

# Peletovaná alternativní paliva ze spalitelných zbytků a biomasy

Ing. Petr Jevič, CSc., prof. h.c.

Ing. Petr Hutla, CSc.

*Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i. Praha (VÚZT, v.v.i.)*

Tento příspěvek je výsledkem řešení výzkumného záměru č. MZE 0002703102  
„Výzkum efektivního využití technologických systémů pro setrvalé hospodaření a využívání  
přírodních zdrojů ve specifických podmínkách českého zemědělství“, který je financován MZe ČR.

Hustopeče, 6.5.2010



## Základní finální bilance výroby a užití briket a pelet v roce 2006 a 2007

	Brikety		Pelety	
	2006	2007	2006	2007
<b>Kapacita výrobních linek</b>	<b>149 448 t</b>	<b>165 934 t</b>	<b>118 250 t</b>	<b>259 245 t</b>
<b>Tuzemská produkce</b>	<b>113 969 t</b>	<b>113 316 t</b>	<b>53 283 t</b>	<b>101 679 t</b>
Dovoz	3 052 t	5 841 t	188 t	1 750 t
Vývoz	81 910 t	52 428 t	24 382 t	49 687 t
Vlastní spotřeba výrobců	2 919 t	2 829 t	603 t	725 t
Bilanční rozdíly a změna stavu zásob	560 t	-6 700 t	386 t	-3 537 t
Dodávka na trh ke konečné spotřebě	32 753 t	57 200 t	28 872 t	49 480 t
Spotřeba ve větších firmách	5 784 t	5 889 t	21 017 t	33 961 t
<b>Na výrobu elektřiny</b>	<b>1 956 t</b>	<b>696 t</b>	<b>13 563 t</b>	<b>23 625 t</b>
Na výrobu tepla (včetně výrobců)	3 828 t	5 192 t	4 307 t	10 336 t
Bilanční rozdíly a změna stavu zásob	0 t	0 t	3 148 t	0 t
Spotřeba v malých firmách a domácnostech	26 969 t	54 141 t	7 855 t	16 244 t

Zdroj: Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2008

### Dodávky uhlí do domácností ČR v roce 2007 a 2008

Druh uhlí	2007	2008
Hnědouhelné brikety	<b>120 000 t</b>	<b>150 000 t</b>
Hnědé uhlí tříděné	<b>1 100 000 t</b>	<b>1 100 000 t</b>
Černé uhlí tříděné	85 000 t	65 000 t
Černé uhlí kaly	27 000 t	30 000 t
Koks	40 000 t	25 000 t
Lignit	2 500 t	4 000 t
<b>Celkem</b>	<b>1 374 500 t</b>	<b>1 374 000 t</b>

Zdroj: Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2009

### Produkce biopalivových pelet

	2008	2009
• Produkce pelet	200 000 t	270 000 t
z toho vývoz dřevěných pelet	120 000 t	125 600 t
• Produkce agropelet	60 000 t	114 700 t
• Použití pelet v domácnostech	20 000 t	35 200 t *
• Počet peletových topných zařízení	3 500 ks (do 50 kW)	4 800 ks (do 100 kW)
• Dovoz dřevěných pelet	-	5 500 t

\* z toho cca 10 % agropelet

## Energetické využití biomasy

### Orientační tržní ceny vybrané biomasy a tuhých standardizovaných paliv v marketingovém roce 2008/2009

	DPH (%)	Cena bez DPH e.x.w. (Kč.t <sup>-1</sup> )	Průměrný obsah vody (% m/m)	Výhřevnost (MJ.kg <sup>-1</sup> )	Cena vztažená na výhřevnost bez DPH (Kč.GJ <sup>-1</sup> )	Cena vč. DPH pro malo- spotřebitele (Kč.t <sup>-1</sup> )
Hnědé uhlí pro domácnosti: ořech, kostka	19	2350 – 2000	30,2	17,6	134 – 114	2940 – 2840
Dřevní piliny	9	600 – 560	25 – 30	13,4 – 12,9	45 – 43	-
Dřevní štěpka	9	1000 – 900	35 – 45	11,4 – 8,8	88 – 102	-
Ostatní dřevní nekontaminov. biomasa (kůra, z péče o krajinu aj.)	9	500 – 450	50	7,6	66 – 59	-
Dřevní brikety (paleta)	9	4000 – 2600	7 – 12	17,5 – 16	228 – 162	4500 – 2900
Dřevní pelety (Big-Bag)	9	3400 – 3000	7 – 12	17,5 – 16	194 – 187	3700 – 3300
<b>Agropelety ze slámy obilovin a olejnin, celé rostliny obilovin, posklizňové zbytky, šroty aj.</b>	<b>19</b>	<b>2505 – 1705</b>	<b>6 – 14</b>	<b>16,7– 15,5</b>	<b>150 – 110</b>	-
Sláma pšeničná a řepková (velkoobjemové balíky)	19	1150 – 850	15 – 16	16,1 – 15,4	71 – 55	-
Polenové dříví krbové	9	1300 – 600 Kč/prm	-	-	-	1450 – 700 Kč/prm

**Orientační propočet průměrné živinové hodnoty pšeničné a řepkové slámy při cenové relaci pro čisté živiny:  $N = 24 \text{ Kč.kg}^{-1}$ ,  $P_2O_5 = 40 \text{ Kč.kg}^{-1}$  a  $K_2O = 26 \text{ Kč.kg}^{-1}$**

Druh bylinné biomasy	Průměrný obsah hlavních živin v jedné tuně sušiny (kg.t d <sup>-1</sup> )			Průměrná hodnota hlavních živin v přepočtu na cenu živin v minerálním hnojivu vztažená na jednu tunu sušiny (Kč.t d <sup>-1</sup> )			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	NPK
Pšeničná sláma	5	2,3	12	120	92	312	524
Řepková sláma	8	2,3	12	192	92	312	596

### **Využití obnovitelných zdrojů energie pro vytápění a přípravu teplé vody**

#### **Výměna neekologického vytápění za nízkoemisní zdroje na biomasu (a účinná tepelná čerpadla)**

V této oblasti se podporuje náhrada zdrojů na tuhá a kapalná fosilní paliva a elektrického vytápění za účinné nízkoemisní zdroje na biomasu (a za tepelná čerpadla se stanoveným topným faktorem.)

## Zdroje na biomasu

Podporovány jsou pouze nové účinné zdroje na biomasu s nízkými emisemi lokálních polutantů do ovzduší.

V případě instalace mikrokogeneračních jednotek se požadované minimální hodnoty účinnosti vztahují na celkovou účinnost zdroje (při kombinované výrobě tepla a elektřiny).

### Požadavky na účinnost zdroje a jeho emisní parametry

Dodávka paliva	Jmenovitý tepelný příkon * [kW]	Minimální účinnost** [%]	Mezní hodnoty emisních koncentrací **		
			CO	TOC	tuhé znečišťující látky
			[mg.m <sup>-3</sup> při 10% O <sub>2</sub> ] (v závorce v mg/kWh výhřevnosti paliva) ***		
Ruční a samočinná	≤ 50	82	2200 (4210)	80 (160)	70 (140)
	> 50 ≤ 300	85	1250 (2400)	70 (140)	70 (140)

• Jmenovitý tepelný příkon zdroje se vypočítá jako podíl běžně udávané hodnoty jmenovitého tepelného výkonu zdroje a jeho účinnosti.

\*\* Při jmenovitém tepelném výkonu a u zdrojů se samočinnou dodávkou paliva i při tepelném výkonu částečném (odpovídajícím 0,3násobku jmenovitého tepelného výkonu).

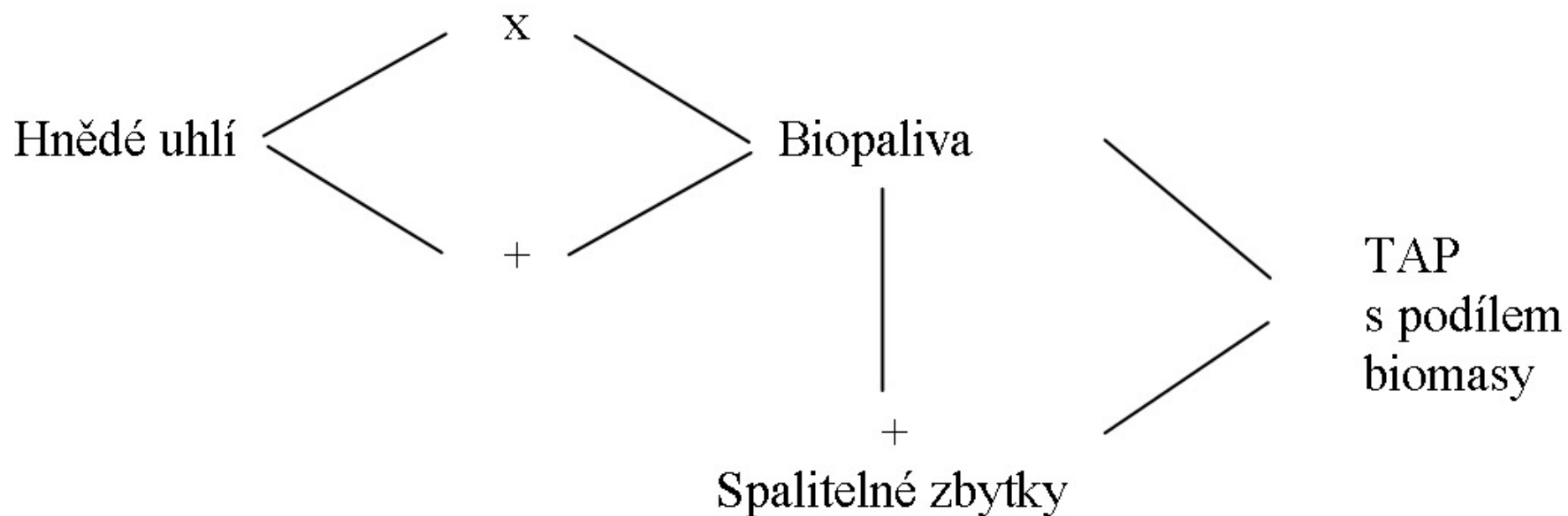
\*\*\* Při referenční jednotné výhřevnosti paliv 4,3 kWh/kg (15,5 MJ/kg).

### Technická norma ČSN EN 303-5

„Kotle pro ústřední vytápění na tuhá paliva s ruční nebo samočinnou dodávkou o jmenovitém tepelném výkonu nejvýše 300 kW“

Zkušební paliva

- Černé uhlí, hnědé uhlí, vč. briket, koks, antracit
- Dřevo – kulatina, štěpky, slisované dřevo, piliny
- **Nezohledňuje agropaliva (pelety, brikety ...) – paliva získaná z energetických plodin nebo ze zemědělských zbytků.**
- **Problém jsou chybějící referenční paliva tohoto typu pro měření emisních charakteristik zdrojů.**
- 24. srpna byla ohlášena CENem revize normy, která bude zohledňovat i nedřevní tuhá biopaliva.



Biopaliva: Směrnice EU 2009/28/ES OZE  
TAP ?

TAP – druhotné suroviny z recyklace  
– vedlejší technologický produkt

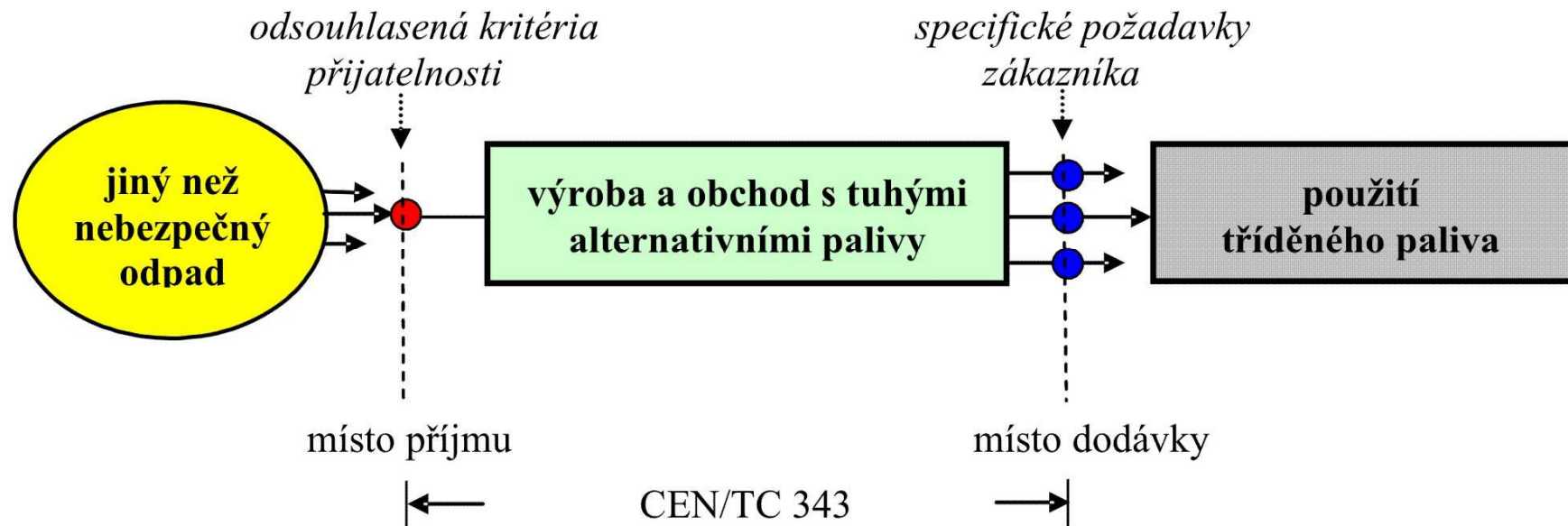
Legislativní předpisy – ochrana ovzduší

Technické předpisy:

- TNI 83 8300 CEN/TS 15357:2006 Terminologie, definice a popis
- TNI 83 8302 CEN/TS 15359:2006 Specifikace a třídy

# Standardy

## Výroba a obchodování s TAP ... z jiných než nebezpečných odpadů



Spojení mezi vybranými názvy v oblasti odpadů, alternativních paliv a přeměny na energii pro konečnou spotřebu

TAP = vyrobené z jiného než nebezpečného odpadu,  
k energetickému využití, splňující požadavky na třídění a specifikaci (!)  
dle CEN/TS 15359

„vyrobené“ = zpracované, homogenizované a zlepšené na kvalitu,  
umožňující obchodování mezi výrobcí a uživateli

# TNI 83 8302 ..... CEN/TS 15359

## Třídící systém pro TAP

Třídící vlastnost	Statistická míra	Jednotka	Třídy				
			1	2	3	4	5
Výhřevnost (NCV)	střední hodnota (aritmetický průměr)	MJ/kg (ar)	$\geq 25$	$\geq 20$	$\geq 15$	$\geq 10$	$\geq 3$
Chlor (Cl)	střední hodnota (aritmetický průměr)	% (m/m) d	$\leq 0,2$	$\leq 0,6$	$\leq 1,0$	$\leq 1,5$	$\leq 3$
Rtuť (Hg)	medián	mg/MJ (ar)	$\leq 0,02$	$\leq 0,03$	$\leq 0,08$	$\leq 0,15$	$\leq 0,50$
	80. percentil	mg/MJ (ar)	$\leq 0,04$	$\leq 0,06$	$\leq 0,16$	$\leq 0,30$	$\leq 1,00$

### Specifikace:

- Efektivní obchodování s TAP
- Přijatelnost na trhu
- Důvěra veřejnosti
- Porozumění mezi prodávajícím a nakupujícím
- Usnadňuje nákup, použití a kontrolu i komunikaci s výrobcí spalovacích zařízení

## Palivo-energetické parametry vybraných TAP ve formě topných pelet

	Jednotka	Karton	MKM	MKM +šťovík	Eko- biopal	Separát	Separát +topol	Dřevo
Obsah vody	% m/m	4,84	7,33	8,86	8,04	9,16	7,46	7,23
Prchavá hořlavina	% m/m	76,26	63,56	65,10	63,29	58,46	62,16	78,83
Neprchavá hořlavina	% m/m	13,94	9,21	13,65	16,55	14,92	18,66	13,57
Popel	% m/m	4,96	19,9	12,39	12,12	17,46	11,72	0,37
C	% m/m	42,27	41,32	42,82	42,47	41,79	42,33	47,12
H	% m/m	5,56	6,63	6,53	4,68	6,65	6,30	6,62
N	% m/m	<0,1	8,85	4,79	1,18	1,57	1,20	0,11
S	% m/m	0,104	0,66	0,48	0,28	0,20	0,11	0,007
O	% m/m	42,21	14,93	23,89	31,01	22,91	30,60	38,62
Cl	% m/m	0,061	0,41	0,26	0,063	0,26	0,28	0,019
Hg	% m/m		<0,005	<0,003	0,064			
Spalné teplo	MJ/kg	16,85	17,75	17,36	16,91	16,74	17,57	18,91
Výhřevnost	MJ/kg	15,52	16,31	15,94	15,64	15,07	16,02	17,32
Popel:								
měknutí	°C	1300	>1290	>1290	1210	1140	1080	1210
tání	°C	1320	>1290	>1290	1230	1190	1170	1250
tečení	°C	1340	>1290	>1290	>1290	1240	1190	1260

NCV ... 3, Cl ... 1 až 2, Hg ... 1 až 2

# TAP z druhotného materiálu ... z recyklace autoplášťů

Autopláště: ... zpětný odběr dle § 38 Zákona 185/2001 Sb.  
» centrální soustředění

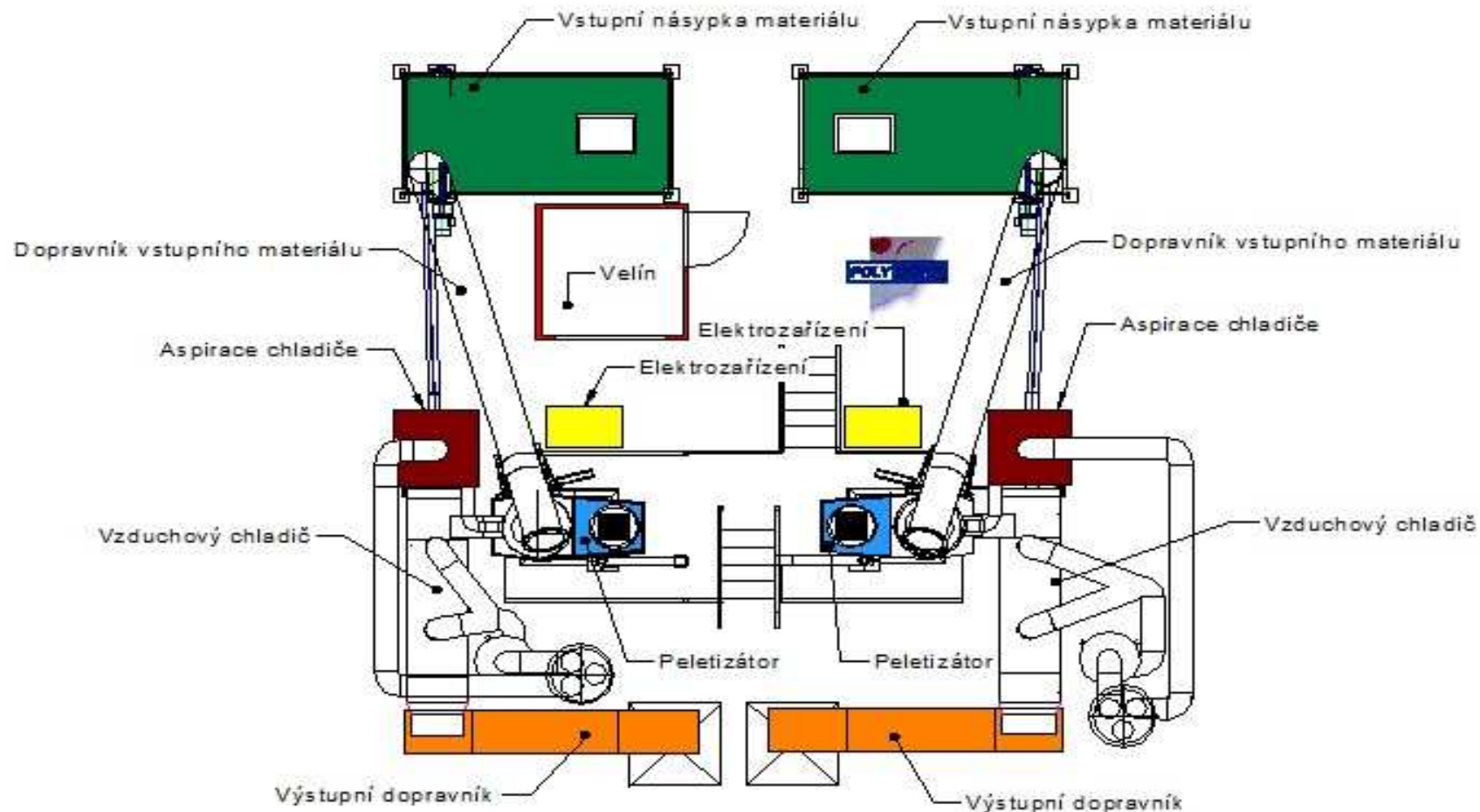
Separace:

- pryž
- ocel (kord)
- textilní vložka (bavlna + chemlon + pryž)



Druhotný textilní materiál z recyklace autoplášťů  $\rho = 106 \text{ kg/m}^3$

# Výroba alternativního paliva peletováním textilních zbytků po recyklaci autoplášťů



Půdorysné řešení technologické linky na výrobu topných pelet z textilní frakce recyklovaných autoplášťů

## Výroba alternativního paliva peletováním textilních zbytků po recyklaci autoplášťů



## Výroba alternativního paliva peletováním textilních zbytků po recyklaci autoplášťů



## Výroba alternativního paliva peletováním textilních zbytků po recyklaci autoplášťů





## Produkt

Topné pelety na bázi TAP z druhotných textilních materiálů recyklovaných autoplášťů

Palivo-energetické parametry topných pelet na bázi TAP z druhotných textilních materiálů recyklovaných autoplášťů

	Jednotka	Původní vzorek	Bezvodý vzorek
Obsah vody	% m/m	1,50	-
Prchavá hořlavina	% m/m	69,75	70,81
Neprchavá hořlavina	% m/m	18,82	19,11
Popel	% m/m	9,93	10,08
H	% m/m	9,18	9,32
S	% m/m	0,72	0,73
Cl	% m/m	0,049	0,050
Spalné teplo	MJ/kg	30,44	30,90
Výhřevnost	MJ/kg	28,41	28,88
Popel:			
měknutí	°C	980	
tání	°C	1020	
tečení	°C	1110	
Otěr dle ÖNORM M 7135	%	0,32	
Hustota	kg/dm <sup>3</sup>	0,96	

## Efektivnost výroby alternativního paliva peletováním textilních zbytků po recyklaci autoplášťů

- Výhřevnost hnědého uhlí – cca 15 MJ/kg - cena u odběratele vč. dopravy 1 000 – 1 200 Kč/t, tj. 67 – 80 Kč/GJ
- Výhřevnost pelet textilních zbytků AP-PTZRA - 28 MJ/kg pelet
- Výkupní cena 60 – 75 Kč/GJ u výrobce, tj. 1 680 – 2 100 Kč/t pelet
  - náklady na peletování max. 1 000 Kč/t pelet
  - doprava k odběrateli 400 Kč/t pelet
  - hrubý zisk 280 – 700 Kč/t pelet

Skládkování textilních zbytků po recyklaci autoplášťů  
min. 1 000 Kč/t bez dopravy na skládku.

## Směsné pelety

40 % textilní zbytky z autoplášťů + 60 % pšeničná sláma



Spalné teplo: 21,97 MJ/kg  
Výhřevnost: 20,43 MJ/kg

Voda: 5,35 % m/m  
Popel: 8,04 % m/m  
Hořlavina: 86,61 % m/m



Střední hodnoty vybraných složek plyných emisí při zkušebním spalování dřevních pelet, peletovaných textilních zbytků po recyklaci autoplášťů (AP-PTZRA) a směsi 40 % m/m AP-PTZRA & 60 % m/m pšeničné slámy v prototypu automatického teplovodního zařízení LICOTHERM AM 15 při dosaženém tepelném výkonu 15 kW

	Jednotka	Pelety ø 8 mm		
		Dřevo	AP-PTZRA	40 % m/m AP-PTZRA & 60 % m/m pšeničné slámy
O <sub>2</sub>	% V/V	11,8	12,1	11,9
CO <sub>2</sub>	% V/V	8,7	8,1	8,4
Přebytek vzduchu	-	2,3	2,4	2,3
Teplota spalin	°C	242	213	254
CO	mg.m <sup>-3</sup> <sub>N</sub> , referenční obsah kyslíku 10 % V/V	368	756	636
SO <sub>2</sub>		3	285	156
NO		90	303	285
NO <sub>2</sub>		2	5	0
NO <sub>x</sub>		140	471	437

### ZÁVĚRY

#### Spalitelné zbytky:

- významné zdroje energie
- je třeba zhutnění - výhodná logistika  
+  
- standardizace
- kvalitní paliva, především v kombinaci s biomasou
- zajistit kompatibilitu konverze s TAP,  
tj. použití pouze ve vhodných spalovacích zařízeních !

### Příklad – recyklace autoplášťů

- Vyřešení výroby TAP
- Autorizované zkoušky emisí ve fluidním kotli potvrdily splnění emisních limitů (TZL, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, těžké kovy).
- Ekonomika:
  - výhřevnost 28 MJ/kg
  - náklady na peletování 1000 Kč/t
  - doprava 400 Kč/t
  - zisk 280 – 700 Kč/t

**Ing. Petr Jevič, CSc., prof. h.c.**

[petr.jevic@vuzt.cz](mailto:petr.jevic@vuzt.cz)

Tel. 233022302

**Ing. Petr Hutla, CSc.**

[petr.hutla@vuzt.cz](mailto:petr.hutla@vuzt.cz)

Tel. 233022238



***Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i. Praha***

*Drnovská 507, 161 01 Praha 6 - Ruzyně*