

# Niekoľko poznámok k biomase (1)

## Definícia biomasy

Biomasa je látka biologického, čiže rastlinného alebo živočíšneho pôvodu. V súvislosti s jej energetickým využitím sa za biomasu obvykle považuje:

- odpadné a palivové drevo,
- obilná a repková slama,
- rýchlorastúce rastliny, pestované cielene pre energetické využitie,
- bioplyn (z odpadov živočíšnej výroby).

Pretože sa dosiaľ neustálila jednoznačná definícia pojmu biomasa, považuje sa niekedy za biomasu aj:

- komunálny odpad,
- nemocničný odpad,
- skládkový plyn (zo skládok odpadov, z čistiarenských kalov).

## Poľnohospodárska biomasa

Ako zdroj poľnohospodárskej biomasy je možné využívať najmä bioplyn z exkrementov poľnohospodárskych zvierat (zoomasa) a ďalej spaľovanie slamy a drevných odpadov z vinogradov a sadov. V súčasnosti sa však zatiaľ najčastejšie realizuje len výroba bioplynu z exkrementov poľnohospodárskych zvierat.

Poľnohospodárska biomasa sa delí do troch základných skupín:

- biomasa vhodná na spaľovanie (slama a drevený odpad)
- biomasa vhodná na výrobu bioplynu (z exkrementov hospodárskych zvierat, zo zelenej hmoty)
- biomasa vhodná na výrobu kvapalných biopalív

Z poľnohospodárskej biomasy sa dá na spaľovanie využívať slama a drevný odpad samostatne alebo v rámci spaľovania spolu s fosílnymi palivami a takisto bioplyn pochádzajúci z poľnohospodárskej biomasy.

## Lesná biomasa – dendromasa (drevo, drevený odpad, kôra, odpad z dreva)

Hlavnými zdrojmi dendromasy sú lesné hospodárstva, kde časť vyťaženej suroviny je nevhodná pre použitie v drevospracujúcom priemysle a samotný drevospracujúci priemysel, ktorý vo výrobnom procese produkuje odpady dreva vhodné na energetické využitie. Perspektívnym zdrojom je drevná hmota, ktorú možno produkovať na málo produktívnych poľnohospodárskych pôdach, resp. iných nelesných pozemkoch, napr. formou intenzívnych porastov.

## Fytomasa (rastliny, odpad rastlinnej produkcie)

Pestovanie fytomasy pre energetické a technické účely má okrem energetického prínosu i veľký ekologický význam prejavujúci sa v obmedzení skleníkového efektu, v úspore fosílnych zdrojov energie, v znížení prašnosti v ovzduší, v obmedzení zaplevelnatosť územia, v oblasti využívania ladom stojacej pôdy, vo zvyšovaní zamestnanosti.

## Zloženie biomasy

Hoci chemické zloženie biomasy sa medzi jednotlivými rastlinnými druhmi líši, v priemere rastliny obsahujú asi 25% lignínu a 75% uhľovodíkov alebo cukrov. Uhľovodíková zložka pozostáva z mnohých molekúl cukrov spojených do dlhých reťazcov polymérov. Dve významné zložky uhľovodíkov sú celulóza a hemicelulóza. Príroda využíva dlhé polyméry celulózy na stavbu vlákien, ktoré dávajú rastlinám potrebnú pevnosť. Lignínová zložka pôsobí ako lepidlo, ktoré drží spolu celulózové vlákna. Biomasa má vyšší obsah alkalických zlúčenín, ktoré môžu spôsobiť sklon k spekaniu popolovín (slama) a ku korózii výhrevných plôch kotla stien spalínových kanálov a komína. Veľkou výhodou je nízky obsah dusíka (menšia produkcia NO<sub>x</sub>) a síry v biomase. Spaliny z biomasy sa preto nemusia odsiřovať.

Podľa skutočnosti ako jednotlivé prvky horľaviny chemicky reagujú: exotermicky, neutrálne, či endotermicky sa prvky horľaviny členia

na aktívne prvky horľaviny: uhlík C, vodík H a síra S, pri oxidácii ktorých vzniká teplo a pasívne prvky horľaviny: kyslík O a dusík N, ktoré pri chemickej reakcii neuvolňujú teplo (reakcie kyslíka O<sub>2</sub>), resp. pre ich priebeh je nevyhnutné dodanie tepla z okolia ako je oxidácia dusíka N.

Popol je pevný zvyšok po dokonalom laboratórnom spálení paliva. Tvorený je minerálnymi látkami, ktoré sa v palive nachádzajú. Z chemického hľadiska popol z dreva a kôry je zmes oxidov anorganických prvkov: K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O, CaO, MgO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Popoloviny v procese spaľovania paliva tvoria tuhý zvyšok – popol, ktorý môže byť v nasledovných formách:

- troska – minerálne látky nachádzajúce sa v palive, ktoré prešli pri horení paliva procesom tavenia a vytvorili hutnú sklovitú hmotu,
- škvara - minerálne látky nachádzajúce sa v palive, ktoré v priebehu horenia zmäkli, spiekli sa a vytvorili pórovitý materiál,
- popol - minerálne látky nachádzajúce sa v palive, ktoré v priebehu horenia paliva zostávajú vo forme sypkej hmoty a prepádajú cez rošt do popolnice,
- popolček – jemné častice tuhého zvyšku (popola), ktoré sú v procese spaľovania paliva strhávané z kúreniska, resp. zo spaľovacej komory spalínami

Zachytávané sú v odlučovačoch popolčeka alebo sú spalínami odvádzané komínom do atmosféry a tvoria emisný spád TZL na okolie.

Základné zloženie biopalív a fosílnych palív, podiel prchavej zložky a obsah popolovín je uvedený v tab. č. 1.

Palivo	Rozmedzie	Výhrevnosť (MJ, kg <sup>-1</sup> )	Podiel prchavej horľaviny (%)	Obsah popolovín (%)	Vlhkosť (%)	Elementárne zloženie				
						C (%)	H (%)	O (%)	N (%)	S (%)
obilná slama	min.	15	70	3,5	12	43,9	5,4	38	0,3	0,05
	max.	17,5	82	6,5	25	48	6,4	43,3	0,7	0,2
obiloviny	min.	15,5	76	3	12	45	6	39,5	1	0,09
slama + zrno	max.	18,5	79	5,6	25	46,6	6,9	42,6	1,8	0,2
Miscantus	min.	15	74	2,5	40	45	5,5	36	0,5	0,05
slonia tráva	max.	17,6	79	8	15	49	6,4	41,3	1,7	0,3
seno	min.	13,5	70	4,2	25	45	6	38,8	0,8	0,08
	max.	17,7	75	5,8	10	48,6	6,6	44,3	1,1	1,12
drevo	min.	16,9	70	0,2	60	45	5,3	41,4	0,1	0,02
	max.	19	85	3	10	52	6,5	46	1,7	0,3
hnedé uhlie	min.	14	20	3	30	27,5	2,5	12	0,3	0,5
	max.	23	55	33	10	64	5,8	33	1,5	6
čierne uhlie	min.	27	10	3,7	30	65	2,8	5	0,9	0,5
	max.	32,5	40	17	5	84	5	9,1	2	1,5
koks	min.	30	4	3	15	65	1	1	0,1	0,1
	max.	32,5	13	15	do 0,5	90	2	2	0,5	0,5
repkový olej	min.	35	100	0	do 2	77	12	11	0,1	0
etanol		27	100	0	do 0,5	52	13	25	0	0
LTO		42,7	100	do 0,5	do 0,5	86	13	0,25	0,25	0,3
zemný plyn	min.	32	100	0	do 0,5	19	80		0,2	0

Tab. 1 Základné zloženie biopalív a fosílnych palív

Z hľadiska energetického využitia sú najdôležitejšími vlastnosťami biomasy výhrevnosť a spalné teplo.

Spalné teplo Q<sub>v</sub> [MJ/kg] je teplo uvoľnené dokonalým spálením 1 kg paliva na CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> a kvapalnú vodu H<sub>2</sub>O. Všetky spaliny vzniknuté spaľovaním sú ochladené na východziu teplotu zložiek, ktoré

sa účastnili spaľovania, okrem vody. Táto voda je v stave kvapalnom o teplote rovnajúc sa teplote východzej.

Výhrevnosť  $Q_n$  [MJ/kg] je teplo uvoľnené za rovnakých podmienok len s tým rozdielom, že miesto kvapalnej vody sa uvoľňuje para. Výhrevnosť sa vypočíta zo spalného tepla  $Q_v$  odpočítaním výparného tepla vody. Voda uvoľňujúca sa spaľovaním, je súčtom vody obsiahnutej v palive ako jeho vlhkosť a vody vzniknutej spálením paliva (odpovedajú obsahu vodíku v palive). Výhrevnosť celkom zdravého a suchého dreva je pomerne vysoká: u listnatých je to 18 MJ.kg<sup>-1</sup>, u ihličnanov 19 MJ.kg<sup>-1</sup>. Rovnaké hodnoty výhrevnosti majú stebloviny, najmä slama obilnín a traviny. V skutočnosti však biomasa obsahuje vždy najmenej 10% vody. Vlhosť slamy v balíkoch uskladnených v halových skladoch alebo v zakrytých stohoch dosahuje 14 až 16%. Pri horení sa táto voda odparuje a tým znižuje základnú výhrevnosť sušiny biomasy.

Hustota je hmotnosť jednotkového objemu a vyjadruje sa v kg/m<sup>3</sup> alebo g/cm<sup>3</sup>. Hustota vždy závisí od vlhkosti. Rovnaká drevina má pri rôznej vlhkosti rôznu hustotu. Preto pri vyjadrovaní hustoty treba poznamenať aj vlhkosť.

### Obsah vody v drevnej hmote

Hlavnou časťou živých buniek rastúceho dreva je voda. Vypĺňa medzibunkové priestory, bunkové lúmeny (dutiny vnútri buniek) a mikroskopické dutinky vnútri bunkovej steny. Podľa toho, na ktorých miestach vnútri dreva sa voda vyskytuje, rozlišujeme vodu na:

- voľnú (kapilárnu) - vyskytuje sa väčšinou v lúmenoch vodivých buniek. V rastúcom strome je jej úlohou privádzať živé látky do asimilačných orgánov (listov). Po zoňatí stromu táto voda z dreva uniká najskôr, najmä z čelných koncov. Jej únikom sa drevo objemovo ani inak nemení, nešúverí sa ani netrhá.
- viazanú (hygroskopickú) - vypĺňa mikroskopické dutinky v bunkových stenách. Jej príjem alebo únik spôsobuje rozmerové zmeny, drevo napučá alebo zosychá. Niekedy je spracovanie dreva spojené s neprijemnými sprievodnými javmi, so šúverením a trhlinami.
- chemicky viazanú (konštitučnú) - je súčasťou chemického zloženia drevnej hmoty.

Bežnými spôsobmi sa z dreva odstrániť nedá. Uvoľňuje sa len pri chemickom spracovaní dreva, napr. destilácii.

V drevospracujúcom priemysle sa obsah vody v drevnej hmote určuje podľa vzťahu:

$$W_{\delta} = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \cdot 100 = \frac{\Delta W}{m_2} \cdot 100 \quad [\%]$$

kde  $m_1$  [kg] je hmotnosť vzorky surovej drevnej hmoty,  $m_2$  [kg] hmotnosť vzorky pre vysušenie,  $\Delta W$  [kg] úbytok hmotnosti vzorky vplyvom vysušenia [kg].

V energetike sa vyjadruje obsah vody vzťahom:

$$W_{\xi} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100 = \frac{\Delta W}{m_1} \cdot 100 \quad [\%]$$

Obsah vody výrazne ovplyvňuje výhrevnosť paliva a to nielen zmenšením obsahu sušiny, ale aj spotrebou energie na odparenie. Z toho vyplýva nutnosť predaja paliva s ohľadom na vlhkosť.

Výhrevnosť sa určí zo vzťahu:

$$Q_n = Q_v - 2,453 \cdot (W + 8,94) \text{ (MJ/kg, kg/kg)}$$

Výhrevnosť paliva sa však taktiež znižuje s časom, najmä činnosti mikroorganizmov, húb a pliesní.

V tabuľke č. 2 je uvedená Skutočná výhrevnosť dreva a kôry v závislosti na obsahu vody a v tabuľke č. 3 je uvedené množstvo dreva k rovnakému tepelnému výkonu pri rôznej vlhkosti.

Zväčšenie obsahu vody v dreve z 20 na 40% podmieňuje vyššiu spotrebu paliva takmer o polovicu. Vzrast obsahu vody na 50% - čo je bežný prípad, podmieňuje potrebu paliva skoro dvojnásobnú! Závislosť je tu totiž progresívna, časť drevnej hmoty sa spotrebuje iba na odparenie vody bez efektu. Na základe tejto skutočnosti je možné prijať dve riešenia alebo ich kombináciu:

- dbať na vysušenie paliva pred spaľovaním,
- väčším výmenníkom využiť aj teplo obsiahnuté v odparenej vode a spaliny priviesť až ku kondenzácii. Pri spalinách z dreva by pri kondenzácii nemali nastať väčšie problémy.

Obsah vody %	Palivo			
	drevo		Kôra	
	(MJ.kg <sup>-1</sup> )	(kW.h.kg <sup>-1</sup> )	(MJ.kg <sup>-1</sup> )	(kW.h.kg <sup>-1</sup> )
0	18,5	5,1	18,8	5,2
10	16,4	4,6	16,7	4,6
20	14,3	4,0	14,6	4,1
30	12,2	3,4	12,5	3,5
40	10,1	2,8	10,5	2,9
50	8,0	2,2	8,4	2,3
60	6,0	1,7	6,3	1,8

Tab. 2 Skutočná výhrevnosť dreva a kôry v závislosti na obsahu vody

Obsah vody v dreve (%)	Potreba paliva na jednotku výkonu	
	A (%)	B (%)
0	100	-
10	111	-
20	127	100
30	150	118
40	180	143
50	232	181
60	300	235

Tab. 3 Množstvo dreva k rovnakému tepelnému výkonu pri rôznej vlhkosti (obsah vody)

Tento príspevok vznikol za podpory Agentúry VEGA, konkrétne VEGA č.1/0421/09

### Literatúra

- [1] Rybár,P.;Rybár, R.;Tauš, P.: Alternatívne zdroje energie. TU FBERG Košice,2001, s.121.
- [2] Aktualizácia surovínovej politiky Slovenskej republiky pre oblasti nerastných surovín
- [3] Horbaj,P.: Ekologické aspekty spaľovania. Neografia. Martin, 2000, s.71.
- [4] Horbaj,P.;Lukáč,P.;Mikolaj,D.: Zásobovanie teplom. ES SJF TU Košice, 2005, s.250.
- [5] Kačík,F.; Geffert,A.; Kačíková,D.: Chémia. ES TU Zvolen, Zvolen, 2005, s.386.
- [6] Peavy, H.S. et al. : Environmental engineering, Mc Graw – Hill, New York, 1985, s.537.
- [7] Ražnjevič,K.: Termodynamické tabuľky. Alfa Bratislava, 1984, s.377.
- [8] Rédr,M.; Příhoda,M.: Základy tepelnej techniky. SNTL, Praha, 1991, s.424.
- [9] Varga,A.: Základy tepelnej techniky. ES HF TU Košice, 2000, s.394.
- [10] Jandačka,J.;Malcho,M.;Mikulík,M.: Biomasa ako zdroj energie. ES TU v Žiline, 2006, s.240.
- [11] Jandačka,J.;Malcho,M.;Mikulík,M.: Technológie pre prípravu a energetické využitie biomasy. ES TU v Žiline, 2007, s.222.

prof. Ing. Peter Horbaj, PhD.

peter.horbaj@tuke.sk

Katedra energetickej techniky, SJF TU Košice

Ing. Natália Jasminská, PhD.

natalia.jasminska@tuke.sk

Katedra energetickej techniky, SJF TU Košice

Ing. Patrícia Čekanová

patricia.cekanova@tuke.sk

Katedra energetickej techniky, SJF TU Košice

doc. Ing. Peter Tauš, PhD,

peter.taus@tuke.sk

Fakulta baníctva, ekológie, riadenia a geotechnológií, TU Košice