je využití pevné biomasy pro přímé spalování na výrobu tepla a elektrické energie, výrobu bioplynu a kapalných biopaliv.[18]

V této kapitole se zaměříme na charakteristiku a význam využití biomasy jako alternativního zdroje energie. Biomasa patří k typu obnovitelného zdroje, který je schopen transformace na teplo, elektrickou energii i na chemicky vázanou energii. Tato zcela zřejmá přednost biomasy však není obecně vázaná na jakýkoliv druh a stav biomasy, ale konkrétní použití záleží na celé řadě vnějších i vnitřních faktorů.

#### **3.1 Dělení biomasy**

Biomasa představuje přibližně 80% podíl z celkově využitelného potenciálu obnovitelných zdrojů v České republice, jejichž význam již několik let pozvolna narůstá.

Je popsána jako substance biologického původu (pěstování rostlin v půdě nebo ve vodě, chov živočichů, produkce organického původu, organické odpady). Energie biomasy má původ ve slunečním záření a lze ji oproti energii z fosilních paliv (především ropa, uhlí či zemní plyn) obnovovat proto patří mezi obnovitelné zdroje energie. Pro energetické účely se využívá cíleně pěstovaná rostlinná biomasa (tzv. energetické plodiny) a odpady zemědělské, lesní popř. potravinářské produkce.

Energetickou biomasu můžeme rozdělit do pěti základních skupin:

1. fytomasa s vysokým obsahem lignocelulózy,
2. fytomasa olejnatých plodin,
3. fytomasa s vysokým obsahem škrobu a cukru,

4. organické odpady a vedlejší produkty živočišného původu,
5. směsi různých organických odpadů.

Z pohledu energetického využití pěstované biomasy rozeznáváme následující druhy, jak lze energii získat z biomasy:

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

Podle obsahu vody označujeme biomasu za:

- suchou – s vlhkostí 40 % využívanou pro spalování (obilná sláma, dřevo, biomasa jiných energetických plodit),
- vlhkou – s vlhkostí nad 40 % využívanou k výrobě bioplynu (hnůj, kejda, kaly z čističek OV).

V tabulce č. 2 jsou identifikovány energetické plodiny dle kategorií, které jsou pěstovány výhradně za účelem výroby energie.

**Tabulka č. 2:** Přehled energetických plodin dle kategorií.

Kategorie plodiny	Druh plodiny
Lignocelulóznové	Dřeviny (vrby, olše, topoly, akáty).
	Obiloviny (celé rostliny).
	Travní porosty (chrastice, sloní tráva, trvalé travní porosty).
	Ostatní rostliny (čirok, konopí seté, šťovík krmný, sléz topolovka).
Olejnaté	Slunečnice, řepka olejka, dýně na semeno, len.
Škrobno-cukernaté	Brambory, obilí (zrno), cukrová řepa, kukuřice, cukrová třtina.

Zdroj: vlastní tvorba na základě [4].

Mimo pěstování energetických plodin existuje biomasa odpadní. Tím označujeme zbytky živočišného nebo rostlinného původu z různých odvětví a sektorů. Podstatnou část tvoří rostlinný odpad ze zemědělské prvovýroby a údržby krajiny. Dřevní zbytky pocházejí především z lesního hospodářství a průmyslové výroby (papírenství, nábytkářství, dřevařství).

Organický odpad z potravinářského průmyslu (odpady z mlékáren, cukrovarů, lihovarů) a živočišné výroby (hnůj, kejda, popř. zbytky krmiv) spolu s komunálním bioodpadem škálu uzavírají.

### 3.2 Výhody a nevýhody biomasy

Stejně jako výhody, má energetické využívání biomasy i určité nevýhody, kterých si musíme být v případě záměru jejího užívání vědomi.

Výhody energetického využívání biomasy:

- přispívá k mírnění skleníkového efektu,
- pomáhá využít efektivitu půdy,
- má významné sociální aspekty, neboť přispívá k možnostem nových pracovních příležitostí,
- jde o regionální obnovitelný zdroj,
- biomasa je relativně dobře skladovatelná,
- možnost dotační podpory,
- uzavřený cyklus CO<sub>2</sub>.

Spalováním biomasy se sice také uvolňuje oxid uhličitý, ale jelikož biomasa vzniká v současnosti, je vytvořený oxid uhličitý z ovzduší odčerpáván okolím rostlinami a jeho bilance v ovzduší se tím vyrovnává. Čím větší množství porostů energetických rostlin založíme, tím více oxidu uhličitého se bude z ovzduší odčerpávat.

Nevýhody energetického využívání biomasy:

- přepravní náklady,
- při spalování vznikají určité emise a imise,
- rozvíjející se a zatím méně stabilní trh s biopalivy,
- nižší výhřevnost než u konvenčních paliv,
- produkce biomasy k energetickým účelům konkuruje jiným způsobům využití biomasy (např. k potravinářským a krmivářským účelům).

[4]

### 3.3 Technologické prostředky pro sklizeň biomasy

Sklizeň a následné posklizňové zpracování biomasy je velmi důležitou operací, a to jak z důvodu technického i logistického. Na ekonomice sklizně výrazně závisí i celková ekonomika výroby biopaliv.

Obecně platí, že pro sklizeň bylinné biomasy určené pro energetické využití (thermochemické využití), lze využít širokou škálu technologických postupů, které používají pro sklizeň a úpravu určených pro potravinářské, krmivářské nebo průmyslové účely. Jsou to například: sekačky, řezačky, žací mlátičky, shrnovače, kombajny atd.

Dřevní biomasa může pocházet z několika zdrojů a to třeba z lesů, plantáží rychlerostoucích dřevin z parků apod. Zde se pro sklizně užívají motorové pily,



profesionální křovinořezy, běžná těžební technika (lesnické motorové pily, lesnické traktory apod.). [20]

### 3.4 Prostředky pro úpravu biomasy

Pevná biomasa se upravuje, co se týče vlhkosti a formy. Upravení vlhkosti směrem k nižším hodnotám se provádí sušením. Proces sušení se vykonává pro termochemické využití, ostatní činnosti probíhají ve vodním prostředí, proto je naopak vhodné sklízet rostliny ve stádiu, kdy mají dostatek vody. Úprava formy se děje mechanickou úpravou, kdy je možné biomasu formovat do větších objemnějších tvarů nebo naopak do jemné formy. Pro biochemické a fyzikálně-chemické procesy se biomasa zvláště neupravuje, úprava je součástí procesu zpracování a výroby biopaliva v plynném nebo kapalném skupenství.

### 3.5 Možnosti energetického využití biomasy

Získávání energie je podmínována fyzikálními a chemickými vlastnostmi biomasy (např. vlhkost). Množství sušiny a vody má vliv na zpracování biomasy, tedy hlavně i na způsob získávání energie. Hodnota sušiny 50% je přibližná hranice mezi suchými a mokřými procesy. Rozeznáváme 4 procesy přeměny biomasy, tj. chemické přeměny (esterifikace surových bioolejů), suché procesy (termochemické přeměny biomasy), mokré procesy (biochemické přeměny biomasy), fyzikální a chemické přeměny.

#### Seznam procesů přeměny biomasy

Suché procesy	Mokré procesy	Fyzikální a chemické	Chemické - esterifikace
<ul style="list-style-type: none"><li>• spalování</li><li>• pyrolýza</li><li>• zplyňování</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• alkoholové kvašení</li><li>• metanové kvašení</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• mechanické (např. štípání, drcení, lisování, briketování, peletování, atd.)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• kompostování</li><li>• odpadní teplo</li><li>• čištění odpadních vod</li><li>• výroba etylalkoholu</li><li>• výroba olejů a metylesterů</li><li>• fermentace</li></ul>

Zdroj: vlastní tvorba na základě [4]

#### 3.5.1 Termochemické procesy

Termochemická přeměna biomasy, je sice složitější, ale řadíme ji mezi nejrozšířenější energetické využití biomasy. Obecně jde o suchou destilaci biomasy při vyšších teplotách a bez přístupu vzduchu nebo s jeho minimálním přívodem.

### *Spalování*

Spalování paliv je chemický pochod, při kterém se slučují hořlavé prvky obsažené v hořlavině paliva s kyslíkem. Produktem je tepelná energie, která se následně využije pro vytápění, technologické procesy nebo pro výrobu elektrické energie. Spalování většinou nevyžaduje předběžnou speciální úpravu biomasy, ale kvůli jejímu proměnnému složení je nutno věnovat značnou pozornost optimálním podmínkám při spalování a při čištění výstupních spalin. Mezi rozšířenější spalování bereme v úvahu spalování na roštu, avšak i fluidní technologie má některé významné výhody a její technický vývoj stále roste.

### *Zplyňování*

Ze suché biomasy se působením vysokých teplot uvolňují hořlavé plynné složky, tzv. dřevoplyn. Zplyňování je proces, kdy se biomasa zahřívá bez přístupu kyslíku. Vzniká tepelná přeměna pevných paliv na plynné. Chemicky vázaná energie skoro zcela přechází z jedné do druhé formy paliva. Výsledkem je pak výroba elektrické energie a tepla. Výhodou je snadná regulace výkonu, nižší emise, vyšší účinnost. Zplyňování dřeva ve zplyňovači má následující průběh: sušení, pyrolýza, oxidace a redukce. Zařízení se zplyňováním biomasy se používá stále více a na první pohled se neliší od běžných spalovacích zařízení.

### *Pyrolýza*

Pyrolýza je fyzikálně-chemický děj, kdy je na vstupní materiál působeno teplotou, která přesahuje mez jeho chemické stability. Je to reduktivní termický proces, při němž dochází k termickému rozkladu organických složek materiálu za nepřístupu oxidačního činidla (kyslík, vzduch, atd.). Z technologického hlediska lze pyrolýzní procesy rozdělit dle dosahované teploty na skupiny:

- nízkoteplotní (< 500 °C),
- středněteplotní (500 - 800 °C),
- vysokoteplotní (> 800 °C).

Většina v současné době provozovaných pyrolýzních systémů je založena na termickém rozkladu odpadu rotační peci vytápěné zevně, např. spalinami, které vznikají z následného spalování pyrolýzních plynů v tzv. termoreaktoru. Pyrolýzní jednotky bývají vhodné pro šaržovitý provoz pro odpad, který nemá příliš vysoký obsah škodlivin a nemá tendenci ke spékání. Zbytek energie ze spálení plynů, která se nespotebuje na ohřev vsázky, se využívá v kotlích na odpadní teplo k výrobě páry nebo teplé užitkové vody, k výrobě elektrické energie ve spalovacích turbínách nebo motorech. Moderní přístup preferuje využití pyrolýzního plynu jako chemické suroviny nebo jako topného plynu např. pro motory kogačnicích jednotek nebo spalovací turbíny. [4]

### 3.5.2 Biochemická přeměna

#### *Alkoholová fermentace*

Alkoholová fermentace (resp. alkoholové kvašení) probíhá v mokřém (na vodu bohatém) prostředí bez přístupu vzduchu. Jako vhodné materiály pro fermentaci se jeví např. cukrová řepa, obilí, kukuřice, brambory a ovoce. Produktem fermentace roztoků cukru je alkohol, který je získáván následnou destilací. Nevýhodou alkoholu jako paliva je schopnost vázat vodu a tím způsobit korozi motoru. Z toho důvodu se přidává do alkoholu antikoroziční přípravky.

#### *Aerobní fermentace*

Aerobní fermentace je známa z výroby kompostu, kdy za přístupu vzduchu a působení vhodných kultur mikroorganismů dochází k rozkladu organických látek. Klasické kompostování trvá řádově měsíce. Průmyslová aerobní fermentace je kratší, cca 2 až 3 týdny. Proces aerobní fermentace lze řídit obrácením, převrstvováním a provzdušňováním odpadu. [5]

## 3.6 Energetické využití biomasy v ČR

Nejvýznamnějším vnějším faktorem je obsah vody v biomase, vnitřní faktory (respektive biologické složení biomasy) jsou vázány na konkrétní druh biomasy. Z hlediska využitelného potenciálu pro ČR je biomasa spolehlivým zdrojem, který není spojen s problémy s nestabilitou dodávek, jako je tomu např. u energie větrné, sluneční, nebo vodní. Elektrárny na biomasu provozují i giganti jako ČEZ, který v ČR vlastní celkem 5 elektráren na biomasu nebo E. ON, který v roce 2010 zahájil stavbu své první elektrárny na biomasu v Mydlovarech. Dále můžeme v ČR nalézt i další teplárenské komplexy, které mimo své hlavní činnosti - uhlí, začaly spalovat i zbytky z těžby dřeva, piliny, kůru stromů nebo rostlinnou biomasu. Tyto teplárny jsou umístěny po celé ČR, např. ve Dvoře Králové nad Labem, ve Zlíně, ve Žlutici, apod.

**Tabulka č. 3:** Zdroje energeticky využitelné biomasy v ČR v roce 2009.

Druh biomasy	Energie v %	Energie v PJ
Dřevo a dřevní odpad	24	33,1
Sláma obilnin a olejnin	11,7	15,7
Energetické rostliny	47,1	63,0
Bioplyn	16,3	21,8
<b>CELKEM</b>	<b>100</b>	<b>133,6</b>

Zdroj: [6]

Hlavní dnes dostupné zdroje energeticky využitelné biomasy v ČR představuje tabulka č. 3, kdy z údajů z roku 2009 vyplývá, že téměř polovina energie z biomasy se získává nepřímým pěstováním energetických plodin. Ze zbytkové biomasy převládá především dřevo a dřevní odpad.

Přestože existuje více způsobů využití biomasy k energetickým účelům, v praxi převládá ze suchých procesů spalování biomasy, z mokrých procesů výroba bioplynu anaerobní fermentací. Z ostatních způsobů dominuje výroba metylesteru kyselin bioolejů, získávaných v surovém stavu ze semen olejnatých rostlin (řepka, hořčice, sezam a další). Je nutné také do celkové bilance biopaliv připočítat bionaftu a bioplyn.

## 4. BIOPALIVA

Jedním z alternativních paliv jsou biopaliva, jsou vyrobená z biomasy, což jsou všechny organické materiály pocházející z živočichů, rostlin a produktů jejich činnosti. Paliva vyrobená z biomasy jsou, využívána k vytápění, pohonu motorových vozidel nebo k výrobě elektrické energie. Pokud je biopalivo použito jako přídavek do motorové nafty nebo benzínu, můžeme pro něj použít výraz biokomponenta nebo bioložka. Mezi biopaliva řadíme: bionaftu, bioetanol, biodimetyléter, biometanol, bio-MTBE, bio-ETBE, biovodík, syntetická biopaliva nebo čistý rostlinný olej.

Historie využití biopaliv v ČR sahá již do 90. let minulého století ve formě tzv. směsné nafty (nafty s obsahem nejméně 30 % metylesterů). Bionafta byla zpočátku využívána na bázi dobrovolnosti, podporována daňovými úlevami. Až teprve od roku 2007 Evropská unie rozhodla o podpoře biopaliv, kdy všem členským zemím EU byly nařízeny plošné přídavky bionafty do běžné motorové nafty. Přibližně šlo o 2,5 % bionafty v motorové naftě, od června 2010 bylo již 6 % bionafty v motorové naftě. Kvůli postupnému zvyšování obsahu byla v roce 2009 změněna evropská norma EN 590 (určující kvalitu motorové nafty) a zvýšen maximální obsah bionafty z 5 % na 7 %.

Norma EN 228 povoluje maximální obsah etanolu v benzínu 5 % a od června 2010 je obsah nařízen zákonem průměrně na 4,1 % biotenu v benzínu. Existují tři hlavní důvody pro zavádění biopaliv do praxe. Prvním a zásadním z nich je vzrůstající starost o zmenšující se zásoby ropy. Ačkoliv stále objevujeme její nové zdroje, máme větší problémy s její přístupností a proto je třeba do těžby více investovat. Druhým důvodem je zemědělskou politika. S myšlenkou o využívání biopaliv v automobilismu se čím dál častěji objevoval argument s využití přebytečné zemědělské půdy a zkulturnění krajiny. A mezi poslední a třetí důležitý důvod je ekologické hledisko a emise oxidu uhličitého, který ovlivňuje globální klimatické podmínky. [15]

### 4.1 Chemické, fyzikální a biologické vlastnosti biopaliv

Dle skupenství můžeme biopaliva rozdělit na kapalná, plynná a pevná. Mezi kapalná biopaliva řadíme paliva získaná z olejnatých semen (řepka) nebo paliva z plodin bohatých na škrob a na cukry (brambory, obilí). Např. dřevo, traviny, stébelniny a zemědělské odpady řadíme mezi pevná biopaliva a do poslední skupiny mezi plynná biopaliva řadíme skupinu skládkových plynů, dřevní plyn, kam patří i bioplyn s vysokým obsahem metanu. V České republice v úvahu nejčastěji připadá pro praktické využití bioetanol, bio-ETBE a bionafta. Důležitým poznatkem je také znát vlastnosti biopaliv a to jejich složení vlhkosti, výhřevnosti a chemického složení hořlaviny paliva.

### *Vlhkost biopaliv*

Biopaliva lze spalovat v různých formách. Zatímco jsou největším spotřebitelem i dodavatelem biopaliv dřevozpracující závody. Biomasa obsahuje nejméně 10 % vody, v průměru mají štěpka i dřevo asi 30 % vlhkosti. V průběhu hoření se tato voda odpařuje a snižuje tím základní výhřevnost sušiny biomasy. Obsahem vody se výrazně ovlivňuje výhřevnost paliva, a to nejen spotřebou odpaření energie, ale i zmenšením obsahu sušiny. Při zvětšení obsahu vody ve dřevě z 20 na 40 % se zvyšuje spotřeba paliva téměř o polovinu. Z toho vyplývá, že je nutnost dbát na vysušení paliva před spalováním

### *Výhřevnost biopaliv*

Výhřevnost je vlastnost paliva, která udává kolik tepelné energie je uvolněno během spálení jedné jednotky, obvykle je udávána v kilogramech. Jde tedy o množství tepla, které se uvolňuje dokonalým spálením jednotkového kilogramu paliv, pokud se spaliny ochladí k původní teplotě, přičemž všechna vzniklá voda při spálení zůstane v parách. Výhřevnost zdravého a suchého dřeva je celkem vysoká: u jehličnanů je to 19 MJ.kg<sup>-1</sup>. U listnatých stromů je to 18 MJ.kg<sup>-1</sup> a stejné hodnoty mají zejména sláma obilovin, travin a stébelniny. Je to téměř polovina výhřevnosti ropných paliv. S rostoucí vlhkostí se snižuje výhřevnost biopaliva a také časem, i činností mikroorganismů, plísní a hub.

### *Chemické složení hořlaviny paliva*

Velkým významem dřevní hmoty je, že neobsahuje síru, proto během spalování nevzniká škodlivý plynný exhalát SO<sub>2</sub>. To zlepšuje nejen čistotu ovzduší, ale umožňuje i snížení teploty spalin odcházejících do komína.

Přehled jednotlivých vlastností biopaliv je zobrazen v tabulce č. 4, kde je výhřevnost, elementární složení a vlhkost biopaliv ve srovnání se základními fosilními palivy.

**Tabulka č. 4: Základní složení fosilních paliv a biopaliv.**

Palivo	Rozmezí	Výhřevnost (MJ.kg <sup>-1</sup> )	Podíl prchavé hořlaviny (%)	Obsah popelovin (%)	Vlhkost (%)	Elementární složení				
						C	H	O	N	S
						(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Obilní sláma	<i>min.</i>	15	70	3,5	12	43,9	5,4	38	0,3	0,05
	<i>max.</i>	17,5	82	6,5	25	48	6,4	43,3	0,7	0,2
Obiloviny		15,5	76	3	12	45	6	39,5	1	0,09
Sláma + zrna	<i>max.</i>	18,5	79	5,6	25	46,6	6,9	42,6	1,8	0,2
Miscantus	<i>min.</i>	15	74	2,5	12	45	5,5	36	0,5	0,05
Sloní tráva	<i>max.</i>	17,6	79	8	40	49	6,4	41,3	1,7	0,3
Seno	<i>min.</i>	13,5	70	4,2	15	45	6	38,8	0,8	0,08
	<i>max.</i>	17,7	75	5,8	25	48,6	6,6	44,3	1,1	1,12
Dřevo	<i>min.</i>	16,9	70	0,2	10	45	5,3	41,4	0,1	0,02
	<i>max.</i>	19	85	3	60	52	6,5	46	1,7	0,3
Hnědé uhlí	<i>min.</i>	14	20	3	10	27,5	2,5	12	0,3	0,5
	<i>max.</i>	23	55	33	30	64	5,8	33	1,5	6
Černé uhlí	<i>min.</i>	27	10	3,7	10	65	2,8	5	0,9	0,5
	<i>max.</i>	32,5	40	17	30	84	5	9,1	2	1,5
Koks	<i>min.</i>	30	4	3	5	65	1	1	0,1	0,1
	<i>max.</i>	32,5	13	15	15	90	2	2	0,5	0,5
Řepkový olej	<i>min.</i>	35	100	0	do 0,5	77	12	11	0,1	0
Etanol		27	100	0	do 2	52	13	25	0	0
LTO		42,7	100	do 0,5	do 0,5	86	13	0,25	0,25	0,3
Zemní plyn	<i>min.</i>	32	100	0	do 0,5	19	80	-	0,2	0

Zdroj: [4]

## 4.2 Rozdělení energetických a průmyslových plodin

Pěstování energetických a průmyslových bylin (stébelnin) je technologicky jednodušší v porovnání s dřevinami používanými pro stejný účel. Při jejich pěstování je totiž možné využít obdobné pracovní postupy a technické vybavení jako u zemědělských plodin. energii z plodin lze získat chemickými, popř. bio-chemickými procesy. Je používána k několika účelům: pro přímé spalování (dřevo energetických stromů, rostlinné pelety apod.) a doplňují ho i další technologie, např. anaerobní digesci, zplyňování, výrobu kapalných biopaliv a další metody energetického či případně i průmyslového využití.

Energetické plodiny mohou mít využití pro výrobu tepla, elektřiny a mohou sloužit i k pohonu vozidel. Mezi hlavní představitele energetických rostlin pro výrobu pohonných hmot řadíme pěstování řepky olejné. V našich podmínkách lze rozdělit energeticky průmyslové rostliny následujícím způsobem:

- jednoleté: např. obiloviny, řepka, konopí, len, lnička a další alternativní olejniny, topinambur aj.,
- víceleté a vytrvalé: např. ozdobnice čínská, chrastice rákosovitá, křídlatka japonská, rákos obecný aj.,
- rychle rostoucí dřeviny: např. topoly, vrby a olše aj.

Jednoleté plodiny, pěstované k energetickým a průmyslovým účelům, obvykle neznamenají pro zemědělský podnik větší investiční zatížení, protože podnik potřebnou techniku vlastní. Významné je rovněž to, že půda zůstává stále v dobrém stavu pro možný návrat k pěstování plodin pro potravinářské účely. Volba druhu kultury a způsob pěstování náleží k nejdůležitějším veličinám určující kvalitu. Týká se to jak jednoletých, tak i víceletých plodin.

### **4.3 Biopaliva první a druhé generace**

Hlavní surovinou pro výrobu současných biopaliv první generace je biomasa, kde existuje její konkurenční užití ve výrobě potravin či krmiv. Mezi biopaliva první generace patří bioetanol, vyrobený z obilí, cukrové třtiny, cukrové řepy, škrobu, kukuřice, rostlinných odpadů kvašením a rafinací, neboli jeho modifikace etyléter řepkového oleje (MEŘO, RME), dále metylester mastných kyselin (FAME) vyrobený z vylisovaných olejnatých rostlin (slunečnicový olej, palmový olej a biobutanol vyrobený katalitickou konverzí bioetanolu). Výroba první generace biopaliv má sice užitečné dopady na životní prostředí, ale také zahrnuje významné omezení, existuje určitá prahová hodnota, nad kterou se nemůže produkovat dostatek biopaliva bez ohrožení dodávky zemědělských plodin a ekonomické vytíženosti. [4]

Bionafta je nejtypičtějším biopalivem, které se v současné době v praxi spotřebovává. Rozeznáváme 100 % bionaftu pod zkratkou B100 a směsnou motorovou naftu pod zkratkou SMN B30, která obsahuje 30 % metylesterů mastných kyselin řepkového oleje. V ČR se v roce 2010 projezdilo 184 000 tun FAME biodieselu a v roce 2011 to bylo 245 000 tun. Odborníci zároveň odhadují, že se vzrůstajícím trendem spotřeby ekologických paliv dosáhne ČR do roku 2020 10 % podíl biopaliv ze všech paliv. Dalším moderním biopalivem je palivo pod označením E85, které se skládá z 85 % ethanolu a z 15 % naturalu 95. Poměr ve složení se může v průběhu roku měnit v závislosti na ročním období. [16]



Biopaliva druhé generace by v potravinářském průmyslu využití nenašla. Jedná se o lesní biomasu včetně těžebních zbytků, zemědělský odpad (seno, sláma, řepkové, kukuřičné a jiné zbytky), energetické rostliny (šřovík, křídlatka apod.) nebo biologický odpad z domácností. Z uvedených surovin se vyrábí následující biopaliva druhé generace: bioethanol, motorová nafta (resp. syntetický produkt Fischer-Tropschovy syntézy), methanol (neboli benzin jako výsledek katalytické konverze syntézního plynu), biobutanol, atd. Cílem druhé generace procesu výroby biopaliv je rozšířit množství biopaliv, která mohou být vyrobená udržitelným využitím biomasy složený z nezemědělských a odpadových surovin.

#### **4.4 Biopaliva třetí generace**

Biopaliva třetí generace jsou teprve na samém začátku. Budoucnost se hlavně vidí v geneticky modifikovaných plodin, které by se využívaly k produkci biopaliv druhé generace. Takové rostliny by měly obsahovat více celulózy oproti ligninu (dřevině), to znamená, že výroba z těchto plodiny by se stala efektivnější. Hrubou budoucností je i výroba pohonných hmot z takzvaných biopaliv třetí generace. Jedná se o paliva produkovaná například během života z mořských řas nebo řas přítomných v odpadních vodách.

Řasy jsou různorodá skupina jednobuněčných organismů, které mají velký potenciál nabídnout celou řadu řešení pro naše tekuté požadavky dopravních paliv. Řasy mohou růst v různých vodních prostředích, od sladké vody přes vody slané. Řasy efektivně využívají oxid uhličitý a jsou zodpovědné za více než 40 % světové fixace uhlíku, přičemž většina této produktivity pochází z mořských řas.

Velkou výhodou u řas je jejich produktivita biomasy, některé druhy mají schopnost až zdvojnásobení za méně než šest hodin a některé z nich jsou schopna zvládnout i dvě zdvojení za den. Řasy mají snížený dopad na životní prostředí ve srovnání s pozemními zdroji biomasy pro biopaliva. Mohou být pěstovány na pozemku, který by neměl být používán pro tradiční zemědělství, a jsou velmi efektivní při odstraňování živin z vody. Ačkoliv jsou pokusy s procesem výroby biořas na samém počátku a na první komerční výrobu si budeme muset ještě pár let počkat, můžeme doufat, že právě výzkum biořas bude mít pro lidstvo příznivou vyhlídku do budoucna.

U nás v ČR se můžeme pochlubit Mikrobiologickým ústavem Akademie věd v Třeboni. Ti se řasovými technologiemi začali zabývat jako jedni z prvních už v šedesátých letech. Mají tedy ve výzkumu padesátiletou tradici a dokonce radí i expertům v dalších evropských zemích.

Pro lepší orientaci, jsem závěrem vytvořila obrázek, kde je obecné shrnutí hlavních rozdílů biopaliv 3 generací. A tím uzavírám kapitolu 4.

### Shrnutí hlavních rozdílů biopaliv 1. – 3. generace

1. generace	2. generace	3. generace
<ul style="list-style-type: none"><li>• z polysacharidů a olejnin (např. biolih z cukrů),</li><li>• konkurence výrobě potravin,</li><li>• zabírají pole (pozemky).</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• z lignocelulozových zbytků (dendromasa a zbytková biomasa),</li><li>• pouze sezónní sklizeň,</li><li>• nekonkurují výrobě potravin.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• z řas a mikroorganismů,</li><li>• sklizeň průběžná</li><li>• nezabírají pole (pozemky) - ve stádiu vývoje.</li></ul>

Zdroj: vlastní tvorba na základě [10].

## 5. ENERGETICKÁ BILANCE VÝROBY BIOPALIV

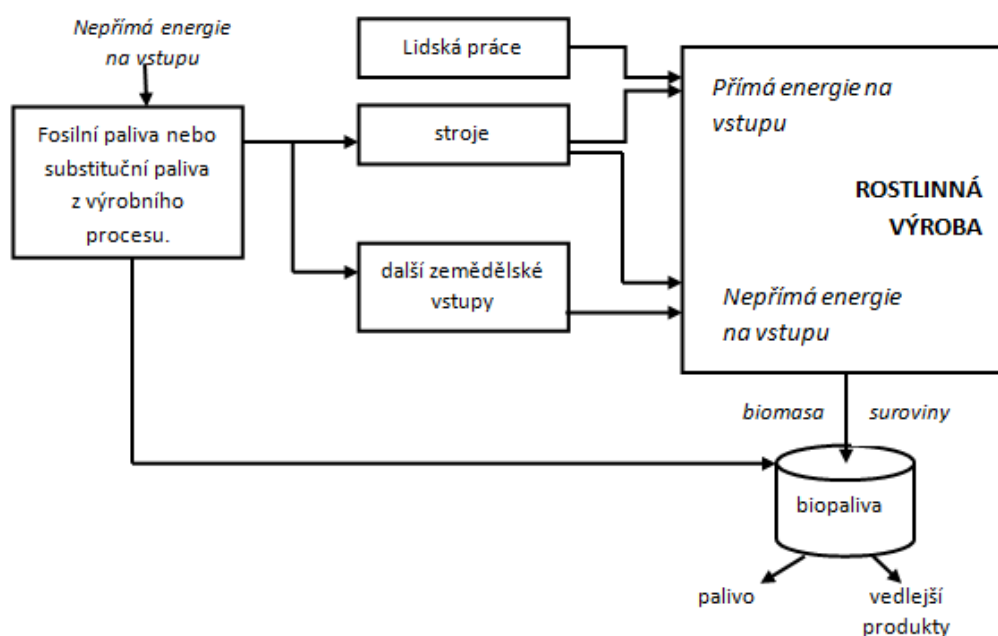
Tato část je zaměřená na ekonomiku biopaliv a energetickou efektivnost u tří nejobvyklejších způsobů výroby biopaliv z biomasy. Jedná se o produkci pevných tvarovaných biopaliv (pelet, briket), bioplynu a kapalných biopaliv (MEŘO, bioetanol). U těchto vybraných druhů byly stanoveny výrobní náklady na měrnou jednotku paliva a energetická efektivnost těchto paliv<sup>1</sup>.

### 5.1 Ukazatelé, vstupy a výstupy energie

Jedním z nepoužívanějších ukazatelů v energetickém hodnocení bereme v úvahu energetickou efektivnost (energetická návratnost - EROEI) to je podíl veškeré energie na výstupu k veškeré energii na vstupu) nebo energetická náročnost (podíl energie na vstupu k energii na výstupu). Důležitou činností pro porovnávání toků energie je nutné posuzovat tok energie v soustavě všech fází výroby.

Spotřebovaná energie dělíme na:

- vypěstování plodiny a sklizeň,
- její zpracování, manipulaci a skladování
- dopravní náklady až k výsledné spotřebě.



**Obrázek č. 1:** Tok vstupní energie v životním cyklu biopaliv.

Zdroj: vlastní tvorba na základě [10].

<sup>1</sup> Energetická efektivnost = poměr získané energie (obsažené v palivu) k vložené energii, tj. energii spotřebované při výrobě paliva

Energetická bilance je odvozena z přímé potřebné energie a nepřímé energie. Na obr. č. 1 jsou znázorněny hlavní energetické vstupy při produkci biopaliv. Do přímé vstupní energie se řadí energie lidské práce, fosilní energie – spotřeba nafty. Nepřímá energie obsahuje výpočet energie ve strojích, v hnojivech, pesticidech, apod. Do energetického výpočtu výstupní energie patří užitná hlavní a vedlejší energie a energie rostlinných zbytků.

Hodnocením energetických plodin se zabývá široká škála studií. Bylo provedeno mnoho srovnávacích studií renomovaných ústavů a jejich výsledky „normalizovány“ pro jejich srovnatelnost. Při znalostech jednotlivých procesů výroby těchto relací je možné zaměřit pozornost na nejnáročnější fáze výroby. Mezi jednotlivými studiemi není v tomto ohledu výrazný rozdíl, kromě menšího u konvenčních paliv. Český statistický úřad pravidelně a důsledně sleduje vývoj v oblasti energetiky prostřednictvím statistik výroby energií, těžby uhlí, dovozu ropy a mnoha dalších.

## **5.2 Modelové technologické postupy**

Modelové technologické postupy pěstování a sklizně vybraných energetických a průmyslových plodin jsou členěny na jednotlivé operace dané v první řadě agrotechnickými lhůtami a požadavky. Při zpracování modelových technologických postupů se obvykle vychází z průměrných podmínek výrobní oblasti a průměrné intenzity výroby. U operací je uveden doporučený druh materiálu a jeho množství, ale podle konkrétních podmínek zemědělského podniku se jeho množství i druh mohou lišit.<sup>2</sup>

## **5.3 Energie na skladování, zpracování, manipulace a sklizeň**

Zahrnuje spotřebu energie na soubor operací související s posklizňovým zpracováním, uložením, skladováním a vyskladňováním produkce. Jedná se zde o odborný odhad na základě měření posklizňových a skladovacích linek. Vychází z normativů získaných při řešení výzkumných projektů z této oblasti. Energie na dopravu vstupních surovin z místa uskladnění do místa zpracování je silně ovlivněna kapacitou zpracovatelské linky. Se zvyšující se kapacitou narůstají dopravní vzdálenosti a tudíž energie spotřebovaná na dopravu a klesá energetická efektivnost biopaliva. U malých linek instalovaných přímo u producentů energetických plodin (např. malá zemědělská BPS) nejsou žádné další energetické vstupy do dopravy vstupních surovin nad rámec energie na skladování a manipulaci. Z důvodu nestability této hodnoty nebyla energie na dopravu surovin zahrnuta do kalkulace. [18].

---

<sup>2</sup> Do spotřebované energie byla zahrnuta jen přímo spotřebovaná energie na jednotlivé části technologického procesu (tj. není uvažována energie tzv. „minulá“ např. na materiálové vstupy, na výrobu mechanizačních prostředků, na pracovní sílu atd.

Tabulka č. 5 Potenciál biomasy k energetickému využití

DRUH BIOMASY	Výhřevnost	Současný stav (2006)		MPO		MŽP				AEBIOM	
				Potenciál 2020		Potenciál 2020 - studie		Upravený potenciál 2020		Potenciál 2020	
	[MJ] kg (m <sup>3</sup> )	Tisíc tun	PJ	Tisíc tun	PJ	Tisíc tun (m <sup>3</sup> )	PJ	Tisíc tun	PJ	Tisíc tun (m <sup>3</sup> )	PJ
Zbytková biomasa		1 132	10,6	1 132	10,6		41,5		28,4		33,5
Lesní biomasa	12					2 042	24,5	1 1392	16,7	1 542	18,5
Bioplyn	22					773	17,5	530	11,7	682	15,0
Rostlinná biomasa		84	1,2	100	1,4	2 700	37,8	1 380	19,3	1 786	25,0
Sláma olejnin	14					1 200	16,8	630	8,8	714	10,0
Sláma obilnin	14					1 500	21,0	750	10,5	1 071	15,0
Celulózoové výluhy	8	1 068	8,5	1 068	8,5	1 068	8,5	1 068	8,5	1 813	14,5
Zemědělská biomasa účelově pěstovaná		14	0,2	3 000	51,0		67,0		62,8		66,4
Energeticky využitelná	18					3 000	54,0	3 000	54,0	3 022	54,4
Bioplyn	22					590	13,0	400	8,8	455	10,0
Palivové dřevo	12	3 141	28,3	3 141	28,3	4 680	56,2	4 317	51,8	4 250	51,0
<b>CELKEM</b>		<b>5 439</b>	<b>48,8</b>	<b>8 441</b>	<b>99,8</b>	<b>x</b>	<b>211,0</b>	<b>x</b>	<b>170,8</b>	<b>x</b>	<b>188,4</b>

Zdroj: [21]

## **5.4 Energie spotřebovaná na výrobu u vybraných biopaliv**

Energie na výrobu zahrnuje spotřebu energie na transformaci biomasy na konkrétní druh biopaliva. Údaje jsou čerpány z podkladů literatury a odborných článků zabývajících se výrobou těchto paliv a rovněž jsou zahrnuty výsledky dalších výzkumných institucí a jejich projektů

Výpočet energie obsažené v palivu se u jednotlivých druhů biopaliv liší. Pro pevná tvarovaná biopaliva je stanovena na základě průměrného výnosu (uvažuje se výnos suché hmoty o vlhkosti 15 %) a výhřevnosti biomasy. Výhřevnost jednotlivých druhů biomasy je stanovena na základě dostupných informačních zdrojů a korigována podle výsledků. U vybraných plodin se pohybuje od 14,4 do 16,5 GJ.t<sup>-1</sup>. U bioplynu je výpočet získané energie znovu odvozen od průměrného výnosu sledovaných plodin a měrné produkce bioplynu z nich.

Obsah sušiny je u kukuřice počítán 30 % a u čiroku 25 %. Obsah metanu v bioplynu je pro výpočty stanoven na 60 %. Velikost bioplynové stanice odpovídá instalovanému elektrickému výkonu kogenerační jednotky 500 kW<sub>el</sub>. Energie obsažená v kapalných biopalivech je rovněž kalkulována s ohledem na hektarové výnosy, bilanci měrné spotřeby sledovaných plodin na jednotku vyrobených biopaliv a jejich energetickou hodnotu. U kapalných biopaliv je do konečného obsahu energie zahrnuta i energie obsažená v pšeničné, resp. řepné slámě. Bilance vychází z dlouhodobých výsledků řešení výzkumných projektů a záměrů VÚZT, v.v.i. a je v souladu s platnými technickými normami a normativy pro tuhá i kapalná biopaliva, s hlavním ohledem na hustoty biopaliv a výhřevnosti biopaliv a vedlejších produktů konverze.

Tabulka č. 6 Ekonomika a energetická efektivnost vybraných energetických plodin

Operace	Jednotka	Šťovík krmný	Konopí seté	Ozdobnice čínská	Chrástice rákos.	Triticale energ.	Čirok na siláž	Kukuřice na siláž	Pšenice ozimá	Řepka olejná
Náklady variabilní	Kč/ha	8086	21253	23532	6390	18328	16117	25622	19187	24503
Náklady fixní	Kč/ha	3500	3500	35000	3500	3500	3500	4000	3500	4000
Výnos – hlavního produktu	t/ha	9,0	12,0	12,0	0,9	10,5	50,0	45,0	6,0	3,2
Výnos – vedlejšího produktu	t/ha	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	6,0
Cena (CZV)	Kč/t	1287	2063	2253	1099	2079	392	658		
Vstupy energie – stroje *	l/ha	29,3	71,6	21,2	21,8	67,7	52,4	86,8	69,5	76,8
Vstupy energie – stroje *	MJ/ha	1034	2526	748	769	2388	1849	3062	2452	2710
Vstupy energie – skladování + manipulace	MJ/ha	90	120	120	90	231	1585	1427	432	293
Vstupy energie - zpracování	MJ/ha	2916	3888	3888	2916	3402	19460	22350	22000	2300
Vstupy energie celkem	MJ/ha	4040	6534	4756	3775	5021	22894	26839	24884	5303

\* pěstování + sklizeň

DRUH BIOPALIVA		Brikety	Brikety	Brikety	Brikety	Brikety	Bioplyn	Bioplyn	Bioetanol	MEŘO
Měrná jednotka biopaliva	mjbp	t					m <sup>3</sup>		l	
Množství biopaliva	Mjbp/ha	8,7	11,6	11,6	8,7	10,2	6271	7200	2362	1257
Celkový obsah – hlavní výrobek	GJ/ha	134,4	175,8	192,1	125,7	161,3	134,7	154,7	48,4	43,1
Celkový obsah energie – vedlejší výrobek	GJ/ha								72,0	87,0
Celkový obsah energie	GJ/ha	134,4	175,8	192,1	125,7	161,3	134,7	154,7	120,4	130,1
Náklad na zpracování	Kč/mjbp	850	850	850	850	850	850	3,3	7,0	4,9
Cena paliva na trhu	Kč/mjbp	3500	3500	3500	3500	3500	-	-	19,6	20,2
Vstupy energie celkem	MJ/mjbp	462,7	561,3	408,6	432,4	591,2	3,7	3,7	10,5	4,2
Obsah energie na výstupy	MJ/mjbp	15400	15100	16500	14400	15840	21,5	21,5	20,5	34,3
Energetická efektivnost		33,3	26,9	40,4	33,3	26,8	5,9	5,8	4,8	24,5

Zdroj: [21]

## **5.5 Výsledky efektivity energie získané u jednotlivých druhů biopaliv**

Ekonomika výroby a energetická efektivnost biopaliv byla spočítána pro 9 vybraných druhů biomasy. Pro produkci kapalných biopaliv byly posouzeny dva druhy plodiny, pro produkci bioplynu rovněž dvě plodiny a pro výrobu pevných tvarovaných biopaliv bylo posouzeno 5 druhů energetických plodin. Souhrnné výsledky jsou uvedeny v tabulce 6. Z tabulky 6 již poznáme, že nejvyšší energetickou efektivnost dle očekávání vykazují pevná tvarovaná biopaliva. Nejlepšího výsledku bylo dosaženo u ozdobnice čínské díky vysokému výnosu suché hmoty z hektaru a nižším energetickým nárokům plodiny na pěstování a sklizeň. Avšak dobrých výsledků bylo dosaženo u všech posuzovaných plodin. U ušlechtlejších plyných a kapalných biopaliv bylo dosaženo již horších výsledků. Obě sledované plodiny pro produkci bioplynu – kukuřice i čirok – dosáhly téměř stejných hodnot. O něco lepšího výsledku bylo dosaženo u čiroku, u kterého však vychází horší ekonomika v porovnání s kukuřicí. Největší rozdíly pak vykazuje bionafta (MEŘO) a bioetanol, a to především kvůli řádově vyšším energetickým vstupům na výrobu biopaliva. MEŘO tak dosahuje výsledku srovnatelného s energeticky méně efektivními pevnými biopalivy, kdežto bioetanol dosáhl vůbec nejhoršího výsledku.

Energetickou efektivnost biopaliv i ekonomické ukazatele může výrazně ovlivnit kapacita zpracovatelské linky. Vyšší zpracovatelská kapacita producenta biopaliv může být prospěšná pro ekonomiku podniku, ale energetická efektivnost biopaliv se snižuje. Se zvyšující se kapacitou narůstají dopravní vzdálenosti a tudíž i energie spotřebovaná na dopravu vstupních surovin. Jak už jsem zmiňovala na začátku. V této studii není energie na dopravu vstupních surovin zahrnuta, z důvodu závislosti na kapacitě zpracovatele. Např. u bioplynových stanic bylo odhadnuto, že energetická efektivnost BPS s kapacitou 100 kW<sub>el</sub> je o třetinu vyšší než u BPS o instalovaném elektrickém výkonu 2000 kW<sub>el</sub>, nicméně nejlepších ekonomických výsledků dosahují BPS s výkonem kolem 1000 kW<sub>el</sub>. Podobné výsledky lze očekávat i u kapalných biopaliv, kde je třeba ještě zahrnout i energii na distribuci paliva ke konečným uživatelům.

## **5.6 Závěrečné hodnocení**

Výsledky zahrnují pouze efektivnost energie přímo vložené do technologického systému. Pro detailnější sledování energetické efektivnosti obnovitelných zdrojů by bylo vhodné uvažovat i tzv. energii minulou a energii spotřebovanou na dopravu u větších výrobců. Mimo sledování energetické efektivnosti je třeba se zabývat i ekonomikou využití obnovitelných zdrojů energie. Ukazuje se, že využití biomasy je energeticky efektivní právě v těch případech, kdy biomasa se energeticky využívá tam, kde vzniká (nejlépe když



producent i uživatel biomasy je jedna podnikatelská osoba). Při uvádění biomasy na trh s pevnými palivy se již objevují další dodatečné náklady, které v současné době způsobují to, že paliva z biomasy jsou dražší než konkurenční fosilní paliva. Prvořadým úkolem zemědělské výroby by mělo být zabezpečení produkce pro potravinářské a krmivářské účely.

Energetické využívání biomasy by mělo být orientováno především na využití odpadní a zbytkové biomasy, energetický potenciál této biomasy je značný. Důležitým zdrojem se stává dnes i biomasa z údržby krajiny a veřejné zeleně. Některé druhy záměrně pěstovaných energetických plodin vykazují sice velice dobré výnosy i vlastnosti z hlediska energetického využití, ale vždy by se mělo pečlivě zvažovat jejich zařazení do výroby a to na pozemky, které nejsou dobře technologicky a ekonomicky využitelné pro potravinářskou a krmnou produkci. Také se ukazuje, že výhodné je využívání energetických plodin, které nevyžadují výraznější změny v technickém vybavení zemědělského podniku a jsou schopny v případě potřeby rychlý návrat pozemku do sféry potravinářské produkce. [10]

## 6. LEGISLATIVA EU A ČR

Legislativa EU zahrnuje mnoho zákonů a různých protokolů věnované právě problematice biopaliv. Snaha o jejich využití a zabránění naopak jejich zneužití, je určitě ještě dlouhá cesta k zlepšování legislativy a zákonů. V této kapitole zmiňuji v rámci EU Kjótský protokol, Bruselskou směrnici formy podpor. A v neposlední řadě legislativy v ČR.

### 6.1 Kjótský protokol

Jedná se o dohodu v rámci úmluvy OSN o klimatických změnách, dojednanou v roce 1997 v japonském městě Kjóto. Protokol především zavazuje členské země ke snížení produkce skleníkových plynů o 5,2%, v období od roku 2008 do původního 2012, kdy téhož roku došlo k prodloužení protokolu až do roku 2020. K novému Kjótskému protokolu se kromě 27 členských států EU připojí zhruba desítky dalších zemí jako Austrálie a Norsko. Nadále mezi nimi chybí například Spojené státy a Čína, největší znečišťovatelé ovzduší na světě.

Tato redukce se vztahuje na koš šesti plynů, resp. jejich agregované průměrné emise (v jednotkách tzv. uhlíkového ekvivalentu, viz níže) za pětileté období 2008–2012. Kromě oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>), methanu (CH<sub>4</sub>) a oxidu dusného (N<sub>2</sub>O), jejichž emise budou porovnávány k roku 1990, se závazek týká hydrogenovaných fluorovodíků (HFCs), polyfluorovodíků (PFCs) a fluoridu sírového (SF<sub>6</sub>), jejichž emise mohou být porovnávány buď s rokem 1990 nebo 1995. [17]

**Tabulka č: 7** Stanovené redukční cíle jednotlivým státům dle Dodatku I Protokolu

Hodnota emisní redukce	Státy
8 %	Belgie, Bulharsko, Česká republika, Dánsko, Estonsko, Finsko, Francie, Irsko, Itálie, Lichtenštejnsko, Litva, Lotyšsko, Lucembursko, Monako, Nizozemí, Německo, Portugalsko, Rakousko, Rumunsko, Řecko, Slovensko, Slovinsko, Španělsko, Švédsko
7 %	USA
6 %	Japonsko, Maďarsko, Kanada, Polsko
5 %	Chorvatsko
0 %	Nový Zéland, Ruská federace, Ukrajina
1 %	Norsko
8 %	Austrálie
10 %	Island

Zdroj: [17]

Kjótský protokol uvádí tři typy flexibilního mechanismu:

- Obchodování s emisemi
- Společná zaváděná opatření
- Mechanismus čistého rozvoje

## **6.2 Bruselská směrnice o biopalivech a její dopad na ekonomiku**

květnu roku 2003 byla přijata Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2003/30/EC z roku 2003 o podpoře používání biopaliv nebo jiných obnovitelných paliv v dopravě. Přijetí této směrnice bylo prezentováno jako jeden z politických nástrojů směřující k omezení emisí vyvolaných provozem motorových vozidel. Vedle podpory využívání biopaliv je druhým směrem stejné politiky snaha snížit vazbu mezi hospodářským růstem a množstvím emisí z dopravy. Objem dopravy a tím také emisí z ní roste totiž přibližně stejně jako hospodářství. Jedním z projevů růstu životní úrovně je i růst počtu automobilů na osobu, což znamená také zvýšení množství cen z dopravy.

Návrh směrnice Evropského parlamentu a Rady o podpoře užívání energie z obnovitelných zdrojů:

- Směrnice Evropského parlamentu a Rady EU 2003/17/ES (o jakosti benzínu a motorové nafty) – tato směrnice stanoví na základě péče o zdraví a životní prostředí technické specifikace paliv určených pro motorová vozidla vybavená zážehovými a vznětovými motory.
- Směrnice evropského parlamentu a Rady EU 2003/30/ES (o podpoře užívání biopaliv nebo jiných obnovitelných pohonných hmot v dopravě) – účelem této směrnice je podpořit využívání biopaliv nebo jiných obnovitelných pohonných hmot za účelem nahrazení nafty nebo benzínu pro dopravní účely v každém členském státě, aby bylo dosaženo cílů, jako je dodržení závazků týkajících se změny klimatu apod.

Následná kritéria, která musí biopaliva splňovat:

- úspora skleníkových plynů musí být alespoň 35 % v rámci celého životního cyklu,
- nesmí být vyrobena ze surovin, které jsou získány z půdy s vysokou hodnotou biologické rozmanitosti (les nenarušený výraznou lidskou činností, oblasti ochrany přírody určené zákonem, nebo příslušným orgánem, vysoce biologicky rozmanité travní porosty),
- nesmí být vyrobena ze surovin, které jsou získané z půdy s velkou zásobou uhlíku (rašeliniště, mokřady, souvisle zalesněná území).

Tato kritéria udržitelnosti biopaliv jsou platná nejen pro území Evropské unie, ale platí i pro veškerý dovoz biopaliv do Evropské unie. V roce 2005 přijala Evropská komise akční plán navržený za účelem zvýšení využívání energie z lesního hospodářství, zemědělství a odpadů, ta zahrnuje:

- oživení poptávky po biopalivech,
- dosahování enviromentálních zisků,
- rozvoj výroby a distribuce biopaliv,
- rozšiřování zásob surovin,
- posílení obchodních možností,
- podpora rozvojových zemí,
- podpora výzkumu a vývoje.

Do rozvoje produkce biopaliv vkládala Evropská unie vysoká očekávání. V oblasti životního prostředí si slibovala snížení emisí skleníkových plynů nejméně o 35 % oproti fosilním palivům, v hospodářské oblasti zvýšení bezpečnosti dodávek energie a dosažení konkurenceschopnosti biopaliv v rámci jednotného trhu EU, a v sociální oblasti zvýšení zaměstnanosti o více než 100 000 nových pracovních míst. [3]

### **6.3 Formy podpory výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů**

Ve světě existuje celá řada způsobů a postupů, kterými jednotlivé státy podporují výrobu elektřiny z obnovitelných zdrojů. Záměrem Směrnice 2001/77/ES je, aby státy přijaly systém podpory obnovitelných zdrojů výroby elektřiny, který povede ke splnění cílů. Zatím ale neurčuje jednotné schéma podpory na úrovni Společenství. Proto dává členským státům na výběr mezi následujícími formami podpor:

- zelená osvědčení (elektřina prodávána za tržní ceny, výrobci elektřiny z obnovitelných zdrojů generují tzv. zelená osvědčení nebo certifikáty a ostatní subjekty trhu musí koupit jisté množství těchto certifikátů; jedná se o obdobný princip jako obchod s povolenkami na emise skleníkových plynů),
- investiční pomoc (dotace, úvěrové zvýhodnění atd.),
- osvobození od daně, nebo její snížení či vrácení (daň z příjmu, daň z nemovitosti atd.),
- programy přímé cenové podpory (výkupní ceny nebo příplatky k tržní ceně).

Po určitém období má EU v úmyslu sjednotit schéma podpory obnovitelných zdrojů. V současné době pozoruje fungování jednotlivých vnitrostátních systémů podpory se zaměřením především na účinnost podpor ve smyslu nákladů i dosahování cílů. Zároveň je podstatné, aby veškeré zásahy podporující obnovitelné zdroje nebyly v rozporu s pravidly vnitřního trhu s elektřinou. [7]

## 6.4 Česká legislativa a formy podpory biopaliv

Stabilní zásobování a hospodaření s energií je jednou ze základních funkcí, které musí moderní stát zajišťovat. V ČR k tomu napomáhají především tyto instituce Ministerstvo životního prostředí (MŽP), Ministerstvo průmyslu a obchodu (MPO) a Energetický regulační úřad (ERÚ). K vzhledem k dlouhodobému dopadu řídicích a regulačních kroků v této oblasti je pravidlem, že bývá zpracována dlouhodobá strategie na období 20-30 let. V ČR byla tato strategie přijata v r. 2004 v podobě Státní energetické koncepce. Státní koncepce definuje priority a cíle České republiky v energetickém sektoru a popisuje konkrétní realizační nástroje energetické politiky státu. Součástí je i výhled do roku 2030. Státní energetická koncepce patří k základním součástem hospodářské politiky České republiky. Je výrazem státní odpovědnosti za vytváření podmínek pro spolehlivé a dlouhodobě bezpečné dodávky energie za přijatelné ceny a za vytváření podmínek pro její efektivní využití, které nebudou ohrožovat životní prostředí a zároveň budou v souladu se zásadami udržitelného rozvoje. Tuto zákonnou odpovědnost stát naplňuje stanovením legislativního rámce a pravidel pro chod a rozvoj energetického hospodářství. Státní energetická koncepce ve své vizi konkretizuje státní priority a stanovuje cíle, jichž chce dosáhnout při ovlivňování vývoje energetického hospodářství ve výhledu do roku 2030, v podmínkách tržně orientované ekonomiky. Stanovuje zde komplexnější soubor priorit a dlouhodobých cílů, které bude Česká republika v energetickém hospodářství sledovat v rámci udržitelného rozvoje. K jejich naplnění budou použity vhodné a účinné nástroje a opatření. Při volbě priorit, cílů a souboru nástrojů Státní energetické koncepce byla respektována hlediska energetická, ekologická, ekonomická a sociální.

Tabulka č. 8: Cíle státní energetické koncepce

Hlavní cíle	Dílčí cíle
<b>1. Maximalizace energetické efektivity</b>	<i>Maximalizace zhodnocování energie</i>
	<i>Maximalizace efektivity při získávání a přeměnách energetických zdrojů</i>
	<i>Maximalizace úspor tepla</i>
	<i>Maximalizace efektivity spotřebičů energie</i>
	<i>Maximalizace efektivity rozvodných soustav</i>
<b>2. Zajištění efektivní výše a struktury spotřeby prvotních energetických zdrojů</b>	<i>Podpora výroby elektřiny a tepelné energie z obnovitelných zdrojů energie</i>
	<i>Optimalizace využití domácích energetických zdrojů</i>
	<i>Optimalizace využití jaderné energie</i>
<b>3. Zajištění maximální šetrnosti k životnímu prostředí</b>	<i>Minimalizace emisí poškozujících životní prostředí</i>
	<i>Minimalizace emisí skleníkových plynů</i>
	<i>Minimalizace ekologického zatížení budoucích generací</i>

	<i>Minimalizace ekologické zátěže z minulých let</i>
<b>4. Dokončení transformace a liberalizace energetického hospodářství</b>	<i>Dokončení transformačních opatření</i>
	<i>Minimalizace cenové hladiny všech druhů energie</i>
	<i>Optimalizace zálohování zdrojů energie</i>

Zdroj: [22]

V ČR je sice používání biopaliv v dopravě ošetřeno celou řadou legislativních předpisů (zákony, vyhlášky, nařízení a usnesení vlády České republiky), ale za velký nedostatek je považován fakt, že nebyla zpracována komplexní strategická studie o užití biopaliv a srovnání se situací v Evropské unii, při schvalování legislativních předpisů. Mezi důležitý předpis považujeme zákon č. 180/2005 Sb. (zákon o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie (účinný od 1. srpna 2005).

Účelem tohoto zákona je v zájmu ochrany klimatu a ochrany životního prostředí:

- podpořit využití obnovitelných zdrojů energie,
- zajistit trvalé zvyšování podílu OZE na spotřebě primárních energetických zdrojů,
- přispět k šetrnému využívání přírodních zdrojů a k trvale udržitelnému rozvoji společnosti,
- vytvořit podmínky pro naplnění indikativního cíle podílu elektřiny z obnovitelných zdrojů na hrubé spotřebě elektřiny v ČR ve výši 8 % k roku 2010 a vytvořit podmínky pro další zvyšování tohoto podílu po roce 2010.

Podpora se vztahuje na výrobu elektřiny z obnovitelných zdrojů vyrobenou v zařízeních v ČR využívajících obnovitelné zdroje, s výjimkou větrných elektráren umístěných na rozloze 1 km<sup>2</sup> o celkovém instalovaném výkonu nad 20 MWe. Pokud je elektřina vyrobena z biomasy, pak se podpora vztahuje na druhy a způsoby využití biomasy. V České republice se to týká vysokoprocentních biopaliv a čistých biopaliv, která jsou zvýhodněná osvobozením či snížením od spotřební daně (zákon č. 353/2003 Sb., o spotřebních daních). [8]

#### **a. Dotace a podpora výroby biopaliv v ČR**

V předchozí kapitole jsou identifikovány fixní a variabilní náklady. Mimo těchto nákladů na produkci energetických rostlin, jejich energetické využitelnosti je důležitým ekonomickým faktorem při rozhodování také státní podpora a určité daňové úlevy, případně dotace.

Ministerstvo zemědělství poskytuje investiční podporu prostřednictvím strukturálních fondů, a to přímou a nepřímou formou podpory. Za nepřímé formy podpory lze považovat ty, jež vytvářejí poptávku po vlastní biomase (např. legislativní podpora). ČR tak v souladu s Evropskou energetickou politikou uzákonila povinnost nahrazovat část dopravních paliv dostupných na trhu s biopalivy.

Dalším nepřímým způsobem podpory pěstování biomasy je podpora jejího zpracování a to prostřednictvím Programu rozvoje venkova ČR, který zajišťuje působení Evropského zemědělského fondu pro rozvoj venkova (EAFRD) a určuje politiku rozvoje venkova v ČR v období 2007 – 2013. Pro biopaliva je z toho dotačního programu relevantní Osa III podporující rozvoj životních podmínek ve venkovských oblastech a diverzifikaci ekonomických aktivit na venkově. Mezi hlavní priority Osy III patří: „tvorba pracovních příležitostí, podpora využívání obnovitelných zdrojů energie, zlepšení podmínek kvality života ve venkovských oblastech, včetně vzdělávání a informování hospodářských subjektů a v neposlední řadě ochrana kulturních památek.“ [12]

Další dotace jsou poskytovány v rámci přímých dotací a to tzv. uhlíkového kreditu, jedná se však o dotaci provozního charakteru. [13]

Tržní podmínky, státní politika podpory produkce energetických plodin nebo klimatické podmínky jsou neovlivnitelné pěstovatelem. Existují však i faktory, které lze producentem ovlivnit a které mohou přinést dodatečné výnosy biomasy. Na rentabilitu produkce energetických plodin a udržení nízkých procesních nákladů má dopad několik následujících vlivů (faktorů):

- znalost technologie o pěstované energetické plodině a jejich druhu,
- vhodný výběr pozemku v závislosti na pěstované plodině,
- využití odborných konzultací před zahájením produkce a během ní,
- sledování výsledků produkce,
- vzdělání a aktuální trendy.

## **b. Dopady na ceny potravin**

Biopaliva jsou z hlediska zemědělského částí bilance obilnin a olejnin. Ovšem dopad výkonu biopaliv na mezinárodní úrovni je většinou nadhodnocen, neboť jejich podíl na spotřebě těchto surovin je zatím málo významný. Tudíž novinkou pro tyto trhy není přímý dopad biopaliv na skutečnou spotřebu, ale jejich vliv na očekávání. Je-li cena ropy stálá, předpokládají účastníci na jejím trhu zvyšující se poptávku po biopalivech, neboť rafinerie mohou biopalivy nahradit určitý technickou normou limitovaný podíl v benzínu nebo naftě. Očekává se tedy, že stoupající trh s ropou podnítko obchodování se zrninami

a olejinami, přestože skutečný objem zemědělských komodit zpracovaných pro biopaliva je malý.

Hlavními podpůrnými faktory ovlivňující ceny komodit jsou spekulativní hráči a zvýšená nejistota znásobená úvěrovou krizí a poklesem cen na burze, celosvětová spotřeba obilnin v současné době a v předcházejících dvou sezónách přesahující zásob a vedoucí k napjatému stavu na trhu a dále vyšší náklady na energie (související s rostoucí cenou ropy) vynaložené na zemědělskou výrobu. Vzhledem k tomu, že uvedené faktory zapůsobily ve stejnou chvíli, byl výraznější i výsledný cenový vývoj. [9]



## 7. ZÁVĚR

První část této práce je zaměřena na obnovitelné zdroje energie a jejich využití. Hlavní důraz je kladen na charakteristiku a význam, vlastností biomasy, včetně výroby biopaliv jako alternativního zdroje energie. Jsou zde uvedeny výhody a nevýhody biomasy, technologické procesy, seznam procesů přeměny biomasy a způsob energetického využití biomasy v ČR.

Rozbor energetické bilance výroby biopaliv byl proveden v kapitole č. 5, kdy byly nejprve popsány vstupní a výstupní typy energie, které se nejčastěji vyskytují při pěstování, sklízení, skladování a zpracování biopaliv. V kapitole bylo vybráno 9 druhů biopaliv, ty pak byly podrobněji rozebrány a analyzovány.

V neposlední řadě je zmíněna legislativa EU a ČR, formy jejich podpory a dotací, včetně dopadu na ceny potravin. Názor většiny odborníků i politiků se na téma podpory biopaliv rok od roku mění. Důvod je nepochybně hospodářský. Dříve než biopaliva výrazně ovlivní spotřebu fosilních pohonných hmot, bude třeba překonat ještě velké překážky. Rostlinné oleje jsou v rámci světových cen až 3x dražší než běžná motorová paliva. Z tohoto důvodu nejsou biopaliva samostatně konkurenceschopná. Když spočítáme, na kolik nás vyjdou investice do rozšíření výroby biopaliv, zmíníme i daňové zatížení, celkovou energetickou náročnost na jejich zpracování a skladování, už si nemyslím, že mají biopaliva tak skvělou budoucnost. Osobně věřím, že biopaliva je celkově dobrá myšlenka, ale špatně proveditelná.

## 8. ZDROJE

- [1] BECHNÍK, Bronislav: Energetický regulační úřad a zastavení podpory obnovitelných zdrojů. TZB Info. [online] Publikováno: 14. 3. 2012 [cit. 2012-04-09]. Dostupné z WWW: <http://oze.tzb-info.cz/8368-energeticky-regulacni-urad-a-zastaveni-podpory-obnovitelnych-zdroju>.
- [2] Vodní a tepelné elektrárny - Vodní elektrárny v ČR [online]. [2012-04-09] Dostupné z WWW: <http://www.vodni-tepelne-elektrarny.cz/vodni-elektrarny-cr.htm>.
- [3] ČEZ, a.s.: Obnovitelné zdroje energie. Publikováno: 8. 4. 2012. [cit. 2012-04-09]. Dostupné z WWW: <http://www.zelenaenergie.cz/cs/o-zelene-energii/obnovitelne-zdroje-energie.html>.
- [4] PASTOREK, Zdeněk - KÁRA, Jaroslav - JEVIČ, Petr: Biomasa: obnovitelný zdroj energie, FCC Public. Publikováno: 2004. ISBN: 9788-0865-34-060
- [5] OCHODEK, Tadeáš et al.: Potenciál biomasy, druhy, bilance a vlastnosti paliv z biomasy: studie v rámci projektu Možnosti lokálního vytápění a výroby elektřiny z biomasy, Vysoká škola báňská - Technická univerzita. Publikováno: 2006. ISBN: 9788-0248-12-076
- [6] PONCAROVÁ, Jana. Biomasa v České republice: kolik vyrábíme elektřiny?. *Nazeleno.cz*. Publikováno: 26. 03. 2009. [cit. 2012-04-06]. ISSN 1803-4160. Dostupné z WWW: <http://www.nazeleno.cz/energie/biomasa-v-ceske-republice-kolik-vyrabime-elektriny.aspx>
- [7] MOTLÍK, Jan - ČEZ, skupina: Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v České republice, ČEZ. Publikováno: 2007
- [8] VÝZKUMNÝ ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÉ TECHNIKY: Biogenní pohonné hmoty: sborník přednášek a odborných prací mezinárodního semináře, Výzkumný ústav zemědělské techniky. Publikováno: 2005. ISBN: 9788-0868-84-080
- [9] GANDALOVIČ, Petr: Biopaliva: pomoc přírodě, nebo zločin proti lidskosti? : sborník textů, CEP - Centrum pro ekonomiku a politiku. Publikováno: 2009. ISBN: 9788-0865-47-732
- [10] MARACOGLU, Tamer - CARMAN, Kazim: Energy balance of direct seeding applications used in wheat production in middle Anatolia. *African Journal of Agricultural Research*. Publikováno: 2010 [cit. 2012-04-09]. Dostupné z WWW: <http://www.academicjournals.org/ajar/abstracts/abstracts/abstract2010/18%20May/Maracoglu%20and%20Carman.htm>
- [11] GERPEN, Jon Van a Dev SHRESTHA. *Biodiesel Energy Balance: Department of Biological and Agricultural Engineering*. Idaho, 2006. Dostupné z WWW:

[http://www.uiweb.uidaho.edu/bioenergy/NewsReleases/Biodiesel%20Energy%20Balance\\_v2a.pdf](http://www.uiweb.uidaho.edu/bioenergy/NewsReleases/Biodiesel%20Energy%20Balance_v2a.pdf). University of Idaho.

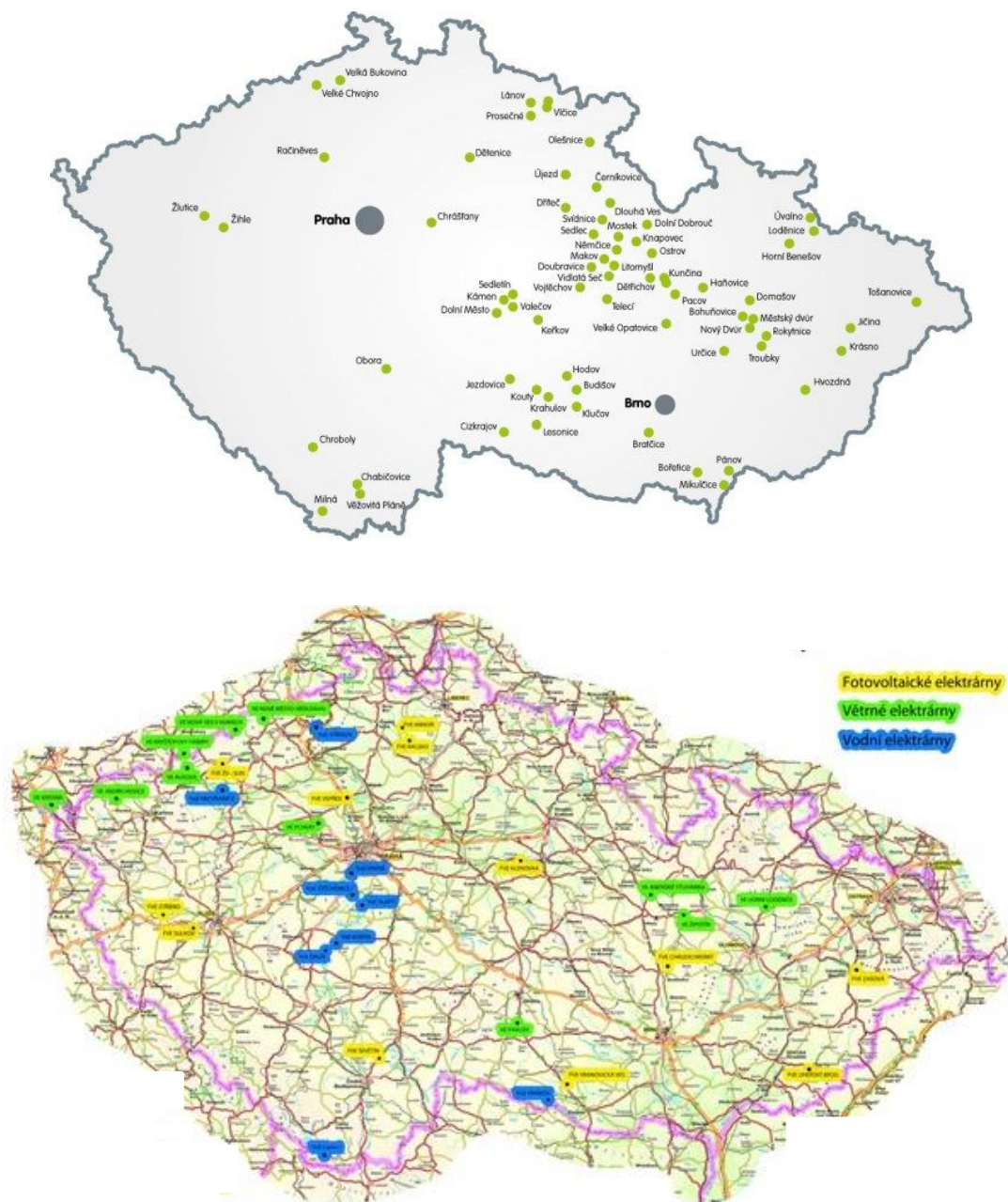
- [12] OSA III (Dotace): Program rozvoje venkova 2007–2013. MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ. *EAGRI.cz* [online]. [cit. 2012-04-08]. Dostupné z WWW: <http://eagri.cz/public/web/mze/dotace/program-rozvoje-venkova-na-obdobi-2007/opatreni-osy-iii>
- [13] BEDNÁR, Jan: Podpora pěstování energetické biomasy v ČR a v kontextu s EU. *Biom.cz* [online]. Publikováno: 10. 11. 2008 [cit. 2012-04-02]. Dostupné z WWW: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/podpora-pestovani-energeticke-biomasy-v-cr-a-v-kontextu-s-eu>. ISSN: 1801-2655.
- [14] JAKUBES, Jaroslav, Helena BELLINGOVÁ a Michal ŠVÁB. Moderní využití biomasy: technologické a logistické možnosti [online]. Česká energetická agentura, 2006 [cit. 2012-03-30]. Dostupné z WWW: <http://www.mpo-efekt.cz/dokument/02.pdf>
- [15] Česká asociace petrolejářského průmyslu a obchodu [online]. 2008 [cit. 2012-04-08]. Informace o použití motorových paliv s obsahem biopaliv - část1. Dostupné z WWW: <http://www.cappo.cz>.
- [16] *Biopaliva frčí* [online]. 2012 [cit. 2012-04-08]. Dostupné z WWW: <http://biopalivafrci.cz/>
- [17] Kjótský protokol k Rámcové úmluvě OSN o změně klimatu, 11. 12. 1997
- [18] MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ. Možnosti energetického využití biomasy. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2013. ISBN 978-80-7434-122-9. Dostupné z WWW: [http://eagri.cz/public/web/file/283371/Moznosti\\_energetickeho\\_vyuziti\\_biomasy.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/283371/Moznosti_energetickeho_vyuziti_biomasy.pdf)
- [19] Obnovitelné zdroje energie v roce 2012. In: *Ministerstvo průmyslu a obchodu* [online]. 2013 [cit. 2014-03-26]. Dostupné z WWW: <http://www.mpo.cz/dokument144453.html>
- [20] Technologie pro přípravu a energetické využití biomasy - hlavní body studie. In: *Podpora lokálního vytápění biomasou* [online]. 2013 [cit. 2014-02-10]. Dostupné z WWW: <http://www.biomasa-info.cz/cs/techpros.htm>
- [21] Potenciál biomasy k energetickému využití. In: MUŽÍK. *Biom - České sdružení pro biomasu* [online]. 2009 [cit. 2014-02-10]. Dostupné z WWW: <http://biom.cz/cz/obrazek/obr-potencial-biomasy-k-energetickemu-vyuziti-zdroj-mzp-podle-vlk-2009>
- [22] Státní energetická koncepce ČR. In: *Ministerstvo průmyslu a obchodu* [online]. 2010 [cit. 2014-02-10]. Dostupné z WWW: <http://www.mpo.cz/dokument5903.html>

## 9. SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ATP	Alternativní paliva
Bio-MTBE	Methyl-tercio-butyl-ether: palivo vyrobené z biomethanolu
Bio-ETBE	Ethyl-tercio-butyl-ether: palivo vyrobené z bioethanolu
ČSÚ	Český statistický úřad
CO <sub>2</sub>	Oxid uhličitý
EAFRD	Evropský zemědělský fond pro rozvoj venkova
ERoEI	Energy Returned on Energy Invested - energetická výnosnost
ERÚ	Energetický regulační úřad
FAME	Fatty-acid-methyl-esters: metylester mastných kyselin
GWh	Jednotka energie – gigawatthodina
IEA	Mezinárodní energetická agentura (International Energy Agency)
kWh	Jednotka energie - kilowattthodina
MĚŘO	Metylester řepkového oleje
MJ.kg <sup>-1</sup>	Jednotka výhřevnosti
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
OZE	Obnovitelné zdroje energie
PJ	Jednotka energie - petajoule
PRO	Průmyslový odpad
RME	Rapeseed Methyl Ester
SO <sub>2</sub>	Oxid siřičitý
TKO	Tuhý komunitní odpad
VÚZE	Výzkumný ústav zemědělské ekonomiky

# 10. PŘÍLOHA

## Příloha č. 1: Mapa bioplynových stanic a OZE elektráren v ČR



Zdroj: [3]