energie biomasy

EKIS ČEA

BioWATT

ENERGIE BIOMASY

Biomasa vzniká jako důsledek dopadající sluneční energie. Je definována jako **substance organického původu**, která se přímo vyrábí, nebo se jedná o odpady ze zemědělské, potravinářské nebo lesní produkce.

přírodní podmínky

V přírodních podmínkách ČR lze využívat biomasu v následujících kategoriích:

Biomasa odpadní:

Rostlinné odpady ze zemědělské prvovýroby a údržby krajiny - řepková a kukuřičná sláma, obilná sláma, seno, zbytky po likvidaci křovin a náletových dřevin, odpady ze sadů a vinic, odpady z údržby zeleně a travnatých ploch.

- **Lesní odpady** (dendromasa) - po těžbě dříví zůstává v lese určitá část stromové hmoty nevyužita (pařezy, kořeny, kůra, vršky stromů, větve, šišky a dendromasa z prvních probírek a prořezávek).
- Organické **odpady z průmyslových výrob** - spalitelné odpady z dřevařských provozoven (odřezky, piliny, hobliny, kůra), odpady z provozů na zpracování a skladování rostlinné produkce (cukrovary), odpady z jatek, mlékáren, lihovarů, konzerváren.
- Odpady ze **živočišné výroby** - hnůj, kejda, zbytky krmiv, odpady z přidružených zpracovatelských kapacit.
- **Komunální** organické odpady - kaly, organický tuhý komunální odpad (TKO).

Biomasa záměrně produkovaná k energetickým účelům, energetické plodiny:

Lignocelulózové	Dřeviny (vrby, topoly, olše, akáty) Obiloviny (celé rostliny) Travní porosty (sloní tráva, chrastice, trvalé travní porosty) Ostatní rostliny (konopí seté, čirok, křídlatka, šťovík krmný, sléz topolovka)
Olejnaté	Řepka olejná, slunečnice, len, dýně na semeno
Škrobno-cukernaté	Brambory, cukrová řepa, obilí (zrno), topinambur, cukrová třtina, kukuřice

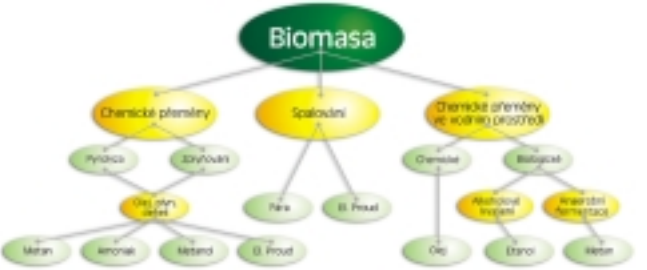
Tabulka 1: Energetické plodiny.

Pro hodnocení produkční schopnosti jednotlivých regionů slouží bonitace zemědělského půdního fondu. Základní oceňovací a mapovací jednotkou je BPEJ - **bonitovaná půdně ekologická jednotka** určená pětimístným kódem.

Příklad: 3 01 00, první místo je pro klimatický region - KR, druhé a třetí místo je pro hlavní půdní jednotku - HPJ, ze čtvrtého místa vyčteme svažitost a expozici vůči světovým stranám a z pátého místa určíme skeletovitost a hloubku půdního profilu.

Obrázek 1: Zpracování odpadní biomasy štěpkováním.

možnosti využití a přehled technologií



Obrázek 2: Možnosti využití biomasy.

Z energetického hlediska lze energii z biomasy získávat téměř výhradně termo-chemickou přeměnou, tedy **spalováním**. Výhřevnost je dána množstvím tzv. **hořlaviny** (organická část bez vody a popelovin, směs hořlavých uhlovodíků - celulózy, hemicelulózy a ligninu). Biomasa je podle druhu spalována přímo, nebo jsou spalovány kapalné či plynné produkty jejího zpracování. Od toho se odvíjejí základní technologie zpracování a přípravy ke spalování:

termo-chemická přeměna	pyrolýza (produkce plynu, oleje) zplyňování (produkce plynu)
bio-chemická přeměna	fermentace, alkoholové kvašení (produkce etanolu) anaerobní vyhnívání, metanové kvašení (produkce bioplynu)
mechanicko-chemická přeměna	lisování olejů (produkce kapalných paliv, oleje) esterifikace surových bio-olejů (výroba bionafty a přírodních maziv) štípání, drcení, lisování, peletace, mletí (výroba pevných paliv)

Biomasa je v současnosti využívána zejména decentralizovaně v lokálních topeništích a malých kotlích v rodinných a bytových domech (palivové a odpadní dřevo), v menší míře i ve větších zdrojích (průmyslové zdroje v dřevozpracujícím i jiném průmyslu, blokové kotelny, zdroje CZT).

přímé spalování a zplyňování

Spalování - suchá biomasa je velmi složité palivo, protože podíl částí zplyňovaných při spalování je velmi vysoký. Vzniklé plyny mají různé spalovací teploty. Proto se také stává, že ve skutečnosti hoří jenom část paliva.

Dřevoplyn - ze suché biomasy se působením vysokých teplot uvolňují hořlavé plynné složky, tzv. **dřevoplyn**. Jestliže je přítomen vzduch, dojde k hoření, tj. jde o **prosté spalování**. Pokud jde o zahřívání bez přístupu vzduchu, odvádí se vzniklý dřevoplyn do spalovacího prostoru, kde se spaluje obdobně jako jiná plynná paliva. Část vzniklého tepla je použita na zplyňování další biomasy. Výhodou je snadná regulace výkonu, nižší emise, vyšší účinnost.

Obrázek 3: Kotel na spalování dřevní štěpky ve výtopně Schenkenfelden, Horní Rakousko.

vliv vlhkosti na výhřevnost biomasy

Výhřevnost dřeva je srovnatelná s **hnědým uhlím**. U rostlinných paliv však kolísá podle druhu a vlhkosti, na kterou jsou tato paliva citlivá. Čerstvě vytěžené dřevo má relativní vlhkost až 60 %, dobře proschlé dřevo na vzduchu má relativní vlhkost cca 20 %; pod střechou sníží svůj obsah vody na 20 % za půl až jeden rok. Dřevěné brikety mohou mít relativní vlhkost od 3 do 10 %, podle kvality lisování.

Pro spalování štěpek je optimální vlhkost 30 - 35 %. Při vlhkosti nižší má hoření explozivní charakter a mnoho energie uniká s kouřovými plyny. Při vyšší vlhkosti se mnoho energie spotřebuje na její vypaření a spalování je nedokonalé. Pro spalování dřeva lze doporučit vlhkost cca 20 %.

JEDNOTKA	NÁZEV	VÝZNAM
plm	plnometr = m^3	krychle o hraně 1 m vyplněná dřevem bez mezer, 1 m^3 skutečné dřevní hmoty ("bez děr")
prm	prostorový metr = m^3 p. o. (tedy "prostorového objemu")	krychle o hraně 1 m vyplněná částečně dřevem s mezerami, čili 1 m^3 složeného dřeva štípaného nebo neštípaného ("s dírami"), např. dřevo v lese složené do "metrů"
prms	prostorový metr sypaný	1 m^3 volně loženého sypaného (nezhutňovaného) drobného nebo drceného dřeva

Tabulka 2: Jednotky a termíny pro objemové značení dřevní hmoty. V praxi používaný výraz "kubík" většinou znamená plm.

Obrázek 4: Automatický kotel s podáváním paliva na peletky.

Druh paliva	Obsah vody	Výhřevnost	Měrné hmotnosti		
	[%]	[MJ/kg]	[kg/m3]=[kg/plm]	[kg/prm]	[kg/prms]
Dřevo obecně	20	14,23			
Buk	15		670	469	275
Dub	15		685	480	281
Borovice	15		517	362	212
Smrk	15		455	319	187
Listnaté dřevo	15	14,605	678	475	278
Jehličnaté dřevo	15	15,584	486	340	199
Polena (měkké dřevo)	20	14,28		400	
Dřevní štěpka	30	12,18			210
Sláma obilovin	10	15,49		120	(balíky)
Sláma kukuřice	10	14,40		100	(balíky)
Lněné stonky	10	16,90		140	(balíky)
Sláma řepky	10	16,00		100	(balíky)

Tabulka 3: Výhřevnost biomasy.

bio-chemická přeměna

Bioetanol - Fermentací roztoků cukrů je možné vyprodukovat etanol (etylalkohol). Vhodnými materiály jsou cukrová řepa, obilí, kukuřice, ovoce nebo brambory. Cukry mohou být vyrobeny i ze zeleniny nebo celulózy. Teoreticky lze z 1 kg cukru získat 0,65 l čistého etanolu. V praxi je však energetická výtěžnost 90 až 95 %. Fermentace cukrů může probíhat pouze v mokrém (na vodu bohatém) prostředí. Vzniklý alkohol je nakonec oddělen destilací a je vysoce hodnotným kapalným palivem pro spalovací motory. Jeho přednostmi jsou ekologická čistota a antidetonační vlastnosti. Nedostatkem etanolu jako paliva je schopnost vázat vodu a působit korozi motoru, což lze odstranit přidáním antikorozních přípravků.

V USA probíhají výzkumy výroby etanolu z celulózy pomocí speciálně vyšlechtěných mikroorganismů. Etanol lze pak získat i ze dřeva, slámy nebo sena. Etanol pro spalovací motory je hojně využíván v Mexiku.

Skládkové plyny - na skládkách TKO dochází ke složitým biologickým pochodům, důsledkem je tvorba skládkového plynu. Složení plynu se mění v průběhu let. Průměrné množství TKO na jednoho obyvatele na rok je asi 310 kg. Z toho množství je přibližně 35 % organického původu a z něhož lze odhadovat přibližnou produkci 0,3 m^3/kg.

Bioplyn - Při rozkladu organických látek (hnůj, zelené rostliny, kal z čističek) v uzavřených nádržích bez přístupu kyslíku vzniká bioplyn. Tento proces, kdy se organická hmota štěpí na anorganické látky a plyn, vzniká díky bakteriím pracujícím bez přístupu kyslíku (anaerobně). Rozkládání víceméně odpovídá procesům probíhajícím v přírodě s tím rozdílem, že v přírodě probíhají i za přítomnosti kyslíku (aerobní procesy). Proto jsou meziprodukty těchto procesů odlišné a také chemické složení konečných produktů se liší. Zbytky vyhnívacího procesu jsou vysoce hodnotným hnojivem nebo kompostem.

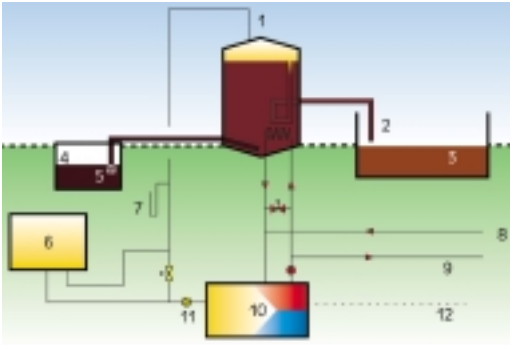
Bioplyn osahuje cca 55 - 70 % objemových procent **metanu**, výhřevnost se proto pohybuje od 19,6 do 25,1 MJ/m^3. V zemědělství se v největší míře využívá **kejda** (tekuté a pevné výkaly hospodářských zvířat promísené s vodou), případně **slamnatý hnůj**, v menší míře sláma, zbytky travin, stonky kukuřice, bramborová nať (obtížnější zpracování). Bioplynový potenciál v hnoji závisí na obsahu sušiny a na složení a strávení potravy.

V bioplynové stanici se biomasa zahřívá na provozní teplotu ve vzduchotěsném **reaktoru**, kde zůstává pevně stanovenou **dobu zdržení** (většinou experimentálně ověřenou). Optimální teplotní pásma jsou vázána na různé kmeny bakterií:

Druhy bakterií	Teplota fermentovaného materiálu [°C]
Bakterie psychrofilní	15 - 20
Bakterie mezofilní	37 - 43
Bakterie termofilní	55

Tabulka 4: Optimální teplotní pásma anaerobních bakterií.

Obrázek 5: Kontinuální systém na zpracování kejdy, Dánsko.



Obrázek 6: Schéma bioplynové stanice, kontinuální systém.

Popis zařízení: 1 - odvod bioplynu, 2 - přepad kalu, 3 - zásobník odplyněné kejdy, 4 - nová sběrná nádrž, 5 - kalové čerpadlo, 6 - plynojem, 7 - vodní uzávěr, 8 - připojení ke stávajícímu dálkovému vytápění, 9 - teplo z kogenerační jednotky, 10 - kogenerační jednotka, 11 - dmychadlo, 12 - elektřina z kogenerační jednotky

mechanicko-chemická přeměna

Bionafta - Z řepkového semene se lisuje olej, který se působením katalyzátoru a vysoké teploty mění na **metylester řepkového oleje**, jenž je použitelný jako bionafta. Nazývá se "bionafta první generace". Protože výroba metylesteru je dražší než běžná motorová nafta, mísí se s některými lehkými ropnými produkty, nebo s lineárními alfa-olefiny, aby jeho cena mohla konkurovat běžné motorové naftě. Tyto produkty se nazývají "bionafty druhé generace", musí obsahovat alespoň 30 % metylesteru řepkového oleje, zachovávají si svou biologickou odbouratelnost a svými vlastnostmi, jako je např. výhřevnost, se více přibližují běžné motorové naftě. Jejich výroba se řídí ČSN 656507, která pojednává o výrobě biopaliv. Motory musí být pro spalování bionafty přizpůsobeny (např. pryžové prvky).

pěstování biomasy pro energetické účely

Druh energetické plodiny je určován mnoha faktory: **druhem půd**, způsobem **využití** a **účelem**, možností sklizně a dopravy, druhovou skladbou v okolí. Předem se musí porovnat náklady na pěstování a na výrobu (spotřebu energie) a výnosu (zisku) energie.

Z bylin jsou zajímavé rostliny produkující cukr, škrob nebo olej. Například brambory, cukrová řepa, slunečnice a zejména řepka (řepkový olej se zpracovává na naftu a mazadla, řepková sláma se použije ke spálení). **Řepková sláma** má vyšší výhřevnost 15 - 17,5 GJ/t oproti obilné slámě, u které počítáme s výhřevností 14,0 - 14,4 GJ/t.

Z víceletých rostlin je známá **křídlatka sachalinská** (Reynoutria sachalinensis Nakai), která dosahuje vysokých výnosů 30 - 40 t sušiny z ha. Velmi diskutovanou energetickou rostlinou je **sloní tráva** (Miscanthus sinensis). Výhodné je pěstování **konopí setého** (Cannabis sativa L.), neboť nevyžaduje žádné ošetření v průběhu vegetace. V Evropě dosahuje výšky až 4 m a výnosu hmoty 6 - 15 t suché hmoty z ha. Konopí je jednoletá rostlina, ale na stanovišti vydrží, pokud se vysemení, mnoho let (odtud např. Konopiště).

Plodina/termín	Výhřevnost	Vlhkost	Výnos [t/ha]		
	[MJ/kg]	[%]	min.	prům.	opt.
Sláma obilovin (VII-X)	14	15	3	4	5
Sláma řepka (VII)	13,5	17-18	4	5	6
Energetická fytomasa - orná půda (X-XI)	14,5	18	15	20	25
Rychlerostoucí dřeviny - zem. půda (XII-II)	12	25-30	8	10	12
Energetické seno - zem. půda (VI;IX)	12	15	2	5	8
Energetické seno - horské louky (VI;IX)	12	15	2	3	4
Energetické seno - ostatní půda (VI-IX)	12	15	2	3	4
Rychlerostoucí dřeviny - antropogenní půda (XII-II)	12	25-30	8	10	12
Jednoleté rostliny - antropogenní půda (X-XI)	14,5	18	15	17,5	20
Energetické rostliny - antropogenní půda (X-XII)	15	18	15	20	25

Tabulka 5: Orientační klíčová čísla pro výhřevnost, výnosy, dobu sklizně a sklizňovou vlhkost energetické fytomasy. (Zdroj: VÚRV.)

Nejvhodnější **rychle rostoucí dřeviny** (RRD) jsou platany, topoly (černý, balzamový), pajasany (žláznatý), akáty, olše a zejména **vrby**, které jsou vhodné hlavně pro hydromorfní půdy podél vodotečí, kde lze uplatnit i domácí **topol černý**. Obmýtní doba je 2 až 8 vegetačních období, životnost plantáže je 15 - 20 let. Speciální vyšlechtěné klony mají výtěžnost až 15 -18 t sušiny na ha, v našich podmínkách se dosahuje roční výtěžnosti 10 t/ha. Je třeba respektovat zákon č. 114/92 Sb. o ochraně přírody a krajiny (cizí rostliny a dřeviny).

Obrázek 7: Sklizeň konopí, Unhošť.

použitá a doporučená literatura

[1] Beranovský, J. a kol.: Metody hodnocení vhodnosti a výtěžnosti OZE pro účely energetických bilancí a energetické statistiky a pro účely regionálního územního plánování a energetických generelů. ČEA, EkoWATT, Praha, 2000.

[2] Hančarová, D.: Zpracování kejdy. ÚVTIZ, č. 5, 1991.

[3] Kára, J., Adamovský, R.: Praktická příručka - obnovitelné zdroje energie. MZE ČR, Praha, 1993.

[4] Kára, J. a kol.: Program zaměřený na zvyšování energetické účinnosti a dosažení energetických úspor v zemědělském a potravinářském komplexu. VÚZT Řepy, 1992.

[5] Kára, J., Šrámek, V., Hutla, P., Stejskal, F., Kopická, A.: Využití biomasy pro energetické účely. ČEA, Praha, 1997.

[6] Knápek, J., Vašíček, J., Havlíčková, K.: Ekonomická efektivnost pěstování biomasy pro energetické účely. ČVUT Praha, VÚKOZ, Průhonice, 2001.

[7] Kol. autorů: Katalog firem 2002 - 2003, obnovitelné zdroje energie. EkoWATT, Praha, 2002.

[8] Kol. autorů: Energie - kde ji vzít? EkoWATT, Praha, 1993. ISBN 87-87669-74-1. Dotisk EkoWATT, Praha, 1995.

[9] Kol. autorů: Využití biomasy pro energetické účely. ČEA, Praha, 1997.

[10] Kol. autorů: Využití biomasy k energetickým účelům. Studie VTR, ÚVTIZ, č. 19, 1986.
[11] Pastorek, Z. a kol.: Využití odpadní biomasy rostlinného původu. Metody pro zemědělskou praxi č. 12/1999. ÚVTIZ, MZE ČR, Praha, 1999.
[12] Pázral, E., Kára, J., Kotková, J., Svobodová, V.: Kombinované energetické systémy s využitím obnovitelných zdrojů energie. ČEA, Praha, 1997.
[13] Pažout, F., Hutla, P.: Praktická příručka obnovitelné zdroje energie 3/1993. MZE ČR, Praha, 1993.
[14] Simanov, V.: Dříví jako energetická surovina. MZE ČR, Praha, 1993.
[15] Trnobranský, K., Valentová, M., Dufour, R.: Energetické využívání dřevních odpadů. ČEA, Praha, 1998.

Vydal:
EkoWATT, středisko pro obnovitelné zdroje a úspory energie
Bubenská 6, 170 00 Praha 7
tel.: +420 266 710 247
fax: +420 266 710 248
e-mail: ekowatt@ekowatt.cz
http://www.ekowatt.cz, www.energetika.cz

Autoři textů: Jiří Beranovský, Karel Srdečný, Jan Truxa
Spolupráce: Radim Bařinka, František Hrdlička, Evžen Přibyl, Libor Šamánek, Jiří Vašíček, Jaroslav Knápek
Grafický návrh: Irena a Saša Mandić
Realizace: Helvetica & Tempora, spol. s r. o., Pod Kaštany 8, Praha 6

© EkoWATT, 2002

Podrobnější informace lze získat také v celostátní síti Energetických informačních a konzultačních středisek České energetické agentury (EKIS ČEA), jejichž seznamy jsou uveřejněny např. na internetové adrese http://www.ceacr.cz.

Publikace je určena pro poradenskou činnost a byla zpracována v rámci Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie pro rok 2002 - část A. Byla vydána díky laskavé podpoře České energetické agentury a Nadace Partnerství.