

Energetické a surovinové využití biomasy

Ing. Jiří Souček, Ph.D.

Energetické a surovinové využití biomasy



- biomasa
- biomasa - Vyhledávání Google
- biomasa jacques
- biomasa palivo
- biomasa křížovka
- biomasa využití
- biomasa výhody a nevýhody
- biomasa kraus
- biomasa energie

Personalizovat

Energetické a surovinové využití biomasy

Co je biomasa?

- Obecně je pod pojmem biomasa míněna veškerá organická hmota na naší planetě, účastnící se koloběhu živin v biosféře. Jsou to těla všech organismů – živočichů, rostlin, bakterií, hub a sinic.

Energetické a surovinové využití biomasy

Jaké jsou způsoby surovinového využití biomasy?

- Hnojivo, zdroj organické hmoty
 - součást statkových hnojiv
 - zapravení do půdy
 - součást digestátu
 - součást kompostů
 - jako alternativní hnojiva a půdní aditiva (biouhel, popel)
- Využití ve stavebnictví
 - lisované „ekopanely“
 - alternativní součást stavebních materiálů (omítky, betonu)
 - lýkové rostliny
- Využití v průmyslu a chemii
 - součást interiérů automobilů
 - výroba papíru, celulózy
 - oděvní průmysl

Energetické a surovinové využití biomasy

Jaké druhy biomasy se využívají v energetice?

- Zbytkové suroviny ze zemědělské výroby
 - sláma pro spalování
 - exkrementy pro výrobu bioplynu
 - dřevo ze sadů a z vinic
- Zbytkové suroviny z lesnictví
 - potěžební zbytky
 - zbytky z probírek

Zbytkové suroviny z dřevozpracujícího průmyslu

- piliny, hobliny
 - kůra
 - odřezky
- Vyselektované části komunálního odpadu
 - dřevo ze staveb
 - části BRKO

Energetické a surovinové využití biomasy

Způsoby energetického využití

- Výroba bioplynu
 - zpracování mokrých surovin
 - zemědělské bioplynové stanice
 - anaerobní fermentace (digesce)
- Spalování
 - zpracování suchých surovin
 - spalování balíků, slámy, dřevní štěpky atd.
 - výroba standardizovaných biopaliv (brkety, pelety)
- Další termické a chemické způsoby
 - pyrolýza
 - hydrolíza
 - výroba lihu
 - výroba biooleje

Energetické a surovinové využití biomasy

Proč využívat odpady?

- způsob jak zvýšit využití produkčního potenciálu zemědělství, lesnictví, případně jiných oborů
 - využití půdy, lidských zdrojů, techniky
 - získání energie
- možnost využití standardní techniky
 - není nezbytně nutný vývoj speciálních strojů
 - možnost lepšího vytížení strojového parku
- zvýšení podílu obnovitelných zdrojů energie
 - pomoc při plnění mezinárodních závazků v oblasti RES
- snížení negativního vlivu lidské činnosti na ž.p.
 - omezení množství pozemků ležících ladem
 - předcházení vzniku odpadu

Energetické a surovinové využití biomasy

Proč nevyužívat?

- energetická, personální a finanční náročnost
- úbytek živin z půdy
(polopravda, samotná sláma je problém)
- vysoké náklady na dopravu
(nízká objemová hmotnost a energetická hustota)
- možnost úniku polutantů
(při použití nevhodného spalovacího zařízení nebo obsahu nežádoucích příměsí v použitém palivu)

Energetické a surovinové využití biomasy

Cíl úprav surovin

- Zajistit, aby suroviny měly vhodné vlastnosti pro následné využití
- Umožnit klasifikaci podle norem
(nutné pro existenci trhu)
- Umožnit skladování
- Zefektivnit dopravu a manipulaci

Energetické a surovinové využití biomasy

Vlastnosti surovin – základní rozbor

Z hlediska energetickoprůmyslového využívání je cílem základního rozboru procentické stanovení obsahu veškeré vody W_t^r , popela A^r , prchavé hořlaviny V^r a neprchavého zbytku $(NV)^r$. Součet těchto tří hodnot dává 100 %.

$$A^r + V^r + (NV)^r + W_t^r = 100 \quad (\%)$$

kde:

- A^r je hmotnostní podíl popela v původním vzorku (%)
- V^r je hmotnostní podíl prchavé hořlaviny v původním vzorku (%)
- $(NV)^r$ je hmotnostní podíl neprchavého zbytku v původním vzorku (%)
- W_t^r je hmotnostní podíl veškeré vody v původním vzorku (%)

Energetické a surovinové využití biomasy

Vlastnosti surovin - popel

Popel je podíl biomasy získaný dokonalým spálením.

Vzniká z minerálních složek obsažených v palivu.

Minerální složky v palivu se nazývají popeloviny.

Stanovení obsahu popela v surovinách se stanovuje laboratorním rozbořem podle ČSN ISO 1171

(přesnost 0,7 %).

Energetické a surovinové využití biomasy

Vlastnosti surovin - vlhkost

Stanovení *obsahu veškeré vody* v surovinách probíhá podle ČSN 44 1377 (přesnost 0,6 %).

Obsah vody v surovinách je důležitý při všech technologických úpravách. Obsah vody se v průběhu technologických úprav mění, proto musí být sledován průběžně po celou dobu toku materiálu technologickým procesem.

Energetické a surovinové využití biomasy

Vlastnosti surovin - sušina

Doplňk celkové obsahované hmoty se nazývá sušina.

Platí tedy:

$$W_t^r + s^r = 100 \quad (\%)$$

kde: s^r je hmotnostní podíl sušiny v původním vzorku (%)

W_t^r je hmotnostní podíl veškeré vody v původním vzorku (%)

Při dlouhodobém skladování by měl být obsah sušiny vždy vyšší než 80 %.

Energetické a surovinové využití biomasy

Vlastnosti surovin – spalné teplo

Důležitou veličinou charakterizující termicko-technické vlastnosti je *spalné teplo* Q'_s (MJ.kg^{-1}). Spalné teplo je množství tepla, které se uvolní při dokonalém spálení měrné jednotky paliva (kg , m^{-3}_N) za předpokladu, že se spaliny ochladí na $0\text{ }^\circ\text{C}$ a že veškerá pára vzniklá při spalování zkondenzuje.

Spalné teplo je stanovováno laboratorně – kalorimetricky podle ČSN ISO 1928 (přesnost $0,3\text{ MJ.kg}^{-1}$) pomocí kalorimetru v adiabatických podmínkách.

Energetické a surovinové využití biomasy

Vlastnosti surovin – spalné teplo

Spalné teplo lze též stanovit výpočtem pomocí výsledků elementární analýzy paliva. Pro pevná a kapalná paliva se k výpočtu spalného tepla používá Mendělejevova rovnice:

$$Q^r_s = 339.C^r_t + 1440.(H^r_t - \frac{O^r_t}{8}) + 105.S^r_t \quad (\text{kJ.kg}^{-1})$$

kde

- C^r_t je hmotnostní podíl uhlíku v původním vzorku (%)
- H^r_t je hmotnostní podíl vodíku v původním vzorku (%)
- O^r_t je hmotnostní podíl kyslíku v původním vzorku (%)
- S^r_t je hmotnostní podíl síry v původním vzorku (%)

Energetické a surovinové využití biomasy

Vlastnosti surovin – výhřevnost

Protože při spalování paliva v praxi odcházejí spaliny s teplotou vyšší než 100 °C a voda se mění v páru, používá se při tepelných výpočtech častěji *výhřevnost* Q'_i .

Výhřevnost paliva je množství tepla uvolněné při dokonalém spálení měrné jednotky paliva při ochlazení spalin na 0 °C, přičemž voda obsažená v palivu zůstane ve spalinách jako vodní pára.

Energetické a surovinové využití biomasy

Vlastnosti surovin – výhřevnost

$$Q^r_i = Q^r_s - \gamma \cdot (W_t^r + 8,94 \cdot H_t^r) \quad (\text{MJ.kg}^{-1})$$

kde Q^r_s je spalné teplo původního vzorku (MJ.kg⁻¹)

γ je koeficient, který odpovídá ohřevu a vypaření 1 % H₂O (MJ.kg⁻¹)

při teplotě 25°C $\gamma = 0,02442 \text{ MJ.kg}^{-1}$

8,94 je koeficient přepočtu hmotnosti vodíku na vodu (-)

W_t^r je obsah veškeré vody v původním vzorku (%)

Energetické a surovinové využití biomasy

Vlastnosti stébelnaté biomasy

- rostlinná tkáň na lignocelulozové bázi, značně nehomogenní
- výnos 3 až 20 t.ha⁻¹
- obsah vody v okamžiku sklizně 10 % (obilniny) až 70 % (traviny)
- výhřevnost 10 až 19 MJ.kg⁻¹
- obsah popelovin v sušině 2 až 8 %
- snadno podléhá znehodnocení vlivem degradabilních procesů

Energetické a surovinové využití biomasy

Zařízení používaná při zpracování

■ řezačky

- sklízecí samojízdné

Podle pracovního ústrojí:

- bubnové
- kolové
- cepové



Výhody řezaček:

- možnost jedno i vícefázové sklizně
- široké uplatnění
- vysoká výkonnost (až 20 t.h⁻¹ sušiny)



Nevýhody řezaček:

- vysoké pořizovací náklady (až 10 mil. Kč)
- malá energetická hustota výstupního materiálu (0,7 – 1,1 GJ.m⁻³)

- sklízecí integrované

Energetické a surovinové využití biomasy

Zařízení používaná při zpracování

řezačky

Pracovní adaptéry:

- žací



- kukuřičný



- sběrací



- Sklizeň konopí
(konstrukčně upravená kolová řezačka se žacím adaptérem)

Energetické a surovinové využití biomasy

Zařízení používaná při zpracování

■ řezačky

- Velkoobjemový zásobník – racionalizace dopravy



– možnost využití kontejnerového systému

– řezačka může nouzově zastávat funkci dopravního prostředku



Energetické a surovinové využití biomasy

Zařízení používaná při zpracování

■ sklízecí lisy

- samojízdné

(prototypy CLAAS, Deutz-fahr)



Výhody lisů:

- nižší pořizovací náklady (300 tis. – 2 mil. Kč)
- dobré manipulační vlastnosti produktů
- vyšší energetická hustota produktů (1,7 – 4,5 GJ.m⁻³)

Nevýhody lisů:

- menší využitelnost v průběhu sezóny
- lisovaný materiál musí být suchý (skladovatelný)

Podle způsobu lisování:

- pístové
- svinovací s variabilní komorou
- svinovací s pevnou komorou



- integrované

Energetické a surovinové využití biomasy

Zařízení používaná při zpracování

■ sběrací vozy

Většinou řešeny jako integrované

Podle způsobu zpracování:

- s pořezem
- bez pořezu

- s aktivním lisovacím čelem
- bez lisovacího čela



Výhody sběracích vozů:

- nižší pořizovací náklady (350 tis. – 1,5 mil. Kč)
- zajistí sklizeň i přepravu

Nevýhody sběracích vozů:

- nutnost předchozího i následného zpracování
- zvýšené náklady na přepravu na velké vzdálenosti
- Zvýšené nároky na skladování výstupního materiálu

Energetické a surovinové využití biomasy

Vlastnosti dřevnaté biomasy

- rostlinná tkáň na lignocelulozové bázi
- určitý podíl zdrojů odpadního dřeva je nahodilý, nepravidelný
- obsah vody různý 7 % (zpracovatelský průmysl) až 70 % (odpad z lesa a z pilařských provozů)
- výhřevnost 8 až 19 MJ.kg⁻¹
- obsah popelovin v sušině 0,3 až 6 % (většinou kolem 1 %)
- snadno podléhá znehodnocení vlivem degradabilních procesů

Energetické a surovinové využití biomasy

Zařízení používaná při zpracování

■ štěpkovače

- sklízecí samojízdné

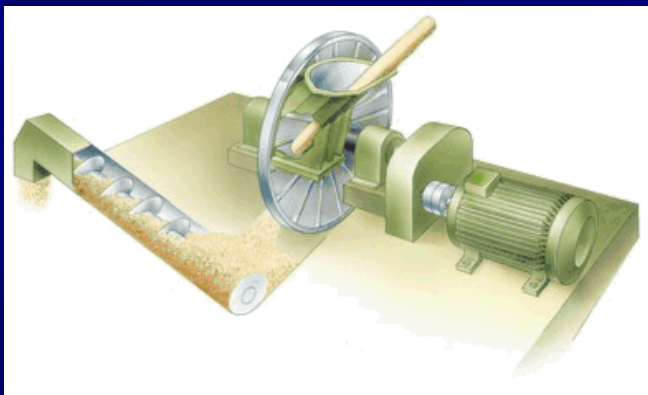


Výhody štěpkovačů:

- široké uplatnění
- vysoká výkonnost (až 20 t.h⁻¹ sušiny)
- pravidelná velikost výstupních částic

Nevýhody štěpkovačů:

- citlivé pro vniknutí cizorodých předmětů



- stacionární



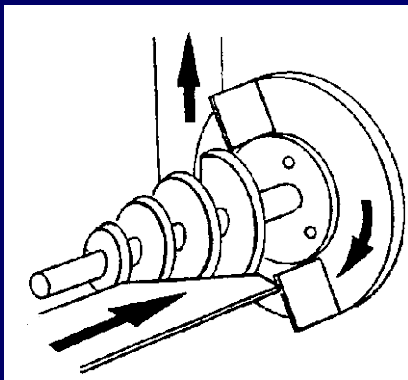
- semimobilní

Energetické a surovinové využití biomasy

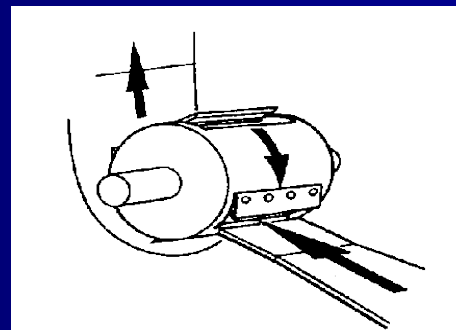
Zařízení používaná při zpracování

■ štěpkovače – principy činnosti

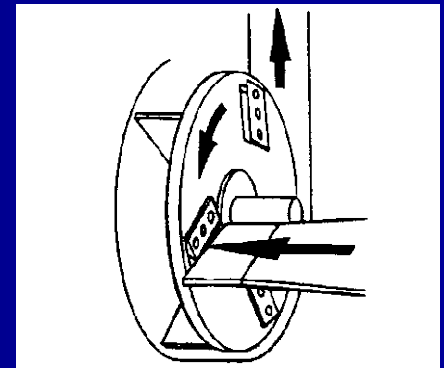
- při dělení částic je převládajícím druhem namáhání střih
- používají se pro výrobu štěpky ze dřeva



- šnekové



- bubnové



- diskové

Energetické a surovinové využití biomasy

Zařízení používaná při zpracování

- **štěpkovače** Různé způsoby řešení:



Energetické a surovinové využití biomasy

Zařízení používaná při zpracování

■ drtiče

- mobilní



Výhody drtičů:

- široké uplatnění a univerzálnost
- vysoká výkonnost (až 40 t.h⁻¹ sušiny)

Nevýhody drtičů:

- vyšší spotřeba energie
- nepravidelná velikost výstupních částic



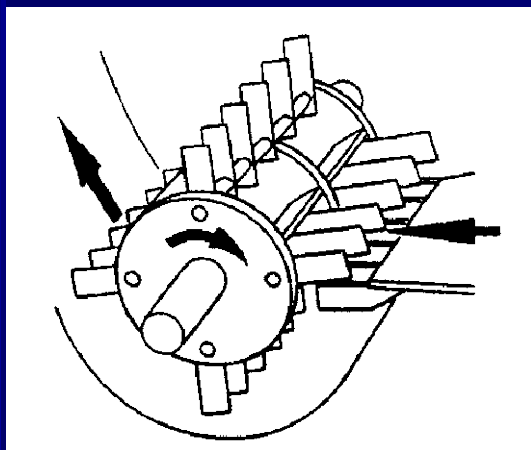
- stacionární

Energetické a surovinové využití biomasy

Zařízení používaná při zpracování

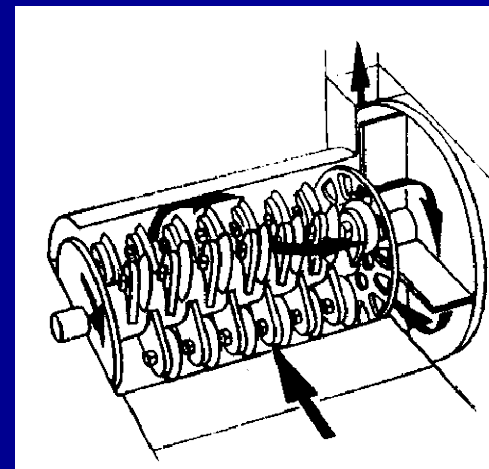
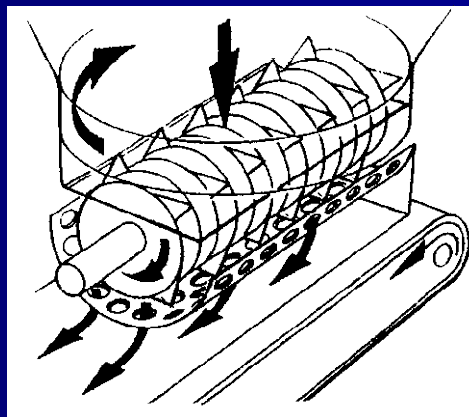
■ drtiče – principy činnosti

- při dělení částic převládá kombinace více druhů namáhání
- používají se pro drcení široké škály odpadů



- Kladivový mlýn

- válcové



- diskové šredry

Energetické a surovinové využití biomasy

Zařízení používaná při zpracování ■ drtiče

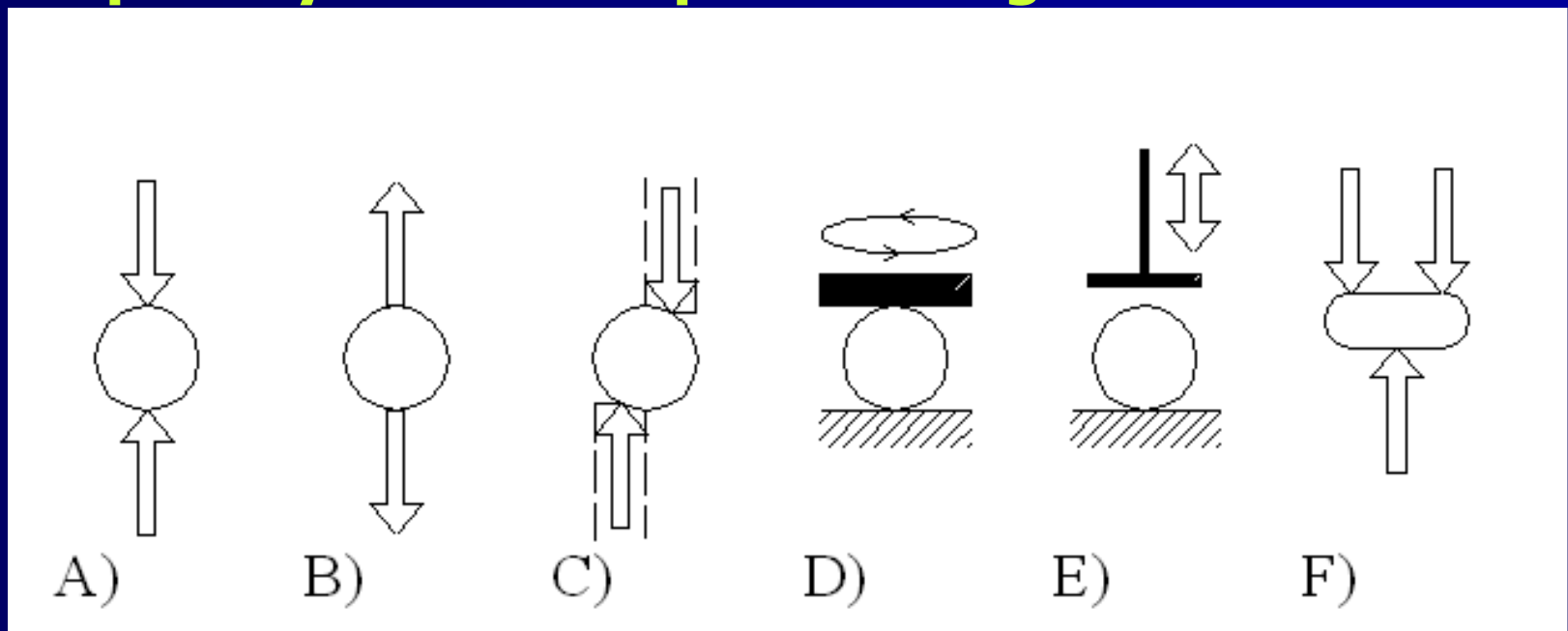
Různé způsoby řešení:



Energetické a surovinové využití biomasy

Zařízení používaná při zpracování

- Způsoby namáhání při desintegraci



A) – tlak, B) – trhání, C) – stříh, D) – roztírání, E) – nárazy, F) - lom

Energetické a surovinové využití biomasy

Zařízení používaná při zpracování

■ sušení

- Při skladování a při sklizni

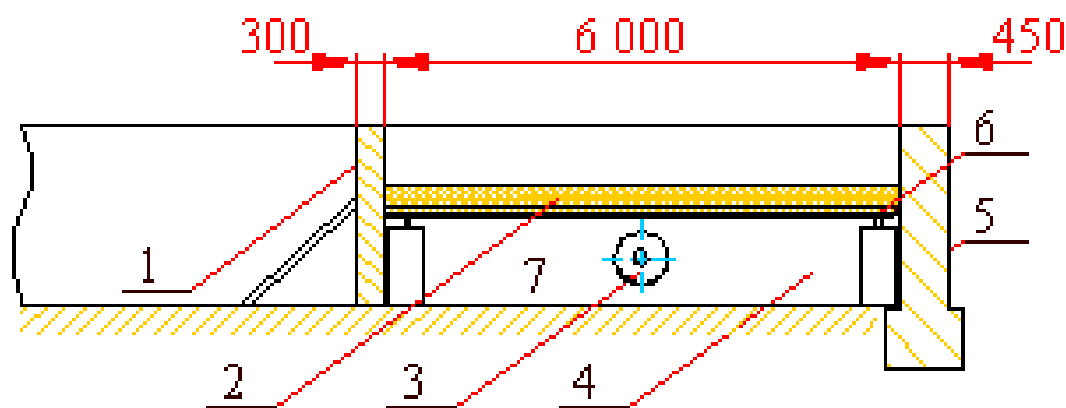


- v sušárně

Energetické a surovinové využití biomasy

Zařízení používaná při zpracování

- **sušení** - Sklad s provzdušňováním



LEGENDA:

- 1 - zděná příčka;
- 2 - dosoušená štěpka;
- 3 - provzdušňovací ventilátor
- 4 - tenzometrická čidla;
- 5 - obvodová zeď seníku;
- 6 - rošt;
- 7 - podroštový prostor

Energetické a surovinové využití biomasy

Zařízení používaná při zpracování

■ briketovací lisy

- mechanické



Podle způsobu lisování:

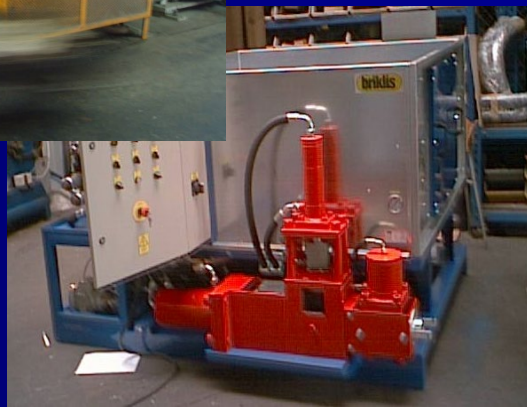
- pístové
- prstencové

Výhody lisů:

- zvýšení objemové hmotnosti surovin ($500 - 1\,300 \text{ kg.m}^{-3}$)
- dobré manipulační vlastnosti produktů
- vyšší energetická hustota produktů (až 13 GJ.m^{-3})

Nevýhody lisů:

- vysoká spotřeba energie
- lisovaný materiál musí být suchý (cca 7 %)

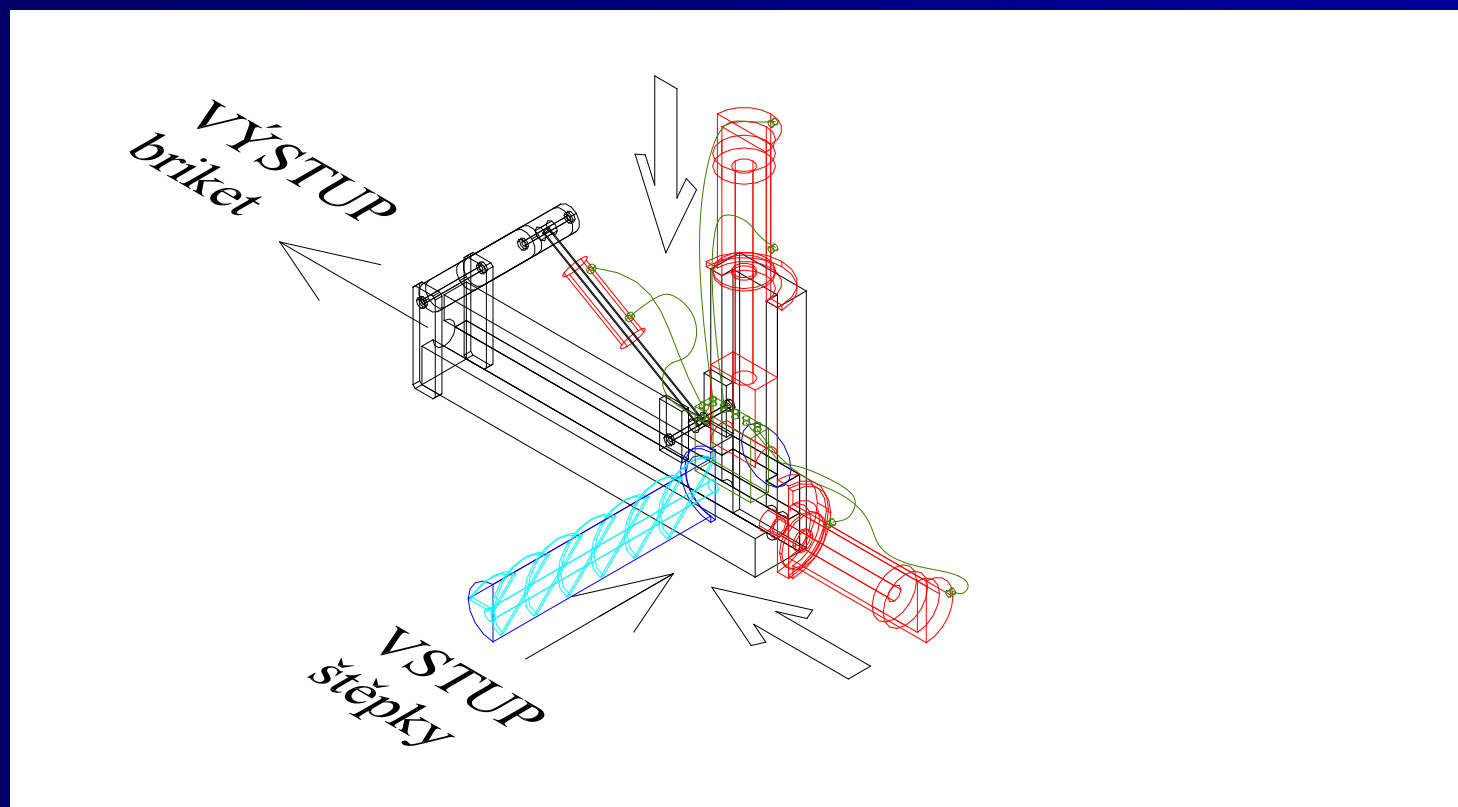


hydraulické

Energetické a surovinové využití biomasy

Zařízení používaná při zpracování

- **briketovací lisy – klikový mechanismus**



Energetické a surovinové využití biomasy

Zařízení používaná při zpracování

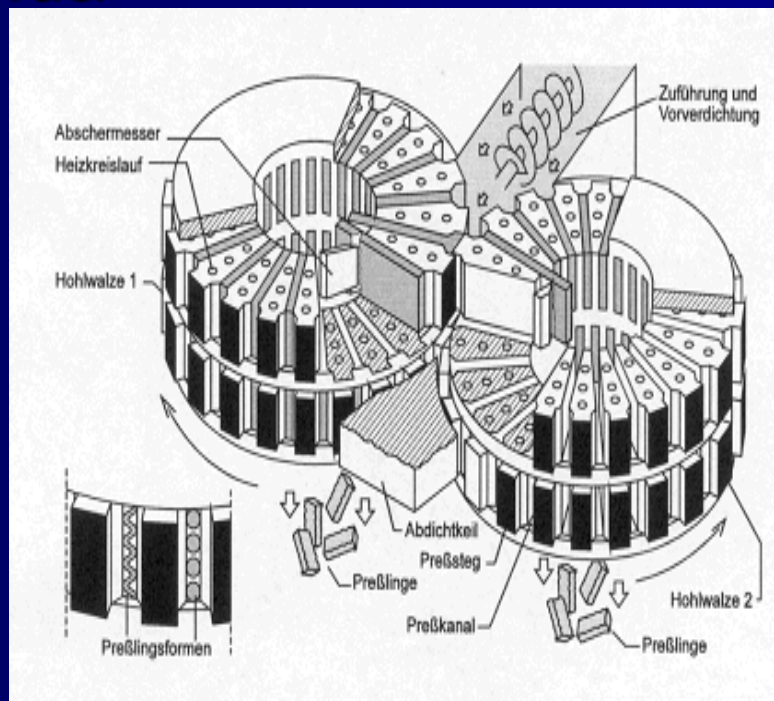
■ peletovací lisy - formovací

Výhody lisů:

- zvýšení objemové hmotnosti surovin ($1\ 000 - 1\ 500\ \text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)
- možnost automatizace následných operací
- vyšší energetická hustota produktů (až $16\ \text{GJ}\cdot\text{m}^{-3}$)

Nevýhody lisů:

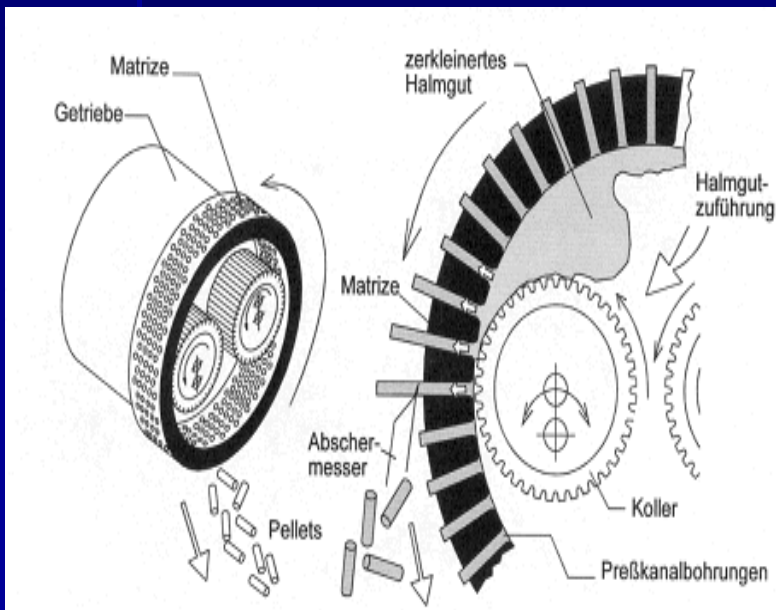
- vysoká spotřeba energie
- lisovaný materiál musí být suchý (cca 7 %)



Energetické a surovinové využití biomasy

Zařízení používaná při zpracování

- **peletovací lisy**
 - odvalovací



Energetické a surovinové využití biomasy

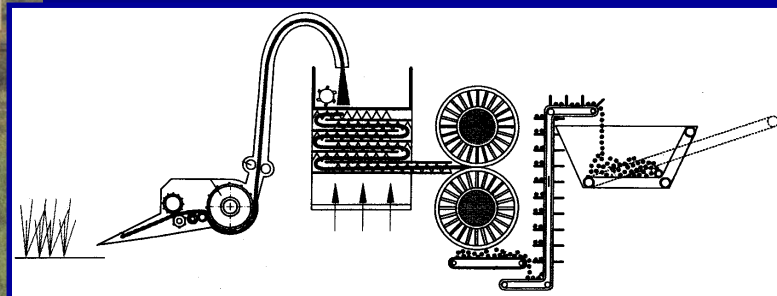
Zařízení používaná při zpracování

- sklízecí lisy



- peletovací sklízecí lis

(mobilní technologická linka integrovaná ke sklízecí řezačce)



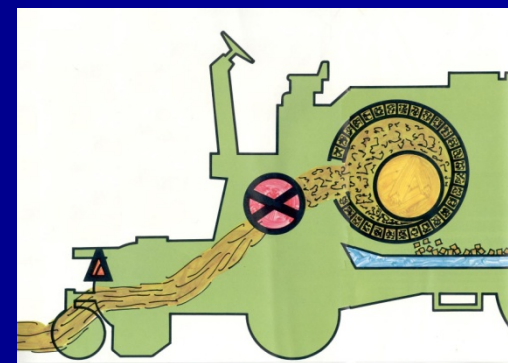
Energetické a surovinové využití biomasy

Zařízení používaná při zpracování

- sklízecí lisy



- briketovací sklízecí lis
(briketovací řezačka)



Energetické a surovinové využití biomasy

Formy energeticky využitelných surovin pro spalování

- Dřevní štěpka
- Řezanka

- Balíky
- Pakety
- Brikety
- Pelety

Energetické a surovinové využití biomasy

Anaerobní fermentace - bioplyn

■ Rozklad bez přístupu kyslíku

Zjednodušeně lze tento proces rozdělit do čtyř fází :

1. Hydrolýza – přeměna polymolekulárních organických látek na nižší monomery.

2. Acidogeneze – přeměna jednoduchých organických sloučenin působením acidogenních bakterií na mastné kyseliny

3. Acetogeneze – další rozklad, hlavní produkt kyselina octová

4. Metanogeneze – tvorba metanu a oxidu uhličitého působením metanogenních bakterií



Energetické a surovinové využití biomasy

Anaerobní fermentace - bioplyn

■ Rozklad bez přístupu kyslíku

• teplota

Volba teploty je závislá na režimu práce fermentoru. Optimální teplotní pásma jsou vázána na různé kmeny plynotvorných bakterií:

- psychofilní (15 – 20 °C)
- mezofilní (35 – 40 °C)
- termofilní (55 °C)



Energetické a surovinové využití biomasy

Anaerobní fermentace - bioplyn

• ostatní parametry

- **pH** – optimum se mění s jednotlivými fázemi procesu od 4,5 do 8.

- poměr **C:N** – za optimální je považován 20 až 30:1.

- zamezení přístupu inhibitorů
 -(kyslík, zvýšené množství dusíku, nízké pH, bakteriální léčiva, atd.)



Energetické a surovinové využití biomasy

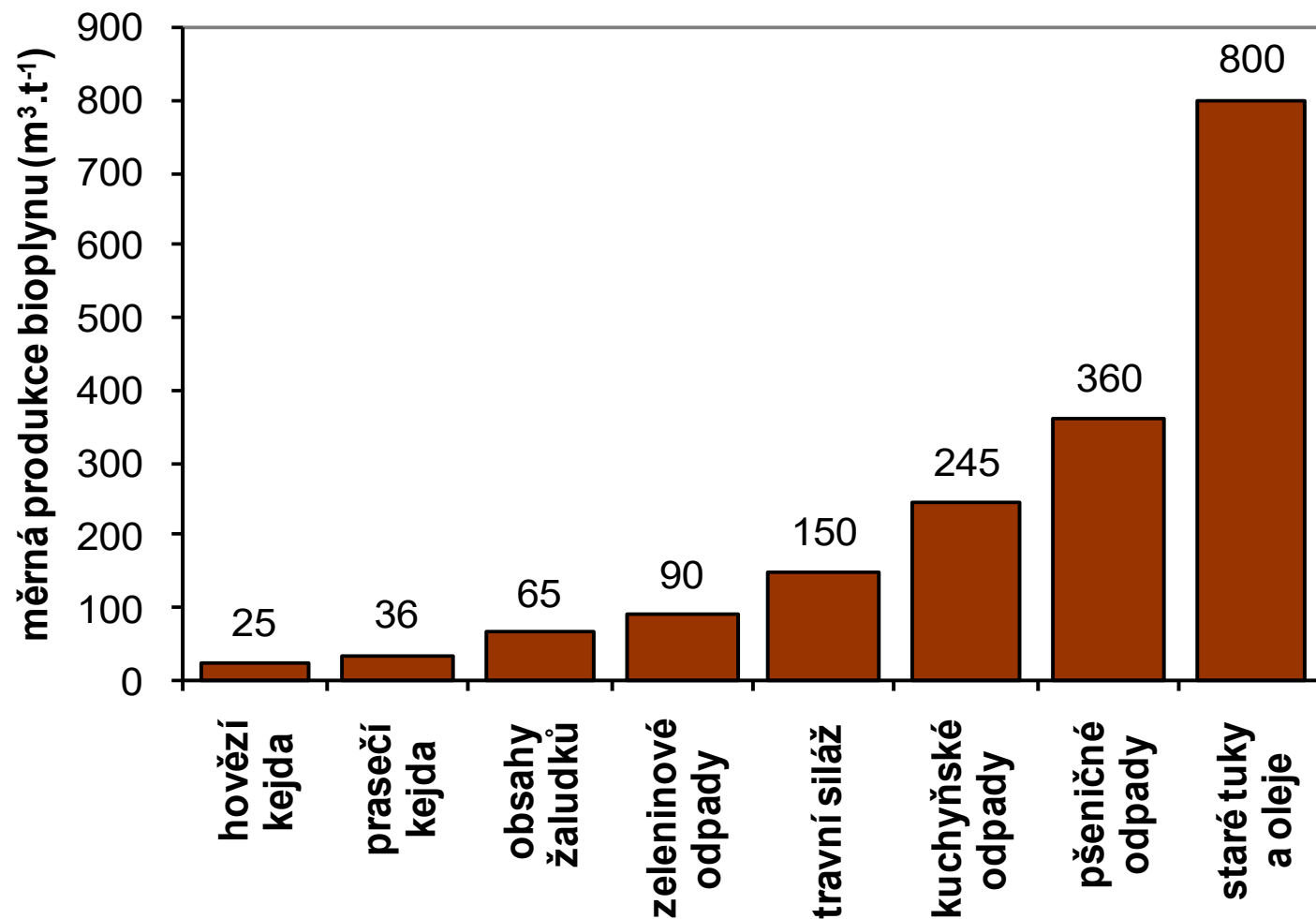


09.10.2007 14:59

Energetické a surovinové využití biomasy



Energetické a surovinové využití biomasy



Energetické a surovinové využití biomasy



Energetické a surovinové využití biomasy



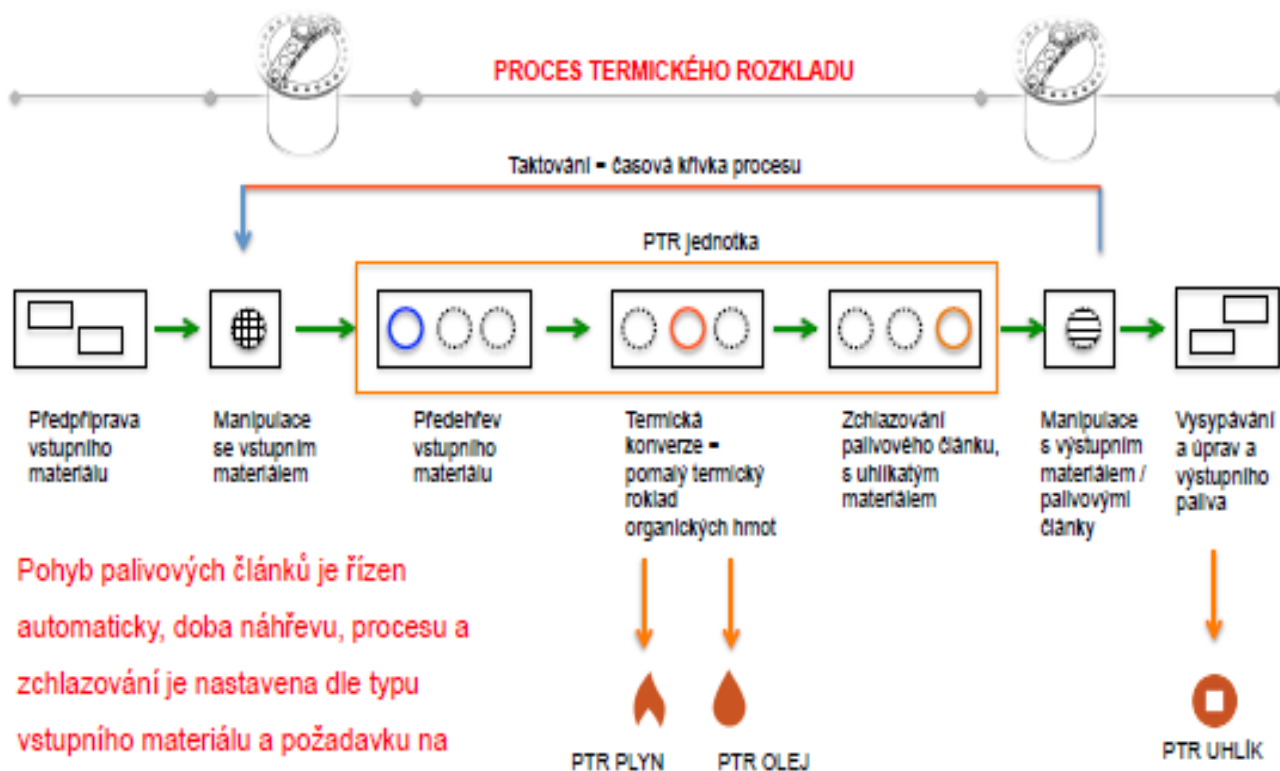
Národní technologická platforma pro bioplyn

Bioplyn v ČR k 31. 12. 2019 | Počet stanic: 574 | Instalovaný výkon: 367 MW | Výroba elektřiny: 2526 GWh | Podíl bioplynu na OZE: 22.9% | více...



Energetické a surovinové využití biomasy

Pyrolýza rostlinné biomasy



Pohyb palivových článků je řízen automaticky, doba náhřevu, procesu a zchlazování je nastavena dle typu vstupního materiálu a požadavku na kvalitu výstupu.

Energetické a surovinové využití biomasy

Pyrolýza rostlinné biomasy



Energetické a surovinové využití biomasy

Pyrolýza rostlinné biomasy



Energetické a surovinové využití biomasy

Surovinové využití biomasy



Stavební ekopanely – zdroj Ekopanely



lazura z konopí – zdroj Hempproduction

Energetické a surovinové využití biomasy

Surovinové využití biomasy



Energetické a surovinové využití biomasy

Závěr

- Při výběru technologického postupu zpracování odpadní biomasy je nutné přihlídnout k:
 - způsobu využití ostatních částí porostu rostlin (řezivo, semena, vlákno)
 - stavu suroviny v okamžiku zpracování - požadavkům navazujících technologických zařízení (sušení, rozdrůžování, míchání, lisování)
- Náklady na zpracování odpadní biomasy lze za příznivých podmínek udržet pod přijatelnou hranicí. Výše nákladů je ovlivněna zejména:
 - vlastnostmi zpracovávané suroviny (množství, vlhkost, předchozí manipulace)
 - dopravou (vzdálenost, způsob, objemová hmotnost)
 - cenou vstupů (mzdy, energie, použitá technika)
 - správnou volbou technologických postupů a optimalizací logistických řetězců
- Využívání odpadní biomasy k energetickoprůmyslovým účelům je způsob využívání produkčního potenciálu zemědělství.
- Výroba energie spotřebovává organickou hmotu



Děkuji za pozornost

Ing. Jiří Souček

Výzkumný ústav zemědělské techniky, v. v. i.

Drnovská 507

Praha 6

jiri.soucek@vuzt.cz

V prezentaci byly použity dílčí poznatky získané v rámci DKRVO VÚZT, v.v.i. Č. R00618 a projektu QK1820175.