



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

II. 2.3. Kapacitātes stiprināšana par AER izmantošanu,
atkritumiem un siltuma, kā blakusprodukta izmantošanu.



Degšanas procesu izpēte

Dr. sc. ing.
Vladimirs Kirsanovs

VIDES AIZSARDZĪBAS UN SILTUMA SISTĒMU INSTITŪTS

Vides aizsardzības
un siltuma sistēmu
katedra

Ilgspējīgas
attīstības
informācijas un
studiju centrs

Bioekonomikas
izpētes centrs

ZINĀTNISKĀS IZPĒTES LABORATORIJAS

Saules sistēmu
laboratorija

Ēku
energoefektivitātes
laboratorija

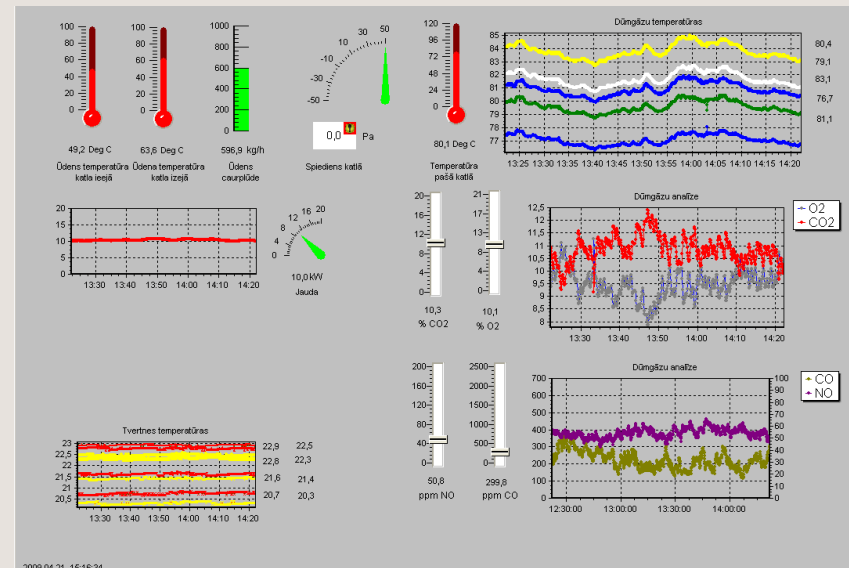
Biosistēmu
laboratorija

Degšanas procesu
izpētes laboratorija

Vides monitoringa
laboratorija

Degšanas procesu izpētes laboratorija

- mērķis ir degšanas procesa izpēte biomasas apkures sistēmās, apkures iekārtu darbības efektivitātes un radīto emisiju noteikšana.



Degšanas procesu izpētes laboratorija

- Laboratorijas sniedz komerciālus pakalpojumus, kas saistīts ar apkures iekārtu testēšanu.



Degšanas procesu izpētes laboratorija

Kvalificētais laboratorijas personāls ir apmācīts veikt mērījumus katlu mājās, rūpnīcās un citos objektos. Ir iespēja veikt katla māju auditus ieskaitot pilno vai daļējo katla bilanci.



Degšanas procesu izpētes laboratorija

- Papildus laboratorijā strādā pie degšanas procesa rezultāta radītam kaitīgo emisiju daudzuma samazināšanas metožu izpētes.
- Daļa no izstrādātajām metodēm ir patentētas un tiek izmantotas reālos objektos Latvijā.



Degšanas procesu izpētes laboratorija

- ERAF projekts «Individuālajā siltumapgādē integrēta miglas aparāta sistēma».
- Ekodizaina direktīva (2009/125/EK).
- Projekts piedāvā jaunu dūmgāžu attīrīšanas tehnoloģisko risinājumu mazas jaudas biomasas katliem, lai samazinātu emisijas un paaugstinātu energoefektivitāti.
- Risinājuma galvenā ideja ir izveidot miglas efekta zonu dūmgāžu attīrīšanas iekārtā, tādējādi samazinot smalko putekļu emisijas.



Degšanas procesu izpētes laboratorija

- Laboratorijā notiek gazifikācijas procesa izpēte, kas iekļauj gan teorētisku gan eksperimentālo izpēti.



Degšanas procesu izpētes laboratorija

- Degšanas procesa laboratorija aktīvi piedalās institūta akadēmiskajā mācību procesā, kā arī zinātniskos pētījumos un projektos.



Mērījumu veikšanas mērķis



- Likumdošanas prasības
- Standarti
- Patērētāja prasības
- Ražotāju vēlēšanas

Likumdošanas prasības

- MK noteikumi Nr. 187 “Kārtība, kādā novērš, ierobežo un kontrolē gaisu piesārņojošo vielu emisiju no sadedzināšanas iekārtām”.
- 4. pielikums – Emisijas robežvērtības vidējām sadedzināšanas iekārtām.

Nominālā ievadītā siltuma jauda (MW)	SO ₂ , mg/m ³	NO _x , mg/m ³	CO, mg/m ³	Putekļi jeb daļiņas (PM) , mg/m ³
Līdz 10	2500	600	2000	1000
10 – 50	2300	600	2000	500

Komisijas regula 2015/1189

- No 2020. gada 1. janvāra cietā kurināma katliem:
 - telpu apsildes sezonas energoefektivitāte katliem ne mazāka kā 77 %;
 - katliem ar automātisku kurināmā padevi CO emisijas telpu apsildes sezonā nepārsniedz 500 mg/m³.

Standarti

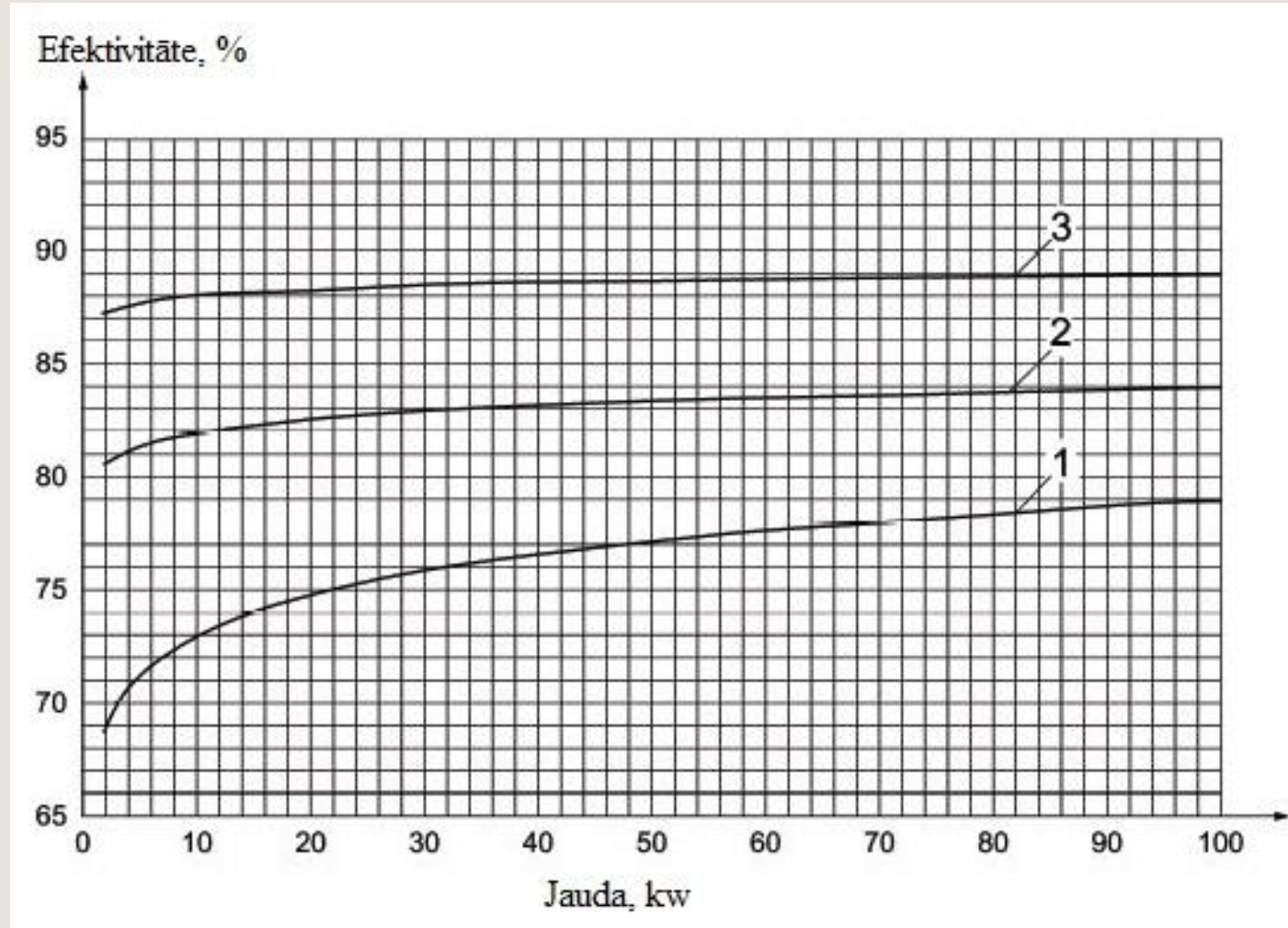
- Eiropas standarti, kas pārņemti Latvijas standarta statusā.
- Standartu piemērošana ir brīvprātīga.
- Ministru kabinets var noteikt obligāti piemērojamus standartus.
- Standarti satur viennozīmīgas prasības un to lietošana novērš nesaskaņas.
- Standarti balstās uz jaunākajiem zinātnes un tehnikas sasniegumiem un veicina tautsaimniecības attīstību.

LVS EN-303-5:2012

LVS EN-303-5:2012 „Apkures katli. 5. daļa: Cietā kurināmā apkures katli ar manuālu un automātisku kurināmā padevi un nominālo siltumatdevi līdz 500 kW. Terminoloģija, prasības, testēšana un marķēšana”.

Kurināma padošana	Katla jauda, kW	CO, mg/m ³ pie 10% O ²			Putekļi jeb daļiņas (PM), mg/m ³ pie 10% O ²		
		1. klase	2. klase	3. klase	1. klase	2. klase	3. klase
Manuālā	<50	5000	1200	700	150	75	60
	>50 <150	2500					
	>150 <500	1200					
Automātiskā	<50	3000	1000	500	150	60	40
	>50 <150	2500					
	>150 <500	1200					

LVS EN-303-5:2012



Patērētāja prasības

- Definētas prasības pēc katla kvalitātes.



Ražotāju vēlēšanas

- Saprāšana par savas produkcijas kvalitāti
- Trūkumu definēšana un uzlabošana
- Katla efektivitāte kā katla darbība rādītājs



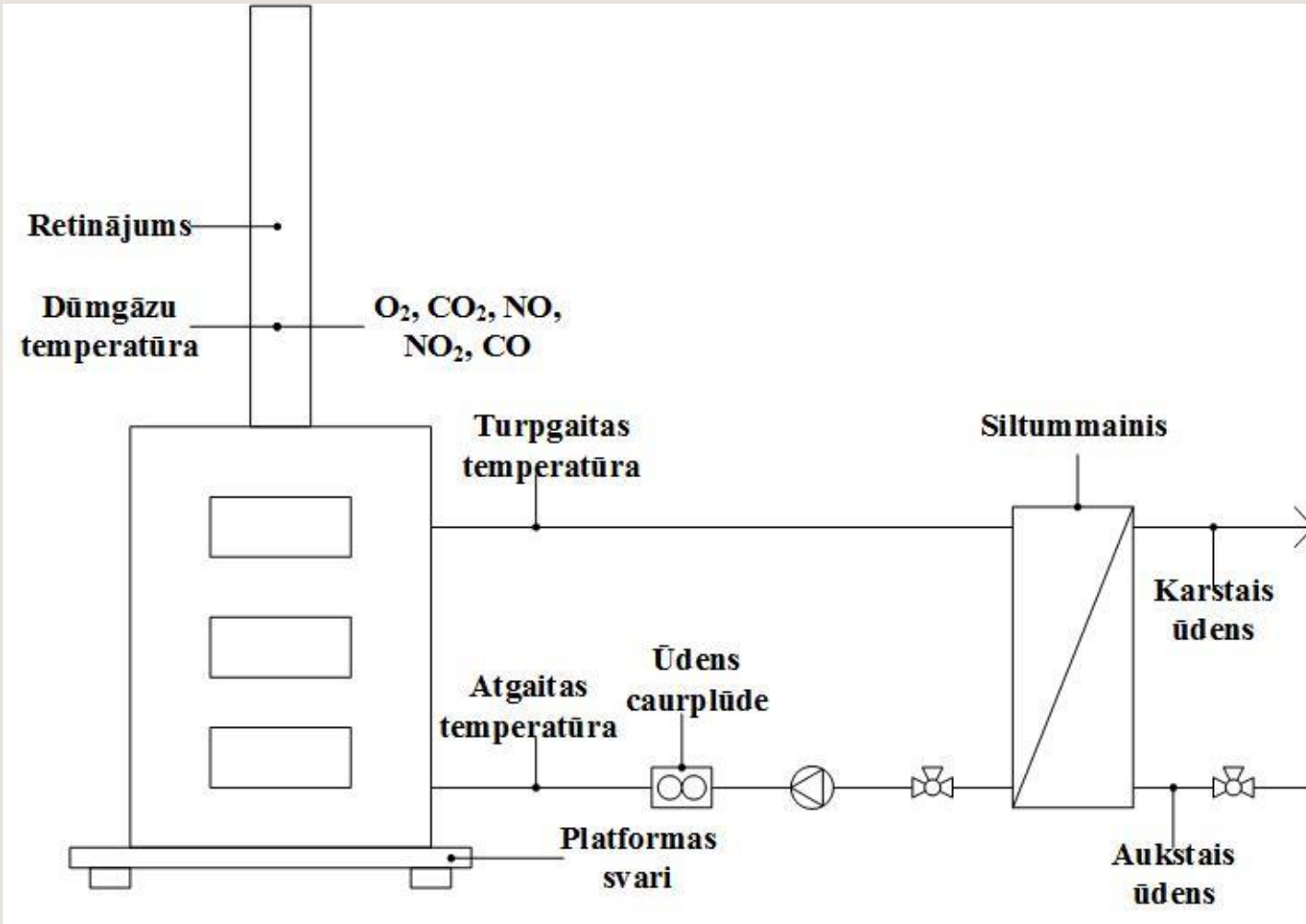
Katlu efektivitātes noteikšana procedūra

- **LVS EN 303-5:2012** Apkures katli. 5. daļa: Manuālie un automātiskie cietā kurināmā apkures katli ar nominālo siltuma atdevi līdz 300 kW. Terminoloģija, prasības, testēšana un marķēšana;
- **LVS EN 13240:2002** standartu "Cietā kurināmā telpu apkures iekārtas. Prasības un testa metodes".
- **LVS EN 12952-15** "Ūdens cauruļu katli un to aprīkojums. 15 daļa: Pieņemšanas testi".

Noteikšanas metodes

- Tiešā bilance (laboratorijas apstākļos)
- Apgrieztā bilance (katlu mājās)

Tiešā bilance



$$\eta = \frac{Q_s}{Q_p}$$

ζ – katla efektivitāte, %;

Q_s – saražotais siltuma daudzums, kWh;

Q_p – katlā ievadītais enerģijas daudzums, kWh.

Apgrieztā bilance

$$\eta = 100 - q_2 - q_3 - q_4 - q_5 - q_6$$

ζ – katla efektivitāte, %;

q_2 – siltuma zudumi ar aizplūstošajām dūmgāzēm, %;

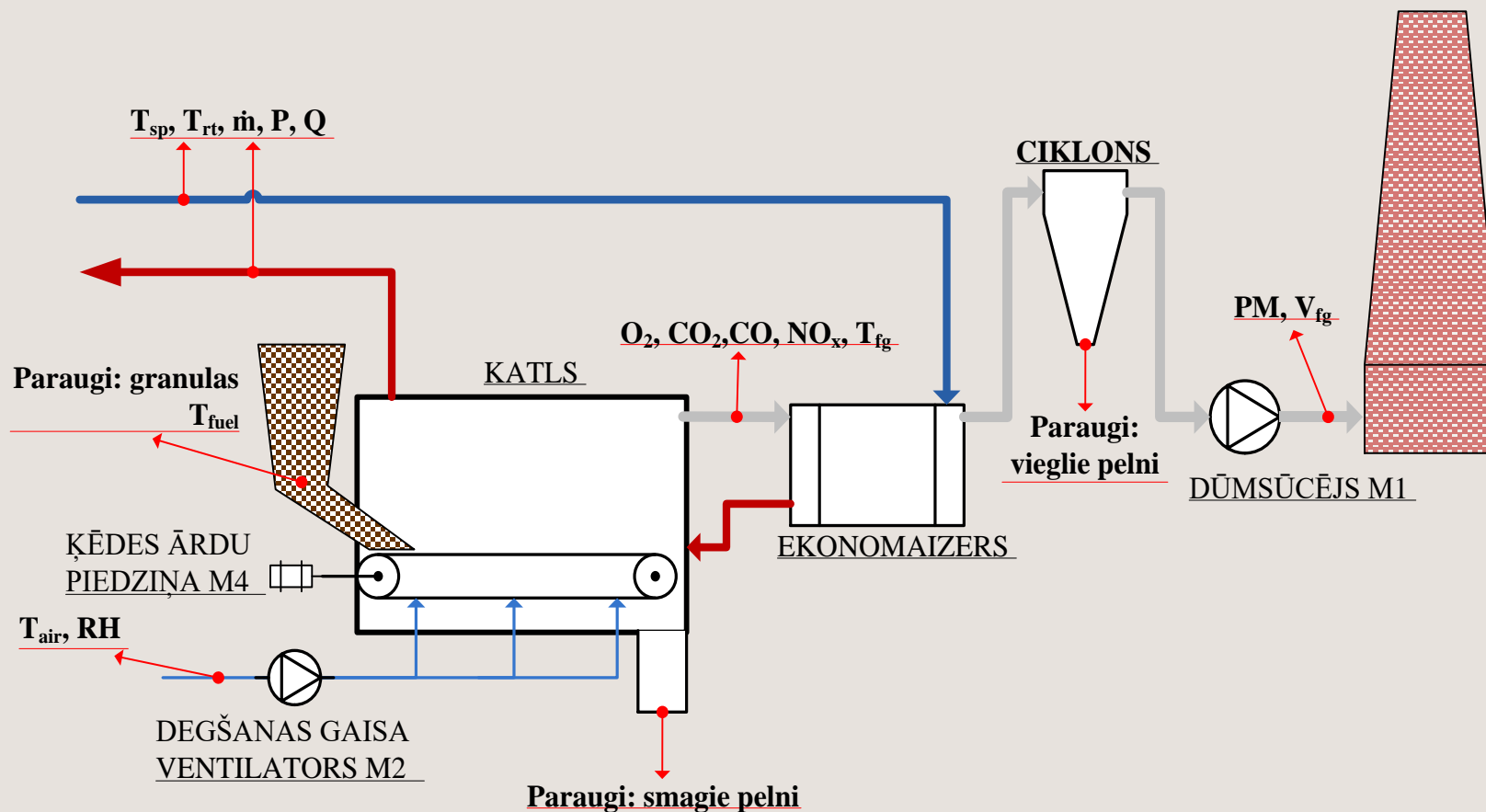
q_3 – siltuma zudumi ķīmiski nepilnīgas degšanas rezultātā, %;

q_4 – mehāniski nepilnīgas degšanas siltuma zudumi, %;

q_5 – siltuma zudumi apkārtējā vidē, %;

q_6 – siltuma zudumi ar izdedžiem un pelniem, %;

Apgrieztā bilance



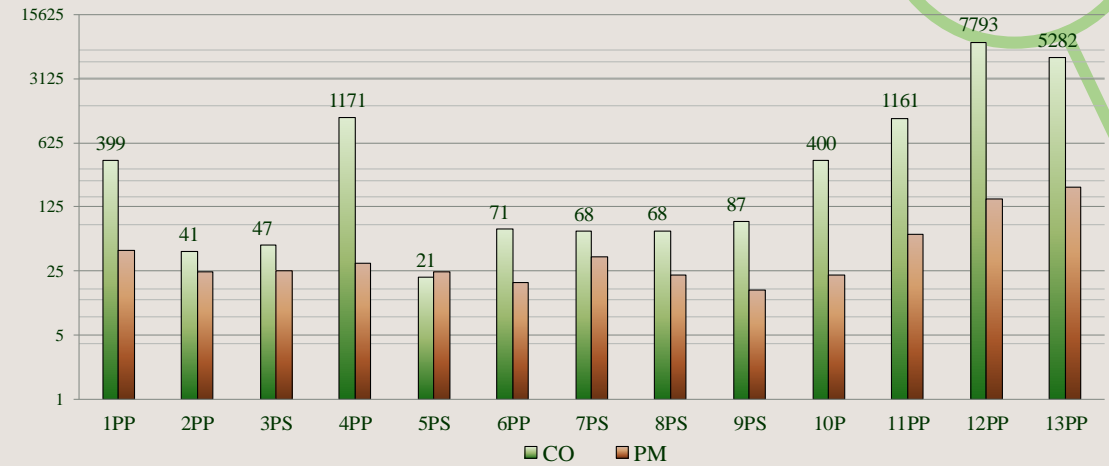
Degšanas efektivitātes noteikšanu ietekmējošie faktori

Izmantotais kurināmais

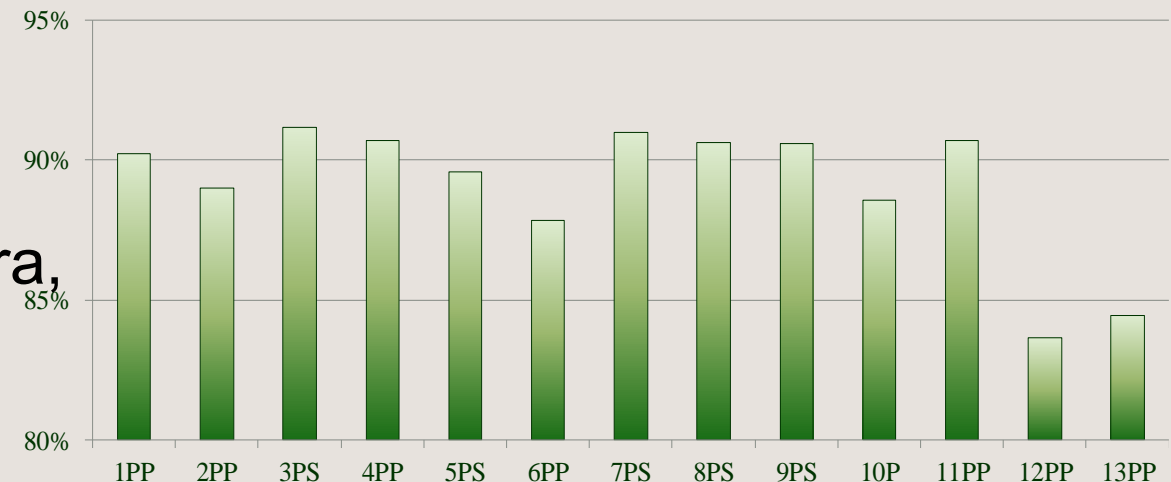
- Biomasas parametri
 - Ķīmiskais sastāvs,
 - Mitrums,
 - Pelni,
 - Izmērs, frakcija (granulometriskais sastāvs),
 - Augstākais un zemākais sadegšanas siltums,
 - Tilpumblīvums (eberģijas blīvums),
 - Pelnu kušanas temperatūra,
 - Citi.



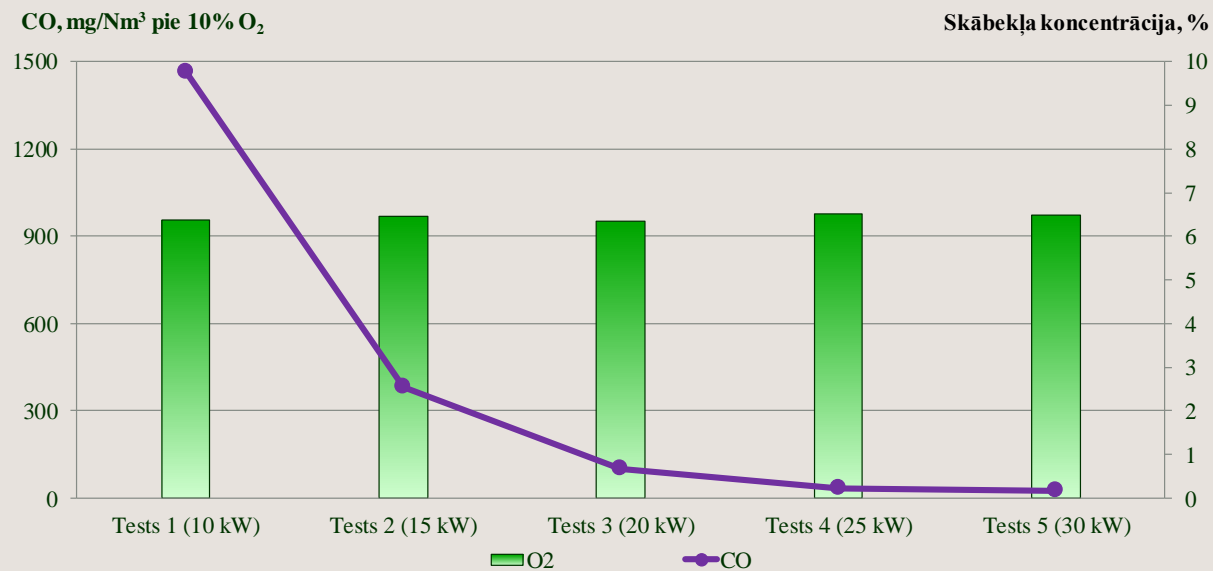
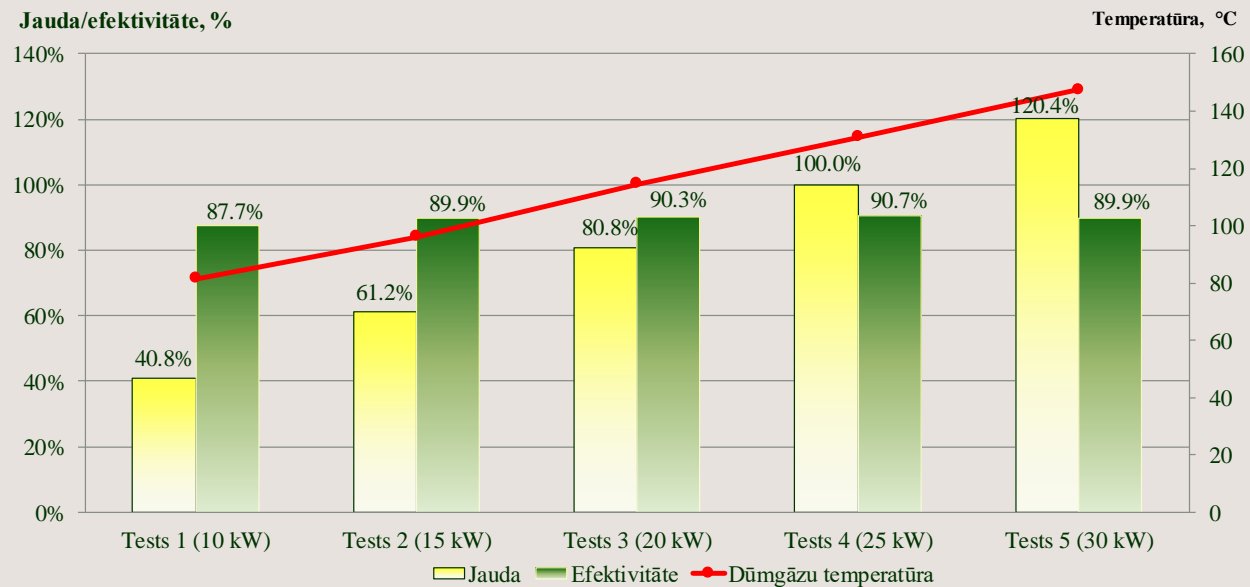
CO, NO_x, PM, mg/Nm³
pie 10% O₂



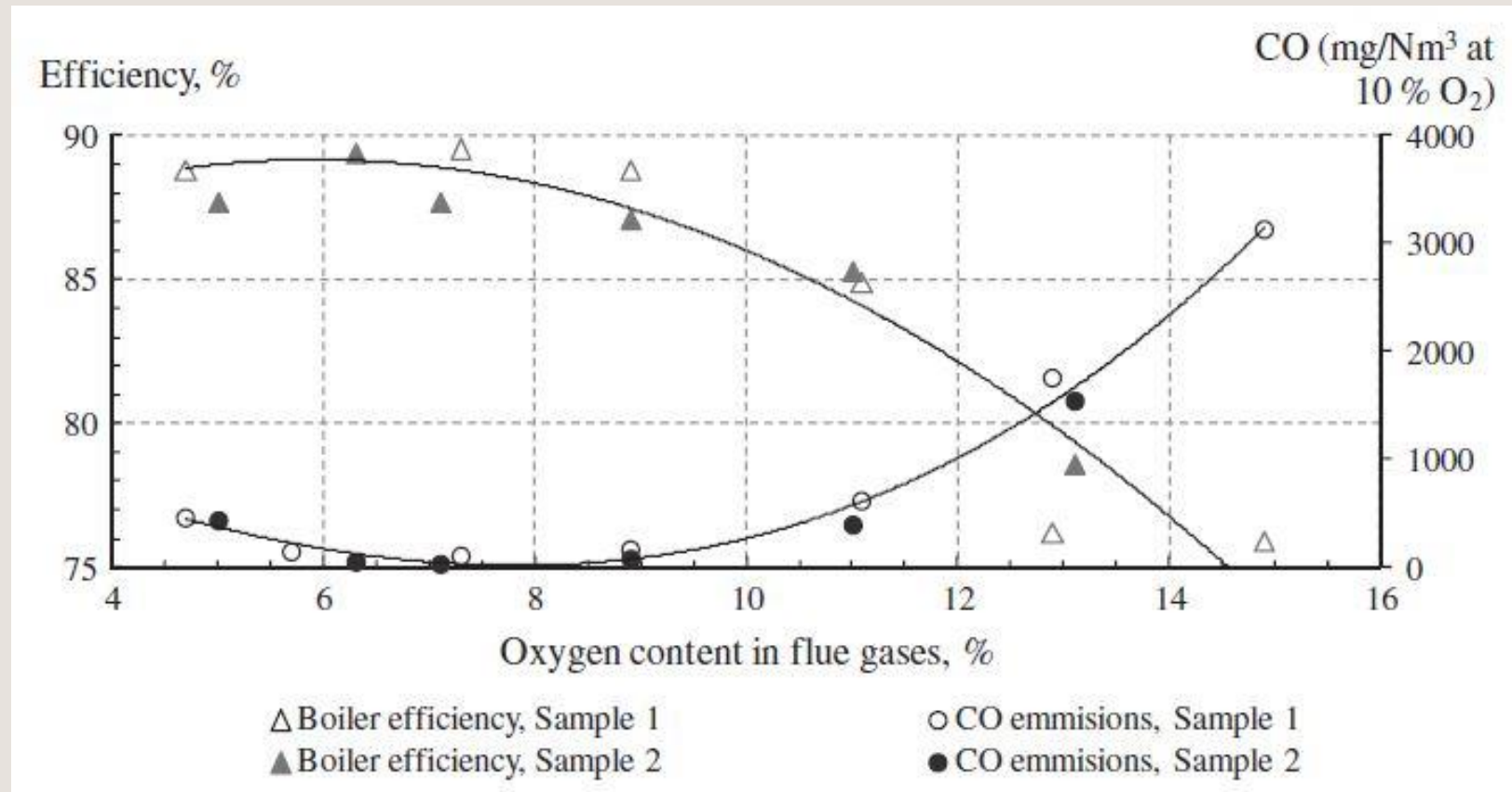
Efektivāte, %



Katla jauda



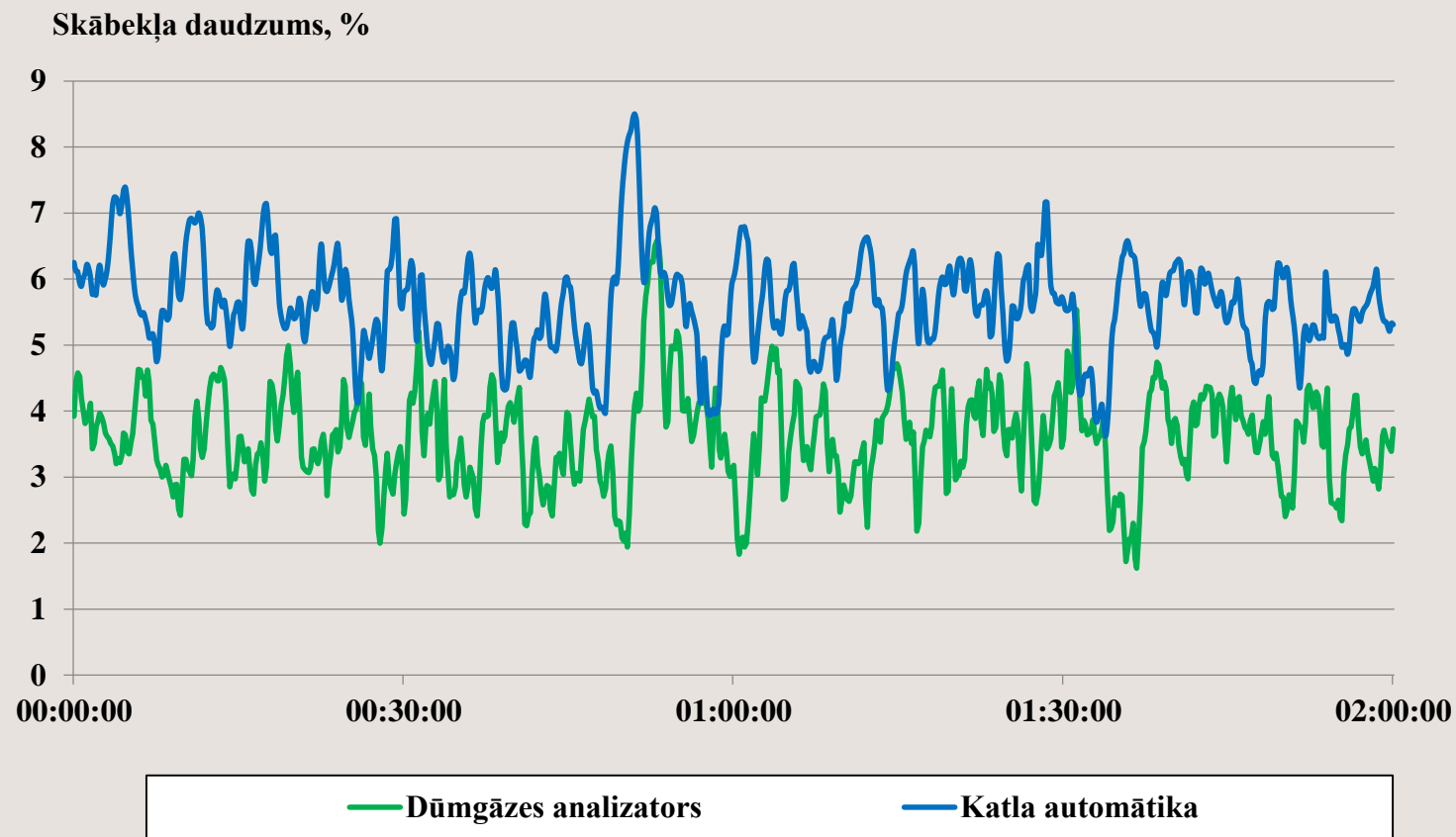
Padota gaisa daudzums



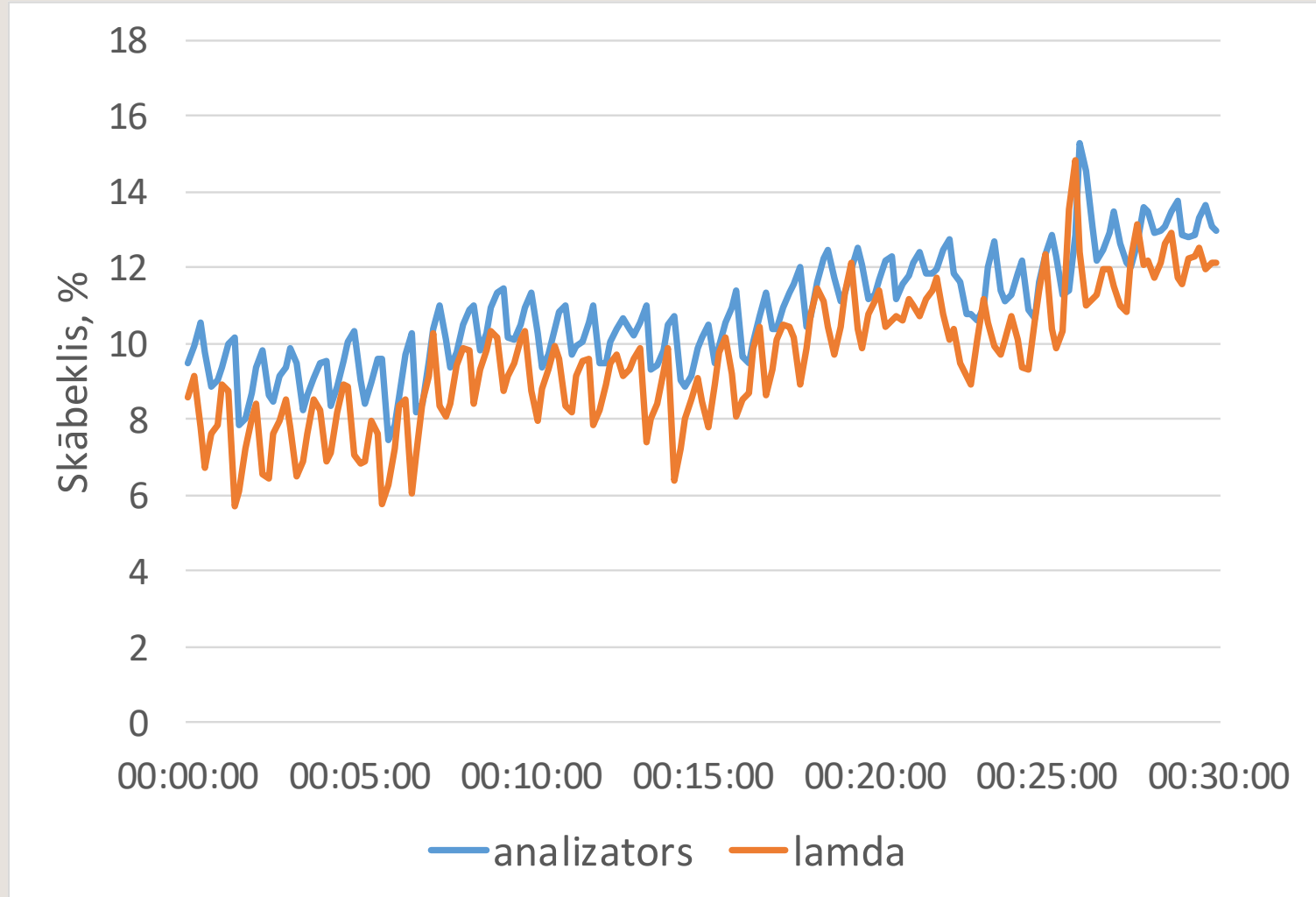
Avots: Zandeckis A., Timma L., Blumberga D., Rochas C., Rošā M.. Solar and pellet combisystem for apartment buildings: Heat losses and efficiency improvements of the pellet boiler. Applied Energy 2013:101, 244-252.

Mēriekārtas

- Kalibrētas un pārbaudītas



Dūmgāzes analizators & lamda zonde



Dūmgāzes analizators & lamda zonde (II)



- Ūdens tvaika savākšana kondensatorā.
- O_2 koncentrācija sausajās dūmgāzēs.

O_2 koncentrācija
mitrajās
dūmgāzēs.

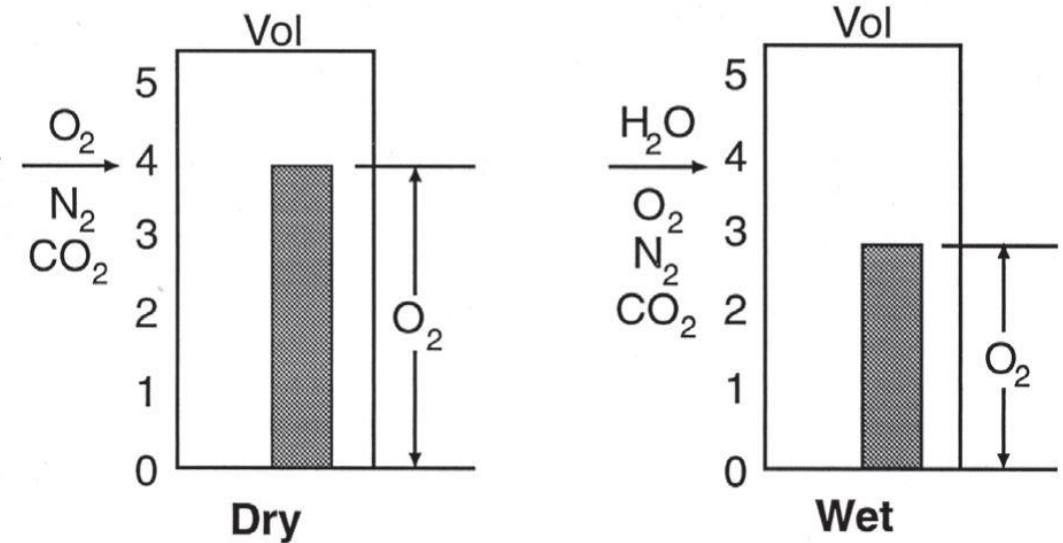
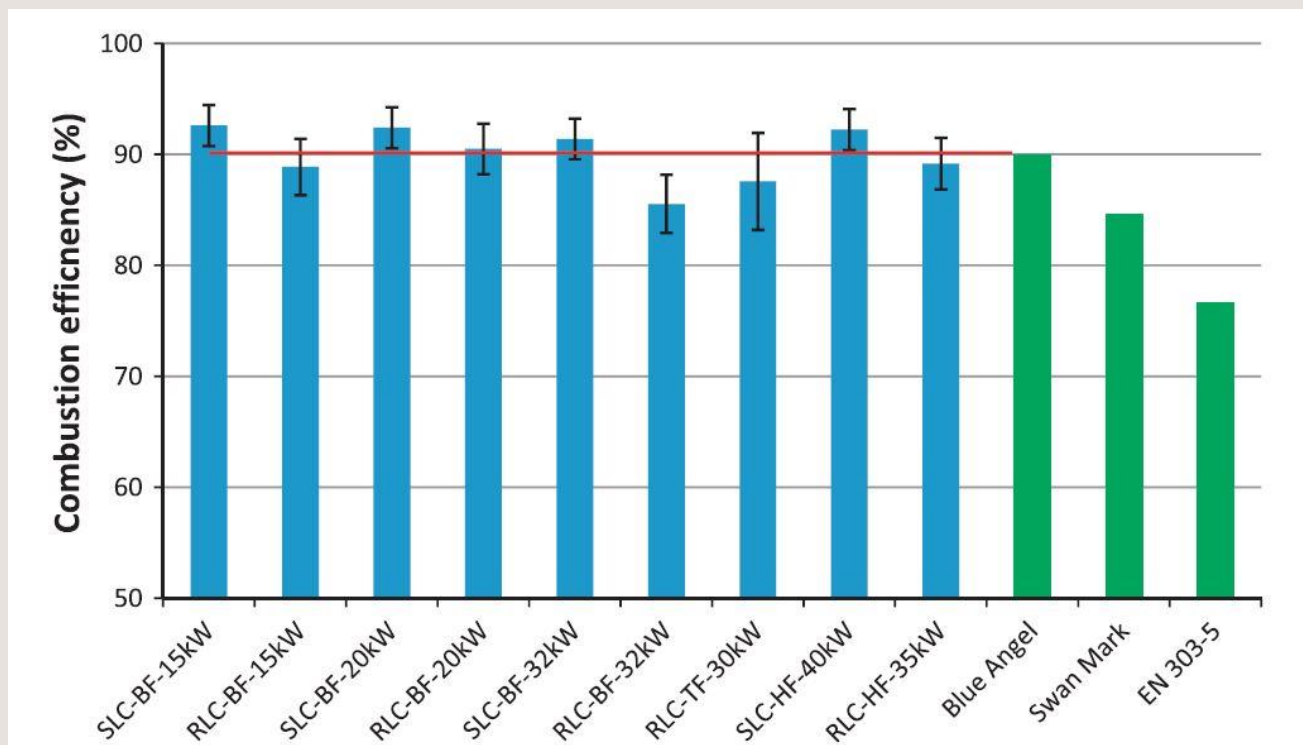


Figure 2 - Wet vs. Dry O_2 Measurement

Testēšana laboratorijā vai reālos apstākļos



RLC – testi reālos apstākļos

SLC – testi laboratorijas apstākļos

Avots: Verma. V.K., Bram S., Vandendael I., Laha P., Hubin A., De Ruyck J.. Residential pellet boilers in Belgium: Standard laboratory and real life performance with respect to European standard and quality labels. Applied Energy 2011:88, 2628-2634.

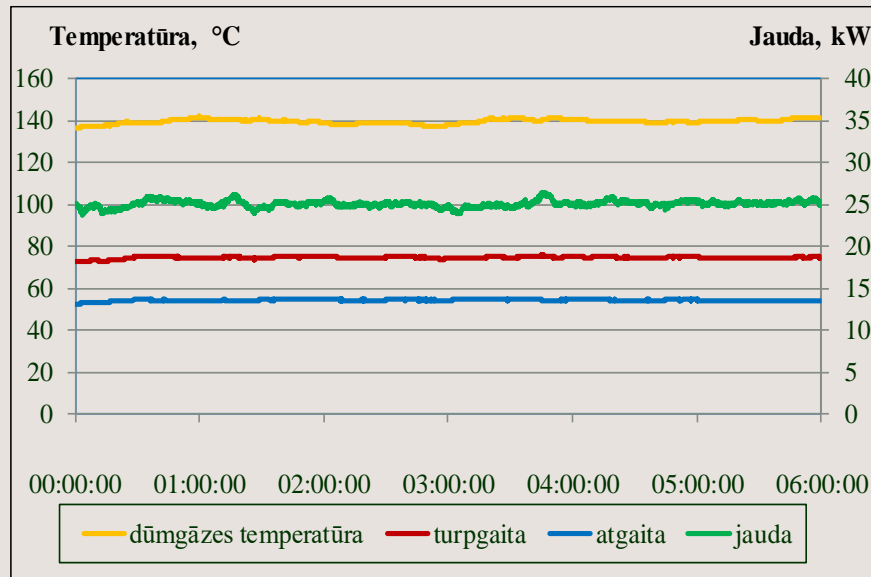
Testēšana laboratorijā vai reālos apstākļos (II)

- Nepieciešamība pēc apkopes.

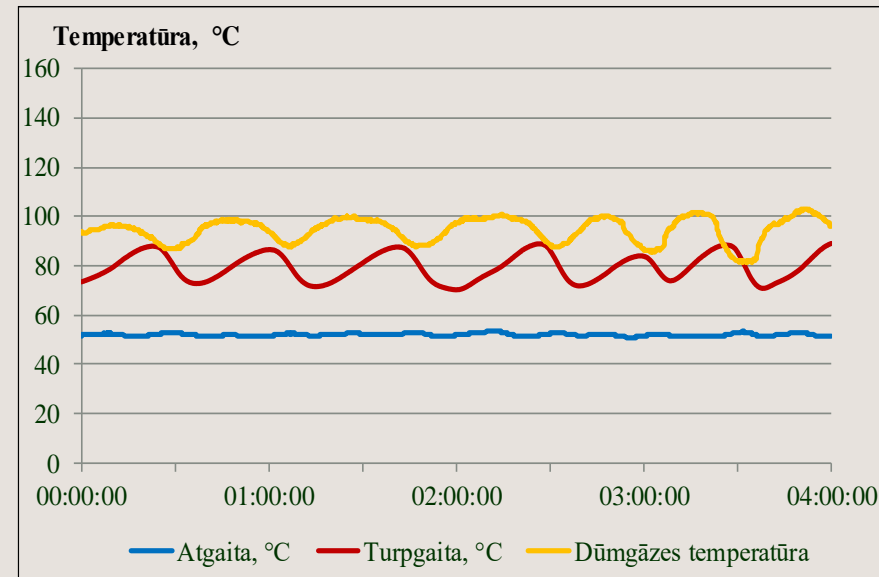


Testēšana laboratorijā vai reālos apstākļos (III)

- Kontrolējami vides un darba apstākļi



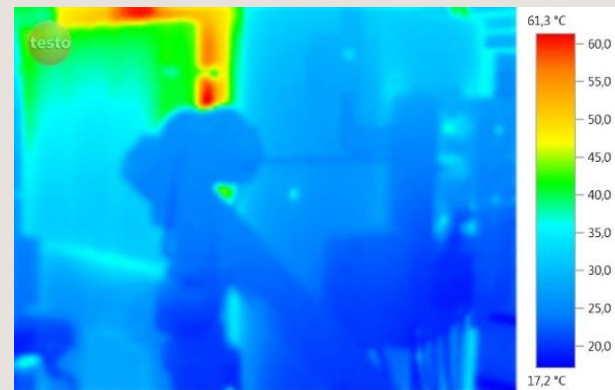
Darbība ar stabilo un nemainīgu jaudu



Darbība ar faktiskām jaudām

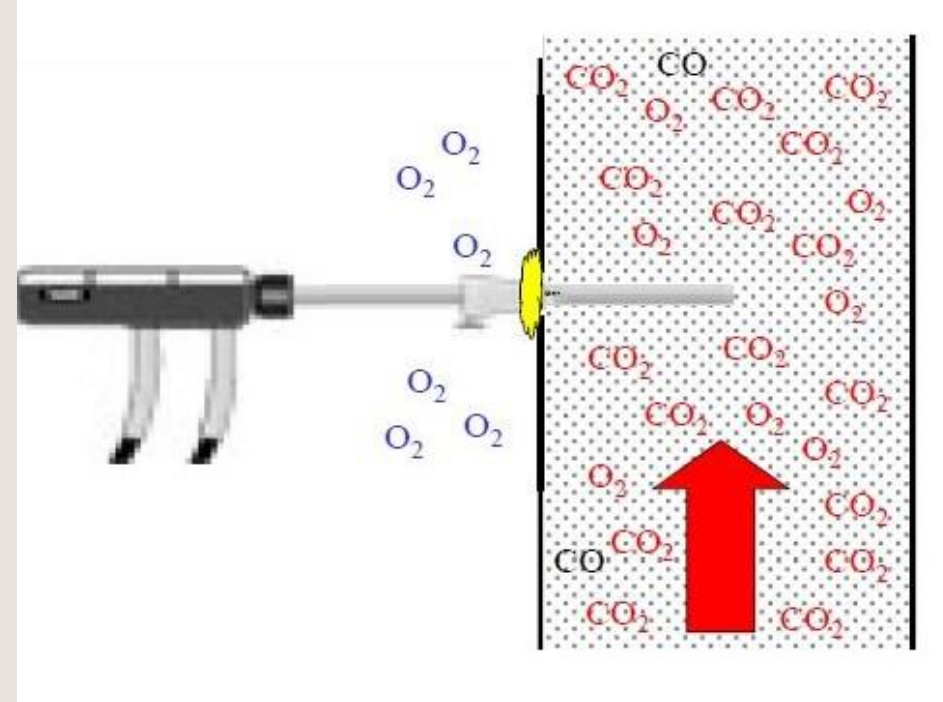
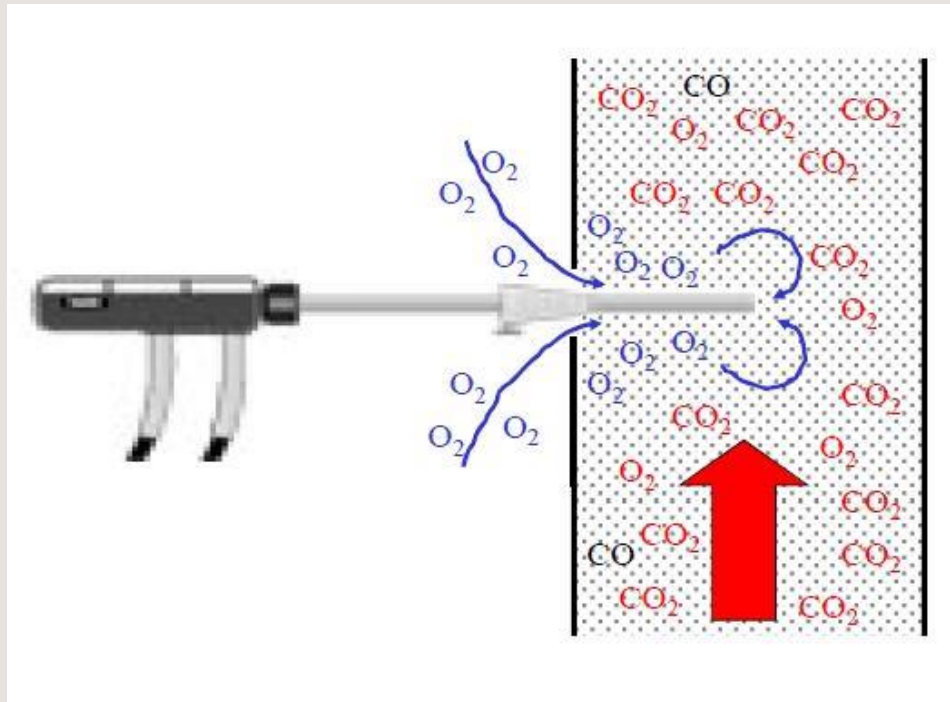
Testēšana laboratorijā vai reālos apstākļos (IV)

Mērījumu metode



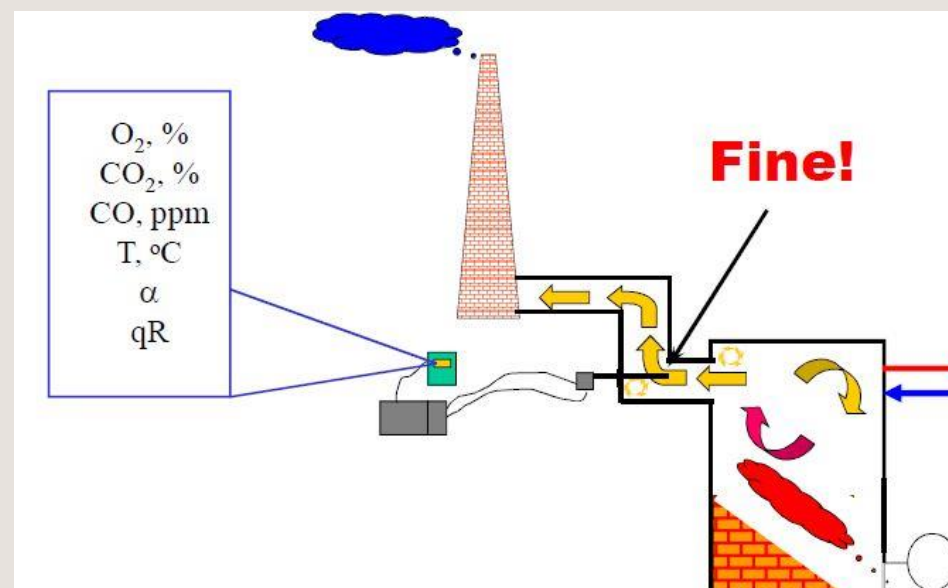
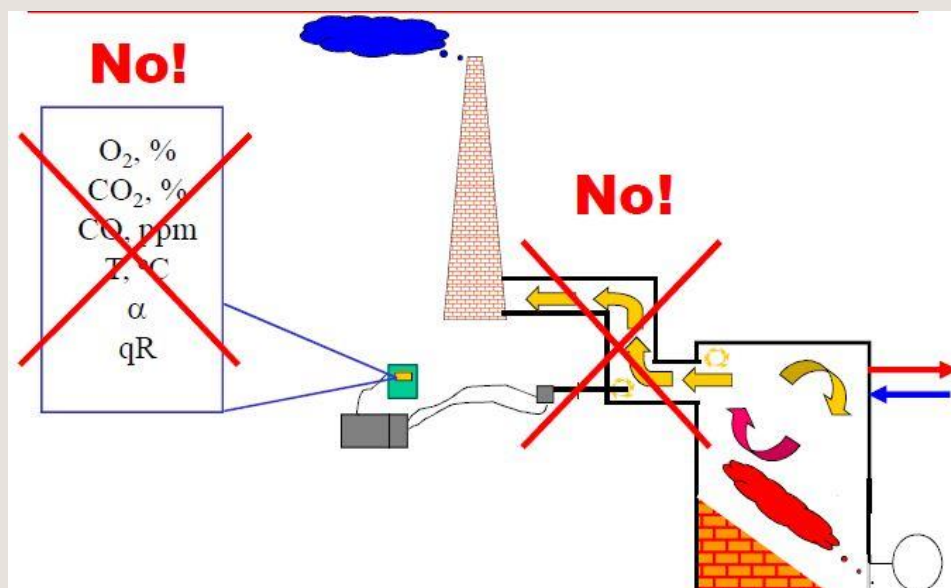
Mērījumu procedūra

- Atbilstošas zināšanas mērījumu veikšanā;
- Atbilstošas zināšanas aprēķinu veikšanā.



Mērījumu procedūra (II)

- Atbilstošas zināšanas mērījumu veikšanā;
- Atbilstošas zināšanas aprēķinu veikšanā.



Mērvienības

- O₂ un CO₂ - %;
- CO un NO_x – ppm.

$$1 \text{ ppm} = 0,0001 \%$$

$$1\% = 10000 \text{ ppm}$$

- Nomērīto ppm ir nepieciešams pārrēķināt uz mg/Nm³ pie atsaucenes apstākļiem (6% O₂; 0 °C)

Pārrēķins

$$C_{\text{pārr_ppm}} = C_{\text{mēr}} \frac{21 - O_{2\text{ats}}}{21 - O_{2\text{mēr}}}$$

$C_{\text{pārr_ppm}}$ – pārrēķinātā koncentrācija atsauces apstākļos, ppm;

$C_{\text{mēr}}$ – nomērītā koncentrācija, ppm;

$O_{2\text{ats}}$ – skābekļa atsauces koncentrācija, uz kuru notiek pārrēķins, %;

$O_{2\text{mēr}}$ – nomērītā skābekļa koncentrācija, %.

Pārrēķins (II)

$$C_{\text{pārr_mg/m}^3} = C_{\text{pārr_ppm}} \frac{M_C}{22,4} \frac{t_{\text{mēr}} + 273}{t_{\text{ats}} + 273}$$

$C_{\text{pārr_mg/m}^3}$ - pārrēķinātā koncentrācija atsaucēs apstākļos, mg/m^3
normālos apstākļos,

M_C – pārrēķināmās vielas molekulmasa,

$t_{\text{mēr}}$ – nomērītā temperatūra, $^{\circ}\text{C}$,

t_{ats} – atsaucēs temperatūra, $^{\circ}\text{C}$



Paldies par uzmanību!

Dr. sc. ing.
Vladimirs Kirsanovs
vladimirs.kirsanovs@rtu.lv