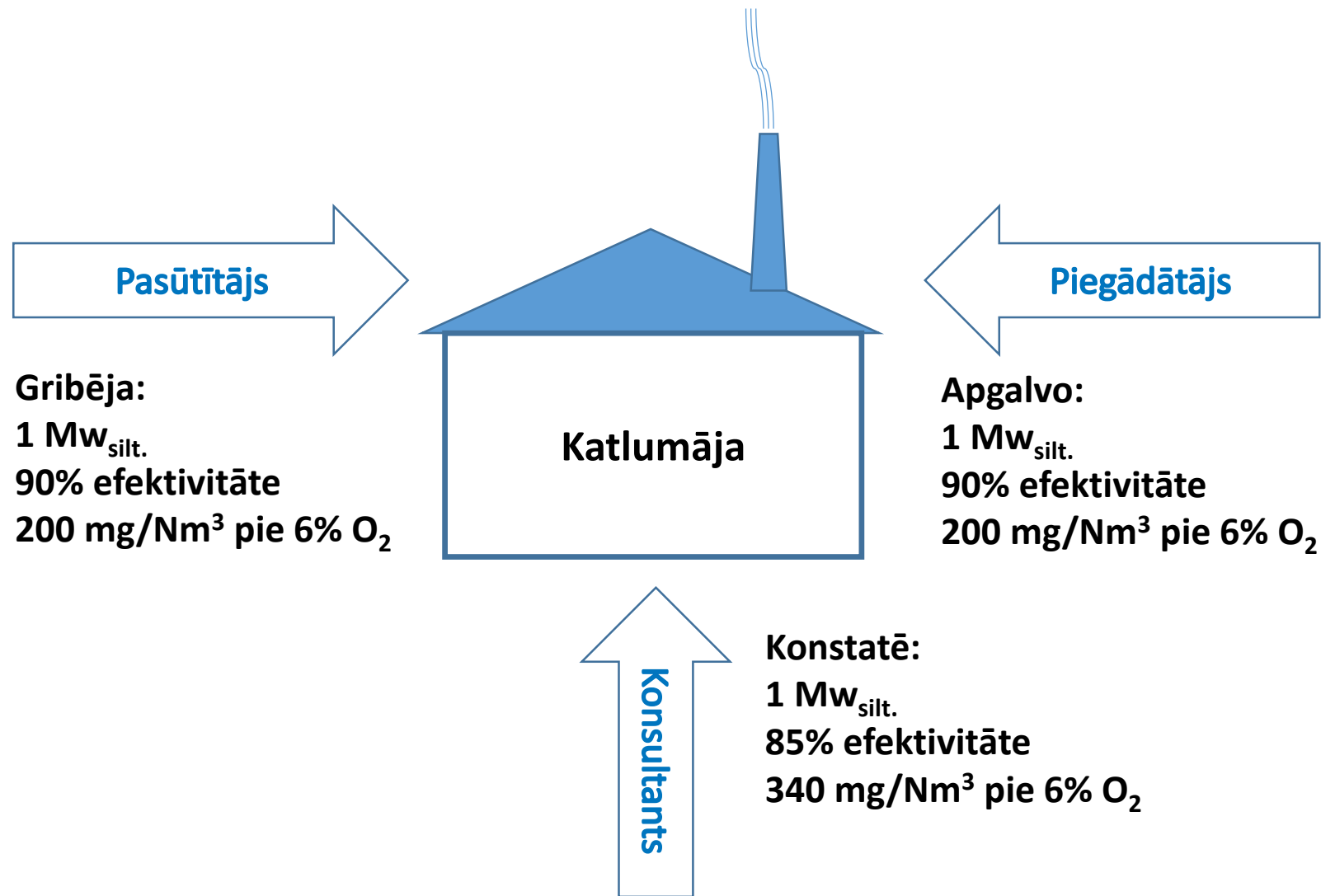


KATLUMĀJU UN KOGENERĀCIJAS STACIJU VEIKTSPĒJAS TESTS PIE KATLU/IEKĀRTU NODOŠANAS EKSPLOATĀCIJĀ

Aivars Žandeckis, Dr.sc.ing.

26/09/18

KAS IR VEIKTSPĒJAS TESTĒŠANA?



STANDARTI

EN 12952-15: Ūdens cauruļu katli un to aprīkojums. 15.daļa: Pieņemšanas testi.

EN 15378: Apkures sistēmas ēkās. Apkures katlu un apkures sistēmu pārbaude.

EN 303-5: 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.

EN 15316-4-1: Ēku apkures sistēmas. Sistēmu energoprasību un efektivitātes aprēķināšanas metodika. 4-1.daļa: Telpu apsildes ģenerētājsistēmas: degsistēmas (boileri).

EN 15316-4-7: Ēku apkures sistēmas. Sistēmu energoprasību un efektivitātes aprēķināšanas metodika. 4-7 daļa: Telpu apsildes ģenerētājsistēmas, biomasas dedzināšanas sistēmas.

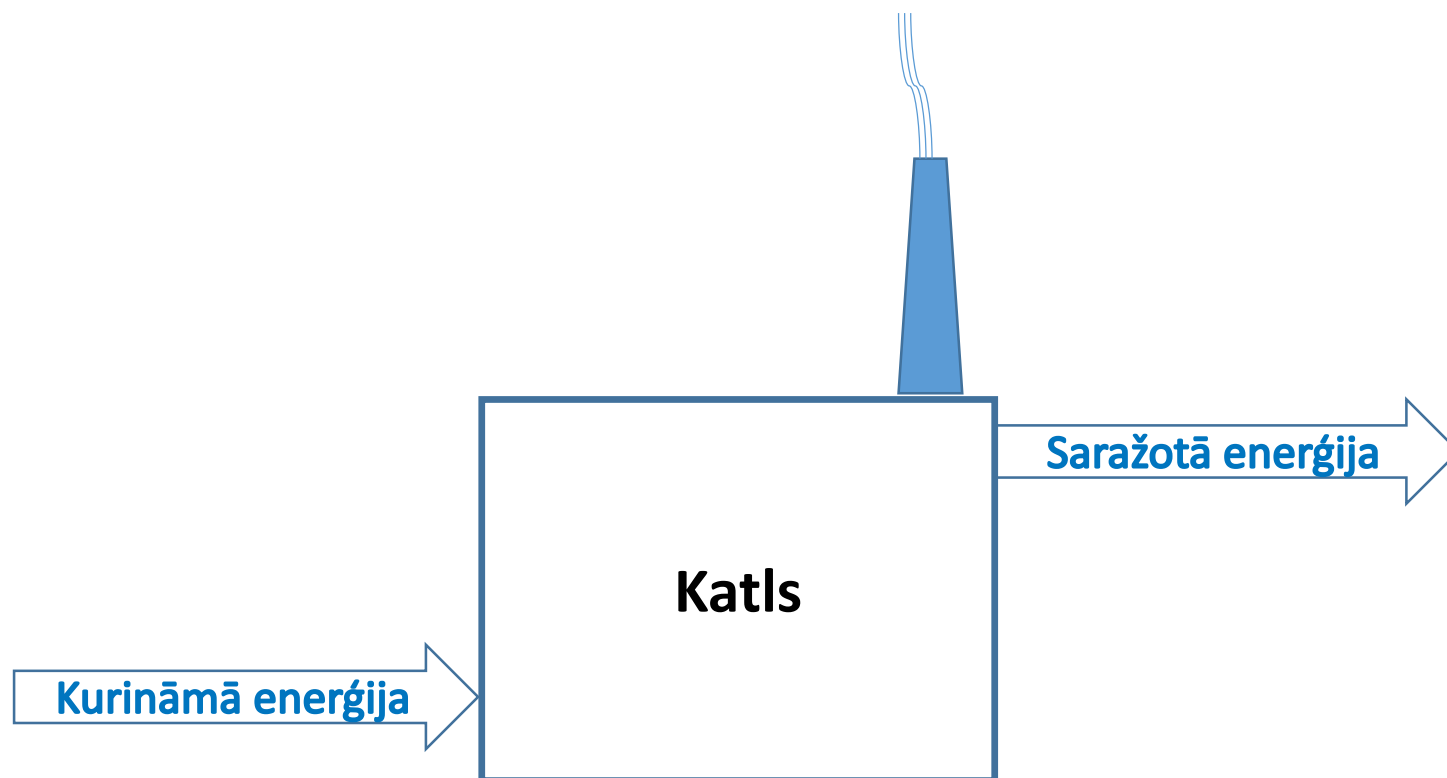
STANDARTI

EN 1148: Heat exchangers - Water-to-water heat exchangers for district heating - Test procedures for establishing the performance data

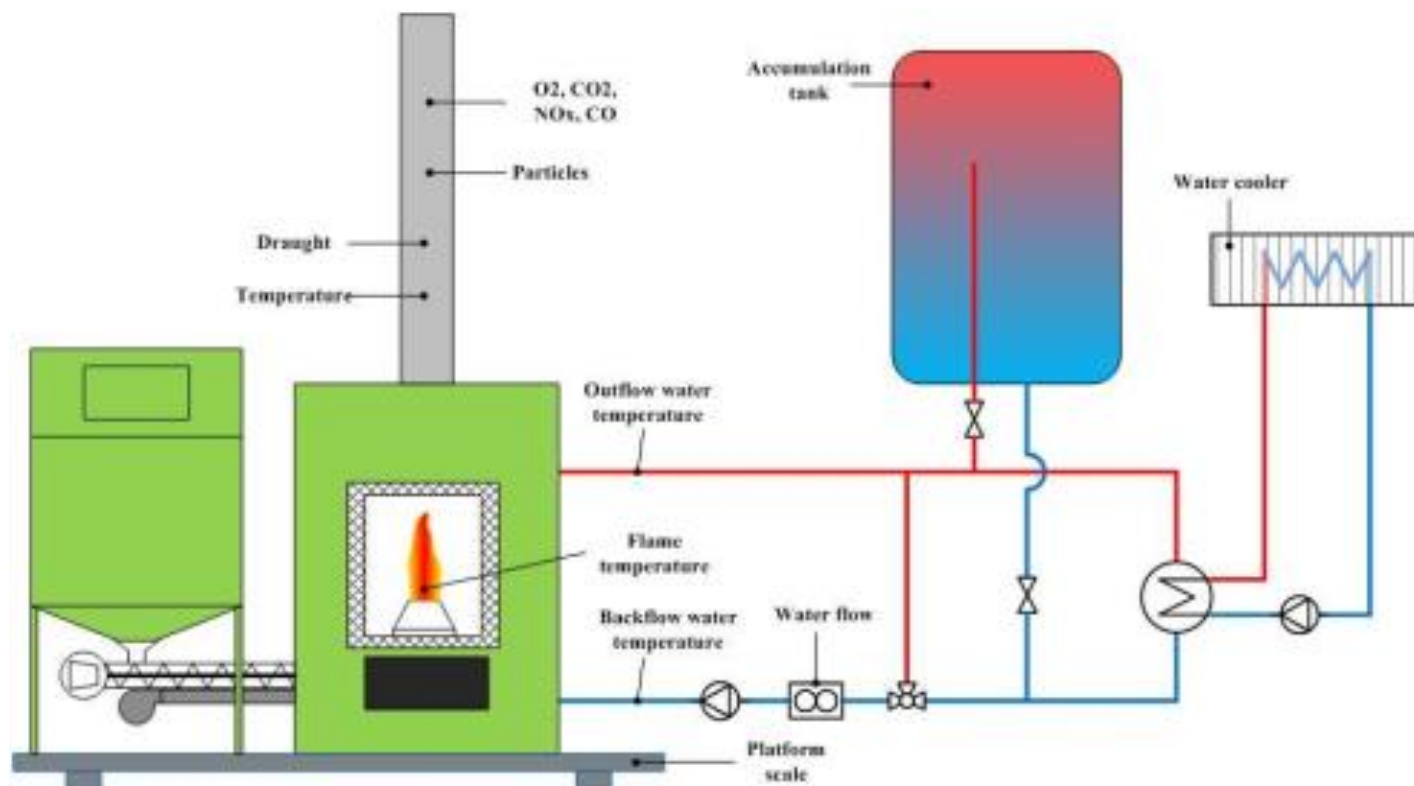
EN 1216: Heat exchangers — Forced circulation air-cooling and air-heating coils — Test procedures for establishing the performance

EN 60953-2: Tvaika turbīnu termisko pieņemšanas testu noteikumi. 2.daļa: B metode. Plašs precizitātes diapazons dažādu tipu un izmēru turbīnām

EFEKTIVITĀTES NOTEIKŠANA (TIEŠĀ METODE)



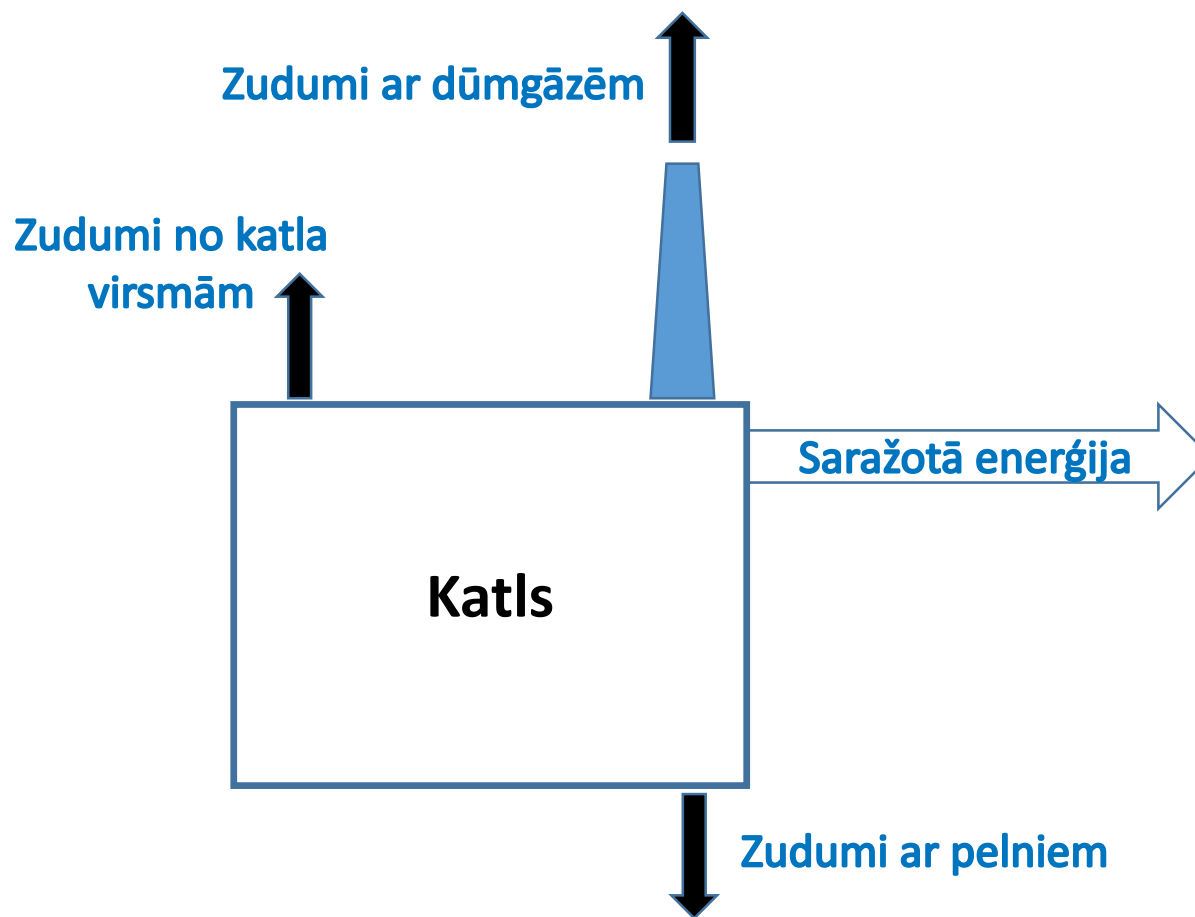
EFEKTIVITĀTES NOTEIKŠANA (TIEŠĀ METODE)



EFEKTIVITĀTES NOTEIKŠANA (TIEŠĀ METODE)

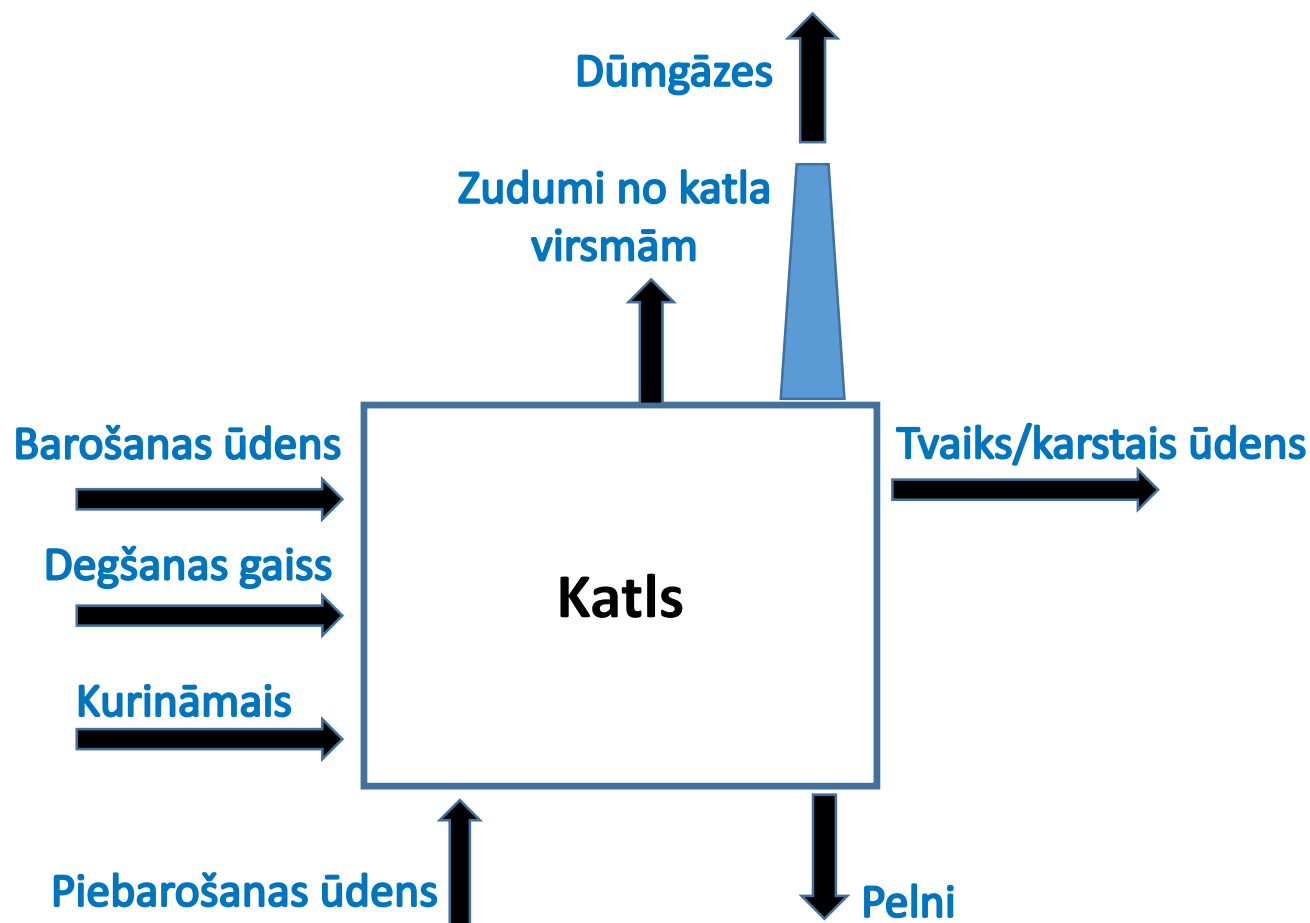


EFEKTIVITĀTES NOTEIKŠANA (NETIEŠĀ METODE)



EFEKTIVITĀTES NOTEIKŠANA (NETIEŠĀ METODE)

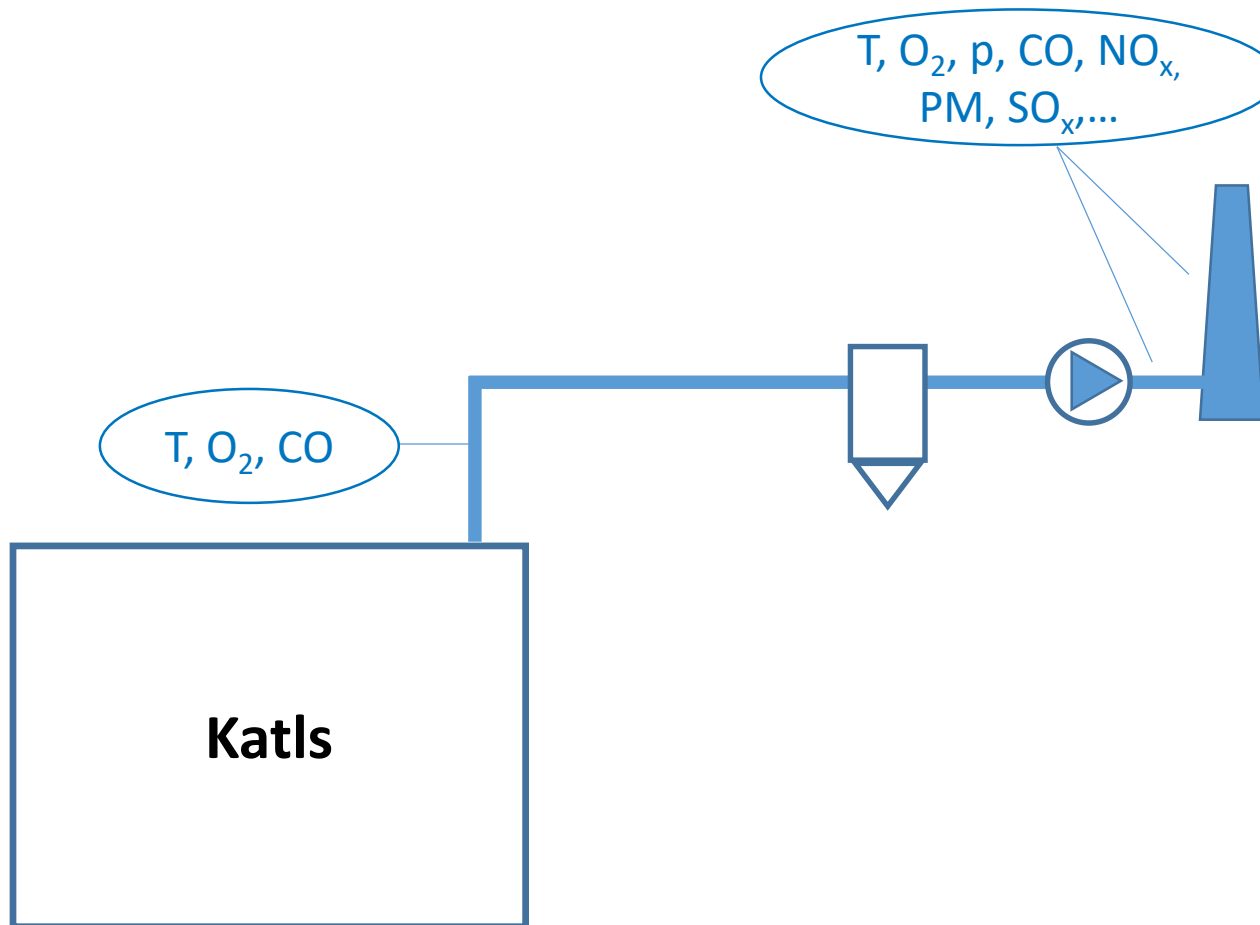
Procesa/iekārtas masas un enerģijas bilances sastādīšana



SILTUMA ZUDUMI AR DŪMGĀZĒM

Katla efektivitāte – pēc iespējas tuvāk katlam

Emisijas priekš trešajām pusēm – aiz attīrīšanas iekārtām vai skurstenī



EMISIJAS

Ir obligāti jānorāda mērvienības un atsauces apstākļi: piem. sausās dūmgāzēs, pārrēķināts uz normāliem apstākļiem: 1.013 bar un 0°C, un 6% O₂ satura dūmgāzēs

Garantijas parametrs	Vērtība	Mērvienība
CO emisijas	≤200	mg/Nm ^{3a} , pie 6% O ₂ , sausajās dūmgāzēs ^a
NO _x emisijas	≤200	
PM emisijas	≤30	

^a – sausajās dūmgāzēs, aprēķināts uz 273,15 K temperatūras un 101,3 kPa spiediena, pie atsauces skābekļa satura dūmgāzēs – 6%.

EMISIJU MĒRĪJUMI

Emisijas var mērīt visā jaudas diapazonā, bet obligāti pie maksimālās slodzes.

Ja garantijas pret emisijām attiecās uz jaudas diapazonu ir ieteicams atrunāt, ka faktiskām emisijām ir jāatbilst prasībām jebkurā diapazona punktā.

EMISIJU GARANTIJAS (LATVIJĀ)

2014.g., 12MW kurināma

Cietās daļiņas: ≤ 500

CO: ≤ 2000 mg/Nm³ pie 6% O₂

NO_x: ≤ 600

2015.g., 16MW kurināma

Cietās daļiņas: ≤ 500

CO: ≤ 2000

NO_x: ≤ 600

SO_x: ≤ 200

mg/Nm³ pie 6% O₂

EMISIJU GARANTIJAS (LATVIJĀ)

2017.g., 16MW kurināma

Cietās daļiņas:	≤500	mg/Nm ³ pie 6% O ₂
CO:	≤2000	
NO _x :	≤600	

2017.g., 18MW kurināma

Cietās daļiņas:	≤30	mg/Nm ³ pie 6% O ₂
CO:	≤100	
NO _x :	≤200	
SO _x :	≤200	

EMISIJU ROBEŽVĒRTĪBAS LATVIJĀ

Sākot ar 2018.g. 20. decembri, MK noteikumi 736,
izņemot gāzturbīnas vai gāzes dzinējus

Kurināmā veids	Nominālā ievadītā siltuma jauda (MW)	Emisijas robežvērtības (mg/Nm ³)			
		SO ₂	NO _x	CO	PM
Biomasa	1-5 MW	200 ⁽¹⁾	500	2000	50
	5-20 MW	200 ⁽¹⁾	300	2000	30
	20 – 50 MW	200 ⁽¹⁾	300	2000	20
Dabasgāze	1-50 MW	-	100	150	-
Dīzeļdegviela	1-50 MW	-	200	400	-

(1) - vērtības neattiecas uz cieta koksnes biomasu

Atsauces skābekļa koncentrācija: 6% - cietais kurināmais, 3% - šķidrā vai gāzveida kurināmais, izņemot gāzturbīnas vai gāzes dzinējus.

EMISIJU ROBEŽVĒRTĪBAS LATVIJĀ

Sākot ar 2025.g. 1. janvāri, iekārtās ar jaudu 5-50MW, MK noteikumi 736, izņemot gāzturbīnas vai gāzes dzinējus

Kurināmā veids	Emisijas robežvērtības (mg/Nm ³)			
	SO ₂	NO _x	CO	PM
Biomasa	200 ^(1;2)	650	1000	30 ⁽³⁾
Dabasgāze	-	200	100	-
Dīzeļdegviela	-	200	1000	-

(1) - vērtības neattiecas uz cieto koksnes biomasu;

(2) - 300 mg/Nm³ attiecībā uz iekārtām, kurās dedzina salmus;

(3) - 50 mg/Nm³ attiecībā uz iekārtām, kuru nominālā ievadītā siltuma jauda ir lielāka par 5 MW un mazāka par vai vienāda ar 20 MW

Atsauces skābekļa koncentrācija: 6% - cietais kurināmais, 3% - šķidrās vai gāzveida kurināmais, izņemot gāzturbīnas vai gāzes dzinējus.

EMISIJU GARANTIJAS (IGAUNIJA)

2016.g., 45MW kurināma

CO:	≤ 200	mg/Nm ³ pie 6% O ₂
NO _x :	≤ 300	

2016.g., 13MW kurināma

Cietās daļiņas:	≤ 100	mg/Nm ³ pie 6% O ₂
NO _x :	≤ 375	

EMISIJU GARANTIJAS (IGAUNIJA)

2017.g., 87MW kurināma

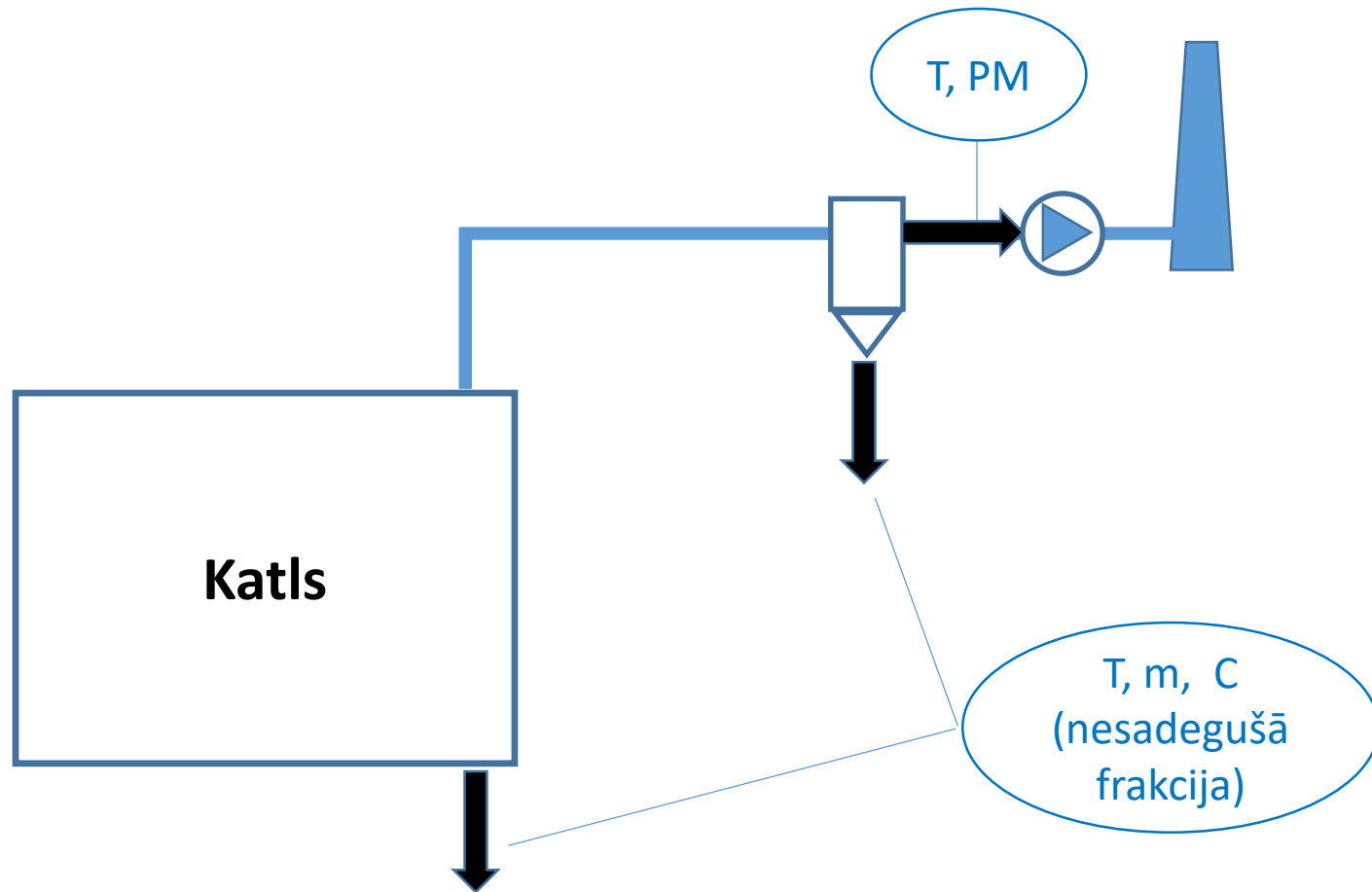
Cietās daļiņas:	≤ 20	mg/Nm ³ pie 6% O ₂
CO:	≤ 200	
NO _x :	≤ 250	
SO _x :	≤ 200	
Amonjaks (Slip):	≤ 10	

2018.g., 30MW kurināma

Cietās daļiņas:	≤ 20	mg/Nm ³ pie 6% O ₂
CO:	≤ 200	
NO _x :	≤ 300	

ZUDUMI AR PELNIEM

Smagie un vieglie pelni



ZUDUMI AR PELNIEM

Zudumi ar pelnu entalpiju un nesadegušo frakciju

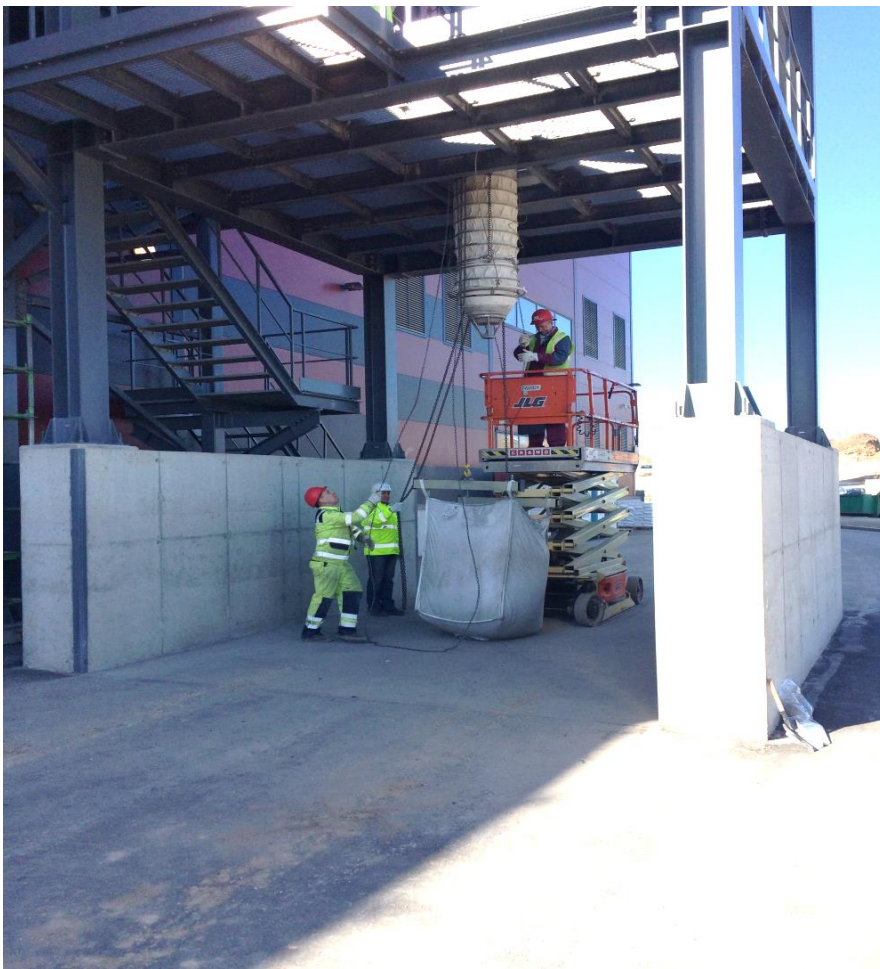
Zudumus ar pelniem nosaka:

- 1) Mērot vieglo un smago pelnu masas plūsmas;
- 2) Mērot vieglo pelnu masas plūsmu un no pelnu bilances nosakot smago pelnu masas plūsmu;
- 3) Mērot smago pelnu masas plūsmu un no pelnu bilances nosakot vieglo pelnu masas plūsmu;
- 4) Smago un vieglo pelnu masas plūsmas ir aprēķinātas no pelnu bilances pieņemot pelnu savākšanas efektivitāti.

ZUDUMI AR PELNIEM



ZUDUMI AR PELNIEM



NESADEGUŠĀ FRAKCIJA PELNOS

- Viegļie pelni:
 - Zema ietekme uz efektivitāti;
 - Tipiski ļoti homogēna frakcija;
 - Nesadegušā frakcija: 2-3%.
- Smagie kurtuves pelni:
 - Ietekme uz efektivitāti zema-vidēja;
 - Frakcija var būt nehomogēna: pelni, akmeņi, sakušņi, nesadegušais kurināmais;
 - Nesadegušā frakcija: 3-30%;
 - Augsts nesadegušā kurināmā īpatsvars pelnos var bloķēt slapjo pelnu izvākšanas sistēmu un būtiski palielināt izvedamo atkritumu apjomu.

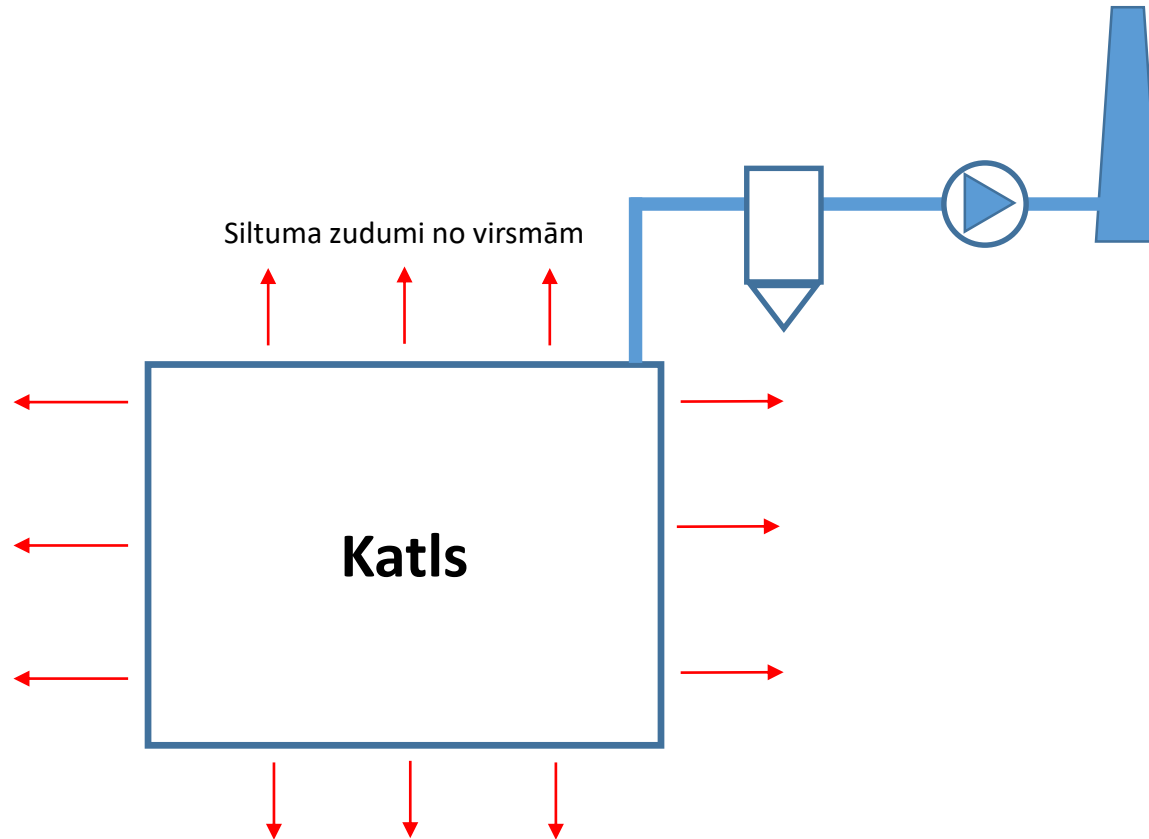
GARANTIJA ATTIECĪBĀ UZ PELNIEM

Nesadegušā masas frakcija pelnos (kurtuves, vieglajos no ciklona, vieglajos no filtra) nepārsniedz x% testējot pēc:

- EN ISO 18122 - noteikšana 550°C vidē;
- ISO 1171 – noteikšana 815°C vidē;
- Hromatogrāfija/elementārā analīze.

ZUDUMI NO KATLA VIRSMĀM

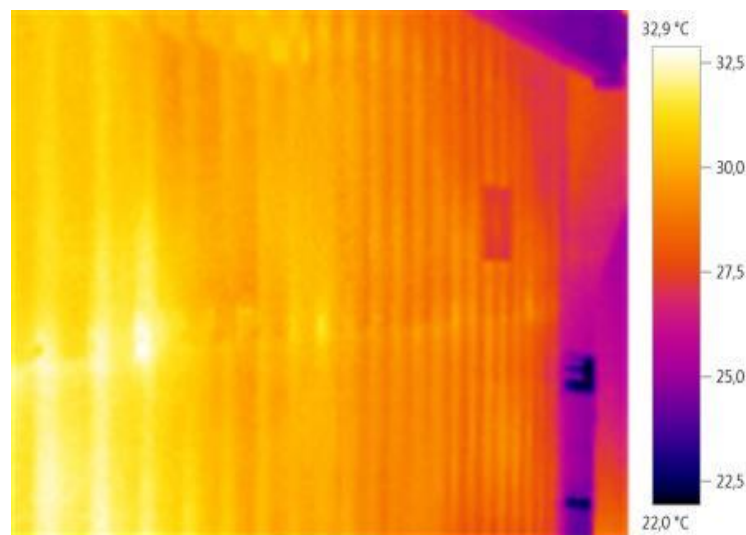
Zudumi radiācijas un konvekcijas dēļ



ZUDUMI NO KATLA VIRSMĀM

Noteikšanas metodes:

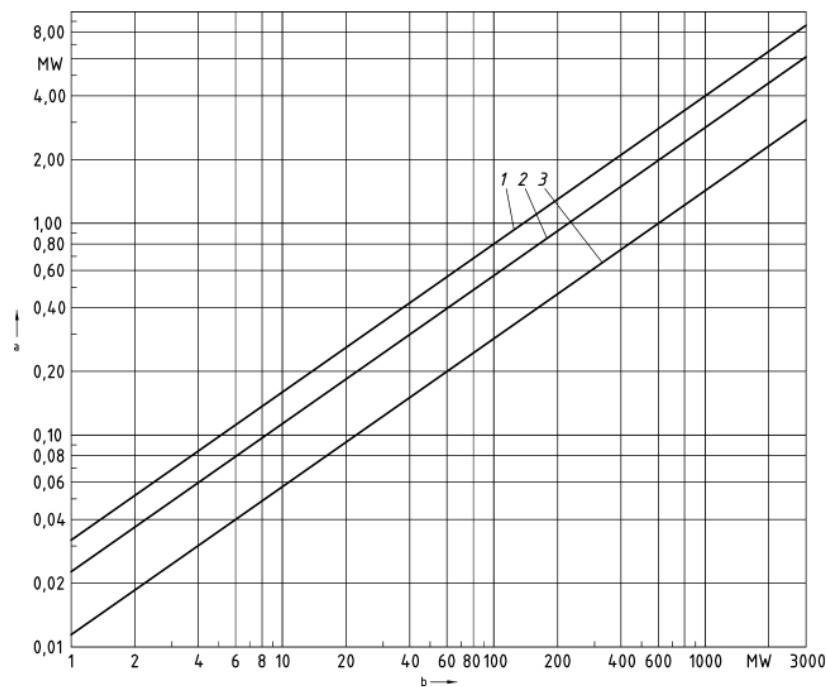
- Pieņemšana, tabulu vērtību izmantošana;
- Virsmu laukumu un temperatūras mērījumi; aprēķins;



ZUDUMI NO KATLA VIRSMĀM

Noteikšanas metodes:

- Empīriskais aprēķins (EN 12952-15):



Key

a Radiation and convection losses, $\dot{Q}_{RC}$

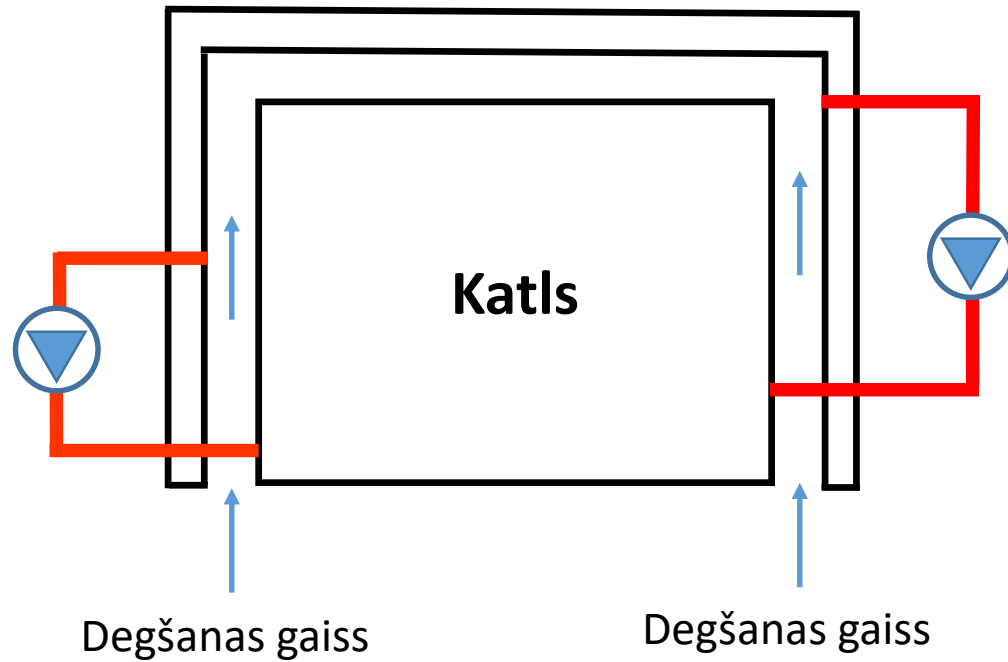
b Maximum useful heat output, $\dot{Q}_N$

1 Brown coal, blastfurnace gas and fluidized-bed boilers

2 Hard coal boilers

3 Fuel oil and natural gas boilers

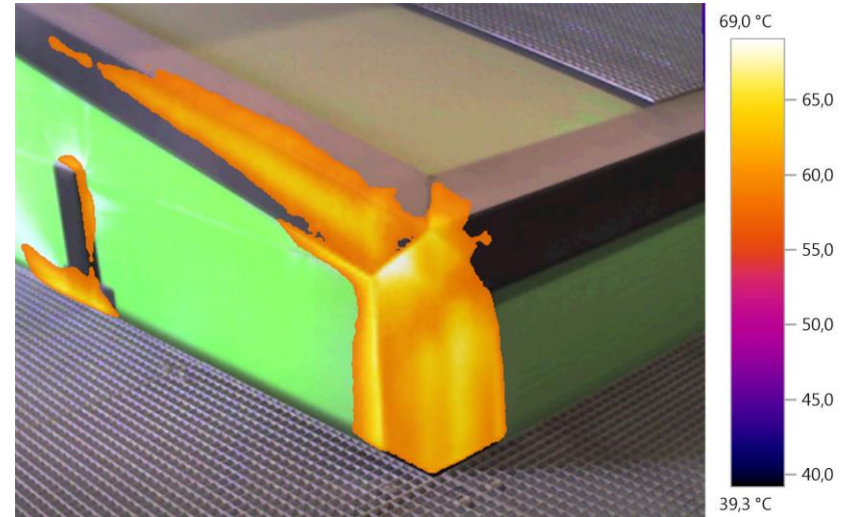
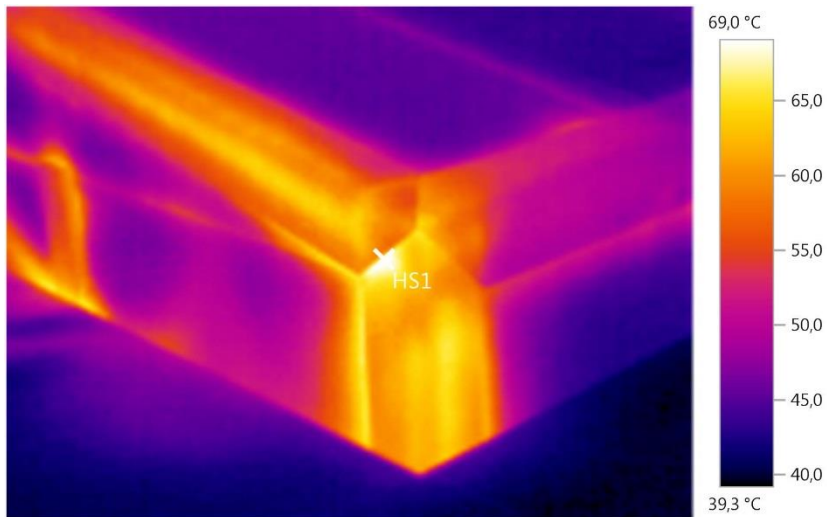
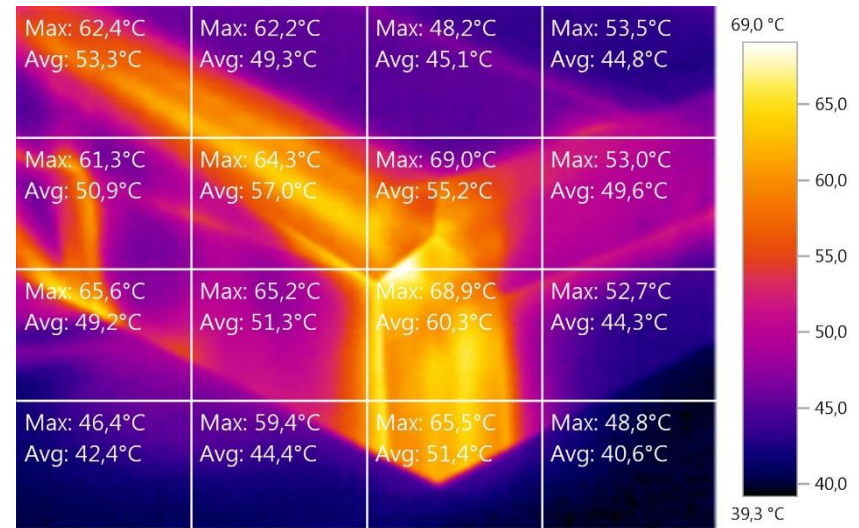
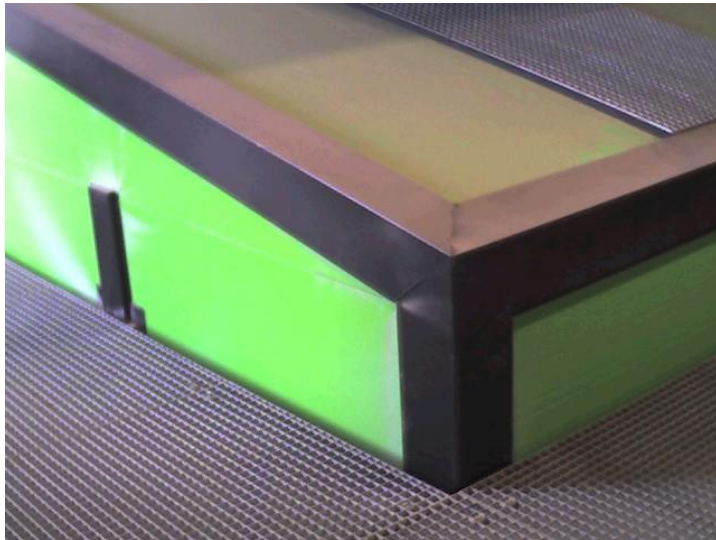
ZUDUMI NO KATLA VIRSMĀM



GARANTIJA ATTIECĪBĀ SILTUMIZOLĀCIJU

Piemērs: temperatūra uz izolētām virsmām nedrīkst būt augstāka par 20°C par vides temperatūru kas ir mērīta 1m attālumā no virsmas. Izņemot durvis, sensorus un citus tehnoloģiskos atvērumus.

VIRSMU TERMOGRĀFIJA



BEZKONTAKTA TEMPERATŪRAS MĒRĪJUMI

Termokameras un pirometri

Infrasarkanais starojums no virsmas ir atkarīgs no virsmas emisivitātes (melnuma pakāpes)

Ierobežotas iespējas izmantot spīdīgu virsmu mērījumiem; piem. pūtēls metāls, nerūsējošais tērauds, alumīnijs

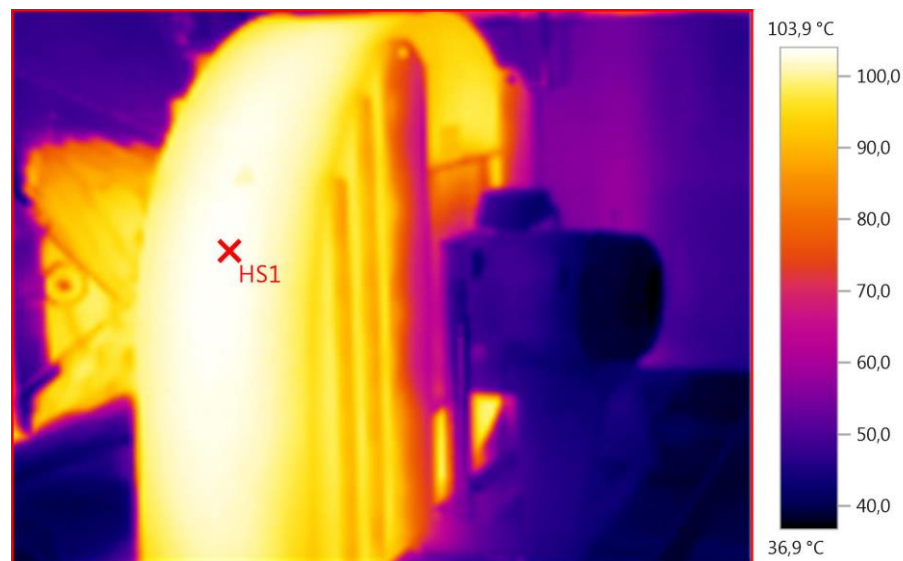
Materiāliem ar zemu emisivitāti ir jāpielieto kontakta mērījumu metodes



GARANTIJA ATTIECĪBĀ SILTUMIZOLĀCIJU

Ietekmē straujās gaisa temperatūras izmaiņas katlumājā?

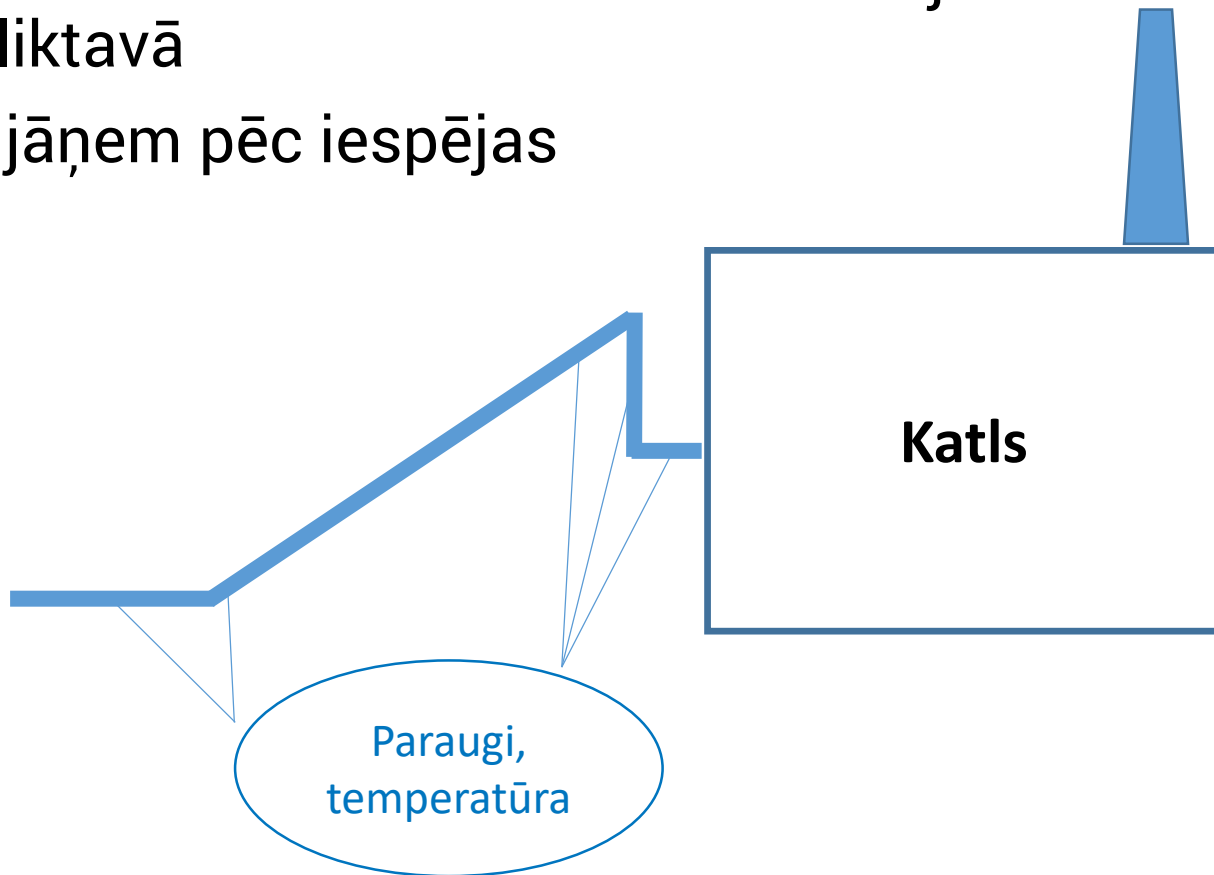
Precīzākā garantijas definīcija (īpaši attiecībā uz drošību)



KURINĀMĀ PARAUGI/PARAMETRI

Piemērotākās ņemšanas vietas: fīderis un konveijeri
katlumājā vai noliktavā

Ziemā paraugi ir jāņem pēc iespējas
tuvāk kurtuvei

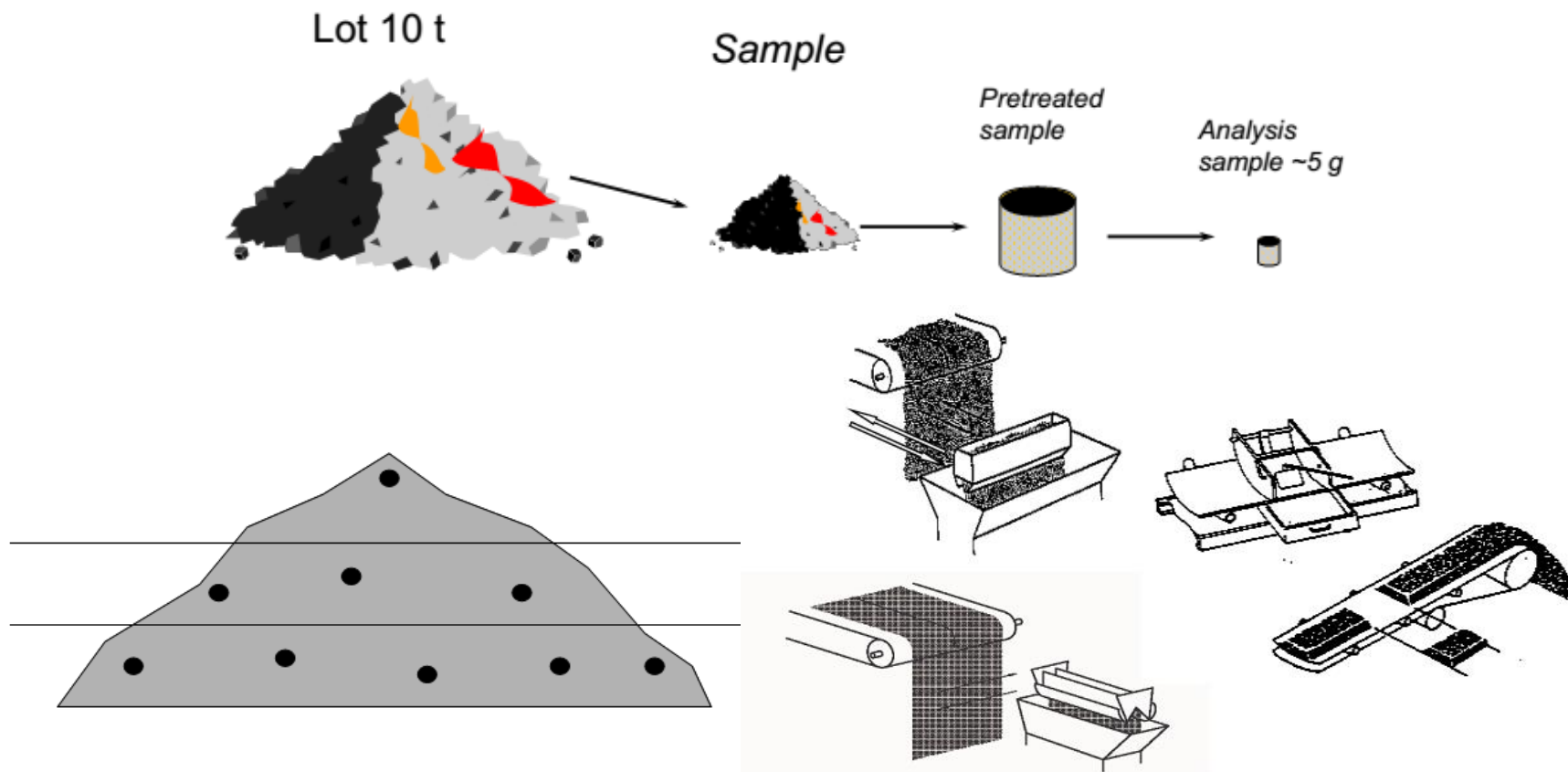


KURINĀMĀ PARAUGU ŅEMŠANA

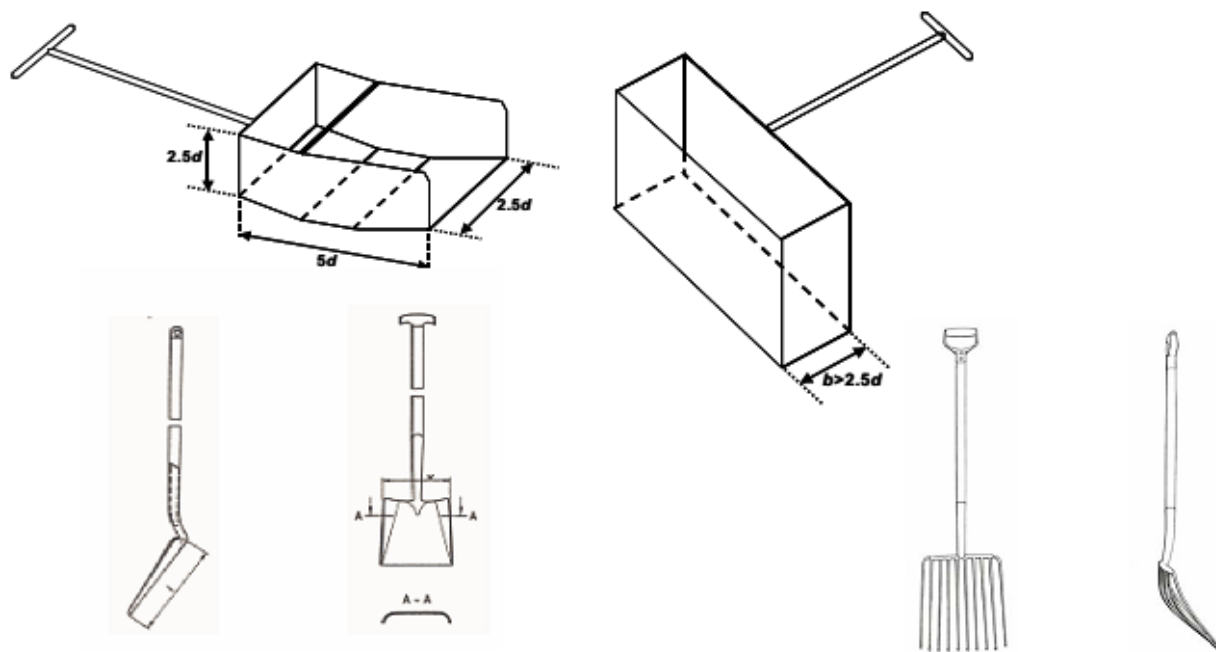


KURINĀMĀ PARAUGU ŅEMŠANA

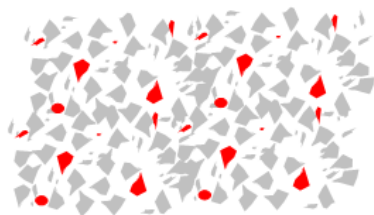
Paraugu ņemšana un apstrāde ir jāpielieto standartu metodikas.



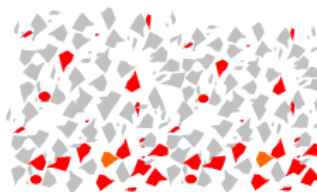
KURINĀMĀ PARAUGU ŅEMŠANA



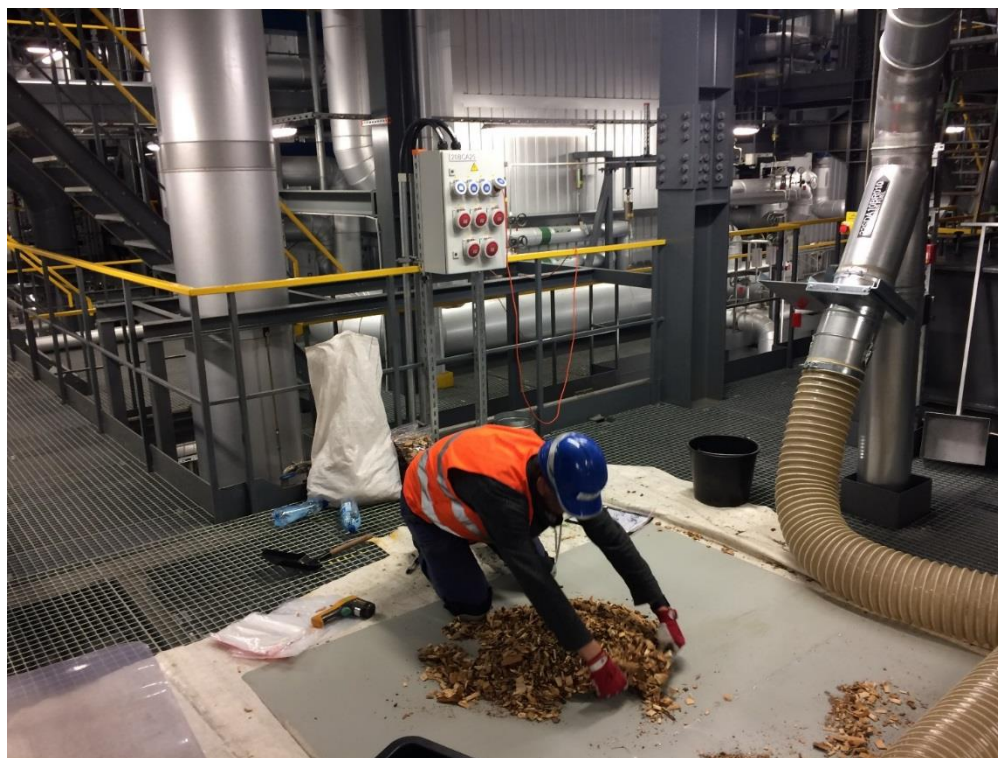
KURINĀMĀ PARAUGU SAGATAVOŠANA



Original



During transport



Video

KURINĀMĀ PARAUGI/PARAMETRI

Svarīgi: paraugi uz laboratoriju ir jānogādā hermētiskajā iepakojumā, piem. zip-lock maisi vai pārtikas spaiņi ar vāku

Obligāti: mitruma saturs, pelnu saturs, sadegšanas siltums, ķīmiskais sastāvs (CHN-S-O)

Pārējie parametri pēc vajadzības (piem. frakcija, blīvums, pelnu kušanas temperatūra, ...)



KURINĀMĀ PARAUGU ŅEMŠANA

Paraugu ņemšana un apstrāde ir jāpielieto standartu metodikas.

Pēc EN 12952-15 kurināmā paraugu ņemšanas biežums: ≤ 15 min.

Paraugi		Laboratorijas paraugs		
1. stunda	1. paraugs - 5l iegūti no 20l	5l iegūti no 4x5l	Sadegšanas siltums Mitruma saturs Pelnu saturs	CHNS-O
	2. paraugs - 5l iegūti no 20l			
	3. paraugs - 5l iegūti no 20l			
	4. paraugs - 5l iegūti no 20l			
2. stunda	...	...	...	
3. stunda	...	...	...	
4. stunda	...	...	...	

ATSAUCES APSTĀKĻI (KURINĀMAIS)

Kurināmā veids: šķelda, kūdra, koksnes mizas, skaidas, u.c. Iespējamais īpatsvars (masas)

Parametrs	Mērvienība	Šķelda	Kūdra
Mitrums	%-masas, kā saņemts	30 - 60	xx - xx
Pelni	%-masas, sausā masā	0,5 - 5	xx - xx
Zemākais sadegšanas siltums	kWh/kg	1,6 – 3,5	xx - xx
Frakcija	-	P63-P300	xx - xx
Pelnu kūšanas temperatūra	°C	>1050	xx - xx

ATSAUCES APSTĀKĻI (KURINĀMAIS)

Īpašnieka interese - testēt iekārtas pēc iespējas sliktākos apstākļos

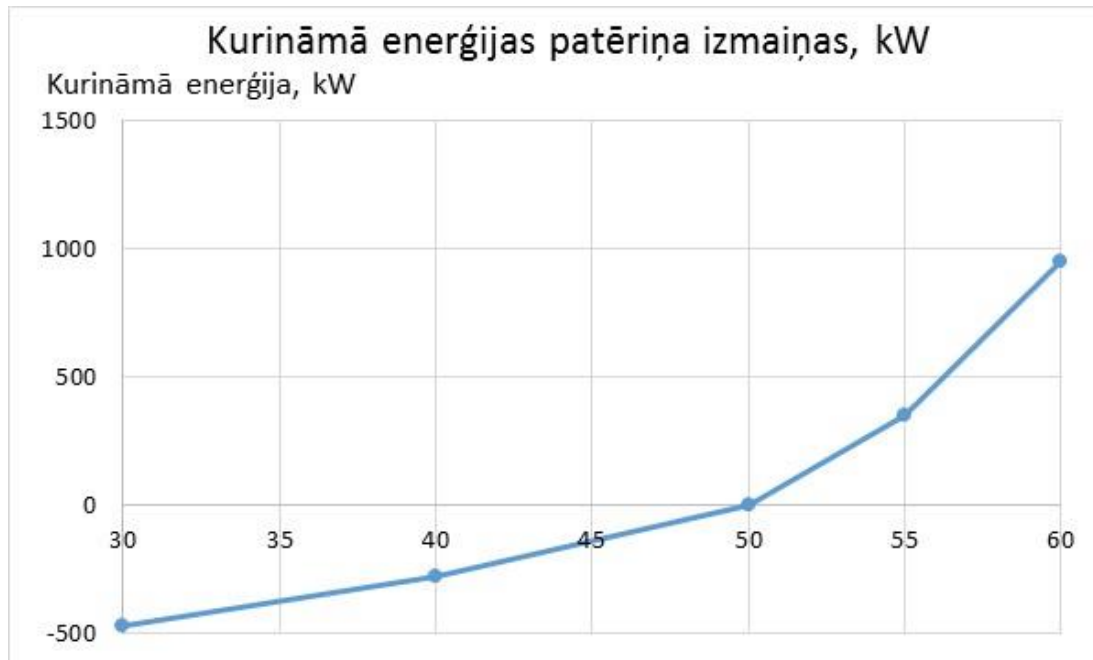
Piegādātāja interese - testēt iekārtas pēc labākos un stabilākajos apstākļos

Parametrs	Mērvienība	Šķelda	Dim-point (garantētie apstākļi)
Mitrums	%-masas, kā saņemts	30 - 60	50
Pelni	%-masas, sausā masā	0,5 - 5	5
Zemākais sadegšanas siltums	kWh/kg	1,6 – 3,5	1,6 – 3,5
Frakcija	-	P63-P300	P63-P300
Pelnu kūšanas temperatūra	°C	>1050	>1050

ATSAUCES APSTĀKĻI (KURINĀMAIS)

Korekcijas uz atsaucē apstākļiem:

- Ražotāja piedāvātās korekcijas līknes vai vienādojumi;
- Standartos iekļautās metodikas, piem. EN 12952-15;
- Citas atrunātās metodikas.



KOREKCIJA PĒC EN 12952-15

Standarts piedāvā metodikas sekojošu parametru korigēšanai:

- Kurināmā sadegšanas siltums;
- Mitruma saturs kurināmajā;
- Pelnu saturs kurināmajā;
- Degšanas gaisa temperatūra;
- Mitruma saturs kurināmajā;
- Barošanas ūdens spiediens un temperatūra.

KOREKCIJA PĒC EN 12952-15

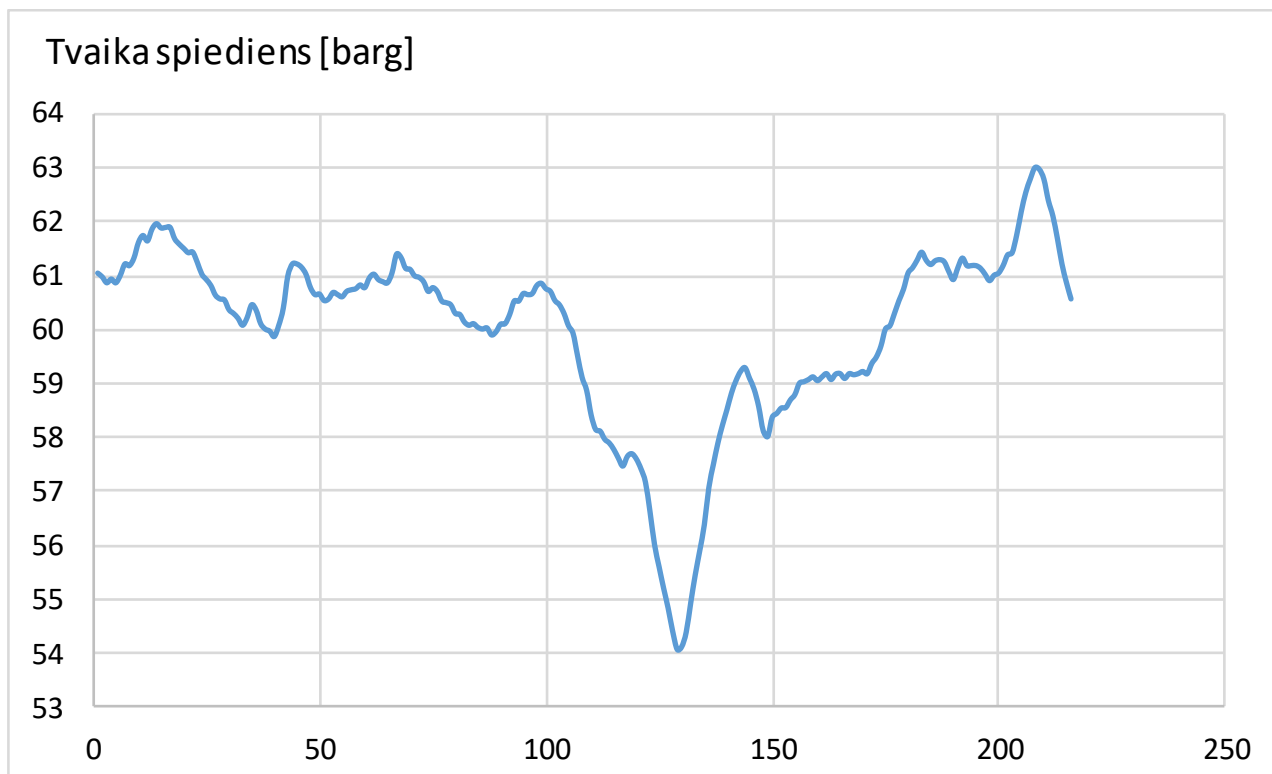
Ir nepieciešams definēt atsauces punktu (*dim-point*).

Korekcijas iespējas ir ierobežotas, piem. ne vairāk par $\pm 10\%$ kurināmā mitruma saturam.

Ir jāizvairās no sasalušā kurināmā padeves kurtuvē testa laikā.

STABILITĀTE

Veiktspējas rādītāji attiecās uz stabilu un ilgstošu iekārtas darbību.



STABILITĀTE PĒC EN 12952-15 (TVAIKA KATLIEM)

Ir atrunāti trīs stabilitātes rādītāji:

- Tvaika masas plūsmas svarstības nedrīkst pārsniegt 3% līdz 10% no vidējā procesa rādītāja (atkarīgs no ražības);
- Tvaika spiediena izmaiņas nedrīkst pārsniegt 2% līdz 4% no vidējā procesa rādītāja (atkarīgs no ražības);
- Temperatūras starpības svārstības starp dūmgāzu temperatūru izejā no katla un aukstās plūsmas (ūdens vai gaisa) temperatūra pēdējā siltummaiņa ieejā nedrīkst pārsniegt $\pm 3\%$.

Ja robežlielumi tiek pārsniegti tests var tikt noraidīts

STABILITĀTE PĒC EN 12952-15 (ŪDENSILDĀMIEM KATLIEM)

Vidējās temperatūras izmaiņas ātrums stundā nedrīks pārsniegt sekojošu lielumu:

$$\frac{\Delta t_{\tau}}{\tau} < \left| 0,03 \frac{\dot{V} (t_2 - t_1)}{1,15 V_B} \right| \quad \text{in } \frac{K}{h}$$

where

$\dot{V}$ is the volume flow of water measured during the acceptance test, in m³/h;

V_B is the content of water in hot water generator, in m³;

t_1 is the average generator inlet temperature during the test ($t_1 = 0,5 (t_{1END} + t_{1BEGIN})$), in °C;

t_2 is the average outlet temperature during the test ($t_2 = 0,5 (t_{2END} + t_{2BEGIN})$), in °C;

τ is the test duration, in h;

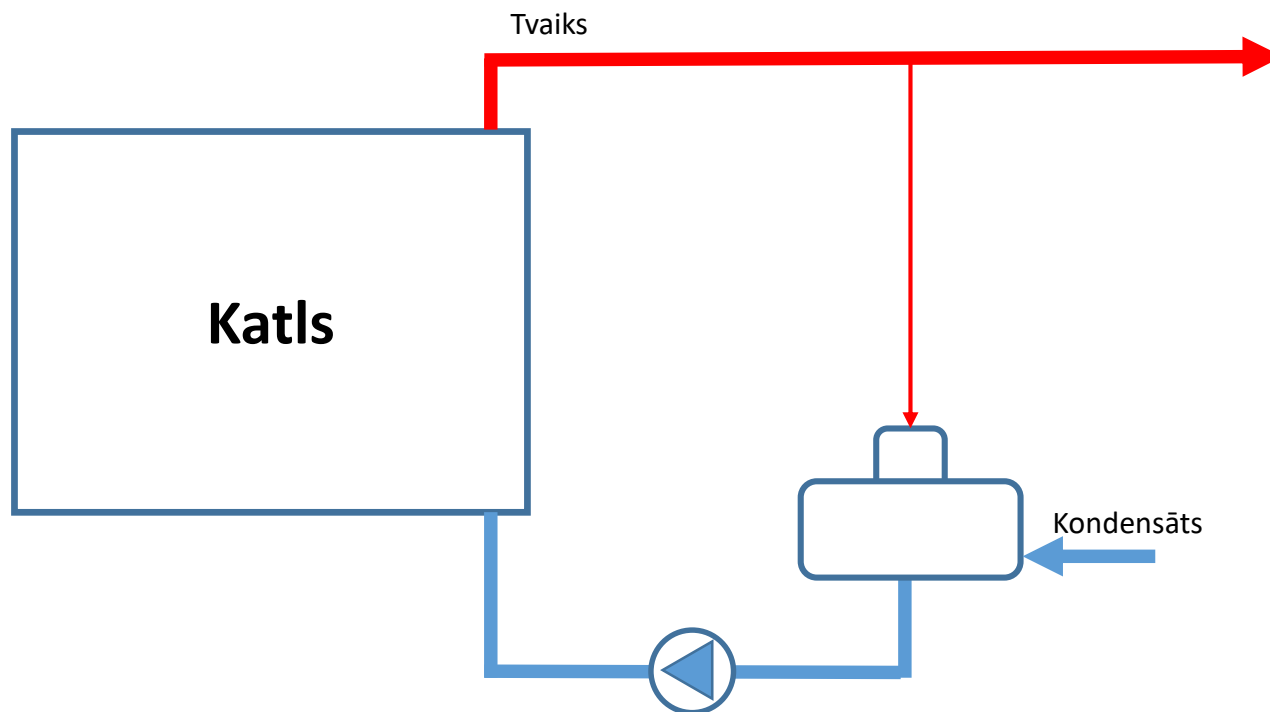
Δt_{τ} is the change in average hot water temperature during the test period
($\Delta t_{\tau} = t_{mEND} - t_{mBEGIN} = 0,5 ((t_{1END} + t_{2END}) - (t_{1BEGIN} + t_{2BEGIN}))$), in °C.

where subscript BEGIN denotes start of test and subscript END, end of test.

Ja robežlielums tiek pārsniegts tests var tikt noraidīts

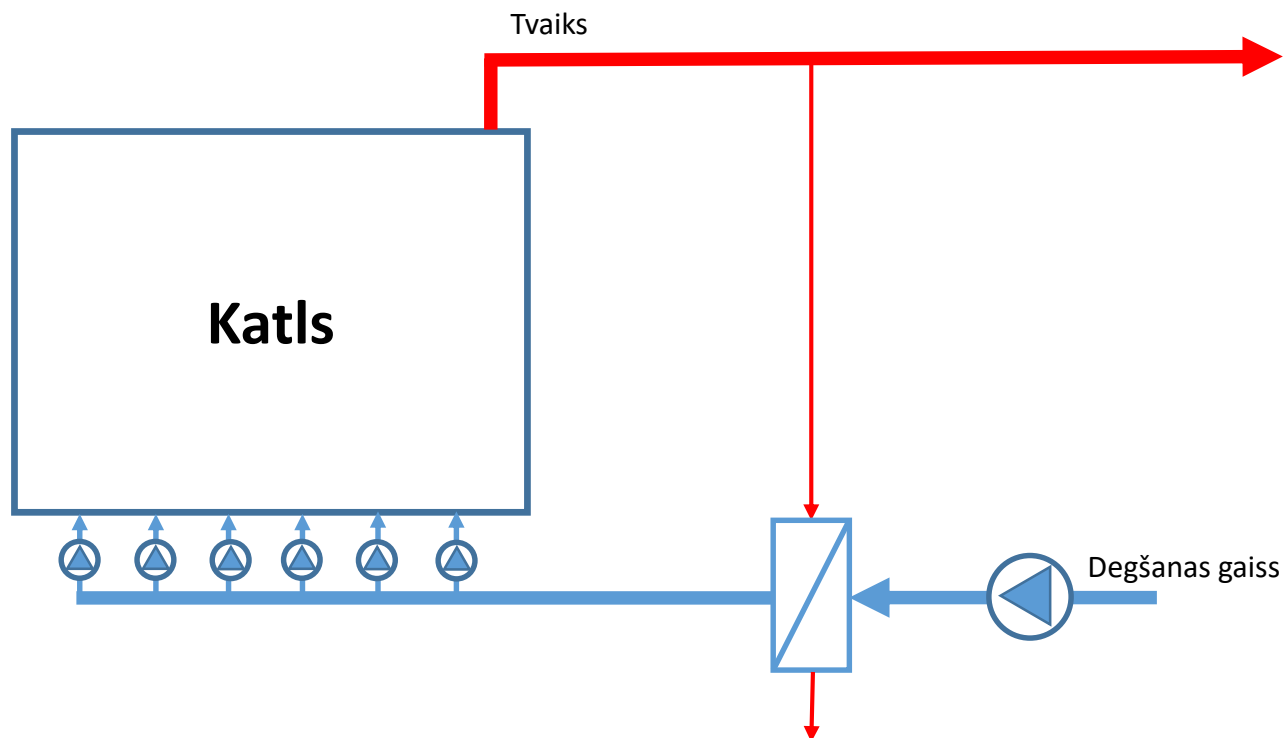
TESTĒJAMĀ OBJEKTA ROBEŽAS

Pirms testa ir nepieciešams definēt testējamā objekta (katla) robežas, ko pēc tam raksturo ar enerģijas bilanci.



TESTĒJAMĀ OBJEKTA ROBEŽAS

Gaisa priekšsildīšana



TESTĒJAMĀ OBJEKTA ROBEŽAS

Robežas nosaka bilancē iekļaujamos siltuma ieguvumus, piem.:

- barošanas ūdens sūknis;
- dūmgāzu recirkulācijas ventilators;
- degšanas gaisa ventilatori.

Un definē faktisko lietderīgo siltuma jaudu.

Piemēram - tvaika katlam tiek iegūts siltuma arī no ārdu dzesēšanas.

TESTA ILGUMS (PĒC EN 12952-15)

Tiešā metode	Testa ilgums
Cietais kurināmais, stabilā darbība	4h
Cietais kurināmais, iespējamās cikliskās variācijas (piem. manuālā pelnu izvākšana)	Vismaz 8h un vismaz viens pilns cikls sākot un beidzot testu cikla vienādajos punktos
Cietais kurināmais ar mainīgu sadegšanas siltumu (piem. cukurniedru izspaidas)	6h
Šķidrā un gāzveida kurināmā katli (ieskaitot pārpalikušā siltuma katlus)	2h
Elektriskie katli	1h

TESTA ILGUMS (PĒC EN 12952-15)

Netiešā metode	Testa ilgums
Cietais kurināmais	4h
Šķidrā un gāzveida kurināmā katli (ieskaitot pārpalikušā siltuma katlus)	2h

NENOTEIKTĪBA

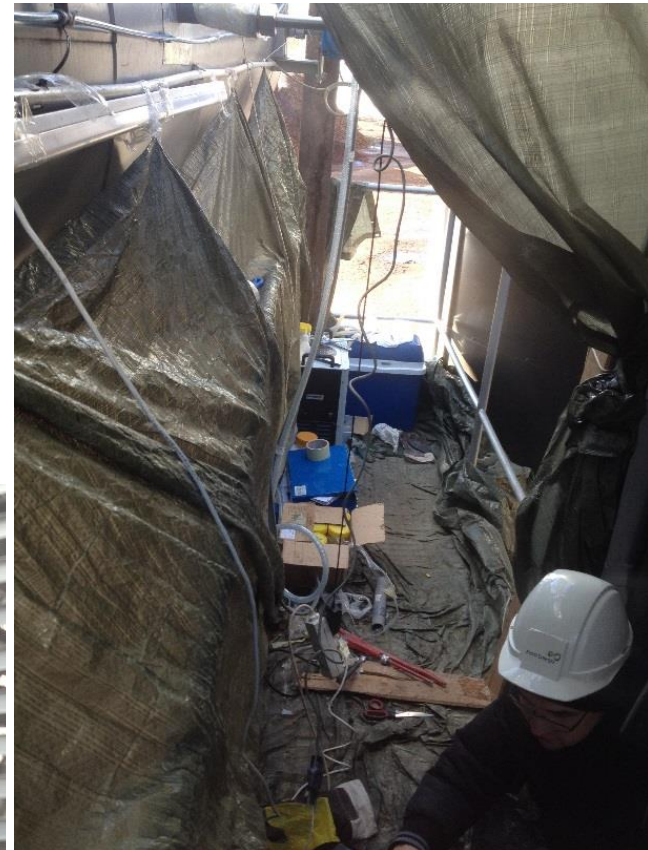
Jebkurš nomērītais lielums un no tā iegūtais rezultāts ir atkarīgs no pielietotās mēraparatūras un sistēmas, pielietotās procedūras un mērāmā objekta.

Rezultātiem ir jābūt norādītiem ar standarta nenoteiktību, piem. $90 \pm 0,5\%$

TESTĒŠANAS PROCESS

- 1) Apmaiņa ar vispārīgo informāciju. Piedāvājums.
- 2) Pirmā vizīte.
- 3) Testēšanas procedūra. Testēšanas programma. Atskaites saturs.
- 4) Procedūras saskaņošana no visām pusēm.
- 5) Braukšana uz objektu. Iekārtu uzstādīšana un darbavietu sagatavošana.







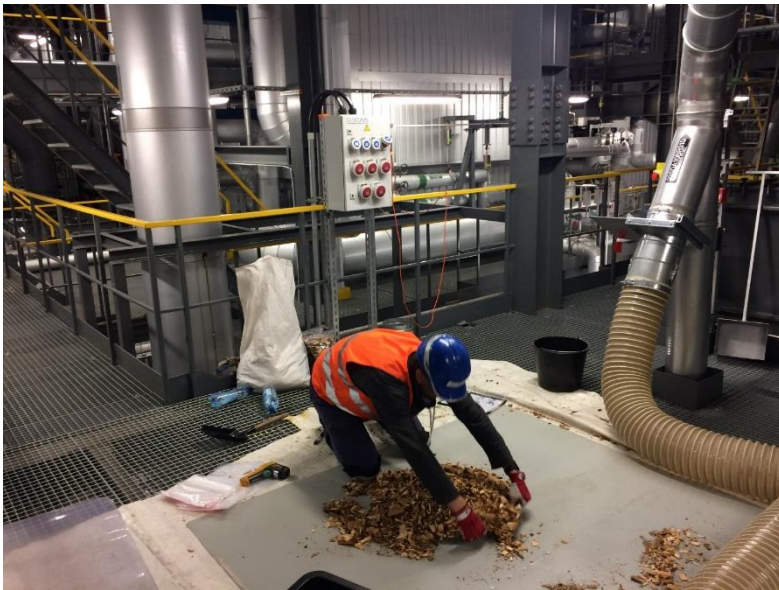
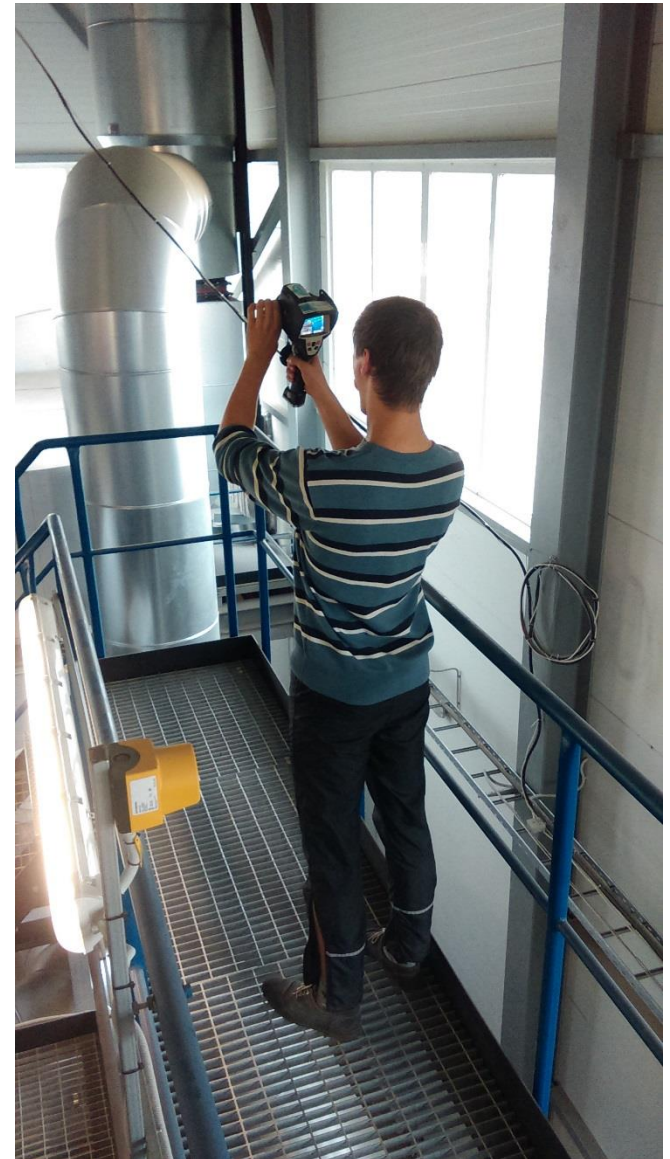
Video





TESTĒŠANAS PROCESS

- 6) Ieeja režīmā. Stabilizēšana. Kick-off meetings.
- 7) Testa sākuma protokols. Monitoringa iekārtu palaišana. Testa sākuma laiks.
- 8) Tests. Paraugu ņemšana un monitorings (SCADA, Īslaicīgais), protokoli. Kontrolparaugi.



TESTĒŠANAS PROCESS

9) Testa beigas. Datu savākšana. Beigu protokols.

10) Iekārtu noņemšana. Paraugi uz laboratorijām.



11) Rezultātu analīze. Atskaite

		Flue gases						Combustion air										Fuel properties										Slag		Check sum
		O ₂	CO	NOx	CO2inf	T _{fluegas}	FG fl. rate	T _{top}	T _{bottom}	T _{air}	T _{top}	T _{bottom}	T _{air}	X _{H2Oa}	P _{air}	X _{H2OAd}	t _f	Y _{H2O}	Y _{Ash}	NCV	C	H	N	S	O	u _{SL}	u _{FA}			
		%	ppm	ppm	%	°C	Nm ³ /h	°C	°C	°C	°C	°C	°C	% RH	hPa	g/kg	°C	%	%, w	kJ/kg	%, w	%, w	%, w	%, w	%, w	kg/kg	kg/kg			
Boiler 2	09:50-10:50	4,1	35,0	139,1		151,3	27310	62,3	89,3	75,8	36,4	36,4	36,4	32,8	996	12,54	25,6	40,40	1,76	9945	27,6	3,48	0,28	0,0	26,48	0,16	0,5	100,0		
	10:50-11:50	3,7	20,8	124,8		152,2	27912	62,4	90,1	76,3	36,3	36,7	36,5	31,6	995	12,15	29,8	40,10	1,85	10034	27,9	3,52	0,27	0,0	26,36	0,04	0,5	100,0		
	11:50-12:50	3,5	31,4	124,2		146,8	25869	62,9	89,6	76,3	36,4	36,7	36,6	29,1	997	11,19	30,5	36,08	1,92	10703	28,8	3,71	0,31	0,0	29,22	0,02	0,5	100,0		
	12:50-13:50	3,8	27,8	125,3		145,7	26279	63,1	90,3	76,7	36,8	37,3	37,1	29,3	998	11,57	30,1	34,90	2,26	10489	28,8	3,66	0,29	0,0	30,09	0,02	0,5	100,0		
average		3,78	28,8	128,4	#DIV/0!	149,0	26842	62,7	89,8	76,3	36,5	36,8	36,6	30,7	996,5	11,863	29,0	37,9	1,95	10293	28,26	3,59	0,29	0,0000	28,04	0,057	0,50			
Losses according EN 12952 - unburned CO, unburned combustibles in slag and flue dust																														
		Y _C	Y _H	Y _S	Y _O	Y _N	V _{God}	Y _{O2Ad}	Y _{O2d}	V _{God}	H _{(N)tot}	Y _{COd}	H _{COd}	I _{(N)COF}	m _{FA}	C _{FA}	H _{UJ}	Q _{FA}	Y _{Ash}	V	m _{Fo}	u _{SL}	C _{SL}	I _U	J _{SL} *	Q _{SL}	I _{(N)SF}			
		kg/kg	kg/kg	kg/kg	kg/kg	kg/kg	m ³ /kg	m ³ /m ³	m ³ /m ³	m ³ /kg	kJ/kg	m ³ /m ³	kJ/m ³	-	kg/s	kJ/kg K	kJ/Kg	MW	kg/kg	%	kg/s	kg/kg	kJ/Kg K	kg/kg	kJ/kg	MW	-			
Boiler 2	09:50-10:50	0,276	0,035	0,0000	0,2648	0,0028	2,487	0,2094	0,0410	3,092	10105	0,000035	12633	0,01%	0,003	0,84	0,0272	0,453	0,0176	0,5	2,0282	0,1550	1,26	0,0104	5,6356	0,0114	0,06%			
	10:50-11:50	0,279	0,035	0,0000	0,2636	0,0027	2,525	0,2094	0,0370	3,067	10209	2,08E-05	12633	0,01%	0,003	0,84	0,0272	0,466	0,0185	0,5	2,0896	0,0359	1,26	0,0109	5,1944	0,0109	0,05%			
	11:50-12:50	0,288	0,037	0,0000	0,2922	0,0031	2,566	0,2094	0,0350	3,081	10891	3,14E-05	12633	0,01%	0,003	0,84	0,0272	0,417	0,0192	0,5	1,9331	0,0219	1,26	0,0112	5,3155	0,0103	0,05%			
	12:50-13:50	0,288	0,037	0,0000	0,3009	0,0029	2,536	0,2094	0,0380	3,098	10694	2,78E-05	12633	0,01%	0,003	0,84	0,0272	0,421	0,0226	0,5	1,9621	0,0168	1,26	0,0129	6,2349	0,0122	0,06%			
Losses according EN 12952 - flue gas - heat credits																														
		Y _C	Y _H	Y _S	Y _O	u _{Ad}	Y _{O2Ad}	Y _{O2d}	V _{God}	P _{nAd}	u _{Ad}	Y _H	Y _{H2O}	u _{H2OF}	u _{H2O}	X _{H2OAd}	u _A	Y _{Ash}	V	u _{AS}	u _G	H _{(N)tot}	H _{(N)tot}	C _{PG}	t _G	t _r	I _{(N)GF}			
		kg/kg	kg/kg	kg/kg	kg/kg	kg/kg	m ³ /m ³	m ³ /m ³	m ³ /kg	kg/m ³	kg/kg	kg/kg	kg/kg	kg/kg	kg/kg	kg/kg	kg/kg	kg/kg	%	kg/kg	kg/kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kgK	°C	°C	-			
Boiler 2	09:50-10:50	0,2760	0,0348	0	0,2648	3,227	0,2094	0,0410	2,487	1,293	4,010	0,035	0,40	0,7150	0,7653	0,012536	4,060	0,0176	0,50	0,00	5,051	10105	10105	1,12	151,3	25,0	7,1%			
	10:50-11:50	0,2790	0,0352	0	0,2636	3,280	0,2094	0,0370	2,525	1,293	3,981	0,035	0,401	0,7156	0,7640	0,012153	4,029	0,0185	0,50	0,00	5,020	10209	10209	1,13	152,2	25,0	7,0%			
	11:50-12:50	0,2876	0,0371	0	0,2922	3,321	0,2094	0,0350	2,566	1,293	3,987	0,037	0,3608	0,6924	0,7370	0,011193	4,031	0,0192	0,50	0,00	5,022	10891	10891	1,12	146,8	25,0	6,3%			
	12:50-13:50	0,2880	0,0366	0	0,3009	3,270	0,2094	0,0380	2,536	1,293	3,997	0,037	0,349	0,6761	0,7223	0,011573	4,043	0,0226	0,50	0,00	5,032	10694	10694	1,11	145,7	25,0	6,3%			
average						3,274	0,209	0,038	2,528	1,293	3,994			0,700	0,747	0,011863	4,041				5,031	10475	10475	1,12	149,0	25,0	6,67%			
		C _{PA0d}	P _{1m}	P _{2m}	u _G	u _{H2OF}	u _{Ad}	X _{H2OAd}	u _{H2O}	X _{H2O}	P _{CO2} at T _{flg}	u _{CO20}	V _{God}	P _{nAd}	u _{CO2}	X _{CO2}	C _{PG}	P _{1m}	C _{PA0}	P _u	P _{UG}	P _U	P	Q _{NIZ}	Q _{AC}					
		kJ/kgK			kg/kg	kg/kg	kg/kg	kg/kg	kg/kg	kg/kg	kg/m ³	kg/kg	m ³ /kg	kg/m ³	kg/kg	kg/kg	kJ/kgK		kJ/kgK		kW	kW	kW	kW	MW	MW				
Boiler 2	09:50-10:50	1,0095	0,874	-0,049	5,051	0,715	4,010	0,01254	0,7653	0,15151	1,2641	1,0129	2,4868	1,293	1,796	0,356	1,125	0,863	1,293					125,8	0,126	0,174				
	10:50-11:50	1,0096	0,874	-0,049	5,020	0,716	3,981	0,01215	0,7640	0,15218	1,2614	1,0239	2,5250	1,293	1,725	0,344	1,126	0,863	1,282					125,8	0,126	0,174				
	11:50-12:50	1,0093	0,873	-0,050	5,022	0,692	3,987	0,01119	0,7370	0,14676	1,2776	1,0555	2,5661	2,293	2,236	0,445	1,115	0,863	1,260					125,8	0,126	0,174				
	12:50-13:50	1,0092	0,873	-0,051	5,032	0,676	3,997	0,01157	0,7223	0,14355	1,2810	1,0568	2,5356	3,293	2,908	0,578	1,105	0,863	1,262					125,0	0,125	0,174				
average																	1,118													
Efficiency according EN 12952 - indirect method 8.4-7N																														
		Q _{RC}	Q _L	Q _(NIZ)	m _{ST}	Q _N	Q _N	ΣI _{(N)F}	I _{(N)G}	I _{(N)CO}	I _{(N)RC}	I _{(N)SF}	η _{(N)B}	Q _{(N)Ztot}	NCV	m _F		Y _{H2O}	Y _{H2Oref}	Q _{H2OC}	Y _{Ash}	Y _{ash_ref w}	Q _{AC}	Q _{(NIZ)tot-corr}	η _{(N)Be}	m _F	Q _{E-90}			
		MW	MW	MW	t/h	kW	MW	-	%	%	%	%	-	kW	kJ/kg	kg/h	%	%	kW	%, w	%, w	kW	kW	kg/h	kW _{el}					
Boiler 2	09:50-10:50	0,174	0,465	0,126	22,0	18017	18,02	0,0717	7,1%	0,01%	0,9%	2,3%	0,897	20086	9945	7271		40,4	50	-277	1,76	3,083	-1,8	20365	0,885	7372	9965			
	10:50-11:50	0,174	0,476	0,126	22,9	18742	18,74	0,0710	7,0%	0,01%	0,8%	2,3%	0,898	20865	10034	7486		40,1	50	-284	1,85	3,146	-1,9	21151	0,886	7589	9970			
	11:50-12:50	0,174	0,428	0,126	22,8	18689	18,69	0,0632	6,2%	0,01%	0,8%	2,1%	0,908	20584	10703	6923		36,1	50	-367	1,92	3,060	-1,8	20953	0,892	7048	9964			
	12:50-13:50	0,174	0,433	0,125	22,6	18544	18,54	0,0635	6,2%	0,01%	0,9%	2,1%	0,907	20440	10489	7015		34,9	50	-388	2,26	3,658	-2,4	20831	0,890	7149	9964			
average		0,174	0,450	0,126	22,6	18498	18,50	0,0673	6,63%	0,01%	0,85%	2,20%	0,903	20494	10293	7174		37,9	50,0	-329	1,95	3,24	-1,95	20825	0,888	7289	9966			
					6,27									0,903	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!								#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			
															#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!								#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			
															#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!								#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			
Useful heat output EN 12952																														
		T _F	T _R	Generator	Steam T1	Steam P1	H2O T2	H2O P2	ρ _{H2O}	m	H1	h2	Q _{N-boiler}	Q _{dewwater}	Q _{hw-preheat}	Q _{air-preheat}		Q _{OH}	Q _N	Q _E	η _{(N)el}	Q _{E(int)}	η _{(N)el}	Q _{TCCond}	P/Q	P/Q _(int)	steam consumption			
		°C	°C	kW	°C	Bar a	°C	bar a	kg/m ³	t/h	kJ/kg	kJ/kg	kW	kW	kW	kW		KW	kW	kW _{el}	-	kW _{el}	-	kW	-	-	kW/kg/h			
Boiler 2	09:50-10:50	90,6	51,0	9965	492,9	63,88	106,1	76,1	957,4	21,980	3401	450,5	18017	0,0	0,0	0,0		26368	18017	9965	0,245	9965,0	0,245	26368	0,38	0,38	0,22			
	10:50-11:50	90,6	51,3	9970	492,8	65,98	106,2	77,5	957,4	22,889	3399	450,8	18742	0,0	0,0	0,0		26220	18742	9970	0,247	9970,0	0,247	26220	0,38	0,38	0,22			
	11:50-12:50	90,2	51,1	9964	492,6	65,48	106,1	77,1	957,5	22,820	3399	450,4	18689	0,0	0,0	0,0		26272	18689	9964	0,248	9964,0	0,248	26272	0,38	0,38	0,22			
	12:50-13:50	90,3	51,1	9964	493,0	65,20	106,2	76,9	957,4	22,638	3400	451,0	18544	0,0	0,0	0,0		26268	18544	9964	0,248	9964,0	0,248	26268	0,38	0,38	0,22			
average		90,4	51,1	9966	492,8	65,1	106,2	76,9	957	22,58	3400	450,7	18498	0,0	0,0	0,0		26282	18498	9966	0,247	9966,0	0,247	26282						

TIPISKĀS KĻŪDAS GARANTIJU DEFINĒŠANĀ

- Ir efektivitāte, bet nav lietderīgās jaudas;
- Ir jauda, bet nav kurināmā enerģijas patēriņš/efektivitāte;
- Ir norādīta jauda, bet nav norādīti siltumnesēja parametri (piem. terminālā punktā);
- Definējot garantiju attiecībā uz nesadeģušo frakcija pelnos, ir jāatrunā testēšanas metodika;
- Virsmu temperatūra attiecās tikai uz siltinātām virsmām. Infrasarkanā termogrāfija.

TIPISKĀS KĻŪDAS GARANTIJU DEFINĒŠANĀ

- Nav atrunātas metodikas. Nav definēts vai laboratorijām ir jābūt akreditētām;
- Bieži trūkst mērvienības un atsauces apstākļi;
- Pārāk maigas prasības attiecībā uz emisijām;
- Emisijas tiek mērītas atsevišķi no veiktspējas testa;
- Testēšana pie dažādām slodzēm (piem. 100%, 60%, 30% MCR);

TIPISKĀS KĻŪDAS GARANTIJU DEFINĒŠANĀ

- Elektrības definīcijas: gross capacity, net capacity, auxiliary consumption;
- Transformatori ir/nav iekļauti testēšanas robežās.

TIPISKIE NESASNIEGUMI

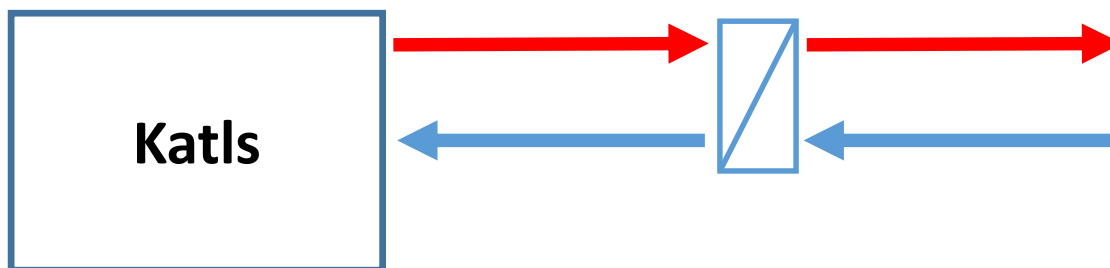
- Elektrības pašpatēriņš
- Neto elektriskā jauda
- Nesadegušā frakcija pelnos
- Siltumnesēja parametri
- Virsmu temperatūra
- Stabilitāte

SILTUMMAIŅU TESTĒŠANA

Rekomendētās svārstības (EN 1148):

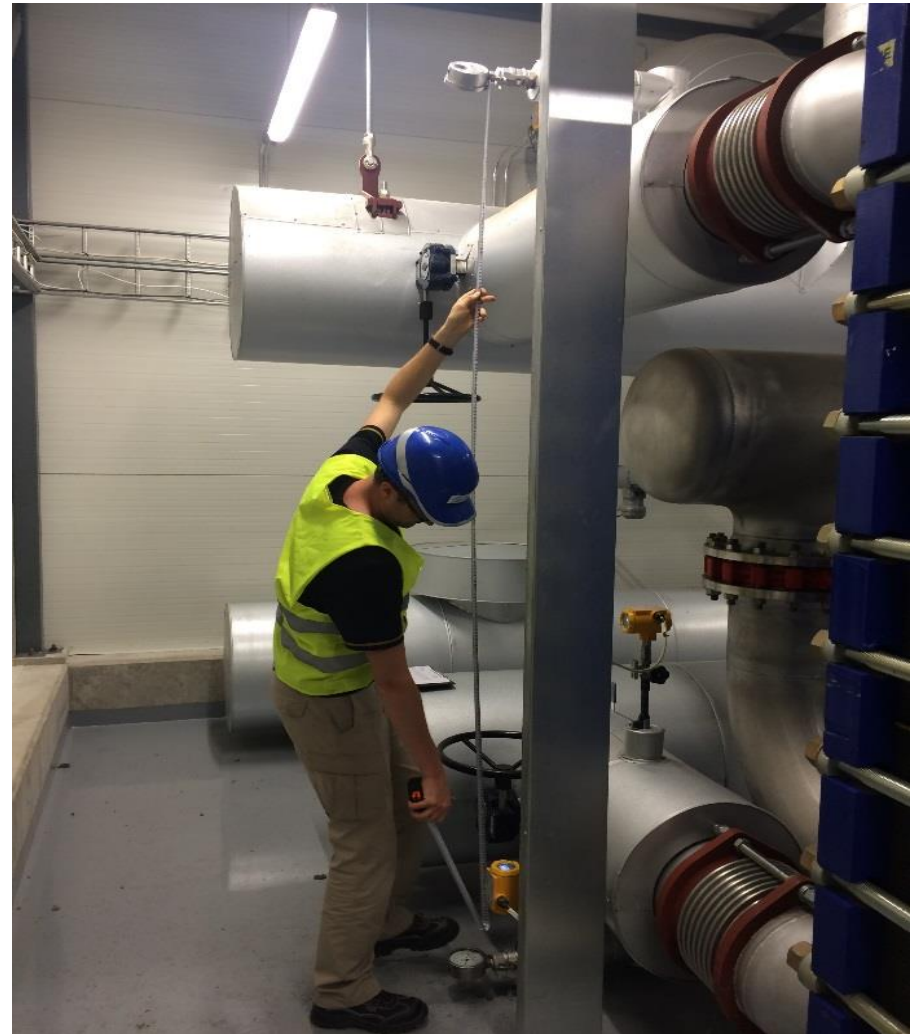
- Plūsmas primārajā pusē $\pm 1.5\%$
- Turpgaitas un atgaitas temperatūras abās pusēs $\pm 0.5\text{K}$.

Kā garantijas rādītājus ir ieteicams norādīt LMTD, spiediena zudumus.

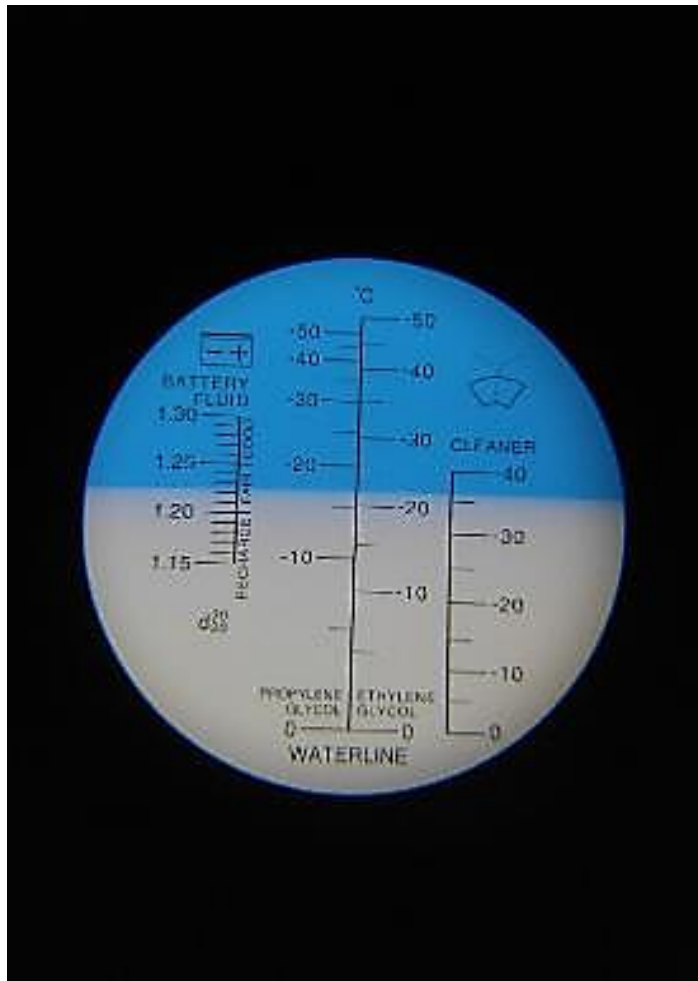


SILTUMMAIŅU TESTĒŠANA

Spiediena starpības
noteikšanai ir jāņem vērā
hidrostatiskais spiediens



SILTUMNESĒJA PARAMETRU NOTEIKŠANA



DZESĒTĀJI

EN 1216 – paredzēts dzesētāju testēšanai kontrolējamos apstākļos.

Reāli dzesētāji tiek testēti faktiskajos apkārtējās vides apstākļos.

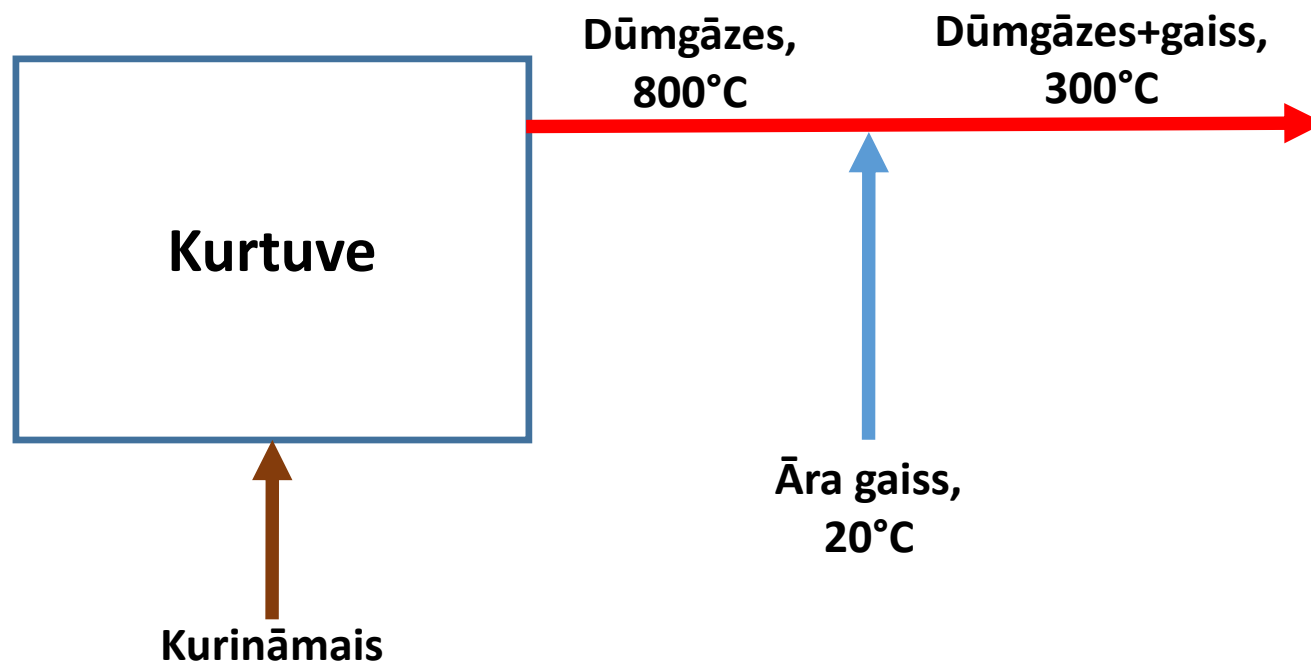
Ir ieteicams kā garantijas punktu atrunāt āra gaisa temperatūru (īpaši ja dzesētājus un visu sistēmu projektē, piegādā un uzstāda viens uzņēmums).

Jābūt korekcijai uz faktisko gaisa temperatūru (āra vai temperatūru ieplūdē)

Ka garantiju ir jādefinē elektroenerģijas pašpatēriņš

KURTUVES TESTĒŠANA

Jaudas/ražības noteikšana kurtuvei





*Vairāk kā 25 gadu pieredze
energoefektivitātes un
atjaunojamo energoresursu jomā*