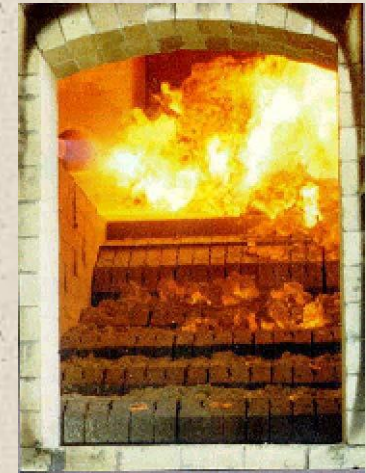


Biokuro savybės, jų įtaka degimo procesui ir deginimo technologijoms

Tarptautinė biomasės energetikos konferencija
Technologijos. Tendencijos. Sprendimai
2014.11.04 , Vilnius



Dr. Egidijus Puida



Kietasis biokuras

Lietuvos standartas LST EN 14961-1 . 2010 m. (Originalo žymuo EN 14961-1 . 2010 m.) Kietasis biokuras. Kuro specifikacijos ir klasės. 1 dalis. Bendrieji reikalavimai.

Biokuro šaltiniai	1. Medienos biomasė	1.1 Miško, želdynų ir kita neapdorota mediena
		1.2 Medienos apdirbimo pramonės šalutiniai produktai ir atliekos
		1.3 Naudota mediena
		1.4 Maišiniai ir mišiniai
	2. Žolinių augalų biomasė	2.1 Žemės ūkio ir sodininkystės žolinių augalų biomasė
		2.2 Augalų perdirbimo pramonės šalutiniai produktai ir atliekos
		2.3 Maišiniai ir mišiniai
	3. Vaisių biomasė	3.1 Vaismedžių sodų ir sodininkystės vaisiai
		3.2 Vaisių perdirbimo pramonės šalutiniai produktai ir atliekos
		3.3 Maišiniai ir mišiniai
	4. Biomasės maišiniai ir mišiniai	4.1 Maišiniai
		4.2 Mišiniai

Medienos skiedra gaminama iš rastų



Medienos skiedra gaminama iš lentpjūvės atliekų



Biokuras (skiedra) iš šakų ar krūmų



Medienos skiedra iš miško kirtimo atliekų



Skiedrų savybių klasifikacija pagal Europos standartą LST EN 14961

Matmenys (mm), CEN/TS 15149-1, CEN/TS 15149-2			
	Pagrindinė frakcija (ne mažiau kaip 75 masės %) mm ^a	Smulkelių frakcija (< 3,15 mm), masės %	Stambių dalelių frakcija masės %), didžiausiasis dalelių ilgis, mm:
P16A ^c	$3,15 \leq P \leq 16$ mm	≤ 12 %	≤ 3 % > 16 mm, visos < 31,5 mm
P16B ^c	$3,15 \leq P \leq 16$ mm	≤ 12 %	≤ 3 % > 45 mm, visos < 120 mm
P45A ^c	$8 \leq P \leq 45$ mm	≤ 8 % ^b	≤ 6 % > 63 mm, mažiau kaip 3,5 % > 100 mm, visos < 120 mm
P45B ^c	$8 \leq P \leq 45$ mm ^b	≤ 8 % ^b	≤ 6 % > 63 mm, mažiau kaip 3,5 % > 100 mm, visos < 350 mm
P63 ^c	$8 \leq P \leq 63$ mm ^b	≤ 6 % ^b	≤ 6 % > 100 mm, visos < 350 mm
P100 ^c	$16 \leq P \leq 100$ mm ^b	≤ 4 % ^b	≤ 6 % > 200 mm, visos < 350 mm
Drėgmė M masės %, koks gautas), EN 14774-1, EN 14774-2			
M10	≤ 10 %		
M15	≤ 15 %		
M20	≤ 20 %		
M25	≤ 25 %		
M30	≤ 30 %		
M35	≤ 35 %		
M40	≤ 40 %		
M45	≤ 45 %		
M50	≤ 50 %		
M55	≤ 55 %		
M55+	> 55 % (nurodoma didžiausioji vertė)		
Pelenai A masės %, sausoji būseną), EN 14775			
A0.5	$\leq 0,5$ %		
A0.7	$\leq 0,7$ %		
A1.0	$\leq 1,0$ %		
A1.5	$\leq 1,5$ %		
A2.0	$\leq 2,0$ %		
A3.0	$\leq 3,0$ %		
A5.0	$\leq 5,0$ %		
A7.0	$\leq 7,0$ %		
A10.0	$\leq 10,0$ %		

Austrijoje šalia Europos sąjungos kietojo biokuro standarto medienos skiedros klasifikavimo naudojamos medienos skiedrų klasės pagal :

- skiedros dydį: G30, G50 ir G100;
- drėgmės kiekį W20, W30, W35, W40 ir W50;
- peleningumą
- *A1 (mažiau kaip 1%)*;
- *A2 (1-5 %)*

BALTPOOL energijos išteklių biržos naudojamos medienos skiedros techninės specifikacijos

Medienos skiedros produktų techninės specifikacijos

Biokuro rūšis	Kodas	Drėgnis % nuo naudojamosios masės		Peleningumas % nuo sausosios masės	Frakcijos dydis (ilgis-plotis-storis), mm		Vidutinio leistino frakcijos dydžio dalis biokure. Ne mažiau nei (%)	Smulkelių frakcijos dydžio dalis biokure, ne daugiau nei (%)	Dominuojanti pirminė žaliava ¹
		Min.	Maks.	Maks.	Vid.	Maks.			
Medienos skiedra	SM1	20	45	2	50-50-20	150-60-20	90	Iki 1	1
Medienos skiedra	SM2	35	55	3	50-50-20	150-60-20	80	5	2
Medienos skiedra	SM3S	30	55	5	15-15-15	45 ²	90	10	3
Medienos skiedra	SM3	35	60	5	50-50-20	150-60-20 ²	80	10	3

¹ Sutartiniai žymėjimai:

1. Padžiovinta malkinė mediena, medienos atraižos, leidžiamos tik gamybos metu susidariusios smulkelės.
2. Leidžiama Nr. 1 pažymėta žaliava ir papildomai medienos pramonės įmonių atliekos, sausų spyglių, sausų lapų kiekis ne daugiau 5 proc. (papildomai prie smulkelių frakcijos).
3. Leidžiama Nr. 1 ir Nr. 2 pažymėta žaliava ir papildomai miško kirtimo atliekos (žievė, pjuvenos, smulkinta mediena, medžio gabaliukai ir kt.). Žievės, spyglių ir lapų neturi būti daugiau kaip 20 proc.

² SM3S maksimali skiedros frakcija negali viršyti 45 mm (matuojant ilgiausią kraštinę), o visų kraštinių suma negali viršyti 90 mm.

³ SM3 skiedrų frakcija gali viršyti 150 mm (matuojant ilgiausią kraštinę), tačiau tokios frakcijos skiedrų negali būti daugiau nei 1 proc. pristatytos naudojamosios masės.

Pagrindinės kieto biokuro energetinės savybės

Šilumingumas, drėgnumas, peleningumas

Naudojamosios kuro masės šilumingumo dydis daugiausiai priklauso nuo:

- biokuro kilmės;
- drėgmės kiekio esančio naudojamajoje kuro masėje;
- kuro peleningumo.

Medienos ir palyginimui šiaudų sausos masės apatinis šilumingumas

Kuro rūšis	Apatinis šilumingumas, MJ/kg	Peleningumas, %
	Sausai masei	
Eglė (su žieve)	18,8	0,6
Bukas (su žieve)	18,4	0,5
Topolis (su žieve)	18,5	1,9
Gluosnis (su žieve)	18,4	2,2
Ažuolas (su žieve)	18,2	0,4
Spygliuočių žievė	19,2	3,8
Palyginimui		
Akmens anglis	29,7	6,3
Rusvoji anglis	20,6	7,6

Kuro rūšis	Apatinis šilumingumas, MJ/kg	Peleningumas, %
	Sausai masei	
Rugių šiaudai	17,4	4,8
Kviečių šiaudai	17,2	5,7
Kvietrugių šiaudai	17,1	6,0
Miežių šiaudai	17,5	4,8
Rapsų šiaudai	17,1	6,2
Kviečių grūdai	17,0	2,7
Kvietrugių grūdai	16,9	2,1
Rapsų grūdai	26,5	4,6
Pievų šienas	17,1	5,7
Daugiametė svidrė	16,5	8,8

Literatūros duomenys: “Handbuch Bioenergie Kleinanlagen”, Vokietija

Biokuro šilumingumo reikšmės iš standarto LST EN 14961

Kuro pavadinimas	Apatinis sausos masės šilumingumas, MJ/kg		Sausos masės peleningumas, %	
	Tipinė vertė	Tipinė sklaida	Tipinė vertė	Tipinė sklaida
Spygliuočių mediena (negenėti medžiai)	19,1	Nuo 18,5 iki 19,8	0,3	Nuo 0,1 iki 1,0
Lapuočių mediena (negenėti medžiai)	18,9	Nuo 18,4 iki 19,2	0,3	Nuo 0,2 iki 1,0
Spygliuočių medžių žievė	19,2	Nuo 17,5 iki 20,5	1,5	Nuo <1 iki 5,0
Lapuočių medžių žievė	19,0	Nuo 17,1 iki 21,3	1,5	Nuo 0,8 iki 3,0
Kirtimo atliekos, spygliuočių mediena	19,2	Nuo 18,5 iki 20,5	3	Nuo <1 iki 10
Kirtimo atliekos, lapuočių mediena	18,7	Nuo 18,3 iki 18,5	5	Nuo 2 iki 10
Trumpos rotacijos atžaliniai medynai, gluosnis	18,4	Nuo 17,7 iki 19,0	2	Nuo 1,1 iki 4,0
Trumpos rotacijos atžaliniai medynai, tuopa	18,4	Nuo 18,16 iki 18,8	2	Nuo 1,5 iki 3,4
Kviečių, rugių, miežių šiaudai	17,6	Nuo 15,8 iki 19,1	5	Nuo 2 iki 10
Rapsų šiaudai	17,6	Nuo 15,8 iki 19,1	5	Nuo 2 iki 10
Kviečių, rugių, miežių grūdai	16,5	Nuo 15,0 iki 18,1	2	Nuo 1,2 iki 4
Rapsų grūdai	26,6		4,3	Nuo 3,75 iki 5,5
Žolė	17,1	Nuo 16,0 iki 19,0	7	Nuo 4 iki 10
Saulėgražų lukštai		Nuo 17 iki 22		Nuo 1,9 iki 7,6

Kai kurių kuro rūšių tyrimo rezultatai atlikti KTU laboratorijoje

Smulkinta mediena

Kuras ėminys	Peleningu mas, %	Sauso kuro apatinis šilumingumas, MJ/kg
1	0,3	18,40
2	0,8	18,28
3	0,7	18,40
4	1,0	18,83
5	1,2	18,41
6	2,2	18,05
7	2,6	17,95
8	2,8	17,60
9	2,9	17,93

Šiaudai ir kt. kuras

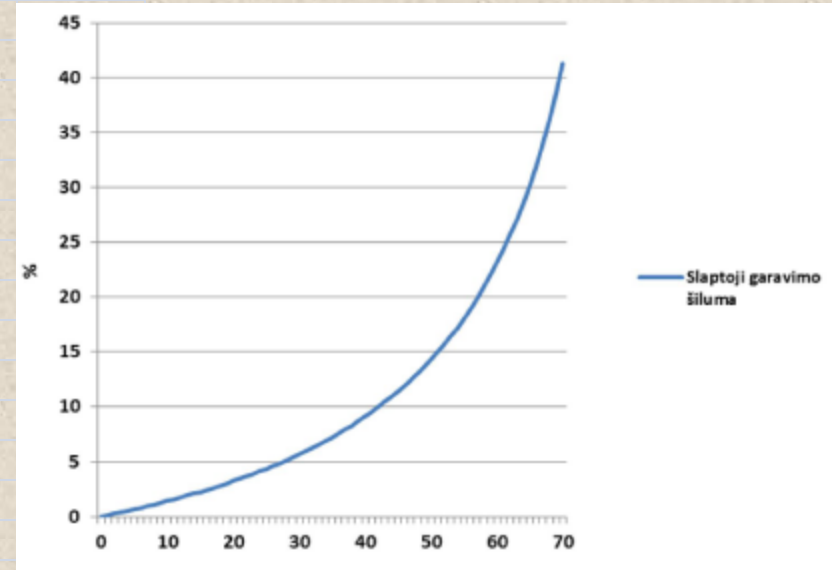
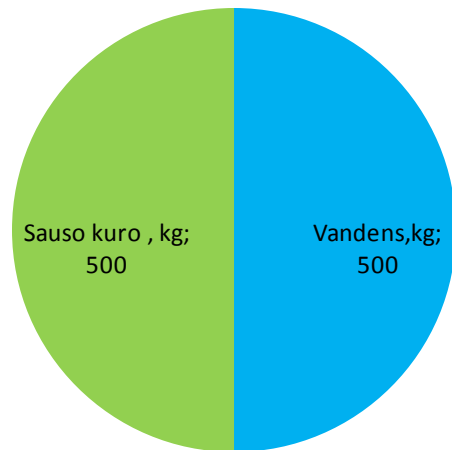
Kuras	Peleningu mas, %	Sauso kuro apatinis šilumingumas, MJ/kg
Šiaudai	5,1	17,08
Šiaudai	5,3	17,01
Šiaudai	5,5	16,98
Grūdų atliekos	11,3	15,94
Rapsų grūdų atliekos	4,6	21,55
Medvilnės atliekų briketas	9,1	14,59

Biokuro kai kurių medžių rūšių apatinio šilumingumo priklausomybė nuo drėgmės kiekio naudojamajoje kuro masėje

<i>Kuro drėgnis (W)</i>	<i>Kuro žemutinis šilumingumas MJ/kg</i>							
	<i>Pušis</i>	<i>Eglė</i>	<i>Beržas</i>	<i>Drebulė</i>	<i>Juodalksnis</i>	<i>Baltalksnis</i>	<i>Klevas</i>	<i>Liepa</i>
20	15,13	14,94	14,95	14,43	14,96	14,86	14,95	14,95
25	14,03	13,86	13,86	13,38	13,87	13,77	13,86	13,86
30	12,93	12,77	12,78	12,32	12,78	12,69	12,78	12,78
35	11,83	11,68	11,69	11,27	11,70	11,61	11,69	11,69
40	10,73	10,60	10,60	10,21	10,61	10,53	10,60	10,60
45	9,64	9,51	9,52	9,16	9,52	9,45	9,52	9,52
50	8,54	8,42	8,43	8,10	8,43	8,37	8,43	8,43
55	7,44	7,34	7,34	7,05	7,35	7,29	7,34	7,34
60	6,34	6,25	6,25	5,99	6,26	6,21	6,25	6,25

Degios medienos kuro masės energijos panaudojimas drėgmei išgarinti

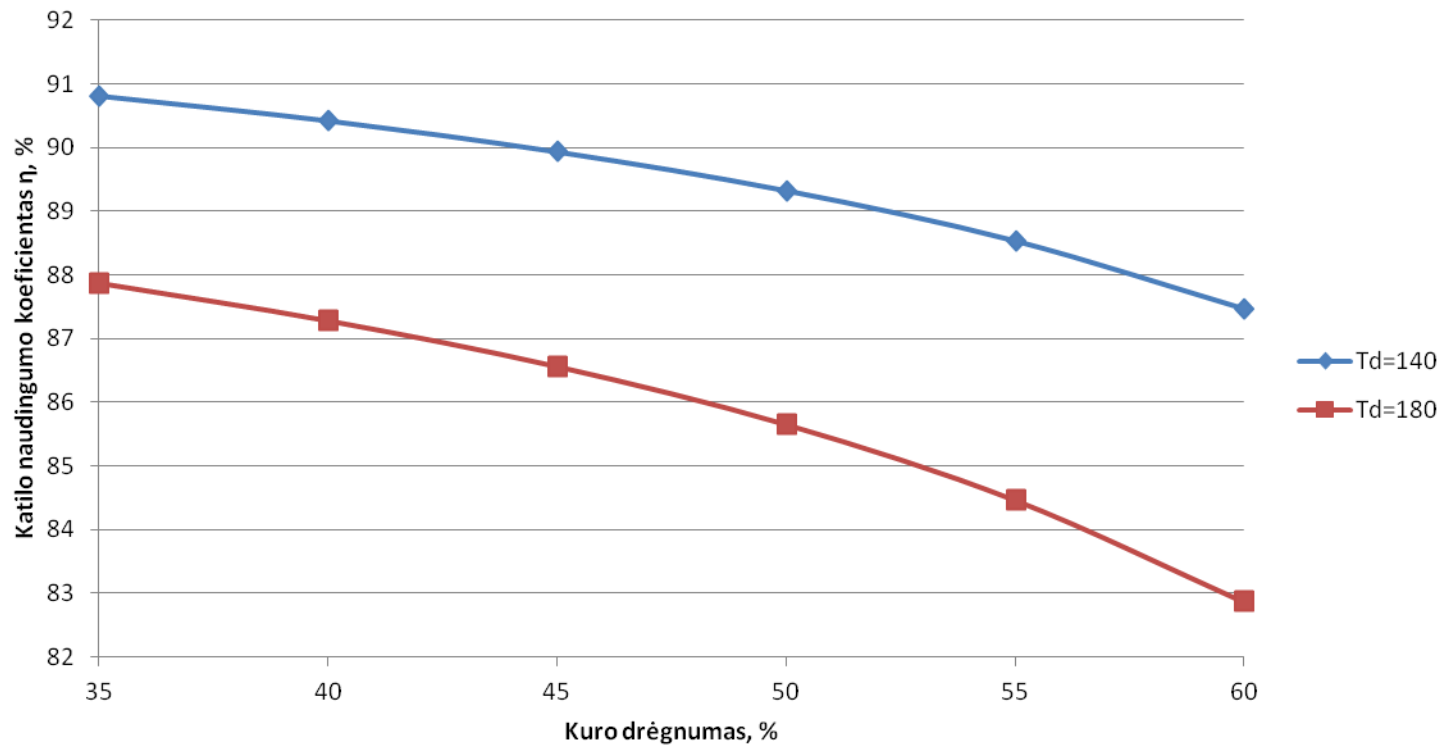
1 tona medienos skiedros 50% drėgmės kuro
Apatinis sausos masės šilumingumas 18,8 MJ/kg



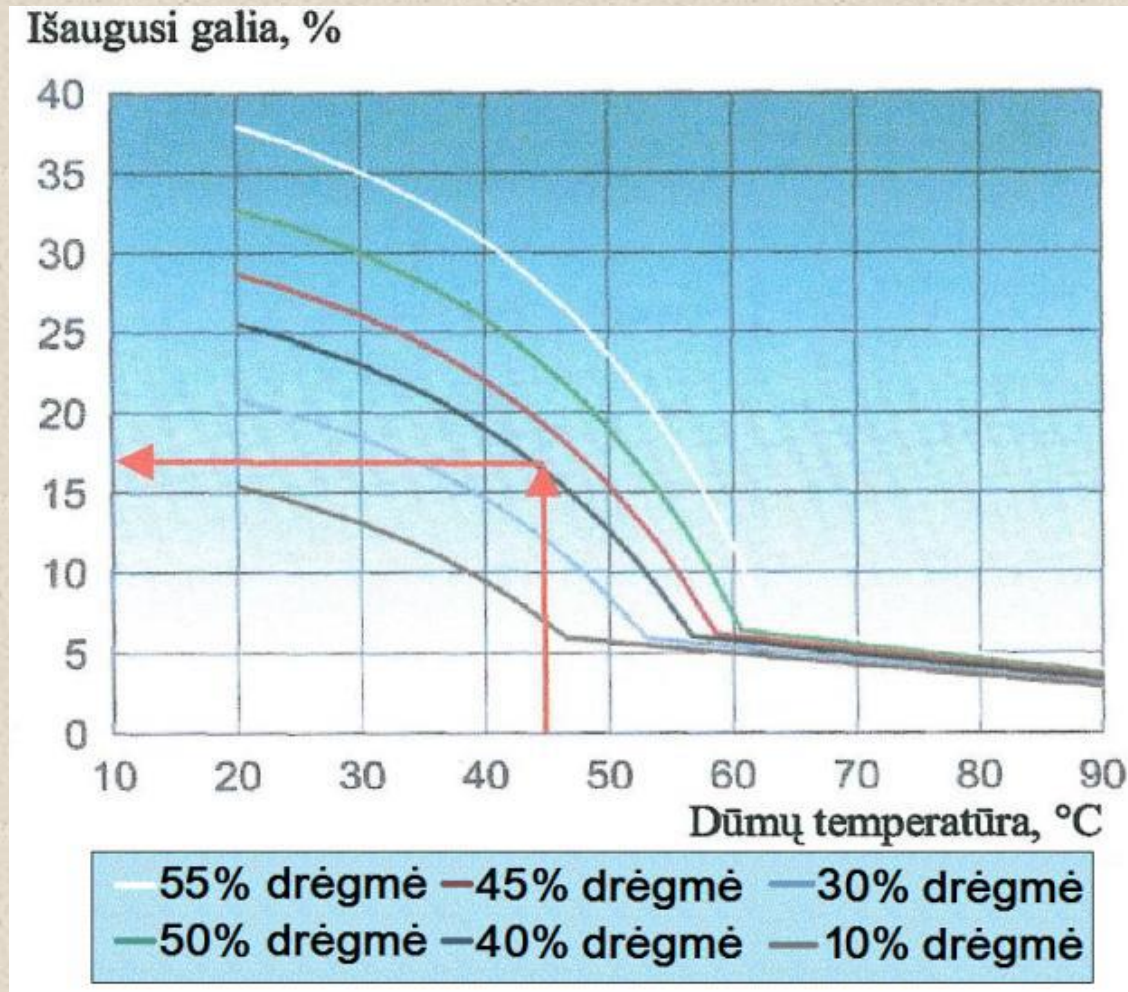
Sausa masė išskirs šilumos	Drėgmei išgarinti reikalinga energija
2611 kWh	340 kWh (apie 13%)

Kuro apatinė šiluminė vertė
2271 kWh

Katilo naudingumo koeficiento priklausomybė nuo kuro drėgnumo, kai $\alpha=1,4$; $q_4=0,1$; $q_5=1,25$; $q_6=0,05$; $CO=0,02\%$



Kondensacinio ekonomaizerio, ataušinant dūmus, šiluminės energijos susigražinimas



Biokuro peleningumo įtaka degimo technologijoms

- Didesnis biokure pelenų kiekis įtakoja:
 - - katilo paviršių užsiteršimą;
 - - intensyvesnę pelenų šalinimo sistemos darbą ;
 - - kondensacinio ekonomaizerio užsiteršimą.

Šiaudų kuro ir medienos kuro cheminės analizės palyginamieji duomenys

Kuro rūšis	C	H	O	N	S	CL
	% sausosios masės					
Eglė (su žieve)	49,8	6,3	43,2	0,13	0,015	0,005
Bukas (su žieve)	47,9	6,2	45,2	0,22	0,015	0,006
Topolis (su žieve)	47,5	6,2	44,1	0,42	0,031	0,004
Gluosnis (su žieve)	47,1	6,1	44,3	0,54	0,045	0,004
Rugių šiaudai	46,6	6,0	42,1	0,55	0,085	0,40
Kviečių šiaudai	45,6	5,8	42,4	0,48	0,082	0,19
Kvietrugių šiaudai	43,9	5,9	42,4	0,42	0,05	0,26
Miežių šiaudai	47,5	5,8	41,4	0,46	0,089	0,4
Rapsų šiaudai	47,1	5,9	40,0	0,84	0,27	0,47
Kviečių grūdai	43,6	6,5	44,9	2,28	0,12	0,04
Kvietrugių grūdai	43,5	6,4	46,4	1,68	0,11	0,07
Rapsų grūdai	60,5	7,2	23,8	3,94	0,10	
Pievų šienas	45,1	5,9	38,4	1,26	0,17	0,76
Daugiametė svidrė	46,1	5,6	38,1	1,34	0,14	0,6

Literatūros duomenys: "Handbuch Bioenergie Kleinanlagen", Vokietija

Katilo korozija

Pavojų kelia HCl korozija, kada kure yra daugiau chloro (Cl).



Biokuro įvairių rūšių peleningumo ir pelenų lydymosi duomenys

Kuro rūšis	Peleningumas, %	Pelenų lydymosi temperatūra °C
	Sausai masei	
Eglė (su žieve)	0,6	1426
Topolis (su žieve)	1,8	1335
Gluosnis (su žieve)	2,0	1283
Spygliuočių žievė	3,8	1440
Rugių šiaudai	4,8	1002
Kviečių šiaudai	5,7	998
Kvietrugių šiaudai	5,9	911
Miežių šiaudai	4,8	980
Rapsų šiaudai	6,2	1273
Kviečių grūdai	2,7	687
Kvietrugių grūdai	2,1	730
Pievų šienas	5,7	1061
Palyginimui		
Akmens anglis	8,3	1250
Rusvoji anglis	5,1	1050

Šlako degimo kameroje susidarymas dėl žemos pelenų lydymosi temperatūros



Iškylančios problemos:

- galimi pelenų šalinimo įrenginių darbo sutrikimai;
- judančio ardyno darbo sutrikimai.

Ačiū už dėmesį