

Topné pelety na bázi alternativních materiálů

Peletovaná biopaliva a alternativní paliva

Ing. Petr Jevič, CSc., prof. h.c.

*Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i. Praha (VÚZT, v.v.i.)
Česká zemědělská univerzita v Praze (ČZU)*

Hustopeče, 6.5.2010

Projekt Výzkumného energetického centra VŠB – Technická univerzita Ostrava



Energetické a surovinové využití zbytků a nikoliv nebezpečných odpadů

- **Zemědělské zbytky** (agricultural residues)
zbytky biomasy vznikající při výrobě, sklizni a zpracování v zemědělských oblastech
- **Zbytky biomasy** (biomass residues)
biomasa pocházející z dobře definovaných toků ze zemědělských, lesních a souvisejících průmyslových operací
- **Zahradní zbytky** (horticultural residues)
zbytky biomasy vznikající v zahradnictví při pěstování, sklizení a zpracování zahradní biomasy včetně materiálů ze skleníků
- **Zbytky péče o krajinu** (landscape management residues)
zbytky dřevní biomasy, bylinné biomasy a ovocné biomasy, vznikající při péči o krajinu, parky a hřbitovy
- **Bylinná biomasa** (herbaceous biomass)
biomasa z rostlin, které nemají dřevní stonek a které po konci vegetační doby odumírají
- **Viskóзовé zbytky, zbytky viskózy** (viscose residues)
zbytky z výroby a zpracování viskózy, kdy je celulóza dřevěné buničiny macerována vysoce koncentrovaným hydroxidem sodným a sulfidem uhličitým a následně rozpuštěna v hydroxidu sodném za vzniku viskózního roztoku nazvaného viskóza

Energetické a surovinové využití zbytků a nikoliv nebezpečných odpadů

- **Tuhé alternativní palivo** (solid recovered biofuel)
tuhé biopalivo 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, „vyrobené“ zde znamená zpracované, homogenizované a zlepšené na kvalitu, umožňující obchodování mezi výrobcí a uživateli
- **Tuhé biopalivo** (solid biofuel)
tuhé biopalivo vyrobené přímo nebo nepřímo z biomasy
- **Karbonizace, pražení** (carbonized, torrefaction)
jemná pyrolýza v bezkyslíkatém prostředí s teplotou max. 300 oC a s kratší dobou zdržení v reaktoru <3 hod.
Postup zajišťuje vyšší hustotu energie, spalné teplo, výhřevnost a zlepšení spalovacích charakteristik u takto získaného biouhlí oproti vstupní biomase
- **Biouhlí – zuhelněný materiál – koks** (char)
tuhý, částečně aglomerovaný nebo neaglomerovaný uhlíkový materiál připravený pyrolýzou nebo její modifikací tuhých biopaliv nebo alternativních paliv

Energetické a surovinové využití zbytků a nikoliv nebezpečných odpadů

- Odpad je zatím málo využívaný energetický zdroj. Komise vytváří tématickou strategii týkající se prevence a recyklace odpadu a připravuje návrh na změnu rámcové legislativy pro odpad. Jde zejména o:
 - zajištění postupů řízení odpadů, které omezují environmentální dopad používání odpadu jako paliva;
 - podporu tržního přístupu pro recyklační aktivity a využití;
 - vytvoření technických norem umožňujících, aby byl regenerovaný materiál pokládán za výrobek (což usnadní jeho využití pro energetické účely);
 - podporu investic do energeticky efektivních postupů pro použití odpadu jako standardizovaného paliva.



Tuhé alternativní palivo (TAP)

Je směs vzniklá separací a následnou úpravou odpadních materiálů na bázi plastů, papíru, textilu, pryže a jiných spalitelných látek.

TAP je certifikovaný výrobek s vlastním normovým předpisem, dokladem o primárním původu paliva, bezpečnostním listem a ekologickým atestem.

Výrobce TAP je obvykle firma působící v oblasti nakládání s odpady.

Palivo jako výrobek je uvedeno na trh s prohlášením o shodě (zákon č. 22/1977 Sb.).

Výhřevnost min. 20 MJ/kg (20 – 32 MJ/kg).

- Generation, recovery and disposal of waste – produkce, využití a odstranění odpadů;
- REF = recovered or recycled fuel – regenerované nebo recyklované palivo
PDF = packaging derived fuel = palivo odvozené z obalů
RDF = refuse derived fuel = palivo odvozené z odpadů



Specifikace a třídy

- Přednorma ČSN P CEN/TS 15359
- Cílem této Technické specifikace je zajistit jednoznačné, jasné třídění a specifikační principy pro TAP. Tato Technická specifikace slouží jako nástroj, umožňující efektivní obchodování se TAP, zajišťující jejich přijatelnost na trhu s palivy a zvýšení důvěry veřejnosti. Tato Technická specifikace zajistí dobré porozumění mezi prodávajícím a nakupujícím, usnadní nákup, přeshraniční pohyb, použití a kontrolu, jakož i dobrou komunikaci s výrobcí zařízení. Také usnadní úřadům povolovací procedury a zjednoduší hlášení o používání paliv vyrobených z obnovitelných zdrojů energie a o dalších problémech spojených se životním prostředím.
- TAP jsou vyrobena z jiného než nebezpečného odpadu. Vstupní odpad může být specifický odpad z výroby, komunální tuhý odpad, průmyslový odpad, živnostenský odpad, odpad ze staveb a demolic, čistírenský kal atd. Je tedy zřejmé, že TAP patří do heterogenní skupiny paliv. Správně definovaný systém pro třídění a specifikaci má tudíž velký význam pro dosažení výše zmíněných cílů a záměrů.



Třídění tuhých alternativních paliv

Položka	Symbol	Zkratka
výhřevnost v MJ/kg	q_p , net	NCV
spalné teplo	q_v , gr	GCV
původní stav (v dodaném stavu)		ar
bezvodý stav		d
průměr částice		d

• Principy

➤ Třídící systém je založen na třech důležitých parametrech, vztahujících se k hlavním vlastnostem TAP: **ekonomický parametr** (výhřevnost), **technický parametr** (obsah chloru) a **environmentální parametr** (obsah rtuti). Parametry jsou vybrány tak, aby poskytly okamžitý, ale také zjednodušený obraz o příslušném palivu.

➤ Pouze paliva odvozená z jiného než nebezpečného odpadu, která splňují normy pro TAP, mohou být klasifikována jako TAP. Samotné třídění není dostatečné pro potencionálního uživatele. Uživatel musí mít podrobnější popis paliva. Příslušné vlastnosti paliva musí tudíž být dále specifikovány. Některé vlastnosti paliva jsou natolik důležité, že je nutné specifikovat, zda ostatní vlastnosti mohou být zaznamenány dobrovolně, např. na žádost uživatele.

Je důležité, aby TAP splňovala specifikované kvalitativní požadavky, které musí být stanoveny pro definovanou velikost podílu minimálním počtem měření.



Formulář zahrnující třídu, původ a fyzikálně-chemické parametry pro specifikaci TAP (SRF)

Část 1

Třída SRF a původ				
Kód třídy:				
Původ:				
Fyzikální parametry				
Tvar částic				
Velikost částic:			Zkušební metoda	
	Jednotka	Hodnota		Zkušební metoda
		Typická	Limitní	
Obsah popele	% d			prCEN/TS XXX
Obsah vody	% ar			
Výhřevnost	MJ/kg ar			
Výhřevnost	MJ/kg d			
Chemické parametry				
	Jednotka	Hodnota		Zkušební metoda
		Typická	Limitní	
Chlor (Cl)	% d			prCEN/TS XXX
Antimon (Sb)	mg/kg d			
Arsen (As)	mg/kg d			
Kadmium (Cd)	mg/kg d			
Chrom (Cr)	mg/kg d			
Kobalt (Co)	mg/kg d			
Měď (Cu)	mg/kg d			
Olovo (Pb)	mg/kg d			
Mangan (Mn)	mg/kg d			
Rtuť (Hg)	mg/kg d			
Nikl (Ni)	mg/kg d			
Thalium (Tl)	mg/kg d			
Vanad (V)	mg/kg d			
Σ Těžké kovy	mg/kg d			

Povinně specifikované

Formulář zahrnující třídu, původ
a fyzikálně-chemické parametry
pro specifikaci TAP (SRF)
Část 2

Dobrovolně specifikované

Původ a příprava SRF						
Příprava paliva:						
Obsah biomasy						
Část biomasy	%	GCV	MJ/kg d	NCV	MJ/kg d	
Složení						
Složení	Dřevo	Papír	Plasty	Guma	Textil	Ostatní
<i>Bezvodý stav</i> <input type="checkbox"/>	%	%	%	%	%	%
<i>Původní stav</i> <input type="checkbox"/>	Specifikace pro ostatní:					
Fyzikální parametry						
	Jednotka	Hodnota		Zkušební metoda		
		Typická	Limitní			
Sypná hmotnost	kg/m ³					
Obsah prchavých hořlavin	% d					
Teplota tání popela	°C					
Chemické parametry						
	Jednotka	Hodnota		Zkušební metoda		
		Typická	Limitní			
Hliník, kovový	% d					
Uhlík (C)	% d					
Vodík (H)	% d					
Dusík (N)	% d					
Síra (S)	% d					
Brom (Br)	mg/kg d					
Fluor (F)	mg/kg d					
PCB	mg/kg d					
Hlavní prvky	Hliník (Al)	mg/kg d				
	Železo (Fe)	mg/kg d				
	Draslík (K)	mg/kg d				
	Sodík (Na)	mg/kg d				
	Křemík (Si)	mg/kg d				
	Fosfor (P)	mg/kg d				
	Titan (Ti)	mg/kg d				
	Magnesium (Mg)	mg/kg d				
	Vápník (Ca)	mg/kg d				
Stopové prvky	Molybden (Mo)	mg/kg d				
	Zinek (Zn)	mg/kg d				
	Barium (Ba)	mg/kg d				
	Berylium (Be)	mg/kg d				
	Selen (Se)	mg/kg d				

Biologicky rozložitelná složka

Biologicky rozložitelný materiál se může rozložit živými organizmy, obvykle mikroorganismy, v závislosti na vhodných organizmech, fyzikálně-chemickém prostředí a na čase.

Metody zkoušení opírající se o měření biologického rozkladu jsou časově velmi náročné a velmi nákladné. Pro praktické použití v případě TAP je nutná rychlejší a ne tak nákladná metoda. Pro tento účel byla vyvinuta takzvaná „**Metoda selektivního rozkladu**“. Tato metoda modeluje reaktivitu uhlíku, kterou se měří biologická rozložitelnost a obsah biomasy. Problémy s touto metodou vzhledem k biologické rozložitelnosti plastických hmot jsou stejné jako pro více časově náročné biologické metody. Tyto problémy jsou však méně důležité pro TAP, protože biologicky rozložitelné plastické hmoty reprezentují pouze velmi malou část. (Biologicky rozložitelné plastické hmoty na bázi biomasy a ropy reprezentují okolo 0,1 % ze všech plastických hmot, tj. mnohem méně než 0,002 % komunálního odpadu).



Vhodné metody zkoušení

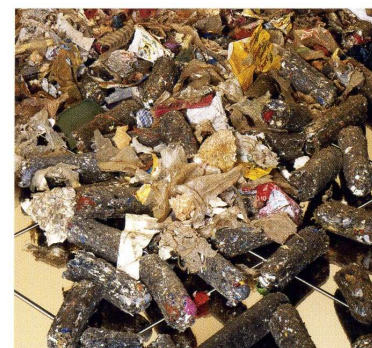
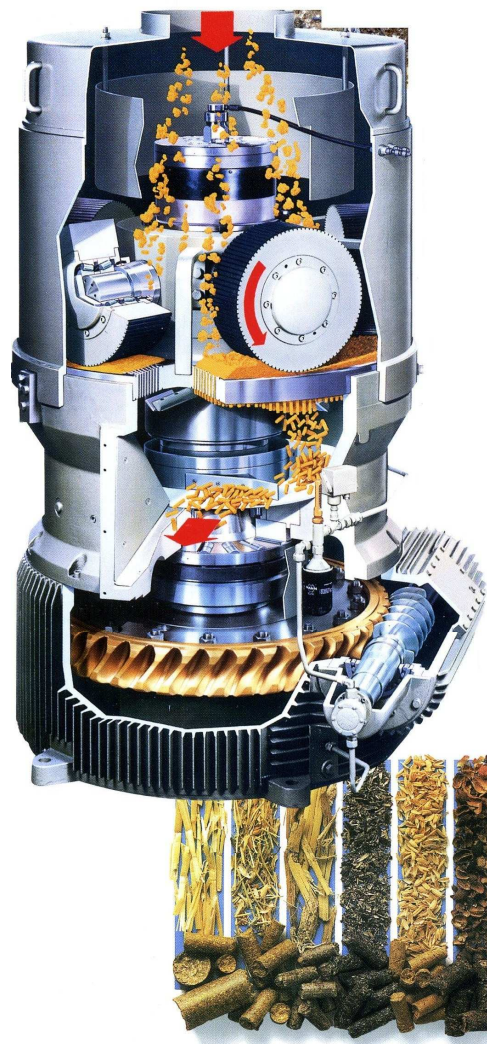
Přesné stanovení složky biomasy v TAP se má opírat o metody zkoušení měřící poměr mezi izotopy ^{14}C a ^{12}C v analytickém vzorku nebo o podobné metody. Takové metody jsou přesto časově náročné a velmi drahé. Tato metoda může sloužit jako referenční metoda, avšak neslouží pro praktické použití.

Pro praktické použití v oblasti TAP je potřebná jednodušší a lacinější metoda. Existují metody vyvinuté v CEN/TC 343/WG 3 (metoda rozkladu a ručního třídění) dávající dobrou přibližnou hodnotu složky biomasy, pokud je ve zdroji oddělených TAP malý výskyt biologicky rozložitelných plastických hmot na fosilní bázi.

Navržené metody zahrnují:

- a) Přímo metodu rozkladu, ve které mohou být také rozloženy určité fosilní části. Podle nizozemské studie je tento zdroj chyb zvládnutelný.
- b) Ruční třídící metodu tam, kde např. nemohou být odděleny složené materiály.
- c) Výpočtovou metodu založenou na určitých parametrech (jako spalné teplo). Tato metoda, ačkoliv je levná a praktická, se považuje za hlavní zdroj nejistoty.

Pro stanovení obsahu energie složky biomasy jsou výše zmíněné metody kombinovány se stanovením spalného tepla složky biomasy a spalného tepla materiálu, který není biomasou. Kombinací stanovení obsahu uhlíku s obsahem obnovitelné energie na bázi biomasy se mohou vypočítat emise skleníkových plynů.



Granulování suchých zbytků a spalitelných nikoliv nebezpečných odpadů
- peletovaná tuhá biogenní a alternativní paliva

Vyhláška MŽP č. 13
ze dne 22. prosince 2008
**o stanovení požadavků na kvalitu paliv pro stacionární zdroje
z hlediska ochrany ovzduší**

§ 2

Základní pojmy

- Pro účely této vyhlášky se rozumí palivem spalitelný materiál v pevném, kapalném a nebo plynném skupenství, určený ke spalování ve stacionárních zdrojích za účelem uvolnění jeho energetického obsahu;
- Za palivo podle této vyhlášky není považován odpad podle jiného právního předpisu s výjimkou rostlinného odpadu, jehož spalování nespadá do působnosti jiného právního předpisu (Zákon o odpadech).

Nařízení vlády č. 146

ze dne 30. května 2007

o emisních limitech a dalších podmínkách provozování spalovacích stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší

§ 4

- (1) Ve spalovacích zdrojích lze spalovat alternativní palivo podle zvláštního právního předpisu pouze v případě, že se jedná o zvláště velký, velký a nebo střední spalovací zdroj, pro jehož konkrétní technologii bylo alternativní palivo vyrobeno, a na kterém byla provedena spalovací zkouška včetně měření emisí, provedené osobou autorizovanou k měření emisí znečišťujících látek.
- (2) Je-li alternativní palivo spalováno ve středním spalovacím zdroji, vztahují se na tento spalovací zdroj podmínky provozu pro velký spalovací zdroj.

Vzorek: **ASA PAL, forma fluff**

Zadavatel: J. Graz, REGIOS Úholičky

Složení	Jednotka	Původní vzorek	Bezvodý stav
voda	% hm.	2,47	-
prchavá hořlavina	% hm.	77,55	79,51
neprchavá hořlavina	% hm.	9,99	10,24
popel	% hm.	9,99	10,24
C	% hm.	39,39	40,39
H	% hm.	5,55	5,69
N	% hm.	1,47	1,51
S	% hm.	0,06	0,06
O	% hm.	41,64	42,69
Cl	% hm.	0,13	0,13

Popel - tavitelnost

tA (měknutí)	>1 300 oC
tB (tání)	>1 300 oC
tC (tečení)	>1 300 oC

	<u>původní vzorek</u>	<u>bezvodý stav</u>
Spalné teplo	20,12 MJ.kg-1	20,63 MJ.kg-1
Výhřevnost	18,85 MJ.kg-1	19,39 MJ.kg-1

Vzorek: **ASA PAL, forma fluff+topolová štěpka, 1:1**

Zadavatel: J. Graz, REGIOS Úholičky

Složení	Jednotka	původní vzorek	bezvodý stav
voda	% hm.	4,48	-
prchavá hořlavina	% hm.	76,25	79,83
neprchavá hořlavina	% hm.	13,00	13,10
popel	% hm.	6,27	6,56
C	% hm.	38,60	40,41
H	% hm.	5,55	5,81
N	% hm.	1,26	1,32
S	% hm.	0,04	0,04
O	% hm.	43,74	45,79
Cl	% hm.	0,06	0,06

Popel - tavitelnost

tA (měknutí)

>1 300 oC

tB (tání)

>1 300 oC

tC (tečení)

>1 300 oC

	původní vzorek	bezvodý stav
Spalné teplo	19,78 MJ.kg-1	20,71 MJ.kg-1
Výhřevnost	18,47 MJ.kg-1	19,45 MJ.kg-1

Topné pelety ø 6 mm, materiál: pšeničné otruby

Složení	Jednotka	Původní vzorek	Bezvodý stav
voda	% hm.	11,30	-
prchavá hořlavina	% hm.	68,95	77,73
neprchavá hořlavina	% hm.	14,73	16,61
popel	% hm.	5,02	5,66
C	% hm.	41,26	46,52
H	% hm.	5,56	6,27
N	% hm.	2,38	2,68
S	% hm.	0,19	0,21
O	% hm.	34,29	38,66
Cl	% hm.	0,05	0,06

Popel - tavitelnost

t_A (měknutí)

635 °C

t_B (tání)

640 °C

t_C (tečení)

645 °C

Otěr dle ÖNORM M 7135

15,3 %

Hustota

1,19 kg/dm³

	<u>původní vzorek</u>	<u>bezvodý stav</u>
Spalné teplo	16,73 MJ.kg ⁻¹	18,86 MJ.kg ⁻¹
Výhřevnost	15,25 MJ.kg ⁻¹	17,50 MJ.kg ⁻¹

Výroba biouhlí jemnou pyrolýzou max. teplota 300 oC



Termolýzní zkušební linka PolyComp – 50 kg/h

Výroba biouhlí jemnou pyrolýzou max. teplota 300 oC



Šarže tuhého biopaliva před procesem

Výroba biouhlí jemnou pyrolýzou max. teplota 300 oC



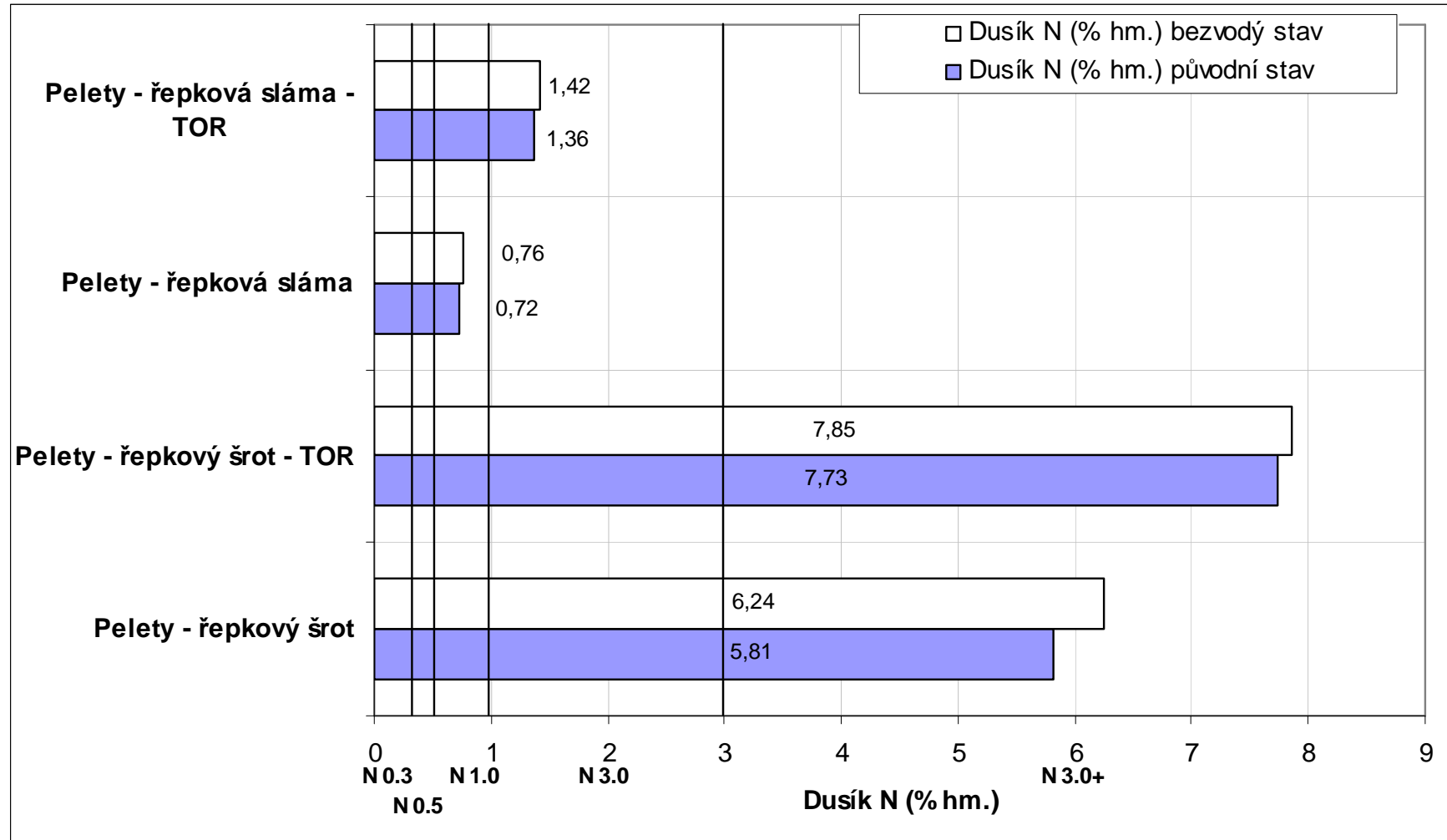
Zpracovávaný materiál v reaktoru termolýzní a zkušební linky

Výroba biouhlí jemnou pyrolýzou max. teplota 300 oC

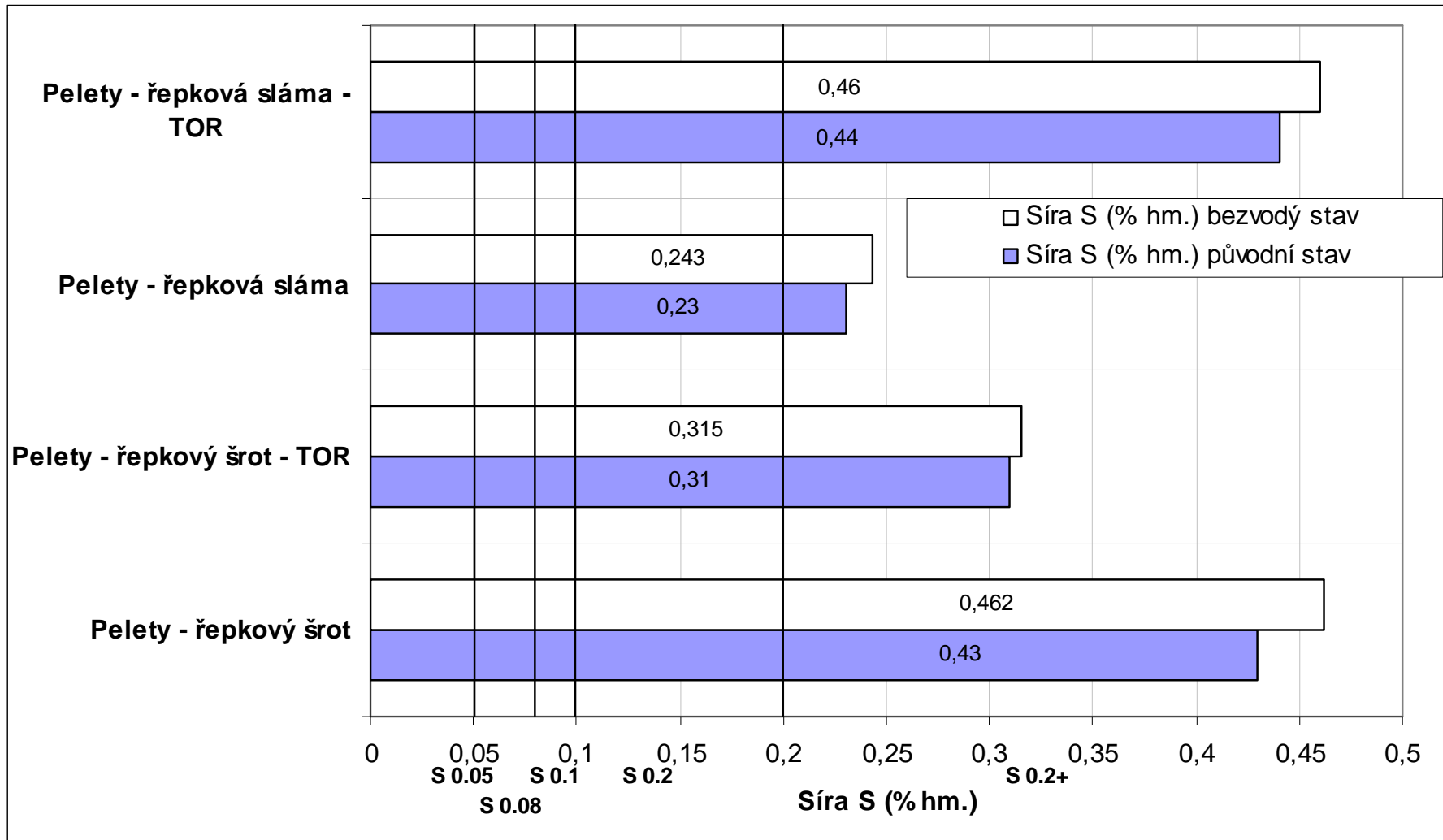


Biouhelné pelety – řepková sláma

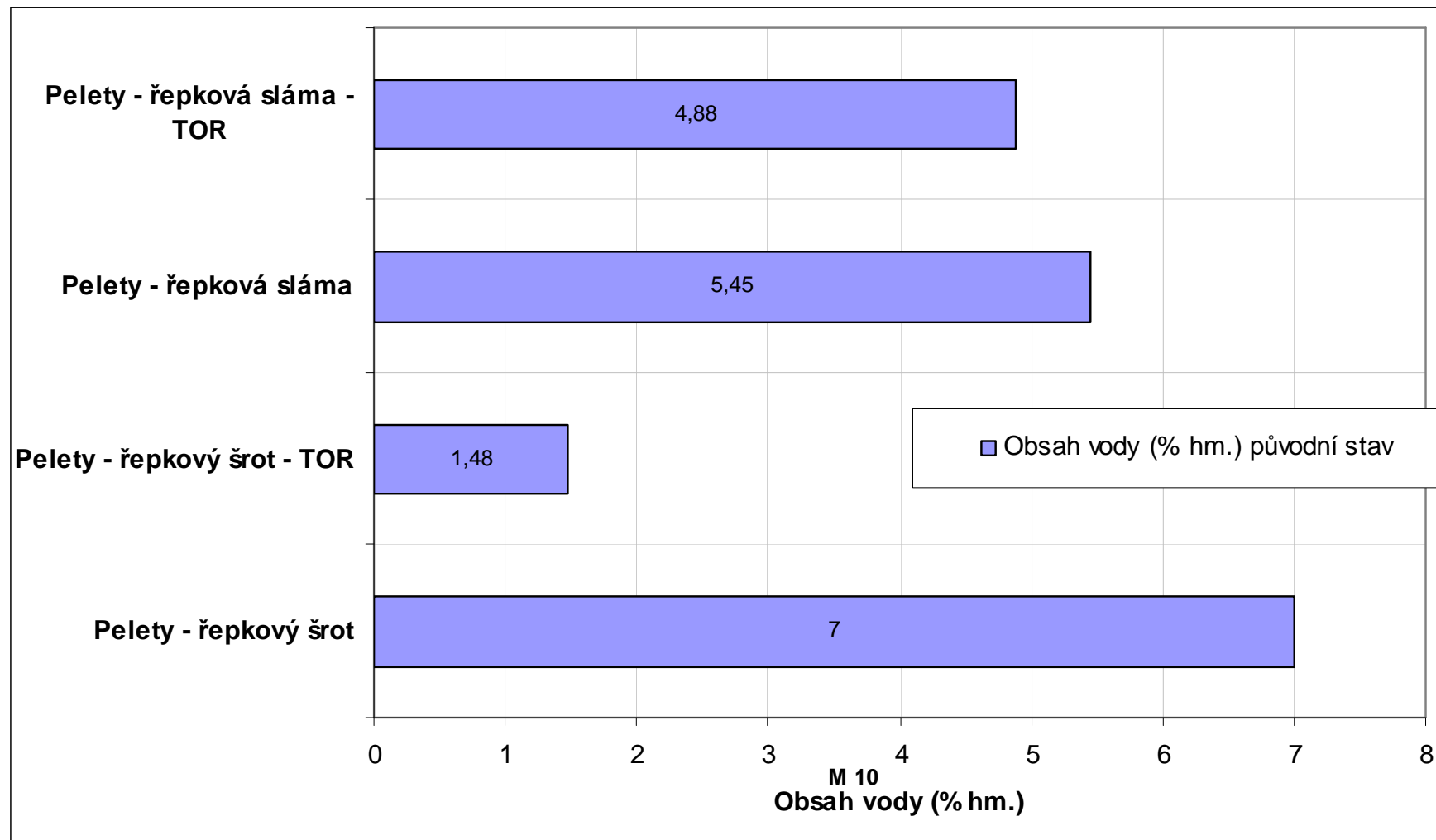
Výroba biouhlí jemnou pyrolýzou max. teplota 300 oC



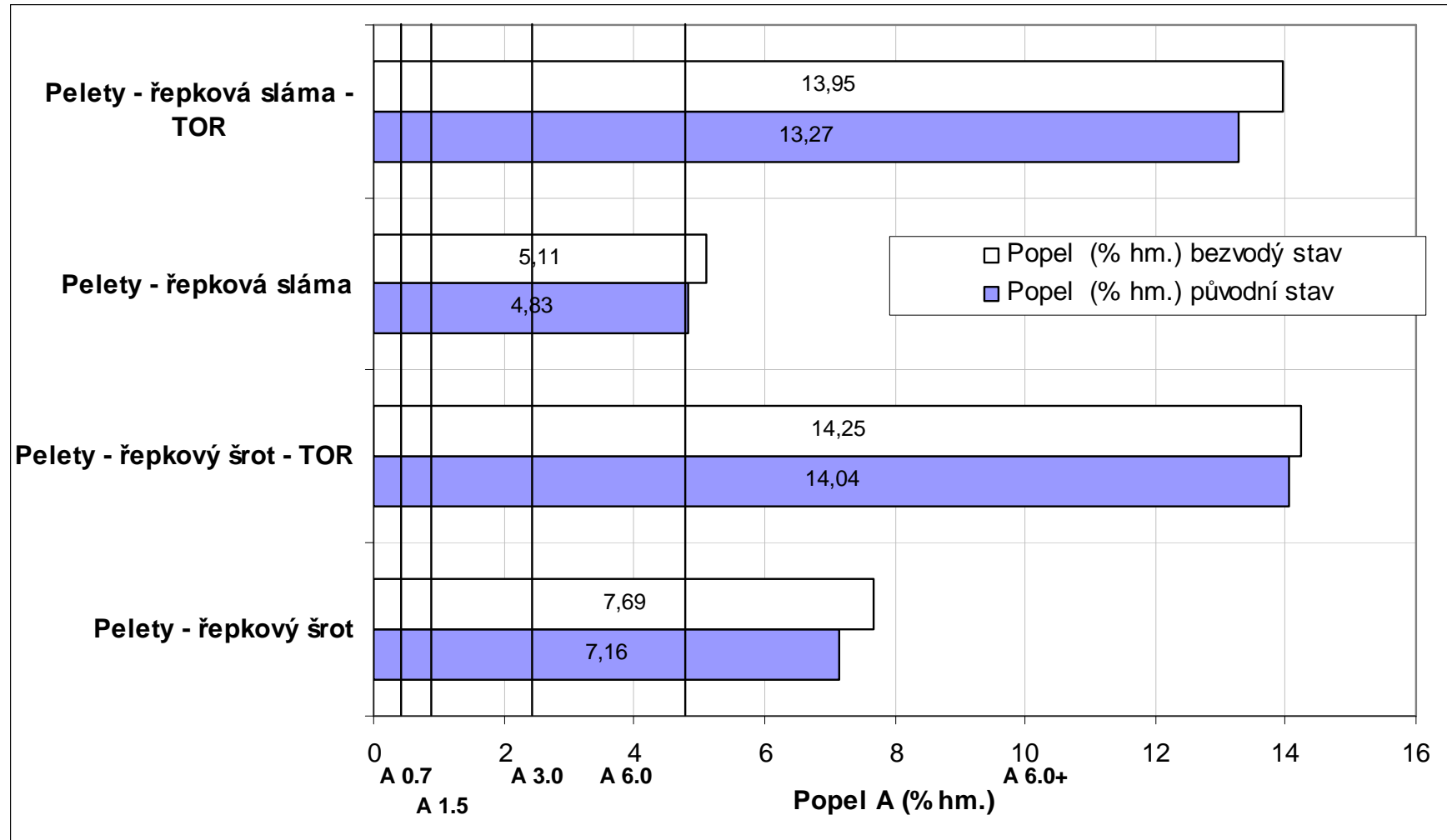
Výroba biouhlí jemnou pyrolýzou max. teplota 300 oC



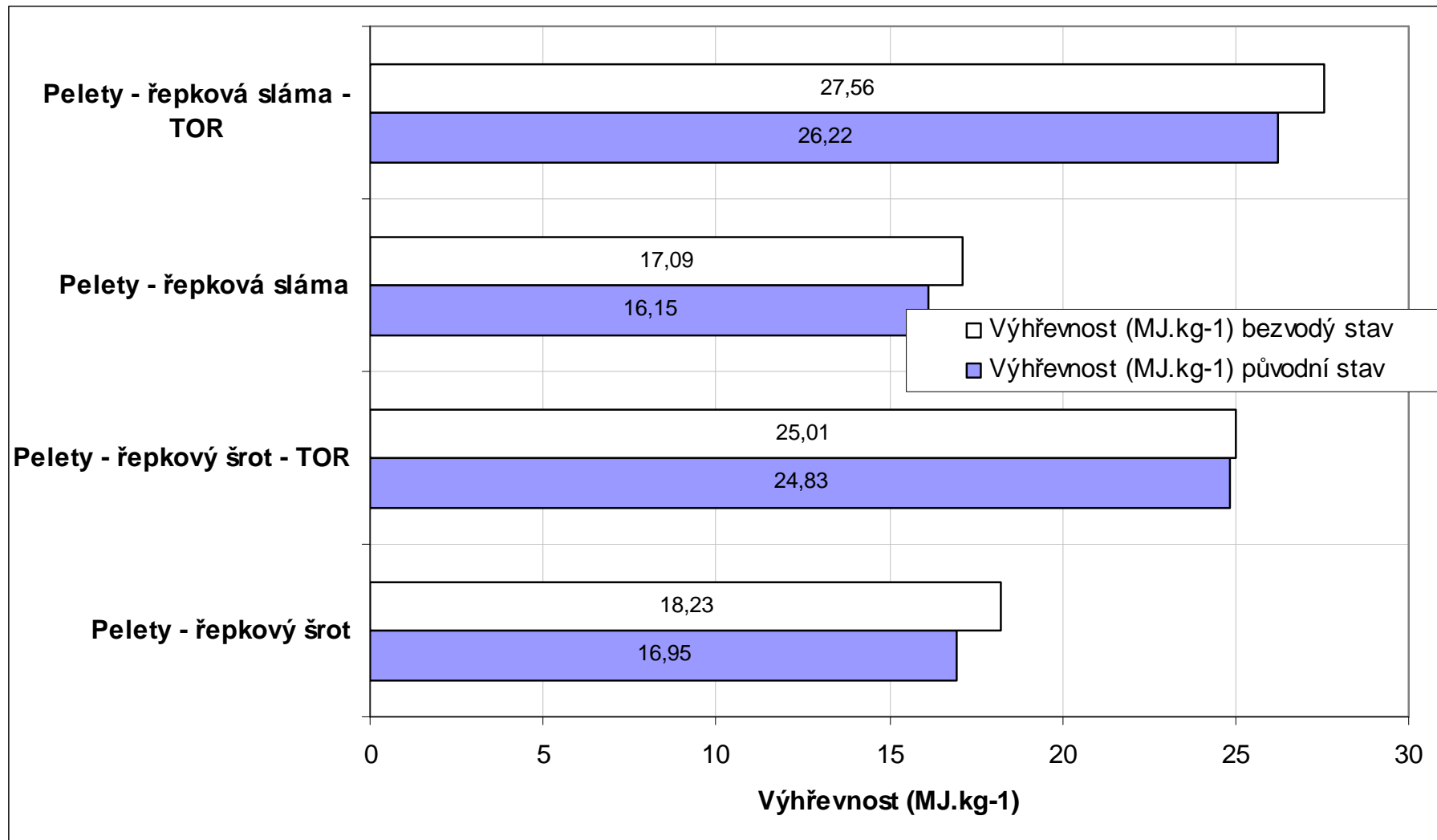
Výroba biouhlí jemnou pyrolýzou max. teplota 300 oC



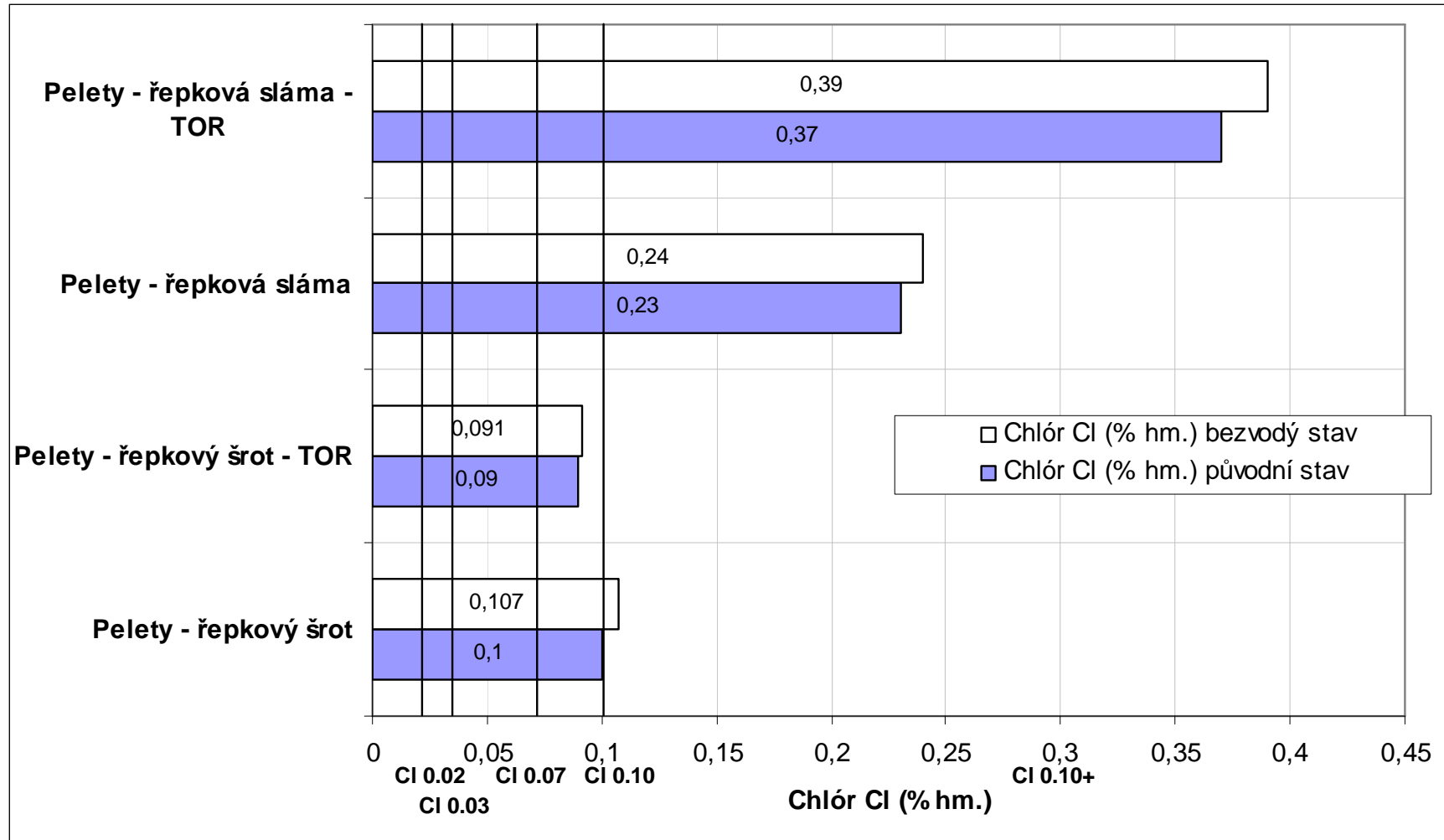
Výroba biouhlí jemnou pyrolýzou max. teplota 300 oC



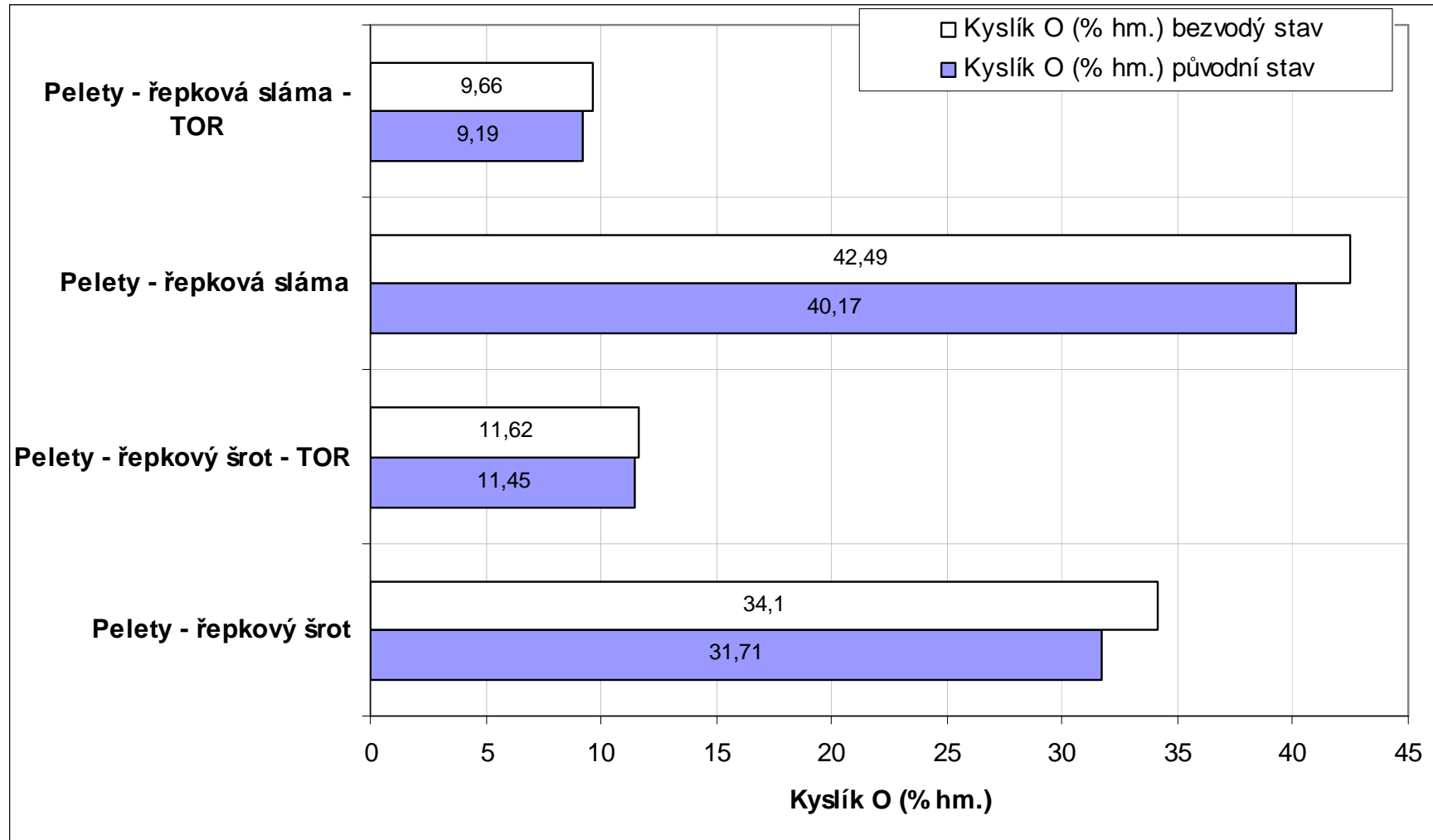
Výroba biouhlí jemnou pyrolýzou max. teplota 300 oC



Výroba biouhlí jemnou pyrolýzou max. teplota 300 oC



Výroba biouhlí jemnou pyrolýzou max. teplota 300 oC



Výroba alternativního uhlí jemnou pyrolýzou

Pelety z textilních zbytků autoplášťů 40 % m/m & pelety z pšeničné slámy 60 % m/m

	Původní materiál	Materiál po jemné pyrolýze
Voda	5,35 % m/m	1,03 % m/m
Popel	8,04 % m/m	17,28 % m/m
Hořlavina	86,61 % m/m	81,69 % m/m
Spalné teplo	21,97 MJ/kg	26,98 MJ/kg
Výhřevnost	20,43 MJ/kg	25,25 MJ/kg

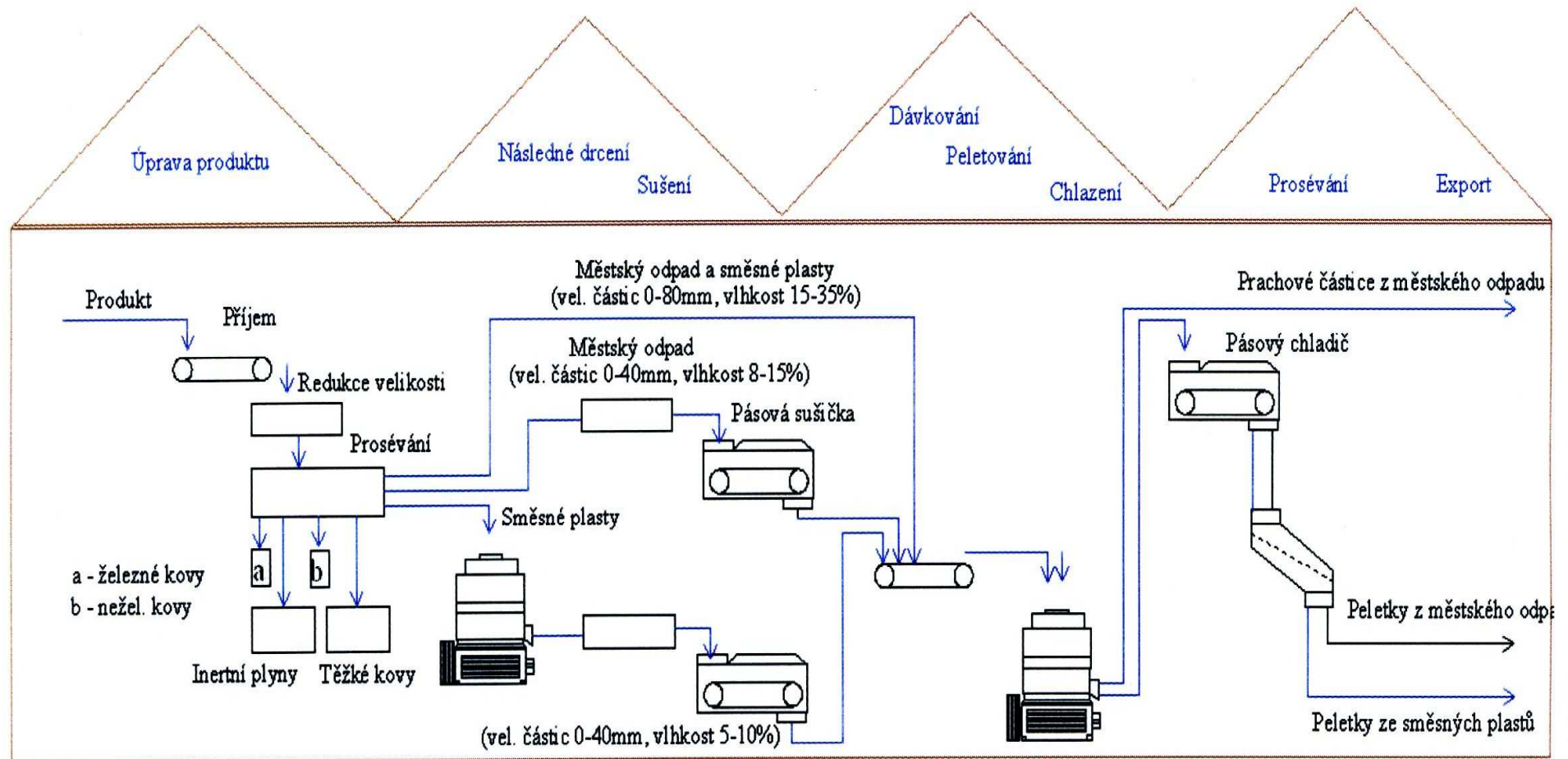
Výroba alternativního uhlí jemnou pyrolýzou

Vedlejší produkt - dehty

Výhřevnosti dehtů získaných při jemné pyrolýze z:

- řepkových šrotů 29,49 MJ/kg
- dřevních pelet 26,59 MJ/kg
- pelet řepkové slámy 28,99 MJ/kg
- pelet pšeničné slámy 24,51 MJ/kg

Zpracování komunálních odpadů a výroba alternativních pelet



Příklady vstupních surovin pro výrobu TAP

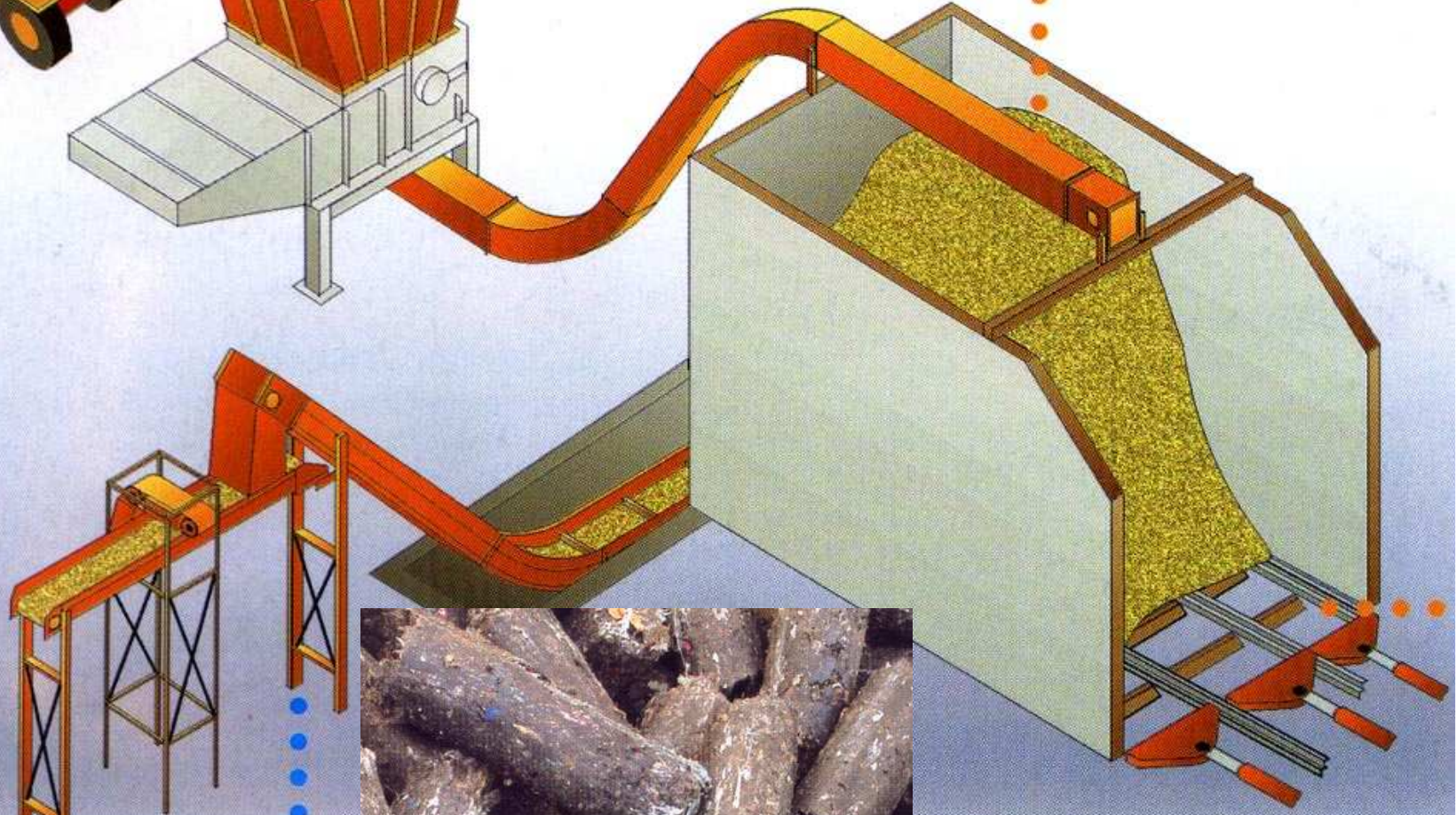
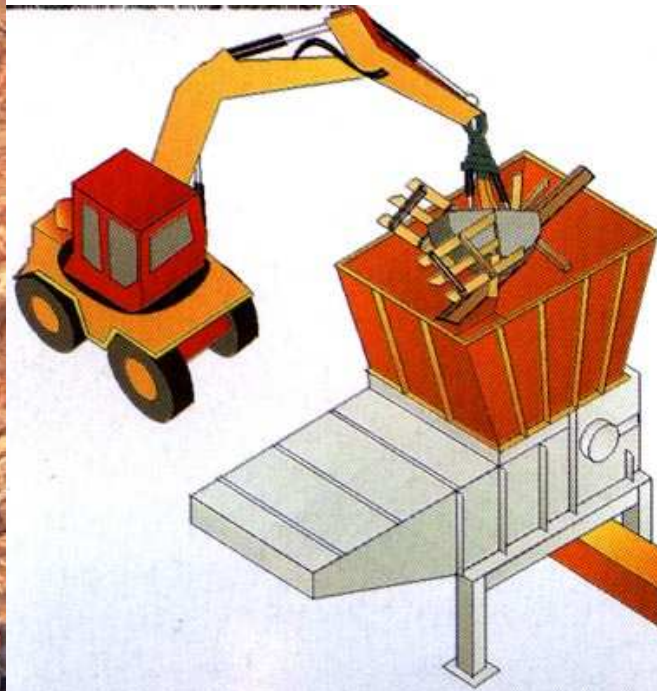


Sypký stav vyrobeného TAP



Řešení strojní linky pro výrobu TAP





Příklady operací pro fermentaci biologicky rozložitelných zbytků a odpadů, jejich sušení a úpravy



AGROPELETY

- Nedostatek kvalitní dřevní hmoty a výrazný nárůst poptávky po peletách vede k tomu, že se na trhu stále více setkáváme s peletami lisovanými z různých zbytků z rostlinné výroby či cíleně pěstovaných energetických plodin.
- Vlastnosti těchto agropelet (výhřevnost 15 – 16,5 MJ.kg⁻¹) se značně liší právě podle druhu a kvality suroviny a ne všechny jsou vhodné pro spalování v malých zdrojích.
- Vedle nižší účinnosti při jejich spalování dochází ve srovnání s běžnou peletou ke značnému napékání popelovin, které mají také podstatně větší objem.
- Jejich výhodou je nižší cena a větší dostupnost.
- Před použitím katrových pelet a agropelet je nutné konzultovat jejich vhodnost pro konkrétní zdroj s výrobcem kotle.
- Pro skladování platí stejná pravidla jako pro brikety.
- Moderní peletové kotle lze pořídit již od 70 tisíc korun.
- Odlišnost při spalování agropelet z dřevní biomasy plyne především z prvkového složení a z něho vyplývajících chemických vlastností a tavitelnosti popelovin.

Typické hodnoty dalších prvků ve dřevě bez kůry, řepkové a pšeničné slámě a seně z lučních trav (mg.kg⁻¹ sušiny)

Druh biomasy	Vápník Ca	Draslík K	Hořčík Mg	Sodík Na	Fosfor P	Křemík Si
Listnaté dřevo bez kůry	1 200	800	200	50	100	150
Jehličnaté dřevo bez kůry	900	400	150	20	60	150
Pšeničná sláma	400	10 000	700	500	100	10 000
Řepková sláma	15 000	10 000	700	500	1 000	1 000
Luční seno	3 500	15 000	1 700	3 000	15 000	100

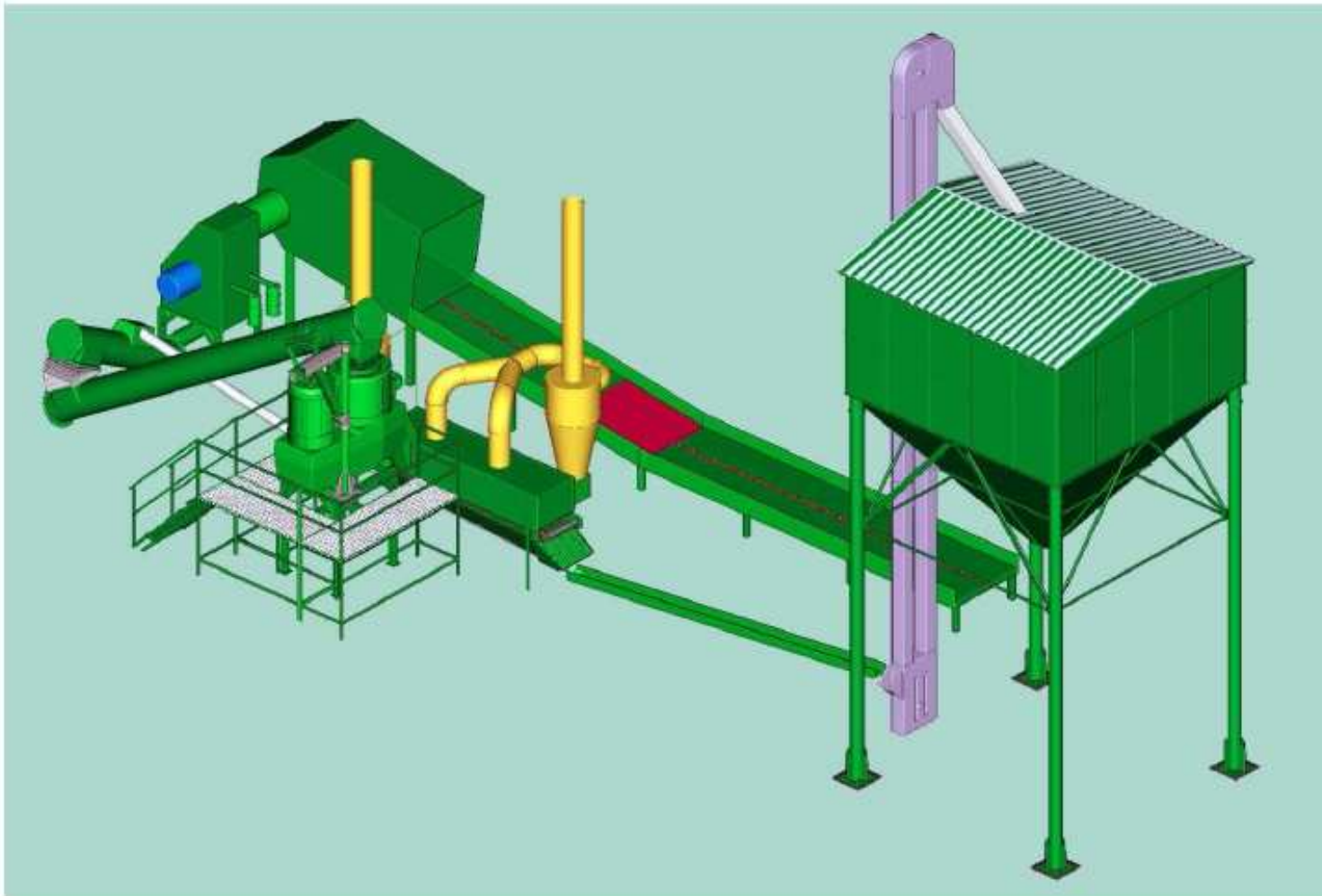
Mnohonásobně vyšší obsah dusíku, síry a chlóru signalizuje i vyšší emise oxidu dusíku, síry a chlorovodíku a v kondenzátu korozivní sulfáty, nitráty a chloridy, společně s organickými kyselinami.

Kyselý obsah popelotvorných prvků (Ca, Mg, P) je také patrný u stébelnin.

Tyto prvky však zvyšují hnojivovou hodnotu popelovin.

Tavitelnost popela snižuje především draslík a sodík.

Výroba agropelet



Linka Granofyt LSP 1800

Výroba agropelet



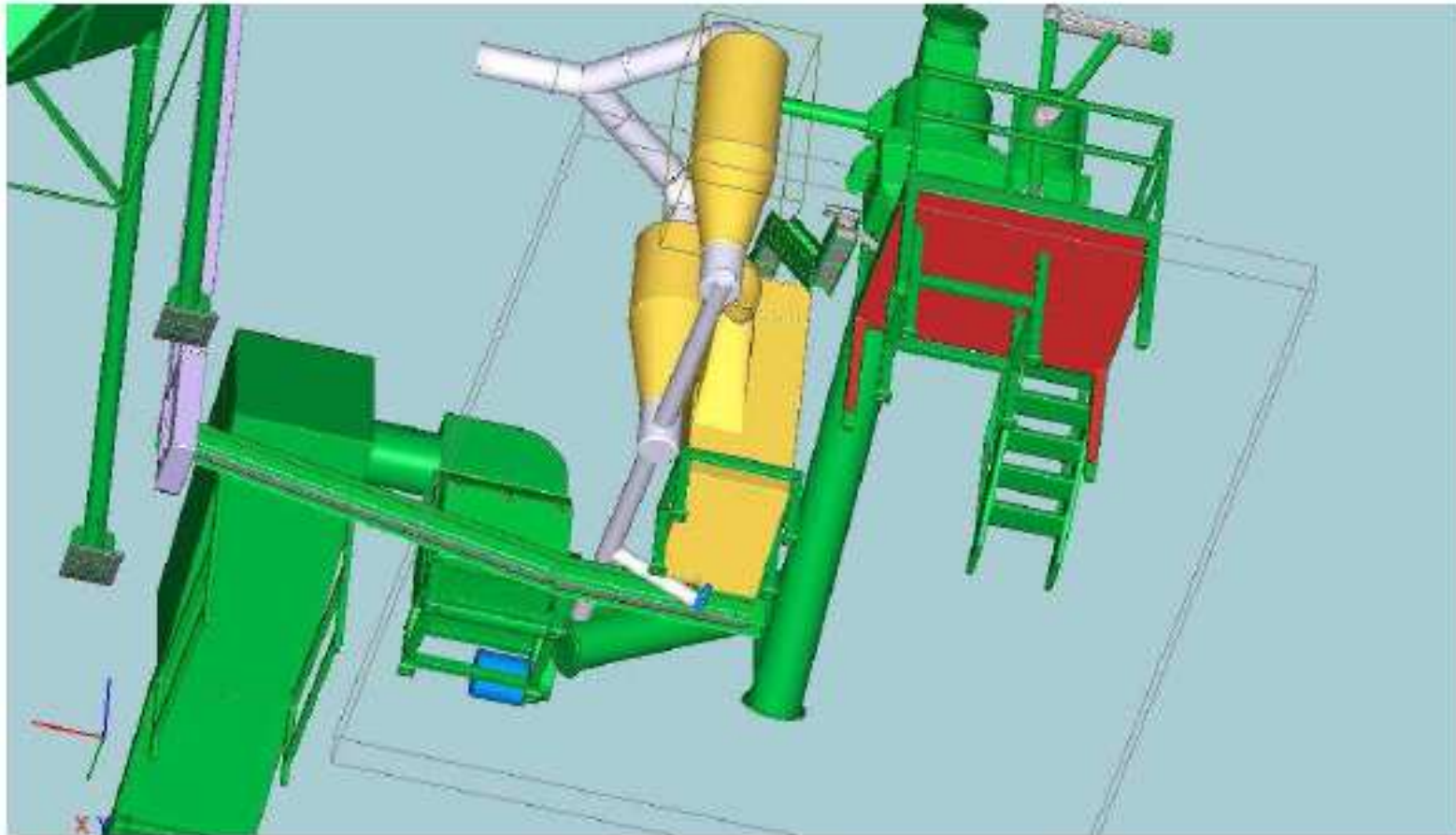
Linka LSP 1800 s novým chladičem pohled 1

Výroba agropelet



Linka LSP 1800 s novým chladičem pohled 2

Výroba agropelet



**Linka LSP 1800 s novým chladičem pohled 3 spodní část
– Dopravník odrolu před lis**

Topné pelety

Nutná podmínka je vysoká kvalita daná technickými normami pro tuhá biopaliva a tuhá alternativní paliva.



Lignotester a prosévací síto DIN 3310-1

Parametry peletovací linky LSP 1800 a podmínky provozování

Kapacita linky při standardní sušině, tj. sušina mezi 6 -15 %, je 1,5 t/hod.

Spotřeba el. energie se pohybuje v rozmezí od 110 - 130 kWh.

Spotřeba el. energie na 1 kg pelet - 87 W.

Optimální velikost sklizené plochy 2000 - 2500 ha do vzdálenosti 20 km.

Při objemu suroviny 5000 až 7000 tun bude linka v provozu 4000 hodin.

Linka by měla být v nepřetržitém provozu.

Průměry pelet 6, 8, 10 a 25 mm byly odzkoušeny v kotlích, určených pro rodinné domy a střední kotelny.

Ze zkoušek vyplynulo, že pro zplyňovací kotle s automatickým příkládáním byly nejvhodnější pelety o průměru 8 mm a do násypkových a krbových kamen byly nejvhodnější pelety o průměru 25 mm.

Měsíční výkon při nepřetržitém provozu je 1000 tun.

Pelety vyrobené na tomto zařízení odpovídají ČSN P CEN/TS 14961.

Hodinový výkon se pohybuje v rozmezí 1300 až 1800 kg.

Nejvíce se vyrábějí pelety o průměru 8 mm.

Na směnu jsou potřeba 2 pracovníci.

A ted' se ptejte vy



Děkuji za pozornost.

Kontaktní adresa:

Petr Jevič

Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i.
Drnovská 507, 161 01 Praha 6
tel.: +420-233022302, e-mail: petr.jevic@vuzt.cz