



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
ÚSTAV PROCESNÍHO A EKOLOGICKÉHO  
INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF PROCESS AND ENVIRONMENTAL  
ENGINEERING

## ZHODNOCENÍ TECHNOLOGIÍ PRO VYUŽITÍ BIOMASY EVALUATION OF TECHNOLOGY FOR THE BIOMASS INCINERATION.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

LUKÁŠ TRNA

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

doc. Ing. JAROSLAV JÍCHA, CSc.

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav procesního a ekologického inženýrství  
Akademický rok: 2009/10

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Trna Lukáš

kteřý/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

### **Zhodnocení technologií pro využití biomasy**

v anglickém jazyce:

#### **Evaluation of technology for the biomass incineration.**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

V současné době roste význam využití biomasy zejména jako obnovitelného zdroje energie. Biomasa má vedle toho i význam pro recyklaci odpadní suroviny na produkty využitelné nejen v energetice, ale i v zemědělství a ve spotřebním průmyslu.

Hlavní zaměření práce:

Biomasa a její produkce.

Možnosti využití biomasy.

Netermické a energetické možnosti využití biomasy.

Energetické využití biomasy.

Cíle bakalářské práce:

Zpracování literární rešerše a přehledu metod zpracování a využití biomasy. Popis technologických zařízení pro spalování biomasy a kogeneraci energie a tepla.

Seznam odborné literatury:

- [1] Doc. Ing. Brožek, K., CSc., Ing. Šourek, B.: Alternativní zdroje energie, ČVUT, Fakulta strojní, 2003
- [2] Prof. Ing. Kadrnožka, J., CSc.: KVET - masivní a efektivní nástroj pro úsporu fosilních paliv, článek v 3T, 3/2004
- [3] FCC Public: Obnovitelné zdroje energie, Praha 2001
- [4] internetové stránky: <http://calla.ecn.cz/atlas> <http://www.biom.cz>

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Jaroslav Jícha, CSc.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2009/10.

V Brně, dne

L.S.

prof. Ing. Petr Stehlík, CSc.  
Ředitel ústavu



doc. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.  
Děkan fakulty



## **Abstrakt**

Cílem této bakalářské práce je podat jejímu čtenáři základní informace o biomase a technologiích pro její využití. Vypracování je rozděleno do čtyř hlavních částí. První část popisuje zdroje biomasy, její úpravy a zpracování pro energetické účely. V části druhé, obsáhlejší jsou uvedeny jednotlivé technologie a možnosti konečného využití biomasy. Třetí část shrnuje ekologické dopady a vlivy produkce biomasy na životní prostředí. Část čtvrtá pojednává o ekonomice a porovnává náklady při využívání nejdostupnějších technologií k získání tepelné energie.

## **Abstract**

The objective of this bachelor's thesis is to provide general information about biomass and technologies for its using. The thesis is divided into four main parts. The first part describe sources of biomass, its adaptation and its processing for energy purposes. The second part is more comprehensive and mentions individual technologies and possibilities of final using of biomass. The third part sums up ecological falls and effects of production biomass on environment. The fourth part deals with economics and compares costs of the most available technologies for gaining thermal energy.

## **Klíčová slova**

Biomasa, spalování, zplynování, pyrolýza, zkapalňování, fermentace, kompostování

## **Key words**

Biomass, burning, gasification, pyrolysis, liquefaction, fermentation, composting

## **Bibliografická citace**

TRNA, L. *Zhodnocení technologií pro využití biomasy*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2010. 34 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Jaroslav Jícha, CSc.

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci napsal samostatně bez cizí pomoci, pod dohledem doc. Ing. Jaroslava Jíchy, CSc. V seznamu použité literatury jsem uvedl všechny zdroje, ze kterých jsem při vypracování vycházel.

V Brně, dne: .....

Podpis: .....

## **Poděkování**

Chtěl bych poděkovat vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Jaroslavu Jíchovi, CSc. za cenné rady a odbornou pomoc při vypracování této bakalářské práce.



# Obsah

<b>1</b>	<b>ÚVOD .....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>DEFINICE BIOMASY .....</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>ENERGIE Z BIOMASY .....</b>	<b>12</b>
<b>3.1</b>	<b>Obrázek bilance CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> a H<sub>2</sub>O pro spálení 1 tuny biomasy .....</b>	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>ZDROJE BIOMASY .....</b>	<b>13</b>
<b>4.1</b>	<b>Biomasa podle obsahu vody .....</b>	<b>13</b>
<b>4.2</b>	<b>Biomasa odpadní.....</b>	<b>13</b>
<b>4.3</b>	<b>Biomasa záměrně produkovaná .....</b>	<b>14</b>
	4.3.1 Požadavky pro pěstování na rychle rostoucích plantážích.....	14
<b>5</b>	<b>ÚPRAVA BIOMASY A ZPRACOVÁNÍ PRO ENERGETICKÉ ÚČELY .....</b>	<b>15</b>
<b>5.1</b>	<b>Úprava biomasy pro výrobu pelet .....</b>	<b>15</b>
	5.1.1 Proces peletování.....	15
	5.1.2 Peletovací lis JGE 120 .....	16
<b>6</b>	<b>MOŽNOSTI VYUŽITÍ A PŘEHLED TECHNOLOGIÍ .....</b>	<b>17</b>
<b>6.1</b>	<b>Biomasa rostlinného původu (TERMOCHEMICKÁ přeměna) .....</b>	<b>17</b>
	6.1.1 Spalování.....	18
	6.1.1.1 Spalné teplo .....	18
	6.1.1.2 Výpočet spalného tepla.....	18
	6.1.1.3 Výhřevnost .....	19
	6.1.1.4 Výpočet výhřevnosti .....	19
	6.1.1.5 Tabulka výhřevností jednotlivých materiálů .....	19
	6.1.1.6 Zařízení pro spalování biomasy .....	20
	6.1.1.7 Přehled zařízení na spalování biomasy.....	20
	6.1.1.8 Popis kotle na spalování pelet značky BIOSTAR .....	21
	6.1.2 Zplynování .....	22
	6.1.2.1 Definice a využití energoplynu .....	22
	6.1.2.2 Složení energoplynu.....	22
	6.1.2.3 Zplynovací kotle.....	22
	6.1.2.4 Popis zplynovacího zařízení na kusové dřevo a brikety .....	23
	6.1.3 Pyrolýza.....	24
	6.1.3.1 Složení pyrolýzního oleje .....	24
	6.1.4 Zkapalňování (hydrolýza).....	25
<b>6.2</b>	<b>Biomasa živočišného původu (BIOCHEMICKÁ přeměna) .....</b>	<b>26</b>
	6.2.1 Fermentace .....	27

6.2.1.1	Popis bioplynové stanice .....	27
6.2.1.2	Schéma bioplynové stanice .....	28
6.2.2	Kompostování .....	28
6.2.2.1	Optimální podmínky pro kompostování .....	28
<b>7</b>	<b>EKOLOGICKÉ DOPADY .....</b>	<b>29</b>
<b>8</b>	<b>EKONOMIKA .....</b>	<b>30</b>
<b>8.1</b>	<b>Porovnání nákladů na vytápění rodinného domu .....</b>	<b>30</b>
<b>9</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>31</b>
<b>10</b>	<b>LITERATURA .....</b>	<b>32</b>



## 1 Úvod

Již naši předkové v době kamenné využívali energii z biomasy jejím spalováním jako primární zdroj tepla a světla. Topilo se především dřevem, ale i rašelinou a sušeným trusem.

S postupným vývojem lidstva šel ruku v ruce i rozvoj průmyslu. Zvyšování životní úrovně lidí vedlo k nárůstu spotřeby energie. K jejímu získávání jsme doposud čerpali především z neobnovitelných zdrojů fosilních paliv. V současné době znatelně pociťujeme záporné dopady na životní prostředí a změnu klimatických podmínek, právě díky spalování uhlí a ropných produktů, jejichž zásoby nejsou nekonečné. Ložiska uranu a fosilních paliv se odhadují v rádech desítek let, kromě uhlí jehož dostupnost se pohybuje v intervalu 150 – 200 let.

Zdálo by se, že jaderná energie je onou alternativou k dosažení menšího znečišťování, ale bohužel není tomu tak, jelikož vznikají další bezpečnostní rizika a problémy s uskladněním nebezpečného jaderného odpadu.

Všechny tyto důvody jsou trnem v oku lidí a nutí nás zamyslet se nad jinými způsoby získávání energie mnohem šetrnějším způsobem. Vracíme se tedy na cestu, která vede k prvotnímu zdroji energie, k rychle obnovitelné biomase se skrytým, energeticky obrovským potenciálem.

Na světových zdrojích energie se v roce 2003 biomasa podílela 10,6 %, což odpovídá 79,9 % ze všech obnovitelných zdrojů. Vrcholní představitelé EU se zavázali, že do roku 2020 dojde ke zvýšení podílu obnovitelných zdrojů energie na celkové spotřebě energií až o 20 %. [29]

Využívání biomasy pomáhá v rozvoji zemědělských oblastí, především lepším využitím pracovní síly a mechanizace. Dále posiluje ekonomiku v daném regionu přicházejícími investicemi do nových technologií.

Cílem využívání biomasy je dosažení ekologické rovnováhy a maximální přiblížení k uzavřenému cyklu, ve kterém využijeme co možná nejvíce odpad z výrobních procesů a tak snížíme úroveň vzniklých emisí.

Je pouze na nás do jaké míry dokážeme tento energetický potenciál využít.

## 2 Definice BIOMASY

Hmota organického původu, čili biomasa jako obnovitelný zdroj energie je souhrn látek tvořící těla všech organismů, biologicky rozložitelná část komunálního a průmyslového odpadu.

V podmínkách České republiky jsou základním producentem biomasy rostliny, které jsou „akumulátorem“ sluneční energie. Přicházejí nejčastěji v úvahu především dřevný odpad, dále sláma, ale nejen rostlinné, ale i živočišné produkty. [1]



### 3 Energie z biomasy

Biomasa zaujímá celkem 75 % podílu z celkové produkce energie získané z obnovitelných zdrojů v České republice.

Jednou z možností jak využít energii biomasy je její přímé spalování. Jde o uzavřený uhlíkový cyklus, který můžeme vidět na obrázku 3.1. Přesněji je zde graficky vyznačena bilance  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$  a  $\text{H}_2\text{O}$  pro spálení jedné tuny biomasy.

K vyprodukování jedné tuny biomasy na ploše 0,2 hektaru je zapotřebí 0,6 tuny vody. Za celou dobu růstu spotřebuje tato biomasa 1,6 tuny kyslíčnicku uhličitého -  $\text{CO}_2$ , který způsobuje nežádoucí skleníkový efekt naší planety. Zároveň biomasa produkuje 1,2 tuny kyslíku -  $\text{O}_2$ . Kyslík je důležitým činidlem pro správné spalování.

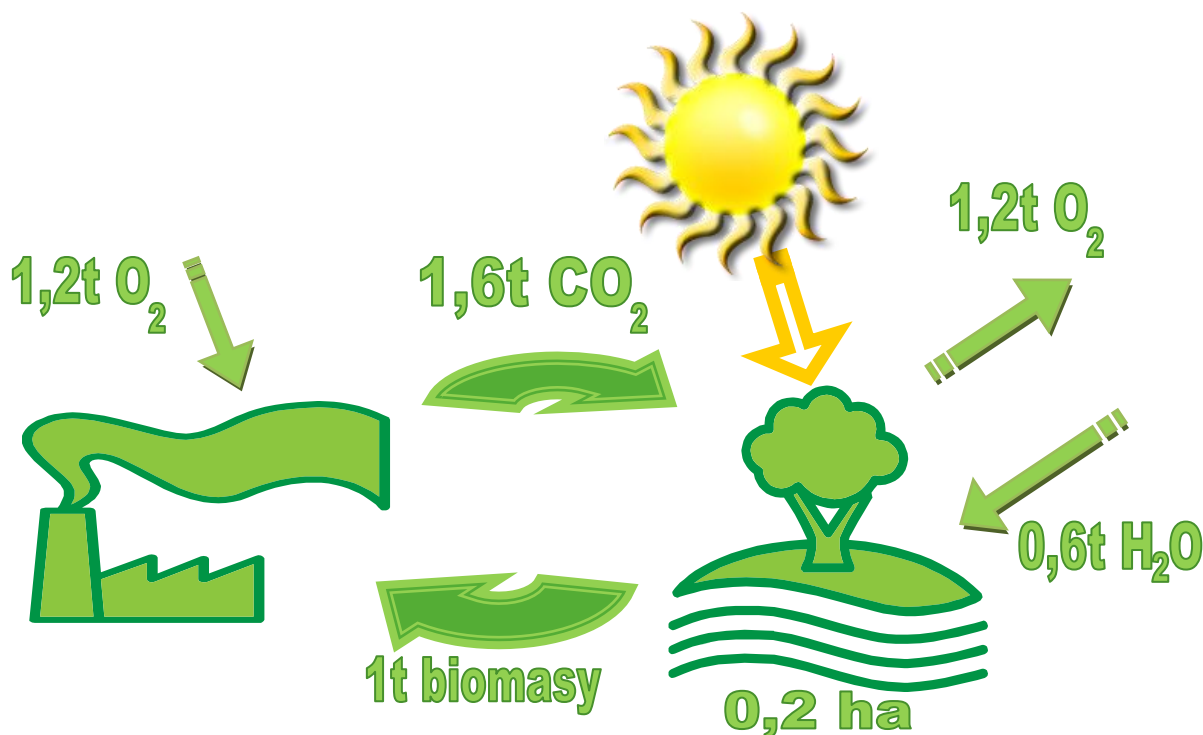
Nyní jsme vyprodukovali – vypěstovali jednu tunu biomasy, kterou mechanicky zpracujeme a dopravíme do spalovny. Následně se pokusíme získat procesem spalování kýženou energii.

Při spalování spotřebujeme stejný objem kyslíku -  $\text{O}_2$ , který vyprodukovala biomasa při svém růstu, a do ovzduší vypustíme opět stejné množství kyslíčnicku uhličitého -  $\text{CO}_2$ , který spotřebovala biomasa při svém vzniku, čímž jsme docílili rovnováhy a proces se nyní může opakovat.

Spálením odpadní biomasy se navíc předejde vzniku dalšího nebezpečného skleníkového plynu metanu, který vzniká při samovolném organickém rozkladu na skládkách.

Na první pohled se jedná o ideální řešení pro získávání energie například z účelně pěstované biomasy, ale když do celého cyklu zahrneme další faktory ekologické a ekonomické, nemusí se vždy jednat o ideální řešení. [2]

#### 3.1 Obrázek bilance $\text{CO}_2$ , $\text{O}_2$ a $\text{H}_2\text{O}$ pro spálení 1 tuny biomasy [2]





## 4 Zdroje biomasy

V přírodních podmínkách České republiky lze biomasu rozdělit do těchto kategorií. [3]

### 4.1 Biomasa podle obsahu vody

<b>suchá</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- dřevo a dřevní odpady, ale také sláma a další odpady</li><li>- lze ji spalovat přímo, případně po mírném vysušení</li></ul>
<b>mokrá (tekuté odpady)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- kejda, hnůj a kaly z čistíček odpadních vod</li><li>- nelze ji spalovat přímo</li><li>- využívá se zejména v bioplynových technologiích</li></ul>
<b>speciální</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- olejnin, škrobové a cukernaté plodiny</li><li>- využívají se ve speciálních technologiích k získání energetických látek - zejména bionafty nebo lihu</li></ul>

### 4.2 Biomasa odpadní

Zemědělství a lesnictví je bezpochyby největším producentem odpadní a vyprodukované biomasy. Patří sem odpady živočišné výroby a zbytky rostlin. [3]

<b>rostlinné odpady</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- ze zemědělské prvovýroby a údržby krajiny</li><li>- řepková a kukuřičná sláma, obilná sláma, seno, zbytky po likvidaci křovin a náletových dřevin</li><li>- odpady ze sadů a vinic</li><li>- odpady z údržby zeleně a travnatých ploch</li></ul>
<b>lesní odpady (dendromasa)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- po těžbě dříví zůstává v lese určitá část stromové hmoty nevyužitá</li><li>- pařezy, kořeny, kůra, vršky stromů, větve, šišky</li><li>- dendromasa z prvních probírek a prořezávek</li></ul>
<b>organické odpady z průmyslových výrob</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- spalitelné odpady z dřevařských provozoven</li><li>- odřezky, piliny, hobliny, kůra</li><li>- odpady z provozů na zpracování a skladování rostlinné produkce (cukrovary)</li><li>- odpady z jatek, mlékáren, lihovarů, konzerváren</li></ul>
<b>odpady ze živočišné výroby</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- hnůj, kejda, zbytky krmiv</li></ul>
<b>komunální a organické odpady</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- kaly, organický tuhý komunální odpad (TKO)</li></ul>

### 4.3 Biomasa záměrně produkovaná

Způsob záměrné produkce biomasy se začal v Evropské unii rozvíjet zhruba před dvaceti lety. Lesnické lignokultury topolů, které se sklízí po 15 – 30 letech růstu, jsou pomalu nahrazovány mnohem efektivnější metodou výmladkových (rychle rostoucích) plantáží. Výmladkové plantáže se sklízí ve velmi krátkém období 3 – 7 let. [3]

Velkou výhodou této metody je možnost jejího opakování několikrát po sobě a to bez nutnosti nové výsadby. Používají se druhy a sorty dřevin, trvalek nebo bylin, které jsou schopné vysokého výnosu nadzemní biomasy. Výnosy se pohybují od 8 – 10 tun sušiny/ha/rok (100% sušiny) v průměru za celou dobu existence plantáže.

Celková rozloha rychle rostoucích dřevin v České republice je 100 ha a energetických plodin 1000 ha. [3]

<b>lignocelulózná</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- dřeviny (vrby, topoly, olše, akáty)</li> <li>- obiloviny (celé rostliny)</li> <li>- travní porosty (sloní tráva, chřastice, trvalé travní porosty)</li> <li>- ostatní rostliny (konopí seté, čirok, křídlatka, šťovík krmný, sléz topolovka)</li> </ul>
<b>olejnatá</b>	- řepka olejná, slunečnice, len, dýně na semeno
<b>škrobno-cukernatá</b>	- brambory, cukrová řepa, obilí (zrno), topinambur, cukrová třtina, kukuřice

#### 4.3.1 Požadavky pro pěstování na rychle rostoucích plantážích

- odolnost proti škůdcům a chorobám
- vysoký vzrůst rostlin v mládí
- dobré obrůstající schopnosti pařezů po obmýtí
- pozemek uzpůsobený k mechanizačnímu zpracování
- mocnost ornice minimálně 30 cm, optimálně 70 cm
- pH půdy minimálně 5,5
- vysoká hladina spodní vody 60 -120 cm [1]



Fotografie rychle rostoucí topolové plantáže [26]



## 5 Úprava biomasy a zpracování pro energetické účely

Nežli začneme využívat biomasu pro získání konečné energie, je nutnost dostatečně kvalitně upravit a zpracovat její jednotlivé zdroje. Na rozdíl od fosilních paliv, která po vytěžení projdou pouze drobnými úpravami, musíme paliva z biomasy do značné míry zpracovat pro koncové využití. [1]

Řada firem se začala zabývat výrobou palivového materiálu z biomasy a dnes již není problém sehnat na našem trhu například balené pelety či brikety. Ceny se mezi danými výrobci liší a nevždy odpovídá kvalita produktu jeho ceně. Tento fakt přispěl ke zvýšení poptávky po menších zařízeních na úpravu a zpracování biomasy do domácností. Samy si tak můžeme vyrobit palivové pelety z celé škály materiálů od starých kartónů z papíru, přes dřevo, slámu, štěpku, obilí, zrní až po energetické plodiny jako je šťovík. [15]

### 5.1 Úprava biomasy pro výrobu pelet

Jednotlivé materiály musíme nejprve nadrtit pomocí drtičky na jemné piliny. Drtičky jsou zpravidla poháněny elektromotorem, ale pokud bychom chtěli používat drtičku mimo dosah elektrické sítě, není problém vyměnit elektrický pohon za dieselový.

Vzniklou směs následně změříme vlhkoměrem. Vlhkost se s použitým vstupním materiálem liší a nejčastěji se pohybuje kolem 60 %. Pomocí sušky snížíme tuto vlhkost na 10 – 19 %. Zdrojem tepla k vysušení nadrceného materiálu je kotel na palivové dřevo, zabudovaný do systému sušky. Tvrdá dřeva jako dub a buk je dobré po nadrcení a vysušení smíchat s měkčími dřevy, například smrkovými či borovicovými, pro následné zpracování v lisu. Také nadrcený papír se smíchává přímo s mokřým dřevem v poměru 50:50. [15]

#### 5.1.1 Proces peletování

Peletovací lis je poháněn elektromotorem, který přenáší krouticí moment na hnané ústrojí pomocí planetové převodovky. Nadrcený a vysušený materiál je dvěma lisovacími válci a maticí vtačován do lisovací komory, tím dochází k uvolňování tepelné energie.

Válce i matrice jsou vyrobeny z oceli a následně zakaleny, jejich životnost se pohybuje od 12 – 48 měsíců při jednosměnném provozu.

Lisovací komora je litinová pro co nejlepší vodivost tepla. Provozní teplota zařízení se pohybuje od 90 do 110 °C, čímž se z vloženého materiálu vyloučí lignin, který slouží jako pojivo ke spojení pelety. [15]



### 5.1.2 Peletovací lis JGE 120

Peletovací lis JGE 120 je zástupcem malých lisů pro výrobu pelet, který umí zpracovat piliny, hobliny, slámu, seno, řepku, slunečnici, kukuřici, rákos, papír, karton, koňský a králíčí trus.

Pohon zajišťuje elektromotor rakouské firmy Lenze o výkonu 2,2 kW, možné je i připojit diesellový pohon o výkonu 8 koní.

Ekonomická návratnost se dle výrobce pohybuje do jednoho měsíce při produkci 16 tun pelet, kdy se cena jedné tuny pohybuje kolem 3.000,- Kč. Samotné náklady na provoz zařízení pro výrobu jedné tuny pelet jsou 250,- Kč. [15, 16]

Průměrná spotřeba dvoupodlažního rodinného domu je cca. 8 tun pelet na jednu topnou sezónu, což se rovná nákladům 2 000,- Kč za spotřebovanou energii tímto zařízením.

Hodinová vydatnost zařízení je 75 až 100 kg pelet, při 8 hodinovém provozu vyprodukuje od 600 do 800 kg pelet. Vydatnost velice závisí na druhu zpracovávaného materiálu. Měkké materiály jako sláma mají vydatnost vždy vyšší nežli materiály tvrdé například dřevo.

Pokud by stroj pracoval jeden celý rok na jednosměnný provoz, pak nám za tento rok vyprodukuje 192 tun pelet při výnosu 576 000,- Kč.

Životnost válců a matrice se pohybuje od 12 do 48 měsíců při zpracování měkkých materiálů. Cena náhradní oboustranné matrice je 4 200,- Kč a za dva náhradní lisovací válce do 120 °C zaplatíme 2 500,- Kč. Celková cena tohoto lisu je 45 900,- Kč.

Produkce tohoto malého peletovacího lisu mnohonásobně převyšuje průměrnou spotřebu pelet jedné domácnosti pro jednu topnou sezónu a tak se řada našich zemědělců rozhodla prodávat pelety vyrobené například z vlastního obilí i do svého okolí. [15, 16]



*Fotografie peletovací lisu JGE 120 firmy Green energy. [15]*

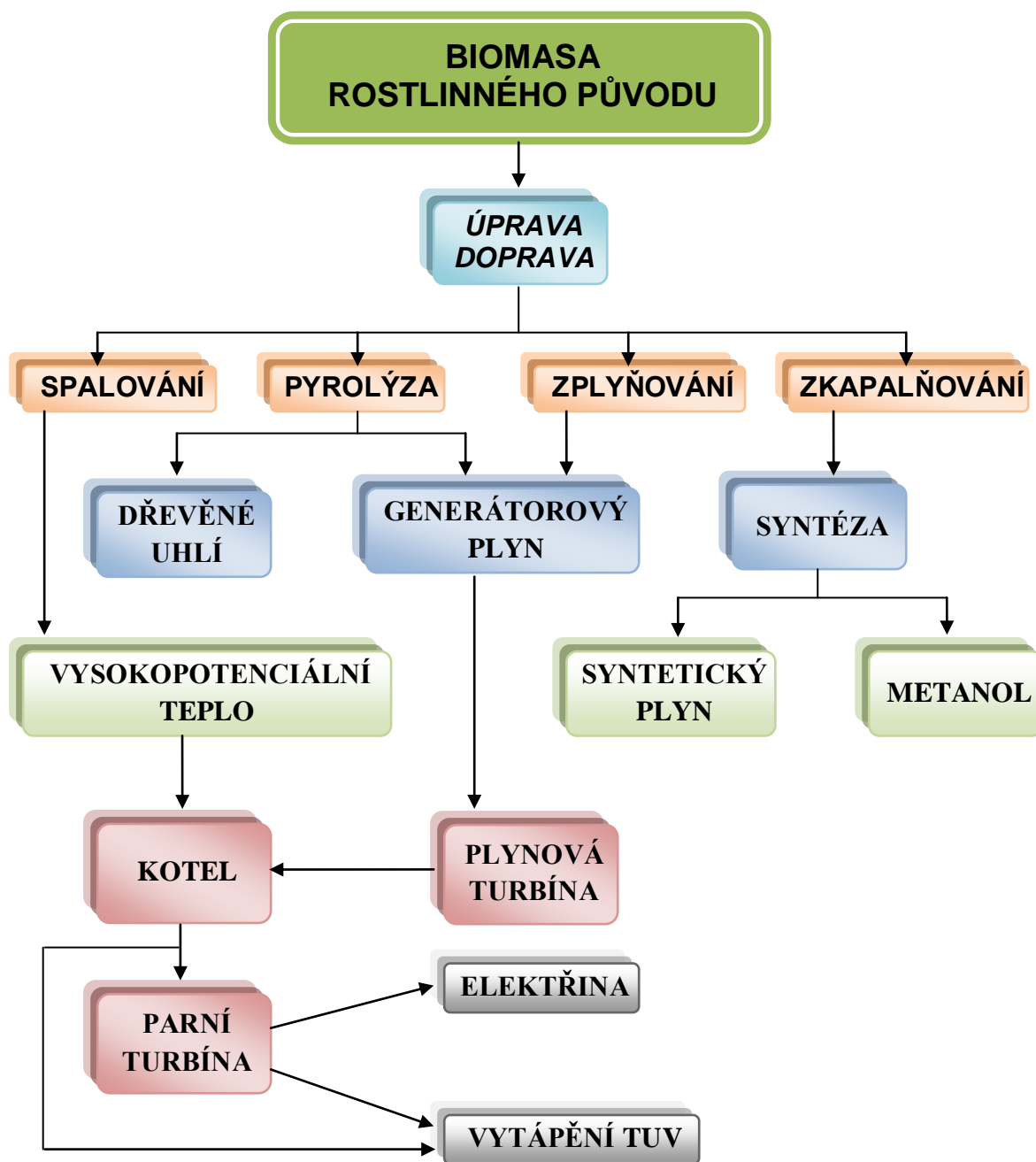


## 6 Možnosti využití a přehled technologií

V současné době vyrábíme v České republice z biomasy nepřeborné množství sloučenin a materiálů. K přípravě a samotné výrobě koncových produktů nám dopomáhají jednotlivé technologie, které jsou znázorněny v diagramech.

### 6.1 Biomasa rostlinného původu (TERMOCHEMICKÁ přeměna)

*Diagram termochemické přeměny biomasy rostlinného původu – suché procesy [1]*





### 6.1.1 Spalování

Spalování patří pravděpodobně mezi obecně nejznámější a nejrozšířenější způsoby využití biomasy. Pokud chceme co nejefektivněji využít spalovacího procesu, měli bychom se zamyslet nad koupí speciálního kotle pro daný druh biomasy. Díky státním dotacím, potažmo dotacím z evropské unie, se pořizovací náklady speciálních kotlů na biomasu staly dostupnými a jistě každý z nás ví o někom ze svého okolí, který právě tuto technologii k získávání ekologického tepla využívá.

Nejčastěji používaným druhem biomasy pro tento technologický způsob využití je především rostlinná biomasa (fytomasa) z různých druhů dřevin a slamnatých plodin. Chemické složení slámy v suchém stavu je velice podobné právě dřevinám. Skládá se přibližně ze 44 – 48 % uhlíku, 44 % kyslíku a 5,5 – 6,5 % vodíku. [4]

Výhřevnost fytomasy se použitým druhem při stejném obsahu vody příliš nemění. Základním parametrem pro spalovací proces je vlhkost a výhřevnost biomasy, které jsem uvedl do tabulky níže.

#### 6.1.1.1 Spalné teplo

Je takové množství tepla, které se uvolní úplným spálením paliva v kalorimetrické tlakové nádobě v prostředí stlačeného kyslíku při teplotě 25 °C, vztažené na jednotku jeho hmotnosti. Voda uvolněná spalováním zkondenzuje a již není potřeba redukovat energii chemické reakce o její spalné teplo. [17]

Hodnota spalného tepla je vyšší, maximálně stejná jako hodnota výhřevnosti, jelikož při výhřevnosti předpokládáme, že na konci reakce bude voda v plynném skupenství.

Spalné teplo značíme písmenem „ $Q_s$  s indexem  $s$ “ a jeho jednotky jsou J/kg nebo se také používají J/m<sup>3</sup>. [17]

#### 6.1.1.2 Výpočet spalného tepla

$$Q_s = \frac{C \cdot (D_t - K) - c}{m}$$

Význam jednotlivých členů a jejich jednotky:

Parametry	Význam	Jednotky
<b>C</b>	tepelná kapacita kalorimetrického systému	[J · °C <sup>-1</sup> ]
<b>D<sub>t</sub></b>	celkový vzestup teploty v hlavním úseku	[°C]
<b>K</b>	oprava na výměnu tepla s okolní atmosférou $K = 0,5 (d_H + d_K) + (n - 1) d_K$	[°C]
<b>c</b>	oprava na teplo, uvolněné spálením nitky	[J]
<b>m</b>	hmotnost navážky analytického vzorku paliva	[g]
<b>d<sub>H</sub></b>	průměrná změna teploty za minutu v počátečním úseku	[°C]
<b>d<sub>K</sub></b>	průměrná změna teploty za minutu v konečném úseku	[°C]
<b>n</b>	počet minut v hlavním úseku	



### 6.1.1.3 Výhřevnost

Výhřevnost můžeme popsat jako hodnotu spalného tepla sniženou o výparné teplo vody, které vzniklo za dobu hoření. Výhřevnost značíme písmenem „ $Q_v$ “ s indexem „v“ a její jednotky jsou  $J \cdot g^{-1}$ . [17]

### 6.1.1.4 Výpočet výhřevnosti

$$Q_v = Q_s - 24,42 \cdot (W + 8,94H_h)$$

Parametry	Význam	Jednotky
$Q_s$	spalné teplo	[J/kg]
$W$	obsah vody v analytickém vzorku	[%]
$H_h$	obsah vodíku v analytickém vzorku	[°C]
<b>24,42</b>	koeficient odpovídající 1 % vody ve vzorku při teplotě 25 °C	
<b>8,94</b>	koeficient pro přepočítání vodíku na vodu	

### 6.1.1.5 Tabulka výhřevností jednotlivých materiálů [5]

DRUH BIOMASY	OBSAH VODY [%]	VÝHŘEVNOST [MJ/kg]	Objemová měrná hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
Polena (měkké dřevo)	0	18,56	355
	10	16,40	375
	20	14,28	400
	30	12,18	425
	40	10,10	450
	50	8,10	530
Dřevní štěpka	10	16,40	170
	20	14,28	190
	30	12,18	210
	40	10,10	225
Sláma (obiloviny)	10	15,50	120 (balíky)
Sláma (řepka)	10	16,00	100 (balíky)



## 6.1.1.6 Zařízení pro spalování biomasy

Ke spalování biomasy nelze využít klasické kotelní zařízení sestavené ke spalování hnědého nebo černého uhlí. Bohužel tento omyl stále koluje mezi některými lidmi.

Zařízení určená pro spalování biomasy jsou často přesně konstruována přímo pro daný druh použitého paliva.

Výkony jednotlivých zařízení pro spalování biomasy se pohybují od několika kW, až po desítky MW a závisejí na způsobu jejich použití a umístění.

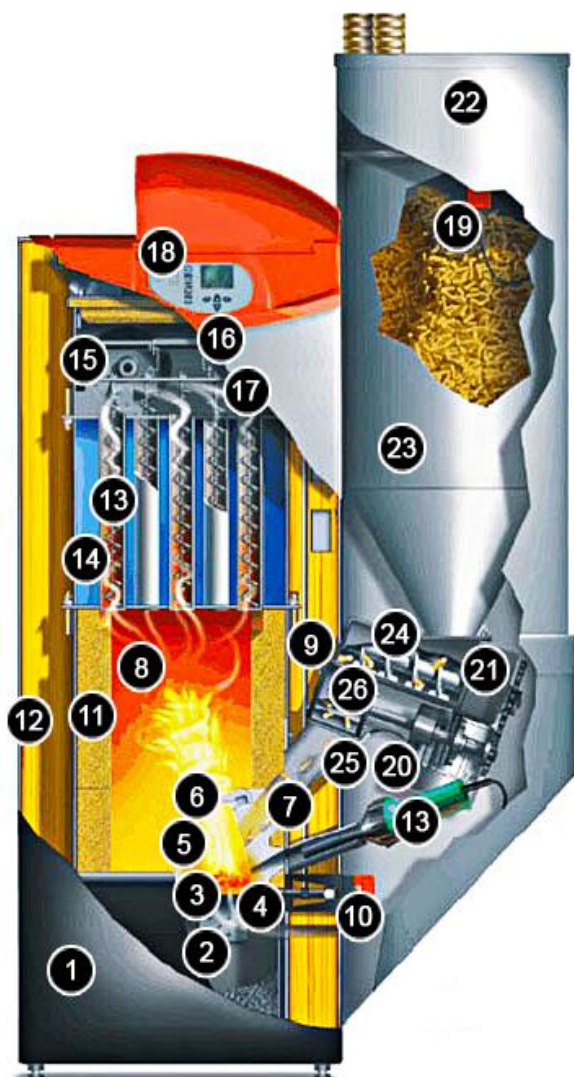
## 6.1.1.7 Přehled zařízení na spalování biomasy [6]

Zařízení	Popis	Použití	Palivo	
Lokální topeniště (několik kW)	klasická kamna a krby	Málo efektivní, spíše doplňky interiéru.	polena brikety	
	krbová kamna	S vestavěnou topnou vložkou mohou sloužit jako kotel pro ústřední vytápění.		
	cihlové pece a kachlová kamna	Spíše estetická součást interiéru s poměrně vysokou účinností.		
Malé kotle (20 - 100 kW)	zplynovací kotle na kusové dřevo	Palivo je zplyňováno a následně spalováno. Výkon se dá pohodlně regulovat.	brikety, polena (dřevní odpad - manuální obsluha)	
	automatické kotle	Bezobslužný provoz zajišťuje podavač paliva a upravený hořák.	školy, administrativní budovy, hotely	pelety, obiloviny, štěpky
Střední kotle (nad 100 kW)	automatické kotle	Roštové kotle s posuvným roštem. Lze spalovat méně kvalitní či vlhkou biomasu.	ústředny vytápění, průmyslové objekty	štěpky, sláma, pelety, brikety
Kotelny velkých výkonů (MW)	spalování na roštu	Možnost spoluspalování s tuhými fosilními palivy.	velké areály výrobních podniků	piliny, sláma, štěpka, energetické rostliny, dřevní odpad
	fluidní technologie	Možnost spoluspalování s tuhými fosilními palivy.	ústředny vytápění, průmyslové objekty	piliny, sláma, štěpka, energetické rostliny, dřevní odpad

### 6.1.1.8 Popis kotle na spalování pelet značky BIOSTAR

Kotel na spalování pelet BIOSTAR je nízkoteplotní peletový systém o výkonu až 23 kW, který lze provozovat plynule od 38 °C do 80 °C teploty kotle. Pelety jsou dopravovány do zásobníku (23) sací turbínou flex (22). Plynulou regulací výkonu zajišťuje šnekový dopravník (24), který optimálně dávkuje pelety prostřednictvím padací šachty (7) na rošt (4) do spalovací komory. Spalovací komora je šamotová (11) s obsahem karbidu křemíku, který zvyšuje odolnost proti opotřebení. V optimalizovaném spalovacím prostoru dochází pomocí primárního vzduchu (3) při 800 – 1000 °C k odplynění pelet. Podle potřebného výkonu se automaticky mění výška ohniště. Sekundární vzduch (5) je přiváděn kroucenou deskou (6), která vytváří turbulentní proudění.

V uklidňovací zóně (8) dochází následně k oddělení prachu od spalin. Vzniklou tepelnou energii přenáší do topného systému rodinného domu trubkový výměník tepla (14) a odtahovým ventilátorem (15) odvádíme spaliny ven z prostoru kotle. Ovládání kotle probíhá plně automaticky a lze jej nastavit pomocí ovládacího panelu (18)



#### LEGENDA:

1. Dvířka popelníku
2. Deska pro čištění roštu
3. Primární vzduch
4. Samočisticí rošt
5. Sekundární vzduch
6. Kroucená deska
7. Padací šachta  
odolná proti zpětnému zahoření
8. Uklidňovací zóna
9. Táhla čištění výměníku
10. Servomotor pro čištění roštu
11. Keramická izolace
12. Izolace
13. Vířidla
14. Trubkový výměník tepla
15. Odtahový ventilátor
16. Lambda sonda
17. Kouřové čidlo
18. Ovládací panel
19. Senzor ukazatele naplnění
20. Motor
21. Převodovka
22. Sací turbína
23. Zásobník
24. Šnekový dopravník pelet
25. Kontrolní senzor
26. Dávkoč

Schéma kotle na spalování pelet,  
typ BIOSTAR FLEX BOX [31]



### 6.1.2 Zplynování

Zplyňování patří mezi další perspektivní technologie pro výrobu ušlechtilého paliva z odpadní biomasy, především dřevních odpadů, které prochází dvěma fázemi.

V první fázi vzniká při teplotě kolem 800 °C bez přístupu vzduchu dřevěné uhlí a dehet. V druhé fázi reagují vzniklé produkty při omezeném množství vzduchu a dochází ke vzniku dřevního plynu, který je tvořen směsí plynů CO (25 %), CO<sub>2</sub> (10 %), H<sub>2</sub> (20 %), CH<sub>4</sub> (3 %), a N<sub>2</sub> (40 %). Pokud dosáhneme teploty o hodnotách 1100 – 1200 °C, nastane rozklad vody na vodní plyn podle rovnice  $C + H_2O = CO + H_2$ .

Výhřevnost plynu (energoplynu) se pohybuje od 5 – 6 MJ.m<sup>-3</sup>. Pokud bychom chtěli docílit vyšší výhřevnosti, musíme upravit vlhkost suroviny přiváděné do reaktoru na hodnotu 15 – 20 %. Vlhkostní kritéria bez nutnosti sušení splňují například hobliny a mimořádně i štěpka. [30]

#### 6.1.2.1 Definice a využití energoplynu

Energoplyn - bezbarvý plyn, který značně zapáchá dehtem a je výbušný při iniciaci se vzduchem v rozmezí 19 – 50 % objemu. Obsahuje vedle látek uvedených i řadu škodlivých prvků, které je nutné před konečným použitím zredukovat, v lepším případě úplně odstranit.

#### 6.1.2.2 Složení energoplynu

Hořlavými složkami energoplynu jsou oxid uhelnatý, vodík a metan. Zároveň obsahuje dehtové sloučeniny v rozmezí 2 – 10 g/Nm<sup>3</sup>, které zvyšují výhřevnost energoplynu. Přesněji se jedná o vysokoteplotní dehet s podílem 20 – 40 % naftalenu. [18]

#### 6.1.2.3 Zplynovací kotle

Zplynovací kotle jsou vhodné především pro vytápění rodinných domů. Dosahují regulovatelných výkonů od 10 – 100 kW s účinností od 88 – 92 %.

Především kusové dřevo ve formě polen, dřevěné brikety a pelety jsou vhodnými palivy pro tento druh kotlů. V případě použití kusového dřeva (polen) jako paliva se jedná o druhý nejlevnější způsob vytápění, který vyjde v průměru na 15 000,- Kč za jednu topnou sezónu. [12, 13]

#### Výhody zplynovacích kotlů:

- nízká pořizovací cena zařízení
- možnost využít dotace v rámci programu Zelená úsporám
- vysoká účinnost
- nízké náklady na provoz kotle
- možnost topit více palivy (kusovým dřevem, dřevěnými briketami, peletami)

#### Nevýhody zplynovacích kotlů:

- nutnost častého ručního přikládání paliva několikrát za den
- velké prostory pro skladování paliva

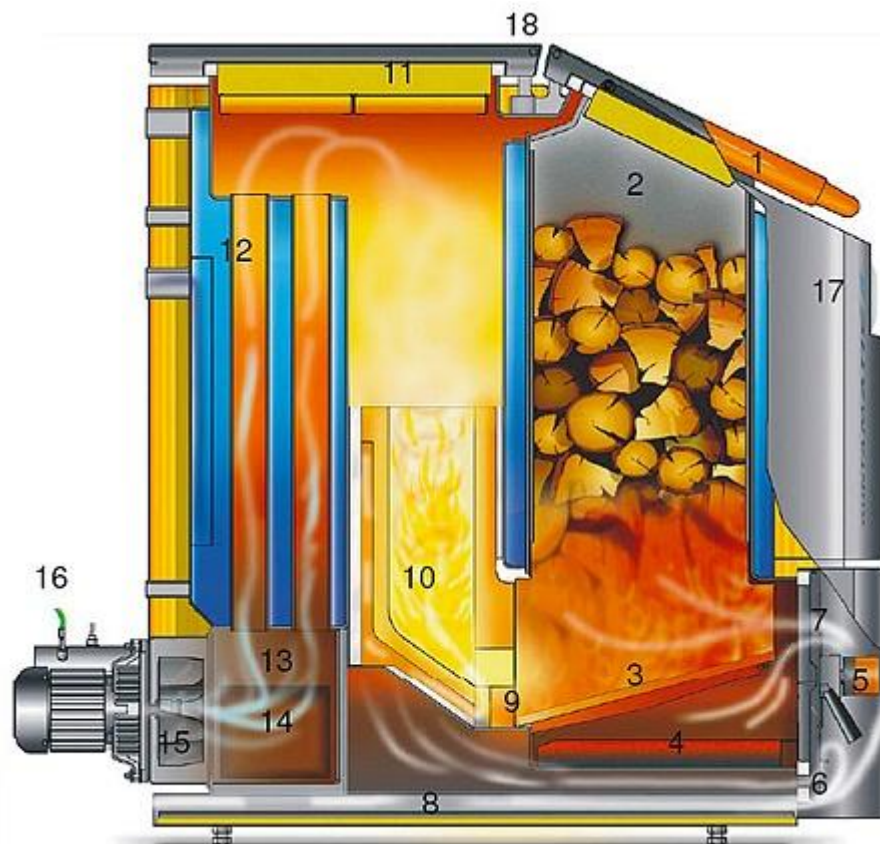
#### 6.1.2.4 Popis zplynovacího zařízení na kusové dřevo a brikety

Zplynovací kotel Guntamatic Synchron je velice jednoduchý na obsluhu i údržbu. Otevřením víka (1) se dostaneme do plnicího prostoru (2), kam umístíme palivový materiál. Na spodní stěně plnicího prostoru se nachází horký rošt (3), který slouží spolu s motorem primárního a sekundárního vzduchu (5) k aktivaci paliva. Popel vzniklý zplynováním padá následně do nádoby popelníku (4).

Za omezeného přístupu primárního vzduchu (7) vzniká nedokonalým hořením spalný plyn. Spalný plyn prochází automaticky regulovanou tryskou (9), která vmísí do spalného plynu sekundární vzduch (6). Vzniklý vzduch je navíc ohříván spodním předehříváním (8). Vzniklá směs postupuje do vysokoteplotní spalovací komory (10), kde dokonale prohoří a předáá teplo trubkovému výměníku (12). Částice prachu přechází do zóny jejich vyloučení (13), tuto zónu lze jednoduše vyčistit otevřením čistícího otvoru (14). Odtahový ventilátor (15) spolu s kouřovým čidlem (16) zajišťují správný odvod vzduchu z kotle ven.

Údržba zařízení se provádí přes čistící víko (11), kterým se dostaneme do samotného spalovacího prostoru.

Ovládání jednotlivých funkcí kotle zajišťuje mikroprocesorová regulace (17), která reguluje na základě venkovních a interních teplot vytápěného domu. Pokud dochází k dohořování paliva, systém dokáže automaticky regulovat vstup i výstup vzduchu tak, aby využil zbytkové teplo uvnitř kotle žhnutím zbytkového paliva. [12, 13]



Obrázek zplynovacího kotle Guntamatic Synchron [13]



### **Legenda:**

1 - Víko plnicího prostoru s odsávacím kanálem nahoře, 2 - Plnicí prostor s ochrannou vrstvou, 3 - Horký rošt, 4 - Popelník, 5 - Motor primárního a sekundárního vzduchu, 6 - Sekundární vzduch, 7 - Primární vzduch, 8 - Spodní předehřívání vzduchu, 9 - Tryska sekundárního vzduchu, 10 - Vysokoteplotní spalovací komora, 11 - Čistící víko, 12 - Trubkový výměník tepla, 13 - Zóna vylučování prachu, 14 - Čistící otvor, 15 - Odtahový ventilátor, 16 - Kouřové čidlo, 17 - Mikroprocesorová regulace pomocí menu, 18 - Transportní šroubení

### **6.1.3 Pyrolýza**

Spolu se spalování a zplynováním patří pyrolýza do skupiny termických procesů. Jedna z nejnovějších technologií pro zpracování biomasy je právě tzv. rychlá pyrolýza, při které přeměňujeme biomasu ve formě dřeva nebo jiných odpadních materiálů na plyny, kapaliny a pevné látky o vyšší energetické úrovni.

Před samotným vstupem biomasy do reaktoru je nutná její úprava na požadovanou velikost. Zpravidla se používá drcení a předsoušení na vlhkost 10 %.

Při pyrolýze rychle zahříváme organické materiály bez přístupu vzduchu na teplotu 450 – 600 °C a poté následuje co nejrychlejší ochlazení vzniklého produktu. Za těchto podmínek se vstupní surovina přemění na stabilní plyny a dřevěné uhlí, také nazývané jako pevný zbytek. Plyny kondenzují v kondenzátoru na pyrolýzní olej. Primárním produktem rychlé pyrolýzy je tmavě hnědá kapalina s hustotou 1,2 kg/dm<sup>3</sup> nazývaná BIO-OLEJ (pyrolýzní olej). Z původní suroviny získáme až 75 % váhového množství BIO-OLEJE. Výhřevnost BIO-OLEJE se pohybuje mezi 17 až 22 MJ/kg.

Pyrolýzní olej je kapalné palivo, které má řadu využití. Nechá se snadno skladovat i přepravovat.

BIO-OLEJ můžeme využít pro výrobu tepla, elektřiny, ale i jako pohonnou hmotu. Především se osvědčilo spalování BIO-OLEJE v kotlích na zemní plyn a v budoucnu se očekává široké nasazení v dopravě jako právě pohonné hmoty. [8]

Nejen BIO-OLEJ a dřevěné uhlí, ale i další produkt pyrolýzy metan, má jistě také velký energetický potenciál.

#### **6.1.3.1 Složení pyrolýzního oleje – BIO-OLEJE**

BIO-OLEJ se skládá z prvků C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>O<sub>2</sub> a obsahem vody v rozmezí 15 – 30 %, která snižuje viskozitu a usnadňuje samotnou přepravu a čerpání. Dynamická viskozita se pohybuje od 0,025 do 1 Pa · s. Hlavní funkcí obsažené vody je zvýšit stabilitu a snížit teplotu spalování, čímž docílíme snížení emisí během spalování. Kyselost oleje odpovídá 3 pH. [19]



### 6.1.4 Zkapaňování (hydrolýza)

Zkapaňování čili hydrolýza je tepelně tlakový proces biologické hmoty při teplotách 180 až 210 °C a tlaku 1,1 až 1,6 MPa v kyselém prostředí. Tlakovou hydrolýzou rozložíme složité sacharidy celulózy a hemicelulózy na jednoduché cukry. Fermentací a destilací získaných cukrů získáme BIO-ETANOL, který může sloužit jako BIO-PALIVO, například pro pohon spalovacích motorů v automobilové dopravě. Anaerobním procesem z nich lze získat i BIO-PLYN.

Převážná část produkce BIO-ETANOLU v České republice je připravována z potravinářských surovin, nicméně do budoucna se předpokládá, že potravinářské suroviny předeženou lignocelulózové plodiny jako sláma, dřevní štěpka, piliny, rychle rostoucí dřeviny. Nevýhodou lignocelulózových materiálů jsou vysoké energetické náklady pro tepelné zpracování suroviny. [7, 9]

Především cukernaté plodiny, například cukrová třtina jsou technologicky jednodušeji připravitelné k fermentačnímu procesu při minimálních energetických nákladech.

V tomto roce se v České republice zvedl podíl složky BIO-PALIVA u nafty ze 4,5 % na 6,3 %, což se na první pohled nezdá moc, ale vzhledem k tomu, že je BIO-PALIVO osmdesátkrát dražší než pohonné hmoty vyrobené z ropy, jistě se i toto „nepatrné“ zvýšení podílu projeví v konečné ceně pohonných hmot.

Problémy s pěstováním plodin pro výrobu BIO-PALIV zasahují i Českou republiku, jelikož by při špatné kontrole této skupiny plodin, mohlo dojít k postupnému vytlačení běžných potravinových plodin z našich polí, což by jistě mělo za následek zdražení cen jednotlivých potravin. [25]

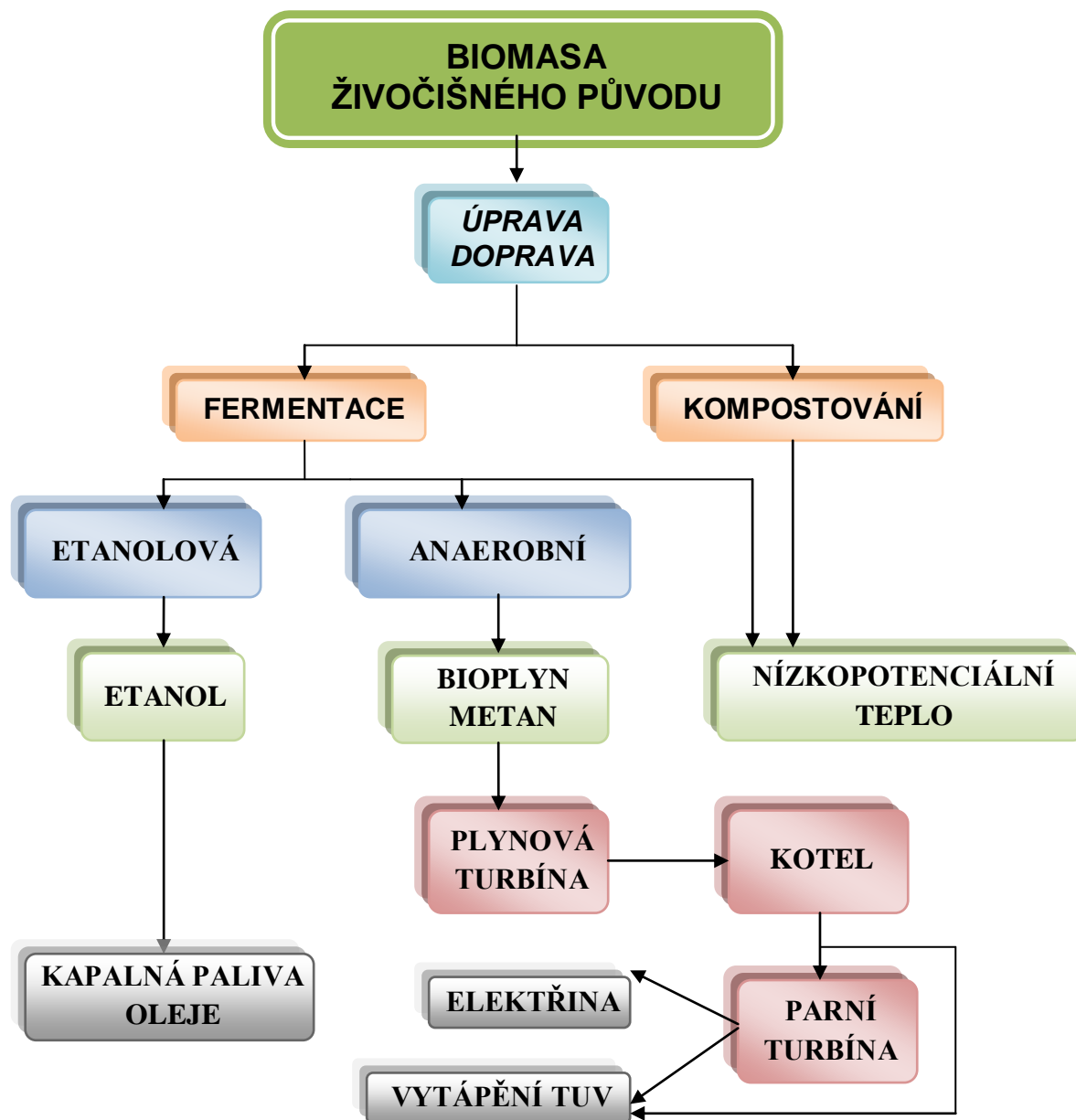


*Fotografie pole s řepkou olejnou. V České republice velice často pěstované pro energetické účely.*



## 6.2 Biomasa živočišného původu (BIOCHEMICKÁ přeměna)

Graf biochemické přeměny biomasy živočišného původu – mokré procesy [1]





### 6.2.1 Fermentace

Anaerobní fermentace patří vedle etanolové do skupiny technologií pro zpracování biomasy živočišného původu. Tento druh biomasy vzniká nejčastěji v zemědělství. Patří sem odpady z živočišné výroby, například chovu prasat a ze zbytků rostlin, z kterých se nejčastěji využívá kukuřice. Jedná se o biologický proces rozkladu organické hmoty, který probíhá za nepřístupu vzduchu, podobně jako v přírodních bažiništích.

Pomocí bioplynových stanic můžeme účelným mísením těchto surovin získat BIO-PLYN a následně jej využít pro výrobu elektrické energie a tepla.

V České republice stojí za zmínku bioplynová stanice farmy Stonava. Ta si mísením kejdy z chovu prasat a silážované kukuřice vyrábí vlastní elektrickou a tepelnou energii, jejíž přebytky šíří dále do svého nejbližšího okolí.

#### 6.2.1.1 Popis bioplynové stanice

Silážovanou kukuřici dopravujeme pásovým dopravníkem do směšovacího čerpadla, kam zároveň přivádíme i kejdu pomocí potrubí. Směšovací čerpadlo je vybaveno míchacími válci, které oba substráty důkladně smísí. Smíchaný substrát je dále rozveden do objemných fermentačních nádrží tzv. fermentorů, které jsou vyhřívány na teplotu přibližně 40 °C, čímž se nastartuje proces výroby metanu. Substráty zůstanou ve fermentorech 60 dní za stálého míchání, aby nedošlo k tvorbě usazenin a plovoucích vrstev.

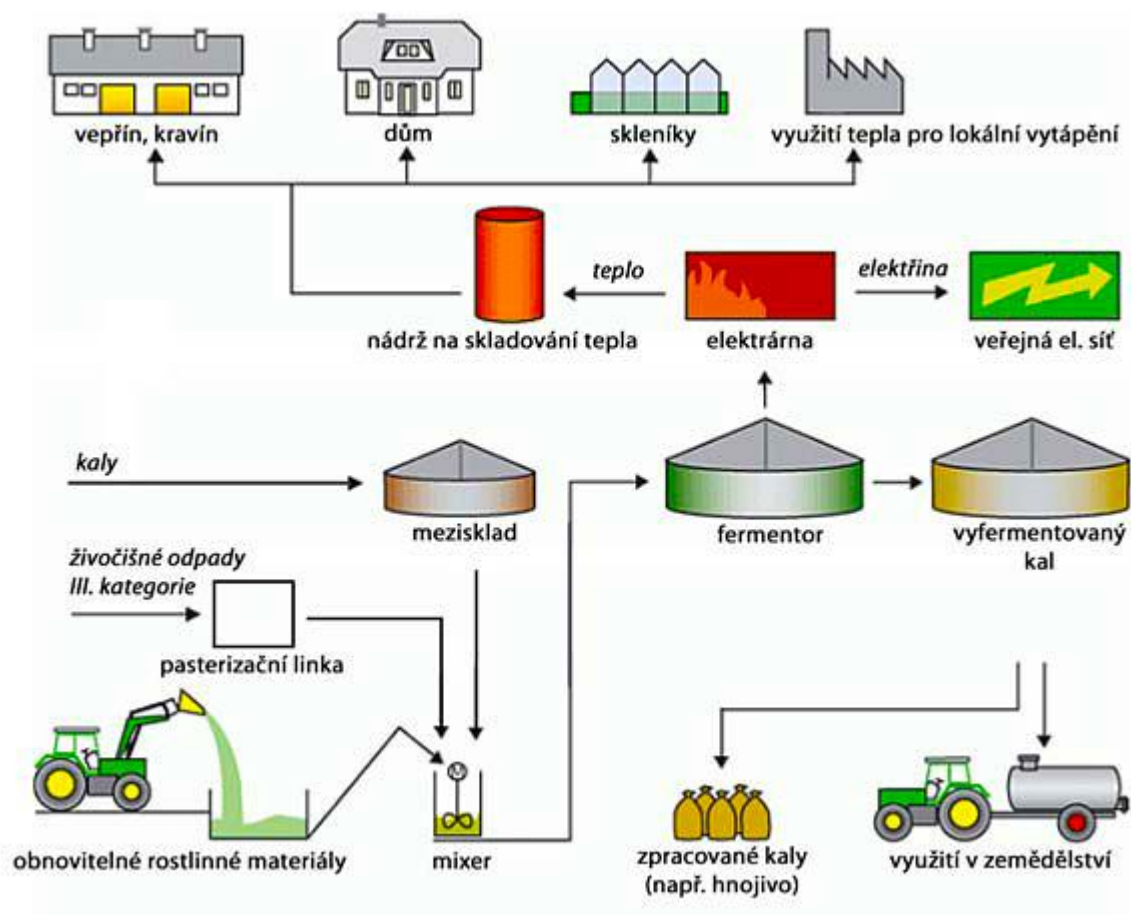
Řídký substrát je po fermentaci dopraven do nádrží, v kterých zůstává po dobu maximálně 6 měsíců a poté je vyčerpán opět na zemědělské plochy, jako velice kvalitní hnojivo, díky němuž následně vypěstujeme další kukuřici a proces se tak uzavírá.

Získaný BIO-PLYN je složen 50 – 70 % z metanu a zbytek tvoří oxid uhličitý, vodní pára, vodík a sirovodík. Především vodní pára a sirovodík způsobují během zužitkování BIO-PLYNU problémy, tudíž je musíme v kondenzačním a odsiřovacím zařízení odstranit. Následně plyn dočistíme od silikátů mokřým sušením pomocí vodní mlhy o teplotě 0 °C.

Nyní je BIO-PLYN o výhřevnosti 18 – 25 MJ/m<sup>3</sup> připraven ke konečnému využití v kogenerační jednotce o přibližném elektrickém výkonu generátorů 600 kW. Elektrická energie je následně transformována a dodávána do veřejné sítě. Lze takto pokrýt roční spotřebu elektrické energie zhruba jednoho tisíce domácností. Zároveň vzniká i tepelná energie z vody, která chladí generátory kogenerační jednotky. Jedna třetina této tepelné energie slouží k ohřevu fermentorů a její zbylá část může být využívána k vytápění domácností v okolí bioplynové stanice. [20, 22, 27]



## 6.2.1.2 Schéma bioplynové stanice [22]



## 6.2.2 Kompostování

Řízenou biologickou výrobou humusu čili kompostováním přeměňujeme organické materiály bio-odpadů na látky humusní. Na celý proces mají velký vliv aerobní mikroorganismy, které potřebují ke své správné funkci kyslík. [11]

### 6.2.2.1 Optimální podmínky pro kompostování

- výběr vhodného bio-odpadu
- důkladné zpracování (drcení, štěpkování)
- úprava zrnitosti
- kvalitní provzdušňování
- správná vlhkost
- daný poměr dusíku a uhlíku

Pokud dodržíme tyto optimální podmínky, můžeme dosáhnout až desetinásobného počtu mikroorganismů v porovnání s běžnou půdou.

Hlavní cílem kompostování je zabránit samovolnému hnití biologického odpadu na skládkách, jelikož tento nežádoucí proces vytváří emise skleníkového plynu metanu a také způsobuje zápach.



## 7 Ekologické dopady

Na začátku myšlenky o pěstování a využívání biomasy jako plně obnovitelného zdroje energie se neobjevovaly žádné vážnější nedostatky či pochyby. Čas nám dokázal, že ne všechna velká ekologická očekávání byla naplněna. [21]

K pěstování biomasy je nedílnou podmínkou zdroj vody, jejíž spotřeba se díky rostoucí populaci obyvatel planety Země rok od roku zvyšuje přibližně o 4 až 8 %. Podle údajů ze zprávy IPCC (intergovernmental panel on climate change) z roku 2007 vyplývá, že v roce 2050 bude spotřeba vody v zemědělství až dvojnásobná a o dalších třicet let později se bez kvalitní vody ocitne 1,1 až 3,2 miliardy lidí na celé planetě. Tento fakt neznamená a jistě ani nepovede k náhlému zastavení veškeré produkce biomasy. Zpráva IPCC nám jednoznačně říká, že je potřeba se velice vážně zabývat regulací a kontrolou pěstované biomasy. Zároveň se nabízí otázka, zda je opravdu záměrná produkce biomasy dlouhodobě udržitelným zdrojem čisté energie. [21, 28]

Největším producentem biomasy jsou deštné pralesy v tropických oblastech, kde jsou výrobní náklady pro výrobu BIO-PALIV, například BIO-ETANOLU relativně nízké. Právě intenzivní mýcení deštných pralesů pro získání levné suroviny k výrobě ekologických pohonných hmot rozvířilo řadu dalších nových teorií o výsledném ekologickém dopadu na životní prostředí. Některé studie dokonce uvádějí, že při celkovém zpracování a přepravě biomasy k výrobě BIO-PALIVA spotřebujeme více běžné nafty než právě vyrobeného BIO-PALIVA. [7, 9, 25]

V České republice je podíl rychle rostoucích dřevin v celkovém objemu pěstované biomasy nedřevního charakteru velice malý. Záměrně pěstovaná biomasa nedřevního charakteru vytlačuje svými velkými lány tradiční rostliny, což má velký vliv na okolní faunu a flóru. Některé půdy navíc nejsou přímo vhodné k těmto pěstitelským účelům a k dosažení maximálních výnosů jsou používány velké dávky umělých hnojiv a pesticidů, které mají dlouhodobě špatné dopady na životní prostředí. Přínosem jsou především právě rychle rostoucí dřeviny na nezemědělských plochách. [21, 28]

V České republice můžeme často spatřit lány s řepkou olejnou, která řadě lidí způsobuje nepříjemné alergie.

Z ekologického hlediska bychom se měli upnout na odpadní biomasu od odpadů ze zemědělské, živočišné výroby, přes kaly z čističek odpadních vod až po nejrůznější odpady z potravinářského průmyslu. Nejčastěji padá v úvahu technologie anaerobní fermentace, při které vzniká BIO-PLYN, který se dá lehce dopravovat, skladovat a rozvádět stávajícím potrubím pro zemní plyn až ke konečnému spotřebiteli. Zbytkový substrát z fermentování je velice vhodným biologickým hnojivem. [7, 9, 25]

Pokud bude záměrná produkce biomasy redukována a přísně kontrolována, jistě nám může přinést čistější energii, jejíž výroba a užívání nezatíží životní prostředí jako fosilní paliva.

## 8 Ekonomika

Dle mého názoru si můžeme ekonomické dopady pomyslně postavit na levou miskou vah a ekologické dopady na miskou pravou. Myslím si, že nejlepší výsledek přijatelný pro nás všechny je rovnováha obou těchto misek.

Se zvyšováním účinnosti nových technologií jde ruku v ruce i vývoj metod pro analýzu ekonomické zátěže. Při využití všech nejmodernějších a na trhu dostupných technologií, nemůžeme na první pohled říci, zda se v celosvětovém měřítku dlouhodobé využívání biomasy opravdu ekonomicky vyplácí. Existuje totiž celá řada studií, které se mnohdy se svými výsledky značně rozcházejí.

Převážná část hodnotí plodiny pěstované pro výrobu biopaliv na základě úspor emisí skleníkových plynů a fosilních paliv. Řada kritiků tvrdí, že plodiny, které jsou zdrojem těchto biopaliv, zabírají svojí plochou nadměrnou část zemědělské půdy, čímž dochází k ovlivňování dalších přirozených ekosystémů, zvyšování cen potravin a to vše výměnou za minimální úsporu v uvolňování skleníkových plynů. Právě škodlivé dopady na ekosystém mohou ve výsledku značně ovlivnit celková hodnocení.

### 8.1 Porovnání nákladů na vytápění rodinného domu

Podle Českého statistického úřadu padne celá polovina nákladů za energie a paliva čtyř členné rodiny k vytápění dvougeneračního rodinného domu o roční spotřebě tepla 80 GJ. Těchto 80 GJ tepla je poměrně vysoká hodnota, která odpovídá zhruba třicetiletému domu bez nového zateplení.

Pokud se rozhodneme snížit náklady za vydané energie, měla by před samotným nákupem nového kotle předcházet právě rekonstrukce zateplení oken, střechy a fasády domu.

Výběr a především cena vhodného kotle záleží na mnoha aspektech a jedním z nich je, kolik času jsme ochotni investovat obsluze a provozu kotle.

Elektrické přímotopy jsou prakticky bez obslužné topné systémy, které využívají především lidé z horských oblastí, do kterých je doprava jiných paliv od dříví počínaje po uhlí konče obtížná, stejně jako nutnost časté kontroly topného zařízení. Tento způsob vyjde peněženku majitele elektrického přímotopu na nejvíce peněz ze všech způsobů vytápění a to zhruba na 44 000,- Kč za jednu topnou sezónu.

Pokud by se majitel rozhodl pořídit spalovací kotel na dřevní štěpku, přijdou ho roční náklady na vytápění srovnatelného domu až čtyři krát méně oproti elektrickému přímotopnému systému a to cca na částku 11 000,- Kč. Zároveň musí počítat s častější obsluhou kotle i několikrát denně.

Optimální poměr ročních nákladů a časem stráveným obsluhou kotle nám přinášejí tepelná čerpadla, kotle na dřevěné pelety a kondenzační kotle na zemní plyn. Tato zařízení pracují automatizovaně bez vyšších nároků na obsluhu a ceny provozu se pohybují od 17 000,- Kč do 25 000,- Kč za topnou sezónu.

Požizovací ceny jednotlivých zařízení se značně liší. Mezi nejlevnější patří klasické kotle na dřevo a hnědě uhlí, zato ty nejdražší najdeme mezi kotli na biomasu. Státní fond



životního prostředí se snaží vyjít zájemcům o ekologické kotle a tepelná čerpadla vstříc v rámci poskytnutí dotací na tato zařízení ve výši až 50 % nákladů, maximálně však do ceny 50 000,- Kč. Bohužel politika dotací je určena pouze občanům, kteří chtějí vyměnit svá stará topná zařízení za nová ekologická. Pokud bychom se rozhodli pořídit ekologicky šetrný kotel, který využívá biomasu jako palivo do novostavby, nemáme na žádnou dotaci nárok. [14]

## 9 Závěr

Biomasa se v prostředí České republiky nabízí jako velice perspektivní zdroj obnovitelné energie, jelikož využitelnost našich vodních toků je již prakticky vyčerpána a vhodné povětrnostní podmínky pro masivní nasazení větrných elektráren mají spíše přímořské státy.

V poslední době se u nás začaly na menších i větších plochách objevovat fotovoltaická zařízení, která můžeme spatřit poměrně často, nicméně nově chystaná ekonomická politika naší země odradila řadu nových investorů. Předpokládá se, že v roce 2030 bude cena elektřiny z těchto fotovoltaických zařízení srovnatelná s konvenčními zdroji, což nás opět přivádí na cestu k obnovitelné biomase. [23]

Naším největším výrobcem elektrické energie je firma ČEZ, která svým velkým vlivem do značné míry řídí dění na trhu s energiemi. V roce 2008 vyrobil ČEZ z biomasy necelých 327 GWh elektřiny a v horizontu několika let přislíbil až 1 000 GWh elektrické energie právě ze zdrojů biomasy. [23]

V našich podmínkách se velice osvědčila technologie zplynování biomasy v bioplynových stanicích, které se staly velkým přínosem především našim zemědělcům, kteří tak přispívají k rozvoji zemědělství, zlepšování ekonomiky a k nezávislosti obcí na gigantických společnostech, kterým je například ČEZ. [23, 24]

S rostoucími cenami fosilních paliv se biomasa stala i pro mnohé menší domácnosti vhodnou alternativou k získání tepla. Vyšší pořizovací ceny zařízení využívajících biomasu se snaží stát regulovat dotacemi z fondu Evropské unie.

Z mého pohledu a osobní zkušenosti bych chtěl apelovat na větší průhlednost a informovanost v oblasti systému s dotacemi. Pro mnohé z nás je nepřehledný a často nám nezbývá nic jiného, než se obrátit na příslušné instituce a vydat se na dlouhou cestu plnou všudypřítomné byrokracie a někdy až nepochopitelných zákonů. Také mnoho firem se snaží zvýšit své zisky s nabídkou, že vše obstarají za nás. Koncovému zákazníkovi nezbývá nic jiného než být neustále ve střehu a pít se po řešeních, které by ho v konečném výsledku vyšli na co nejméně peněz.

I přes mnohé zásadní změny, kterými si prošla Česká republika, ale i ostatní země Evropské unie, není v současné době situace s obnovitelnými zdroji příliš uspokojivá. Především bychom se měli zaměřit na dosažitelné cíle a zvýšit koordinaci úsilí.

Biomasa se nyní nachází v období renesance a jistě nás čeká ještě dlouhá cesta k dosažení kýženého cíle.



## 10 Literatura

- [1] PASTOREK, Zdeněk; KÁRA, Jaroslav; JEVIŠ, Petr. *Biomasa obnovitelný zdroj energie*. Praha : FCC PUBLIC s.r.o., 2004. 286 s.
- [2] *Sustainable heating solutions* [online]. 2009 [cit. 2010-02-15]. Biomass. Dostupné z WWW: <[http://www.sustainableheatingsolutions.com/explained\\_biomass.php](http://www.sustainableheatingsolutions.com/explained_biomass.php)>.
- [3] USŤAK, Sergej, et al. Zemědělské plodiny pro energii. *Průvodce informacemi o vědě a výzkumu* [online]. 20.3.2009, [cit. 2010-02-18]. Dostupný z WWW: <<http://www.veda.cz/article.do?articleId=42320>>.
- [4] WEGER, Jan. Biomasa pro energetické účely. *Lesnická práce* [online]. 2003, 3, [cit. 2010-04-15]. Dostupný z WWW: <<http://lesprace.silvarium.cz/content/view/579/57/>>.
- [5] *Energie z biomasy* [online]. 2006 [cit. 2010-02-20]. Energie z biomasy. Dostupné z WWW: <<http://www.spvez.cz/pages/biomasa.htm>>.
- [6] *Energetický poradce PRE* [online]. 2008 [cit. 2010-03-05]. Biomasa. Dostupné z WWW: <<http://www.energetickyporadce.cz/uspory-ve-firmach/vyuziti-obnovitelnych-zdroju/biomasa>>.
- [7] *Biomass technology* [online]. 2009 [cit. 2010-03-10]. Pyrolýza. Dostupné z WWW: <[http://biomasstechnology.cz/wp/?page\\_id=197](http://biomasstechnology.cz/wp/?page_id=197)>.
- [8] *Biomass technology* [online]. 2009 [cit. 2010-03-12]. Pyrolýza. Dostupné z WWW: <[http://biomasstechnology.cz/wp/?page\\_id=195](http://biomasstechnology.cz/wp/?page_id=195)>.
- [9] JAKUBES, Jaroslav; BELLINGOVÁ, Helena; ŠVÁB, Michal. *Moderní využití biomasy: Technologické a logistické možnosti* [online]. Praha: Česká energetická agentura v roce 2006, 2006 [cit. 2010-03-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.mpo-efekt.cz/dokument/02.pdf>>.
- [10] *Bioprofit* [online]. 2007 [cit. 2010-03-13]. Anaerobní technologie. Dostupné z WWW: <[http://www.bioplyn.cz/at\\_popis.htm](http://www.bioplyn.cz/at_popis.htm)>.
- [11] Kompostování bioodpadu je technologií trvale udržitelného života. In VÁŇA, Jaroslav. *Ekodomov*. Praha : Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2005 [cit. 2010-03-15]. Dostupné z WWW: <[http://www.ekodomov.cz/index.php?id=komp\\_technlg\\_zivota](http://www.ekodomov.cz/index.php?id=komp_technlg_zivota)>.
- [12] LOUŽECKÝ, Pavel. Budoucnost zplyňování dřeva jménem SYNCHRO. *Automatické vytápění* [online]. 2009, 12, [cit. 2010-03-14]. Dostupný z WWW: <<http://www.avytapeni.cz/Article.aspx/Detail/83>>.



- [13] STUPAVSKÝ, Vladimír: Zplynovací kotel na kusové dřevo, polena a dřevěné brikety. *Biom.cz* [online]. 2010-01-01 [cit. 2010-03-17]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/zplynovaci-kotel-na-kusove-drevo-polena-a-drevene-brikety>>. ISSN: 1801-2655.
- [14] *Biom* [online]. 16.9.2007 [cit. 2010-03-20]. Za vytápění domu dají nejméně majitelé kotlů na dřevní štěpku. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/zpravy-z-tisku/za-vytapeni-domu-daji-nejmene-majitele-kotlu-na-drevni-stepku>>.
- [15] *Green Energy : Vyrábějte vlastní energii* [online]. 2009 [cit. 2010-04-04]. Peletovací lis. Dostupné z WWW: <<http://briketovacilis.eu/peletovaci-lisy-profi>>.
- [16] *Pest Control Corporation, s.r.o.* [online]. 2009 [cit. 2010-04-04]. Briketovací lis JGE 120. Dostupné z WWW: <<http://www.pcco.biz/cz/briketovaci-lisy-jge-120/briketovaci-lis-jge-120.htm>>.
- [17] *Prometheus - systém distančního vzdělávání na FBI* [online]. 2008 [cit. 2010-04-05]. Stanovení spalného tepla a výpočet výhřevnosti materiálů dle ČSN 44 1352, CSN EN ISO 1716. Dostupné z WWW: <[http://prometheus.vsb.cz/materialy/NM/pdf/spalene\\_teplo.pdf](http://prometheus.vsb.cz/materialy/NM/pdf/spalene_teplo.pdf)>.
- [18] DITTRICH, Martin: Energetické využití biomasy zplyňováním ve fluidním loži (Technologie Biofluid). *Biom.cz* [online]. 2002-12-09 [cit. 2010-04-14]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/energeticke-vyuziti-biomasy-zplynovanim-ve-fluidnim-lozi-technologie-biofluid>>. ISSN: 1801-2655.
- [19] *Pyrolýzní olej* [online]. 2009 [cit. 2010-04-15]. BTG Central Europe. Dostupné z WWW: <<http://www.btg.cz/cz/pyrolyza-olej.php>>.
- [20] *Biostanice STONAVA* [online]. 2010 [cit. 2010-04-16]. Popis bioplynové stanice ve Stonavě. Dostupné z WWW: <<http://www.farmastonava.cz/bioplynova-stanice/cs/popis-technologie.html>>.
- [21] KADRNOŽKA, Jaroslav. Biomasa - velká energetická e ekologická očekávání se zřejmě nenaplní. *Energetika*. 2008, 2, s. 54-56. Dostupný také z WWW: <<http://oei.fme.vutbr.cz/teplarenstvi/papers/kadrnozka/biomasa-prosaz-odmitana.pdf>>. ISSN 0375-8842.
- [22] *TENZA a.s.* [online]. 2006 [cit. 2010-04-20]. Biostanice. Dostupné z WWW: <<http://www.tenza.cz/cz/aktivity/provadeni-staveb/ekologicke-stavby/biostanice/>>.



- [23] Biomasa v České republice: kolik vyrábíme elektřiny?. *Nalezeno.cz* [online]. 26. 03. 2009, 3, [cit. 2010-04-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.nalezeno.cz/energie/biomasa-v-ceske-republice-kolik-vyrabime-elektriny.aspx>>.
- [24] JAKUBES, Jaroslav; BELLINGOVÁ, Helena; ŠVÁB, Michal. *Moderní využití biomasy : Technologické a logistické možnosti* [online]. Praha : Česká energetická agentura, 2006 [cit. 2010-04-20]. Dostupné z WWW: <<http://www.mpo-efekt.cz/dokument/02.pdf>>.
- [25] *Euractiv* [online]. 2010 [cit. 2010-04-21]. Biopaliva pro dopravu. Dostupné z WWW : <<http://www.euractiv.cz/energetika/link-dossier/biopali-va-pro-dopravu>>.
- [26] MARTINKOVÁ, Jana. *Rychle rostoucí dřeviny na topení* [online]. 2010 [cit. 2010-04-22]. IReceptář.cz. Dostupné z WWW: <<http://www.ireceptar.cz/res/data/064/007939.jpg>>.
- [27] *BIOCONSTRUCT* [online]. 2010 [cit. 2010-04-21]. Technologie biostanice BIOCONSTRUCT. Dostupné z WWW: <<http://cz.bioconstruct.com/technologie>>.
- [28] KADRNOŽKA, Jaroslav. *Globální oteplování země : Příčiny, průběh, důsledky, řešení* 2008. Brno : VUTIUM, 2008. 467 s. Dostupné z WWW: <<http://oei.fme.vutbr.cz/teplarenstvi/papers/kadrnozka/biomasa-prosaz-odmitana.pdf>>. ISBN 978-80-214-3498-1.
- [29] WEGER, Jan: Biomasa jako zdroj energie. *Biom.cz* [online]. 2009-02-02 [cit. 2010-05-17]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/biomasa-jako-zdroj-energie>>. ISSN: 1801-2655.
- [30] ŠIMON, Robert. *I-EKIS* [online]. 2008 [cit. 2010-04-25]. Zplynování biomasy. Dostupné z WWW: <<http://www.i-ekis.cz/?idp=6436>>.
- [31] *Guntamatic : Teplo s budoucností* [online]. 2008 [cit. 2010-04-25]. BIOSTAR FLEX/BOX. Dostupné z WWW: <<http://guntamatic.esel.cz/stranka.aspx?idstranka=2293>>.