



# Energie biomasy



Centrum pro  
obnovitelné  
zdroje a úspory  
energie

EKIS ČEA

# Energie biomasy

Biomasa vzniká díky dopadající sluneční energii. Jde o hmotu **organického původu**. Pro energetické účely se využívá buď cíleně pěstovaných rostlin nebo odpadů ze zemědělské, potravinářské nebo lesní produkce. Zásadní výhodou je, že biomasa slouží jako akumulátor energie a lze ji poměrně jednoduše a dlouhodobě skladovat. Nevýhodou je nízká účinnost přeměny slunečního záření na energii. Z hektaru pole získáme hmotu s energetickým obsahem 40 až 90 MWh, podle typu plodiny. To je méně než 1% slunečního záření, které na tuto plochu za rok dopadne. Při zpracování biomasy a konečném spalování získaného paliva vznikají další ztráty.

Biomasu můžeme rozlišit podle obsahu vody:

**Suchá** – zejména dřevo a dřevní odpady, sláma a další suché zbytky z pěstování zemědělských plodin. Lze ji spalovat přímo, případně po dosušení.

**Mokrý** – zejména tekuté odpady, jako kejda a další odpady ze živočišné výroby a tekuté komunální odpady. Nelze ji spalovat přímo, využívá se zejména v bioplynových technologiích.

**Speciální biomasa** – olejiny, škrobové a cukernaté plodiny. Využívají se ve speciálních technologiích k získání energetických látek – zejména bionafty nebo lihu.



Centrální výtopna na dřevní štěpku (Rakousko). Foto: EkoWATT

## Přírodní podmínky

V přírodních podmínkách ČR lze využívat biomasu těchto kategorií:

### 1. Biomasa odpadní:

■ **rostlinné odpady** ze zemědělské prvovýroby a údržby krajiny – řepková a kukuřičná sláma, obilná sláma, seno, zbytky po likvidaci křovin a náletových dřevin, odpady ze sadů a vinic, odpady z údržby zeleně a travnatých ploch,

■ **lesní odpady** (dendromasa) – po těžbě dříví zůstává v lese určitá část stromové hmoty nevyužita (pařezy, kořeny, kůra, vršky stromů, větve, šišky a dendromasa z prvních probírek a přežávek),

■ **organické odpady z průmyslových výrob** – spalitelné odpady z dřevařských provozoven (odřezky, piliny, hoblíny, 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).

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

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

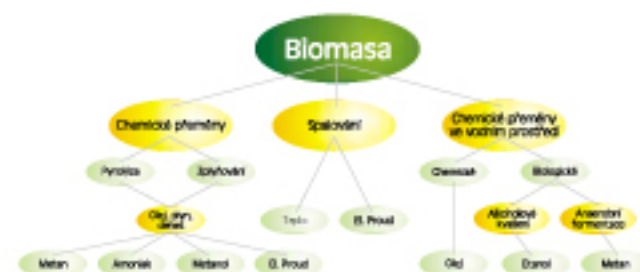
Energetické plodiny. Zdroj: EkoWATT

## Možnosti využití a přehled technologií

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 uhlovdíků – 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:

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

Postup zpracování a přípravy biomasy ke spalování. Zdroj: EkoWATT



Možnosti využití biomasy. © EkoWATT

## Přímé spalování a zplyňování

**Spalování** – suchá biomasa je velmi složitě palivo, protože podíl části zplyňovaných při spalování je velmi vysoký. Vzniklé plyny mají různé spalovací teploty. Proto se také stává, že ve skutečnosti hoří jenom část paliva, zejména při pálení dřeva v kotlích na uhlí.

**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 a vyšší účinnost.



Interiérová kamna na dřevo. Foto: EkoWATT



## 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 %, na vzduchu dobře proschlé dřevo má relativní vlhkost cca 20 %; pod střechem snižuje 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 %.

| Jednotky | Název  | Přepočít              | Význam   |
|----------|--|-----------------------|--|
| plm      | pinometr = m <sup>3</sup>                                    |                       | krchle o hraně 1 m vyplněná dřevem bez mezer, 1 m <sup>3</sup> skutečné dřevní hmoty („bez děr“)   |
| prm      | prostorový metr = m <sup>3</sup> p. o. (prostorového objemu) | 1 prm = 0,6 – 0,7 plm | krchle o hraně 1 m vyplněná částečně dřevem s mezerami, čili 1 m <sup>3</sup> složeného dřeva štípaného nebo neštípaného („s dírami“), např. dřevo v lese složené do „metrů“ |
| prms     | prostorový metr sypaný                                       | 1 prms = cca 0,4 plm  | 1 m <sup>3</sup> volně loženého sypaného (nezhutňovaného) drobného nebo drceného dřeva   |

Jednotky a termíny pro objemové značení dřevní hmoty. V praxi používaný výraz „kubík“ většinou znamená plm. Zdroj: EkoWATT



Automatický kotol na štěpku. Foto: EkoWATT

| Druh paliva      | Obsah vody | Výhřevnost | Měrné hmotnosti                   |           |            |
|------------------|------------|------------|-----------------------------------|-----------|------------|
|                  |            |            | [kg/m <sup>3</sup> ]=<br>[kg/plm] | [kg/ prm] | [kg/ prms] |
| listnaté dřevo   | 15         | 14,605     | 678                               | 475       | 278        |
| jehličnaté dřevo | 15         | 15,584     | 486                               | 340       | 199        |
| borovice         | 20         | 18,4       | 517                               | 362       | 212        |
| vrba             | 20         | 16,9       |                                   |           |            |
| olše             | 20         | 16,7       |                                   |           |            |
| habr             | 20         | 16,7       |                                   |           |            |
| akát             | 20         | 16,3       |                                   |           |            |
| dub              | 20         | 15,9       | 685                               | 480       | 281        |
| jedle            | 20         | 15,9       |                                   |           |            |
| jasan            | 20         | 15,7       |                                   |           |            |
| buk              | 20         | 15,5       | 670                               | 469       | 275        |
| smrk             | 20         | 15,3       | 455                               | 319       | 187        |
| bříza            | 20         | 15,0       |                                   |           |            |
| modřín           | 20         | 15,0       |                                   |           |            |
| topol            | 20         | 12,9       |                                   |           |            |
| dřevní štěpka    | 30         | 12,18      |                                   |           | 210        |
| sláma obilovin   | 10         | 15,49      |                                   | 120       | (baliky)   |
| sláma kukuřice   | 10         | 14,40      |                                   | 100       | (baliky)   |
| lněné stonky     | 10         | 16,90      |                                   | 140       | (baliky)   |
| sláma řepky      | 10         | 16,00      |                                   | 100       | (baliky)   |

Výhřevnost biomasy. Zdroj: EkoWATT

## Bio-chemická přeměna

**Bioetanol** – Fermentací roztoků cukrů je možné vyprodukovat etanol (etylalkohol). Vhodnými materiály jsou cukrovat 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 mokřem (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 antidetonální vlastnosti. Nedostatkem etanolu jako paliva je schopnost vázat vodu a působit korozi motoru, což lze odstranit přidáním antikoročních přípravků.

V posledních letech probíhají výzkumy výroby etanolu z celulózy pomocí speciálně vyšlechtěných mikroorganismů (tzv. biopaliva druhé generace). Etanol lze pak získat i ze dřeva, slámy nebo sena. Výroba je však energeticky náročná.

Od 1. ledna 2008 se v ČR do automobilového benzínu povinně přimíchává 2 % bioetanolu. Podíl se bude postupně zvyšovat – v roce 2009 bude 3,5 %. Tím se sníží závislost na fosilních palivech.

**Skládkové plyny** – na skládkách TKO dochází ke složitým bio-chemickým 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 je přibližně 35 % organického původu, z něhož lze získat produkci plynu zhruba 0,3 m<sup>3</sup>/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 anaerobním bakteriím. Rozkládání víceméně odpovídá procesům probíhajícím v přírodě, s tím rozdílem, že v přírodě probíhají i za přítomnosti kyslíku (aerobní procesy). Proto jsou meziproducty těchto procesů odlišné a také chemické složení konečných produktů se liší. Zbytky vyhnivacího procesu jsou vysoce hodnotným hnojivem nebo kompostem.

Bioplyn obsahuje cca 55–70 % objemových procent metanu, výhřevnost se proto pohybuje od 19,6 do 25,1 MJ/m<sup>3</sup>. V zemědělství se v největší míře využívá kejda (tekuté a pevné výkaly hospodářských zvířat promísené s vodou), případně slámatý hnůj, v menší míře sláma, zbytky travin, stonky kukuřice, bramborová nať (obtěžnější zpracování). Bioplynový potenciál v hnoji závisí na obsahu sušiny a na složení a stravení 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:

| Bakterie              | Teplota fermentovaného materiálu [°C] |
|-----------------------|---------------------------------------|
| bakterie psychrofilní | 15–20                                 |
| bakterie mezofilní    | 37–43                                 |
| bakterie termofilní   | 55                                    |

Optimální teplotní pásma anaerobních bakterií. Zdroj: EkoWATT



Kontinuální systém na zpracování kejdy. Foto: EkoWATT

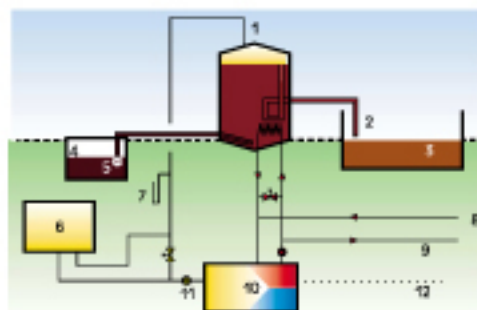


Schéma bioplynové stanice, kontinuální systém. © EkoWATT

Popis zařízení: 1 – odvod bioplynu, 2 – přeпад káls, 3 – zásobník odplyněné kačky, 4 – nová sběrná nádrž, 5 – kalové čerpadlo, 6 – plynojem, 7 – vodní uzavěr, 8 – připojení ke stávajícímu dálkovému vytápění, 9 – toplo 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**. 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 a 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).

Od 1. 9. 2007 se u nás do motorové nafty přimíchává 2 % metylesteru mastných kyselin. V roce 2009 se podíl zvýšil na 4,5 %. V roce 2010 má povinný podíl bioložky v motorových palivech v zemích EU činit 5,75 % z celkové spotřeby benzínu a motorové nafty.



Bioplynová stanice jako součást kravína. Foto: EkoWATT

## Pěstování biomasy pro energetické účely

Vhodný druh energetické plodiny je určován mnoha faktory: **druhem půdy, způsobem využití a účelem**, možností sklízne a dopravy, druhovou skladbou v okolí atp. Předem se musí porovnat náklady na pěstování a na výrobu (spotřebu energie) a výnosy (zisk) 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 využije ke spálení). **Řepková sláma** má výhřevnost 15–17,5 GJ/t, obilná sláma o něco nižší – 14,0–14,4 GJ/t.

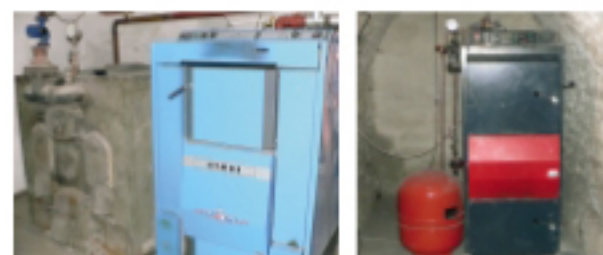
Z víceletých rostlin je známá **křídlatka sachalinská** (*Reynoutria sachalinensis* Nakai), která dosahuje vysokých výnosů 30–40 t sušiny z hektaru. Velmi diskutovanou energetickou rostlinou je **sloní tráva** (*Miscanthus sinensis*). Východně je pěstování **konopí setého** (*Cannabis sativa* L.), neboť nevyžaduje žádné ošetření v průběhu vegetace. V Evropě dosahuje výšky až 4 m a výnosu 6–15 t suché hmoty z hektaru. Konopí je jednoletá rostlina, ale na stanovišti vydrží, pokud se vysemeří, 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 lytomasa – 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    |
| 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–XI)     | 15         | 18      | 15           | 20    | 25   |

Orientační klíčová čísla pro výhřevnost, výnosy, dobu sklízne a sklízňovou vlhkost energetické lytomasy. Zdroj: VÚRÚ

Nejvhodnější **rychle rostoucí dřeviny (RRD)** jsou platan, topoly (černý, balzamový), pajasany (žláznatý), akáty, olše a zejména **vrby**, které jsou vhodné hlavně pro hydromorfni 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

hektar, v našich podmínkách se dosahuje roční výtěžnosti 10 t/ha. Je však třeba respektovat zákon 114/92 Sb. o ochraně přírody a krajiny (cizí rostliny a dřeviny).



Náhrada kotle na uhlí kotlem na dřevo. Kotel na dřevo bez akumuláční nádrže není nejlepší řešení. Foto: EkoWATT

## Použitá a doporučená literatura:

- [1] Beranovský, J., Truxa, J.: Alternativní energie pro váš dům. ERA, Brno, 2004.
- [2] Murlinger, K., Beranovský, J.: Energie z biomasy. ERA, Brno, 2006.
- [3] Pastorek, Z., Jevič, P., Kára, J.: Biomasa. FCC Public, 2004.
- [4] Srdečný, K., Energeticky soběstačný dům. ERA, Brno, 2006, dotisk 2007.
- [5] Srdečný, K., Macholda, F.: Úspory energie v domě. Grada, Praha 2003.
- [6] Kloboušník, L.: Pelety palivo budoucnosti. Sdružení Harmonie, C. Budějovice, 2003.
- [7] Kára, J., Adamovský, R.: Praktická příručka – obnovitelné zdroje energie. MZE ČR, Praha, 1993.
- [8] Pažout, F., Hutla, P.: Praktická příručka obnovitelné zdroje energie 3/1993. MZE ČR, Praha, 1993.
- [9] Šimanov, V.: Dříví jako energetická surovina. MZE ČR, Praha, 1993.

Vydal:

**EkoWATT, Centrum pro obnovitelné zdroje a úspory energie**

Svábky 2 180 00 Praha 8  
tel.: +420 266 710 247  
fax: +420 266 710 248  
e-mail: info@ekowatt.cz  
www.ekowatt.cz, www.energetika.cz

Foto na titulní straně: obecní výtopna na biomasu (Rakousko); dřevěné peletky; Foto: EkoWATT

Texty: EkoWATT – Jiří Beranovský, Monika Kešparová, František Macholda, Karel Srdečný, Jan Truxa  
Grafický návrh: Irena a Saša Mandić  
Sazba a tisk: Sdružení MAC, spol. s r.o., © EkoWATT, 2007

Podrobnější informace lze získat také v celostátní síti Energetických informačních a konzultačních středisek České energetické agentury (EKIS ČEA). Seznam středisek je uveřejněn na: www.i-ekis.cz.

Publikace je určena pro poradenskou činnost a je zpracována v rámci Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie pro rok 2007 – část A – PROGRAM EFEKT.

Publikace vyšla díky laskavé podpoře České energetické agentury.

