

ES "Horizon2020" programmas finansēts projekts
"Centralizētās siltumapgādes sistēmu darbības uzlabošana
Centrāleiropā un Austrumeiropā" (KeepWarm)
Granta Līgums Nr. 784966



Cietā biokurināmā kvalitātes kritēriji. Standarti

Aivars Žandeckis, Dr.sc.ing.
SIA EKODOMA

26.09.2018.



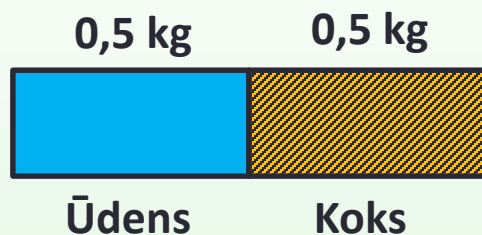
Cietā biokurināmā kvalitātes kritēriji

- Mitruma saturs
- Pelnu saturs
- Izmērs, frakcija (granulometriskais sastāvs)
- Augstākais un zemākais sadeģšanas siltums
- Tilpumblīvums, enerģijas blīvums
- Pelnu kušanas temperatūra
- Citi

Mitruma saturs



- Tiek izteikts kā ūdens masas īpatsvars slapjajā (d.m.) vai sausajā (s.m.) kurināmajā



Mitruma saturs:
50 w-% slapjā masa
100 w-% sausā masa

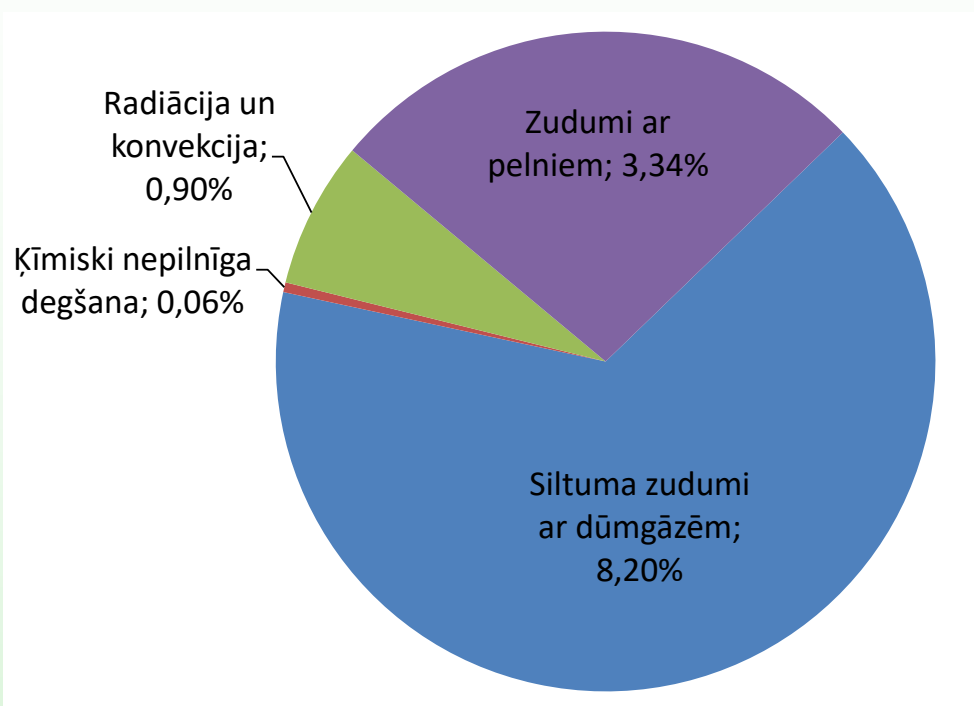
Mitruma saturs, M [w-%]

- Nozīme – **efektivitāte, emisijas, uzglabāšanas iespējas, Q_z^d , paš aizdegšanās, iekārtas īpašības, transportēšanas izmaksas**
- CEN/TS, EN un EN ISO tiek izteikts **uz kurinrināmā slapjo masu**



Mitruma saturs

- Siltuma zudumu sadalījums 15MW šķeldas tvaika katlā, $\eta = 87,5\%$



Entalpijas un siltumietilpība:

Ledus: $\sim 2,09$ kJ/kgK

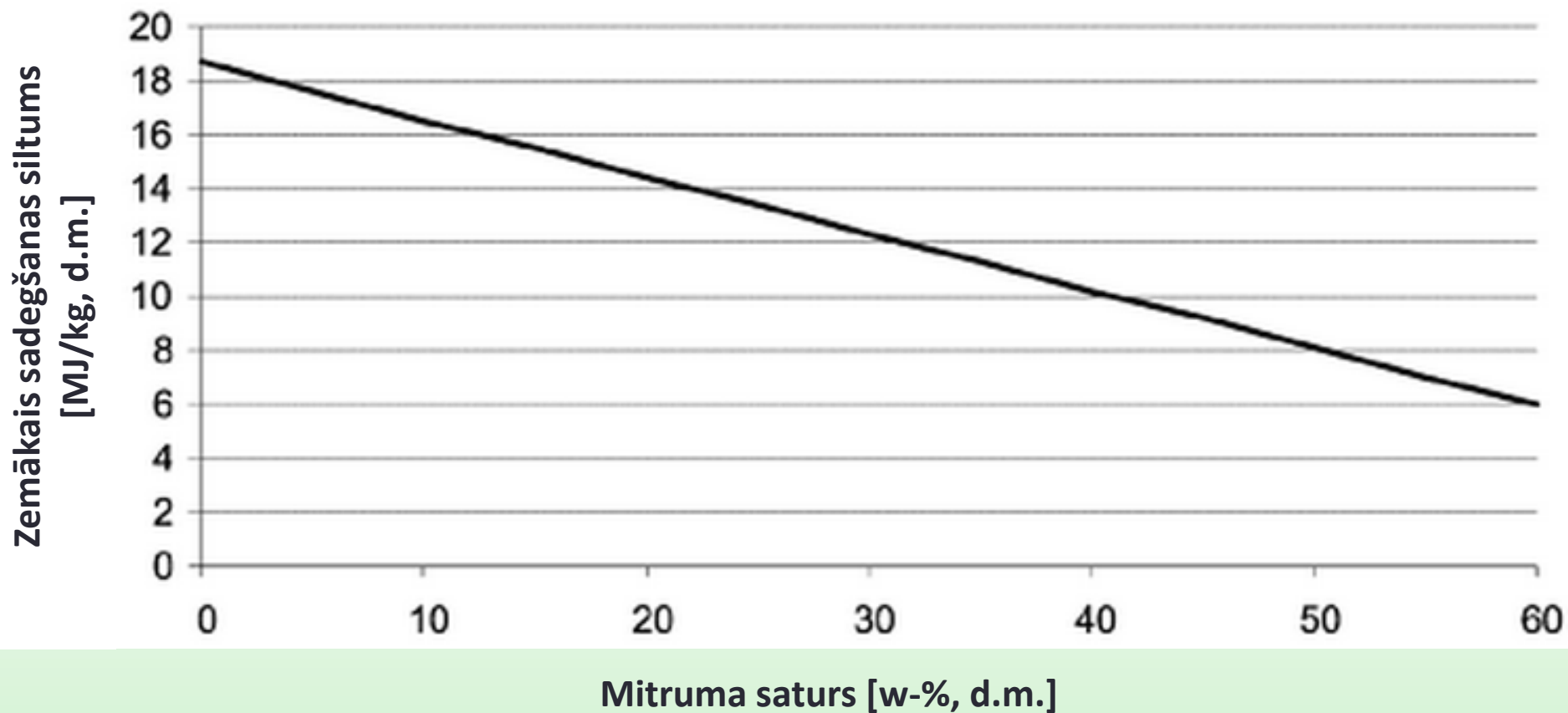
Ledus kušana: ~ 334 kJ/kg

Ūdens: $\sim 4,19$ kJ/kgK

Ūdens iztvaicēšana : ~ 2257 kJ/kg

Tvaiks: $\sim 2,03$ kJ/kgK (100-180°C)

Koksnes zemākais sadeģšanas siltums (NCV) atkarībā no mitruma satura

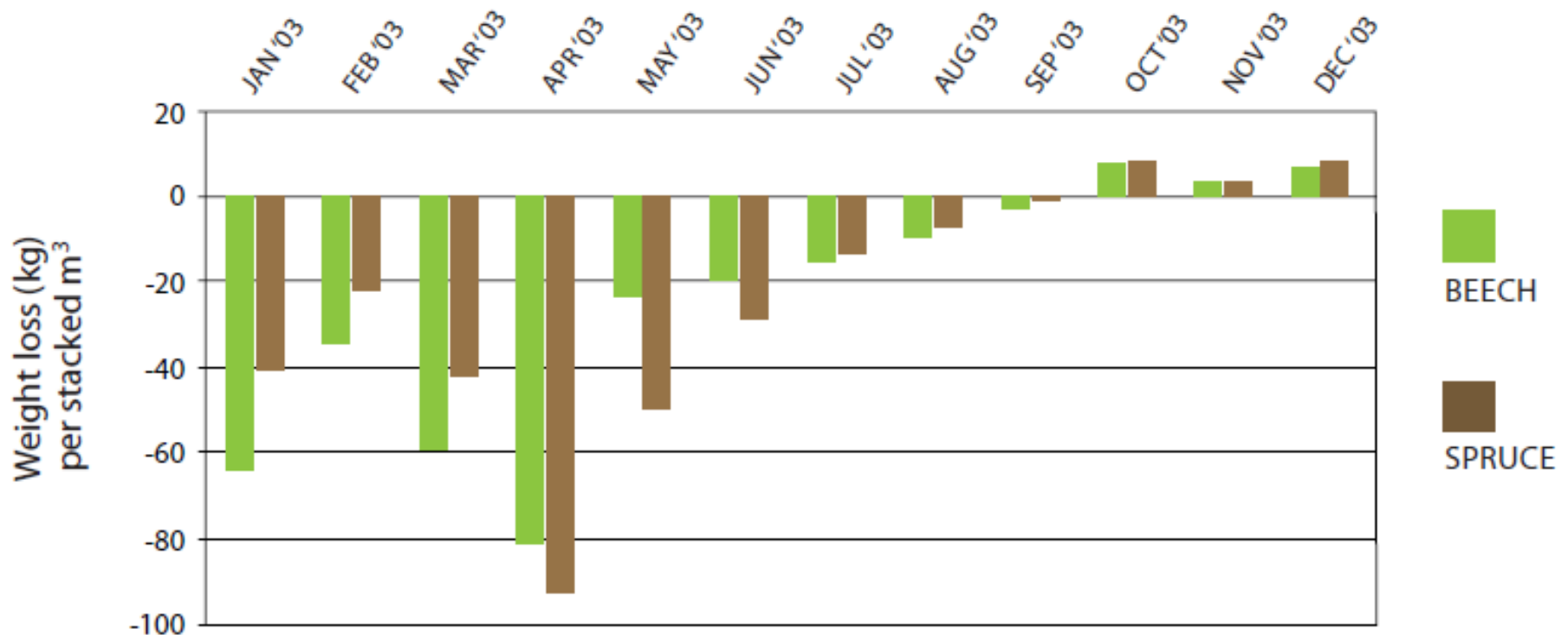


Mitruma saturs

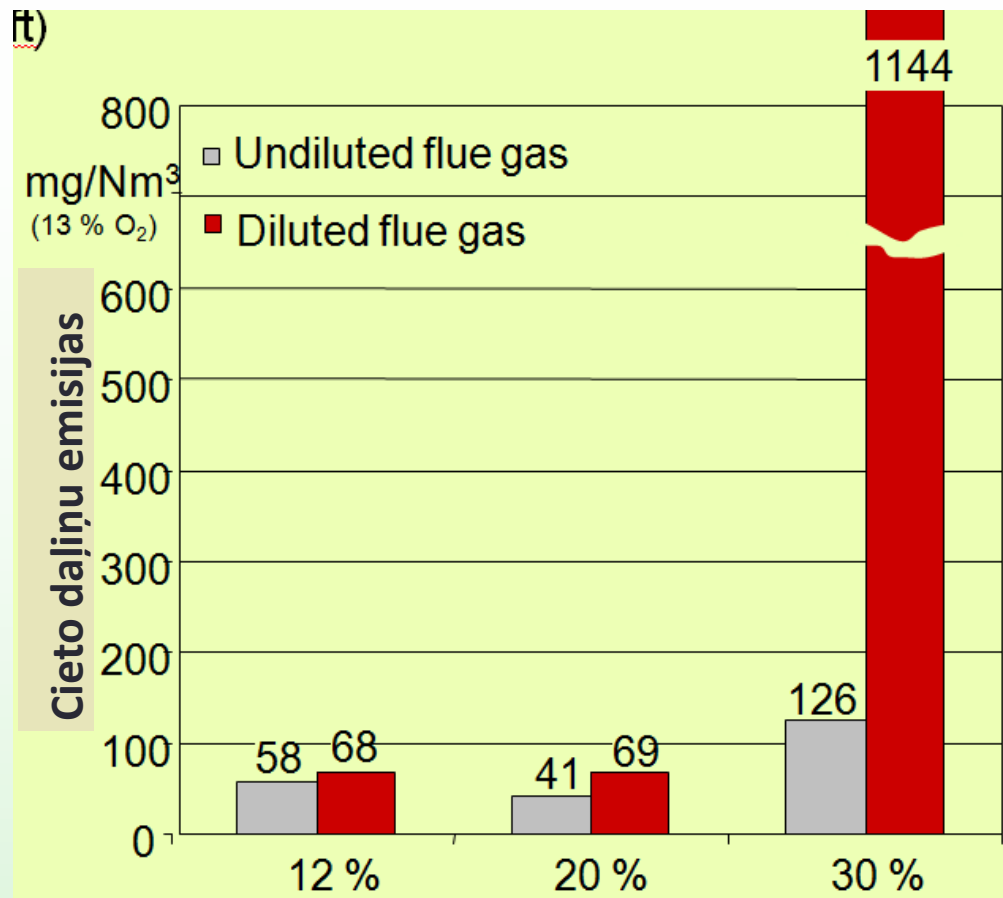
Biokurināmais	Mitruma saturs, wt%
Malka	3,5 – 58,2; vid. 16,6 (13 paraugi)
Šķelda	16,8 – 64,0; vid. 41,0 (25 paraugi)
Kokskaidu granulas	5,8 – 9,4; vid. 7,5 (14 paraugi)
Salmu granulas	8,9 – 12,7; vid. 10,7 (5 paraugi)
Salmi	15 - 25
Zāle	18 – 30

Mitruma saturs

Dabīgā malkas žāvēšana (sakrauta, zem pārsega)



Mitruma saturs. Malkas krāsns

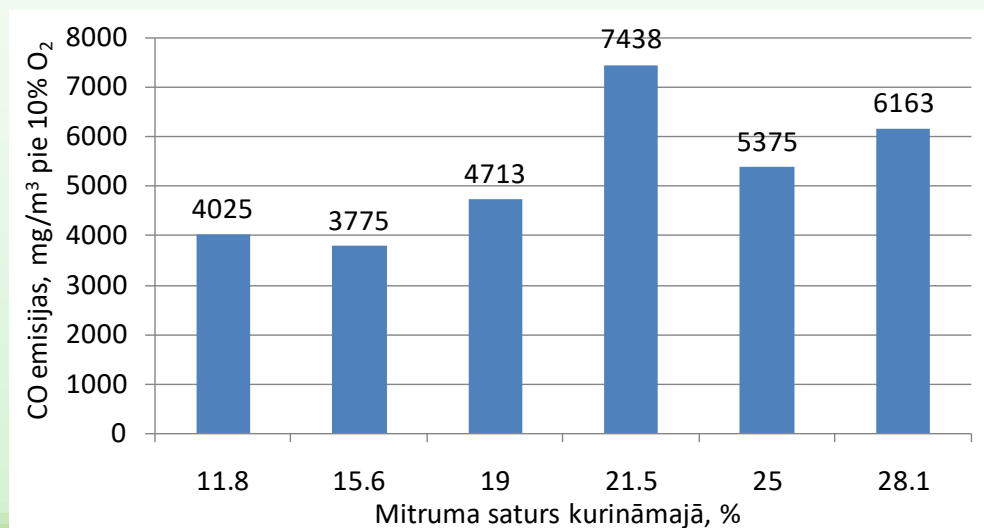
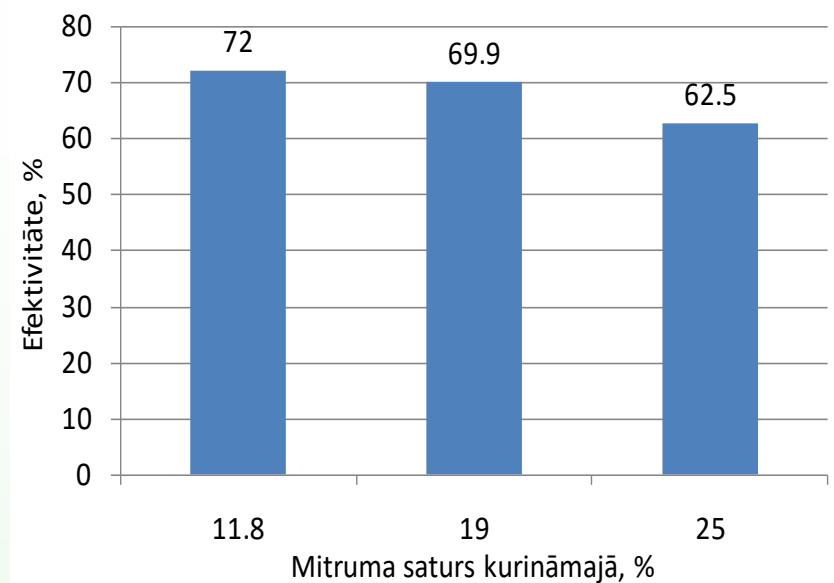


Mitruma saturs kurināmajā

Mitruma saturs. Malkas krāsns



Bērza malka



Mitruma saturs. Malkas katls

Fröling FHG Turbo 3000

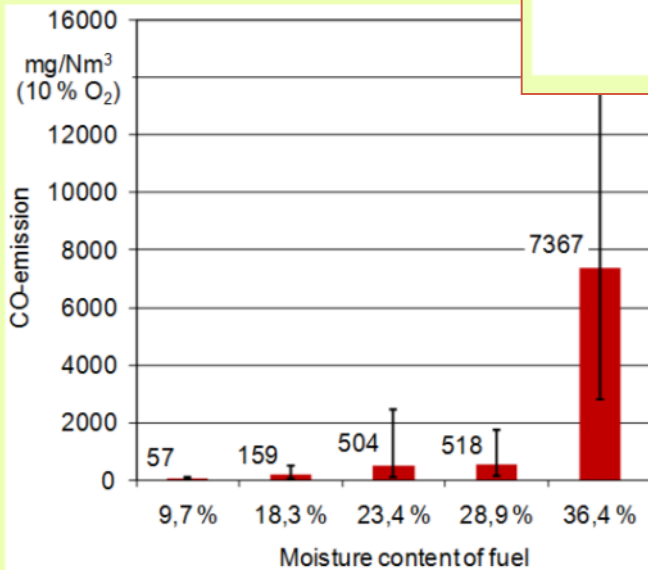
Apdzīvotā vilkme, gaisa
regulēšana

Nominālā jauda: 30 kW

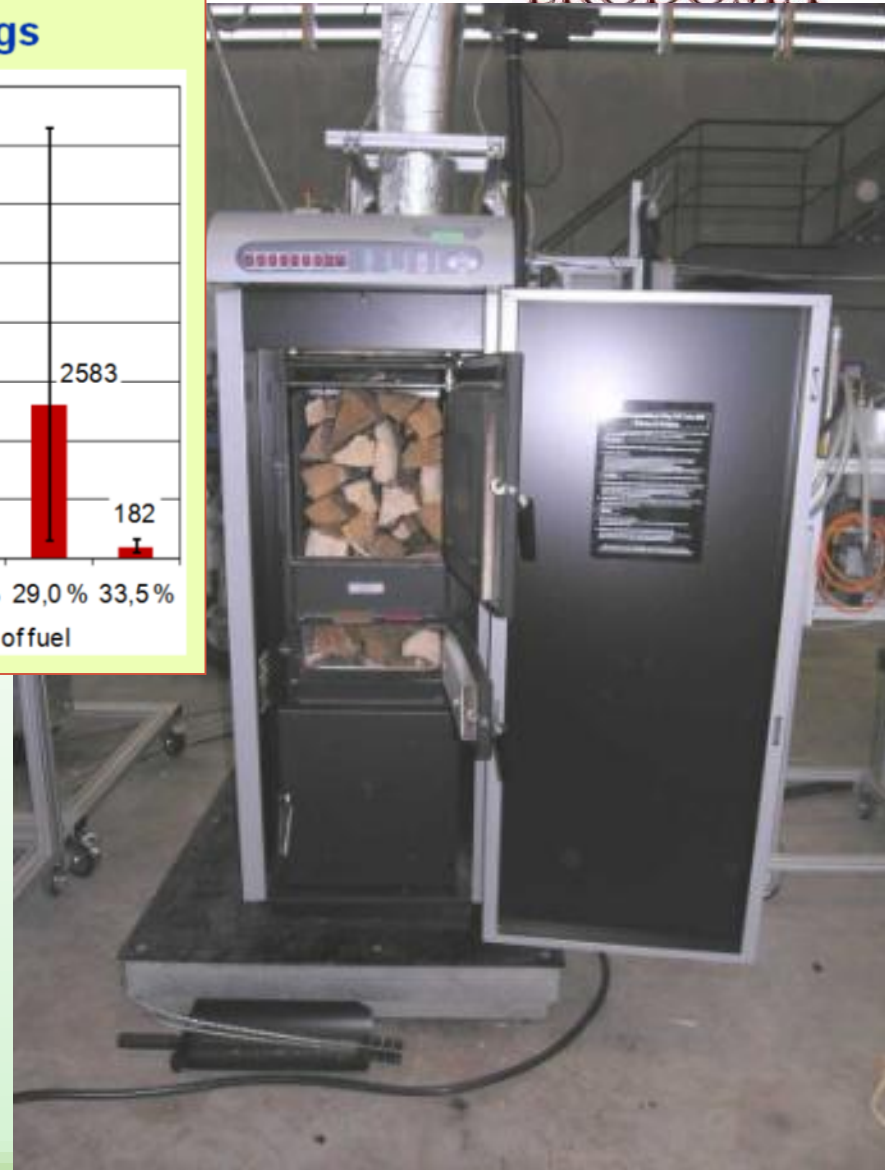
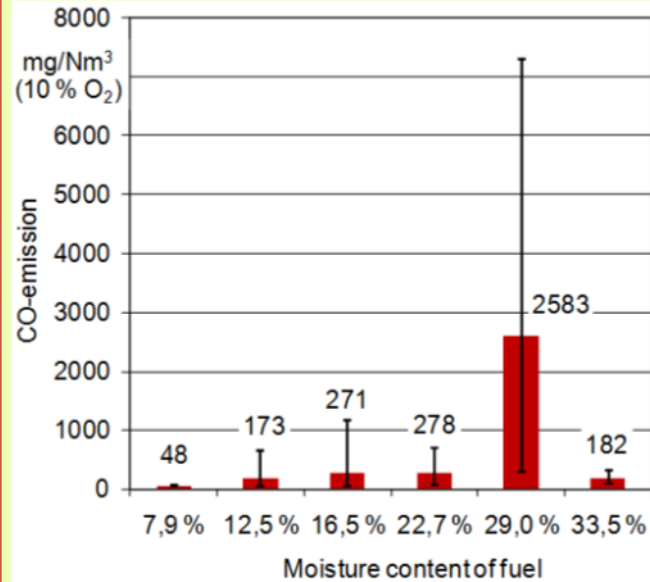
Ūdens ietilpība: 140 l

Pagaļu garums: 50 cm

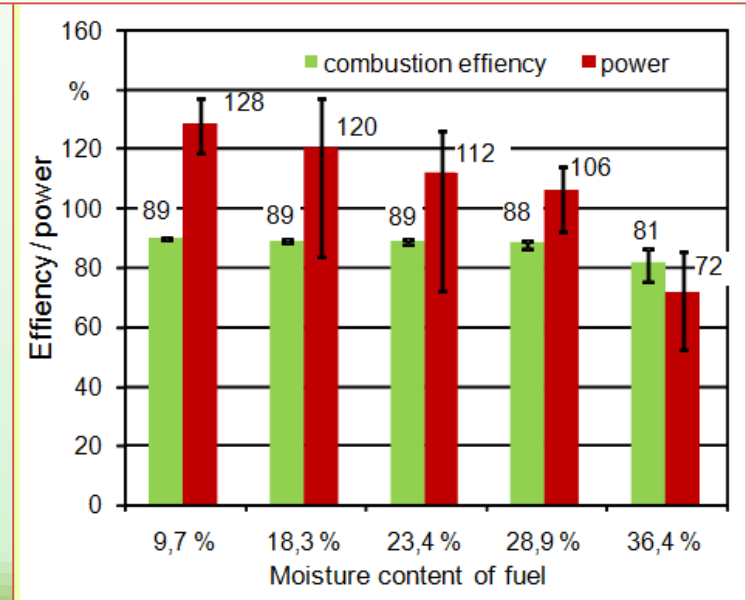
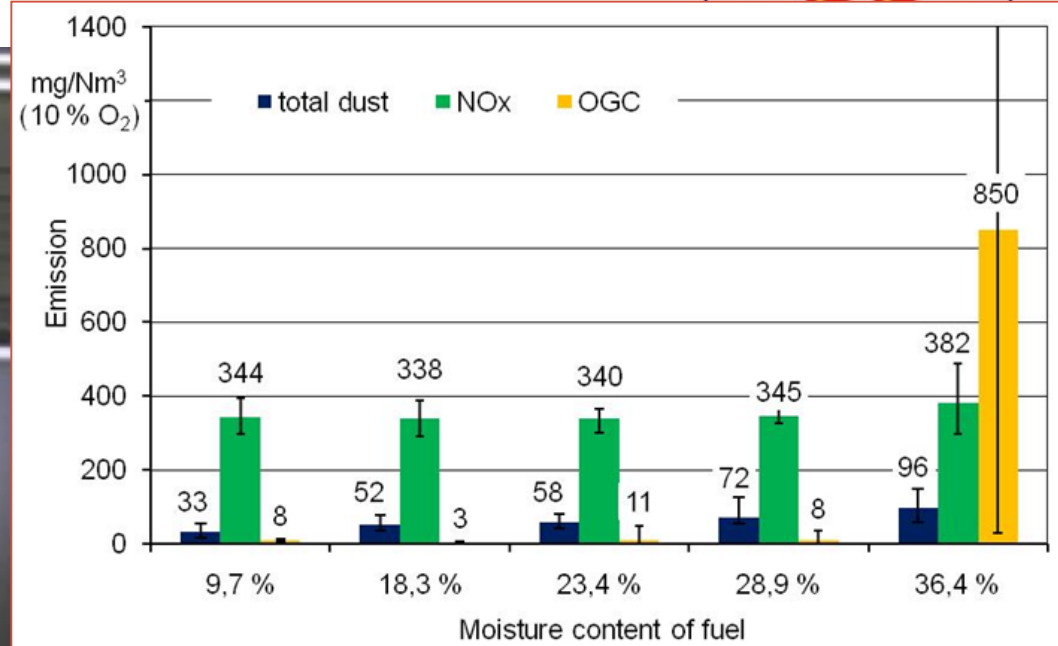
Beech wood logs



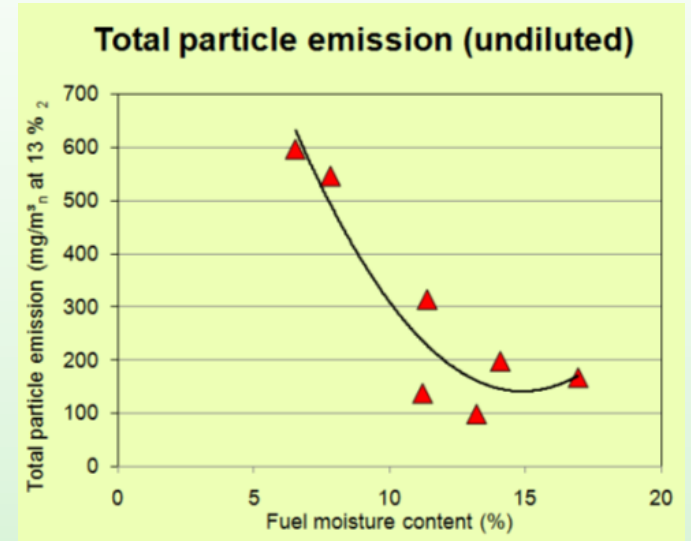
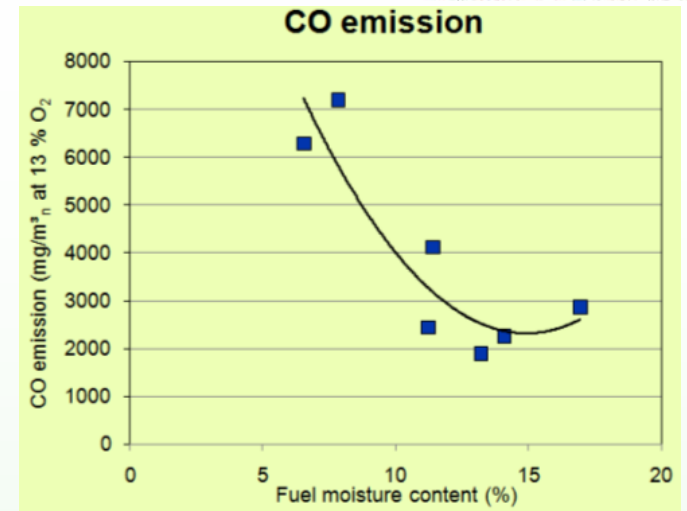
Spruce wood logs



Mitruma saturs. Malkas katls



Vai ir labi dedzināt ļoti sausu koksni?



Augstākais sadeģšanas siltums, GCV vai Q_{gr} [MJ/kg vai kWh/kg]

- Siltuma daudzums, kas izdalās ja ūdens **pēc degšanas procesa ir šķidrā fāzē**;
- Nozīme – **kurināmā utilizācija, tehniskie risinājumi.**

$$GCV = 0.3491 \cdot X_C + 1.1783 \cdot X_H + 0.1005 \cdot X_S - 0.0151 \cdot X_N - 0.1034 \cdot X_O - 0.0211 \cdot X_{pelni} \text{ [MJ/kg, s.m.]}$$

C – ogleklis, %, s.m.

H – ūdeņradis, %, s.m.

S – sērs, %, s.m.

O – skābeklis, %, s.m.

Pelni – pelnu saturs, %, s.m.

Augstākais sadegšanas siltums



Standarti:

- Sadegšanas siltums: LVS EN 14918
- C, H, N saturs: LVS EN ISO 16948
- S un Cl saturs: LVS EN ISO 16994

Zemākais sadeģšanas siltums, NCV vai Q_{net} [MJ/kg vai kWh/kg]

- Siltuma daudzums, kas izdalās ja ūdens **pēc degšanas procesa ir gāzveida fāzē;**
- Nozīme – **kurināmā utilizācija, tehniskie risinājumi.**

$$\begin{aligned}
 NCV = GCV \cdot (1-w/100) - 2.444 \cdot w/100 - \\
 - 2.444 \cdot H/100 \cdot 8.936 \cdot (1-w/100) \\
 [MJ/kg, d.m.]
 \end{aligned}$$

GCV – augstākais sadeģšanas siltums, MJ/kg , s.m.

w – mitruma saturs, % d.m.

H – ūdeņradis, %, s.m.

Zemākais sadeģšanas siltums

- Augstākais un zemākais sadeģšanas siltums

Kurināmais	GCV vai Q_a^s , wt%	NCV vai Q_z^d , wt%	Paraugi
Malka	19,3 - 20,3 vid. 20,0	6,08 – 17,3 vid. 15,4	14
Šķelda	19,5 - 21,1 vid. 20,2	5,46 – 16,7 vid. 10,4	21
Kokskaidu granulas	18,2 - 20,8 vid. 20,2	15,1 – 18,3 vid. 17,2	27
Salmu granulas	18,2 - 20,6 vid. 19,0	15,1 – 17,0 vid. 15,8	3

Zemākais sadegšanas siltums

- Zemākais sadegšanas siltums un enerģijas blīvums

Kurināmais	GJ/t	GJ/m ³
Sausā koksne	15	10
Papīrs	17	9
Sausi kūtsmēsli	16	4
Salmi	14	1,4
Mājsaimniecības atkritumi	9	1,5
Nafta	42	34
Ogles	18	50
Dabasgāze	55	0,04

Pelnu saturs, A [w-%]

- Pelnus veidojošie elementi (Si, Ca, Mg, K, Na un P) biomasā ir atrodami **sāļu, smilts un augsnes** formā. Avots – augšana, iegūšana un transportēšana;
- Potenciālā ietekme – **emisijas, pelnu un utilizācija, degšanas tehnoloģijas;**
- **Vienmēr tiek attiecināts uz kurināmā sauso masu**
- Standarts: LVS EN 14775



Pelnu saturs

21



Biokurināmais	Pelnu saturs, wt%
Malka	0,3 – 2,2; vid. 0,92 (17 paraugi)
Šķelda	0,7 – 7,0; vid. 3,2 (30 paraugi)
Kokskaidu granulas	0,3 – 3,0; vid. 1,0 (26 paraugi)
Salmu granulas	3,4 – 8,4; vid. 5,7 (5 paraugi)

Pelnu kušanas temperatūra, FT [°C]

22



- Nozīme – drošība, degšanas tehnoloģija, nosēdumu veidošanās.

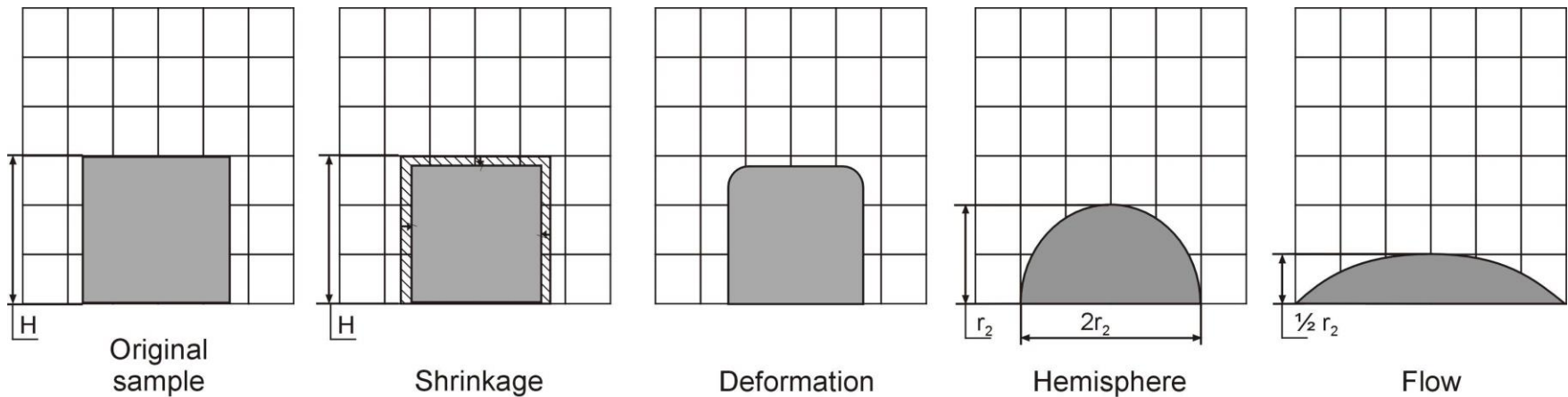


Mg, Ca



Cl, K, Na;

- Standarts: LVS CEN/TS 15370-1



Pelnu kušanas temperatūra



Biomasa	Pelnu kušanas temperatūra, °C
Koksne	1340 - 1700
Mizas	1220 - 1453
Miskante	1050 - 1270
Salmi	1080 - 1290
Labība	1180 - 1220
Zāle	1100 - 1330
Šķelda	1190 – 1520; vid. 1337 (6 paraugi)
Kokskaidu granulas	1220 – 1510; vid. 1422 (6 paraugi)
Kūdra	1360 – 1410 ; vid. 1377 (3 paraugi)

Kas notiek ja kušanas temperatūra ir pārāk zema?



Tilpumblīvums un enerģijas blīvums, BD un E [kg/m³ un MJ/m³]

25



- Tilpumblīvums – kurināma **masa tilpuma** vienībā
- Enerģijas blīvums – kurināma **enerģijas daudzums tilpuma** vienībā
- Nozīme: **loģistika** (uzglabāšana, transports, pārkraušana).



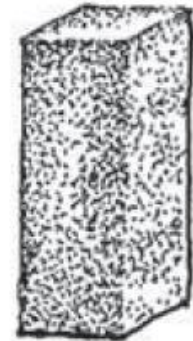
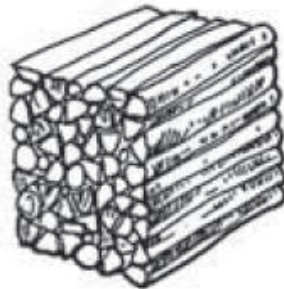
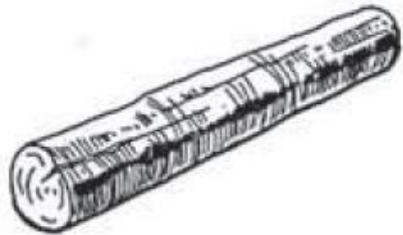
Tilpumbļivums un enerģijas blīvums

26



Biomasa	Tilpumbļivums, kg/m ³	Enerģijas blīvums, MJ/m ³
Granulas	600	9840
Zāģskaidas	240	1920
Šķelda	250 - 450	2800 - 3900
Zāle	200	2740
Mizas	320	2620
Salmi	120	1740
Šķelda	198 – 270; vid. 234 (2 paraugi)	
Koksnes granulas	590 – 732; vid. 678 (11 paraugi)	
Salmu granulas	516 - 594; vid. 548 (3 paraugi)	

Koksnes blīvums un enerģijas blīvums



1 m³ apaļkoksnes ~

1,4 krauti m³
1 m pagaļes

~ 2 bēr. m³ malkas

~ 3 bēr. m³ šķeldas

1000 litri šķidrā kurināmā
(dīzeļdegviela)

~

5-6 bēr. m³ platlapju koksnes malkas

7-8 bēr. m³ skuju koku malkas

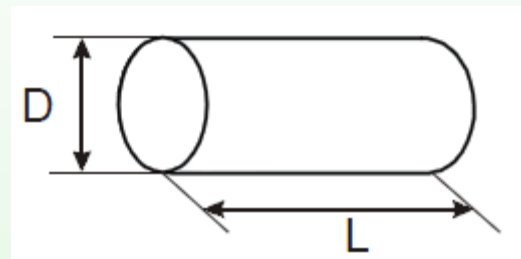
10-15 bēr. m³ šķeldas

2,1 t granulu (~3,2 m³)

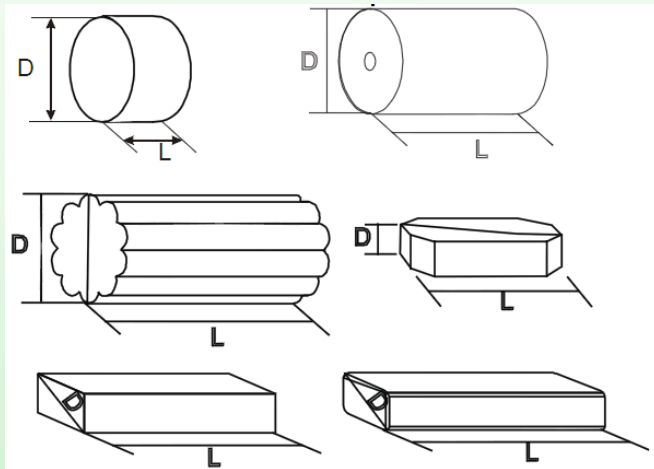
Izmēri, forma

- Nozīme – emisijas, transportēšana, degšanas tehnoloģija, uzglabāšanas aspekti, drošība, žāvēšana
- Standarti: LVS EN 15149 (2 daļas), LVS CEN/TR 15149-3. LVS EN 16126 un EN 16127 (granulām)

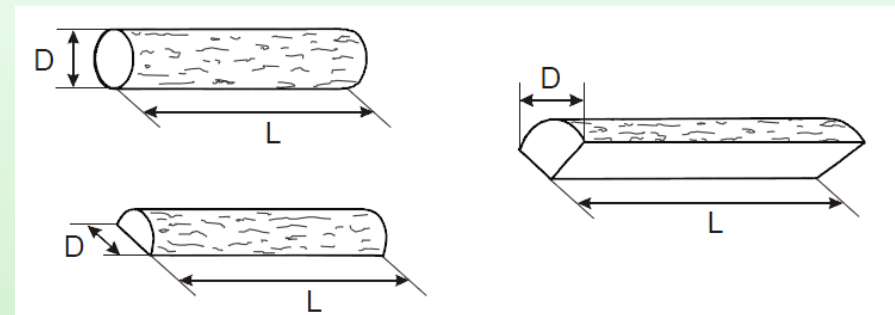
Granulas



Briketes



Malka

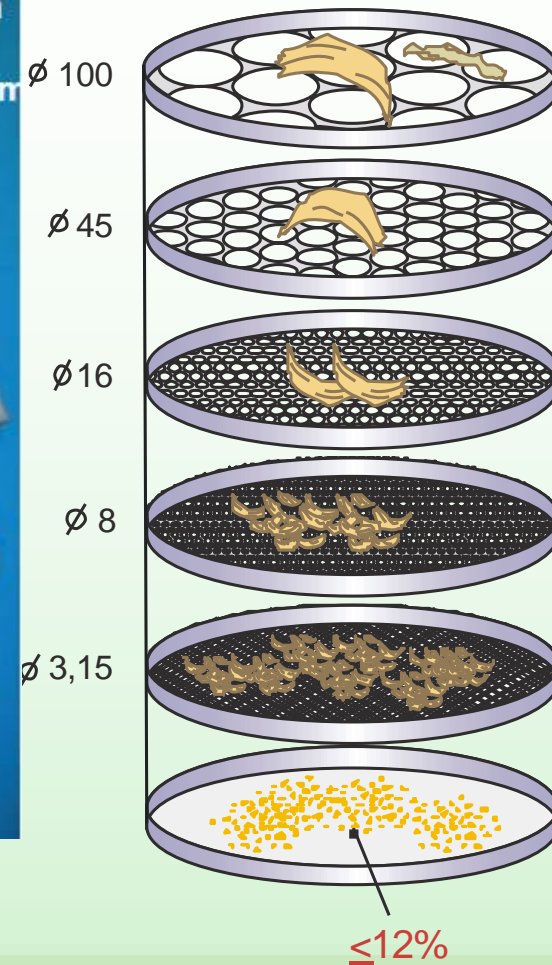


Izmēri, forma

Šķelda

P16B

All <120 mm



Izmēri, forma

Šķeldas klasifikācija pēc izmēriem. LVS EN ISO 17225-4

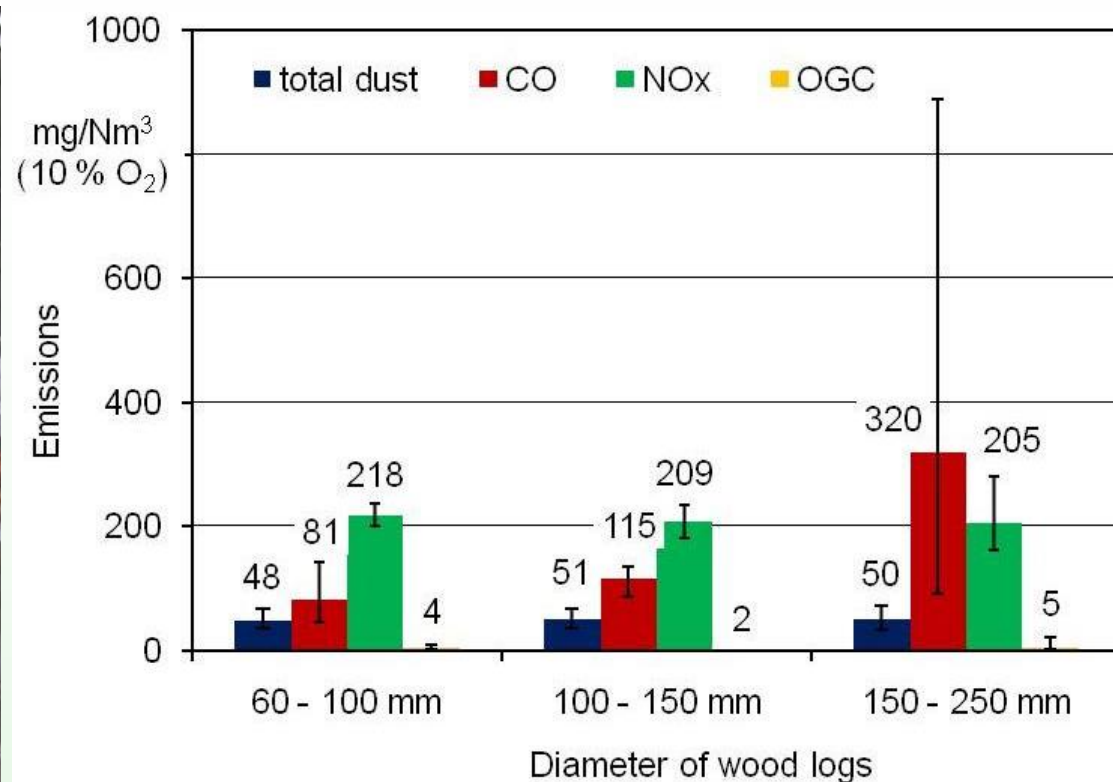
	Pamatfrakcija (vismaz 60%), mm	Rupjā frakcija, mm	Maks. lielizmēra daļiņu garums, mm	Šķērsriezuma laukums, cm ² (EN ISO 17225-4)
P16S	$3,15 < P \leq 16$	$\leq 6\% > 31,5 \text{ mm}$	$\leq 45 \text{ mm}$	≤ 2
P16	$3,15 < P \leq 16$	$\leq 6\% > 31,5 \text{ mm}$	$\leq 150 \text{ mm}$	
P31S	$3,15 < P \leq 31,5$	$\leq 6\% > 45 \text{ mm}$	$\leq 150 \text{ mm}$	≤ 4
P31	$3,15 < P \leq 31,5$	$\leq 6\% > 45 \text{ mm}$	$\leq 200 \text{ mm}$	
P45S	$3,15 < P \leq 45$	$\leq 10\% > 63 \text{ mm}$	$\leq 200 \text{ mm}$	≤ 6
P45	$3,15 < P \leq 45$	$\leq 10\% > 63 \text{ mm}$	$\leq 350 \text{ mm}$	
P63	$3,15 < P \leq 63$	$\leq 10\% > 100 \text{ mm}$	$\leq 350 \text{ mm}$	
P100	$3,15 < P \leq 100$	$\leq 10\% > 150 \text{ mm}$	$\leq 350 \text{ mm}$	
P200	$3,15 < P \leq 200$	$\leq 10\% > 200 \text{ mm}$	$\leq 400 \text{ mm}$	
P300	$3,15 < P \leq 300$	Tiks definēts		

Izmēri, forma

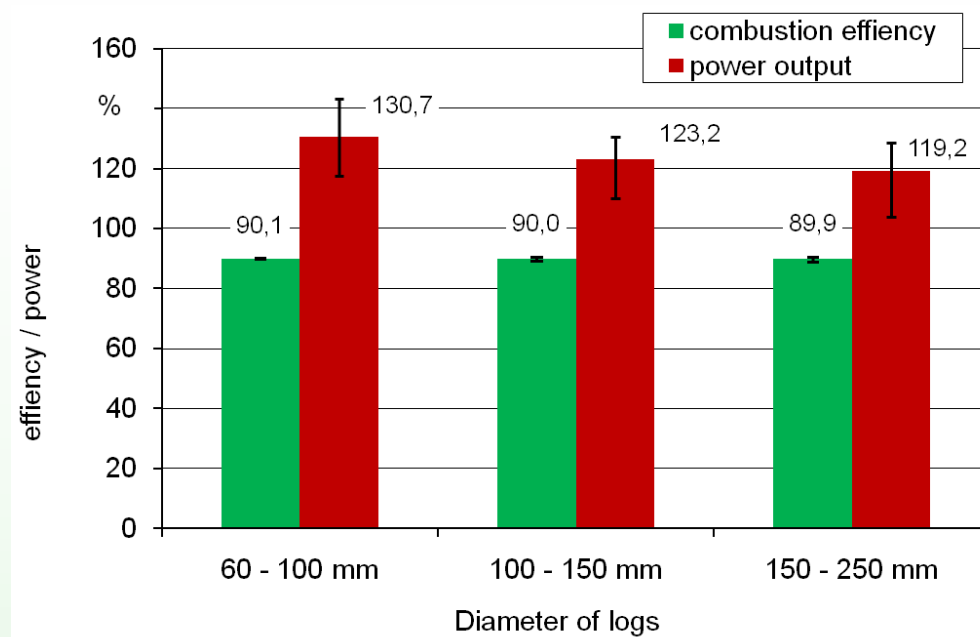
Smalknes īpatsvars (< 3,15 mm). LVS EN ISO 17225-1

	Smalknes īpatsvars, %	EN ISO 17225-4
F05	≤ 5 %	-
F10	≤ 10 %	P31S un P45S klases
F15	≤ 15 %	P16S klase
F20	≤ 20 %	-
F25	≤ 25 %	-
F30	≤ 30 %	-
F30+	> 30 % (jānorāda maksimālā vērtība)	-

Izmēri. Malka



Izmēri. Malka



Biokurināmo specifikācijas un klases



Tēma	Eiropas standarti (EN)	Starptautiskie standarti (ISO)
Terminoloģija	EN 14588	LVS EN ISO 16559 ^a
Kurināmā specifikācija un klases	EN 14961 (6 daļas)	LVS EN ISO 17225 (8 daļas)
Kurināmā kvalitātes nodrošināšana	LVS EN 15234 (6 daļas)	ISO 17588 (izstrādē)
Paraugu ņemšana un sagatavošana	LVS EN 14778 LVS EN 14780	prEN ISO 18135 prEN ISO 14780
Fiziskās un mehāniskās īpašības	15 standarti	13 standarti
Ķīmiskās īpašības	6 standarti	7 standarti

Cietais biokurināmais. Kurināmā specifikācijas un klases.

35

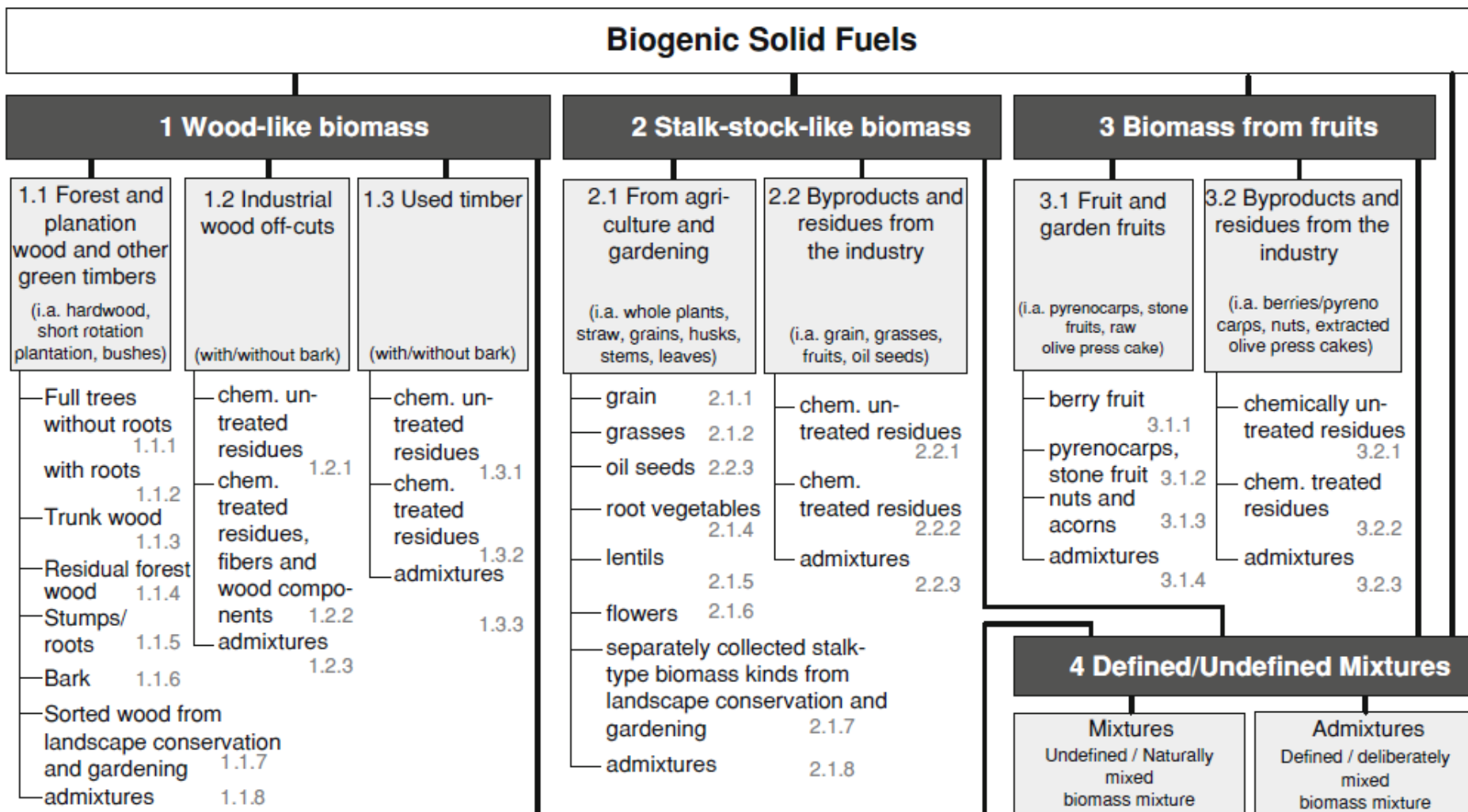


EN ISO 17225-1. Vispārīgās prasības

- Koksnes biomasas
- Zālaugu biomasas
- Augļu biomasas
- Ūdens augu biomasas
- Biomasas maisījumi (apzināti vai neapzināti sajauktie)

Speciālās prasības ķīmiski apstrādātai biomasai. **Ķīmiskā apstrāde** tiek definēta kā jebkura veida apstrāde ar ķīmiskajām vielām izņemot gaisu, ūdeni vai siltumu.

Izejvielu klasifikācija pēc EN 14961



Cietais biokurināmais. Kurināmā specifikācijas un klases.

37



Īpašību apvienošana ar mērķi izveidot kurināmā klasifikāciju pēc kvalitātes rādītājiem un tirdzniecības formas:

- LVS EN ISO 17225-2. Koksnes granulu klasifikācija
- LVS EN ISO 17225-3. Koksnes brikešu klasifikācija
- LVS EN ISO 17225-4. Šķeldas klasifikācija
- LVS EN ISO 17225-5. Malkas klasifikācija
- LVS EN ISO 17225-6. Nekoksnes granulu klasifikācija
- LVS EN ISO 17225-7. Nekoksnes brikešu klasifikācija
- prEN ISO 17225-8. Termiski apstrādāti un blīvināti biomasas kurināmi

Produkta deklarācijas piemērs: šķelda no mežizstrādes pārpalikumiem

Produkta deklarācija pēc EN ISO 17225-1

	Parametrs	Mērvienība	Vērtība
Normatīvie	Izejmateriāls	-	1.1.4.2. Svaigā/zaļā koksne, mežizstrādes pārpalikumi, skujkoki
	Vieta		Forssa, Somija
	Daļiņu izmērs, P	mm	P31, F25
	Mitruma saturs, M	w-%	M 55
	Pelni, A	w-%, s.m.	A 5.0
Informatīvie	Tilpumbūvums, BD	kg/m ³	BD400+ (408)
	Zemākas sadegšanas siltums, kā saņemts, Q	MJ/kg	Q7.0

Koksnes granulu klasifikācija ne industriālai izmantošanai. EN ISO 17225-2



Parametrs	A1	A2	B
Izcelsme	1.1.3 un 1.2.1	1.1.1., 1.1.3., 1.1.4. un 1.2.1.	1.1, 1.2 un 1.3.1
Diametrs (D) un garums (L), mm	D06, D08 (± 1) $3,15 \leq L \leq 40$ 1% garākas, < 45	D06, D08 (± 1) $3,15 \leq L \leq 40$ 1% garākas, < 45	D06, D08 (± 1) $3,15 \leq L \leq 40$ 1% garākas, < 45
Mitrums (M), w-%	≤ 10	≤ 10	≤ 10
Pelni (A), w-%, s.m.	$\leq 0,7$	$\leq 1,2$	$\leq 2,0$
Smalkne (F) w-%	≤ 1	≤ 1	≤ 1
Tilpumblīvums (BD), kg/m ³	≥ 600	≥ 600	≥ 600
Mehāniskā izturība (DU), w-%	≥ 97.5	≥ 97.5	≥ 96.5
Zemākais sadegšanas siltums (Q), MJ/kg, kā saņemts	$\geq 16,5$	$\geq 16,5$	$\geq 16,5$

Biokurināmā klasifikācija



Wood pellet

Producer	EAA Biofuels Box 1603 FI-40101 Jyväskylä Tel. +358 20 722 2550 E-mail: info@eaabiofuels.com
Origin and source	1.2.1.2 Wood without bark (sawdust)
Traded form	Pellet
Country and location	Jyväskylä, Finland
Normative (EN 14961-1)	
Dimensions (mm) Diameter (D) and length (L)	D08 (8 mm + 1mm, ja 3,15 < L < 40 (95%), all < 45 mm)
Moisture (w-% as received)	M10 (< 10 w-%)
Ash (w-% dry basis)	A0.7 ($\leq 0,7$ w-%)
Mechanical durability (w-% pellets after testing)	DU97.5
Fines (w-%, < 3.15 mm)	F1.0 (1 w-% at factory gate when loading)
Additives (w-% of pressing mass)	< 1 w-% (starch)
Informative (EN 14961-1)	
Bulk density (kg/m³)	DB600 (≥ 600 kg/m ³)
Net calorific value as received	Q4.7 [kWh/kg]



Vairāk informācijas

Aivars Žandeckis

Tālrs.: 67323212

aivars.zandeckis@ekodoma.lv

