

CZ Biom – České sdružení pro biomasu  
Česká zemědělská univerzita v Praze  
Zemědělská společnost při ČZU v Praze

CZ Biom



## **Biomasa & Energetika 2009**

---

Energetické a průmyslové rostliny XIV.

SBORNÍK REFERÁTŮ

2. prosinec 2009

aula České zemědělské univerzity v Praze

#### Organizační garanti:

- Ing. Vladimír Stupavský, CZ Biom - České sdružení pro biomasu
- Ing. Jan Habart, Česká zemědělská univerzita v Praze
- Ing. Petr Tluka, Výzkumný ústav rostlinné výroby v. v. i.

#### Editor sborníku:

- Ing. Vladimír Stupavský, CZ Biom - České sdružení pro biomasu

#### Technická spolupráce:

CZ Biom - České sdružení pro biomasu

U čtyř domů 1201/3

140 00 Praha 4

e-mail: sekretariat@biom.cz

odborný informační portál: [www.biom.cz](http://www.biom.cz)

webové stránky sdružení: [www.czbiom.cz](http://www.czbiom.cz)

#### Za podpory:

- Program EFEKT, Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR
- Katedra agroenvironmentální chemie a výživy rostlin, ČZU Praha

#### Sponzoři konference:

- GE Money Česká republika
- TTS - Tepelné hospodářství Třebíč

#### Mediální partneři:

- portál [tzb-info.cz](http://tzb-info.cz)
- portál [nazeleno.cz](http://nazeleno.cz)
- portál [enviweb.cz](http://enviweb.cz)
- BID services s.r.o.
- časopis Alternativní energie
- vydavatelství Profi Press

# Obsah

---

|  |           |
|--|-----------|
| Ing. Jan Habart<br><b>Vize využití biomasy, současný stav a bariéry rozvoje z pohledu ČR i EU .....</b>  | <b>4</b>  |
| Ing. Richard Horký<br><b>Dlouhodobé zkušenosti s produkcí tepla a elektřiny z biomasy v Třebíči.....</b>   | <b>8</b>  |
| Doc. Ing. Jaroslav Knápek, CSc., ao. Univ. Prof. Dr. Reinhard Haas,<br>Dipl. Ing. Dr. Lukas Kranzl, Dipl. Ing. Geralt Kalt<br><b>Současný stav a perspektivy rozvoje užití biomasy v zemích střední Evropy .....</b> | <b>17</b> |
| Ing. Jan Pokorný<br><b>Podpora energií z OZE dle směrnice EU – část teplárenství.....</b>  | <b>31</b> |
| Ing. Michal Wantulok<br><b>Zkušenosti s výrobou lesní energetické štěpky a možnosti rozvoje trhu .....</b>   | <b>37</b> |
| Peter Bjerkinge<br><b>Dlouholeté zkušenosti s výrobou a dodávkami lesní štěpky do velkých energetických zdrojů ve Švédsku, přenos zkušeností v rámci ČR .....</b>  | <b>43</b> |
| Christian Krichbaum<br><b>Využívání biomasy ve velkých energetických zdrojích v Evropě (tržní prostředí s biomasou v Německu, Rakousku a Belgii).....</b>  | <b>51</b> |
| Ing. Zuzana Kratochvílová, Ing. Lucie Jakoubková, Ing. Jan Habart, Ing. Petr Tluka<br><b>Ujímavost řízků rychle rostoucích dřevin v závislosti na druhu hnojení.....</b>   | <b>54</b> |
| Doc. Ing. Tomáš Dlouhý, CSc., Ing. Zdeněk Funda<br><b>Energetické využití mokré biomasy – parní suška.....</b>   | <b>57</b> |
| Doc. Ing. Tomáš Dlouhý, CSc., Ing. Zdeněk Funda, Ing. Jan Hrdlička, PhD<br><b>Možnosti přestavby stávajících energetických zdrojů na spalování biomasy a TAP .....</b>   | <b>63</b> |
| Dipl. Ing. (FH) Daniel Hegele<br><b>Stirlingův motor a biomasa – přesvědčivá kombinace .....</b>   | <b>69</b> |
| Libor Pavlíček, MBA a kolektiv autorů<br><b>Univerzální kotel na spalování celých balíků slámy.....</b>  | <b>75</b> |
| Libor Pavlíček, MBA a kolektiv autorů<br><b>Využití univerzálního kotle na spalování celých balíků sena .....</b>  | <b>77</b> |

## Vize využití biomasy, současný stav a bariéry rozvoje z pohledu ČR i EU

### CZ Biom – České sdružení pro biomasu

Profesní sdružení firem v oborech:

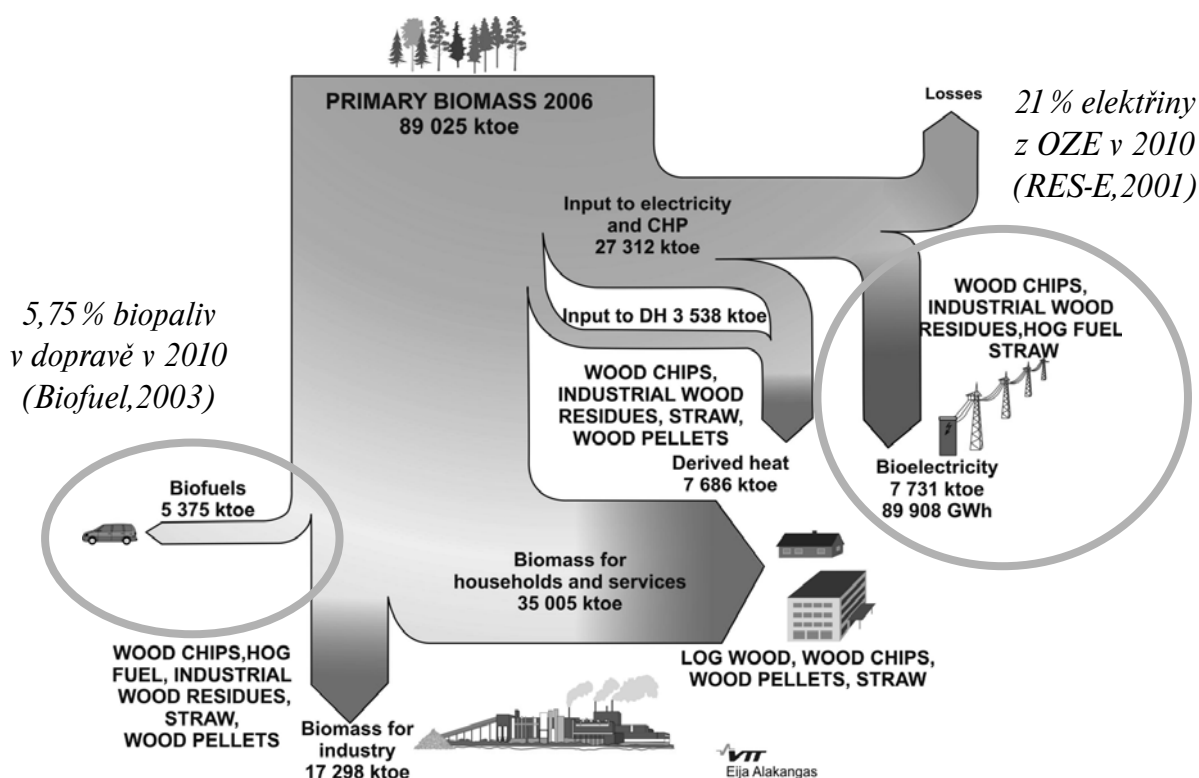
- fytoenergetika, bioplyn, kompostování, biopaliva
- tvorba podmínek pro rozvoj oborů,
- věda a výzkum,
- informace, osvěta, poradenství,
- konference, semináře,
- prognózy, analýzy, výpočty.

[www.biom.cz](http://www.biom.cz) a [www.czbiom.cz](http://www.czbiom.cz)

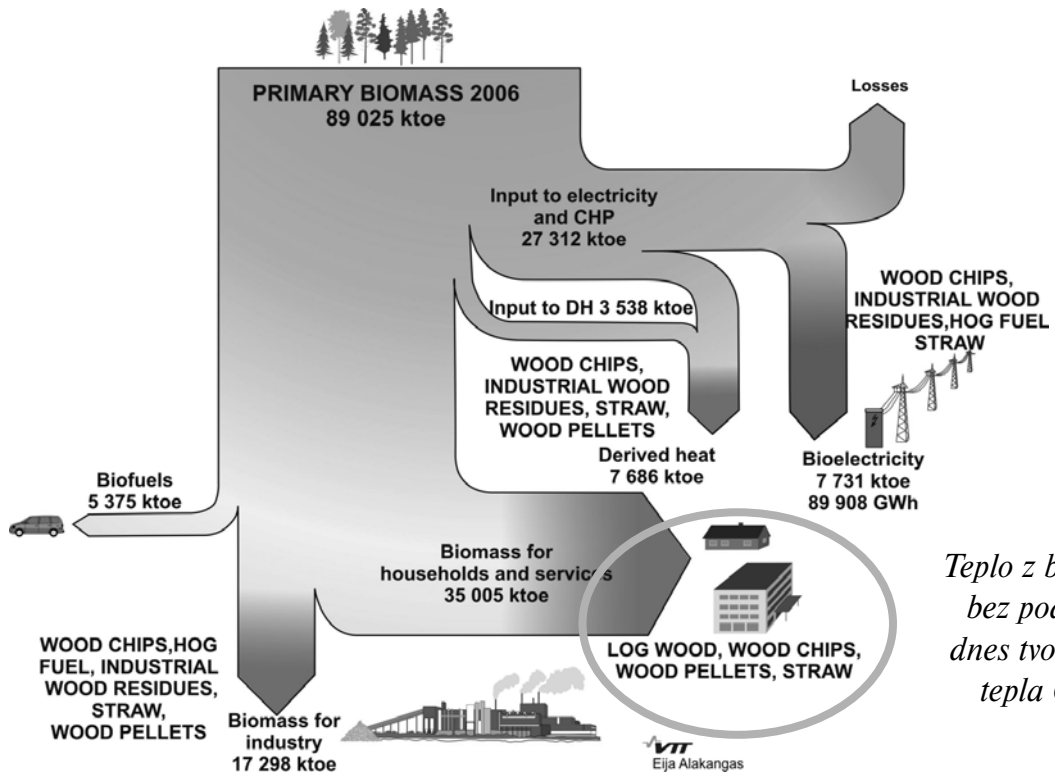
CZ Biom je členem:

- European Compost Network – Evropská kompostářská asociace
- AEBIOM – Evropská asociace pro biomasu
- Německý bioplynový svaz

### Současná systémová podpora v EU

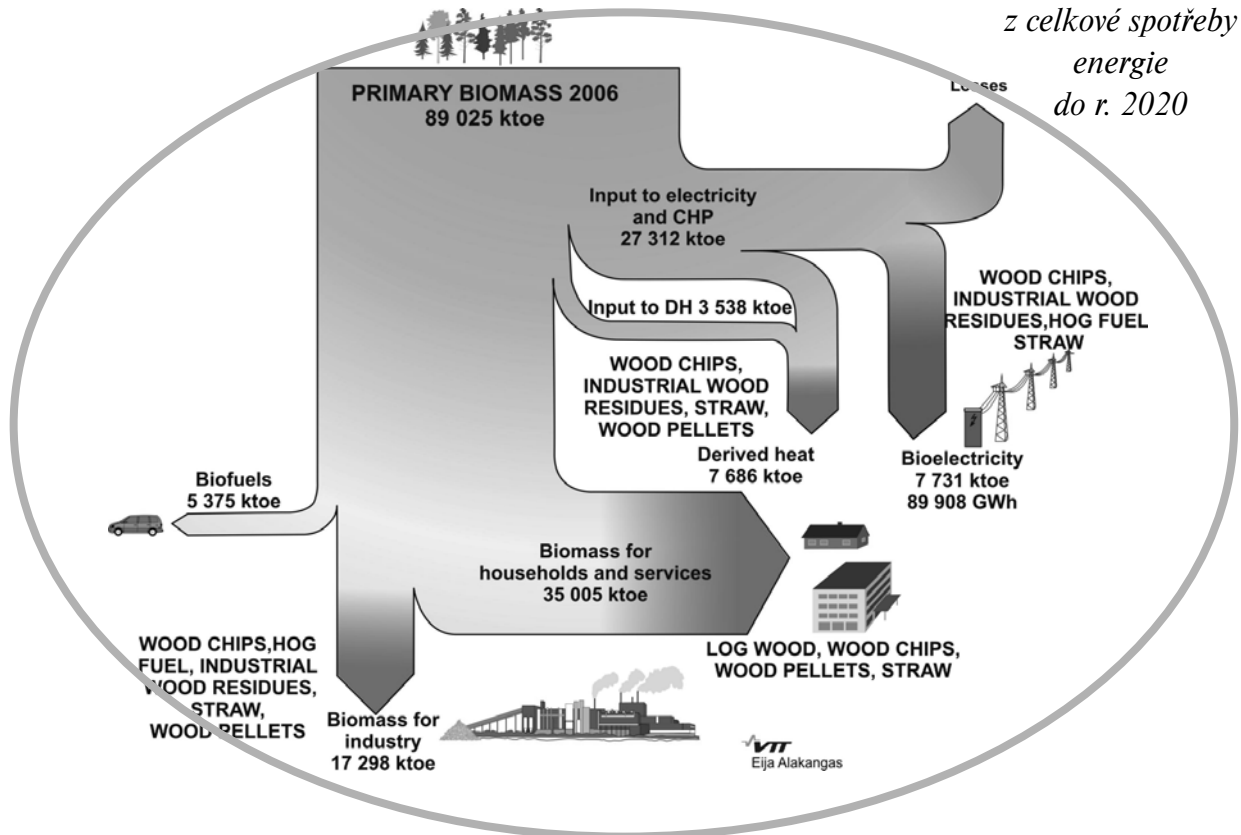


## Produkce tepla z biomasy (EU)



*Teplu z biomasy bez podpory, dnes tvorí 96% tepla OZE*

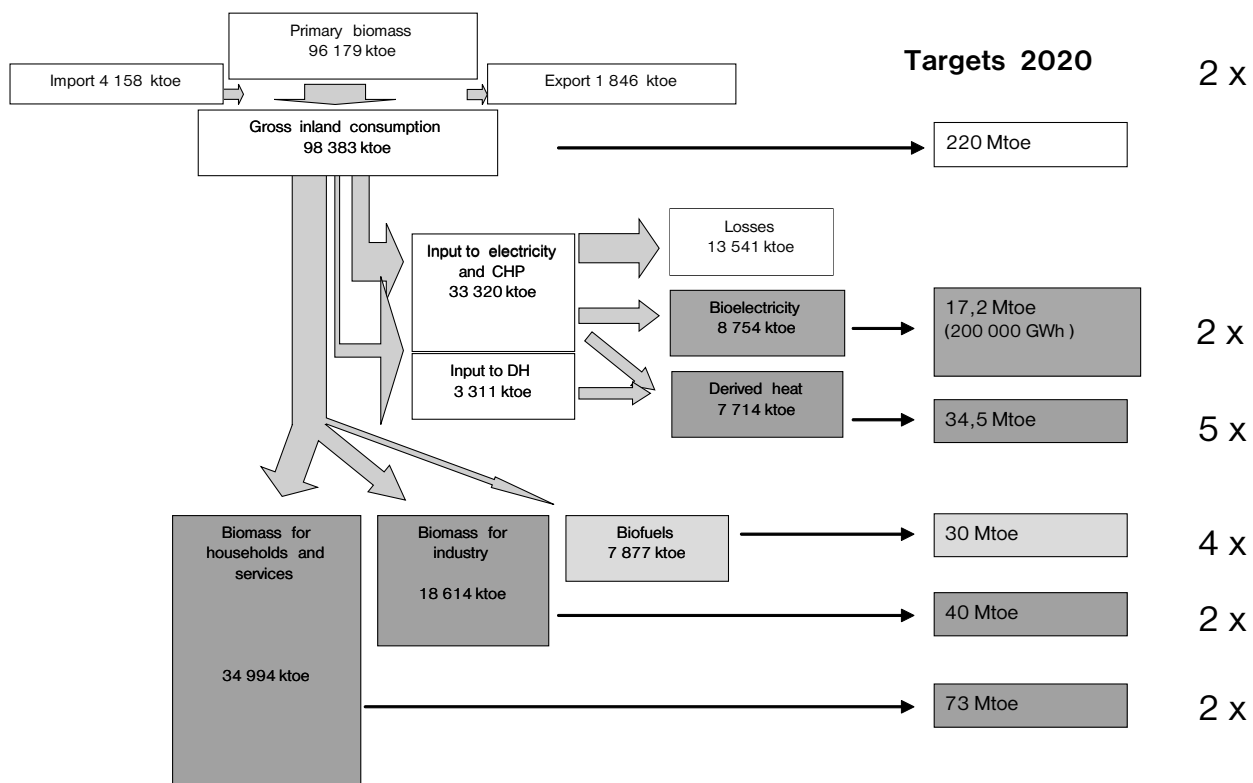
## Budoucí směr podpory v EU



*20% OZE z celkové spotřeby energie do r. 2020*

## Předpokládané cíle v r. 2020 (EU)

(AEBIOM, 2009)



## Předpokládané využití biomasy v r. 2020 (EU)

(AEBIOM, 2009)

|             |                         | Typ paliva | Potřebná plocha (Mha) | Primární produkce biomasy (Mtoe) | Dovoz biomasy (Mtoe) | Celková spotřeba energie (Mtoe) |
|-------------|-------------------------|------------|-----------------------|----------------------------------|----------------------|---------------------------------|
| Zemědělství | Energetické plodiny     | Kapalná    | 15                    | 23                               | 7                    | 30                              |
|             |                         | Plynná     | 5                     | 26                               |                      | 26                              |
|             |                         | Pevná      | 5                     | 26                               |                      | 26                              |
|             | Vedlejší produkty       | Pevná      |                       | 10                               |                      | 10                              |
|             |                         | Bioplyn    |                       | 10                               |                      | 10                              |
| Lesnictví   | Těžební zbytky          |            |                       | 30                               |                      | 30                              |
|             | Vedl. produkty průmyslu |            |                       | 50                               | 19                   | 69                              |
| Odpady      |                         | Pevná      |                       | 10                               |                      | 10                              |
|             |                         | Bioplyn    |                       | 10                               |                      | 10                              |
| Celkem      |                         |            |                       | 194                              | 26                   | 220                             |

| Sektor                       | Využitá energie<br>(Mtoe) | Z toho teplo |            |
|------------------------------|---------------------------|--------------|------------|
|                              |                           | (%)          | (Mtoe)     |
| Průmysl                      | 323                       | 55 %         | 178        |
| Domácnosti                   | 285                       | 86 %         | 245        |
| Veřejné budovy a zemědělství | 173                       | 76 %         | 132        |
| Doprava                      | 377                       | 0 %          | 0          |
| <b>Celkem</b>                | <b>1158</b>               | <b>48 %</b>  | <b>554</b> |

### Kam směřuje ČR?

- Cíl 13 % OZE z celkové spotřeby energie (RES, 2009)
  - Bude zákon na podporu tepla?
  - Jak bude fungovat české zemědělství?
- Bude pěstování biomasy konkurenceschopné?
- Budeme mít dost technicky vzdělaných lidí na rozvoj energetických zdrojů a zajištění produkce a logistiky?

### Bariéry rozvoje využití biomasy

- Nejistota dalšího vývoje:
- bude přijata nová klimatická dohoda?
  - bude obsahovat ekonomické nástroje?
  - jak bude v ČR nastavena podpora (elektrina?/teplo?)
  - jak budou vypadat nové technologie využití biomasy?
- Nedostatek kapitálu
- Elektrina - problém s připojením
- Teplo: nedostatek informací a pochybnosti nad budoucností fungování trhu, nedostatek znalostí v profesích, nedostatek techniků a řemeslníků

Ing. Jan Habart

Předseda

CZ Biom, České sdružení pro biomasu

habart@biom.cz

tel. 741 411 110

[www.biom.cz](http://www.biom.cz)

Katedra agroenvironmentální chemie a výživy rostlin,  
Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů,  
Česká zemědělská univerzita v Praze  
[www.czu.cz](http://www.czu.cz)

**Ing. Richard Horký**  
ředitel TTS

# Dlouhodobé zkušenosti s produkcí tepla a elektřiny z biomasy v Třebíči

---

**Historie projektu – Teplárna Sever**



*Prosinec 2000 – nákup areálu K13*

**Teplárna Sever – skladba zdroje**

Počátek využívání biomasy v Třebíči

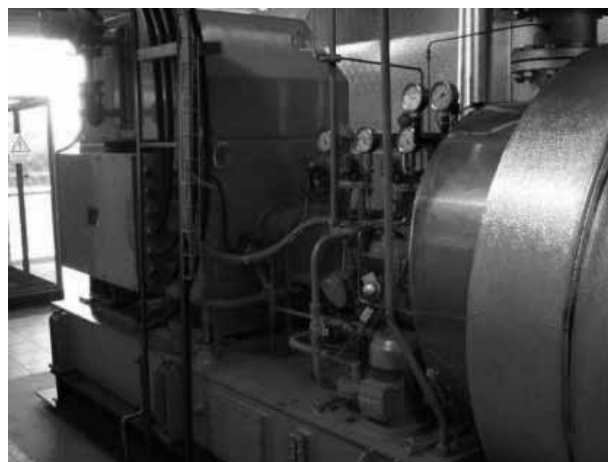


*Leden 2002 – Teplovodní kotel VESKO-B 3,0 MW*





*Leden 2005 - Termoolejový kotel 7,0 MW*



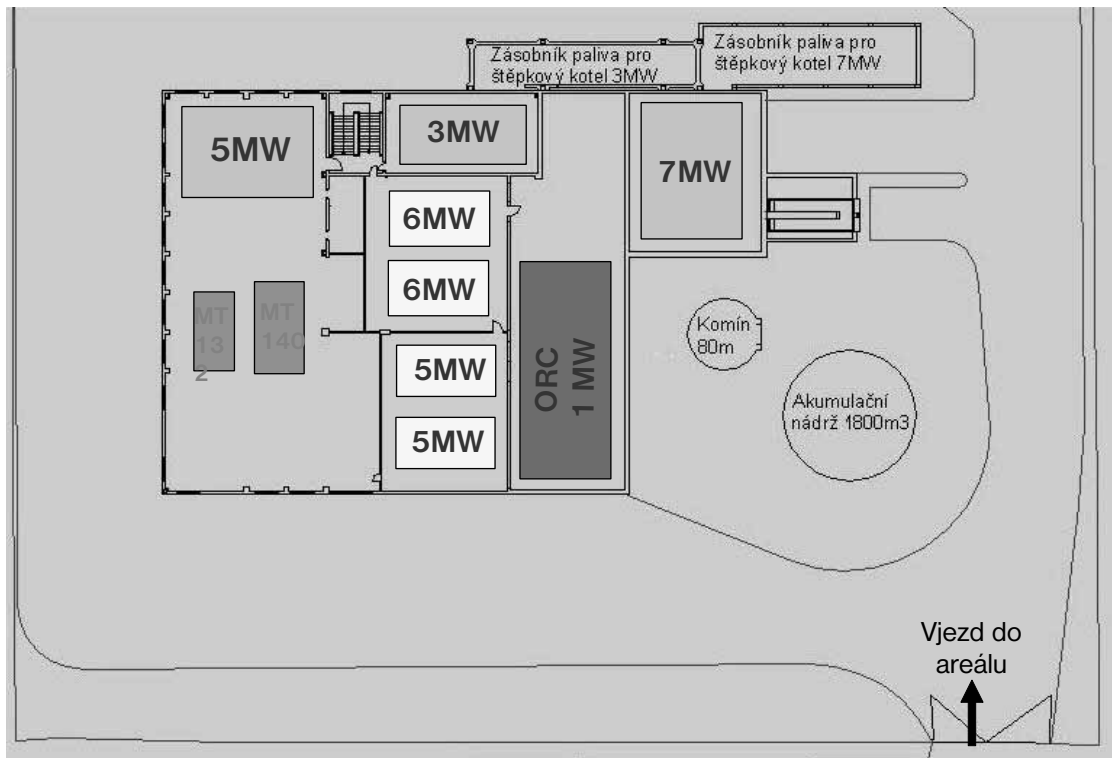
*Duben 2005 - spuštění ORC turbíny 1 MWe*



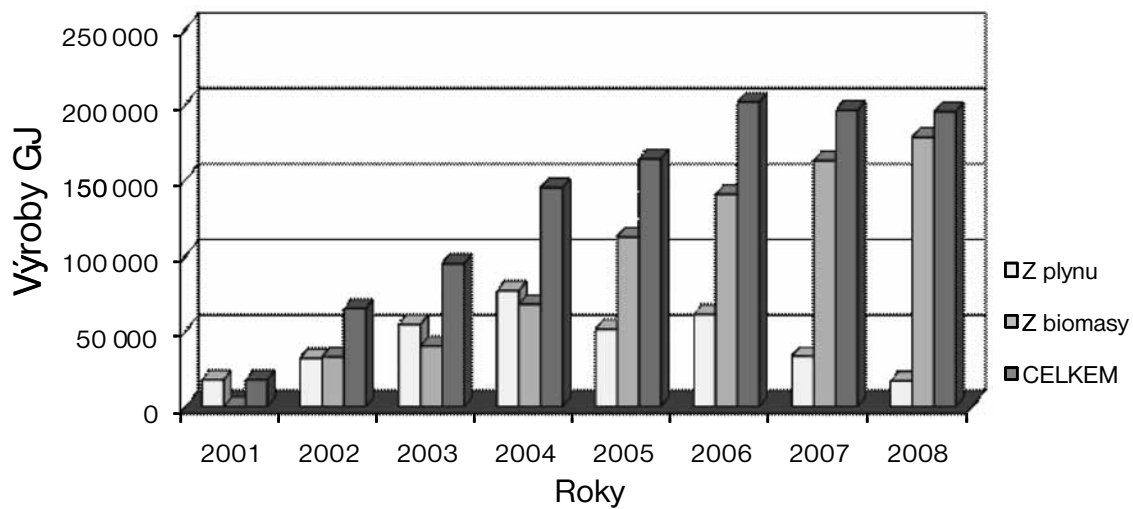
*Únor 2007 - slámový kotel 5,0 MW*



**Celkový tepelný výkon kotelny 37,4 MWt**  
**Celkový elektrický výkon kotelny 1,27 MWe**

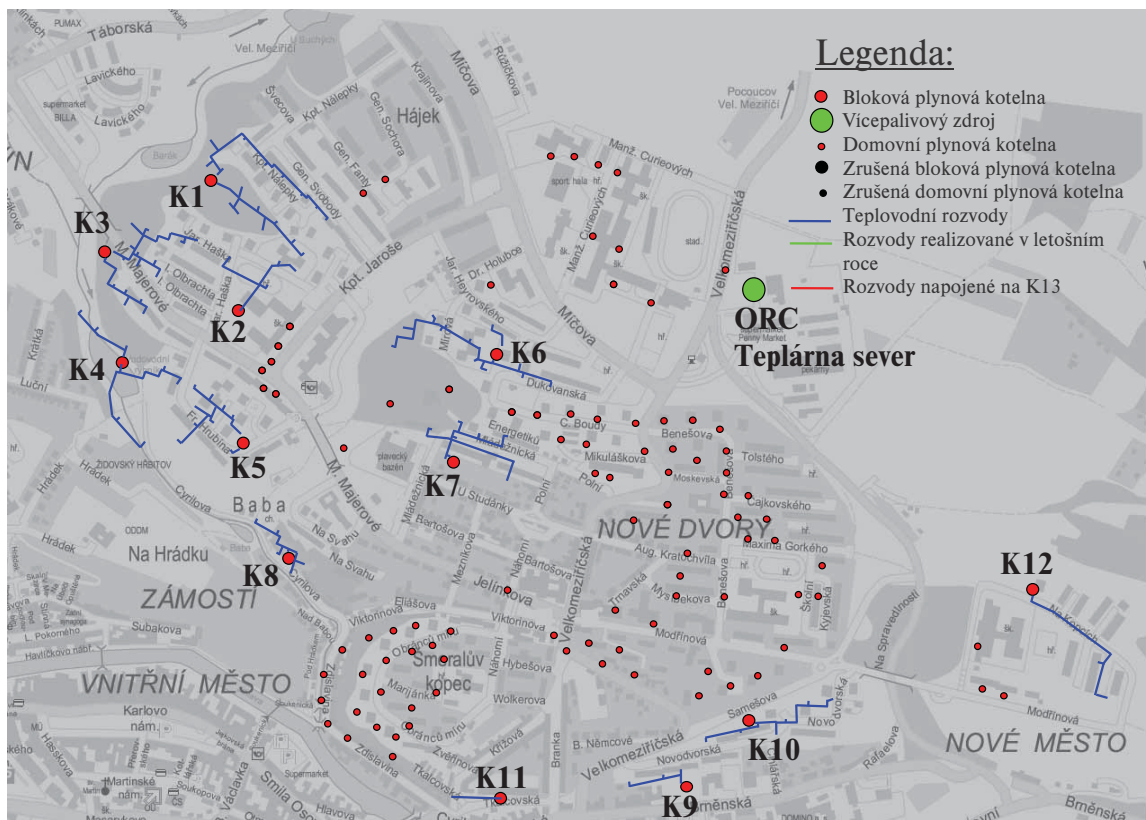


**Výroba tepla – ORC Teplárna sever**

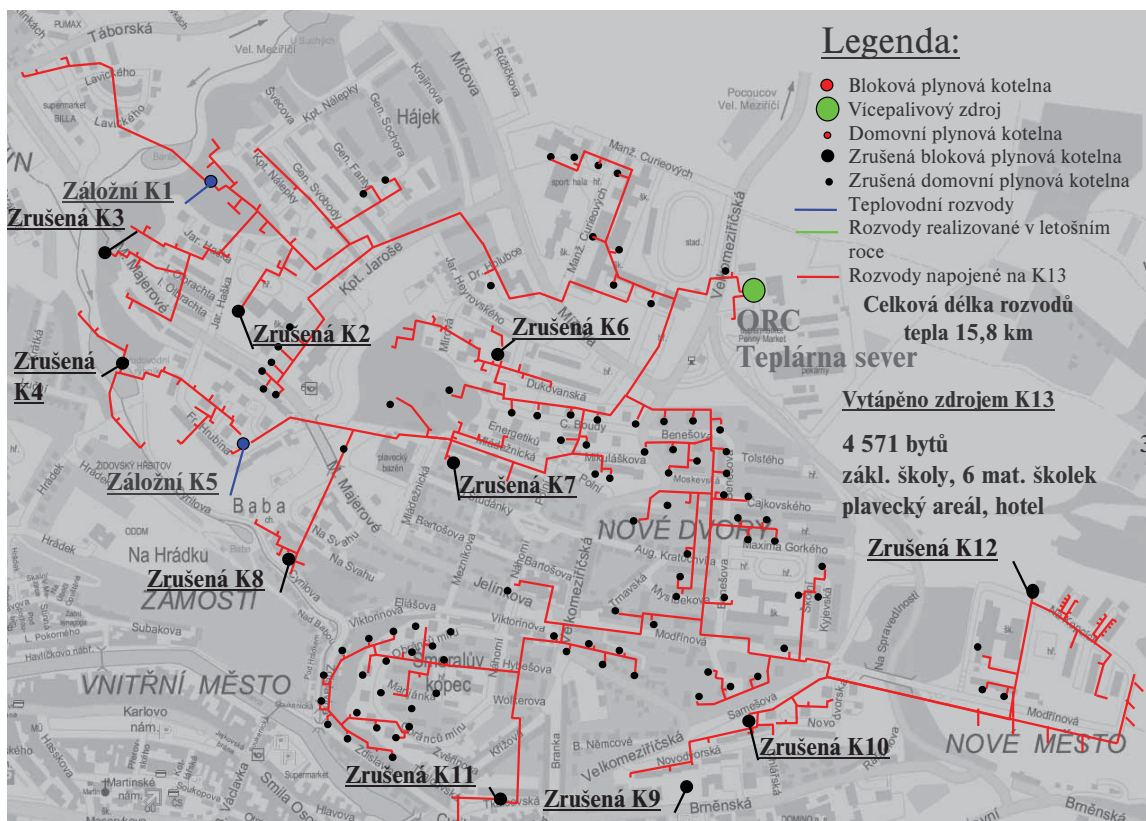


| Rok  | Výroba z plynu „GJ“ | Výroba z biomasy „GJ“ | Celkem „GJ“ |
|------|---------------------|-----------------------|-------------|
| 2001 | 17 787              | 0                     | 17 787      |
| 2002 | 32 099              | 33 044                | 65 143      |
| 2003 | 54 581              | 40 264                | 94 845      |
| 2004 | 76 970              | 67 800                | 144 770     |
| 2005 | 51 439              | 112 511               | 163 950     |
| 2006 | 61 300              | 140 350               | 201 650     |
| 2007 | 33 350              | 162 858               | 196 208     |
| 2008 | 16 901              | 178 265               | 195 166     |

# Rozvody centrálního zásobování teplem lokalita Hájek a Nové Dvory (okruh Teplárny Sever)



Rozvody CZT, lokalita Hájek, Nové Dvory - 1999



Rozvody CZT, lokalita Hájek, Nové Dvory - 2006

## Vícepalivový tepelný zdroj Teplárna Jih

### Teplárna JIH – historie projektu



*Červen 2005 – nákup areálu*

### Teplárna JIH – původní stav



*OKP 25 t/h výtopna Heidelberg (rok výroby 1984)*

*ČKD DUKLA 10t/h (rok výroby 1969)*

*Květen 2007 – ukončení provozu*

## Teplárna JIH – 1. etapa rekonstrukce

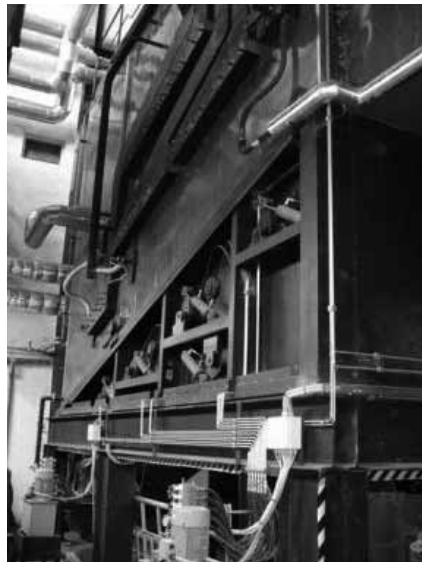
- Instalace 1. kotle Vesko-S 5,0 MW
- Denní sklad paliva s mostovým jeřábem



*Listopad 2007 - zprovoznění*

## Teplárna JIH – 3. etapa rekonstrukce

- Instalace 2. kotle na spalování slámy 5,0 MW



*Únor 2008 - zprovoznění*

## Rozvody centrálního zásobování teplem lokalita Horka-Domky (okruh Teplárny JIH)



*Teplárna JIH - rozvody v roce 2006*

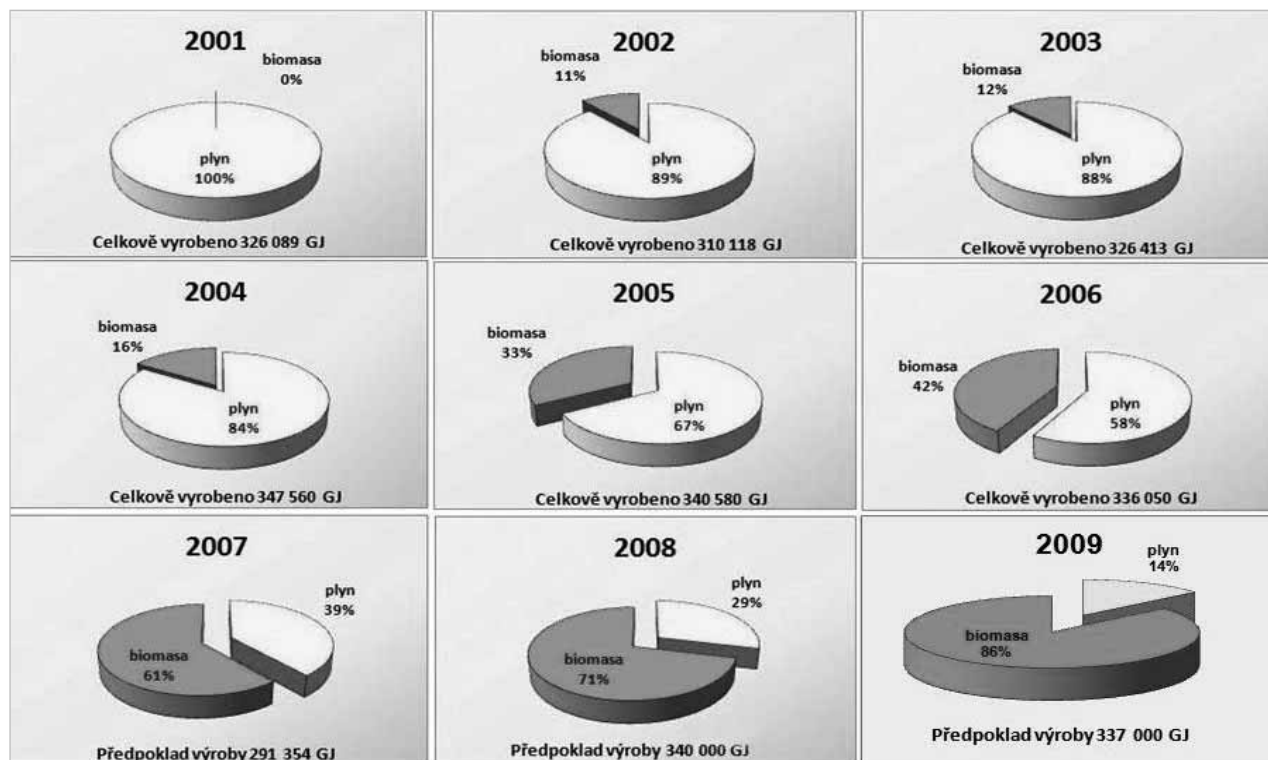


*Teplárna JIH - rozvody v roce 2008*

## CZT Třebíč – souhrn roku 2008

|   |                   |
|---|-------------------|
| Prodej tepla z Teplárny Sever:                              | 175 000 GJ        |
| Prodej tepla z Teplárny JIH:                                | 105 000 GJ        |
| Prodej tepla z ostatních zdrojů (kotelny B1, B2, K14, G10): | 60 000 GJ         |
| <b>PRODEJ TEPLA CELKEM:</b>                                 | <b>340 000 GJ</b> |

## Výroba tepla v rámci CZT v Třebíči



## Palivová základna



*Piliny*

*Zelená štěpka*

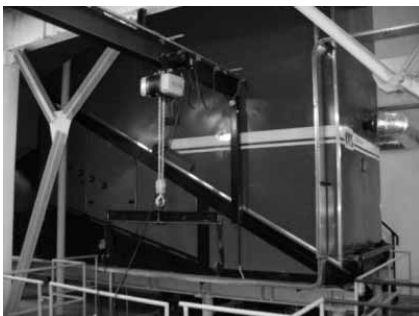
*Kůra*

*Sláma*

## CZT Třebíč – spotřeba biomasy v roce 2008

| Palivo                | prm           | tun           | Podíl na celkové spotřebě |
|-----------------------|---------------|---------------|---------------------------|
| Piliny + hnědá štěpka | 19 363        | 5 532         | 18,5 %                    |
| Kůra                  | 1 400         | 400           | 1,3 %                     |
| Zelená štěpka         | 46 890        | 13 397        | 45,0 %                    |
| Sláma                 |               | 10 515        | 35,0 %                    |
| <b>Celkem</b>         | <b>67 653</b> | <b>29 844</b> | <b>100,0 %</b>            |

## Reference: kotle TTS – ČR



*Vimperk:  
Vesko-B 3,0 MW*

*Zruč nad Sázavou:  
Vesko-B 1,8 + 2,5 MW*

*Jindřichův Hradec:  
Vesko-B 2×3,0 MW*

## Reference: kotle TTS – SR



*Malacky: Vesko-B 2,0 + 3,0 MW*

*Hriňová: Vesko-B 1,9 MW*

*Detva: Vesko-B 8,0 MW*

Ing. Richard Horký  
horky@tts.cz  
TTS energo s.r.o.  
www.tts.cz



## Současný stav a perspektivy rozvoje užití biomasy v zemích střední Evropy

---

Článek se zabývá současným stavem a perspektivami rozvoje biomasy ve střední Evropě. Podíl biomasy na hrubé celkové spotřebě energie se pohybuje od 2,5 % v Itálii či na Slovensku až po 11,7 % v Rakousku (2006). V některých zemích došlo v posledních letech ke značnému nárůstu jak výroby a spotřeby biopaliv v dopravě (zejména v Rakousku a Německu), tak i výroby elektrické energie z biomasy (např. Německo, Maďarsko), a to zejména v souvislosti se snižováním emisí skleníkových plynů, zvyšováním podílu obnovitelných zdrojů energie, směrnice EU a následnými podpůrnými opatřeními. Stejně tak se v posledních letech zvyšuje i podíl přeshraničního obchodu s biomasou. Přesto ve střední Evropě stále existuje značný nevyužitý potenciál biomasy. Pokud se však podaří naplnit národní cíle i cíle na úrovni EU v oblasti OZE a skleníkových plynů, mohl by být potenciál biomasy ve střední Evropě do značné míry vyčerpán již okolo roku 2020. V článku je tedy dále analyzován dosažitelný potenciál biomasy a jsou v něm vyzdvíženy rozdíly mezi jednotlivými zeměmi střední Evropy.

### Úvod

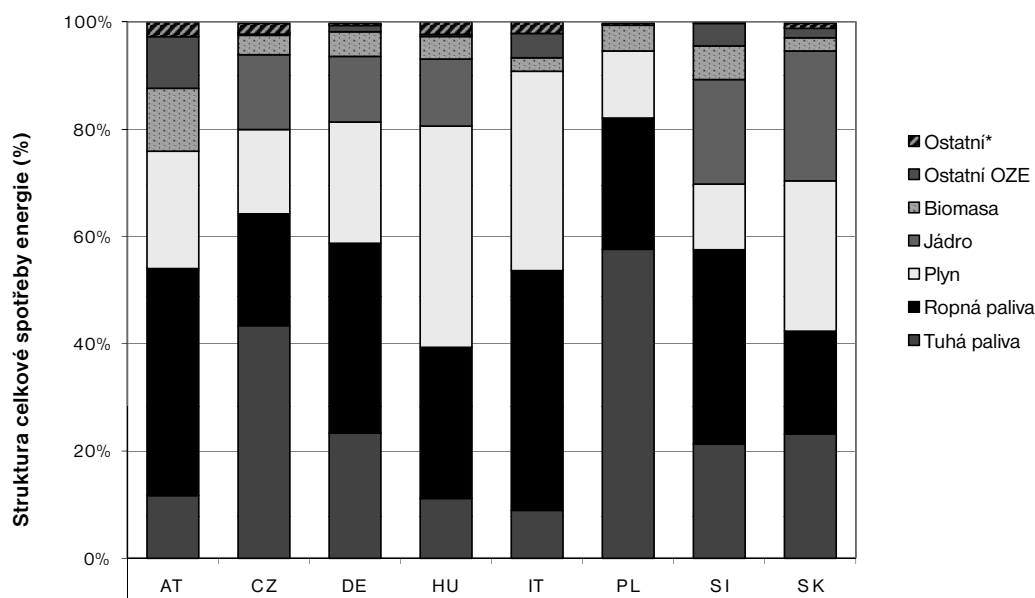
Podpora obnovitelných zdrojů energie (OZE) hraje v energetické politice EU významnou roli. Ve střední Evropě je pak nejdůležitějším obnovitelným zdrojem biomasa. Biomasu je možné relativně snadno skladovat a je na rozdíl od větrné nebo solární energie také poměrně stálým zdrojem energie. Vzhledem k současným cílům EU v rozvoji OZE do roku 2020 (20 % podílu OZE na celkové spotřebě energetických zdrojů) můžeme v regionu střední Evropy v následujících letech a desetiletích očekávat rychlý růst užití biomasy pro energetické účely, včetně výroby kapalných biopaliv.

Hlavním cílem článku je analýza vývoje využití biomasy, jeho současného stavu i očekávaného budoucího vývoje v regionu střední Evropy, který zde představuje Česká republika, Itálie, Maďarsko, Německo, Polsko, Rakousko, Slovensko a Slovinsko.

První část článku se věnuje rozboru a srovnání současného stavu využití biomasy v těchto zemích. Zvláštní pozornost je věnována příčinám a důvodům případných rozdílů mezi sledovanými zeměmi a také přeshraničnímu obchodu s biomasou. V druhé části jsou podrobně analyzovány výsledky vybraných studií zabývajících se potenciálem biomasy. Ve třetí části je nastíněn možný budoucí rozvoj užití biomasy v regionu střední Evropy.

### Vývoj a současný stav užití biomasy ve střední Evropě

Přestože jsou si sledované země geograficky blízké, existují mezi nimi značné rozdíly ve struktuře spotřeby energie (viz obr. 1). Podíl fosilních paliv (ropa, zemní plyn a černé a hnědé uhlí) představuje v průměru 80 % spotřeby energie (nejmenší podíl fosilních paliv je ve Slovinsku: 70 %). Podíl pevných paliv (včetně černého a hnědého uhlí) se pohybuje od 10 % (Itálie) až



Obrázek č. 1: Struktura spotřeby primárních energetických zdrojů v regionu střední Evropy v roce 2006  
\* Ostatní - zahrnuje elektrickou energii a průmyslový odpad Zdroj: DG TREN, 2008; Eurostat, 2008

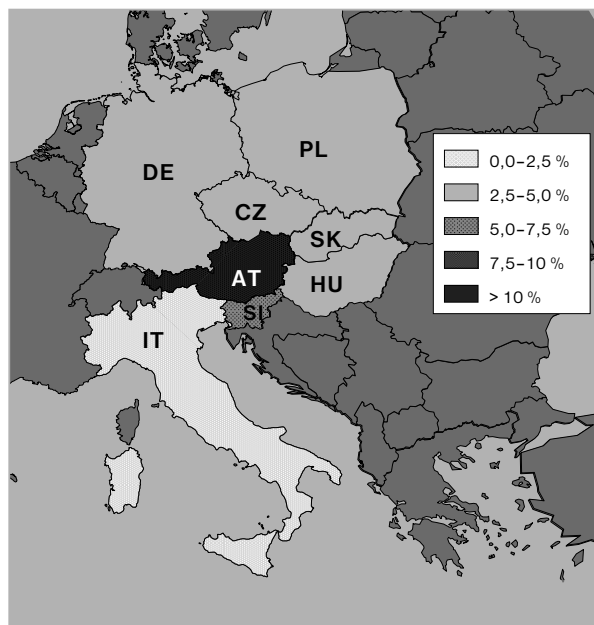
| PJ/rok                                | AT     | CZ     | DE      | HU     | IT     | PL     | SI    | SK    |
|---------------------------------------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|-------|-------|
| Pevná paliva                          | 166,8  | 875,2  | 3443,1  | 129,7  | 697,4  | 2388,2 | 65,5  | 186,3 |
| Ropa                                  | 604,2  | 420,4  | 5211,5  | 327,6  | 3482,3 | 1014,5 | 111,3 | 154,1 |
| Zemní plyn                            | 312,2  | 317,2  | 3328,3  | 479,7  | 2896,9 | 518,1  | 37,6  | 225,2 |
| Jaderná energie                       | 0,0    | 281,3  | 1806,5  | 145,4  | 0,0    | 0,0    | 59,9  | 194,5 |
| Biomasa                               | 167,5  | 73,1   | 674,9   | 48,7   | 195,0  | 200,0  | 19,2  | 19,8  |
| Ostatní OZE                           | 137,4  | 9,5    | 209,1   | 4,5    | 353,4  | 8,8    | 12,9  | 16,1  |
| Elektrická energie a průmyslový odpad | 39,1   | -40,6  | -60,4   | 27,1   | 167,2  | -15,3  | 0,9   | -7,5  |
| Celková hrubá domácí spotřeba         | 1427,2 | 1936,1 | 14613,0 | 1162,7 | 7792,2 | 4114,3 | 307,4 | 788,5 |

Tabulka č. 1: Struktura spotřeby PEZ v jednotlivých zemích ve střední Evropě v roce 2006  
Zdroj: Eurostat, 2008

po více než 50 % (Polsko) a podíl ropy od 20 % (Slovensko) až po 45 % (Itálie). Podíl zemního plynu na celkové spotřebě energie je nejvyšší v Maďarsku (41 %) a naopak relativně nízký například v Polsku či Slovinsku (asi 12 %). Na Slovensku se 25 % na celkové spotřebě podílí jaderná energie, naopak žádné jaderné elektrárny nejsou v provozu v Rakousku, Itálii nebo Polsku.

Podíl obnovitelných zdrojů energie v zemích střední Evropy se pohybuje od 4,3 % v České republice až po 21,4 % v Rakousku (2006). Biomasa představuje v průměru 70 % spotřeby OZE (jak v zemích střední Evropy, tak v celé EU-27) (Eurostat, 2008), v České republice, Polsku a Maďarsku je to dokonce více než 90 % celkového podílu OZE na primárních energetických zdrojích (PEZ) - údaje roku 2006.

Podíl biomasy na celkové spotřebě PEZ pro jednotlivé státy regionu je znázorněn na obrázku 2. Největší podíl (téměř 12 %) má biomasa v Rakousku, následovaném Slovinskem (6,3 %). Jedním z důvodů vysokého užití biomasy v Rakousku je, že se jedná o vysoce zalesněnou krajinu. Téměř 50 % rozlohy státu tvoří lesy a lesní porosty, což je více než ve většině ostatních



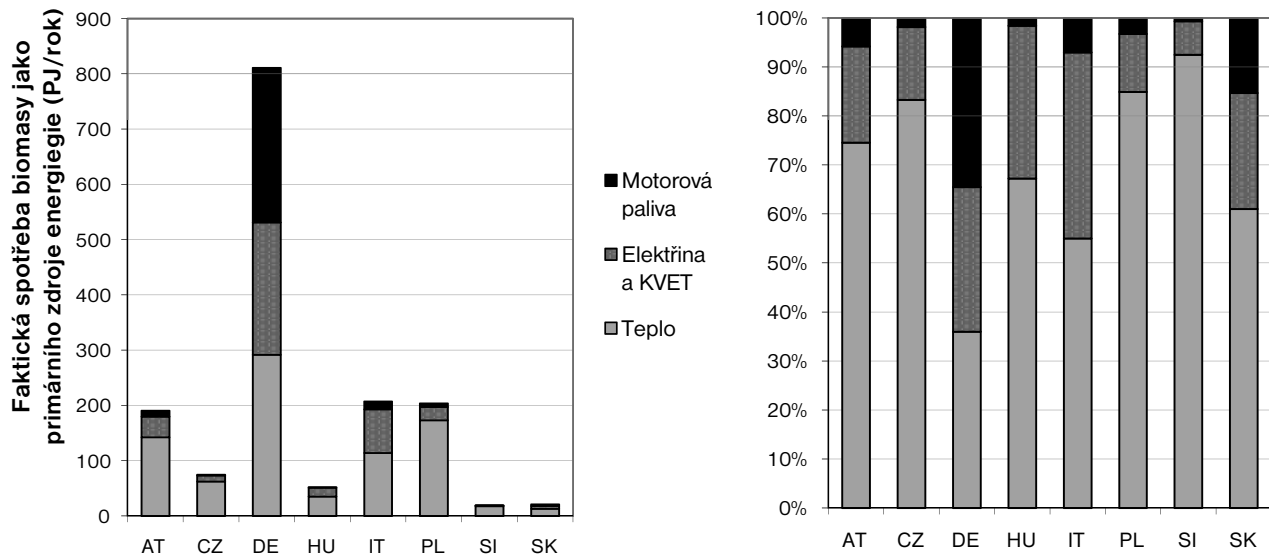
Obrázek č. 2: Podíl biomasy na PEZ v roce 2006  
Zdroj: Eurostat, 2008

zemí sledovaného regionu (pouze ve Slovinsku je zalesnění vyšší, asi 60 %). Dalším důvodem je tradičně vysoké využití palivového dříví pro vytápění v domácnostech, což je částečně způsobeno i venkovským a zemědělským charakterem většiny rakouského území. V 80. letech (v důsledku ropného šoku) se pak ve větší míře začaly využívat kotle na dřevo, v poslední době jsou pak stále populárnější moderní kotle na biomasu. V současnosti více než 20 % spotřeby energie na vytápění v domácnostech představuje vytápění biomasou (Statistik Austria, 2008).

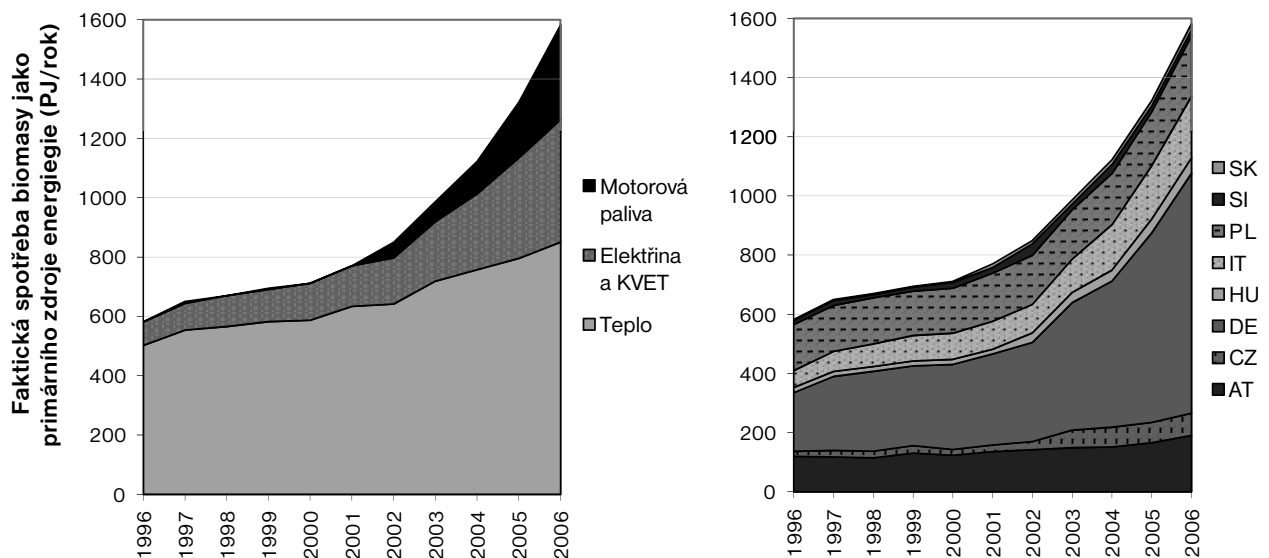
Třetím důvodem vysokého podílu biomasy na spotřebě energie v Rakousku je relativně vyšší zastoupení dřevozpracujícího průmyslu. To je samozřejmě jednak způsobeno vysokým podílem zalesnění celého území, velkou část ale tvoří i dovozy dřeva pro papírenský a další dřevozpracující průmysl (štěpky, dřevovlákniny a jiných). Dovoz v současnosti představuje více než třetinu celkových dodávek dřeva pro zpracování, stejnou část pak tvoří vývozy produkce z tohoto odvětví. Na jednu stranu tak dřevozpracující průmysl produkuje značné množství dřevního odpadu, který lze využít pro energetické účely, na druhou stranu zároveň kryje značnou část svých energetických potřeb právě pomocí biomasy. Proto je také v Rakousku podíl biomasy na spotřebě energie v průmyslu tak vysoký.

## Struktura užití biomasy ve střední Evropě

V této kapitole rozebereme a srovnáme strukturu využití biomasy z hlediska různých zdrojů a konečných užití (teplo, elektrická energie a doprava) v zemích střední Evropy. Bioplyn a biopaliva jsou do statistik zahrnuti dle jejich výhřevnosti podle definice Eurostatu. Vzhledem k účinnosti transformace (70 % bioplyn, 55 % bioetanol a 57 % biodiesel a rostlinný olej) je vlastní primární energetická spotřeba biomasy pro výrobu biopaliv a bioplynu vyšší. To je potřeba si uvědomit zejména v případě Německa, které má vysoký podíl bioplynu a biopaliv. Pokud uvažujeme výše zmíněné účinnosti transformace, dosahuje faktická energetická spotřeba biomasy v Německu asi 840 PJ/rok, což je asi o 25 % více než hodnota výroby udávané podle definice Eurostatu. V ostatních zemích není vzhledem k nižšímu zastoupení biopaliv a bioplynu tento rozdíl tak významný (méně než 10 %).



Obrázek č. 3: Srovnání struktury faktické spotřeby biomasy pro výrobu tepla, elektrické energie (a kombinovanou výrobu tepla a elektřiny) a pro výrobu pohonných hmot ve střední Evropě v roce 2006  
Zdroj: Eurostat, 2008; vlastní výpočty



Obrázek č. 4: Historický vývoj faktické spotřeby biomasy pro energetické účely ve střední Evropě  
Zdroj: Eurostat, 2008; vlastní výpočty

Obrázek 3 zobrazuje spotřebu biomasy pro výrobu tepla, elektrické energie (včetně kogenerace) a pro výrobu pohonných hmot (se zahrnutím výše zmíněné účinnosti transformace = tzv. spotřeba primární biomasy, resp. faktická spotřeba).

Obrázek 4 znázorňuje vývoj spotřeby biomasy pro energetické účely mezi lety 1996 a 2006. Z uvedených grafů je vidět, že v regionu střední Evropy došlo v posledních letech k významnému nárůstu využití biomasy. Tento nárůst se týká zejména využití v dopravě a k výrobě elektřiny (případně kombinované výrobě elektřiny a tepla - KVET). Spotřeba biomasy ve sledovaných zemích vzrostla z cca 580 PJ/rok v roce 1996 na téměř 1600 PJ/rok v roce 2006. Největší podíl na tomto nárůstu má Německo (více než 60 %). Ve srovnání s rozvojem v Německu (způsobeným zejména, ale nikoliv pouze, růstem spotřeby biopaliv) je nárůst v ostatních zemích spíše omezený. Samozřejmě je třeba si uvědomit, že velkou roli hrají rozdíly v rozloze jednotlivých zemí a také rozdílná výchozí situace v roce 1996 (podíl biomasy v Německu byl v té době velmi

nízký). Přesto je pozoruhodné, že největší podíl na růstu spotřeby biomasy ve střední Evropě je způsoben samotným rozvojem biopaliv v Německu.

## Výroba elektrické energie z biomasy

Výroba elektrické energie a kombinovaná výroba elektřiny a tepla z biomasy zaznamenala ve sledovaném regionu v posledních letech značný nárůst, a to zejména jako důsledek směrnice 2001/77/ES o podpoře elektřiny z obnovitelných zdrojů. I tak však stále představuje v průměru jen 2,3 % celkové výroby elektřiny (2006).

Ve srovnání s celkovou spotřebou biomasy je pak zejména podíl komunálního odpadu na výrobě elektřiny nepoměrně vysoký – ve sledovaném regionu i v celé EU-27 představuje 32 % celkové výroby elektřiny z biomasy a odpadů. Dřevní biomasa a odpady pak přispívají asi 45 % a bioplyn asi 23 %. Relativně vysoký podíl bioplynu je však způsoben zejména velkým počtem bioplynových stanic v Německu. Asi 60 % celkové produkce elektřiny z biomasy a odpadů ve sledovaném regionu střední Evropy a 80 % elektřiny z bioplynu je vyrobeno v Německu. V tabulce 2 je uveden přehled výroby elektřiny z biomasy a odpadů pro rok 2006.

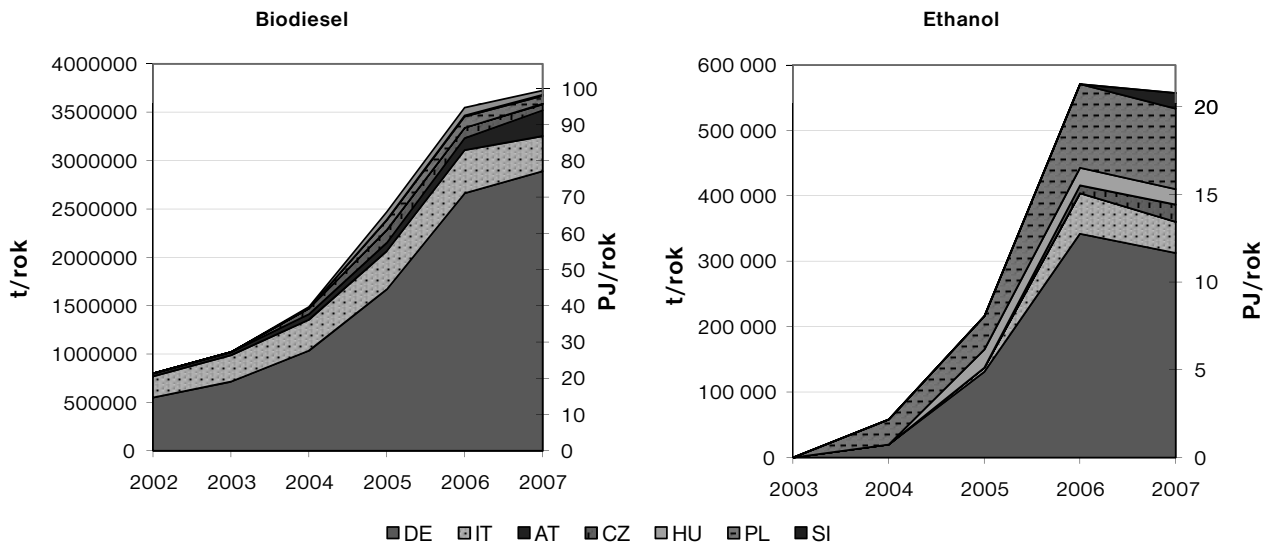
| GWh/rok                                   | AT     | CZ     | DE      | HU     | IT      | PL      | SI     | SK     |
|---|--------|--------|---------|--------|---------|---------|--------|--------|
| Celková výroba elektřiny                  | 63 503 | 84 361 | 636 600 | 35 859 | 314 122 | 161 743 | 15 115 | 31 368 |
| Hrubá výroba z biomasy a odpadů           | 3 125  | 926    | 9 951   | 1 358  | 6 565   | 2 011   | 111    | 422    |
| Hrubá výroba z pevného komunálního odpadu | 503    | 19     | 7 278   | 187    | 2 917   | -       | -      | 47     |
| Hrubá výroba z dřevní biomasy a odpadů    | 2 554  | 731    | 6 515   | 1 134  | 2 312   | 1 851   | 76     | 367    |
| Hrubá výroba z bioplynu                   | 68     | 176    | 6 155   | 37     | 1 336   | 160     | 35     | 8      |

*Tabulka č. 2: Celková výroba elektřiny z biomasy a odpadů ve střední Evropě v roce 2006  
Zdroj: Eurostat, 2008*

## Biomasa v dopravě

V květnu 2003 schválila Rada a Evropský parlament směrnici pro podporu využití biopaliv nebo dalších obnovitelných pohonných látek v dopravě. Na základě této směrnice musí členské státy stanovit národní cíle týkající se minimálního podílu biopaliv v dopravě. Pro tyto účely byly stanoveny postupné indikativní cíle, a to 2 % do roku 2005 a 5,75 % do konce roku 2010 (počítané na základě energetického obsahu).

Na obrázku 5 je znázorněn vývoj produkce biodieselu a bioetanolu ve střední Evropě. Jak již bylo zmíněno výše, Německo je mezi sledovanými zeměmi největším producentem biodie-



*Obrázek č. 5: Výroba biopaliv v zemích střední Evropy  
(hodnoty v tunách a čisté výhřevnosti vyrobených paliv)  
Zdroj: EBB, 2008; EBIO, 2008; EurObserv'ER, 2008; vlastní výpočty*

selu i bioetanu. V roce 2006 a 2007 bylo více než 50 % celkové produkce biodieselu EU vyrobeno v Německu.

I přes značný nárůst výroby biopaliv v některých evropských zemích během posledních let je jejich podíl stále nízký (jen 1,1 % v roce 2005) (Resch et al., 2008a). Postupný cíl 2 % do roku 2005 tedy nebyl splněn, i když v Rakousku a Německu byl naopak podíl biopaliv v roce 2005 vyšší než 2 % (3,8 % v Německu a 3,2 % v Rakousku).

V roce 2006 pak byl podíl biopaliv v Německu již 6,3 % a v Rakousku 3,54 %. V ostatních zemích sledovaného regionu je nárůst podstatně pomalejší. Podle národních zpráv o implementaci směrnice 2003/30/ES byl podíl biopaliv v roce 2006 0,5 % v České republice, 0,46 % v Itálii, 0,92 % v Polsku, 0,275 % ve Slovinsku, 0,69 % na Slovensku a méně než 0,3 % v Maďarsku. Zdá se, že vzhledem k cílům, které si jednotlivé státy vytkly, i vzhledem k úrovni rozvoje výstavby nových výrobních kapacit v roce 2006, můžeme v následujících letech očekávat prudký rozvoj výroby biopaliv. Od roku 2006 do poloviny roku 2008 představoval nárůst výroby biopaliv ve sledovaných státech 160 % (3,25 mil. tun v roce 2006 a 8,5 mil. tun ve druhé polovině roku 2008). Stejně tak rostl poměrně rychlým tempem i objem výrobních kapacit bioetanolu: v polovině roku 2008 to bylo již 1,5 mil. tun oproti 570 000 tun v roce 2006. Pokud by tyto kapacity byly využity, mohla by výroba v regionu střední Evropy dosáhnout až 5,5 % celkové spotřeby pohonných hmot pro silniční provoz. Z tohoto pohledu by měl být indikativní cíl 5,75 % v roce 2010 v daném regionu dosažen. To však zejména díky ambiciózním cílům a vysokým tempům růstu v Německu. Podle (Resch et al., 2008a) naopak v celé EU-27 nebude s největší pravděpodobností indikativní cíl splněn.

Podíl biopaliv na spotřebě pohonných hmot ve střední Evropě je tedy stále relativně nízký: v roce 2006 to bylo (bez Rakouska a Německa) méně než 1 %. Pokud však vezmeme v úvahu nově budované kapacity v roce 2008, můžeme očekávat významný nárůst celkové produkce biopaliv.

## Výroba tepla z biomasy

Jak uvádí (Resch et al., 2008b), vzrostla výroba tepla z biomasy ve sledovaném regionu z 525 PJ/r v roce 1997 na 695 PJ/r v roce 2005. Ve sledovaném období také výrazně vzrostlo užití pe-

let pro vytápění v domácnostech, i z celoevropského hlediska byl tento nárůst nejvíce patrný v Německu, Rakousku a Itálii. Užití pelet je však i v těchto zemích stále na poměrně nízké úrovni. V roce 2005 představovalo využití pelet pro vytápění v Rakousku 3,1 % celkové energetické spotřeby biomasy, přičemž podíl kulatiny byl asi 40 %.

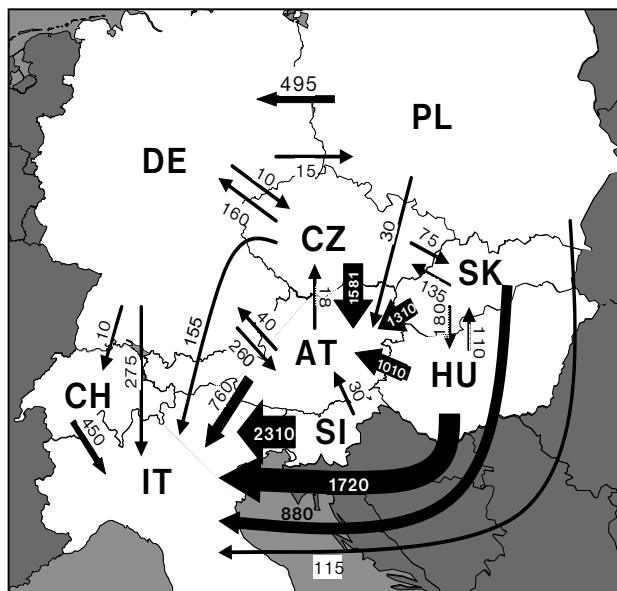
## Přeshraniční obchod s biomasou

V posledních letech se ve střední Evropě stále více rozvíjí přeshraniční obchod s biomasou, a to zejména díky zvyšujícímu se podílu biomasy na spotřebě energie. Vývoj a současný stav přeshraničního obchodu ve sledovaném regionu je podrobně analyzován v této kapitole. Jako hlavní zdroj dat byla použita databáze UN Comtrade, 2008.

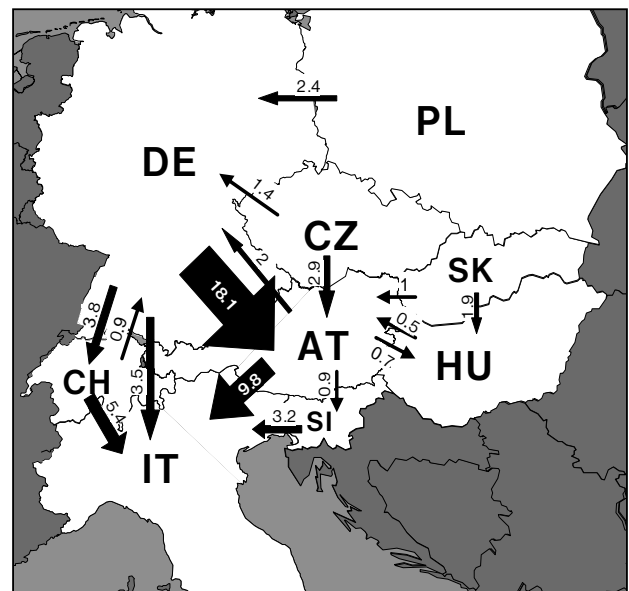
Obrázek 6 znázorňuje přeshraniční obchod palivovým dřevem za rok 2006 mezi zeměmi střední Evropy. Toky nižší než 10 TJ/rok nejsou na obrázku zachyceny. Z obrázku je vidět, že největším dovozcem v tomto regionu je Itálie, následovaná Rakouskem. V případě Rakouska však čistý dovoz představoval v daném roce jen 5 % celkové spotřeby palivového dřeva. Více než 90 % těchto dovozů pocházelo z České republiky, Slovenska a Maďarska. V Itálii představuje podíl dováženého palivového dřeva na jeho celkové spotřebě cca 20 % (a asi 10 % celkové spotřeby dřeva a dřevních odpadů v roce 2006). Asi polovina těchto dovozů pocházela ze zemí střední Evropy, druhá polovina jsou dovozy zejména z Chorvatska a Bosny a Hercegoviny.

Ve sledovaném regionu také v posledním desetiletí značně vzrostla úroveň přeshraničního obchodu s palivovým dřevem. V roce 1996 dosahoval dovoz palivového dřeva do Itálie asi 2400 TJ, a tedy nárůst od 1996 do 2006 je o téměř 400 %. V Rakousku vzrostl dovoz ve stejném období asi o 70 %.

Navíc je třeba si uvědomit, že v oblasti obchodu s kulatinou existuje nezanedbatelná část přeshraničního obchodu, která není zachycena v oficiálních statistikách.



Obrázek č. 6: Přeshraniční obchod s palivovým dřevem ve střední Evropě (v TJ/rok, toky menší než 10 TJ nejsou zachyceny)  
Zdroj: UN Comtrade, 2008



Obrázek č. 7: Přeshraniční obchod se štěpkou, pilinami, peletami atd. ve střední Evropě v roce 2006 (v PJ/rok; toky menší než 0,5 PJ/rok nejsou zachyceny)

Obrázek 7 zachycuje celkový přeshraniční obchod se štěpkou, pilinami, peletami, atd. (v následujícím textu je používán souhrnný termín „dřevní odpad“). V porovnání s výše uvedeným obchodem s palivovým dřevem dosahuje obchod s dřevním odpadem mnohem vyšších hodnot. Část z tohoto objemu je však využita i k neenergetickým účelům, jako je papírenský a celulózový průmysl. Obrázek 7 také zachycuje jen toky vyšší než 0,5 PJ.

Mezi sledovanými zeměmi je největším dovozcem Rakousko. Důvodem je zejména vysoká poptávka papírenského průmyslu a také štěpkového a dřevotřískového průmyslu (tomu pak také odpovídá příslušný objem vývozu produkce dřevozpracujícího průmyslu). Vzhledem ke zvyšující se poptávce po méně kvalitní dřevní hmotě jak pro energetické účely, tak jako výrobního materiálu, musí tato odvětví dovážet stále více dřevního odpadu. Mezi lety 1996 a 2006 se v Rakousku celkový přeshraniční obchod s dřevním odpadem zvýšil z 850 000 tun na 1,8 mil. tun. Tento trend je způsoben jak zvyšující se produkcí dřevozpracujícího průmyslu, tak nepochybně i vyšším využitím biomasy pro energetické účely. Čisté dovozy v Rakousku dosahovaly v roce 2006 asi 0,76 mil. tun, tedy asi 5 % celkové spotřeby dřevních odpadů pro energetické i materiálové využití. Pokud přidáme ještě průmyslové zbytky z dovezené kulatiny, dosahuje podíl dovozů již 20 %. Z celkové spotřeby dřevních zbytků (včetně štěpky, pilin a dalších průmyslových zbytků) je v Rakousku více než 50 % znovu využito pro energetické účely.

Všeobecný nárůst přeshraničního obchodu v posledních letech byl ve sledovaném regionu zaznamenán i u olejnatých semen. V roce 1996 byly čistými exportéry řepky (včetně neenergetického užití) Česká republika (140 000 tun), Maďarsko (118 000 tun), Slovensko (50 000 tun), Rakousko (30 000 tun) a Itálie (1 000 tun). Největším importérem (s čistými dovozy ve výši 700 000 tun) bylo Německo (a jeho největším obchodním partnerem Francie) a dále pak Polsko (čistý dovoz 285 000 tun hlavně z Německa a Francie). Celkem tvořil ve střední Evropě čistý dovoz 600 000 tun (UN Comtrade, 2008).

V roce 2006 už byl čistý dovoz v tomto regionu téměř dvojnásobný (1,14 mil. tun, tedy asi 30 PJ). A zatímco Rakousko, Česká republika i Itálie se staly čistými dovozci (190 000, 62 000, respektive 18 000 tun), Polsko naopak bylo čistým vývozcem (145 000 tun). Dovoz do Německa se více než zdvojnásobil (na 1,47 mil. tun) a čistý export Maďarska a Slovenska vzrostl mezi lety 1996 a 2006 o více než 100 % (na 350 000 tun, respektive 110 000 tun).

Rakousko je také hlavním dovozcem biopaliv. Čistý dovoz biopaliv dosáhl v roce 2005 1,17 PJ a v roce 2006 2,6 PJ (Eurostat, 2008), tedy více než 70 % celkové spotřeby biopaliv v těchto letech. Největším vývozcem biodieselu je Česká republika, čisté vývozy v roce 2006 dosáhly asi 3,3 PJ. Od dubna 2008 však v ČR platí povinné kvóty pro biopaliva, takže je možné v následujících letech očekávat významný pokles vývozů. Pro Německo nejsou data o dovozech biopaliv k dispozici.

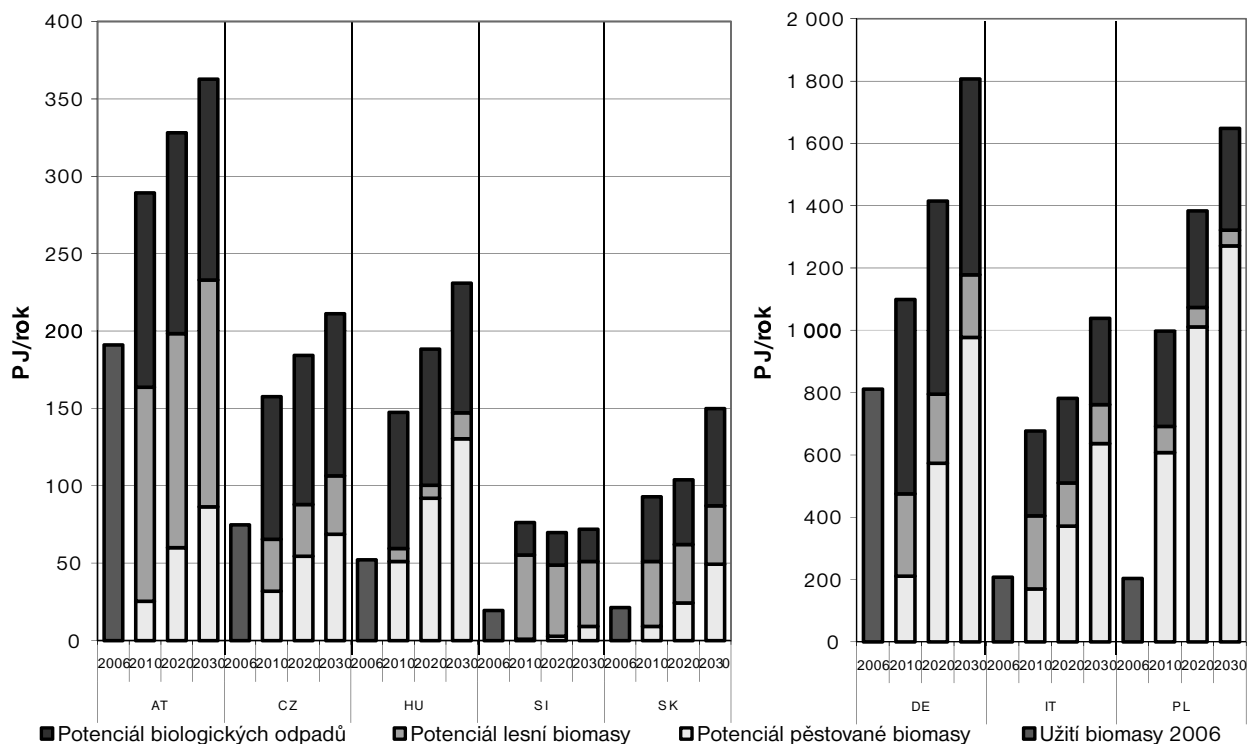
Podle dostupných dat dosahoval v roce 2006 přeshraniční obchod s bioetanolem jen minimální úrovně. Navíc statistiky nerozlišují mezi obchodem s plodinami pro energetické a krmné nebo potravinářské účely.

## Potenciál biomasy

Způsoby stanovení potenciálu biomasy se často velmi různí a stejně tak se často značně odlišují i dosažené výsledky. Použití různých metodik pak do velké míry znemožňuje srovnání mezi jednotlivými zeměmi.

Studie „Kolik bioenergie může Evropa vyrobit, aniž by škodila životnímu prostředí?“ vydaná Evropskou agenturou pro životní prostředí (EEA, 2006) používá k odhadu potenciálu bio-





Obrázek č. 8: Potenciál biomasy ve střední Evropě Zdroj: EEA, 2006

mas v Evropě jasný a konzistentní metodologický přístup. To už se však nedá říct o množství ostatních studií, které se zabývají potenciálem vybraných regionů nebo vybraných segmentů biomasy. Proto podle autorů článku představuje studie EEA nejspolehlivější zdroj pro účely tohoto článku. Obrázek 8 znázorňuje agregované potenciály v regionu střední Evropy tak, jak je odhaduje EEA, 2006. Zemědělský potenciál zde zahrnuje záměrně pěstované energetické plodiny a travní porosty. Zemědělské zbytky a hnojivo je zahrnuto v odpadech, stejně jako pevný komunální odpad, zbytky z dřevozpracujícího a potravinářského průmyslu, odpadní dřevo a černý louh.

Je zřejmé, že struktura potenciálu biomasy se v rámci jednotlivých zemí liší. V Rakousku a Slovinsku leží největší potenciál v dřevní biomase a i v kategorii „odpady“ jsou nejvíce zastoupeny zbytky z dřevozpracujícího průmyslu (tedy zpracovaná forma dřevní biomasy). Rakousko a Slovinsko se také řadí k zemím s nejvyšším podílem biomasy na celkové spotřebě energie.

Odhad potenciálu zemědělské biomasy pro rok 2010 je relativně nízký, ale podle EEA také dosahuje nejvyššího nárůstu mezi roky 2010 a 2030. Z dlouhodobého hlediska by se mohla zemědělská biomasa dokonce stát nejdůležitějším druhem biomasy ve střední Evropě.

Tyto domněnky vycházejí z předpokladu, že bude docházet k dalším reformám společné zemědělské politiky, úplné liberalizaci trhu s živočišnou produkcí do roku 2025 a dalšímu nárůstu hektarových výnosů biomasy. Podle EEA, 2006 bude ve sledovaném regionu tvořit celková orná půda dostupná pro bioenergetickou produkci 6,9 mil. ha v roce 2010 (11,1 mil. ha v roce 2030), což je asi 17 % (resp. 27 % v roce 2030) celkové výměry zemědělské půdy, s nejvyšším příspěvkem Polska (55 % v roce 2010 a 40 % v roce 2030).

Podle Thrän et al., 2004 je podíl orné půdy, která může být využita pro pěstování biomasy, dokonce vyšší v České republice, Maďarsku, Slovensku a Německu. Naopak jiné studie odhadují potenciál nižší nebo blízký odhadům v EEA, 2006. V následující části jsou podrobněji analyzovány výsledky vybraných studií zabývajících se potenciálem bioenergie ve sledovaném regionu.

Podle údajů uvedených v Haas et al., 2008 se odhaduje celkový potenciál primární bioenergie v Rakousku na cca 303 až 413 PJ/rok v roce 2030, v závislosti na vývoji dřevozpracujícího průmyslu v Rakousku.

Publikace Aretz et al. 2007 srovnává různé odhady potenciálu biomasy v Německu. Podle analyzovaných studií se potenciál biomasy pohybuje mezi 965 a 1232 PJ/rok, tedy hodnoty srovnatelné s EEA, 2006. Staiß (2007) odhaduje potenciál v Německu mezi 1060 a 1200 PJ/rok, z toho jen 200 PJ/rok ze záměrně pěstované biomasy.

Sarlej (2005) udává potenciál lesní biomasy, průmyslových zbytků a dalších dřevních odpadů v České republice kolem 175 PJ/rok, což je mnohem více, než podle EEA, 2006, protože tato studie nezahrnuje energetické plodiny. Habart et al, 2005 odhaduje dosažitelný potenciál ve výši 200 PJ/rok a Váňa et al, 2003 udává 100 PJ/rok v roce 2010 a 160 PJ/rok v roce 2020.

Celkový potenciál v Maďarsku je podle Vityi, 2005 135,5 až 179 PJ/rok. Výsledky odhadů potenciálu v Polsku se pohybují mezi 570 a 750 PJ/rok (Scholwin, 2005, Rogulska, 2005 a Jaworsky, 2006), a tedy jsou nižší než odhady EEA, 2006.

Technický potenciál na Slovensku byl pro rok 2020 odhadnut na 90 PJ/rok (Ilias, 2005). Pro Slovinsko a Itálii nejsou autorům známy žádné srovnatelné studie zabývající se potenciálem biomasy.

I když tedy existují nesrovnalosti v odhadech potenciálů mezi různými studii/zeměmi, zdají se výsledky EEA, 2006 obecně konzistentní s ostatními publikovanými studii. Odhady dostupnosti orné půdy pro bioenergetické účely se naopak značně odlišují.

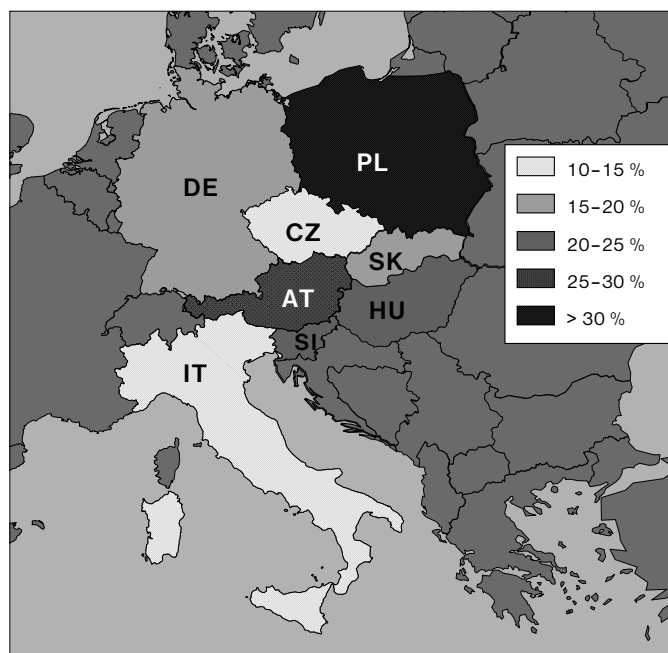
Nicméně lze konstatovat, že zásadní vliv na potenciál biomasy ve střední Evropě bude mít rozvoj zemědělské politiky (a s tím spojené strukturální změny v zemědělství).

## Perspektivy

Srovnání současného stavu a odhadovaných potenciálů biomasy umožňuje lépe pochopit, které druhy biomasy jsou již z větší části vyčerpány a kde ještě existuje určitý potenciál. Jak již bylo zmíněno výše, v současné době je nejvíce využívaným druhem biomasy v regionu střední Evropy lesní dendromasa a její části (včetně zbytků dřevozpracujícího průmyslu, obalové techniky, asanací a dalších dřevních odpadů). Přesto i lesní dendromasa stále představuje nevyužitý potenciál. Ne ve všech zemích jsou dostupná podrobná data o současném využití zbytků dřevozpracujícího průmyslu tak, aby bylo možné provést podrobnou analýzu nevyužitého potenciálu. Podle údajů, které jsou k dispozici, je však možné usuzovat, že tento nevyužitý potenciál je spíše nízký. Jeho zvýšení do budoucna je závislé na vývoji (zvýšení) produkce řeziva či dalším rozvoji dřevozpracujícího průmyslu. Proto se ani v budoucnu neočekává přílišný nárůst tohoto potenciálu.

Největší podíl na nevyužitém potenciálu biomasy ve sledovaném regionu představuje bezesporu záměrně pěstovaná (energetická) biomasa. Tato situace se však poměrně rychle mění s tím, jak se zvyšujícím se tempem roste poptávka po energetických plodinách pro biopaliva. V Německu, které již disponuje relativně vysokým využitím biopaliv, bylo v roce 2006 využito asi 85 % potenciálu pro rok 2010 (podle EEA, 2006).

S ohledem na nové výrobní kapacity, instalované v letech 2007 a 2008 (EBB, 2008; EBIO, 2008) zejména v Německu a Rakousku, je zřejmé, že bude potřeba dodávat značné množství energetických plodin. V Německu a zejména v Rakousku bude tato poptávka muset být kryta hlavně z dovozů. Vzhledem ke zvýšené poptávce v celém regionu (střední) Evropy se budou velmi pravděpodobně také zvyšovat dovozní vzdálenosti. Jediné Polsko jako exportní země



Obrázek č. 9: Potenciální podíl biomasy na spotřebě PEZ v roce 2030  
Zdroj: EEA, 2006; Capros et al., 2008

ve sledovaném regionu má potenciál tuto zvýšenou poptávku uspokojit. Vzhledem ke zvyšující se poptávce po biopalivech dané kvótami a cíli EU je možné do roku 2010 očekávat značné posuny a rostoucí objemy přeshraničního obchodu.

Pokud by měla výroba surovin pro biodiesel pokrýt poptávku způsobenou výstavbou nových kapacit (jak tomu bylo v polovině roku 2008) (podle EBB, 2008), musela by se na 90 % (6,2 mil. ha) orné půdy, vyhrazené pro energetické plodiny (v roce 2010, EEA 2006), pěstovat olejnatá semena pro biodiesel. Dalších asi 500 000 ha orné půdy bude potřeba pro obiloviny, kukuřici a cukrovou řepu, které budou užity pro pokrytí poptávky po bioetanolu. Pokud tedy nepředpokládáme další dovoz biomasy z ostatních evropských či mimoevropských zemí, bude téměř 100 % orné půdy využitelné pro biomasu použito na pokrytí poptávky po biopalivech.

Výsledky EEA, 2006 však také naznačují (viz obrázek 9), že potenciál biomasy by se mohl významně zvýšit díky změnám v zemědělské politice EU, vyšším výnosům a přechodu od klasických plodin k vysoko výnosovým energetickým plodinám. Mezi obecně málo využitý potenciál se řadí zbytky ze zemědělské produkce (včetně hnoje, slámy a dalších rostlinných a organických odpadů), které mohou být využity pomocí anaerobní fermentace. V tomto ohledu by se zejména pevný zemědělský odpad mohl stát významným zdrojem biomasy.

Podle EEA, 2006 představuje tento druh biomasy až 10 % celkového potenciálu biomasy ve střední Evropě v roce 2030. Přesto jsou snahy tento potenciál využít zatím spíše zanedbatelné.

Obrázek č. 9 znázorňuje teoreticky dostupný potenciál biomasy na spotřebě PEZ v regionu střední Evropy v roce 2030. Výpočet vychází z potenciálů uvedených v EEA, 2006 a vývoji spotřeby energie podle Capros et al., 2008. Podle těchto odhadů by z domácích zdrojů biomasy mohlo být pokryto více než 20 % spotřeby v Rakousku, Slovinsku a Maďarsku a více než 30 % v Polsku.

Je třeba však brát v úvahu bariéry a nedostatky spojené s tímto scénářem. V první řadě použitý scénář vývoje spotřeby předpokládá výrazný pokles hrubé domácí spotřeby energie v roce 2030 ve většině sledovaných zemí (např. v Rakousku a České republice o 10 % v porovnání s rokem 2006, v Německu až o 26 %). Takový vývoj lze dosáhnout jen pokud dojde k význam-

nému posunu v oblasti energetických úspor a zvyšování účinnosti, tedy pokud budou uskutečněny ambiciózní politická opatření v oblasti energetické účinnosti a/nebo se významně zvýší ceny energie.

Za druhé i vyšší využití biomasy je spojeno s různými ekonomickými i neekonomickými překážkami. Autoři se domnívají, že využití (i neúplné) potenciálu biomasy podle EEA, 2006 si vyžádá značné úsilí v oblasti nových podpůrných politik.

Za třetí pak existují různé překážky využití biomasy pro výrobu elektrické energie, tepla i v dopravě. Například pro výrobu elektrické energie může být biomasa efektivně využita jen tehdy, pokud je elektrická energie vyrobena pomocí kombinované výroby tepla a elektřiny, tedy s využitím odpadního tepla (stejně to platí pro spalování biomasy). Využití biomasy pro kombinovanou výrobu tepla a elektřiny by tedy mělo být podporováno jen tehdy, pokud se jedná o vhodný způsob řešení pro daný účel. Stejně tak je potřeba vzít v úvahu nejrůznější logistické překážky využití biomasy pro výrobu tepla a elektrické energie.

V neposlední řadě je výstavba nových zařízení časově náročný proces a výrobní kapacity pro kotle na biomasu, výrobní provozy apod. jsou také omezené. Výše uvedené překážky dále zpomalují strukturální změny v (bio)energetickém sektoru.

## Shrnutí a závěry

Podíl biomasy na celkové spotřebě energie v zemích střední Evropy (Česká republika, Itálie, Maďarsko, Polsko, Německo, Rakousko, Slovensko a Slovinsko) se značně liší. V Rakousku tvoří biomasa 12 % celkové spotřeby PEZ, ve Slovinsku je to 6,3 %, v Itálii, České republice, Slovensku či Maďarsku méně než 5 %. Díky podpoře OZE ze strany EU v posledních letech dochází k výrazným změnám jejich užití. Evropské směrnice 2003/30/ES a 2001/77/ES se zaměřují na zvýšení spotřeby biopaliv v dopravě a růst výroby elektřiny z OZE. V oblasti výroby tepla (kde je navíc využití biomasy nejvíce konkurenceschopné) zatím podobná evropská legislativa neexistuje. V návrhu nové směrnice týkající se OZE z poloviny roku 2008 jsou obsaženy celoevropské cíle v podílu OZE (včetně výroby tepla). Pokud bude návrh směrnice přijat, je tedy možné očekávat zvýšenou podporu výroby tepla z OZE.

Největší nárůst spotřeby biomasy v posledních letech zaznamenalo Německo, a to zejména co se týká biopaliv a bioplynu. V roce 2007 byl podíl biopaliv 7,6 %, tedy více než je cíl stanovený směrnicí EU2003/30/ES pro rok 2010 (5,75 %).

V Rakousku byl naopak v posledních letech růst využití biomasy spíše nízký, což je však způsobeno tím, že podíl biomasy byl již v minulosti relativně vysoký. Největší nárůst byl zaznamenán ve výrobě a užití biopaliv a kombinované výrobě tepla a elektřiny. Zdroje pro výrobu biopaliv Rakousko dováží od svých severních a východních sousedů. V ostatních zemích sledovaného regionu byl naopak podíl biopaliv v roce 2006 menší než 1 %. Důvodem byla zejména nízká podpora biopaliv do roku 2006. Pro období 2006–2010 se však již i v těchto zemích očekává strmý nárůst užití biopaliv, jako přímý důsledek implementace směrnice 2003/30/ES a nových výrobních kapacit, instalovaných mezi roky 2006 a 2008.

Průměrný podíl biomasy (včetně pevného komunálního odpadu) na výrobě elektrické energie ve střední Evropě byl v roce 2006 2,3 %. Pokud se podíváme na jednotlivé země, největší podíl byl v Rakousku (4,9 %), Maďarsku (3,8 %), Německu (3,1 %) a Itálii (2,1 %). Důvodem vysokého užití biomasy pro výrobu elektřiny v Rakousku je zejména velký počet zařízení na kombinovanou výrobu tepla a elektřiny, která jsou využívána v papírenském a dřevozpracujícím průmyslu, a také – do jisté míry – úspěšné zavedení podpůrných opatření v roce 2002 (i když

změna tohoto systému schválená v roce 2006 znamenala téměř úplné zastavení dalšího rozvoje). Růst výroby elektřiny z biomasy v Maďarsku v letech 2003 až 2005 byl způsoben zejména rozvojem spalování. V Německu a Itálii mělo hlavní podíl na rozvoji biomasy užití pevného komunálního odpadu (36 %, respektive 44 %) a v Německu má také v porovnání s ostatními zeměmi regionu mnohem vyšší podíl na spotřebě biomasy výroba bioplynu (30 % výroby elektrické energie z biomasy a odpadů).

Naopak v České republice, Polsku a Slovensku tvořila v roce 2006 biomasa méně než 1 % domácí výroby elektrické energie. Tradičně vysoké je využití biomasy pro výrobu tepla v Rakousku, následované Slovinskem a Polskem. Významný nárůst byl zaznamenán i v České republice a na Slovensku. Obecně je podpora biomasy pro výrobu tepla ale spíše nízká.

Největší objem přeshraničního obchodu s palivovým dřevem a dřevními zbytky ve střední Evropě tvoří dovozy do Rakouska a Itálie. Rostoucí produkce biodieselu také zvyšuje objem přeshraničního obchodu s olejnatými semeny. Největšími dovozci jsou Rakousko a Německo. Naopak čistými vývozci jsou Maďarsko, Slovensko a Polsko. Kromě výše uvedených dvou komodit je ostatní přeshraniční obchod s biomasou pro energetické účely zanedbatelný.

Článek dokazuje, že ve střední Evropě stále existuje značný nevyužitý potenciál biomasy. Tento potenciál zahrnuje zejména energetické plodiny a zemědělské zbytky, ale také nezanedbatelné množství lesní biomasy. Roste také poptávka po energetických plodinách pro biopaliva. Pokud by byly využity všechny výrobní kapacity na biopaliva v provozu v polovině roku 2008, znamenalo by to podle EEA, 2006 použít téměř 100 % orné půdy vyčleněné pro bioenergetické účely jen na výrobu těchto biopaliv. Pokud k tomu ještě přidáme biomasu potřebnou pro výrobu bioplynu, může poptávka po energetických plodinách při respektování přípustné environmentální zátěže v roce 2010 relativně snadno přesáhnout dostupný potenciál ve střední Evropě. Proto autoři očekávají zásadní změny ve struktuře a tocích přeshraničního obchodu s biomasou a také výrazné zvýšení přepravních vzdáleností.

Pokud mají být splněny cíle v oblasti OZE a skleníkových plynů, které si stanovily státy Evropské unie, bude potřeba výrazně zvýšit podíl biomasy na budoucí spotřebě energie. Jednou z největších výzev v tomto ohledu je nutnost mobilizovat stávající dosažitelný potenciál biomasy (který však bude respektovat požadavky na ochranu životního prostředí). Důležitou roli bude hrát efektivní podpora využití biomasy pro výrobu tepla, protože tento způsob energetického užití biomasy je v současné době nejvíce ekonomicky efektivní. V roce 2030 by domácí výroba biomasy ve střední Evropě mohla dosáhnout až 20 % celkové spotřeby energie. Tento podíl (při respektování požadavků na ochranu životního prostředí) je nejvyšší v Polsku (až 35 %) a Rakousku (téměř 30 %). Toto jsou však jen teoretické scénáře, které nebude možné uskutečnit bez zásadních opatření nejen na straně podpory výroby a užití bioenergie, ale i zlepšení energetické účinnosti.

## Výběr z použité literatury

- Aretz A., 2007, Hirschl B., Biomassepotenziale in Deutschland – Übersicht maßgeblicher Studienergebnisse und Gegenüberstellung der Methoden, Dendrom-Diskussionspapier Nr. 1, Fachhochschule Eberswalde 2007
- Capros P., Mantzos L., Papandreou V., Tasios N., 2008, European Energy and Transport – Trends to 2030 – Update 2007, European Commission, Directorate-General for Energy and Transport, Institute of Communication and Computer Systems of the National Technical University of Athens, 2008

- DG TREN, 2008, Directorate-General for Energy and Transport, EU Energy in Figures 2007/08, Update EEA June 2008
- EBB, 2008, <http://www.ebb-eu.org/stats.php>
- EBIO, 2008, <http://www.ebio.org/statistics.php?id=5>
- EEA, 2006, Wiesenthal T., Mourelatou A., Peterson J.-E., European Environment Agency, Taylor P., AEA Technology, How much bioenergy can Europe produce without harming the environment?, EEA Report No 7/2006; Kopenhagen 2006
- EurObserv'ER, 2008, <http://www.eurobserv-er.org/>
- Eurostat, 2008, <http://ec.europa.eu/eurostat/>
- Haas R., 2008, Kranzl L., Kalt G. et al., Strategien zur optimalen Erschließung der Biomassepotenziale in Österreich bis zum Jahr 2050 mit dem Ziel einer maximalen Reduktion an Treibhausgasemissionen, Energy Economics Group, Vienna University of Technology, Vienna 2008
- Habart J., 2008, Užití biomasy v ČR a současné legislativní podmínky
- Ilias I., 2005, Country report of Slovakia, Eubionet II, Energy Centre Bratislava, Bratislava 2005
- Jaworsky P., 2006, Country report of Poland, EC BREC, Eubionet II, WP1; 2006,
- Resch G., 2008a, Faber T., Panzer C., Haas R., Energy Economics Group, Ragwitz M., Held A., Fraunhofer Institute Systems and Innovation Research, Futures-E, 20 % RES by 2020 - A balanced scenario to meet Europe's renewable energy target, Intelligent Energy for Europe - Programme, Vienna 2008
- Resch et al., 2008b, Energy Economics Group, Coenraads et al., Ecofys, Ragwitz et al., Fraunhofer ISI, Konstantinaviciute, Lithuanian Energy Institute, Chadim, Seven, Renewable Energy Country Profiles, TREN/D1/42-2005/S07.56988, Utrecht 2008
- Rogulska M., 2005, Potential and trading opportunities for biomass in Poland, EC BREC, Central European Biomass Conference; Graz 2005
- Sarlej M., 2005, Country report of the Czech Republic, Eubionet II, Brno University of Technology
- Scholwin F., 2005, Options for biomass use in district heating networks in Poland, Institute for Energy and Environment, Central European Biomass Conference; Graz 2005
- Staiß F., Jahrbuch Erneuerbare Energien 2007, Stiftung Energieforschung Baden-Württemberg, Bieberstein Verlag, Radebeul 2007
- Statistik Austria, 2008, <http://www.statistik.at/>
- Thrän D. et al., 2004, Nachhaltige Biomassennutzungsstrategien im europäischen Kontext - Analyse im Spannungsfeld nationaler Vorgaben und der Konkurrenz zwischen festen, flüssigen und gasförmigen Bioenergieträgern, Institut für Energetik und Umwelt, Universität Hohenheim, Bundesforschungsanstalt für Forstund Holzwirtschaft, Öko-Institut e.V., Im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Leipzig 2004
- UN Comtrade, 2008, <http://comtrade.un.org/db/>
- Váňa J., 2008, Ustak S., Prezentace CZ Biom - České sdružení pro biomasu u příležitosti expertní mise k Mezinárodní energetické chartě

## Podpora energií z OZE dle směrnice EU – část teplárenství

### 1. Státní energetická koncepce

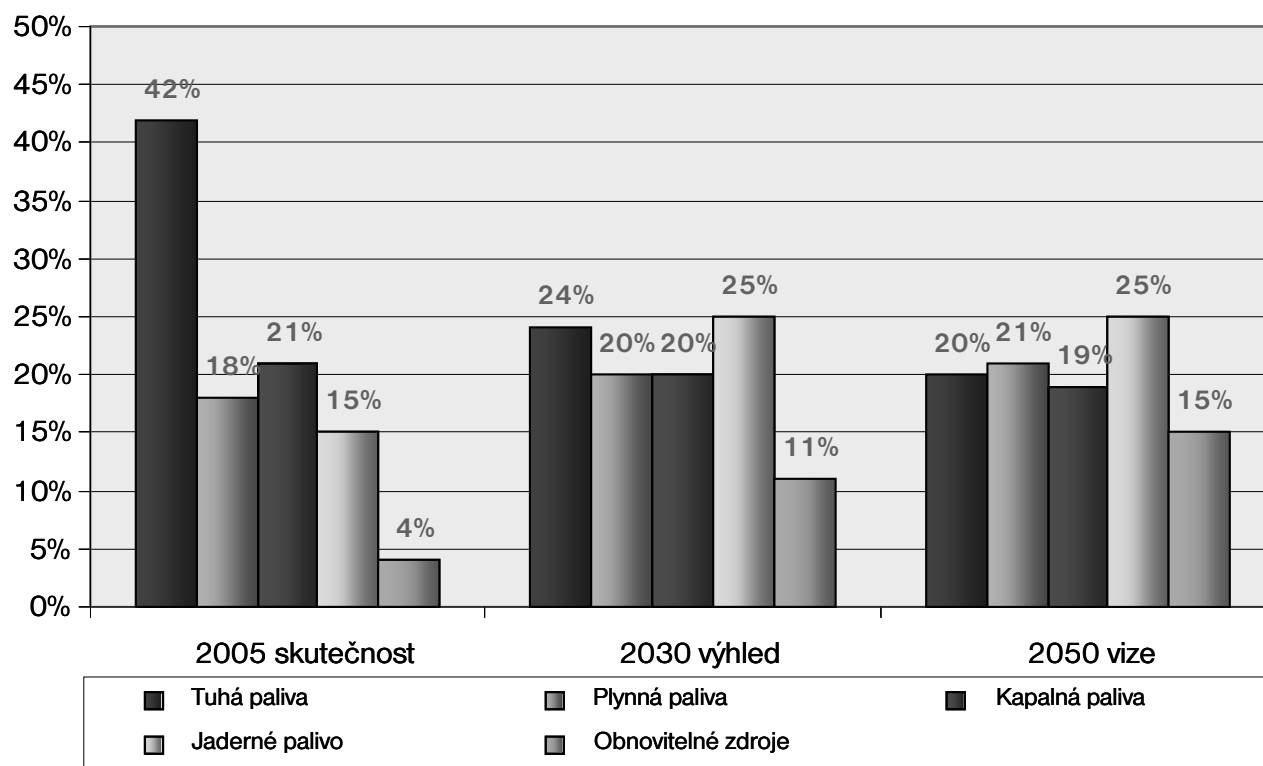
#### Česká energetika – charakteristika sektoru

##### Teplárenství:

- založeno na tuzemském uhlí s významným podílem dovoзовého ZP
- vysoký podíl CZT na celkových dodávkách tepla
- vysoký podíl zdrojů KVET (cca 25% za rok 2008 z celkové výroby tepla)

#### Česká energetika do r. 2050

##### Skladba struktury energetického mixu do roku 2050



Do roku 2050 se předpokládá posun k vyrovnanému a diverzifikovanému energetickému mixu, který bude dosažen snížením podílu tuhých a kapalných paliv při postupném zvyšování podílu jaderné energie, zemního plynu a obnovitelných zdrojů

## Primární energetické zdroje jako nutná základna

- Maximální využití všech dostupných tuzemských energetických zdrojů (uhlí, uran, OZE) s nezbytným dovozem zemního plynu a kapalných paliv.
- Využití domácích zásob černého a hnědého uhlí i za územními ekologickými limity s přednostním zajištěním dodávek pro teplárenství, což předpokládá určitou změnu pohledu z hlediska legislativy na pokračování těžby těchto komodit.
- Využití domácích zásob uranu pro rozvoj jaderné energetiky ČR.
- Rozvoj OZE (biopaliva, biomasa, vodní, větrná, solární a geotermální energie) dle podmínek ČR a při zachování konkurenceschopnosti na trhu s energiemi.
- Rozvoj jaderné energetiky pro trvalé snižování emisí a postupný rozvoj vodíkového hospodářství.
- Zvyšování energetické účinnosti a větší podpora státu v oblasti energetických úspor.

## 2. Výroba tepla a elektřiny v ČR

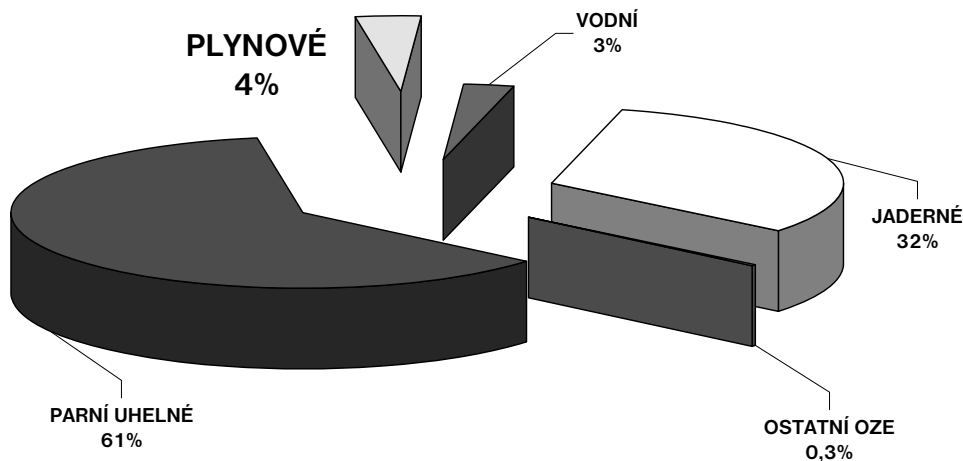
### Současný stav v ČR



*Výrobní a distribuční společnosti tepelné energie v České republice podle vlastnictví*



## Výroba elektřiny podle zdroje (paliva)



## Výroba tepla a elektřiny do r. 2050

- Podpora rozvoje centrálního zásobování teplem (CZT)
- Zajištění dlouhodobé dostupnosti uhlí pro teplárny a preference dodávky uhlí do systémů CZT legislativní cestou
- Podpora využití biomasy, dalších OZE a druhotných zdrojů pro centrální zásobování teplem, zejména u středních a menších zdrojů
- Podpora rozvoje vícepalivových systémů
- Podpora rozvoje vysoce účinné kombinované výroby elektřiny a tepla
- Podpora využití tepla z provozu jaderných elektráren v dlouhodobé perspektivě (po r. 2030)

## 3. Zákon o podpoře OZE

### Klimaticko – energetický balíček

K dosažení cíle je nezbytné

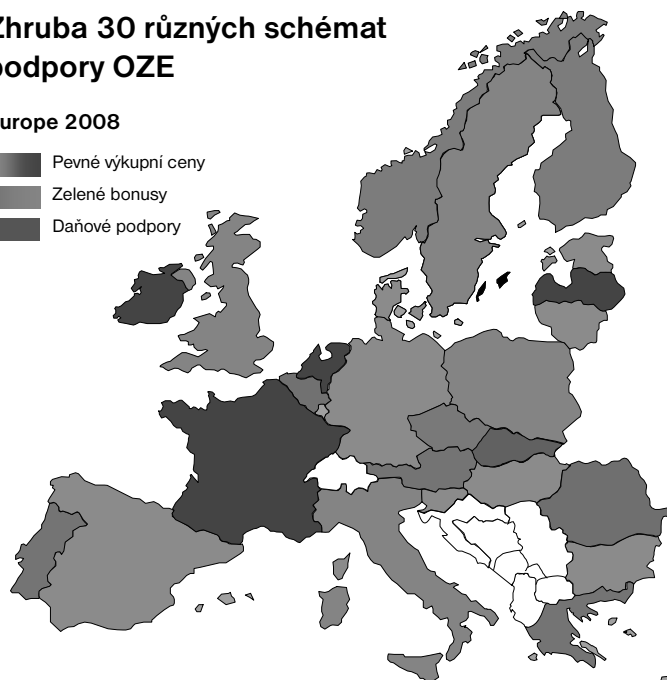
- Harmonizace systémů podpory
- Flexibilita/Obchodování k dosažení významného snížení nákladů pro dosažení cíle
- Integrace trhů
- Investice PPS jsou urgentní (RES propojení, přeshraniční propojení, vnitřní omezení/bottlenecks, atd.)

Zdroj: Eurelectric

### Zhruba 30 různých schémat podpory OZE

Europe 2008

- Pevné výkupní ceny
- Zelené bonusy
- Daňové podpory



- Teplo z OZE
- Upřednostnění OZE na vnitřním trhu
  - MVE
  - Biomasa/bioplyn (KVET)
  - Druhotné zdroje a spalování KO (KVET)
  - Vítr
  - Fotovoltaika/solární
  - Geotermální
- Podpora OZE s regulací
- Podpora OZE dle lokalit, podle využití

### **Povinnosti výrobců tepelné energie**

- Výrobce tepelné energie který je držitelem licence na výrobu tepelné energie (s výkonem nad 200 kW) je povinen odvádět poplatek do fondu pro rozvoj šetrné výroby tepla.
- Výše poplatku činí 1 % průměrné ceny tepelné energie pro odběratele tepelné energie v České republice v předchozím kalendářním roce.
- Výrobce, který využívá k výrobě tepelné energie z obnovitelné zdroje je osvobozen od povinnosti odvádět poplatek v poměru obnovitelných zdrojů energie v primárním palivu.
- Druhy a způsoby podpory výroby tepla z OZE, DZ a úspor energie

### **Provozní podpora formou příplatku za dodané užitečné teplo**

- Investiční podpora formou dotace z fondu
- Provozní podpora formou příplatku za dodané užitečné teplo
- Výši příplatku za dodané užitečné teplo určuje každoročně úřad ve výši 5% průměrné ceny tepelné energie
- Výrobce tepelné energie z OZE má možnost získat podporu formou příplatku za vyrobené užitečné teplo, z fondu, pouze když neobdržel na stejné zařízení jiný druh investiční dotace podporující OZE

### **Podpora formou dotace na investiční náklady bude dále členěna**

- Na výrobu tepla z tepelných čerpadel
- Na výrobu tepla ze solárních systémů
- Na zařízení které využívají k výrobě tepelné energie druhotné zdroje
- Na zvýšení účinnosti tepelných soustav
- *Podporu neobdrží zařízení, které zhoršují energetickou bilanci příslušné tepelné soustavy*

### **Fond pro rozvoj šetrné výroby tepla**

- Prostředky fondu zahrnují poplatky licencovaných výrobců tepelné energie (nad 200kW)
- Poplatky od jednotlivých výrobců tepelné energie vybírá Operátor trhu
- Prostředky fondu jsou účelově vázány k rozvoji zařízení na výrobu tepelné energie

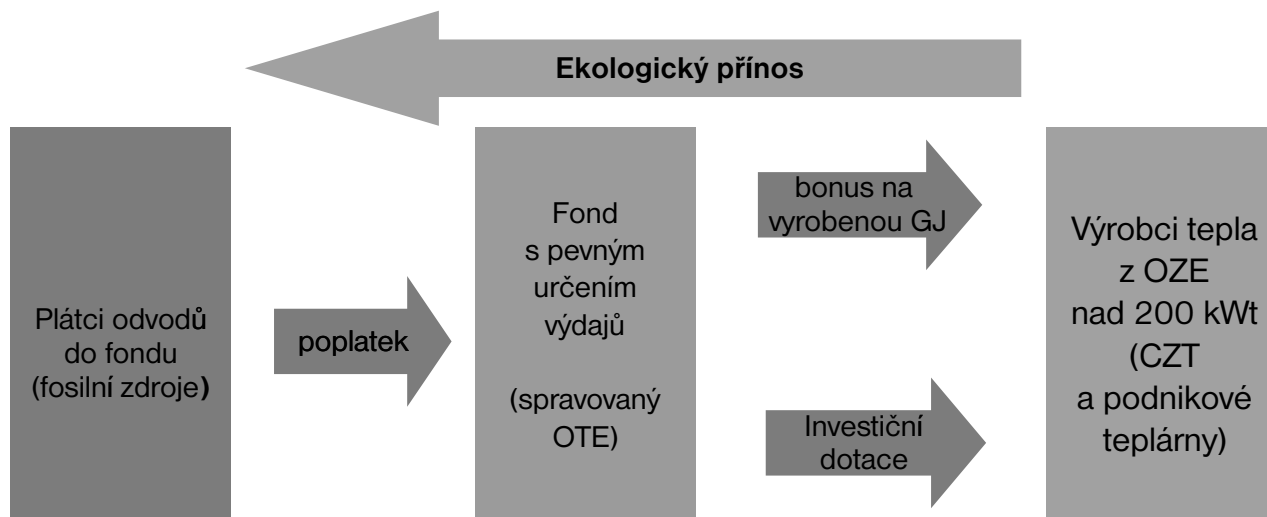
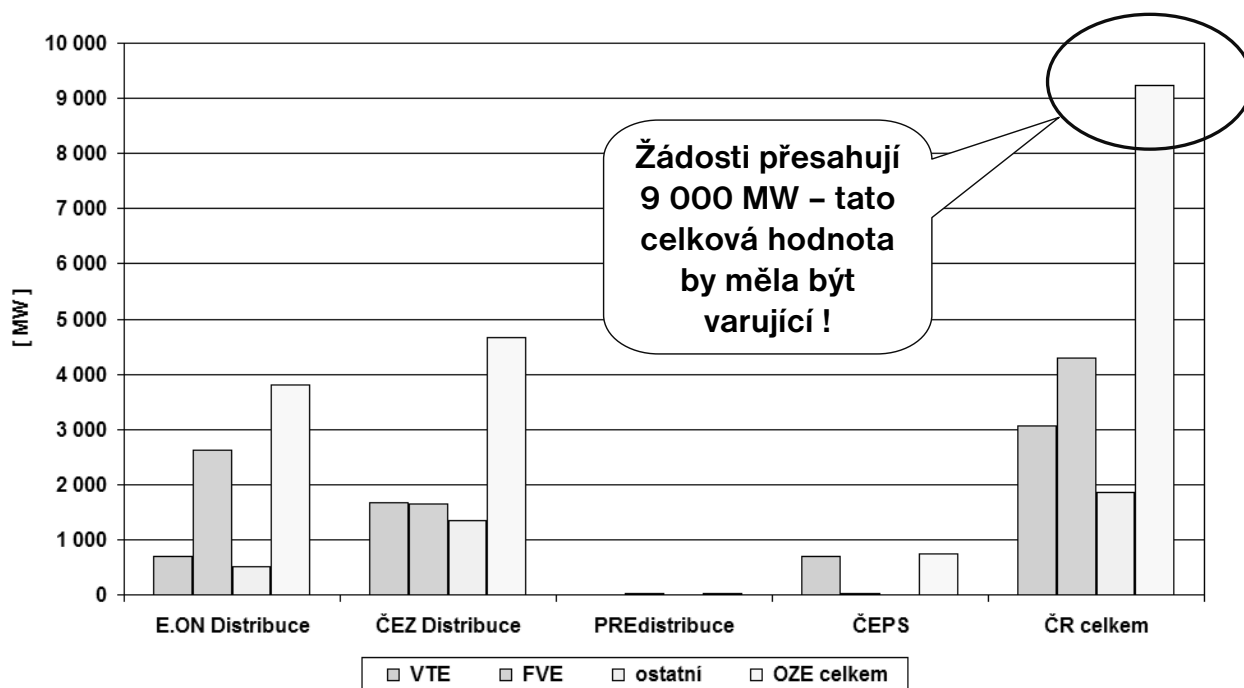


Schéma znázornění podpůrného systému

## Politika OZE v ČR r. 2009

### POŽADAVKY NA PŘIPOJOVÁNÍ OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ELEKTRINY DO SÍTÍ



## 4. Shrnutí a závěr

### Co dál v teplárenství?

- Více palivové systémy
  - Kombinace fosilních paliv, zemního plynu, biomasy, bioplynu, geotermální energie apod.
  - Obnovitelné zdroje by měly být navrhovány jako kogenerační
- Vyváženost kogenerace
  - Centrální a decentrální systémy dodávek tepla
  - Dopad do přenosových a distribučních systémů
- Dvoutrubkové systémy dodávky tepla
  
- Zaměřit budoucí podnikatelskou orientaci – investiční strategii na koncové odběratele tepla a efektivní užití tepla v konečné spotřebě
  
- Podpora novým podnikatelským příležitostem a výzvám (chlazení, energetické využití odpadů, komplexní energetické služby, atd.)

[www.mpo.cz](http://www.mpo.cz)

# Zkušenosti s výrobou lesní energetické štěpky a možnosti rozvoje trhu

---

## Představení sdružení CZ Biom a sekce Výrobců dřevní biomasy

CZ Biom je nevládní nezisková a profesní organizace, která byla založena v roce 1994 s cílem podporovat rozvoj využívání biomasy jako obnovitelné suroviny, rozvoj fytoenergetiky, kompostárenství a využití bioplynu a ostatních biopaliv v České republice. Činnost asociace probíhá v 5 odborných sekcích, které detailně rozpracovávají jednotlivá témata. Jedná se o sekce Fytoenergetika, Bioplyn, Kapalná biopaliva, Výrobcí dřevní biomasy a Kompostárenství.

CZ Biom sdružuje významnou část odborníků, podnikatelů a dalších subjektů činných v oblasti využívání biomasy. CZ Biom svou činností navazuje na evropskou asociaci pro biomasu AEBIOM a současně je členem Evropské kompostářské sítě ECN, která sdružuje odborníky nakládající s biologicky rozložitelnými odpady v celé Evropě, a Německé bioplynové asociace Fachverband Biogas e.V.

V srpnu roku 2006 vzniká v rámci sdružení pro biomasu CZ Biom sekce Výrobců dřevní biomasy, která reprezentuje většinu výrobců tzv. zelené štěpky. Hlavní činností členů sekce je produkce dřevní štěpky pro energetické využití. Většina členů získává dřevní odpad od lesních společností, zpracovává ho na drtících a štěpkovacích zařízeních a prodává vzniklý produkt – dřevní štěpku – teplárenským a elektrárenským společnostem v českých regionech i v zahraničí. Dodávají do elektrárenských a teplárenských zařízení v ČR, Polsku, Rakousku, Německu a Slovensku. Ročně připraví a vyrobí okolo 300 000 tun štěpky.

Jako hlavní program své činnosti si členové sekce vytyčili tyto základní cíle:

- spolupráce při přípravě novely vyhlášky č. 232/2005,
- vyjednávání s ERÚ o výkupních cenách elektřiny vyrobené z biomasy,
- jednání se SEI o kontrolách dodržování pravidel při spalování,
- příprava Akčního plánu pro biomasu,
- jednání s MZe, Lesy ČR a soukromými vlastníky lesů o Akčním plánu, o konkrétních podmínkách,
- zapojení se do diskuse o normě na biopaliva,
- v rámci sekce Výrobců dřevní biomasy funguje předávání zkušeností, spolupráce při realizaci kontraktů a zakázek.

## Přehled technologií

Obecně se dá říct, že hodnota těžebních zbytků může být nižší než náklady na sběr, dopravu a zpracování. Nicméně díky pokročilým technologiím mohou být lesní zbytky (těžební, malé stromy, pařezy, kořeny) novým zdrojem pro pevná biopaliva – dle příkladu Finska a Švédky jsou nejvíce efektivní ve formě dřevní štěpky. Tyto nové zdroje by mohly přispět k jednotlivým cílům pro stupeň využití obnovitelných zdrojů energie vůči celkovým energetickým potřebám

ČR, jež jsou definovány v Akčním plánu pro biomasu, který v roce 2009 schválila vláda ČR. Správná technologie je klíčovým faktorem, jinak se na sběr lesních zbytků vynaloží více financí a energie než se získá. Důležitý je také vliv na životní prostředí. Lesní zbytky mohou být shromažďovány z mladých porostů, probírek, z plantáží s krátkou dobou obmýti a z mýtní těžby – těžební zbytky obsahující pařezy a kořeny.

## **Technologie zpracování lesních zbytků z mýtní těžby**

Těžební zbytky či tzv. lesní klest jsou zbytky ponechané na zemi po těžbě nebo z nadbytku produkce, která se nevyužije. Ve většině zemí, kromě Finska, Švédka, Rakouska, Německa a několika málo dalších, nejsou využívány nebo jen na minimální úrovni. Klest a odpad po těžbě je tvořen zejména větvemi, asimilačními orgány, špičkami stromů a odřezky. Klest a odpad po těžbě jsou hlavním zdrojem lesní energetické štěpky.

### **a) Klasická metoda výroby lesní štěpky**

Tato technologie je využívána nejčastěji, většina členů sekce při zpracování dřeva postupuje tímto způsobem.

Použitá těžební technologie by měla respektovat „požadavky“ následného zpracování klestu a odpadu po těžbě na lesní energetickou štěpku. Klest je operátorem harvestoru narovnan do vzdušných a soudržných hromad. Harvestor ani vyvážedka nesmí po klestu určenému k výrobě paliva jezdit.

Pokud by způsob těžby nebyl přizpůsoben následnému zpracování na palivo, jeho kvalita by byla velmi nízká a náklady vysoké. Běžný těžební odpad nemůže ve stejné míře vyschnout a jelikož přes něj přejíždějí lesní těžební stroje, je v něm velké množství zeminy a kamenů. Hlína a kameny poškozují štěpkovací nože ve štěpkovači, snižují výhřevnost paliva a zvyšuje se procento popela.

Po těžbě se klest vyváží na odvozní místo, kde je skladován v 3–4 m vysokých a širokých hromadách. Vhodné je přikrýt jej lepenkou.

Nahromaděný klest se následně štěpkuje nebo drtí přímo do kamionů či kontejnerů. V případě skladování štěpky na zemi je třeba opět dbát zvýšené opatrnosti při nakládce. Ideální tvar hromady štěpky lze přirovnat k obrácenému kornoutku na zmrzlinu. Déšť, sníh apod. pak stéká po stranách. Čím víc je hromada nerovná a čím víc je v ní „kapes“, tím víc vlhkosti se do ní dostane. Z lesa se štěpka vyváží na mezisklad nákladními automobily s velkou průchodností terénem.

Štěpka se přepravuje ve speciálních velkoobjemových kamionech typu walking-floor. Průměrná dopravní vzdálenost je cca 100 km jedním směrem. Průměrně se přepravuje 80 prms, tedy 22–23 tun štěpky.

Celý proces vyvážení, naštěpkování a odvezení může trvat až jeden rok v závislosti na povětrnostních podmínkách, sjízdnosti dopravních cest a dále pak na plánovaných rutinních trasách štěpkovačů a vyvážecích souprav. Za běžných okolností se těžební odpad navrství na pasekách během jara, léta a případně podzimu. Hromady těžebního odpadu se naštěpkují a rozváží zákazníkům na podzim a v zimě, kdy je potřeba paliva největší.

### **Zkušenosti s klasickou metodou výroby lesní štěpky**

Výrobci lesní biomasy se potýkají s několika problémy. Mezi ty hlavní patří skutečnost, že lesníci nechtějí stroje do určených míst vpustit. Situaci komplikuje obecně panující přesvědčení,

že klest musí v lese zůstat, shnit a vstřebat se kvůli zajištění přirozené obnovy lesních porostů. Přitom je samozřejmostí, že nelze veškerou vyprodukovanou dendromasu z lesa odvézt – brání tomu řada kritérií ekologických, ekonomických i technických.

V dalších případech naopak lesníci požadují místo vyčistit od klestu úplně „dočista“, což také není reálné. V praxi je běžné, že na místě zůstane 30% klestu, jednak z důvodu efektivity, jednak z ohledu na životní prostředí.

Další starostí je znečištění klestu – pokud dlouho leží, jezdí přes něj harvestory, traktory nebo vyvážedky. Výsledný znečištěný produkt je znehodnocený a nepoužitelný pro energetické využití.

Nehroubí, vyvezené na menší hromady, je vhodné nechat 2–4 týdny proschnout. Pak se svezou na velkou hromadu a leží zde delší dobu. Lesníci obvykle žádají, aby bylo dřevo zlikvidováno okamžitě, případně protestují proti tomuto způsobu skladování argumentující, že hrozí riziko požáru či rozšíření kůrovce. Máme ověřeno, že větší hromady na odvozních místech nejsou nebezpečnější pro kůrovcovou kalamitu, neboť se dokázalo, že množení kůrovce probíhá jen na povrchu hromady. Z této logiky vyplývá, že nejnebezpečnější jsou malé kupky klestu přímo na pasekách. Jedna velká hromada klestu má menší povrch než několik menších hromádek. Tato skutečnost v kombinaci s postřikem je jediné správné řešení.

Jinému problému, jako je tlení biomasy, se lze efektivně bránit přikrytím hromad speciální fólií.

## **b) Metoda svazkování těžebních zbytků**

Při této metodě jsou lesní zbytky či klest sesbírány a vloženy do balíkovacího stroje, který je dále zpracuje do formy balíků. Délka pořezaných kmenů je přibližně 3 metry, průměr 60–70 cm a váha jednoho balíků tak činí cca 300–500 kg. Balíky jsou pevně svázané provazem. Každý balík představuje asi 1 MWh energie v závislosti na druhu a vlhkosti.

Stroje dopravují špičky stromů a větve a umisťují je na dopravník. Jeden hektar těžební plochy poskytuje zhruba 100–150 balíků, ve Finsku a Švédsku jsou schopni vyrobit 20–30 balíků za hodinu. Délka balíků je optimalizována, nákladová kapacita je tedy plně využita.

Po svazkování jsou balíky odvezeny standardním vyvážecím strojem na okraj cesty, kde mohou být přechodně skladovány či odkud mohou být přímo odvezeny do teplárny. Balíky jsou obvykle rozdraceny v teplárně či ve finálním skladišti. Při srovnání, zda je ekonomičtější převážet klestí nasvazkované či na volno, se jako výhodnější možnost ukazuje právě svazkování, ovšem pouze v případě delšího převozu.

## **Zkušenosti s metodou svazkování těžebních zbytků**

Tato technologie u nás zatím nenašla velké uplatnění z následujících důvodů:

Vyvážedka s balíkovacím strojem je velmi nákladná a nelze dosáhnout efektivity jako ve Švédsku či Finsku. Provozní náklady jsou vysoké i z důvodu, že vyvážedka zůstává nevyužita, když balíkovací stroj svazkuje. Možným řešením by bylo umístit balíkovací stroj na jiný „podvozek“ a tím vyvážedku uvolnit.

Při malém objemu mýtní těžby v jednotlivých porostech vznikají vysoké náklady na převoz techniky.

V ČR se momentálně nacházejí 2 stroje tohoto typu. Každý z nich má druhého či třetího majitele – předchozí vlastníci ukončili činnost z ekonomických důvodů, což rovněž svědčí o tom, že tato technologie není v našich podmínkách příliš perspektivní.

Balíky se díky provázkům špatně štěpkují, lze je drtit pouze na vybraných drtičích, což je velmi omezující.

Výhoda této metody spočívá ve skutečnosti, že klest sbalený do balíku se dá, na rozdíl od štěpky či klestu volně loženého, poměrně dlouho skladovat.

## **Lesní zbytky z pařezů a kořenů**

Pařezy a kořeny jsou hlavním nevyužitým zdrojem ze zbytků lesní těžby. Tvoří více jak 20 % suché biomasy stromu. Při těžbě bývá plný výtěžek z pařezového dříví stejně velký jako z nadzemních zbytků. Technologie těžby a zpracování je v současné době konkurenceschopná a kvalitativně odpovídající. Lesní práce spojené s odstraňováním pařezů jsou postupem času jednodušší a cenově efektivnější než v minulosti.

### **Technologie zpracování pařezů a kořenů**

Pařezy se vyzvedávají pomocí bagru se štípacími kleštěmi, které pařez vytrhnou, rozštípnou a tím očistí od hlíny a kamení. Po uschnutí jsou pařezy vyvezeny na odvozní místo vyvážecími. Děšť a další sušení zlepšuje kvalitu pařezového dříví, které je dále skladováno nejméně rok. Pařezové dříví dobré kvality je v zimním období nejlepším lesním palivem pro teplárny.

Vytrhávání pařezů se stává nejvíce využívanou metodou získávání lesních biopaliv ve Finsku, v ostatních zemích EU není pařezové dříví využíváno a to zejména kvůli bahnu a kamenům, které se objevují jako problematické při jejich těžbě.

### **Zkušenosti s metodou zpracování pařezů a kořenů**

Největším problémem jsou nečistoty – kameny, písek a hlína. Pokud se pařezy dostatečně neočistí, produkt se znehodnotí. Pro zpracování je lepší využívat pomaloběžný a rychloběžný drtič, což je nákladné a málo dostupné.

Pařezů je relativně k těžebním zbytkům a ostatním sortimentům méně vč. menšího zájmu odběratelů., To působí nesnáze vzhledem k využití speciálního bagru. Proto se zatím více vyplácí lesní štěpka. Zkušenosti z touto metodou jsou dostupné, ovšem v omezené míře.

## **Lesní zbytky z probírek**

V příliš hustých mladých lesních porostech se provádí probírka, která zajišťuje kvalitnější a cennější dřevo ponechaných stromů. Může se provádět ručně nebo automaticky pomocí strojů. Biomasa z probírek obsahuje nehroubí (kmeny o malém průměru), větve a jehličí a je významným zdrojem lesní energetické štěpky.

### **a) technologie probírky – štípací hlavice**

Pro rannou probírku je možné využít harvestoru nebo vyvážecí s akumulativní štípací hlavici, která je přizpůsobena ke kácení mladých stromků. Tato technologie umožňuje naráz vytěžit a svázat hned několik stromů naráz. Celá operace probíhá ve stoje, stromy nepadnou na zem. Současně může být nahromaděno až deset stromů (v závislosti na druhu). V případě použití harvestoru jsou stromy položeny na hromadu, v případě použití vyvážecí jsou stromy uloženy přímo do vyvážecí klece. Tento postup je vysoce efektivní.

### **Zkušenosti s metodou při použití štípací hlavice**

Využívá se zejména ve Švédsku a Finsku. U nás tuto technologii zatím nikdo neovládá, domníváme se, že je tu velký potenciál.



## **b) metoda za použití tzv. vyklizovacích linek**

Porost se rozčlení vyklizovacími linkami cca 2,5 m širokými po 50 m. Následuje směrové kácení vyznačených stromů, svazkování a vyklízení při použití koňské síly na vyvážecí místo. Vyváží se malou vyvážecí soupravou (5 t) na odvozní místo. Intenzitu probírky stanovuje a kontroluje zadavatel. Štěpkování či drčení se provádí až na odvozním místě.

## **Zkušenosti s metodou vyklizovacích linek**

Situace před naším zásahem: Soukromý majitel lesa dostává dotaci 3–4 tis. Kč/ha. Z jednoho hektaru vytěžil a přiblížil na odvozní místo 4–10 m<sup>3</sup> hroubí v sortimentu tyče nebo slabé surové kmeny, kdy realizační cena je mnohdy nižší než výrobní náklady a nehroubí ponechané v porostu je nutné rozřezat na cca 1,5 m kusy.

U tohoto soukromého majitele lesa jsme pokusně výše popsanou metodou zpracovali 12 hektarů porostu, ze kterých jsme vytěžili 600 m<sup>3</sup>, které jsme seštěpkovali a prodali do elektřárny. Firmě to jednak pokrylo náklady spojené s prací, navíc jsme generovali přiměřený zisk. Vlastníkovi lesa zůstaly dotace.

Výhodou této metody je zpřístupnění porostu. Nehroubí a zbytky větví a vršků stromů jsou vyklizeny, kmeny jsou vyklízeny v celých délkách, neodvětvují se, nedochází tak k poškození ostatních stromů. Přeřezávají se na odvozní délky 6 m až na lince.

## **Kvalita paliva**

U lesního paliva je nutná odpovídající kvalita, proto je důležité:

- uplatňovat těžbu přizpůsobenou požadavkům na palivo
- používat modifikovanou vyvážečku
- vyvážet klest v době, kdy je nejsušší
- udržovat v celém sortimentu klestu co nejnižší vlhkost
- drtit klest těsně před dodávkou
- přizpůsobit palivo požadavkům uživatele
- udržovat klest a štěpku bez nečistot, tedy kamenů, hlíny a rašeliny
- informovat všechny zainteresované osoby o tom, jaký význam má správné zacházení pro výslednou kvalitu biopaliva

Na závěr (jako shrnutí) uvádíme otázky, se kterými se velmi často setkáváme.

## **Otázky a odpovědi**

### **Jak dlouho trvá, než budou hromady těžebního odpadu u cest a na pasekách naštěpkovány a odvezeny?**

Celý proces vyvážení, naštěpkování a odvezení může trvat až jeden rok v závislosti na povětrnostních podmínkách, sjízdnosti dopravních cest a dále pak na plánovaných rutinních trasách štěpkovačů a vyvážecích souprav. Za běžných okolností se těžební odpad navrství na pasekách během jara, léta a případně podzimu. Hromady těžebního odpadu se naštěpkují a rozváží zákazníkům na podzim a v zimě, kdy je potřeba paliva největší.

## **Proč je nutné těžbu dřeva přizpůsobit tak, aby těžební odpad mohl být použit na výrobu paliva?**

Pokud by způsob těžby nebyl přizpůsoben následnému zpracování na palivo, jeho kvalita by byla velmi nízká a náklady vysoké. Běžný těžební odpad nemůže ve stejné míře vyschnout a jelikož přes něj přejíždějí lesní těžební stroje, je v něm velké množství zeminy a kamenů. Hlína a kameny poškozují štěpkovací nože ve štěpkovači, snižují výhřevnost paliva a zvyšuje se procento popela.

## **O jaké množství lesní palivové štěpky se jedná?**

Při běžném finálním zpracování převážně smrkového dřeva lze počítat s tím, že objem lesní štěpky bude 40 až 60 % objemu vytěženého dřeva v plnometrech. Např. 200 m<sup>3</sup> (plm) poskytne 80–120 prms lesní štěpky. Objem štěpky však může být vyšší i nižší než uvedené hodnoty v závislosti především na míře vyklizení klestu z pasek.

## **Jaké množství energie poskytne běžný kubický metr lesní štěpky?**

Energetický obsah se obvykle pohybuje v intervalu 0,7 až 0,95 MWh za prms lesní palivové štěpky v závislosti na druhu dřeviny a na tom, do jaké míry je těžební odpad vyschlý.

## **Bude z pasek odvezen veškerý těžební odpad?**

Asi 30 % těžebního odpadu se ponechává na místě s ohledem na životní prostředí a stejným způsobem se postupuje i při přesunu těžebního odpadu k dopravním cestám. Zákon na ochranu lesních porostů platný ve dřevozpracujícím průmyslu se kvůli zachování biodiverzity samozřejmě týká i odběru těžebního odpadu po těžbě dřeva.

## **V jakých případech není odběr těžebního odpadu při těžbě dřeva vhodný?**

Z praktických důvodů není odběr těžebního odpadu vhodný na půdách s nízkou nosností nebo v oblastech s nezpevněnými dopravními cestami. Daná oblast musí poskytnout minimálně 100 prms palivové štěpky, což znamená, že celkem musí být vytěženo 200 až 300 m<sup>3</sup> dřeva, jinak by cena výrobních nákladů převýšila cenu štěpky. Těžby s velkými vzdálenostmi (více než 500 metrů) jsou kvůli dlouhým trasám posunu z ekonomického hlediska nevhodné. S ohledem na životní prostředí nejsou pro odběr těžebního odpadu vhodné suché borové lesy s hrubšími půdami a slabou vrstvou humusu a rašeliniště. Běžný těžební odpad pochází z těžby převážně smrkového dřeva.

## Dlouholeté zkušenosti s výrobou a dodávkami lesní štěpky do velkých energetických zdrojů ve Švédsku, přenos zkušeností v rámci ČR

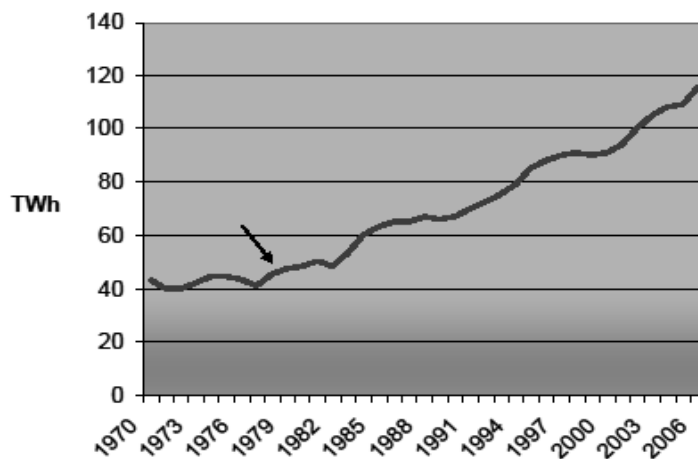
---

### Bioenergy used in Sweden 1970–2007 (TWh)

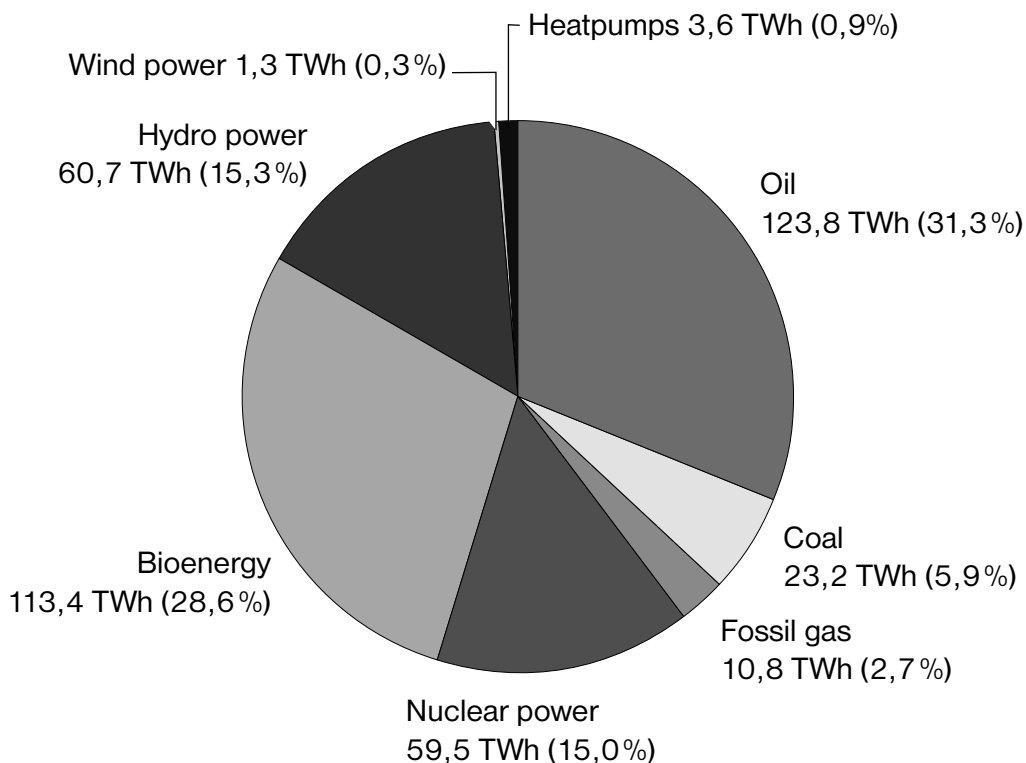
The bioenergy share of total energy use

- 1970: 9 %
- 1980: 11 %
- 1990: 15 %
- 2000: 20 %
- 2004: 24 %
- 2007: 28 %

[www.svebio.se](http://www.svebio.se)

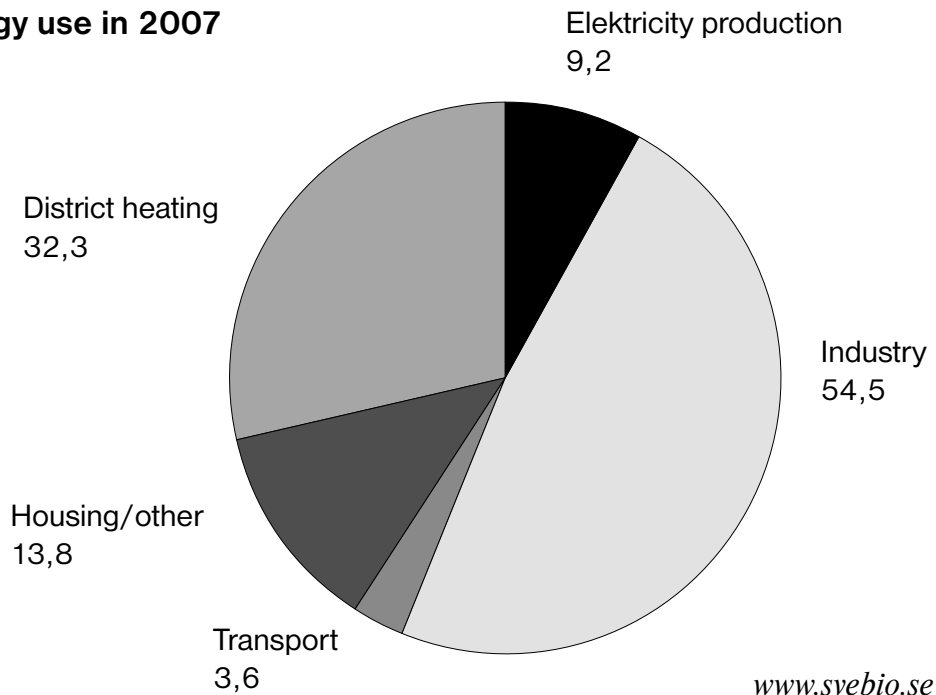


### Bioenergy, Share of final energy use 2007



[www.svebio.se](http://www.svebio.se)

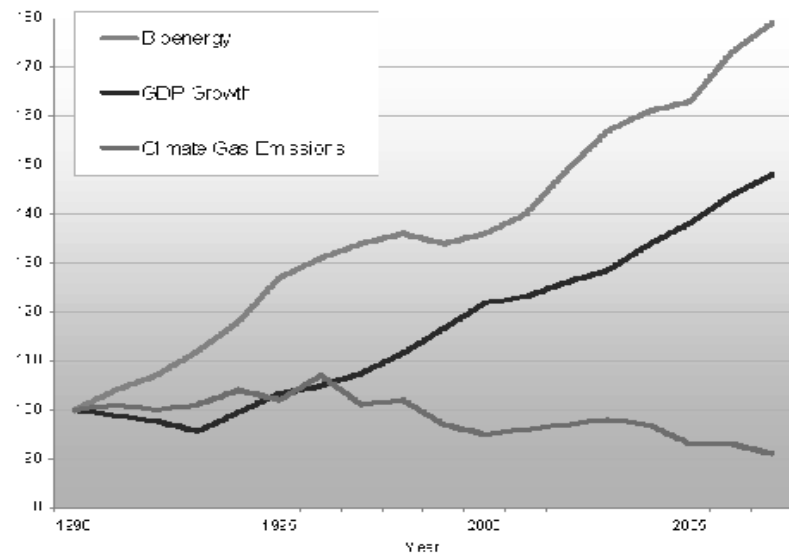
## Bioenergy use in 2007



## Drivers for bioenergy development

- External
  - Security of supply
  - Increased oil- and gas prices
  - Environmental reasons (Acidification, Heavy Metals, Climate Change)
  
- National
  - Industrial traditions and relevant raw material resources
  - Political will in Sweden, incentives (CO<sub>2</sub>-tax, Green Certificates, tax-exemption, investment grants)
  - Create market

## Reduced emissions and increased GDP!



## Swedish Decided goals for 2020

- 17 % Reduced GHG-emissions since 2005
- 50 % Renewable energy (40 % in 2005)
- 10 % Renewables in transport
- 20 % More efficient energy use

[www.svebio.se](http://www.svebio.se)

## Stora Enso Key facts

### Stora Enso in brief

- Stora Enso is a forest products company producing newsprint and book paper, magazine paper, fine paper, consumer board, industrial packaging and wood products
- 12.7 million tonnes of paper and board
- 6.9 million m<sup>3</sup> of sawn and processed wood products
- Sales 2008 EUR 11.0 billion
- Approximately 29 000 employees in more than 35 countries
- Market capitalisation EUR 4.4 billion
- Shares listed on Helsinki and Stockholm stock exchanges



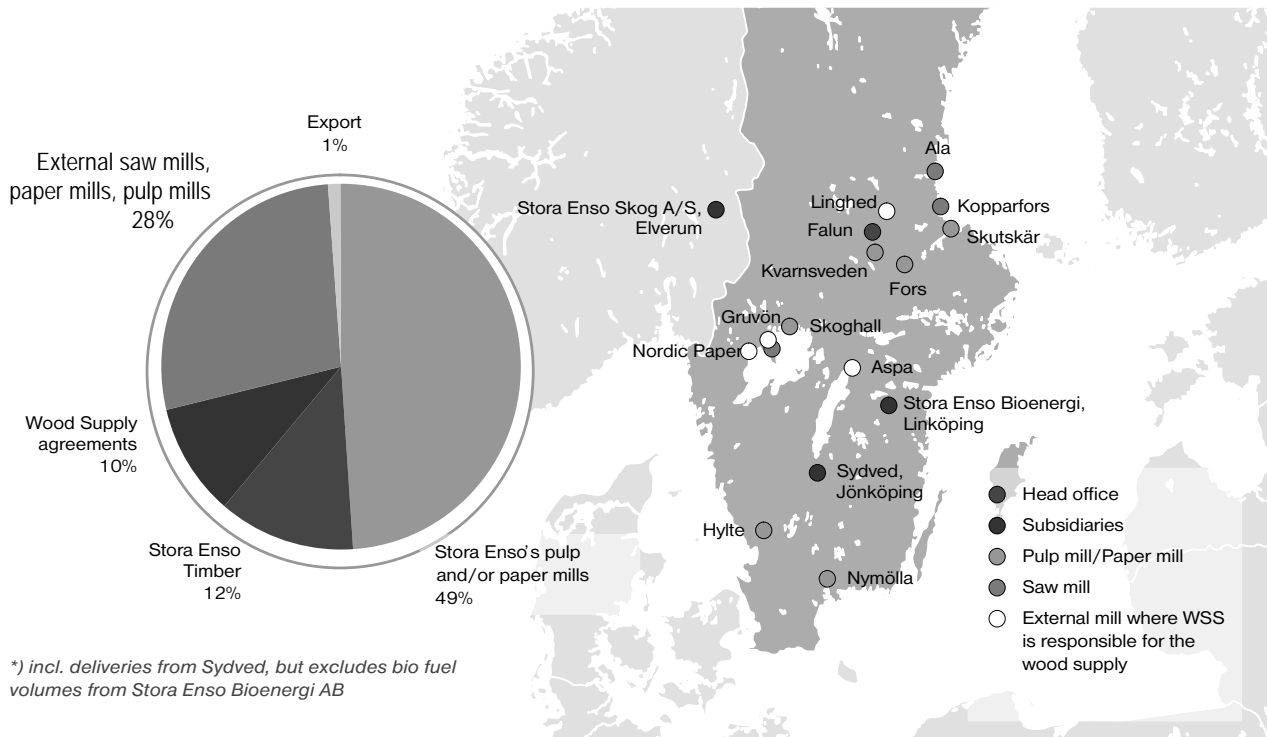
### Stora Enso Wood Supply Sweden – main responsibility

- Wood raw material supply to Stora Enso's Swedish industries
- Pulp wood
  - Saw logs
  - Bio fuel

Stora Enso Wood Supply Sweden supplies Stora Enso's paper mills, pulp mills and saw mills with wood raw material.

Every year approximately 12 million m<sup>3</sup> of wood raw material is delivered to Stora Enso's Swedish industries.

## Wood Supply Sweden – 2008 Deliveries



## Wood, Renewable and Recyclable – The Most Important Raw Material

- Stora Enso’s business is based on wood, which is a renewable and recyclable raw material.
- Sustainable forestry is the basis for Stora Enso’s operations:
  - Global principles guide regional wood procurement
  - Wood traceability systems document the origin of all wood
  - Forest certification encouraged as a tool to verify and communicate sustainable forest management.

## Stora Enso Wood Supply Sweden and forest certification

- Stora Enso Wood Supply Sweden are both FSC and PEFC certified
  - FSC chain-of-custody
  - FSC group certificate for private forest owners
  - FSC Controlled Wood
  - PEFC chain-of-custody
  - PEFC group certificate for private forest owners
  - PEFC group certificate for private contractors



- WSS operations are also ISO 14001 certified
- WSS traceability system is third party verified as a part of ISO 14001

## Stora Enso Bioenergi AB short facts

- More than 14 years of experience as a separate biomass company on the Swedish market.
- Sales 5,5 TWh of biomass. EUR 88 million.
- 60 employees, > 100 customers, 800 suppliers, 170 contractors and transport companies.

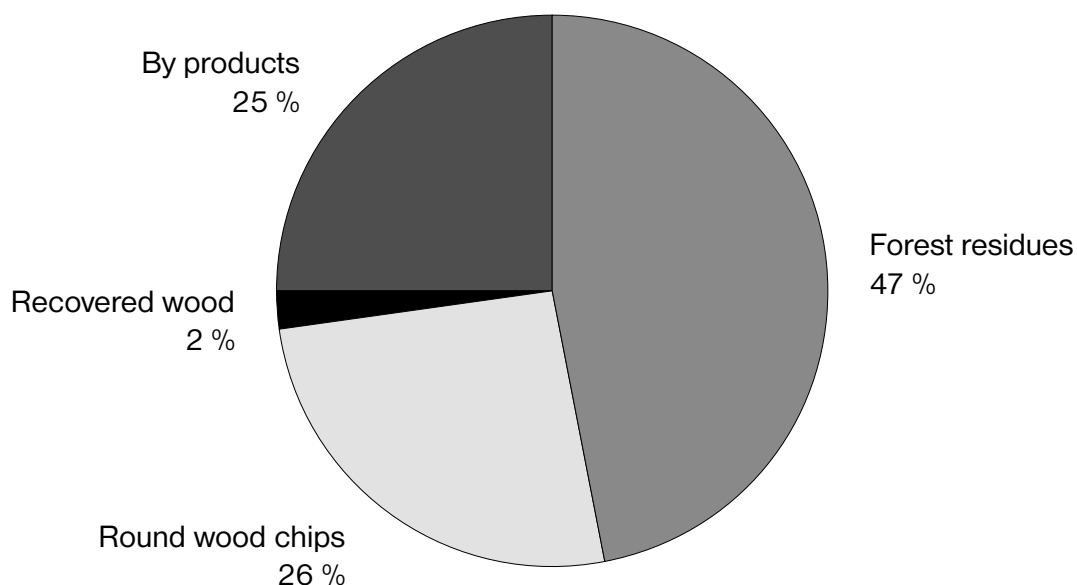
**Vision:** The largest and most efficient supplier of wood fuel directly from the forest

### Mission:

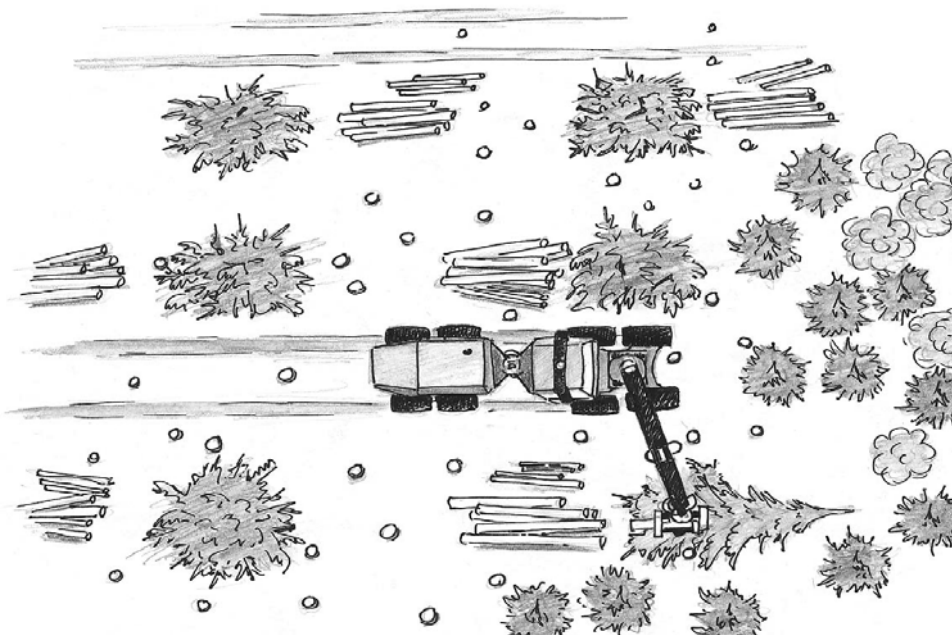
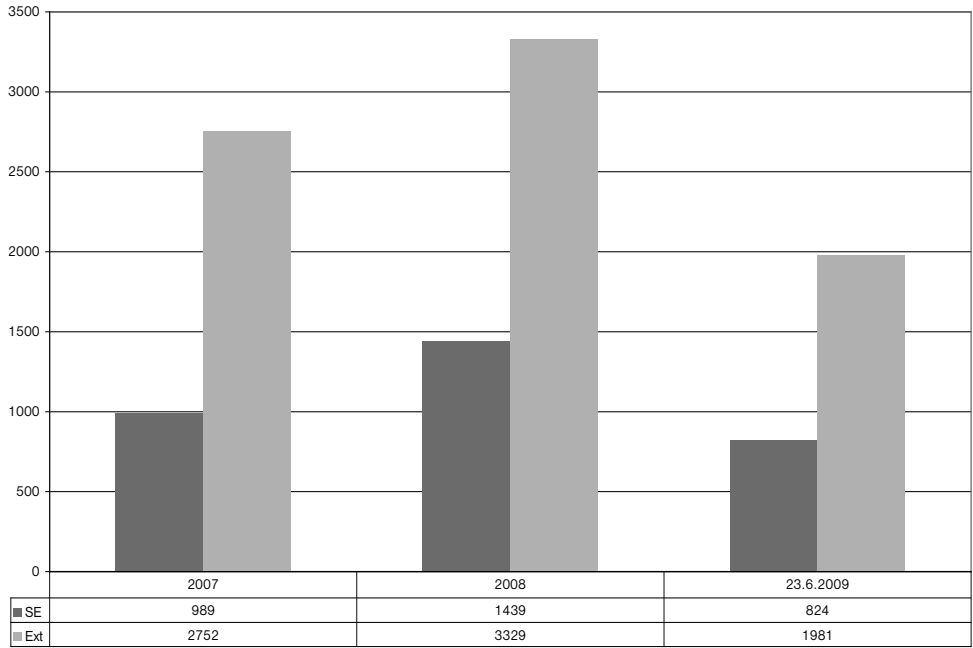
- Make money
- Increasing the supply of wood fuel
- Responsible for marketing and procurement of wood fuel for Stora Enso's industries
- Actively contribute to the positive development of biofuel activities in other units within the Wood Supply



## Mix of biomass products



**Stora Enso Bioenergi AB sales, GWh** Number of Customers: 240 of which 10 SE-Group



*Clear cut*



*Forwarder*





*Chipper based on a forwarder*



*Truckchipper*



*Stand-chipper*



*Chipping of energy wood*

### Shearingharvester

- Suitable for all types of energyharvesting.
- This system require either a forwarder or a standchipper.
- Not suitable for timber or pulpwood. There are however units on the market who has feedrollers wich makes it possible to make pulpwood.
- No treatment against root rot available.



### Forwardershearingharvester

- Suitable for energyharvesting of fieldmargins, roadmargins and grazing land.
- Works badly in forest collections.
- Onemachine unit who fell, accumulate and load the trees.
- Costefficient.



## Thinningharvester with accumulation

- Very flexibel in all kinds of thinning but biggest advantage in thin and dense forests.
- All assortment range, sawtimber, pulpwood and energywood.
- Most of the branches are left in the forest for groundreinforcement and ground fertilizer.
- Treatment against root rot is available.
- Lower costs due to higher efficiency.
- Makes better silviculture possible.



## Stumpharvesting

- Only spruce.
- Stumps with a diameter 20–70 cm is harvested.
- About 20 % of the stumps are left.
- 1 hectare gives about 150 MWh energy.
- Requires a lot of space. About 20 meters for 1 hectares of harvested stumps.
- Before chipping (crushing) stumps requires 1 year of drying.
- Soil scarification is done when harvesting stumps, about 3500 plantingspots/hectare.
- Distance for forwarding should not exceed 500 meters.



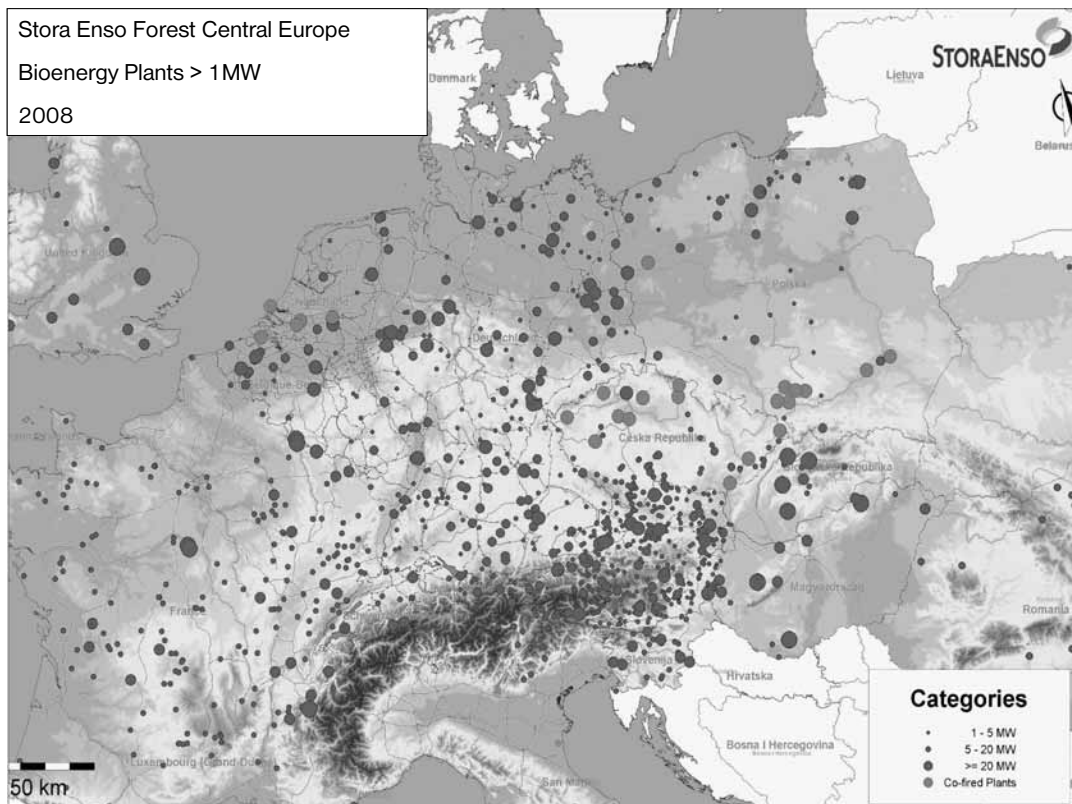
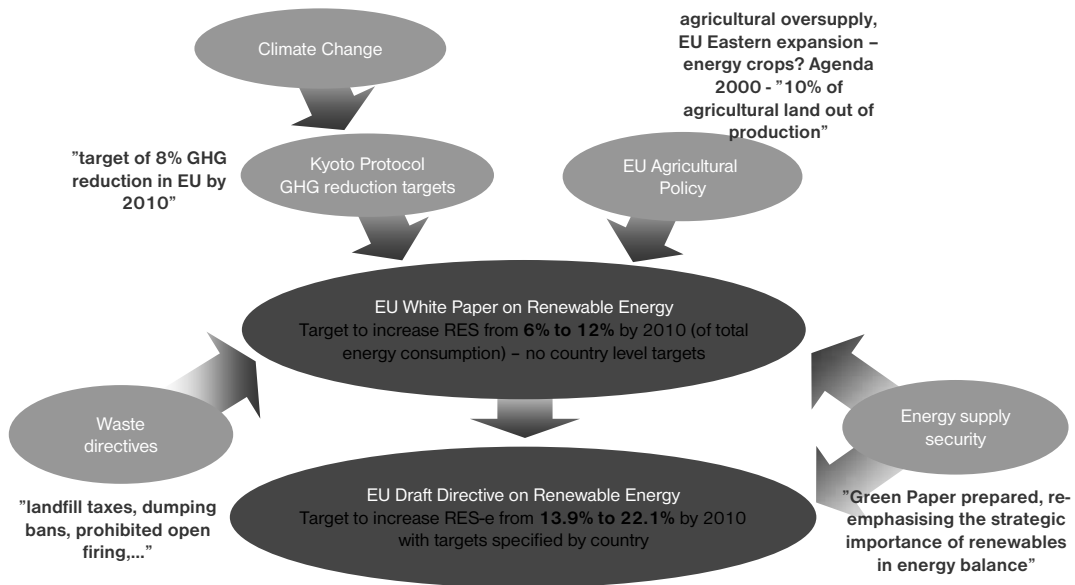
## Stumpcrushing

- Decomposition takes place by crushing because it is less sensitive to impurities.
- Crushing takes place mostly at the terminal / client, but can also be taken in the forest where conditions are appropriate.
- Provides a „stick“ chips, which not all customers can handle.
- Moisture 30 % after one year.
- Ash from 3 to 7% (correct handling of materials).
- Energy content from 0.70 to 0.90 MWh/m<sup>3</sup>s.



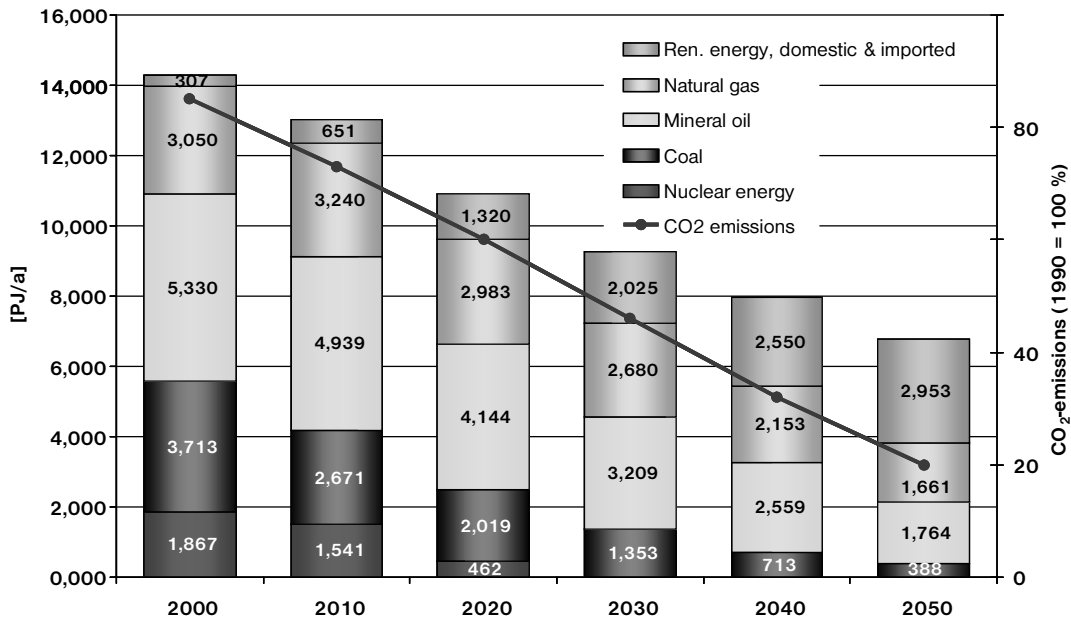
# Využívání biomasy ve velkých energetických zdrojích v Evropě (tržní prostředí s biomasou v Německu, Rakousku a Belgii)

## 1. Bioenergy – “history” and status quo

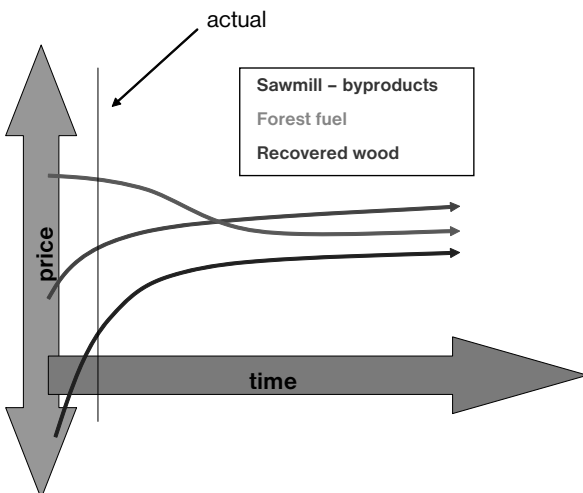
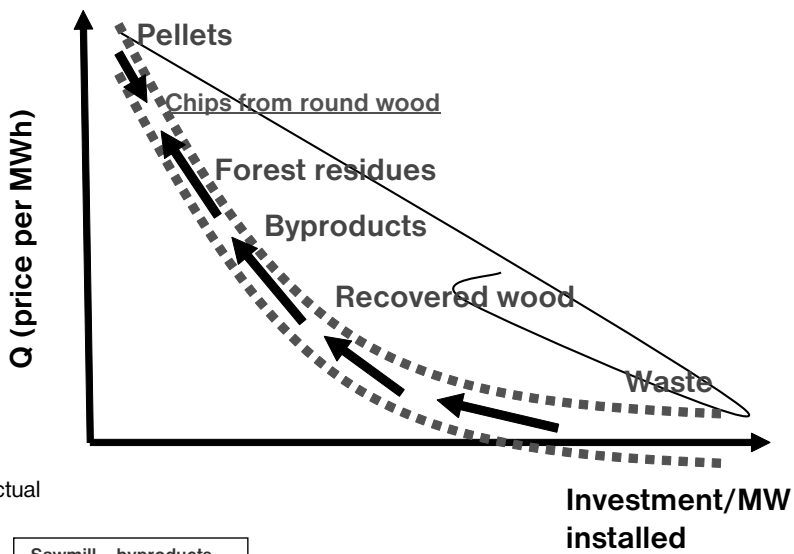


## 2. Market development

### Scenario for the ecologically optimised expansion of renewable energy sources DEVELOPMENT OF PRIMARY ENERGY CONSUMPTION AND CO<sub>2</sub> EMISSIONS UNTIL 2050



## 3. Price development

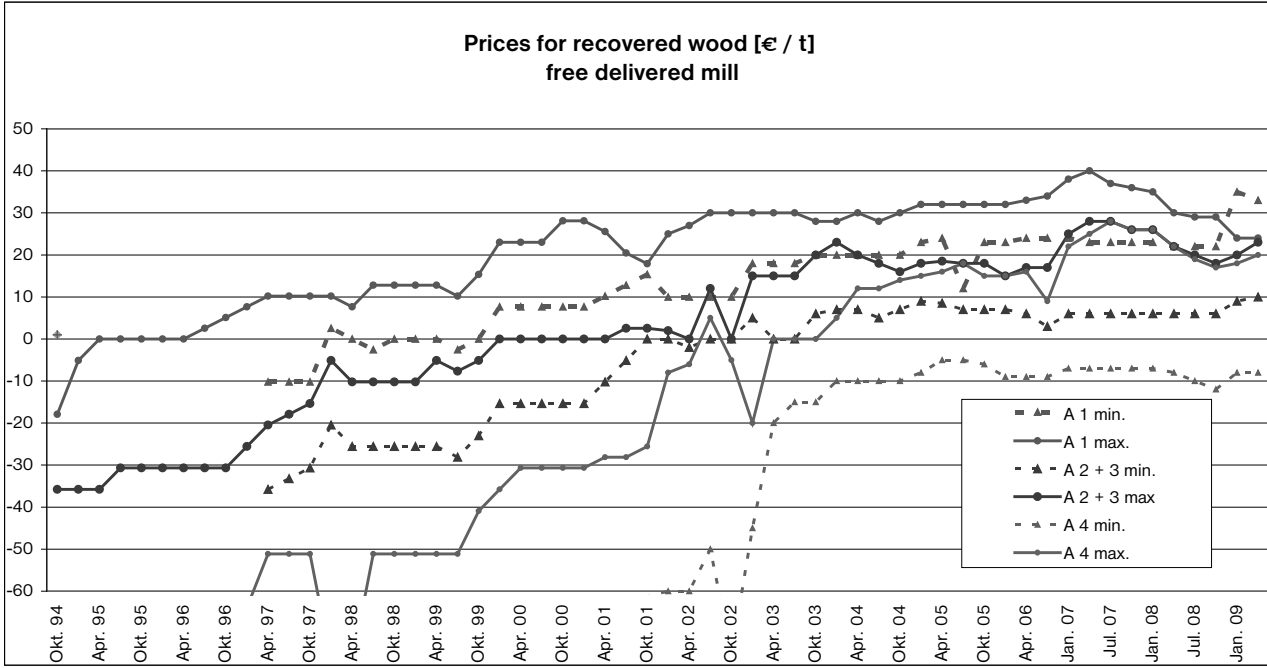


### Long term scenario

If there is a free market which is not influenced by politics:

- prices for recovered wood will increase
- as well as those of sawmill - fiber products,
- while prices for forest fuel will be reduced as they are not so homogeneous as sawmill fiber products

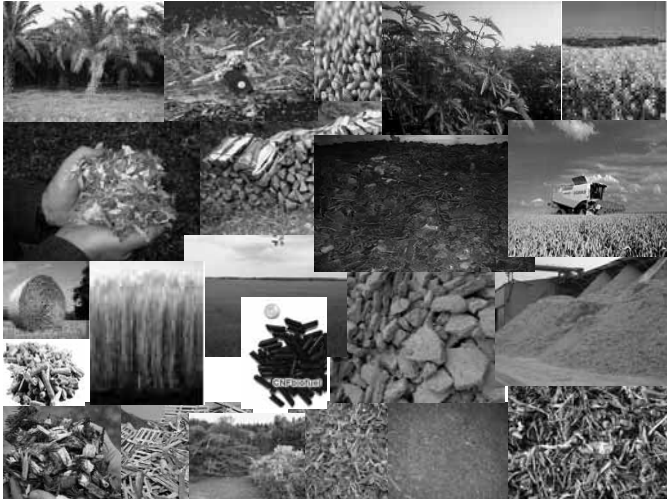
**Example recovered wood in Germany (EUWID)**



**4. Outlook – “traditional” bioenergy**



**Alternative biofuels?**



Ing. Zuzana Kratochvilová<sup>1,3</sup>, Ing. Lucie Jakoubková<sup>2</sup>, Ing. Jan Habart<sup>1,2</sup>, Ing. Petr Tluka<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> CZ Biom – České sdružení pro biomasu, www.biom.cz, U čtyř domů 1201/3, Praha 4, 140 00

<sup>2</sup> Česká zemědělská univerzita, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Katedra agroenvironmentální chemie a výživy rostlin, Kamýcká 129, Praha 6, 165 21

<sup>3</sup> Česká zemědělská univerzita, Fakulta lesnická a dřevařská, Katedra Hospodářské úpravy lesů, Kamýcká 1176, Praha 6, 165 21

e-mail: kratochvilova@biom.cz

## Ujímavost řízků rychle rostoucích dřevin v závislosti na druhu hnojení

---

Tento článek volně navazuje na příspěvek Dr. Ing. Jana W. Dubase, majitele plantáží rychle rostoucích dřevin v Polsku, který hodnotí situaci na trhu s biomasou a rychle rostoucími dřevinami.

Do letošního roku bylo v České republice vysazeno celkově cca 230 hektarů výmladkových plantáží RRD a 25 hektarů matečnic, což je nejméně ze všech okolních zemí (Weger, 2009).

Téma, které se dostává do popředí zájmů, je využití odpadních kalů a vod ke hnojení těchto porostů. Hanson et kol. (1999) zkoumali optimalizaci živin a nákladů na hnojení ve vrbových plantážích při použití odpadních produktů. Výsledky ukázaly, že využití neupravené odpadní vody je vysoce ekonomicky výhodné tam, kde je dostupná a kde je zaveden vhodný irigační systém. V Evropě existuje řada plantáží, využívajících odpadní vodu. Ve Švédsku je v současnosti pět oblastí, které využívají vrby jako vegetační filtry jako doplněk konvenčního čištění odpadních vod (Börjesson, 2006). Enköping je největší výmladková plantáž hnojená tímto způsobem, použitým klonem je zde „Tora“. Dalším příkladem je například topolová plantáž v Granadě (Španělsko) s topolovým klonem *Populus×euramericana* (B-1M, I-214, NNDv) a *Populus deltoides*, kultivar Viriato (Llomas, 2008).

V České republice existuje řada zákonů a vyhlášek, spojených s aplikací odpadních kalů a vod, např. Zákon o odpadech 185/2001 sb. (§ 32), Zákon č. 254/2001 Sb. o vodách, Zákon č. 156/1998 Sb. o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd, Vyhláška č. 381/2001 Sb., kterou se stanoví Katalog odpadů, Seznam nebezpečných odpadů a seznamy odpadů a států pro účely vývozu, dovozu a tranzitu opadů a postup při udělování souhlasu k vývozu, dovozu a tranzitu odpadů, aj. Všechny tyto dohlízejí na to, aby se do půdy neaplikovaly škodlivé látky. Existují limity, jaké procento těžkých kovů může obsahovat kal, aplikovaný do půdy, české jsou v porovnání s ostatními evropskými zeměmi poměrně přísné, např. povolený obsah Hg v kalu je v České republice 4 mg/kg a například ve Španělsku až 25 mg/kg.

### Experimentální plantáž

ČZU společně s Botanickým ústavem AV v květnu 2008 založila v rámci projektu Energy plantation technology on contaminated land plantáže rychle rostoucích dřevin (topolů a vrb) na dvou lokalitách v blízkosti Příbrami (Komín a Litávka). Plantáže vznikly za účelem pokusů fytoimediačních schopností těchto dřevin. Došlo zde ke čtyřem variantám hnojení – jedna

varianta byla hnojena odpadními kaly (H), další mykorrhizním hnojivem (M), „směsí“ odpadního kalu a mykorrhizního hnojiva (MH) a kontrolní varianty nehnojené (K).

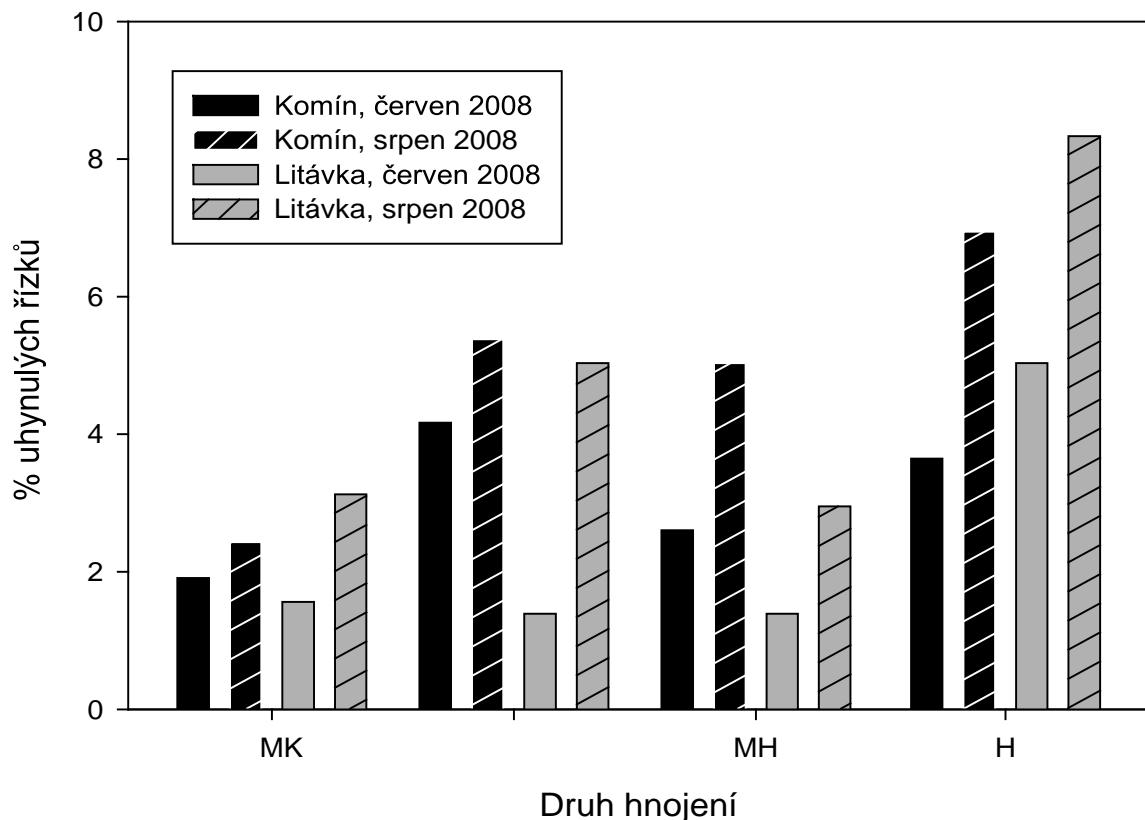
Na plantážích se pěstují následující klony topolů a vrb (označení VB1, VB2, TP1 a TP2 jsou zkratky daných použitých klonů pro jednodušší orientaci dále v textu).

- VB1: Vrbový klon Tordis - (*Salix viminalis*×*Salix schwerinii*)×*Salix viminalis*
- VB2: Vrbový klon S-smith F-218 - *Salix -smith. X smithiana* Willd. (hybrid *Salix caprea* x *Salix viminalis*)
- TP 1: Topolový klon Maxvier - *Populus nigra* L. x *Populus maximowiczii*
- TP 2: Topolový klon Woltersen - *Populus nigra*.

Klony byly vybrány dle jejich schopnosti fytoextrakce a dostupnosti. Řízky byly vysázeny na polích o rozloze 87×50 m v přesně daných vzdálenostech mezi sebou.

### Výsledky pokusu

Při sledování úspěšnosti ujímavosti řízků bylo dosaženo zajímavých výsledků. Měření proběhlo dvakrát, a to v červnu (tj. cca měsíc po výsadbě) a na konci srpna. Provádělo se prostým spočtením uhynulých rostlin na pozemku. V následující tabulce a grafu jsou znázorněny výsledky. Jak je patrné, největší procento uhynulých řízků je ve variantách, které byly hnojeny pomocí kalů. Největší úspěšnosti dosahovalo naočkování řízků mykorrhizním inokulum, kde úhyn dosahoval nejvíce 3, 125 %.



Graf 1. Procento uhynulých řízků v závislosti na druhu hnojení

|     | %        |          |          |          |    | %      |        |         |        |
|-----|----------|----------|----------|----------|----|--------|--------|---------|--------|
|     | Komín    |          | Litávka  |          |    | Komín  |        | Litávka |        |
|     | Červen   | Srpen    | Červen   | Srpen    |    | Červen | Srpen  | Červen  | Srpen  |
| VB1 | 3,298611 | 4,166667 | 1,041667 | 2,777778 | M  | 1,9097 | 2,4306 | 1,5625  | 3,125  |
| VB2 | 2,152778 | 4,340278 | 2,152778 | 5,208333 | K  | 4,1667 | 5,3819 | 1,3889  | 5,0347 |
| TP1 | 1,076389 | 3,645833 | 1,076389 | 2,083333 | MH | 2,6042 | 5,0347 | 1,3889  | 2,9514 |
| TP2 | 7,465278 | 7,8125   | 7,465278 | 9,375    | H  | 3,6458 | 6,9444 | 5,0347  | 8,3333 |

*Tabulka 1. Procento uhynulých řízků, vlevo v závislosti na klonu, vpravo v závislosti na použitém hnojení.*

Jak je patrné, mykorhizní inokulum je výhodné použít v situacích, kdy hrozí špatné zakořňování po výsadbě. Na podzim 2008 došlo ke sklizení plantáže a k porovnání suché biomasy, která byla během prvního roku vytvořena. Výsledky dokázaly, že rostliny ošetřované čistírenskými kaly měly sice nevýhodu v počáteční fázi (právě díky zakořenění), avšak později byl jejich růst úspěšnější než u těch, které byly pouze inokulovány. Nejschůdnější cestou se ukázalo být využití mykorhizního inokula společně s čistírenskými kaly, což nejprve zajistí dobrou ujímavost a dále dobrý nárůst biomasy díky živinám z čistírenských kalů.

Název projektu: Energy plantation technology on contaminated land  
 Odpovědný řešitel: prof. Ing. Pavel Tlustoš, CSc.  
 Poskytovatel: EEA-Norway Grants  
 Doba trvání projektu: 2008-2011



## Energetické využití mokré biomasy – parní suška

*Tento příspěvek byl vytvořen v rámci výzkumného záměru MSM6840770035 „Rozvoj ekologicky šetrné decentralizované energetiky“*

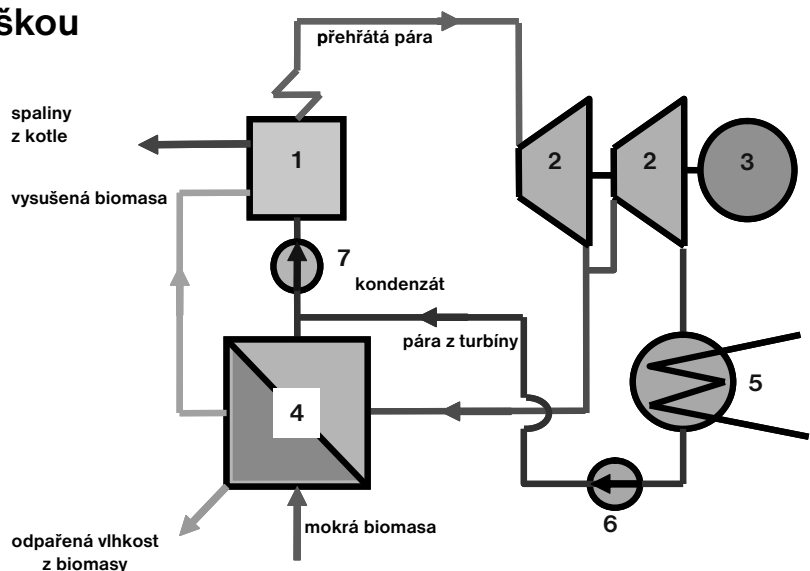
### Motivace a cíl práce

- Stále roste spotřeba biomasy.
- Využívání méně kvalitní biomasy pro energetické účely, případné nasazení rychlerostoucích plodin.
- Provozovatelé a investoři se setkávají s problémem vlhkých paliv.
- Nalezení vhodné technologie pro sušení biomasy pro energetické účely.
- Návrh, výstavba a proměření experimentálního zařízení.
- Získání dat využitelných pro návrh zařízení pro komerční využití.
- Zobecnění získaných výsledků a jejich porovnání s teoretickým popisem.

### Schéma oběhu s parní suškou

#### Popis schématu:

- 1 parní kotel s přehřívákem
- 2 odběrová kondenzační turbína
- 3 elektrický generátor
- 4 suška pro sušení biomasy
- 5 kondenzátor
- 6 kondenzátní čerpadlo
- 7 napájecí čerpadlo



### Specifika paliv z pohledu sušení

- Paliva jsou na jednotku svého objemu levné materiály ve srovnání s jinými sušenými materiály.
- Jedná se o velké objemové a hmotnostní toky materiálu.
- Velmi vlhká paliva jsou lepivá a špatně dopravitelná.
- Od veškerých energetických zařízení je vyžadována vysoká spolehlivost při velmi vysokém ročním využití.

## Rešerše technik sušení

- Technologie sušení
  - Sušení horkým vzduchem
  - Fluidní sušárny
  - Kontaktní sušárny
  - Vakuové sušárny (nevhodné, diskontinuální)
  - Mikrovlnné sušení (nevhodné, spotřeba elektřiny)

## Proč parní suška?

- Možnost využití nízkopotenciální páry na teplotní úrovni 120 - 140 °C.
- Aplikace principu „regenerace tepla v palivu“
- Možnost využití tepla v odchozích brýdách
  - Pro předsoušení paliva
  - Pro dosoušení paliva (preferovaně)
- Na trhu není dostupná parní suška pro sušení různých forem biomasy pro energetické využití v celé škále parametrů.
- Zaměřili jsme se na hledání referenčních technologií.

## Experimentální sušárna I.

- Komerová sušárna uzavíratelná těsněnou přírubou.
- Kampaňovitý provoz.
- Ohřev elektrickým topným pásem řízeným termostatem.
  - Simulace parního ohřevu.
- Kampaňovitý provoz sušárny s náplní cca 5 kg vlhkého materiálu.
- Intenzifikace sušení míchadlem s elektrickým pohonem.
- Měření a registrace teploty pláště, teploty ochozí páry z odsušené vlhkosti.

## Experimentální suška



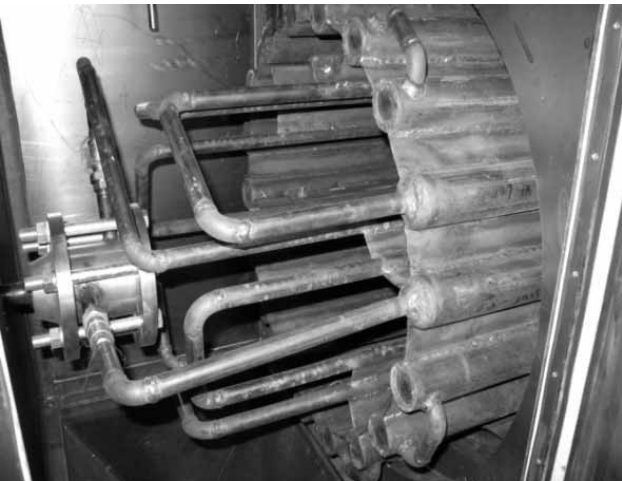


### Sušení kůry – 140 °C, sušárna I

| Délka sušící kampaně                | minut                | 60     | 120    | 180    |
|-------------------------------------|----------------------|--------|--------|--------|
| Počáteční vlhkost materiálu         |                      | 76,3 % | 72,7 % | 76,3 % |
| Koncová vlhkost materiálu           |                      | 59,2 % | 37,4 % | 20,5 % |
| Odsušeno procentních bodů za hodinu |                      | 17,1 % | 17,6 % | 18,6 % |
| Voda odsušená za hodinu             | Kg/h                 | 2,8    | 1,9    | 1,6    |
| Voda odsušená celkem                | Kg                   | 2,8    | 3,8    | 4,7    |
| Měrná odpařivost na aktivní plochu  | Kg/m <sup>2</sup> /h | 6,9    | 4,6    | 3,8    |
| Odpařivost na celý objem sušárny    | kg/m <sup>3</sup> /h | 53,2   | 35,4   | 29,4   |
| Měrná spotřeba na kg odpařené vody  | MJ/kg                | 2,85   | 3,29   | 2,99   |

### Experimentální suška II.

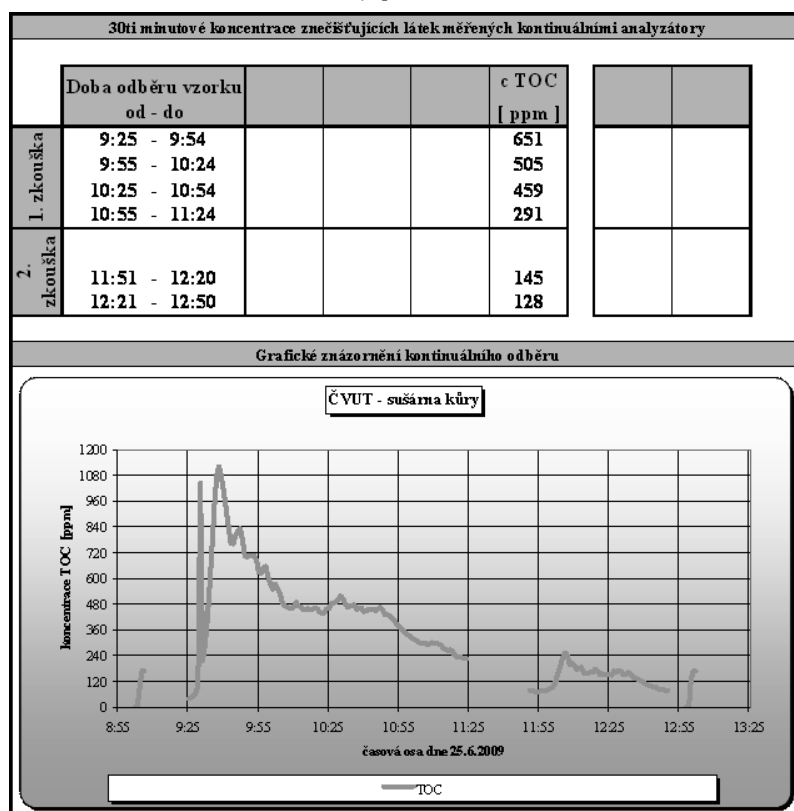
- Uvedena do provozu v polovině roku 2008.
- Parní otop teplosměnné plochy s regulovatelnou teplotou.
- Sušení v rotujícím bubnu s přívodem a odvodem sušeného materiálu šneky.
- Kontinuální provoz sušárny s náplní do 75 kg vlhkého materiálu.
- Měření a registrace teploty topné plochy, teploty ochozí páry z odsušené vlhkosti a teploty odchozího materiálu.
  
- Hlavní geometrické charakteristiky sušky
  - Střední průměr bubnu – 0,6 m
  - Délka otápěné plochy – 2 m
  - Celkový objem sušky – 0,57 m<sup>3</sup>
  - Celková otápěná plocha vnitřní – 7,5 m<sup>2</sup>



## Sušení kůry – sušárna II

|                                    |                      |          |         |
|------------------------------------|----------------------|----------|---------|
| Délka sušící kampaně               | minut                | 60       | 60      |
| Teplota teplosměnné plochy         | °C                   | do 135   | do 135  |
| Počáteční vlhkost materiálu (lab.) | %                    | 61,9     | 38,6 ?  |
| Koncová vlhkost materiálu (lab.)   | %                    | 38,6 ?   | 7,0 ?   |
| Vsázka vlhkého materiálu           | Kg ; dm <sup>3</sup> | 53 ; 100 | 52 ; 85 |
| Voda odsušená za hodinu            | Kg/h                 | 27,5     | 7,5     |
| Měrná odpařivost na aktivní plochu | Kg/m <sup>2</sup> /h | 3,65     | 1,00    |
| Odpařivost na celý objem sušárny   | kg/m <sup>3</sup> /h | 48,63    | 13,26   |
| Měrná spotřeba na kg odpařené vody | MJ/kg                | 2,54     | 3,73    |
| Teplota odchozích brýd             | °C                   | 88–90    | 90–98   |

## Měření emisí – TOC, pach



| 1. Zkouška      | Doba odběru vzorku<br>od - do | c <sub>N</sub> TOC<br>[ mg.m <sup>-3</sup> ] |
|-----------------|-------------------------------|--|
|                 | 9:25 - 9:54                   | 350  |
|                 | 9:55 - 10:24                  | 271  |
|                 | 10:25 - 10:54                 | 246  |
|                 | 10:55 - 11:24                 | 156  |
| Střední hodnota |                               | 256  |
| U <sub>c</sub>  |                               | 14   |

| 2. zkouška | Doba odběru vzorku<br>od - do | c <sub>N</sub> TOC<br>[ mg.m <sup>-3</sup> ] |    |
|------------|-------------------------------|--|----|
|            | 11:51 - 12:20                 | 78   |    |
|            | 12:21 - 12:50                 | 69   |    |
|            | Střední hodnota               |  | 73 |
|            | U <sub>c</sub>                |  | 14 |





## Závěry

- Na základě laboratorních poznatků byla vystavěna experimentální sušárna s ohřevem stěny elektrickým topným pásem s regulačním termostatem.
- V sušce probíhalo postupně experimentální sušení těchto materiálů: **amarant, mokrá kůra z papírenského provozu, lihovarnické výpalky, dřevní štěpka, řepné řízky.**
- Po dosažení limitů elektricky otápěné sušky byla zprovozněna větší parou otápěná experimentální suška. V současné době dochází k nastavování procesu měření a tvorbě metodiky. Dále bude probíhat systematické měření několika materiálů.
- Proběhly analýzy uvolňování prchavých látek ze sušené biomasy při různých teplotách a analýzy zanášení teplosměnné plochy pro různé materiály a teploty.
- Experimentální práce by měly vyústit v návrh poloprodučního zařízení a jeho nasazení v praxi. Výsledky práce budou zobecněny pro možnost návrhu sušících linek pro biomasu pro energetické účely.

## Možnosti přestavby stávajících energetických zdrojů na spoluspalování biomasy a TAP

---

*Zpracováno v rámci studie BIOPROFIT s. r. o., Na Dolinách 876/6, 373 72 Lišov, „ Příprava výzvy k předkládání žádostí na projekty zařízení MBÚ a příslušné infrastruktury a výzvy na úpravu kotlů za účelem spoluspalování odpadů, 2009“ pro MŽP.*

### Vymezení problému

- identifikace nutných úprav kotlů energetických zdrojů pro výrobu elektřiny a tepla ve výkonné úrovni > 50 MWt pro umožnění spoluspalování základního paliva s biomasou nebo TAP.
  - Co je to TAP, podstata MBÚ
  - Popis spalovacích technologií v ČR ve výkonové hladině nad 50 MWt
  - Vytipování perspektivních technologií vhodných pro úpravu spoluspalování biomasy a TAP
  - Ověření předpokladů spotřeby TAP v jednom zdroji
  - Popis úprav stávajících zařízení pro spoluspalování biomasy a TAP
  - Rizika spojená se spoluspalováním biomasy a TAP
  - (Odhad investičních nákladů modelového řešení)

### Co je to TAP

#### Mechanicko – biologická úprava odpadů (MBÚ)

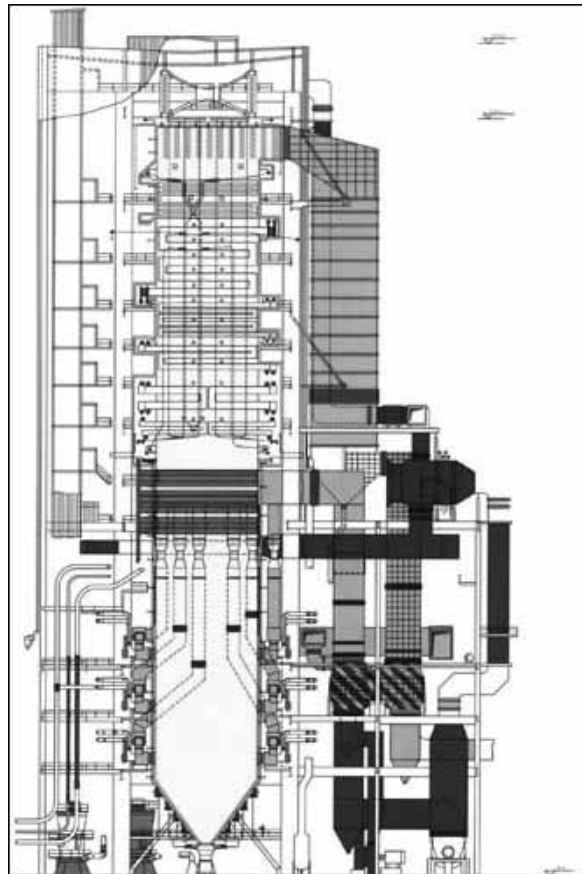
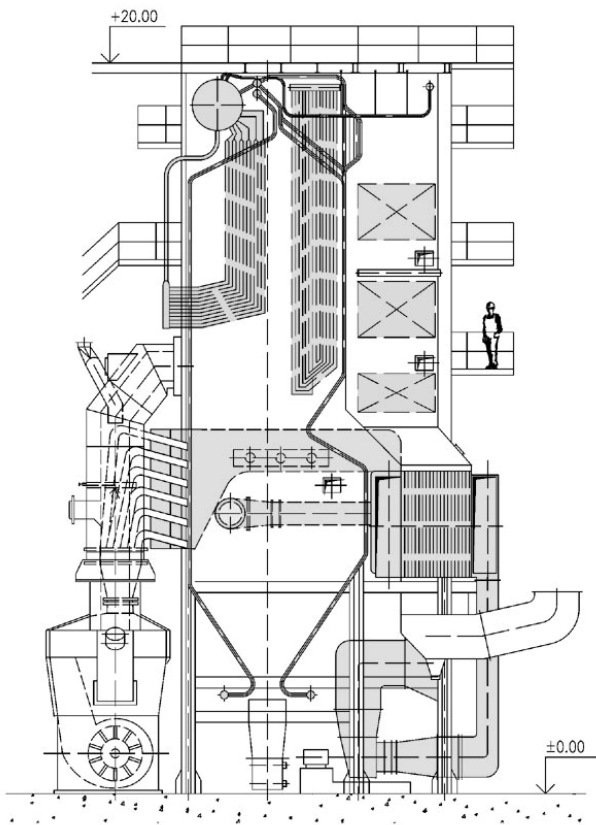
- mechanicko-biologickou úpravou – úprava směsného komunálního odpadu a průmyslového odpadu svou charakteristikou a složením podobného komunálnímu odpadu, spočívající v kombinaci fyzikálních postupů, kterými jsou například drcení a třídění, a biologických postupů, jejímž výsledkem je oddělení některých složek odpadu, stabilizace biologicky rozložitelných složek odpadu a případně další úprava oddělených složek odpadu.“
- Tuhé alternativní palivo (TAP)
- V TNI 83 83 02 je definováno jako „tuhé palivo vyrobené z jiného než nebezpečného odpadu, určené k energetickému využití a zužitkování ve spalovnách (spalovacích zařízeních) nebo zařízeních pro spoluspalování a splňující požadavky na třídění a specifikaci stanovené v CEN/TS 15 359“.
- V angličtině je tento materiál nazýván jako SRF (soil recovered fuel), někdy rovněž jako RDF (refuse derived fuels).
- Ve vztahu k problematice MBÚ se jedná o vytríděnou spalitelnou frakci z komunálního odpadu, většinou nadsítnou z rotačních či vibračních sít, která je následně využívána jako palivo ve spalovacích zdrojích. Obsahem této složky jsou především papír, textil, plasty, částečně i biologická frakce, obsah PVC může komplikovat jeho kvalitu s ohledem na výskyt chloru.

- TAP je spalován převážně v rotačních pecích cementáren, je snaha o jeho využití k výrobě elektřiny v elektrárnách a preferovaně ke kombinované výrobě elektřiny a tepla v teplárnách.

## Popis spalovacích technologií v ČR ve výkonové hladině nad 50 MWt

- Spoluspalování biomasy a TAP je proveditelné pouze u kotlů spalujících tuhá paliva.
- U biomasy je uvažována hlavně dřevní štěpka, piliny, dřevní a rostlinné pelety.
- Spalovací technologie ve výkonové hladině nad 50 MWt jsou:
  - **Spalování ve vrstvě** - roštové ohniště. Vrstva materiálu na roštu je profukována spalovací vzduchem. Spalování na roštu je dnes na ústupu z důvodu obtížně dosažitelných emisních limitů CO a NO<sub>x</sub> a z důvodu výkonového omezení na cca 50 MWt. V zahraničí jsou realizovány jednotky většího výkonu, jsou však výjimečné.
  - **Spalování v letu** - práškové ohniště.
  - **Spalování ve vzosu** - fluidní ohniště

## Práškové kotle s výkonem 50 až X000 MW





## Hořák práškového kotle

Typ hořáku: uhelný, práškový

Výkon hořáku: 47 MW

Palivo - severočeské hnědé uhlí, výhřevnost: 13.4 MJ/kg

Koncentrace prášku v primární směsi: 0.39 kg/Nm<sup>3</sup>

Teplota primární směsi: 180 °C

Teplota sekundárního vzduchu: 270 °C

Výška ústí hořáku: 4230 mm

Šířka ústí hořáku: 620 mm

Počet primárních dýz: 4

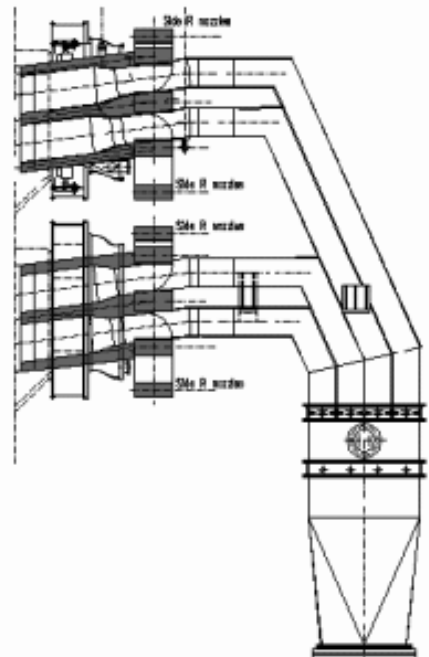
Počet vodorovných sekundárních dýz: 6

Počet bočních sekundárních dýz: 4

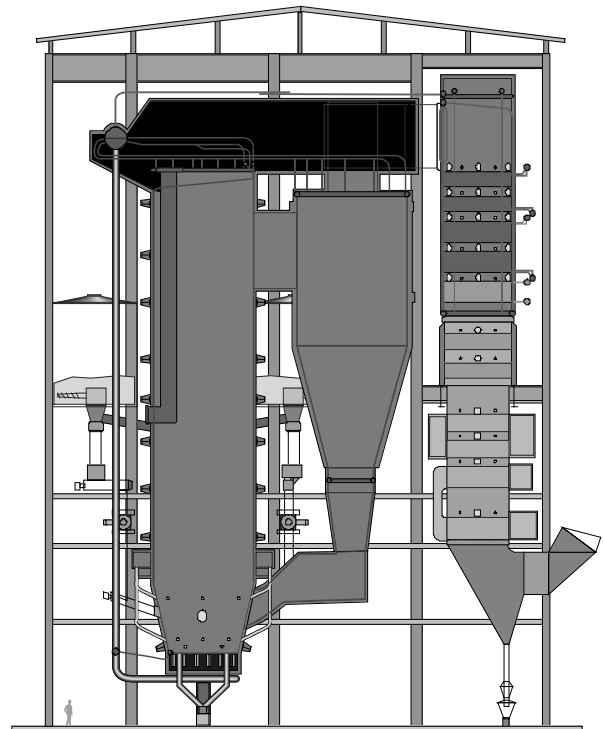
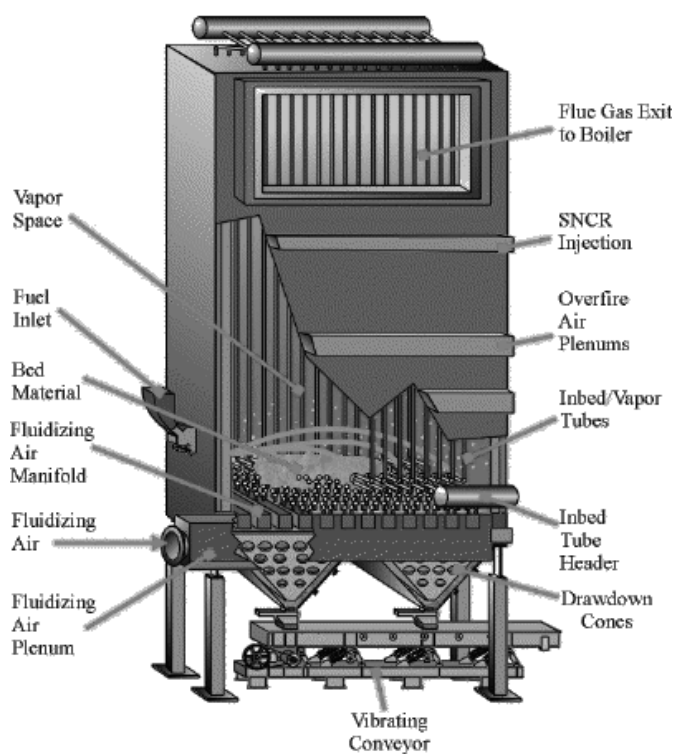
Těsnění obvodu hořáku: přítlačným pružinovým rámem

Emise NO<sub>x</sub>: do 350 mg/Nm<sup>3</sup>

Emise CO: do 50 mg/Nm<sup>3</sup>



## Kotle se stacionární a cirkulující fluidní vrstvou



## Možnosti spoluspalování biomasy

- Roštová ohniště umožňují spoluspalování biomasy se základním palivem až do cca 30% tepelného příkonu kotle bez větších úprav. Spoluspalování bylo již realizováno na mnoha jednotkách přimícháváním do stávajících dopravních tras nebo instalací separátních dopravních tras. Většinou byla nutná realizace úpravy vstupu paliva na rošt kotle. Vzhledem k omezeným výkonům a obtížně udržitelným emisím nejsou roštové kotle pro výkony nad 50 MWt perspektivní.

- Prášková ohniště jsou použitelná pro spalování biomasy, jsou realizovatelné úpravy pro spalování až 20% tepelného příkonu kotle v biomase. Jsou nutné poměrně rozsáhlé úpravy kotle.
- Fluidní ohniště jsou vhodná pro spalování biomasy do 30 % tepelného příkonu, úpravy jsou jednodušší než u práškových ohnišť.

## Možnosti spalování TAP

- Roštová ohniště umožňují spalování TAP se základním palivem až do cca 30% tepelného příkonu kotle bez větších úprav přímo mícháním TAP se základním palivem např. v dopravních cestách paliva. Může být problematické dodržení emisí. Pro nově budované kapacity není možné s roštovými ohništi dále počítat. Nebude dále diskutováno.
- Prášková ohniště jsou použitelná pro spalování TAP, jsou realizovatelné úpravy pro spalování 5-20 % tepelného příkonu kotle v TAP.
- Fluidní ohniště jsou vhodná pro spalování TAP v poměru do 30 %, úpravy jsou jednodušší než u práškových ohnišť.

## Popis úprav stávajících zařízení pro spalování biomasy a TAP – skladování a manipulace

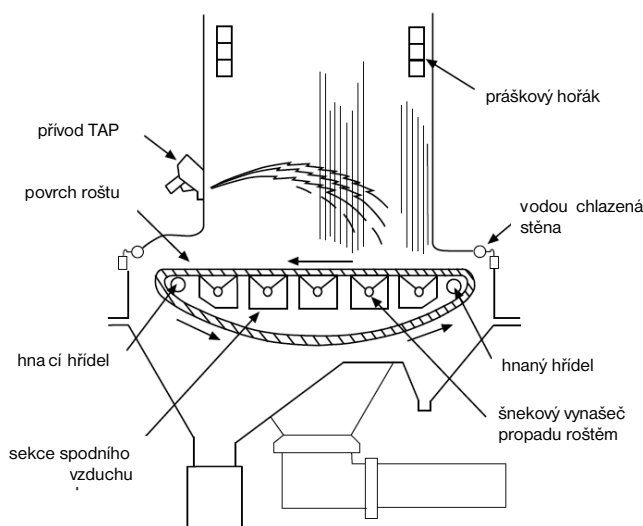
Pro palivové hospodářství je nutné řešit **odděleně** od stávajícího a je třeba realizovat následující technologické procesy:

- Příjem paliva do areálu zdroje
  - Kontrola kvality (odběr vzorků, měření vlhkosti)
  - Registrace množství (vážení)
- Vykládka
- Skladování
- Homogenizace
- Zakládání do vnějších palivových cest
- Transport po vnějších dopravních cestách
- Transport vnitřními dopravními cestami v kotelně zdroje
- Transport do spalovacího prostoru zdroje



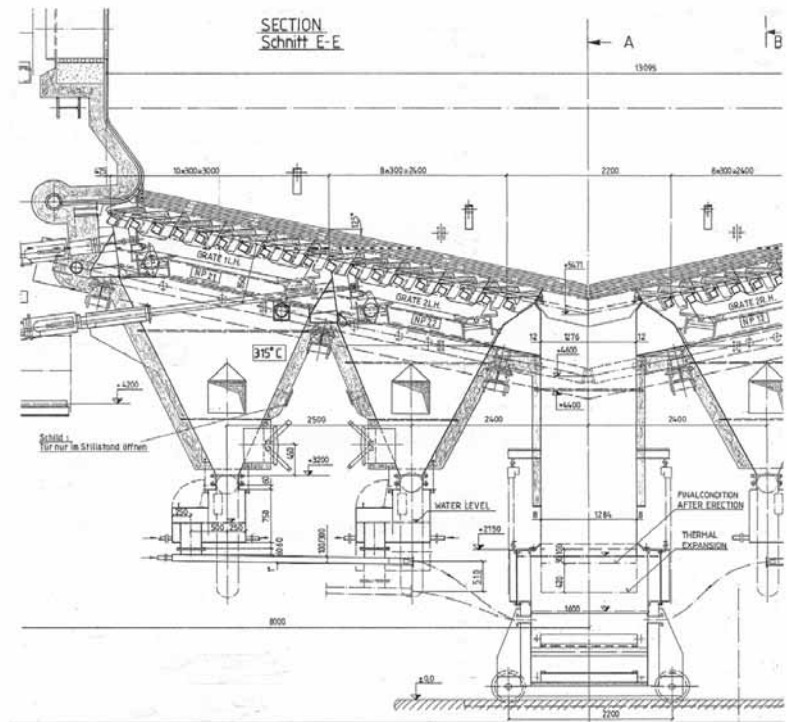
## Popis úprav stávajících práškových ohnišť pro spalování biomasy a TAP (1)

- výsypka kotle nahrazena roštem
- bio a TAP přiváděno pod práškové hořáky
- k jejich hoření dochází převážně na roštu
- příklad realizace: Teplárna Zvolen (SR) spaluje dřevní štěpku do 30% příkonu kotle.



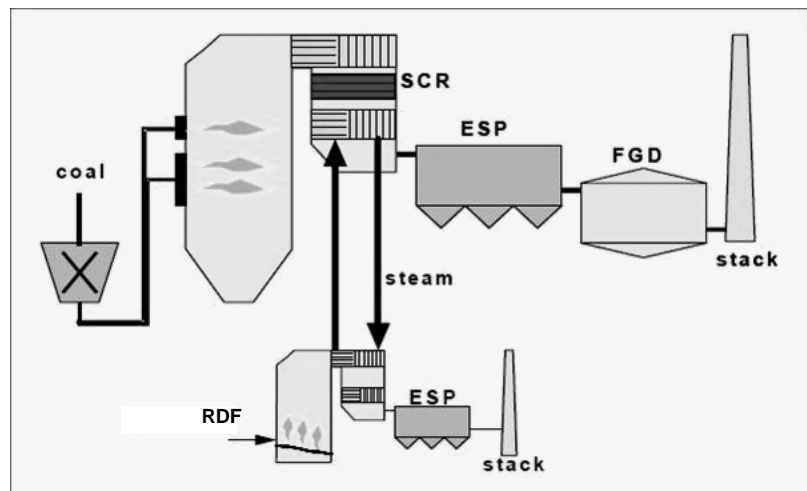
## Popis úprav stávajících práškových ohnišť pro spoluspalování biomasy a TAP (2)

- bio a TAP přiváděno práškovými hořáky
- k jejich hoření dochází převážně v prostoru
- do výsypky kotle umístěn dohořivací rošt



## Popis úprav stávajících práškových ohnišť pro spoluspalování biomasy a TAP (3)

- samostatný kotel na bio a TAP
- propojení pouze na straně páry



## Popis úprav stávajících fluidních kotlů pro spoluspalování biomasy a TAP

- Požadavky na úpravy pro spoluspalování biomasy a TAP jsou u většiny uhelných fluidních kotlů minimální.
- Biomasu a TAP není vhodné dopravovat společnými dopravními cestami se základním palivem – je nutné budovat separátní dopravní trasy.
- Biomasa a TAP musí být zavedeny do spodních partií fluidního lože, při zavedení na hladinu by mohlo docházet k úletu z vrstvy a k nedopalu.
- Provozní zkoušky na kotli elektrárny Tisová naznačily možnost spoluspalování TAP na úrovni 30% jmenovitého příkonu kotle.
- Spoluspalování biomasy až do 100% sníženého výkonu kotle probíhá v Mondi Štětí, další významné spoluspalování probíhá ve ŠkoEnergo.
- Je nutné realizovat další spalovací zkoušky dlouhodobějšího charakteru hlavně pro TAP.

## Rizika spojená se spoluspalováním biomasy a TAP

- Provozní komplikace
  - Koroze způsobená přítomností chloru v palivu
    - Oblast výparníku
    - Oblast přehříváků páry
    - Ovlivňována přítomností síry, u fluidních kotlů díky aditivnímu odsiřování lepší
  - Tvorba nánosů na výhřevných plochách kotle
    - U stávajících kotlů není možné již konstrukčně ovlivnit
    - Je možné doplnit ofukovače, akustické oklepávače výhřevných ploch
- Dopad na životní prostředí
  - Odlišný průběh spalování biomasy a TAP od základního paliva
  - CO, nespálené uhlovodíky, NO<sub>x</sub> - technicky řešitelné, podpořeno výsledky testů
  - Problematika nežádoucích složek v tuhých zbytcích po spalování

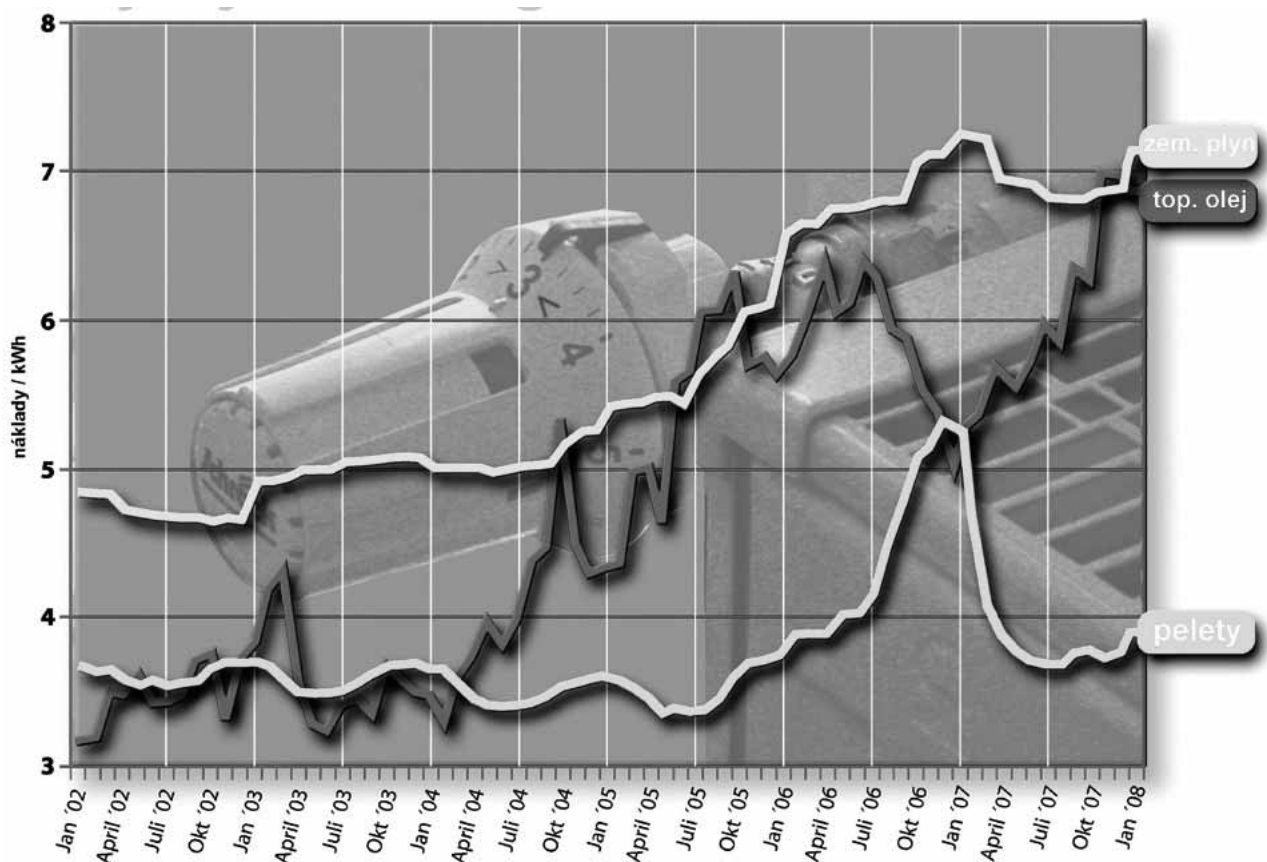
## Stirlingův motor a biomasa – přesvědčivá kombinace

V oboru tepelné techniky se podařilo dosáhnout mimořádného pokroku i z pohledu využití ekologických zdrojů energie. Stále zajímavějšími se stávají vysoce výkonná zařízení pro spalování pelet. Proces jejich integrace do inovativní systémové techniky byl korunován skutečnou „třešničkou na dortu“ – využitím Stirlingova motoru.

V prosinci 2007 byla zveřejněna studie marketingové společnosti GfK, která mimo jiného udává, že cca 40 % spotřebitelů, stojících před nutností sanace vytápění, v otázce energetického média váhá. Na příkladu biomasy lze dobře ilustrovat dilema, před nímž se konečný spotřebitel v současné době nachází.

### Peletový šok

Došlo k tomu, k čemu dojít muselo: boom, kterým prošla peletová zařízení v období 2003–2005, zapříčinil eskalaci cen pelet. Současně krátkodobě poklesly ceny topných olejů. V období vánoc 2006 se ceny obou paliv dostaly na stejnou úroveň, což mělo za následek propad na trhu peletových zařízení. Tento šok vyvolal nejistotu v celém tomto odvětví a stejně tak i u spotřebitelů.



Zdroj: cena pelet ... Deutscher Energie-Pellet-Verband e.V. / Solar Promotion GmbH.  
cena topného oleje a zemního plynu ... Brennstoffspiegel

Graf vychází ze spotřebitelských cen při odběru 3000 litrů topného oleje,  
33540 kWh zemního plynu a 6 tun pelet (ceny vč. DPH a ostatních nákladů),  
vztaheno k výhřevnosti.

*Vývoj cen energií v Německu, zdroj Solar Promotion GmbH*

Mezitím se však situace opět zásadně změnila: počátkem roku 2008 platil konečný spotřebitel za pelety 0,04 €/kWh, za topný olej 0,07 €/kWh; to je v ročním vyúčtování podstatný rozdíl pro každou budovu – velkou i malou. Ti výrobci tepelné techniky, kteří se propadem trhu nenechali odradit, na optimalizaci a rozšiřování spektra svých produktů pro spalování biomasy (a peletových zařízení zvlášť) vydělali – byl to riskantní podnik, který se vyplatil. Výsledkem praktických zkušeností a kombinačních možností je přiznání vynikajících šancí peletovému vytápění do budoucna. Tento optimismus však nevychází pouze z vizí techniků: je stále více a více zákazníků, kteří si uvědomují potenciál CO<sub>2</sub> neutrálních paliv.

## Velký návrat

Podstatným přínosem vývoje peletových zařízení je zvyšování jejich výkonu – dnes jsou schopny zásobovat teplem zdaleka ne pouze rodinné domy. Čím vyšší je výkon těchto zařízení, tím zřetelněji roste jejich hospodárnost a zkracuje se doba návratnosti. Důvod je jasný: s požadavky na teplo roste i spotřeba paliva a tím i úspora, pramenící z cenového rozdílu topného oleje (zemního plynu) a pelet. Co je přitom podstatné: zařízení o výkonu 100 kW sice spotřebovává 5× více paliva než zařízení dvacetikilowattové, ale jeho cena roste s výkonem mnohem pomaleji.

## Šance roste s bivalencí

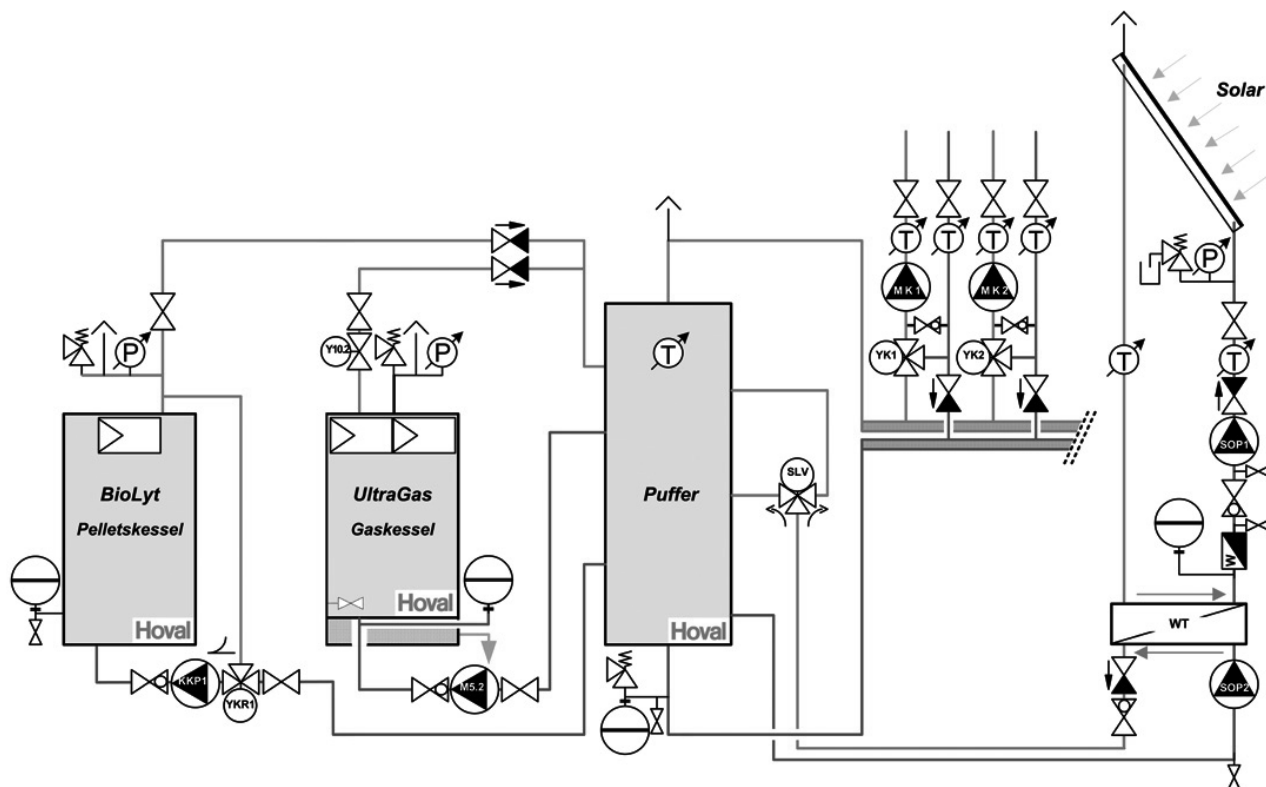
Logický závěr se zdá být: „čím větší, tím lepší“. Lepší snad ano, ale ne nejlepší. Mnozí výrobci, nabízející zařízení o velkém výkonovém rozsahu, doporučují peletové kotle pro maximální odběr tepla. To ve skutečnosti znamená, že pro „běžný“ provoz musí být tato zařízení vysoce předimenzována a nemohou poskytnout optimální efektivitu; především nedosahují optimálního poměru úspor CO<sub>2</sub> k investičním nákladům.

Řešením je bivalentní systémová technika. Základní potřebu tepla lze pokrýt peletovým kotlem, kombinovaným v kaskádě s kotlem plynovým (na přání i s olejovým kotlem nebo tepelným čerpadlem). Tento pak slouží pro pokrytí špičkové spotřeby; zkušenosti ukazují, že ke špičkovému zatížení dochází jen v cca 20 % doby provozu, takže více než 80 % ročně spotřebovaného tepla lze vyrobit CO<sub>2</sub> neutrálním způsobem – spalováním pelet. Předpokladem ideálního řešení není pouhá kompatibilita všech zařízení, ale i původ od stejného výrobce a řízení společnou regulací.

Zařízení pro systémovou techniku jsou výhodná i cenově. Ačkoliv se pořizovací náklady na dva menší kotle jeví v porovnání s jedním větším kotlem jako vysoké, díky nižším provozním nákladům se investice vrátí rychleji. Kromě toho dva nezávislé tepelné zdroje a diverzifikace paliva poskytují vyšší provozní spolehlivost – toto kritérium má neopominutelný význam zejména pro veřejné budovy, jako např. dětská zařízení, školy nebo nemocnice. Další výhodou kaskády je, že oddělené, relativně malé komponenty se dopravují a instalují snadněji – oproti tomu velký kotel při sanaci vytápění často vyžaduje nákladné stavební úpravy (třeba již jen na samotné umístění kotle v kotelně).

## Příklady zapojení kotlů na pelety

Řada příkladů z praxe potvrzuje, že nejde o žádnou utopii, ale o plnohodnotná výkonná systémová řešení; dvě z nich zde představíme.



*Zapojení systému s peletovým kotlem, plynovým kotlem a solárními panely, zdroj Hoval*

## 1. Newark Business Innovation Centre (Velká Británie)

Ve městě Newark (Velká Británie, hrabství Nottinghamshire) byl v roce 2007 otevřen komplex administrativních budov, zvaný Newark Business Innovation Centre. Běží zde dva peletové kotle (každý o výkonu 50 kW), podporované plynovým kotlem o výkonu 70 kW. Zásobování teplem zajišťuje kaskáda, v níž peletové kotle jsou základním zdrojem a kotel plynový zdrojem špičkovým. Podle naměřené venkovní teploty zpravidla běží pouze jeden z peletových kotlů, v případě zvýšeného požadavku na teplo oba dva. Plynový kotel je připojován jen pro špičkové zatížení. Celý systém lze navíc provozovat i výhradně na zemní plyn (v případě nedostatku nebo přechodného zdražení pelet). Výsledkem je minimální cena za palivo, maximální redukce spotřeby fosilních paliv, dosažení nejvyšší možné flexibility a zajištění vysoké provozní spolehlivosti.

Anglie se intenzívně snaží o plnění podmínek dokumentu „White Paper Energy“, tedy o redukci emisí CO<sub>2</sub>, takže systémová technika nachází stále širší uplatnění právě především ve veřejných budovách.

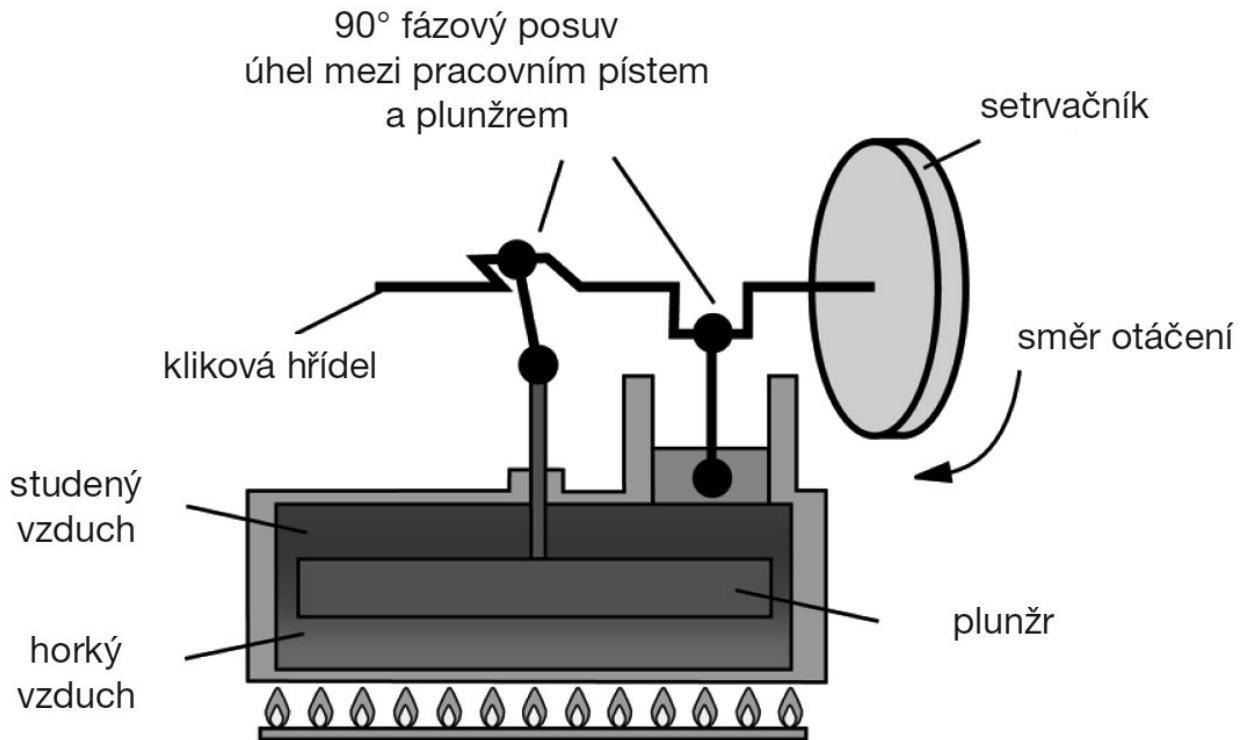
## 2. Škola Neuberg v Neckarsulmu (Německo)

Cíl ve škole Neuberg v Neckarsulmu (Německo) byl stanoven podobně. Neckarsulm patří jako jediné německé město mezi 18 členů partnerského výzkumného projektu EU s názvem „Concerto“, jehož hlavním cílem je snížení produkce CO<sub>2</sub> o 20 %. V souladu s projektem město Neckarsulm požadovalo realizaci zařízení se Stirlingovým motorem.

Prioritou „solárního“ města Neckarsulmu při modernizaci vytápění ve škole Neuberg bylo vyvarovat se jakýchkoli emisí CO<sub>2</sub> a tedy i špičkovou potřebu tepla pokrýt spalováním biomasy (na rozdíl od výše popsaného bivalentního řešení), byla zde tedy realizována varianta se Stirlingovým motorem.

Od podzimu 2007 zde pracují (rovněž v kaskádě) 2 peletové kotle (výkon po 70 kW), z nichž jeden pokrývá běžnou potřebu tepla a druhý je připojován pouze pro pokrytí špičkové potřeby. K prvnímu kotli (určenému pro „běžný“ provoz) je připojen Stirlingův motor. Běží současně s kotlem a zároveň dodává elektrický proud.

Toto speciální zařízení je jedním příkladem z celé řady pilotních projektů, na nichž Hoval jako výrobce provádí provozní testy a sbírá zkušenosti před oficiálním uvedením této kombinace: biomasa + Stirlingův motor na trh.



*Stirlingův motor - jednoduše geniální, zdroj Hoval*

## Stirlingův motor – „třešnička na dortu“

V tomto případě nepředstavuje plné využití potenciálu zařízení pouhou technickou hříčku, ale skutečný „bonus gratis“ přinášející radost: vlastní výrobu elektrické energie spojením vytápěcího kotle na pelety se Stirlingovým motorem.

Vynález Stirlingova motoru není zas tak nový, jak se na první pohled zdá. Robert Stirling, skotský duchovní, jehož vášní byly stroje, již v roce 1843 pro jistou slévárnu zkonstruoval motor o výkonu 34 kW se spotřebou pouhých 30 % paliva ve srovnání se spotřebou parního stroje o stejném výkonu.

Konstrukce je stejně geniální jako jednoduchá: Stirlingův motor využívá horké spaliny kotle. Pracovní plyn (dusík) uzavřený v motoru se zahřátím rozpíná, tlačí na píst a vyvolává přes klikovou hřídel otáčivý pohyb. Prostřednictvím generátoru je tímto pohybem získáván elektrický proud. V zásadě jde o přeměnu tepelné energie na kinetickou a této kinetické energie na energii elektrickou.

V následujícím století došlo k prudkému rozvoji benzínových a naftových motorů, surová ropa byla kolem roku 1900 levná a tak Stirlingův motor upadl v zapomnění – aby se dnes stal opět aktuálním.



## Kotel na biomasu se Stirlingovým motorem

Chceme-li spojit Stirlingův motor s kotlem pro spalování kusového dřeva, musíme rozlousknout jeden tvrdý oříšek: přísun paliva se děje ručně (na rozdíl od zařízení obsluhovaných automatikou). Výroba tepla podstatně kolísá podle plnění a vyhoření kotle. Výrobce může tento problém zvládnout pouze s pomocí regulace, která řídí přívod spalovacího vzduchu prostřednictvím vysokoteplotního senzoru s lambda-sondou tak, aby spalovací proces probíhal kontinuálně. Pouze tehdy lze společně provozovat i Stirlingův motor.

Od léta 2008 je v limitovaném množství dodáván Hoval Agrolyt, kotel na spalování kusového dřeva, se Stirlingovým motorem. Hoval tuto verzi malé kogenerační jednotky vyvíjel a testoval v trvalém provozu po několik let. Protože se pohyblivé díly Stirlingova motoru opotřebovávají, technici kladli při trvalém provozu velký důraz na to, aby obě zařízení vykazovala stejnou životnost a celá sestava bezproblémově fungovala po dlouhá léta.

Aby bylo zajištěno objektivní posouzení (nadšení z vlastního díla občas klame), podrobil Hoval Stirlingův motor dlouhodobým externím testům. Výsledek předčil očekávání jak testovacího institutu, tak i vývojového oddělení Hoval: prototyp po 1300 hodinách provozu a dlouhodobém zatížení ve zkušebně nejevil žádné známky opotřebení. Tři roky provozních testů prováděných na šesti zařízeních tyto výsledky potvrdily.



*Peletový dvojkotel BioLyt (2 x 70 kW) se Stirlingovým motorem, zdroj Hoval*

Peletový kotel Hoval BioLyt (ve verzích 50 a 70 kW) se Stirlingovým motorem běží po dobu jednoho roku ve zkušebním testovacím provozu. Příznivým faktorem pro použití Stirlingova motoru je horizontální konstrukce spalovacího systému (pro BioLyt typická a odlišující jej od jiných peletových kotlů), podporovaná horizontálním připojením. V místě průzoru, umístěného na zadní straně kotle, se nachází otvor pro výměník motoru.

První série zařízení pro spalování pelet se Stirlingovým motorem přichází na trh během roku 2009.



*Hoval AgroLyt 25 kW se Stirlingovým motorem 1 kW, zdroj Hoval*

## **Stirlingův motor – průkopníci musí být**

Přínos aplikace Stirlingova motoru by v současné době měl být posuzován spíše z hlediska ekologického než ekonomického – popisované řešení dává elektrický výkon 1 kW. Porovnáme-li získanou energii s investičními náklady, žádnou finanční úsporu ještě nedostaneme. Konkrétně definovaným a zamýšleným cílem vývojového oddělení Hovalu je výkon kolem 3 kW, při němž se dá již počítat s návratností investice během 7 až 8 let. Při předpokládané životnosti robustního Stirlingova motoru jde o jasné plus i z hlediska hospodárnosti.

Zde jde o něco víc než jen o peníze – totiž o to NĚCO, co představuje „třešničku na dortu“ pro znalce (hybridním autem také nejezdí každý). Hoval v tomto směru neočekává velkou popularitu, přinejmenším ne v nejbližší budoucnosti, ačkoliv produkt má mezi specialisty zvučné jméno. Kotel na biomasu se Stirlingovým motorem bude chtít mít jen ten, kdo se chce podílet na budoucnosti a kdo se bude chtít počítat k průkopníkům.

Speciálně na německém trhu nabízí Hoval technickým fajnšmekrům mimořádnou příležitost: na internetových stránkách [www.hoval.de](http://www.hoval.de) se mohou ucházet o jeden z 20 kusů AgroLyt – Stirling, postavených v roce 2008.

## Univerzální kotel na spalování celých balíků slámy

---

Kotle na biomasu v rozmezí výkonu cca 100–1000 kW jsou nyní většinou vyráběny samostatně buď na spalování slámy nebo dřevního odpadu.

Kotle pro spalování slámy, která je buď ve formě pelet nebo slámy řezané (rozdružené) z balíků, případně dělených plástů v případě hranatých balíků. Výroba pelet ze slámy je ekonomicky náročná a pro tyto výkony nevýhodná. Poněkud výhodnější je spalování slámy řezané z celých balíků, totéž platí i pro dělení balíků na plásty a jejich spalování po dopravě do topeniště kotle, nejúspornější varianta je však spalování celých balíků slámy.

Kotle pro spalování dřevního odpadu jsou konstruovány buď pro spalování pelet (zde platí totéž co pro pelety ze slámy) nebo pro spalování dřevní štěpky, což je ekonomicky výhodnější.

Energetická situace v našem státě si ve výše uvedeném rozmezí výkonu vyžádá kotle univerzální, které by ekologicky spalovaly biomasu u slámy ve formě celých balíků a s minimální úpravou byly schopny spalovat i dřevný odpad, případně uhlí s nízkým obsahem síry.

Výrobce kotlů Step TRUTNOV a.s. zkonstruoval a vyrobil prototypový kotel, který splňuje výše uvedený požadavek a nyní jej provozuje pro svoji potřebu na vytápění výrobních prostor. Využívá zde unikátní konstrukci umožňující spalovat celé balíky bez nutnosti předchozího rozdružení i dělení. Spalování celého balíku slámy (potřebný el. příkon motorů k přiložení 6,2 kW) bez rozdružení uspoří investiční i provozní náklady za provoz velký instalovaný elektrický příkon, odpadá cca 37 kW (rozduřovadlo, pneumatická doprava rozdružené slámy + šnekové dopravníky a rotační turniket). V porovnání s dělením odpadá vysoká investice do celého řezacího a podávacího zařízení, instalovaný el. příkon je podobný cca 7,5 kW.



Teplovodní kotle nové konstrukce ve výrobní řadě od 100 do 600 kW sestávají z předkomory, do které je umístěn celý balík slámy ve vertikální poloze, vlastní spalovací komory, dále spalínového kanálu se zaústěním do vertikálního žárotrubného výměníku. obě komory jsou z větší části chlazeny vodou. přesuvný rošt na dně obou komor posouvá slámu ze spodní čás-

ti balíku a ta postupně dohořívá, popel na konci roštu je vynášen šnekovým dopravníkem ven. Provedení roštu umožňuje stejným způsobem spalovat i dřevní štěpku a kůru.

Spalovací komora je opatřena otvory pro přívody sekundárních vzduchů za účelem dokonalého spalování s nízkým obsahem CO.

Balíky slámy o rozměrech 80×120×220 cm jsou v horizontální poloze dopraveny řetězovým smýkadlem na sklopené vodou chlazené vrata předkomory. Vrata balík ustaví do vertikální polohy pomocí hydrauliky. Zavřením vrat se balík zasune do předkomory a zároveň se uzavře předkomora.



Výkon je regulován počtem cyklů posunu speciálního pístu, který oddělí část slámy z dolní části balíku a posune slámu dále na přesuvný pohyblivý rošt. Vzduch potřebný pro spalování je regulován otáčkami spalínového ventilátoru (změna podtlaku spalin v topeništi) a vzduchovým ventilátorem s přívodem vzduchu k tryskám umístěným na dvou místech spalovací komory.

Po signalizovaném dohoření balíku dojde automaticky k zasunutí dalšího balíku do předkomory při požadavku nižšího výkonu dochází k časové prodlevě chodu speciálního pístu a tím i zasunutí dalšího balíku. Prototyp kotle o projektovaném výkonu byl analyzován a měřen ve společnosti Step TRUTNOV a.s. a prokázal přetížitelnost tepelného výkonu o cca 50%. Nedostatky, které se objevily v průběhu tří měsíčního provozu jsou průběžně řešeny. Jedná se o kolísání obsahu CO v oblasti minimálního výkonu (řešení se nachází v dodržení nízkých podtlaků spalin v topeništi) a plně neodzkoušené spalování dřevní štěpky a uhlí.

Průmyslová využitelnost spočívá ve spalování celých balíků slámy bez nutnosti jejich úpravy a bezporuchové spalování slámy obsahující kameny, hlínu atd. Dále lze 5 minimálními úpravami přejít na spalování dřevní štěpky a pelet, případně uhlí s nízkým obsahem síry. Zařízení není citlivé na kolísání vlhkosti balíků slámy, tak jak je tomu nyní u všech kotlů.

Uvedený typ kotle umožní provozovatelům plynových kotelen všech resortů dodávku tepla bez závislosti na plynu, náklady na výrobu tepla jsou podstatně nižší, přičemž technické řešení kotle umožňuje ekologické spalování i u jiných druhů biomasy jako je pazdeří, řepková sláma, rákosí, konopí atd.

## Využití univerzálního kotle na spalování celých balíků sena

---

V současné době se zvyšuje zájem o spalování energetických rostlin zejména z řad zemědělského oboru a hlavně o spalování sena sklizeného z trvalých travních porostů zejména z luk a pastvin. Zejména stoupající ceny zemního plynu, topného oleje či el. energie vzbuzují zájem o tato alternativní paliva. Hlavní důvody, proč se dosud seno z travin nespalovalo, jsou jednak vysoké náklady na sběr kvalitního sena s maximální vlhkostí 20% a také fakt, že má seno a sláma nižší bod tavení popelce než je tomu u dřeva. Je tedy nutné pro spalování těchto paliv využívat vhodný kotel, ve kterém by nedocházelo k zanesení a tvorbě nálepů. Některé druhy a odrůdy trav dosahují velice solidních výnosových schopností a nabízí tak perspektivní využití pro energetické účely.



Výrobce kotlů Step TRUTNOV a.s. vyrobil a provozuje kotel, který splňuje výše uvedený požadavek. Nyní jej provozuje pro svoji potřebu na vytápění výrobních prostor. Využívá zde unikátní konstrukci umožňující spalovat celé balíky bez nutnosti předchozího rozdělení i dělení.

Kotel má za sebou nyní jednu topnou sezónu, která důkladně prověřila navrženou konstrukci kotle. Tato zkušenost ukazuje, že zvolený princip spalování celých hranatých balíků slámy se plně osvědčil.

Během komplexních provozních zkoušek se samozřejmě i testovalo spalování sena trav. Provedené spalovací zkoušky prokázaly, že seno je možné v uvedeném kotli spalovat i při dodržení emisních limitů. Avšak oproti slámě obilnin si spalování sena vynucuje důkladnější promíchání dohořívajících spalin se sekundárním spalovacím vzduchem pro dodržení nízkým hodnot emisí CO.

Vhodnými travinami jsou např. psineček a kostřava. Pro účely spalování je vhodné sklízet je co nejpozději po sklizňové zralosti trav na semeno. Luční traviny lze pro energetické účely

sklízet v měsíci červnu a červenci jako se realizuje v zemědělské praxi pro pícní využití, přičemž seno těchto trav musí mít vždy vlhkost do 20 %.



Ověření možnosti spalování travin v energetických zařízeních uzpůsobených pro spalování celých balíků slámy obilovin nebo slámy řepkové napomůže k vyřešení dané problematiky a posune využitelnost přebytečného sena v této oblasti dopředu. Tato problematika se dotýká jak oblasti využívání ladem ležící půdy, tak sociálního hlediska.

## Popis kotle

Teplovodní kotle výše naznačené konstrukce ve výrobní řadě od 100 do 1000 kW sestávají z předkomory, do které je umístěn celý balík slámy ve vertikální poloze, vlastní spalovací komory, dále spalinového kanálu se zaústěním do vertikálního žárotrubného výměníku. obě komory jsou z větší části chlazeny vodou. přesuvný rošt na dně obou komor posouvá slámu ze spodní části balíku a ta postupně dohořívá, popel na konci roštu je vynášen šnekovým dopravníkem ven. Spalovací komora je opatřena otvory pro přívody sekundárních vzduchů za účelem dokonalého spalování s nízkým obsahem CO.

Balíky slámy o rozměrech 80×120×220 cm jsou v horizontální poloze dopraveny řetězovým smýkadlem na sklopené vodou chlazené vrata předkomory. Vrata balík ustaví do vertikální polohy pomocí hydrauliky. Zavřením vrat se balík zasune do předkomory a zároveň se uzavře předkomora.

Výkon je regulován počtem cyklů posunu speciálního pístu, který oddělí část slámy z dolní části balíku a posune slámu dále na přesuvný pohyblivý rošt. Vzduch potřebný pro spalování je regulován otáčkami spalinového ventilátoru (změna podtlaku spalin v topeništi) a vzduchovým ventilátorem s přívodem vzduchu k tryskám umístěným na dvou místech spalovací komory.

Po signalizovaném dohoření balíku dojde automaticky k zasunutí dalšího balíku do předkomory při požadavku nižšího výkonu dochází k časové prodlevě chodu speciálního pístu a tím i zasunutí dalšího balíku.