



INSTYTUT ENERGETYKI

Instytut Badawczy

Jednostka Notyfikowana nr 1452

01-330 Warszawa, ul. Mory 8 tel. 22 3451-200 fax 22 836 63 63

www.ien.com.pl

LABORATORIUM BADAWCZE KOTŁÓW I URZĄDZEŃ GRZEW CZYCH

Laboratorium akredytowane nr AB 087

93-231 Łódź, ul. Dostawcza 1 tel. (042) 64 00 821 fax. (042) 64 00 828



SPRAWOZDANIE Z BADAŃ Nr 171/17-LG

Temat: Badania kotłów KSM 17 i 34 kW, oraz KSR BETA Pellet 16, 20 i 28 kW z automatycznym podawaniem paliwa.

Badania kotła automatycznego KSM 17 opalanego węglem kamiennym sortymentu Gr.

Zleceniodawca: ENVO Sp. z o.o., ul. Radomska 76, 27-200 Starachowice

Nr Umowy: CUE/90/17 z dnia 17.07.2017 r. + aneks Nr 1/17 z dnia 29.09 2017r.

Rozpoczęcie / Zakończenie pracy: 17.07.2017 / 22.12.2017 r.



AB 087



AB 048

Laboratorium badawcze akredytowane w zakresie badań kotłów i urządzeń grzewczych

Sprawozdanie niniejsze zawiera 12 stron i bez pisemnej zgody Laboratorium Badawczego Kotłów i Urządzeń Grzewczych nie może być powielane inaczej jak tylko w całości.

Wyniki badania odnoszą się wyłącznie do badanych obiektów

Funkcja	Tytuł, Imię i Nazwisko	Data	Podpis
Kierownik Laboratorium (autoryzacja sprawozdania)	mgr inż. Marek Niedziałomski	22.12.2017 r.	
Prowadzący badanie	st.techn. Jerzy Boruń	22.12.2017 r.	
Kierownik Zakładu	mgr inż. Sławomir Pilarski	22.12.2017 r.	

Łódź, grudzień 2017

egz. 1

AUTORZY SPRAWOZDANIA:	Pracownik badawczy kotłów i urządzeń grzewczych Jerzy Boruń
WYKONAWCY BADAŃ:	Pracownik badawczy kotłów i urządzeń grzewczych Jerzy Boruń Laborant do spraw kotłów i analiz chemicznych Aleksandra Cabanek
PODWYKONAWCY:	
UWAGI:	Akredytowane Laboratorium Badań Kotłów, Turbin, Urządzeń Grzewczych i Odpylających oraz Emisji Pyłowo-Gazowej. Laboratorium akredytowane również w zakresie analiz fizyko – chemicznych paliw i odpadów paleniskowych. Nr akredytacji Laboratorium AB 048

Streszczenie:

W sprawozdaniu zamieszczono wyniki badań typu wodnego kotła grzewczego KSM 17 z automatycznym podawaniem paliwa o deklarowanej nominalnej mocy cieplnej 17 kW. Kocioł opalany był węglem kamiennym sortymentu groszek.

Uzyskane w czasie badań parametry techniczno-eksploatacyjne kotła porównano z wymaganiami zawartymi w normie PN-EN 303-5:2012.

Zleceniodawcą badań i producentem kotła jest

ENVO Sp. z o.o., ul. Radomska 76, 27-200 Starachowice

Ilość rys :	3
Ilość poz. lit.:	3
Ilość egz.:	2

1	ENVO Sp. z o.o., ul. Radomska 76, 27-200 Starachowice
2	Biblioteka ALG

	LABORATORIUM BADAŃ KOTŁÓW I URZĄDZEŃ GRZEWCZYCH 93-231 Łódź, ul. Dostawcza 1. Tel./ fax. (042) 6 40 03 04	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ	
		Nr ewidencyjny:	171/17-LG
		Strona:	1
		Stron:	12
Certyfikat akredytacji PCA Nr AB 087	<i>Badania kotłów KSM 17 i 34 kW, oraz KSR BETA Pellet 16, 20 i 28 kW z automatycznym podawaniem paliwa. Badania kotła KSM 17 opalanego węglem kamiennym sortymentu groszek.</i>		

Spis treści :

1.	WSTĘP.....	2
1.1.	PODSTAWA WYKONANIA BADAŃ.....	2
1.2.	CEL BADAŃ.	2
1.3.	RODZAJ OBIEKTU BADAŃ.	2
1.4.	MIEJSCE WYKONANIA BADAŃ.....	2
1.5.	SPOSÓB WYBORU PRÓBK.	2
1.6.	WYKONAWCA BADAŃ.	2
2.	CHARAKTERYSTYKA TECHNICZNA BADANEGO KOTŁA.....	3
2.1.	OPIS BUDOWY TYPOSZEREKU KOTŁÓW.	3
2.2.	IDENTYFIKACJA BADANEGO KOTŁA.	5
3.	PROGRAM BADAŃ I STOISKO POMIAROWE.....	6
3.1.	PROGRAM BADAŃ.	6
3.2.	PALIWO STOSOWANE DO BADAŃ.	6
3.3.	OPIS STANOWISKA POMIAROWEGO.....	6
4.	METODYKA POMIARÓW.	6
5.	WYNIKI BADAŃ.....	6
5.1.	WYNIKI CIEPLNYCH BADAŃ BILANSOWYCH.	6
5.2.	PORÓWNANIE WYNIKÓW BADAŃ Z OBOWIĄZUJĄCYMI WYMAGANIAMI ZAWARTYMI W NORMIE PN-EN 303-5:2012 [1] I OCENA KOTŁA.	8
6.	INFORMACJE KOŃCOWE.	12
7.	LITERATURA I DOKUMENTY	12

	LABORATORIUM BADAŃ KOTŁÓW I URZĄDZEŃ GRZEWCZYCH 93-231 Łódź, ul. Dostawcza 1. Tel./ fax. (042) 6 40 03 04		SPRAWOZDANIE Z BADAŃ	
			Nr ewidencyjny:	171/17-LG
			Strona:	2
			Stron:	12
Certyfikat akredytacji PCA Nr AB 087		<i>Badania kotłów KSM 17 i 34 kW, oraz KSR BETA Pellet 16, 20 i 28 kW z automatycznym podawaniem paliwa.</i> <i>Badania kotła KSM 17 opalanego węglem kamiennym sortymentu groszek.</i>		

1. WSTĘP.

1.1. PODSTAWA WYKONANIA BADAŃ.

Badania wykonano w oparciu o umowę nr CUE/90/17 z dnia 17.07.2017, oraz aneks nr 1/17 z dnia 29.09.2017 zawarte pomiędzy:

- ENVO Sp. z o.o., ul. Radomska 76, 27-200 Starachowice, a;
- Instytutem Energetyki - Instytutem Badawczym, 01-330 Warszawa, ul. Mory 8.

1.2. CEL BADAŃ.

Celem pracy było wykonanie badań kotła KSM 17, oraz ocena spełnienia wymagań zgodnie z normą PN-EN 303-5:2012 [1].

1.3. RODZAJ OBIEKTU BADAŃ.

Badany kocioł KSM 17 jest stalowym wodnym kotłem centralnego ogrzewania z automatycznym podawaniem paliwa. W kotle zamontowano retortowy palnik typu PSR 17 przystosowany do spalania tzw „ekogroszku”. Kocioł przeznaczony jest do pracy w instalacjach c.o. systemu otwartego.

1.4. MIEJSCE WYKONANIA BADAŃ.

Badania wykonano w Laboratorium Badań Kotłów i Urządzeń Grzewczych w Łodzi. Laboratorium posiada akredytację Polskiego Centrum Akredytacji.

1.5. SPOSÓB WYBORU PRÓBKII.

Kocioł przeznaczony do badań wybrał Zleceniodawca. Zleceniodawca zadeklarował, że przekazany do badań kocioł jest reprezentatywny dla całej produkcji.

1.6. WYKONAWCA BADAŃ.

Badania kotła wykonali pracownicy Laboratorium Badań Kotłów i Urządzeń Grzewczych.

Prowadzący badania:	Jerzy Boruń	Pracownik badawczy kotłów i urządzeń grzewczych
Wykonawcy badań:	Jerzy Boruń	Pracownik badawczy kotłów i urządzeń grzewczych
	Aleksandra Cabanek	Laborant do spraw kotłów i analiz chemicznych

	LABORATORIUM BADAŃ KOTŁÓW I URZĄDZEŃ GRZEWCZYCH 93-231 Łódź, ul. Dostawcza 1. Tel./ fax. (042) 6 40 03 04		SPRAWOZDANIE Z BADAŃ	
			Nr ewidencyjny:	171/17-LG
			Strona:	3
			Stron:	12
Certyfikat akredytacji PCA Nr AB 087		<i>Badania kotłów KSM 17 i 34 kW, oraz KSR BETA Pellet 16, 20 i 28 kW z automatycznym podawaniem paliwa.</i> <i>Badania kotła KSM 17 opalanego węglem kamiennym sortymentu groszek.</i>		

2. CHARAKTERYSTYKA TECHNICZNA BADANEGO KOTŁA.

2.1. OPIS BUDOWY TYPOSZEREGU KOTŁÓW.

Korpus kotła jest konstrukcją spawaną z blachy stalowej P265GH. Grubość ścianek wewnętrznej części korpusu kotła wynosi 6 mm. Korpus kotła jest izolowany termicznie panelami [5] wykonanymi z blachy i wypełnionymi od wewnątrz wełną mineralną.

Palnik retortowy [7] typu PSR 17 spalający groszek węgla kamiennego zamontowany jest w dolnej części bocznej ściany kotła. Palnikiem wraz z podajnikiem ślimakowym i wentylatorem nadmuchowym WPA06 firmy MplusM, steruje regulator cyfrowy EcoMAX 910R firmy PLUM [6].

W przedniej ścianie kotła u dołu znajdują się drzwiczki popielnikowe [2] zapewniające dostęp do wyczystki [13] wymiennika pionowego [10] oraz umożliwiające usuwanie odpadów paleniskowych [12]. Nad drzwiczkami popielnika znajdują się drzwiczki paleniskowo-wyczystne [3] umożliwiające kontrolę pracy palnika oraz czyszczenia kanałów komory dopalającej usytuowanej nad palnikiem. Na stropie kotła znajduje się pokrywa rewizyjna [14] wymiennika pionowego [10].

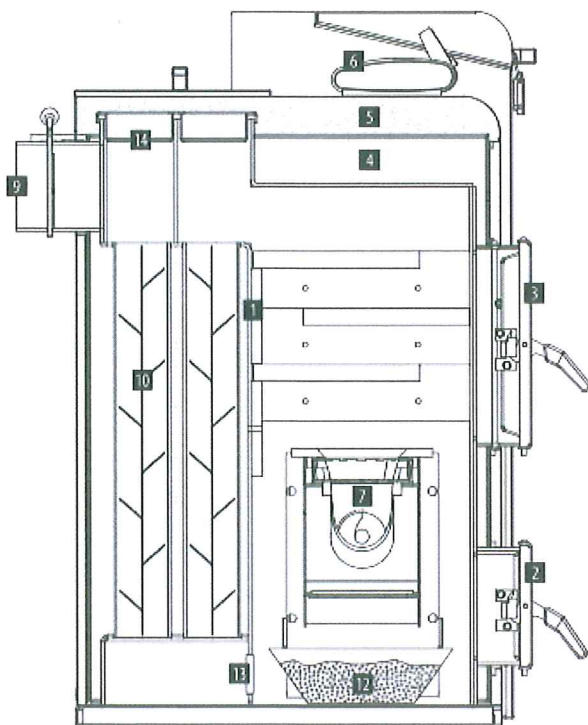
W tylnej części korpusu kotła, za komorą paleniskową i dopalającą znajduje się konwekcyjny dwuciągowy pionowy wymiennik ciepła [10] wyposażony w turbulizatory.

Czopuch [9] $\varnothing 159\text{mm}$ ($\varnothing 178\text{mm}$ dla KSM34) posiada obrotową przepustnicę spalin,

Króćce zasilający i powrotny G 1½ znajdują się odpowiednio -zasilający na stropie, a powrotny u dołu tylnej ściany kotła.

Obok korpusu kotła jest zasobnik paliwa [11] zamykany od góry pokrywą zasypową.

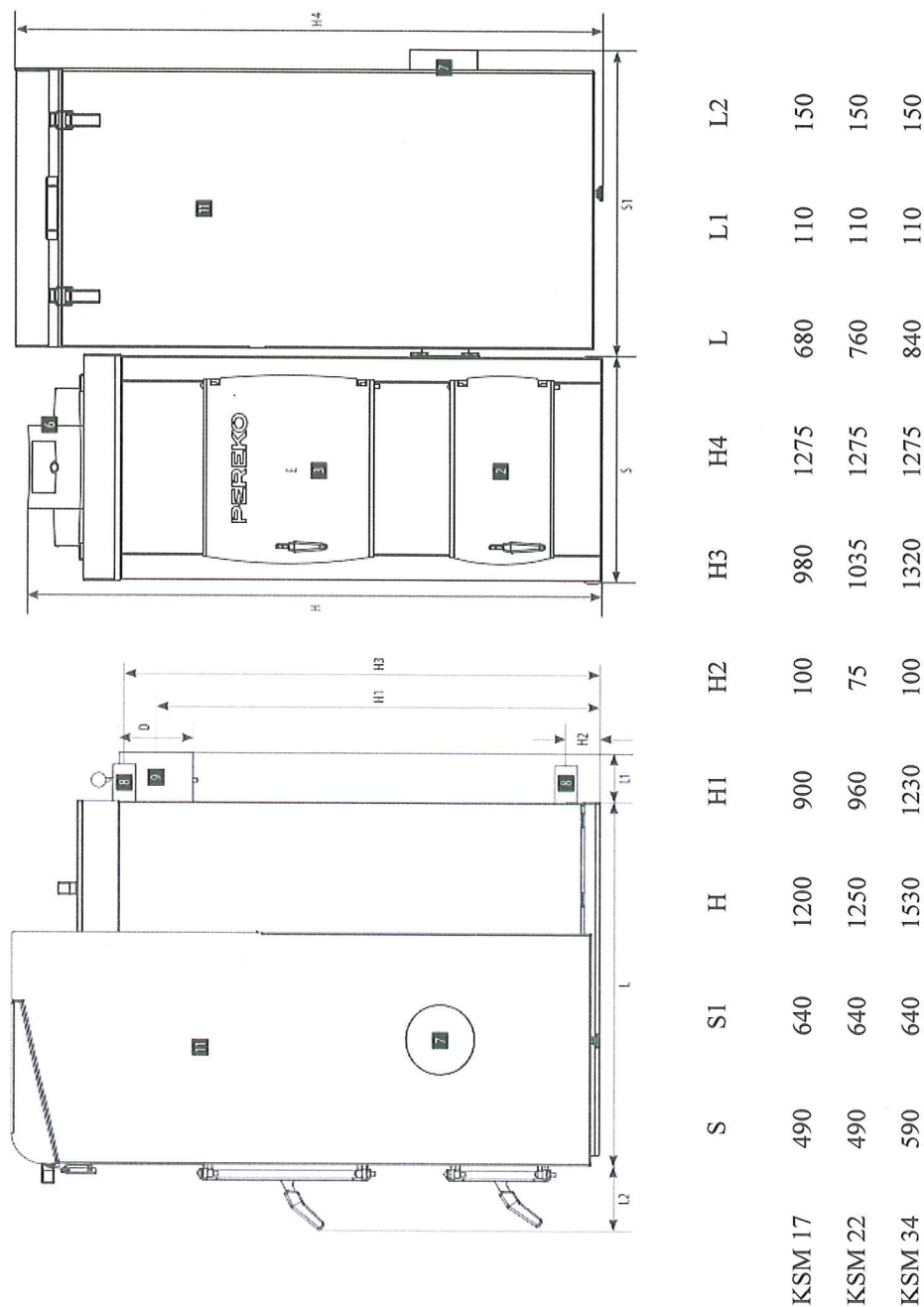
Schemat konstrukcyjny badanego kotła wodnego KSM 17 z automatycznym podawaniem paliwa, wyposażonego w palnik typu PSR 17 przedstawiono na rysunku 1, a wygląd kotłów typoszeremu i ich zasadnicze wymiary pokazano na rysunku 2.



Rysunek 1.

Schemat konstrukcyjny
kotłów KSM

	LABORATORIUM BADAŃ KOTŁÓW I URZĄDZEŃ GRZEWCZYCH 93-231Łódź, ul. Dostawcza 1. Tel./ fax. (042) 6 40 03 04	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ	
		Nr ewidencyjny:	171/17-LG
		Strona:	4
		Stron:	12
Certyfikat akredytacji PCA Nr AB 087	<i>Badania kotłów KSM 17 i 34 kW, oraz KSR BETA Pellet 16, 20 i 28 kW z automatycznym podawaniem paliwa. Badania kotła KSM 17 opalanego węglem kamiennym sortymentu groszek.</i>		



Rysunek 2 Wygląd kotłów KSM oraz ich zasadnicze wymiary

	LABORATORIUM BADAŃ KOTŁÓW I URZĄDZEŃ GRZEWCZYCH 93-231Łódź, ul. Dostawcza 1. Tel./ fax. (042) 6 40 03 04	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ	
		Nr ewidencyjny:	171/17-LG
		Strona:	5
		Stron:	12
Certyfikat akredytacji PCA Nr AB 087	<i>Badania kotłów KSM 17 i 34 kW, oraz KSR BETA Pellet 16, 20 i 28 kW z automatycznym podawaniem paliwa.</i> <i>Badania kotła KSM 17 opalanego węglem kamiennym sortymentu groszek.</i>		

2.2. IDENTYFIKACJA BADANEGO KOTŁA.

Identyfikacji badanego kotła dokonano w oparciu o instrukcję montażu i obsługi kotła [2] oraz tabliczkę znamionową przedstawioną na rysunku 3. Podstawowe dane techniczno-eksploatacyjne kotła KSM 17 zestawiono w tabeli 1.

 EN 303-5 	
Kocioł grzewczy wodny typu: Water Boiler type; Heizkessel Typ; Voda Typ kotla; Нагревательный котёл типа; Víz Kazán típus	KSM 17 Prawy
Rok produkcji; Product on year; Budaňň Rok výroby; Rok výroby; Tqđ wynycka; Gyártási év	2017
Nr fabryczny; Serial number; Identifikationsnummer; Výrobní číslo; Загословний №; Gyártási szám	0001
Paliwo podstawowe; Basic fuel; Brennstoff; Základní palivo; Základné palivo; Основное топливо; Alapvető üzemanyag	Ekogroszek Energetic pea coal Fine coal
Paliwo zastępcze; Alternative fuel; Ersatzbrennstoff; Náhradní palivo; Náhradné palivo; Helyettesítő üzemanyag	—
Moc znamionowa; Rated power; Nennwärmeleistung; Jmenovitý výkon; Menovitý výkon; Номинальная мощность; Névéleges teljesítmény	17kW
Klasa kotła; Boiler class; Kesselklasse; Třída kotle; Třída kotla; Kesselklasse; Kazán osztály	klasa 5 wg PN-EN 303-5:2012
Sprawność; Efficiency; Wirkungsgrad; Účinnost; Účinnost; 41%; Hatékonyság	89,7%
Max. ciśnienie robocze; Max. working pressure; Max. Arbeitsdruck; Max. pracovní tlak; Max. pracovní tlak; Макс. рабочее давление; Max. üzemi nyomás	1,5bar (0,15MPa)
Max. temperatura wody; Max. water temperature; Max. Wassertemperatur; Max. teplota kotla; Max. teplota kotla; Макс. температура воды; Max. víz hőmérséklet	95 °C
Pojemność wodna kotła; Boiler water capacity; Wasser-Speicherkapazität; Vodní kapacita kotle; Vodná kapacita kotla; Объём воды в котле; Vízvírtel kapacitása	72 l
Zasilanie elektryczne; Power supply; Elektrische Versorgung; Elektrické napájení; Elektrické napájenie; Электропитание; Tápegység	230V~ 50Hz; max 6,3A 175W
Kod kreskowy produktu; Barcode; Bar Code; Čárový kód; Čárový kódov; Штрих-код товара; Termékazonosító	 5 908218 393202

Rysunek 3. Tabliczka znamionowa kotła KSM 17.

Tabela 1. Podstawowe dane techniczno-eksploatacyjne kotła KSM 17.

Model kotła	KSM 17	
Model palnika	PSR 17	
Regulator palnika	Eco MAX 910R	
Moc kotła: nominalna / minimalna	kW	17 / 5,1
Ogrzewana powierzchnia	m ²	< 309
Rodzaj paliwa	Ekogroszek	
Wilgotność paliwa, do	%	< 11
Strumień masy spalanego paliwa przy mocy nominalnej	kg/godz.	2,5
Pojemność wodna kotła	l	72
Klasa kotła według normy PN- En 303-5	5	
Minimalne wymagane ciśnienie wody w kotle	bar (MPa)	0,5 (0,05)
Maksymalne dopuszczalne ciśnienie wody w kotle	bar (MPa)	1,5 (0,15)
Współczynnik sprawności cieplnej	%	> 89
Maksymalna temperatura wody w kotle	°C	95
Minimalna temperatura wody	°C	50
Wymagany ciąg kominowy	Pa	20
Temperatura spalin przy mocy nominalnej	°C	104
Strumień masy spalin przy mocy nominalnej	kg/s	0,011
Napięcie elektryczne	V	230 AC
Moc elektryczna	W	175

	LABORATORIUM BADAŃ KOTŁÓW I URZĄDZEŃ GRZEWCZYCH 93-231Łódź, ul. Dostawcza 1. Tel./ fax. (042) 6 40 03 04	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ	
		Nr ewidencyjny:	171/17-LG
		Strona:	6
		Stron:	12
Certyfikat akredytacji PCA Nr AB 087	<i>Badania kotłów KSM 17 i 34 kW, oraz KSR BETA Pellet 16, 20 i 28 kW z automatycznym podawaniem paliwa. Badania kotła KSM 17 opalanego węglem kamiennym sortymentu groszek.</i>		

3. PROGRAM BADAŃ I STOISKO POMIAROWE.

3.1. PROGRAM BADAŃ.

Program badań zgodnie z wymaganiami zawartymi w normie PN-EN 303-5:2012 [1] obejmował badania i ocenę spełnienia wymagań określonych:

- w punkcie 4.2 normy [1] „Wymagania dotyczące wykonania”,
- w punkcie 4.3 normy [1] „Wymagania dotyczące bezpieczeństwa”,
- w punkcie 4.4 normy [1], „Wymagania cieplne”.

3.2. PALIWO STOSOWANE DO BADAŃ.

W czasie badań do opalania kotła stosowano groszek węgla kamiennego o wartości opałowej 27315 kJ/kg.

3.3. OPIS STANOWISKA POMIAROWEGO.

Badania kotła przeprowadzono na stoisku badawczym Laboratorium Badań Kotłów i Urządzeń Grzewczych w Łodzi, ul. Dostawcza 1. Laboratorium posiada akredytację Polskiego Centrum Akredytacji.

Stosowane w badaniach przyrządy pomiarowe, dla każdego parametru mierzonego spełniają wymagania dotyczące niepewności pomiaru wg punktu 5.2 normy PN-EN 303-5:2012 [1].

4. METODYKA POMIARÓW.

Wymagania techniczne, warunki i metody badań są zgodne z normą PN-EN 303-5:2012 [1].

5. WYNIKI BADAŃ.

Niepewności rozszerzone pomiarów przy poziomie ufności 95% i współczynniku rozszerzenia $k \approx 2$ dla wyznaczonej wartości:

- sprawności kotła przy nominalnej mocy cieplnej: $\pm 3\% \eta$
- nominalnej mocy cieplnej: $\pm 1,8\% Q_N$
- emisji* CO: $\pm 5\%$ wartości emisji, nie mniej niż $\pm 25 \text{ mg/m}^3$
- emisji* OGC: $\pm 4 \text{ mg/m}^3$ dla wartości $3,5 \div 50 \text{ mg/m}^3$
 $\pm 8 \text{ mg/m}^3$ dla wartości $> 50 \div 150 \text{ mg/m}^3$
- emisji* pyłu: $\pm 6 \text{ mg/m}^3$ dla wartości $10 \div 75 \text{ mg/m}^3$
 $\pm 8 \text{ mg/m}^3$ dla wartości $> 75 \div 150 \text{ mg/m}^3$

* emisje odniesione do spalin suchych, 0 °C, 1013 mbar i zawartości $O_2 = 10\%$

5.1. WYNIKI CIEPLNYCH BADAŃ BILANSOWYCH.

Wyniki cieplnych badań bilansowych badanego kotła KSM 17 opalanego peletami drzewnymi zamieszczono w tabeli 2.

Nastawy regulatora podczas badan podano poniżej:

Paliwo		Groszek węgla kamiennego	
1	Obciążenie kotła	nominalne	obniżone
2	Nr. pomiaru	POM 2	POM 1
3	Czas pracy [s]	5	2
4	Czas postoju [s]	20	31
5	Bieg wentylatora [%]	72	27

 Certyfikat akredytacji PCA Nr AB 087	LABORATORIUM BADAŃ KOTŁÓW I URZĄDZEŃ GRZEWCZYCH 93-231 Łódź, ul. Dostawcza 1. Tel./ fax. (042) 6 40 03 04		SPRAWOZDANIE Z BADAŃ	
			Nr ewidencyjny:	171/17-LG
			Strona:	7
			Stron:	12
Badania kotłów KSM 17 i 34 kW, oraz KSR BETA Pellet 16, 20 i 28 kW z automatycznym podawaniem paliwa. Badania kotła KSM 17 opalanego węglem kamiennym sortymentu groszek.				

Tabela 2: Zestawienie wielkości mierzonych i bilansów cieplnych kotła uzyskanych
w czasie badań bilansowych przy opalaniu groszkiem węgla kamiennego.
Typ i wielkość kotła: KSM 17
Moc nominalna kotła: 17 kW

L.p	Wyszczególnienie		Ozn	Miano	pom 2	pom 1	
PALIWO				Data	05.08.2017	04.08.2017	
WK Gr							
1	SKŁAD	OBLICZONY	Zawartość procentowa S	S	%	0.4	0.4
2			Zawartość procentowa C	C	%	71.1	71.1
3			Zawartość procentowa H2	H2	%	4.3	4.3
4			Zawartość procentowa N2	N2	%	1.3	1.3
5			Zawartość procentowa O2	O2	%	9.6	9.6
6		ZM.	Zawartość wilgoci W	W	%	8.4	8.4
7			Zawartość popiołu Ap	Ap	%	4.9	4.9
8	Wartość opałowa		Qi	kJ/kg	27317	27317	
9	Zużycie paliwa		B	kg/h	2.499	0.742	
WODA							
10	strumień masy wody		mw	kg/h	758	690	
11	temp. wody na wlocie do kotła		t1	°C	60.2	60.6	
12	temp. wody na wylocie z kotła		t2	°C	79.5	66.9	
SPALINY							
13	Temperatura spalin		tsp	°C	104	79	
14	Zawartość CO2 w spalinach		CO2	%	12.3	7.0	
15	Zawartość CO w spalinach		CO	%	0.0294	0.0281	
16	Zawartość NOx w spalinach		NOx	%	0.0231	0.0118	
17	Zawartość THC w spalinach		THC	%	0.0008	0.0008	
18	Emisja pyłu w spalinach		Su	mg/Nm3	22	17	
19	Zawartość SO2 w spalinach		SO2	%	-	-	
20	Strumień masy spalin		m	g/s	10.30	5.12	
21	Współczynnik nadmiaru powietrza		n	-	1.53	2.65	
22	Ciąg kominowy za kotłem		F	Pa	19	13	
ODPADY							
23	Strumień masy popiołu		Gp	kg/h	0	0	
24	Strumień masy żużla		Gż	kg/h	0	0	
25	Zawartość części palnych w popiele		bp	%	-	-	
26	Zawartość części palnych w żużlu		bż	%	-	-	
POWIETRZE							
27	Temperatura otoczenia		to	°C	23.8	23.7	
28	Ciśnienie barometryczne		pb	hPa	-	-	
BILANS							
29	Moc ciepl. doprowadzona z paliwem		Q1	kW	19.0	5.6	
30	Moc cieplna kotła wodnego		Q2	kW	17.0	5.1	
31	Sprawność cieplna kotła		η	%	89.7	89.8	
32	Strata kominowa		sk	%	4.6	5.3	
33	Strata niezupełnego spalania		sco	%	0.1	0.2	
34	Strata niecałk.spalania w popiele		snp	%	-	-	
35	Strata niecałk.spalania w żużlu		snż	%	-	-	
CHARAKTERYSTYKA							
36	Obciążenie cieplne pow.ogrzewal.		qh	kW/m²	-	-	
37	Obciążenie względne kotła		qk	%	100.1	29.7	
EMISJA							
38	emisja zanieczyszczeń CO		ECO	g/GJ	143	237	
39	emisja zanieczyszczeń SO2		ESO2	g/GJ	-	-	
40	emisja zanieczyszczeń NOx		ENOx	g/GJ	113	91	
41	emisja zanieczyszczeń OGC		EOGC	g/GJ	6	8	
42	emisja CO (O2=10%)obliczeniowe		eCO	mg/m³	301	497	
43	emisja SO2 (O2=10%)obliczeniowe		eSO2	mg/m³	-	-	
44	emisja NOx (O2=10%)obliczeniowe		eNOx	mg/m³	238	191	
45	emisja OGC (O2=10%)obliczeniowe		eOGC	mg/m³	14	19	
46	emisja pyłu (O2=10%)obliczeniowe		ep	mg/m³	19	10	

	LABORATORIUM BADAŃ KOTŁÓW I URZĄDZEŃ GRZEWCZYCH 93-231 Łódź, ul. Dostawcza 1. Tel./ fax. (042) 6 40 03 04		SPRAWOZDANIE Z BADAŃ	
			Nr ewidencyjny:	171/17-LG
			Strona:	8
			Stron:	12
Certyfikat akredytacji PCA Nr AB 087	Badania kotłów KSM 17 i 34 kW, oraz KSR BETA Pellet 16, 20 i 28 kW z automatycznym podawaniem paliwa. Badania kotła KSM 17 opalanego węglem kamiennym sortymentu groszek.			

5.2. PORÓWNANIE WYNIKÓW BADAŃ Z OBOWIĄZUJĄCYMI WYMAGANIAMI ZAWARTYMI W NORMIE PN-EN 303-5:2012 [1] I OCENA KOTŁA.

Wyniki badań kotła KSM 17 porównano z wymaganiami zawartymi w normie PN-EN 303-5:2012 [1]. Wyniki i porównania zamieszczono w tabeli 3.

Tabela 3. Wyniki badań i ocena kotła grzewczego KSM 17

Lp.	Punkty normy	Wymagania/ Dane Producenta	Ocena wymagań Spełnienia/Nie spełnia/ Nie dotyczy/ Nie oceniono
1	2	3	Wynik badania 4
1.	PN-EN 303-5 Pkt. 4	WYMAGANIA	
2.	PN-EN 303-5 Pkt. 4.2	WYMAGANIA DOTYCZĄCE WYKONANIA	
3.	PN-EN 303-5 Pkt. 4.2.4.1	<u>Odpowietrzanie przestrzeni wodnej:</u> Kotły grzewcze i ich części powinny być ukształtowane w sposób umożliwiający całkowite odpowietrzenie przestrzeni wodnej i nie występowanie wrzenia. Uwaga: Występowanie wrzenia można rozpoznać po odgłosach wrzenia.	Spełnia
4.	PN-EN 303-5 Pkt 4.2.4.3	<u>Kontrola płomienia:</u> Należy zastosować urządzenie umożliwiające obserwację płomienia lub warstwy żaru. Urządzeniem tym mogą być drzwiczki, jeżeli umożliwiają bezpieczną obserwację.	Spełnia Drzwiczki
5.	PN-EN 303-5 Pkt 4.2.4.8	<u>Izolacja cieplna:</u> Wszystkie kotły grzewcze powinny być wyposażone w izolację cieplną. Izolacja cieplna powinna być odporna na przeciętnie występujące obciążenia termiczne i mechaniczne. Izolacja powinna być wykonana z materiałów niepalnych a podczas eksploatacji w przeciętnych warunkach eksploatacyjnych, nie powinny wydzielać się z niej substancje szkodliwe.	Spełnia
6.	PN-EN 303-5 Pkt 4.2.4.9	<u>Opory przepływu wody przez kocioł grzewczy:</u> Opory przepływu wody należy określić przy przepływie odpowiadającym nominalnej mocy cieplnej, i różnicy temperatury wody wylotowej i wody powrotnej do kotła grzewczego 10 K i 20 K. Wynik dla każdej wielkości kotła, powinien być zgodny z danymi producenta, podany w mbar. Deklaracja producenta: 10 K //; 20 K //.	Nie oceniono
7.	PN-EN 303-5 Pkt 4.3	WYMAGANIA DOTYCZĄCE BEZPIECZEŃSTWA	
8.	PN-EN 303-5 Pkt 4.3.2	<u>Ręczny zasyp paliwa:</u> Kocioł grzewczy z ręcznym zasypem paliwa powinien być tak wyposażony, by podczas eksploatacji zgodnej z przeznaczeniem i zgodnej z instrukcją obsługi producenta nie występowały żadne zagrożenia bezpieczeństwa dla obsługi np. zagrożenia przy otwarciu drzwiczek zasypowych lub drzwiczek paleniskowych (np. wybuch spalin).	Nie dotyczy
9.	PN-EN 303-5 Pkt 4.3.6	<u>Temperatura powierzchni zewnętrznych:</u> Podczas badań wg 5.12 temperatura zewnętrznych powierzchni kotła grzewczego (wraz z podstawą kotła i drzwiczkami, a z wyjątkiem czopucha i otworów służących do nadzorowania pracy kotła pracującego przy ciągu naturalnym) nie powinny przekraczać temperatury otoczenia o więcej niż 60 K. Wymaganie dotyczące temperatury podstawy kotła nie obowiązuje wówczas, gdy według pisemnych zaleceń producenta kocioł grzewczy powinien być posadowiony na niepalnym podłożu. Podczas badań wg 5.12, temperatury powierzchni uchwytów obsługowych i wszystkich części, które podczas eksploatacji kotła grzewczego mogą być dotykane, nie powinny przekraczać temperatury otoczenia o więcej niż: - 35 K w przypadku wykonanych z metali i materiałów podobnych; - 45 K w przypadku wykonanych z porcelany i materiałów podobnych; - 60 K w przypadku wykonanych z tworzyw sztucznych i materiałów podobnych.	Spełnia Drzwiczki wyczystne 39,5K Spełnia Uchwyt drzwiczek /tworzywo sztuczne/ 22,3 K
10.	PN-EN 303-5 Pkt 4.3.8	Regulator temperatury i urządzenia ograniczające temperaturę	

	LABORATORIUM BADAŃ KOTŁÓW I URZĄDZEŃ GRZEWCZYCH 93-231 Łódź, ul. Dostawcza 1. Tel./ fax. (042) 6 40 03 04		SPRAWOZDANIE Z BADAŃ	
			Nr ewidencyjny:	171/17-LG
			Strona:	9
			Stron:	12
Certyfikat akredytacji PCA Nr AB 087		<i>Badania kotłów KSM 17 i 34 kW, oraz KSR BETA Pellet 16, 20 i 28 kW z automatycznym podawaniem paliwa.</i> <i>Badania kotła KSM 17 opalanego węglem kamiennym sortymentu groszek.</i>		

Lp.	Punkty normy	Wymagania/ Dane Producenta	Ocena wymagań Spełnienia/Nie spełnia/ Nie dotyczy/ Nie oceniono
			Wynik badania
1	2	3	4
11.	PN-EN 303-5 Pkt 4.3.8.1	Postanowienia ogólne: W zależności od systemu spalania paliwa i sposobu zabezpieczenia instalacji, w której kocioł będzie zastosowany, w każdym kotle grzewczym należy przewidzieć zastosowanie urządzeń regulacyjnych i zabezpieczających wymienionych w następnych rozdziałach oraz należy przewidzieć odpowiednie możliwości ich zainstalowania. Każde wymagane wyposażenie powinno być albo dostarczone przez producenta albo powinno być dokładnie wyspecyfikowane w instrukcji montażu, ze szczególnym uwzględnieniem granicznych wartości nastaw i stałych czasowych zabezpieczającego ogranicznika temperatury.	Spełnia Dostarczone i zamontowane przez producenta
12.	PN-EN 303-5 Pkt 4.3.8.2	Regulator temperatury i urządzenia ograniczające temperaturę w otwartych instalacjach grzewczych: W przypadku instalacji grzewczej zabezpieczonej fizycznie (temperatura jest ograniczona przez ciśnienie panujące w instalacji), zgodnie z wymaganiami normy EN 14597, należy przewidzieć następujące wyposażenie: - regulator temperatury, - zabezpieczający ogranicznik temperatury (z ręcznym kasowaniem blokady). <i>Kotły grzewcze, których system spalania nie jest ani całkowicie wyłączalny ani nie jest częściowo wyłączalny, mogą nie być wyposażone w zabezpieczający ogranicznik temperatury, gdyż w takich przypadkach (np. w przypadku kotłów grzewczych bez automatycznego doprowadzania powietrza do spalania i/lub automatycznego doprowadzania paliwa), nadmiar ciepła w postaci pary wodnej jest odprowadzany do atmosfery przez otwarte połączenie.</i>	System szybko wyłączalny: - Regulator temperatury Spełnia - Zabezpieczający ogranicznik temperatury (z ręcznym kasowaniem blokady) Spełnia
		Badania funkcjonalne regulatora temperatury /zgodnie z pnk. 5.13/: - maksymalna ustawiona wartość temperatury wody; 85 °C - maksymalny wzrost temperatury wody wylotowej; ≤ 100 °C	Spełnia 91,2 °C
		Badania funkcjonalne ogranicznika temper. bezpieczeństwa /zgodnie z pnk. 5.13/: - maksymalna temperatura wody deklarowana przez producenta; °C - maksymalna ustawiona wartość temperatury wody; 110 °C - maksymalny wzrost temperatury wody wylotowej; ≤ 110 °C	Spełnia 105,5 °C
13.	PN-EN 303-5 Pkt 4.3.8.3	Regulator temperatury i urządzenia ograniczające temperaturę w zamkniętych instalacjach grzewczych: Rozróżnia się następujące warianty wyposażenia zgodnego z wymaganiami normy EN 12828: a) gdy system spalania jest szybko wyłączalny; wymagane wyposażenie składa się z: - regulatora temperatury, - zabezpieczającego ogranicznika temperatury (z ręcznym kasowaniem blokady). b) gdy system spalania jest częściowo wyłączalny; wymagane wyposażenie składa się z: - regulatora temperatury, - zabezpieczającego ogranicznika temperatury (z ręcznym kasowaniem blokady); - niezawodnego urządzenia do odprowadzania resztkowego obciążenia cieplnego wg 4.3.8.4 (termiczne zabezpieczenie odpływu). c) gdy system spalania nie jest wyłączalny a nominalna moc cieplna kotła < 100 kW; wymagane wyposażenie składa się z: - regulatora temperatury, - termicznego zabezpieczenia odpływu wg 4.3.8.4, które w przypadku awarii odprowadza maksymalnie możliwą moc cieplną. Jeżeli powyższe wymagania nie są spełnione, to kocioł grzewczy należy instalować w instalacji otwartej wg EN 12828.	System szybko wyłączalny: - Regulator temperatury Spełnia - Zabezpieczający ogranicznik temperatury (z ręcznym kasowaniem blokady) Spełnia
		Badania funkcjonalne ogranicznika temper. bezpieczeństwa /zgodnie z pnk. 5.13/: - maksymalna temperatura wody deklarowana przez producenta; brak deklaracji °C - maksymalna ustawiona na ograniczniku wartość temperatury wody; 110 °C - maksymalny dopuszczalny wzrost temperatury wody wylotowej; ≤ 110 °C	Spełnia 105,5 °C
		Badania funkcjonalne systemów szybko wyłączalnych /zgodnie z pnk. 5.14/: Nagła awaria odprowadzenia ciepła: - maksymalny wzrost temperatury wody wylotowej; ≤ 110 °C	Spełnia
		Zanik napięcia: - maksymalny wzrost temperatury wody wylotowej; ≤ 110 °C - maksymalna koncentracja CO; ≤ 5,0 CO	Spełnia

	LABORATORIUM BADAŃ KOTŁÓW I URZĄDZEŃ GRZEWCZYCH 93-231 Łódź, ul. Dostawcza 1. Tel./ fax. (042) 6 40 03 04		SPRAWOZDANIE Z BADAŃ	
			Nr ewidencyjny:	171/17-LG
			Strona:	10
			Stron:	12
Certyfikat akredytacji PCA Nr AB 087		Badania kotłów KSM 17 i 34 kW, oraz KSR BETA Pellet 16, 20 i 28 kW z automatycznym podawaniem paliwa. Badania kotła KSM 17 opalanego węglem kamiennym sortymentu groszek.		

Lp.	Punkty normy	Wymagania/ Dane Producenta	Ocena wymagań Spełnienia/Nie spełnia/ Nie dotyczy/ Nie oceniono
1	2	3	4
	PN-EN 303-5 Pkt 4.3.8.4	Urządzenia do odprowadzania ciepła nadmiarowego: Podczas badań wg 5.15 zabezpieczający wymiennik ciepła lub inne urządzenia do odprowadzania ciepła nadmiarowego powinny zapewniać, by maksymalna temperatura wody w kotle grzewczym nie przekraczała 110 °C. W tym celu stosuje się termiczne zabezpieczenie odpływu, np. termiczne zabezpieczenie odpływu „STW Typ Th“ wg EN 14597 wraz z zabudowanym w kotle grzewczym wymiennikiem ciepła. Jako wymiennik ciepła może być zastosowany pojemnościowy albo przepływowy podgrzewacz wody, jeżeli będzie on tak zabudowany i usytuowany, aby mógł odprowadzić ciepło nadmiarowe bez stosowania kolejnych urządzeń pomocniczych i bez zasilania energią obcą. Zabudowany na stałe przepływowy podgrzewacz wody nie powinien być wykorzystywany jako użytkowy podgrzewacz wody lecz wyłącznie jako zabezpieczający wymiennik ciepła. Prócz tego powinny być spełnione następujące warunki: -termiczne zabezpieczenie odpływu i wymiennik ciepła powinny być dostosowane do konstrukcyjnych i cieplnych właściwości kotła grzewczego a w przypadku awarii powinny być w stanie bezpiecznie odprowadzić maksymalną moc cieplną względnie przy częściowym wyłączeniu resztkowe obciążenie cieplne; -jeżeli jako wymiennik ciepła zastosowano zasobnik ciepłej wody, to powinien on być tak zaprojektowany, by spełniał powyższe warunki przy jego maksymalnej temperaturze roboczej; -termiczne zabezpieczenie odpływu powinno być zainstalowane przy wymienniku ciepła służącym wyłącznie do odprowadzania ciepła w razie awarii przed wlotem wody chłodzącej do wymiennika ciepła. Nie wyklucza się stosowania innych rozwiązań spełniających wyżej podane funkcje i standardy zabezpieczeń. Zasadniczo jednak dopuszcza się stosowanie wszystkich urządzeń odprowadzających ciepło nadmiarowe tylko w: -kotłach grzewczych bez wyłączalnego systemu spalania o nominalnej mocy cieplnej do 100 kW -kotłach grzewczych z częściowo wyłączalnym systemem spalania o resztkowej mocy cieplnej do 100 kW. Badania funkcjonalne urządzenia odprowadzającego ciepło nadmiarowe (dotyczy systemów częściowo wyłączalnych lub systemów nie wyłączalnych) /zgodnie z pkt. 5.15/: - maksymalny wzrost temperatury wody wylotowej; $\leq 110\text{ }^{\circ}\text{C}$ - maksymalna koncentracja CO; $\leq 5,0\text{ CO}$	Nie dotyczy
14.	PN-EN 303-5 Pkt 4.4	WYMAGANIA CIEPLNE	
15.	PN-EN 303-5 Pkt 4.4.1 Tablica 7	Postanowienia ogólne: Spełnienie następujących wymagań cieplnych należy wykazać podczas badań wykonywanych przy spalaniu paliw do badań zestawionych w Tablicy 7. Paliwa do badań należy tak wybrać, aby odpowiadały paliwom dopuszczonym do spalania w kotle grzewczym. Uwaga: Nominalna moc cieplna lub zakres mocy cieplnej mogą zależeć od rodzaju paliwa. W wymaganiach dotyczących sprawności cieplnej i granicznych wartości emisji zanieczyszczeń wyróżnia się 3 klasy. Aby spełnić wymagania jednej z klas należy spełnić wszystkie wymagania dotyczące sprawności cieplnej i granicznych wartości emisji zanieczyszczeń dla tej klasy.	Spełnia

	LABORATORIUM BADAŃ KOTŁÓW I URZĄDZEŃ GRZEWCZYCH 93-231 Łódź, ul. Dostawcza 1. Tel./ fax. (042) 6 40 03 04		SPRAWOZDANIE Z BADAŃ	
			Nr ewidencyjny:	171/17-LG
			Strona:	11
			Stron:	12
Certyfikat akredytacji PCA Nr AB 087		Badania kotłów KSM 17 i 34 kW, oraz KSR BETA Pellet 16, 20 i 28 kW z automatycznym podawaniem paliwa. Badania kotła KSM 17 opalanego węglem kamiennym sortymentu groszek.		

Lp.	Punkty normy	Wymagania/ Dane Producenta	Ocena wymagań Spełnienia/Nie spełnia/ Nie dotyczy/ Nie oceniono
1	2	3	Wynik badania
16.	PN-EN 303-5 Pkt 4.4.2 Rysunek 1	<u>Sprawność cieplna kotła:</u> Sprawność cieplna kotła przy nominalnej mocy cieplnej badana wg 5.7, 5.8 i 5.10, nie powinna być mniejsza od sprawności określonej wzorem podanym na Rysunku 1 dla odpowiedniej klasy. <u>Dla kotłów o nominalnej mocy cieplnej przekraczającej 100 kW ustala się wymaganą sprawność dla klasy 4 – 84 % a dla klasy 5 – 89 %. Dla kotłów klasy 3 o nominalnej mocy cieplnej przekraczającej 300 kW ustala się wymaganą sprawność na 82 %.</u> Klasa 5, $Q < 100$ kW: $\eta_K = 87 + \log Q$ (w procentach) Klasa 4, $Q < 100$ kW: $\eta_K = 80 + 2 \log Q$ (w procentach) Klasa 3, $Q < 300$ kW: $\eta_K = 67 + 6 \log Q$ (w procentach) gdzie η_K sprawność cieplna kotła w procentach a Q moc cieplna w kilowatach. Uwaga 1: Q oznacza albo nominalną moc cieplną Q_N albo minimalną moc cieplną uzyskiwaną przy pracy ciągłej Q_{min}. Uwaga 2: W niektórych krajach ustala się sprawność cieplną w zależności od ciepła spalania paliwa. Nominalna moc cieplna: 17 kW Klasa kotła: 5	Groszek węgla kamiennego Wyniki badań przy pracy kotła z mocą nominalną: $Q_k = 17,0$ kW $\eta_k = 89,7$ % Spełnia Sprawność wymagana: $\eta_{nom} \geq 88,2$ % klasa 5
17.	PN-EN 303-5 Pkt 4.4.3	<u>Temperatura spalin wylotowych:</u> Dla kotłów grzewczych, w których temperatura spalin wylotowych przy nominalnej mocy cieplnej przekracza temperaturę otoczenia o mniej niż 160 K, producent powinien podać informacje dotyczące wykonania komina, w celu zapobiegania możliwości osadzania się sadzy, niewystarczającego ciągu kominowego i kondensacji w kanałach spalin. Deklaracja producenta: Zalecane wkłady kominowe kwasoodporne	Spełnia 80 K Informacja w instrukcji obsługi o wykonaniu komina
18.	PN-EN 303-5 Pkt 4.4.4	<u>Ciąg spalin:</u> Producent powinien podać minimalny ciąg na wylocie spalin niezbędny dla prawidłowej pracy. Jeżeli producent nie podał żadnych informacji, to obowiązują wartości wg EN 13384-1:2002+A2:2008, Tablica B.2. Deklaracja producenta: 20 Pa	Spełnia 0,19 mbar
19.	PN-EN 303-5 Pkt 4.4.5	<u>Stalopalność:</u> Podana przez producenta stalopalność kotłów grzewczych zasilanych paliwem ręcznie przy nominalnej mocy cieplnej przy jednym zasypie paliwa powinna wynosić co najmniej: - 2 h przy spalaniu paliw biogenicznych i innych paliw stałych, - 4 h przy spalaniu paliw kopalnych. Deklaracja producenta: h.	Nie dotyczy
20.	PN-EN 303-5 Pkt 4.4.6	<u>Minimalna moc cieplna:</u> Minimalna moc cieplna kotłów grzewczych zasilanych paliwem automatycznie powinna wynosić najwyżej 30 % nominalnej mocy cieplnej. Nastawy powinny być wykonywane automatycznie przez urządzenie regulacyjne. Regulacja doprowadzania paliwa i doprowadzania powietrza może być ciągła lub przerywana. Deklaracja producenta: 5,1 kW	Spełnia 30 % Pn
		Minimalna moc cieplna przy pracy ciągłej kotłów grzewczych zasilanych paliwem ręcznie i przeznaczonych do eksploatacji z zasobnikiem ciepła, może być większa niż 30 % nominalnej mocy cieplnej. W takim przypadku, w informacjach technicznych producent kotła powinien podać jak można odprowadzić wytworzoną ilość ciepła. Badania kotła grzewczego zasilanego paliwem ręcznie przy obciążeniu częściowym nie są konieczne wówczas, gdy producent wymaga żeby kocioł grzewczy był na stałe połączony z zasobnikiem ciepła. Wielkość zasobnika ciepła dla kotłów, w których dopuszcza się spalanie wielu paliw ustala się dla tego paliwa, które wymaga największego zasobnika. Najmniejsza pojemność zasobnika ciepła wynosi 300 l. Deklaracja producenta: litrów	Nie dotyczy
PN-EN 303-5 Pkt 4.4.7 Tablica 6		<u>Graniczne wartości emisji zanieczyszczeń:</u> Spalanie powinno być niskoemisyjne. Wymaganie to jest spełnione wówczas, gdy podczas pracy z nominalną mocą cieplną a dla kotłów grzewczych z zakresem eksploatacyjnej mocy cieplnej podczas pracy z nominalną mocą cieplną i minimalną mocą cieplną, w czasie badań wg 5.7, 5.9 i 5.10 emisja nie przekracza wartości podanych w Tablicy 6.	

	LABORATORIUM BADAŃ KOTŁÓW I URZĄDZEŃ GRZEWCZYCH 93-231 Łódź, ul. Dostawcza 1. Tel./ fax. (042) 6 40 03 04	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ	
		Nr ewidencyjny:	171/17-LG
		Strona:	12
		Stron:	12
Certyfikat akredytacji PCA Nr AB 087	<i>Badania kotłów KSM 17 i 34 kW, oraz KSR BETA Pellet 16, 20 i 28 kW z automatycznym podawaniem paliwa.</i> Badania kotła KSM 17 opalanego węglem kamiennym sortymentu groszek.		

Lp.	Punkty normy	Wymagania/ Dane Producenta				Ocena wymagań Spełnienia/Nie spełnia/ Nie dotyczy/ Nie oceniono
1	2	3				Wynik badania 4
	Paliwo kopalne: Węgiel kamienny sortymentu Gr					
	Przy mocy nominalnej	Emisja CO (wynik badań)	301	mg/m ³	klasa 5	
		Emisja OGC (wynik badań)	14	mg/m ³	klasa 5	
		Emisja pyłu (wynik badań)	19	mg/m ³	klasa 5	
	Przy mocy minimalnej	Emisja CO (wynik badań)	497	mg/m ³	klasa 5	
		Emisja OGC (wynik badań)	19	mg/m ³	klasa 5	
		Emisja pyłu* (wynik badań)	10	mg/m ³	klasa 5	
Klasa kotła wg tablicy 6 - klasa 5 /w całym zakresie obciążeń cieplnych/ *Pomiary emisji pyłów przy obniżonym obciążeniu wykonano metodą grawimetryczną. Uzyskane wielkości emisji pyłu porównano z granicznymi wartościami podanymi w tablicy nr 6 normy PN-EN 303-5: 2012 dla mocy nominalnej. Norma PN-EN 303-5: 2012 nie klasyfikuje granicznych emisji pyłu dla mocy obniżonej. Deklaracja producenta: klasa 5					klasa 5	
21.	OGÓLNA OCENA WYNIKÓW BADAŃ KOTŁA: Kocioł opalany groszkiem węgla kamiennego spełnia wymagania klasy 5 w zakresie sprawności cieplnej i emisji zanieczyszczeń gazowych wg normy PN-EN 303-5: 2012.					

6. INFORMACJE KOŃCOWE.

Przedstawione w sprawozdaniu wyniki badań typu dotyczą wyłącznie badanego egzemplarza kotła KSM 17 z dostarczonym wyposażeniem przy opalaniu węglem kamiennym sortymentu Gr wyszczególnionym w pkt. 3.2..

Uwaga: Wymagania dotyczące bezpieczeństwa (punkt 4.3) zawarte w punktach: 4.3.1; 4.3.3; 4.3.4; 4.3.5; normy PN-EN 303-5: 2012 oraz ocena ryzyka i badania funkcjonalne bezpieczeństwa zgodnie z punktem 5.16 normy PN-EN 303-5: 2012.

Producent powinien przeprowadzić ocenę ryzyka wg EN ISO 12100. Nie uwzględnia się działania siły wyższej. Ocena ryzyka powinna być sprawdzona przez niezależną jednostkę pod względem kompletności, poprawności i wiarygodności.

W przypadku konieczności przeprowadzania badań uzupełniających obowiązują warunki zawarte w punktach: 5.16.1; 5.16.2; 5.16.3; 5.16.4; 5.16.5 normy PN-EN 303-5: 2012.

7. LITERATURA I DOKUMENTY

- PN-EN 303-5: 2012 Kotły grzewcze na paliwa stałe z ręcznym i automatycznym zasypem paliwa o mocy nominalnej do 500 kW. Terminologia, wymagania, badania i oznakowanie.
- Dokumentacja techniczno-ruchowa kotłów z podajnikiem serii KSM.
- Instrukcja obsługi i montażu regulator kotła „EcoMAX” Plum.

KONIEC SPRAWOZDANIA