

EP

PRZEDSIĘBIORSTWO „EN-POL” S.C.

NIP: 644-00-12-312

40-186 KATOWICE, ul. Karoliny 4

tel./fax.: (32) 352 95 90

e-mail: biuro@en-pol.pl www.en-pol.pl



System
zarządzania
ISO 9001:2015

www.tuv.com
ID 9106081574

Zlecniodawca:

MODERN & KOTŁY Sp. z o.o.
28-330 Wodzisław, ul. Zakładowa 3
zlecenie MK/Z/663/17 nr z dnia 4.12.2017

SPRAWOZDANIE

**z pomiarów energetycznych zmodernizowanego kotła wodnego typu
WR25-M nr ruch. K-5 zainstalowanego w Centralnej Ciepłowni
Przedsiębiorstwa Energetycznego w Siedlcach Sp. z o. o.**

OPRACOWAŁ:

.....
Andrzej Świerzy

SPRAWDZIŁ:

.....
Wojciech CZEKALSKI

ZATWIERDZIŁ :

.....
Wojciech CZEKALSKI

Katowice, styczeń 2018 r.

SPIS TREŚCI

1. Podstawa formalna wykonania pracy	3
2. Obiekt badany	3
3. Data i zakres pomiarów	3
4. Cel pracy	3
5. Opis badanego obiektu	3
6. Dane techniczne	4
7. Stan badanego obiektu	5
8. Uwagi odnośnie ruchu obiektu w czasie badań	5
9. Opis pomiarów	5
10. Schemat pomiarowy kotła typu WR25-M	7
11. Zestawienie średnich wyników pomiarów i obliczeń kotła WR25-M nr K-5	8
12. Zestawienie wielkości charakterystycznych kotła WR25-M nr K-5	10
13. Bilans energetyczny kotła WR25-M nr K-5	11
14. Wykres charakterystyki energetycznej kotła WR25-M nr K-5	12
15. Omówienie wyników pomiarów	13

Załączniki:

- Zał. 1. Raport z badań paliwa – pomiar P-4
- Zał. 2. Raport z badań paliwa – pomiar P-3
- Zał. 3. Raport z badań paliwa – pomiar P-1
- Zał. 4. Raport z badań paliwa – pomiar P-2
- Zał. 5. Raport z badań niedopałów – pomiar P-1 i P-2
- Zał. 6. Raport z badań niedopałów – pomiar P-3 i P-4

1. Podstawa formalna wykonania pracy

Podstawą formalną wykonania pracy jest zlecenie MK/Z/663/17 nr z dnia 4.12.2017 firmy MODERN & KOTŁY Sp. z o.o. z siedzibą w Wodzisławiu.

2. Obiekt badany

Przedmiotem badań był zmodernizowany kocioł wodny, rusztowy, typu WR25-M oznaczony numerem ruchowym K-5, zainstalowany w Centralnej Ciepłowni Przedsiębiorstwa Energetycznego w Siedlcach Sp. z o. o.

3. Data i zakres pomiarów

Pomiary energetyczne kotła wykonano przy następujących mocach cieplnych:

- w dniu 12.12.2017 - 12,017 MW (pomiar P-4)
- w dniu 11.12.2017 - 21,587 MW (pomiar P-3)
- w dniu 10.12.2017 - 30,080 MW (pomiar P-1)
- w dniu 10.12.2017 - 42,412 MW (pomiar P-2)

4. Cel pracy

Celem niniejszej pracy było:

- wykonanie badań energetycznych kotła nr K-5 przy czterech różnych wydajnościach, obejmujących:
 - a) wyznaczenie sprawności kotła i poszczególnych strat cieplnych
 - b) określenie oporów na drodze przepływu wody i spalin
 - c) wyznaczenie wskaźników charakterystycznych i jednostkowych kotła
 - d) wykreślenie charakterystyki energetycznej
 - e) pobór próbek węgla i niedopałów oraz wykonanie stosownych analiz chemicznych
- oraz opracowanie sprawozdania z pomiarów bilansowych z omówieniem wyników pomiarów.

5. Opis badanego obiektu

Przedmiotem pomiarów był zmodernizowany kocioł wodny, rusztowy, typu WR25-M oznaczony numerem ruchowym K-5.

Kocioł zbudowany jest w układzie trzyciągowym, w którym pierwszy ciąg stanowi powierzchnia opromieniowana kotła, tj. ekrany komory paleniskowej w wykonaniu szczelnym, w drugim umieszczone są pęczki konwekcyjne a trzeci ciąg stanowi podgrzewacz wody o regulowanej wydajności, którego zadaniem jest regulacja temperatury spalin wylotowych z kotła.

Kocioł wyposażono w nowy, podwójny, ośmiostrefowy ruszt mechaniczny łuskowy typu ciężkiego.

Dopływ powietrza pod ruszt doprowadzony jest ze skrzyni przyrusztowej do każdej z ośmiu stref rusztu i jest regulowany klapami (ręcznie). W kanałach tłocznych powietrza pierwotnego, między wentylatorami a rusztem zabudowane są wodne podgrzewacze powietrza z rur ożebrowanych. Czynnikiem grzewczym dla tych podgrzewaczy jest gorąca woda wylotowa z kotła. Przepływ wody przez podgrzewacze zapewnia pompa obiegowa, zabudowana bezpośrednio na rurociągu wylotowym z podgrzewaczy. Woda powrotna z podgrzewaczy powietrza wprowadzana jest do rurociągu zasilającego obieg główny kotła.

Kocioł wyposażony jest w instalację powietrza wtórnego. Powietrze wtórne wprowadzane jest do komory paleniskowej poprzez dysze zabudowane na dwóch poziomach ekranu przedniego.

Wentylatory powietrza pierwotnego i wtórnego zabudowane są na poziomie „0”

Ciąg w kotle zapewnia wentylator promieniowy odprowadzający spaliny poprzez system odpylania do komina.

Żużel, przesyp 5 oraz koksik spod II ciągu i spod ekonomizera usuwany jest do odzūżlacza wyposażonego w przenośnik zgrzeblowy i dalej przenośnikiem taśmowym na składowisko. Przesyp 1...4 usuwany jest za pomocą wózków ręcznych. Popiół wytrącony w odpylaczu transportowany jest na taśmę przenośnika za pomocą przenośnika talerzykowego.

6. Dane techniczne

A. Kocioł

Typ	- WR25-M
Wytwórca	- Fabryka Kotłów SEFAKO w Sędziszowie
Modernizujący	- MODERN & KOTŁY Sp. z o.o. w Wodzisławiu
Nr ruchowy	- K-5
Nr fabryczny	- 1050020
Rok budowy / modernizacji	- 1976 / 2016
Moc cieplna maksymalna trwała	- 41,0 MW
Moc cieplna nominalna	- 29,0 MW
Ciśnienie obliczeniowe	- 2,45 MPa
Ciśnienie dopuszczalne	- 1,6 MPa
Temperatura wody wlotowej	- 70 °C
Temperatura wody wylotowej (max)	- 150 °C
Przepływ wody dla wydajności maksymalnej	- 436 t/h
Przepływ wody dla wydajności nominalnej	- 308 t/h
Minimalne natężenie przepływu wody	- 290 t/h
Powierzchnia ogrzewalna kotła	- 1692 m ²
Pojemność wodna kotła	- 20,0 m ³

B. Ruszt - 2 szt.

Producent	- ZUK Stąporków S.A.
Typ	- RTWK-2576
Długość użyteczna	- 7,6 m
Szerokość	- 2 x 2,50 m
Powierzchnia użyteczna	- 38,0 m ²
Ilość stref podmuchowych	- 8
Napęd	- BNr 2000
Silnik	- Ns=2,2 kW; n=1380 obr/min

C. Wentylator powietrza pierwotnego - 2 szt.

Producent	- „OWENT” Olkusz
Typ	- WWOax-63
Spręż	- 2400 Pa
Wydajność	- 8,3 m ³ /s
Silnik	- Ns = 30,0 kW; n = 1460 obr/min,

D. Wentylator powietrza wtórnego - 2 szt.

Producent	- „OWENT” Olkusz
Typ	- WP28/0,75
Spręż	- 5100 Pa
Wydajność	- 1,05 m ³ /s
Silnik	- Ns = 11,0 kW; n = 2930 obr/min

E. Wentylator spalin

Producent	- „FAWENT” Chełm Śląski
Typ	- WPWDs-90/1,8
Spręż	- 3800 Pa
Wydajność	- 30,0 m ³ /s
Silnik	- Ns = 160 kW; n = 980 obr/min

F. Instalacja odpylania

Odpylacze multicyklonowej typu Lurgi 12/10GZ - 2 szt.

7. Stan badanego obiektu

Stan techniczny kotła był dobry. Wyposażenie kotła w aparaturę kontrolno-pomiarową i automatykę jest na wymaganym poziomie.

8. Uwagi odnośnie ruchu obiektu w czasie badań

W czasie pomiarów wszystkie elementy techniczne działały sprawnie. Pomiary wykonywano po uzyskaniu równowagi termicznej badanej jednostki. Przed pomiarami przeprowadzano regulację procesu spalania paliwa na ruszcie i w przestrzeni paleniskowej.

Wahania strumienia wody przepływającej przez kocioł, temperatur wody wlotowej i wylotowej, spalin oraz pozostałych parametrów nie przekraczały dopuszczalnych wartości.

9. Opis pomiarów

Pomiary właściwe kotła poprzedziły pomiary wstępne, których celem było sprawdzenie poprawności wskazań zainstalowanej aparatury kontrolno-pomiarowej.

Poszczególne wielkości w czasie pomiarów mierzono następującymi przyrządami pomiarowymi:

- strumień masy wody określano przy pomocy kryzy ISA (zabudowanej w rurociągu wylotowym) ze szczelinowym, przytarczowym pomiarem ciśnienia różnicowego i podłączonego do niej przetwornika różnicy ciśnień prod. Aplisens typu APR-2000 ALW o zakresie pomiarowym 0-100 kPa.. Przetwornik podłączony był do rejestratora elektronicznego typu MPI-8E produkcji METRONIC Kraków.
Wymiary kryzy ISA zainstalowanej w rurociągu wlotowym wody do kotła wynoszą:
 $D_{20} = 257,00 \text{ mm}$
 $d_{20} = 186,42 \text{ mm}$
- temperatury wody, spalin i powietrza pierwotnego mierzono platynowymi termometrami oporowymi podłączonymi do wielokanałowego rejestratora elektronicznego typu MPI-8E produkcji METRONIC Kraków
- ciśnienia wody odczytywano na manometrach kontrolnych (precyzyjnych)

- d) ciąg spalin w komorze paleniskowej określano mikromanometrem cieczowym typu Krell'a, natomiast pozostałe ciągi oraz ciśnienia powietrza mierzono elektronicznym mikromanometrem typu TYBO.
- e) skład spalin określano za pomocą analizatora elektronicznego typu ECOM-EN
- f) temperaturę żużła mierzono za pomocą pirometru radiacyjnego typu PT-3L OPTEX.

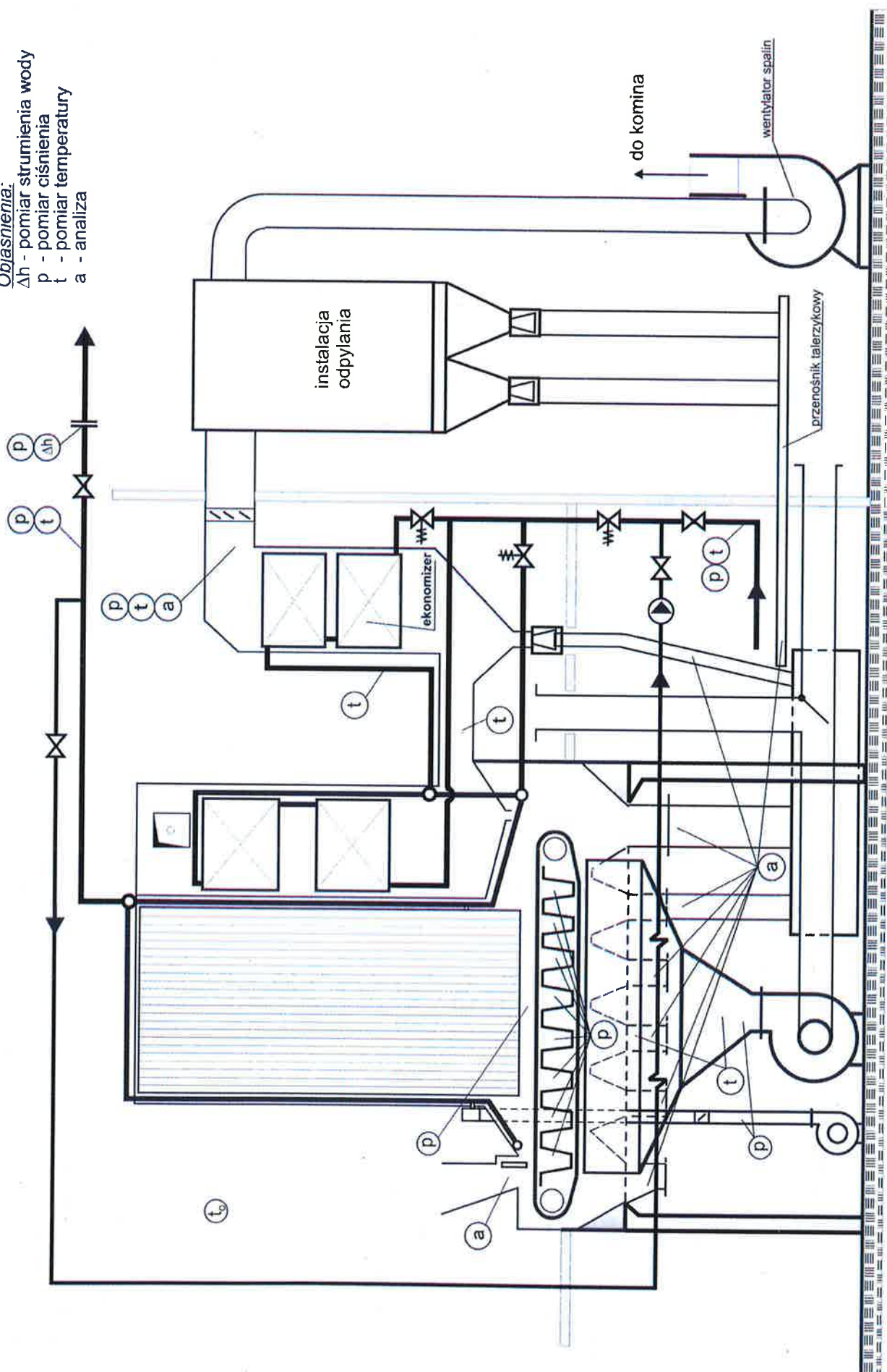
Częstotliwość odczytów wskazań przyrządów pomiarowych wynosiła: dla przepływu, temperatur wody, spalin i powietrza – rejestracja co 30 sekund; ciśnienie wody oraz analizatora spalin – 10 minut a pozostałych wielkości – 15 minut.

Wszystkie przyrządy pomiarowe użyte do badań posiadały aktualne świadectwa wzorcowania lub sprawdzenia.

Pomiary zostały wykonane w oparciu o normę PN-EN 12925-15 / 2006 r. „Kotły wodnorurowe i urządzenia pomocnicze. Część 15. Badania odbiorcze”

Pobrane w trakcie pomiarów średnie próbki węgla i niedopałów przekazano do Laboratorium Chemii Analitycznej Instytutu Technik Innowacyjnych „EMAG” w Katowicach, gdzie wykonano analizy.

Objaśnienia:
 Δh - pomiar strumienia wody
 p - pomiar ciśnienia
 t - pomiar temperatury
 a - analiza



10. Schemat pomiarowy kotła typu WR25-M

11. Zestawienie wyników pomiarów i obliczeń kotła typu WR25-M nr K-5

Lp.	T r e ś ć			Symbol	Wymiar	Pomiar			
						P-4	P-3	P-1	P-2
1	2			3	4	5	6	7	8
1	Data pomiarów			-	-	12.12.2017	11.12.2017	10.12.2017	10.12.2017
2	Temperatura otoczenia			t _{ot}	°C	9,7	3,0	1,4	-0,8
3	Czynnik obiegowy	Wlot	Temperatura	t _{FW1}	°C	85,0	75,3	66,7	64,5
4			Ciśnienie	p _{FW1}	MPa	1,05	1,08	1,07	1,06
5	- woda	Wylot	Temperatura	t _{FW2}	°C	116,1	124,4	130,6	139,8
6			Ciśnienie	p _{FW2}	MPa	0,91	0,93	0,91	0,87
7	Kryza pomiarowa ¹⁾		Średnie spiętnienie na kryzie	Δp _{kr}	kPa	11,96	15,60	17,98	25,90
8					Ciśnienie na kryzie	p _{FWkr}	MPa	0,61	0,76
9	Strumień masy wody			m _{FW}	t/h	330,26	375,64	402,16	480,48
10	Przyrost temperatury wody w kotle			Δ _{FW}	K	31,1	49,1	63,9	75,3
11	Opór hydrauliczny kotła			Δp _{FW}	MPa	0,14	0,15	0,16	0,19
12	Moc cieplna kotła			Q _N	MW	12,017	21,587	30,080	42,412
13	Paliwo (stan dostarczenia)	Wilgoć przemijająca	W _p ^r	%	9,5	10,0	10,5	10,0	10,0
14		Wilgoć higroskopijna	W _h ^r	%	1,29	1,52	1,13	1,22	1,22
15		Wilgoć całkowita	W _c ^r	%	10,79	11,52	11,63	11,22	11,22
16		Zawartość popiołu	A ^r	%	17,25	16,26	18,20	19,75	19,75
17		Wartość opałowa	H _N	kJ/kg	22901	23183	22426	22270	22270
18	Zużycie ²⁾			m _F	kg/h	2172	3732	5420	7772
19	Żużel	Ilość	m _{SL}	kg/h	351	544	919	1463	1463
20		Ilość w odniesieniu do paliwa	m _{SL} /m _F	%	16,16	14,57	16,95	18,83	18,83
21	Pozostałości spalania	Zawartość części palnych	u _{SL}	%	13,61	9,60	12,98	15,05	15,05
22		Temperatura żużla	t _{SL}	°C	360	395	435	480	480
23		Ilość	m _{SA}	kg/h	24,0	33,0	53,5	83,0	83,0
21		Ilość w odniesieniu do paliwa	m _{SA} /m _F	%	1,11	0,88	0,99	1,07	1,07
22	Popiół lotny	Zawartość części palnych	u _{SA}	%	28,99	17,13	17,42	17,00	17,00
23		Ilość	m _{FA}	kg/h	29,5	45,5	73,0	133,0	133,0
24		Ilość w odniesieniu do paliwa	m _{FA} /m _F	%	1,36	1,22	1,35	1,71	1,71
25	Zawartość części palnych			u _{FA}	%	42,33	39,80	39,47	47,60

1	2	3	4	5	6	7	8
26	Temperatura przed podgrzewaczem str. L/P	t _{A1}	°C	13,7 / 13,3	8,6 / 8,1	7,6 / 6,7	5,6 / 5,1
27	Temperatura za podgrzewaczem str. L/P	t _{A2}	°C	14,9 / 15,0	11,2 / 10,8	10,7 / 10,4	11,2 / 10,6
28	Ciśnienie za wentylatorem str. L/P	p _{A1}	Pa	861 / 997	941 / 1023	1027 / 1084	1400 / 1475
29	Ciśnienie w strefie I - str. L/P	p _{A1 L/P}	Pa	0 / 0	0 / 0	0 / 0	12 / 0
30	Ciśnienie w strefie II - str. L/P	p _{A11 L/P}	Pa	33 / 20	114 / 118	199 / 201	367 / 353
31	Ciśnienie w strefie III - str. L/P	p _{A111 L/P}	Pa	95 / 115	319 / 297	394 / 403	561 / 581
32	Ciśnienie w strefie IV - str. L/P	p _{A111 L/P}	Pa	0 / 0	145 / 120	254 / 236	404 / 397
33	Ciśnienie w strefie V - str. L/P	p _{A111 L/P}	Pa	0 / 0	11 / 0	126 / 90	245 / 208
34	Ciśnienie w strefie VI - str. L/P	p _{A111 L/P}	Pa	0 / 0	0 / 0	64 / 50	205 / 219
35	Ciśnienie w strefie VII - str. L/P	p _{A111 L/P}	Pa	0 / 0	0 / 0	0 / 0	20 / 8
36	Ciśnienie w strefie VIII - str. L/P	p _{A111 L/P}	Pa	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0
37	Ciśnienie powietrza wtórnego str. L/P	p _{Awt L/P}	Pa	0 / 0	0 / 0	1405 / 1374	2772 / 2712
38	Temperatura odniesienia	t _r	°C	25,0	25,0	25,0	25,0
39	Temperatura za II ciągiem - str. L/P	t _{G1 L/P}	°C	119,6 / 118,5	151,8 / 147,1	163,0 / 167,7	210,3 / 191,4
40	Temperatura za ekonomizerem - str. L/P	t _{G2 L/P}	°C	117,5 / 115,2	118,9 / 118,7	118,6 / 117,8	126,4 / 122,9
41	Ciśnienie w komorze paleniskowej	p _{G1}	Pa	-11	-10	-10	-10
42	Ciśnienie za ekonomizerem - str. L/P	p _{G3 L/P}	Pa	-48 / -48	-135 / -136	-290 / -293	-564 / -573
43	Spaliny	Zawartość CO ₂ - str. L/P	%	10,2 / 10,3	11,5 / 11,2	11,8 / 12,3	14,0 / 13,6
44		Zawartość CO - str. L/P	ppm	80 / 66	67 / 47	101 / 110	128 / 103
45		Zawartość O ₂ - str. L/P	%	9,6 / 9,5	8,2 / 8,5	7,8 / 7,3	5,4 / 5,8
46		Wsp. nadmiaru powietrza - str. L/P	-	1,82 / 1,80	1,62 / 1,66	1,57 / 1,52	1,34 / 1,37

Uwagi:

1) - Wymiary kryzy pomiarowej na wylocie wody z kotła:

D₂₀ = 257,00 mm ; d₂₀ = 186,42 mm

2) - wynik z obliczeń bilansowych

12. Zestawienie wielkości charakterystycznych kotła typu WR25-M nr K-5

Typ kotła - WR25-M
 Powierzchnia ogrzewalna - 1692 m²
 Moc cieplna maksymalna - 41,0 MW
 Moc cieplna nominalna - 29,0 MW

Temperatura wody wlotowej - 70 °C
 Temperatura wody wylotowej - 150 °C
 Powierzchnia czynna rusztu - 38,0 m²
 Pojemność wodna - 20,0 m³

Lp.	T r e ś ć	Symbol	Wymiar	Pomiar			
				P-4	P-3	P-1	P-2
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Strumień energii doprowadzonej w paliwie ¹⁾	Q _{ZF}	MW	13,814	24,036	33,762	48,078
2	Moc cieplna kotła	Q _N	MW	12,017	21,587	30,080	42,412
3	Ciśnienie wody wlotowej	p _{FW1}	MPa	1,05	1,08	1,07	1,06
4	Ciśnienie wody wylotowej	p _{FW2}	MPa	0,91	0,93	0,91	0,87
5	Temperatura wody wlotowej	t _{FW1}	°C	85,0	75,3	66,7	64,5
6	Temperatura wody wylotowej	t _{FW2}	°C	116,1	124,4	130,6	139,8
7	Przyrost temperatury wody	Δt _{FW}	K	31,1	49,1	63,9	75,3
8	Strumień masy wody	m _{FW}	t/h	330,26	375,64	402,16	480,48
9	Wartość opałowa węgla	H _N	kJ/kg	22901	23183	22426	22270
10	Zużycie węgla ¹⁾	m _F	kg/h	2172	3732	5420	7772
11	Natężenie masowe powierzchni rusztu	b _r	kg/m ² h	57,1	98,2	142,6	204,5
12	Natężenie cieplne powierzchni rusztu	q _r	kW/m ²	363,5	632,5	888,5	1265,2
13	Natężenie cieplne powierzchni ogrzewalnej	q _f	kW/m ²	7,10	12,76	17,78	25,07
14	Sprawność kotła ¹⁾	η _(G)	%	86,99	89,81	89,09	88,21
15	Opór hydrauliczny kotła	Δp _{FW}	MPa	0,14	0,15	0,16	0,19
16	Opór aerodynamiczny kotła str. L/P	Δh _{G1}	Pa	37 / 37	125 / 126	280 / 283	554 / 563

Uwagi: ¹⁾ – wynik z obliczeń bilansowych

13. Bilans energetyczny kotła typu WR25-M nr K-5

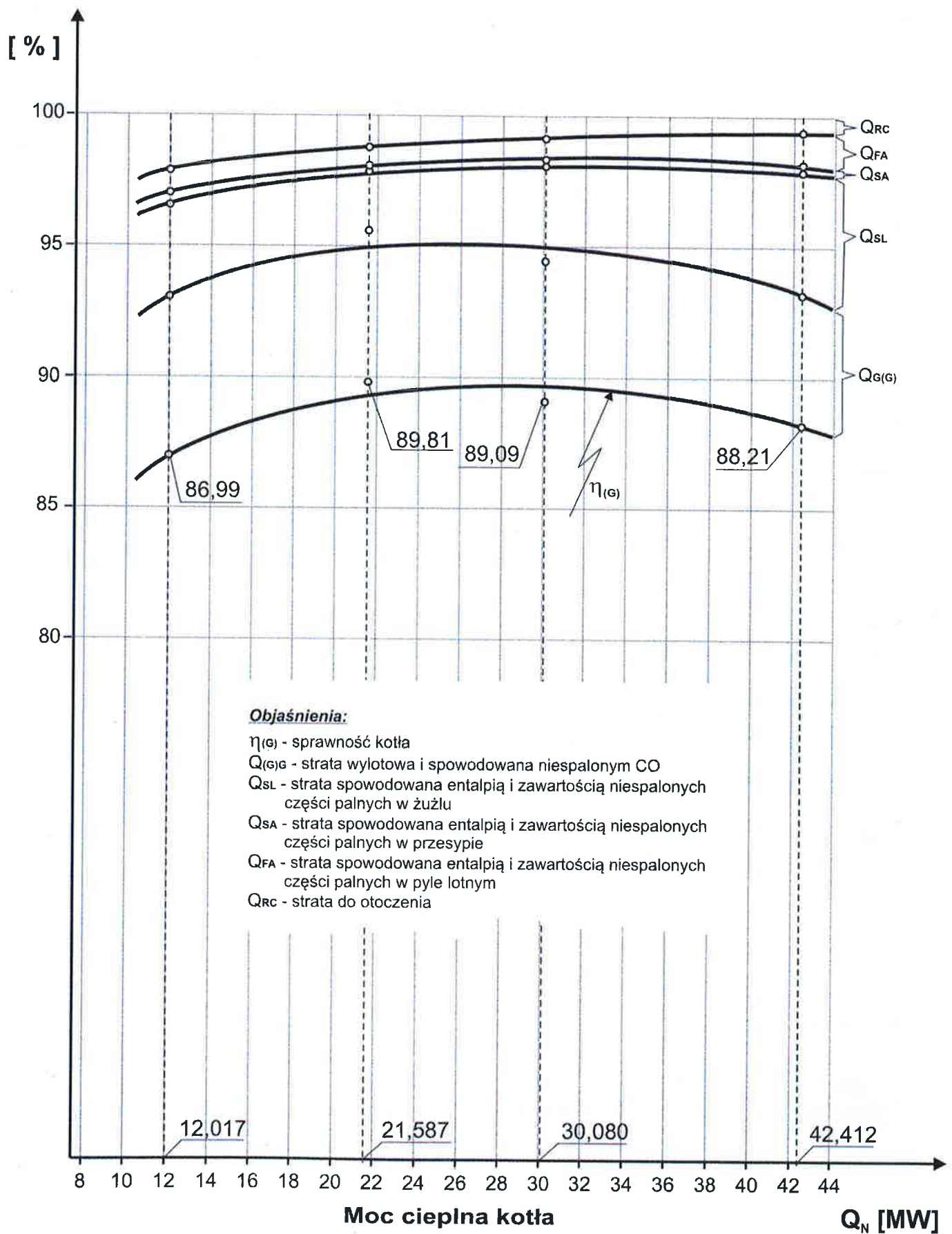
Lp.	T r e ś ć	Symbol	Wymiar	Pomiar			
				P-4	P-3	P-1	P-2
1	Strumień energii doprowadzonej w paliwie	Q_{ZF}	MW %	13,814 100,00	24,036 100,00	33,762 100,00	48,078 100,00
2	Moc cieplna kotła	Q_N	MW	12,017	21,587	30,080	42,412
	Sprawność kotła	$\eta_{(G)}$	%	86,99	89,81	89,09	88,21
3	Wylotowa	$Q_{(G)G}$	MW %	0,833 6,03	1,380 5,74	1,793 5,31	2,370 4,93
4	spowodowana niespalonym CO	Q_{CO}	MW %	0,006 0,04	0,007 0,03	0,017 0,05	0,024 0,05
5	spowodowana entalpią i zawartością niespalonych części palnych w żużlu	Q_{SL}	MW %	0,482 3,49	0,546 2,27	1,226 3,63	2,250 4,68
6	STRATY CIEPŁA spowodowana entalpią i zawartością niespalonych części palnych w przesypie	Q_{SA}	MW %	0,065 0,47	0,053 0,22	0,088 0,26	0,135 0,28
7	spowodowana entalpią i zawartością niespalonych części palnych w pyłe lotnym	Q_{FA}	MW %	0,117 0,85	0,171 0,71	0,270 0,80	0,601 1,25
8	do otoczenia	Q_{RC}	MW %	0,294 2,13	0,292 1,22	0,288 0,86	0,286 0,60

Bilans popiołu

Lp.	T r e ś ć	Wymiar	Pomiar			
			P-4	P-3	P-1	P-2
1	Popiół doprowadzony w paliwie $B \times A^r \times (1-X)^{1)}$	kg/h %	337,1 100,00	546,2 100,00	887,7 100,00	1381,5 100,00
2	Popiół odprowadzony	w żużlu kg/h %	303,1 89,92	491,5 89,98	799,3 90,04	1242,9 89,96
3		w przesypie kg/h %	17,0 5,04	27,3 5,00	44,2 4,98	68,9 4,99
4		w pyłe lotnym kg/h %	17,0 5,04	27,4 5,02	44,2 4,98	69,7 5,05
5	Razem popiół odprowadzony	kg/h %	337,1 100,00	546,2 100,00	887,7 100,00	1381,5 100,00

Uwagi: ¹⁾ - kontrakcja chemiczna popiołu $X = 5\%$

14. CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA KOTŁA WR25-M NR K-5



15. Omówienie wyników pomiarów

Przedmiotem pomiaru był zmodernizowany kocioł wodny, rusztowy typu WR25-M nr ruchowy K-5 zainstalowany w Centralnej Ciepłowni Przedsiębiorstwa Energetycznego w Siedlcach Sp. z o. o.

Kocioł podczas pomiarów osiągnął założoną moc maksymalną trwałą. Parametry spalnego paliwa (miał węglowy) stosowanego w czasie pomiarów spełniały wielkości gwarantowane.

Pomiary wykonano przy następujących mocach cieplnych:

- pomiar P-4 - 12,017 MW
- pomiar P-2 - 21,587 MW
- pomiar P-1 - 30,080 MW
- pomiar P-3 - 42,412 MW

Osiągnięte w czasie pomiarów sprawności kotła wynosiły:

- dla pomiaru P-4 - 86,99 %
- dla pomiaru P-2 - 89,81 %
- dla pomiaru P-1 - 89,09 %
- dla pomiaru P-3 - 88,21 %

Osiągnięte sprawności kotła we wszystkich stanach obciążeń okazały się wyższe od wartości przewidzianych w dokumentacji projektowej. Uzyskane wartości nie odbiegają od osiąganych sprawności dla tego typu jednostek kotłowych, a nawet je przewyższają, przy czym należy zauważyć, że powierzchnie ogrzewalne kotła były w stanie czystym, pomontażowym. Wpływ na osiągnięte wyniki miały ponadto, niskie straty ciepła w niedopałach.

Straty ciepła towarzyszące procesowi spalania i wymiany ciepła kształtowały się następująco:

- Strata wylotowa wynosiła odpowiednio: 6,03; 5,74; 5,31 i 4,93 % (licząc od wydajności najniższej do najwyższej). Jest stosunkowo niska w całym mierzonym przedziale. Temperatury spalin kształtujące tę stratę są na poziomie projektowym. Nadmiary powietrza są na poziomie niskim dla kotła rusztowego, na co ma wpływ dobry stan rusztów i systemów podmuchowych.
- Strata spowodowana niespalonym CO jest na minimalnym poziomie co świadczy o właściwym dozowaniu powietrza pierwotnego i wtórnego (wtórne powietrze było konieczne tylko przy najwyższych obciążeniach kotła).
- Strata spowodowana entalpią i zawartością niespalonych części palnych w żużlu wynosiła odpowiednio: 3,49; 2,27; 3,63 i 4,68 % co należy uznać za wielkości bardzo niskie dla tego typu jednostki; wpływ na wielkość tej straty miała niewielka zawartość części palnych w żużlu przy wszystkich obciążeniach kotła.
- Strata spowodowana entalpią i zawartością niespalonych części palnych w przesypie wynosiła odpowiednio: 0,47; 0,22 ; 0,26 i 0,28 %, co należy uznać za wielkości normalne dla tego typu jednostki.
- Strata spowodowana entalpią i zawartością niespalonych części palnych w pyłe lotnym wynosiła odpowiednio: 0,85; 0,71; 0,80 i 1,25 %.
- Stratę do otoczenia wyznaczono za pomocą wzoru zawartego w PN-EN 12925-15 / 2006 r. „Kotły wodnorurkowe i urządzenia pomocnicze. Część 15. Badania odbiorcze” dla wydajności maksymalnej kotła.

Instytut Technik Innowacyjnych "EMAG"
ul. Leopolda 31 ; 40-189 Katowice
Centrum Badań i Certyfikacji,
Zespół Laboratoriów Badawczych
Laboratorium Badań Urządzeń
Gazometrycznych

RAPORT Z BADAŃ NR 4479.44-ZLG/2017

Numer wg rejestru zleceń: 4479/2017			Nr próby: 12706	
Obiekt badany:	miał węglowy	Kocioł:	WR 25-M nr 5	Data pobrania: 12.12.2017
Miejsce pobrania:	Przedsiębiorstwo Energetyczne Sp. z o.o. w Siedlcach. Ciepłownia Centralna.	Pomiar:	4	Data dostarcz.: 14.12.2017
Zleceniodawca:	„EN-POL” S.C.	Pobrał:	Klient	Data badania.: 14-20.12.2017
	STAN			Metodyka
	dostarczenia (roboczy)	powietrzno- suchy (analityczny)	bezwodny (suchy)	
Wilgoć przemijająca.....%	9,5			PN -G-04511:1980
Wilgoć higroskopijna.....%	1,29	1,43		PN -G-04511:1980
Wilgoć całkowita.....%	10,79	1,43		PN -G-04511:1980
Popiół (800°C).....%	17,25	19,06		PN -G-04512:1980
Substancja palna.....%				
Części lotne.....%				
Ciepło spalania.....kJ/kg		26 534		PN -G-04513:1981
Wartość opałowa.....kJ/kg	22 901	25 561		PN -G-04513:1981
Siarka całkowita.....%				
Węgiel.....%				
Chlor.....%				
Wodór.....%				

Instytut Technik Innowacyjnych
Centrum Badań i Certyfikacji
Analizę wykonał: Katarzyna Dudek
Certyfikacji

Sprawdził: Katarzyna Dudek

Katowice; 20.12.2017

Wyniki analiz próbek pobranych i dostarczonych do laboratorium przez Klienta odnoszą się wyłącznie do tych próbek

Instytut Technik Innowacyjnych "EMAG"
ul. Leopolda 31 ; 40-189 Katowice
Centrum Badań i Certyfikacji
Zespół Laboratoriów Badawczych
Laboratorium Badań Urządzeń
Gazometrycznych

RAPORT Z BADAŃ NR 4479.43-ZLG/2017

Numer wg rejestru zleceń: 4479/2017		Nr próby: 12702		
Obiekt badany: miał węglowy	Kocioł: WR 25-M nr 5	Data pobrania: 11.12.2017		
Miejsce pobrania: Przedsiębiorstwo Energetyczne Sp. z o.o. w Siedlcach, Ciepłownia Centralna.	Pomiar: 3	Data dostarcz.: 14.12.2017		
Zlecający: „EN-POL” S.C.	Pobrał: Klient	Data badania.: 14-20.12.2017		
	STAN			Metodyka
	dostarczenia (roboczy)	powietrzno- suchy (analityczny)	bezwodny (suchy)	
	Wilgoć przemijająca.....%	10,0		PN -G-04511:1980
	Wilgoć higroskopijna.....%	1,52	1,69	PN -G-04511:1980
	Wilgoć całkowita.....%	11,52	1,69	PN -G-04511:1980
	Popiół (800°C).....%	16,26	18,07	PN -G-04512:1980
	Substancja palna.....%			
	Części lotne.....%			
	Ciepło spalania.....kJ/kg		27 019	PN -G-04513:1981
	Wartość opałowa.....kJ/kg	23 183	26 031	PN -G-04513:1981
	Siarka całkowita.....%			
	Węgiel.....%			
Chlor.....%				
Wodór.....%				

Analizę wykonał: Katarzyna Dudek

Sprawdził: Katarzyna Dudek

Katowice, 20.12.2017

Wyniki analizy próbek pobranych i dostarczonych do laboratorium przez Klienta odnoszą się wyłącznie do tych próbek

Instytut Technik Innowacyjnych "EMAG"
ul. Leopolda 31 ; 40-189 Katowice
Centrum Badań i Certyfikacji,
Zespół Laboratoriów Badawczych
Laboratorium Badań Urządzeń
Gazometrycznych

RAPORT Z BADAŃ NR 4479.41-ZLG/2017

Numer wg rejestru zleceń: 4479/2017		Nr próby: 12694		
Obiekt badany: miał węglowy		Kocioł: WR 25-M nr 5	Data pobrania: 10.12.2017	
Miejsce pobrania: Przedsiębiorstwo Energetyczne Sp. z o.o. w Siedlcach, Ciepłownia Centralna.		Pomiar: 1	Data dostarcz.: 14.12.2017	
Zleciłodawca: „EN-POL” S.C.		Pobrał: Klient	Data badania.: 14-20.11.2017	
	STAN			Melodyka
	dostarczenia (roboczy)	powietrzno- suchy (analityczny)	bezwodny (suchy)	
	Wilgość przemijająca.....%	10,5		PN -G-04511:1980
	Wilgość higroskopijna.....%	1,13	1,26	PN -G-04511:1980
	Wilgość całkowita.....%	11,63	1,26	PN -G-04511:1980
	Popiół (800°C).....%	18,20	20,33	PN -G-04512:1980
	Substancja palna.....%			
	Części lotne.....%			
	Ciepło spalania.....kJ/kg		26 299	PN -G-04513:1981
	Wartość opałowa.....kJ/kg	22 426	25 343	PN -G-04513:1981
	Siarka całkowita.....%	0,33	0,37	PN -G-04584:2001
	Węgiel.....%	58,69	65,57	L-PB-W02
	Chlor.....%			
Wodór.....%	3,56	3,98	L-PB-W02	

Instytut Technik Innowacyjnych "EMAG"
Centrum Badań i Certyfikacji
Analizę wykonał: Katarzyna Dudek

Sprawdził: Katarzyna Dudek

Katowice; 20.12.2017

Wyniki analiz próbek pobranych i dostarczonych do laboratorium przez Klienta odnoszą się wyłącznie do tych próbek.

Instytut Technik Innowacyjnych "EMAG"
ul. Leopolda 31 ; 40-189 Katowice
Centrum Badań i Certyfikacji,
Zespół Laboratoriów Badawczych
Laboratorium Badań Urządzeń
Gazometrycznych

RAPORT Z BADAŃ NR 4479.42-ZLG/2017

Numer wg rejestru zleceń: 4479/2017			Nr próby: 12698	
Objekt badany:	miał węglowy	Kocioł:	WR 25-M nr 5	Data pobrania: 10.12.2017
Miejsce pobrania:	Przedsiębiorstwo Energetyczne Sp. z o.o. w Siedlcach. Ciepłownia Centralna.	Pomiar:	2	Data dostarcz.: 14.12.2017
Zleciłodawca:	„EN-POL” S.C.	Pobrał:	Klient	Data badania.: 14-20.11.2017
	STAN			Metodyka
	dostarczenia (roboczy)	powierzchno- suchy (analityczny)	bezwodny (suchy)	
Wilgoć przemijająca.....%	10,0			PN -G-04511:1980
Wilgoć higroskopijna.....%	1,22	1,36		PN -G-04511:1980
Wilgoć całkowita.....%	11,22	1,36		PN -G-04511:1980
Popiół (800°C).....%	19,75	21,94		PN -G-04512:1980
Substancja palna.....%				
Części lotne.....%				
Ciepło spalania.....kJ/kg		25 955		PN -G-04513:1981
Wartość opałowa.....kJ/kg	22 270	25 017		PN -G-04513:1981
Siarka całkowita.....%	0,34	0,38		PN -G-04584:2001
Węgiel.....%	58,20	64,67		L-PB-W02
Chlor.....%				
Wodór.....%	3,58	3,98		L-PB-W02

Instytut Technik Innowacyjnych "EMAG"
Centrum Badań i Certyfikacji
Analizę wykonał: Katarzyna Dudek

Sprawdził: Katarzyna Dudek

Katowice; 20.12.2017

Wyniki analiz próbek pobranych i dostarczonych do laboratorium przez Klienta odnoszą się wyłącznie do tych próbek

Instytut Technik Innowacyjnych EMAG
ul. Leopolda 31 ; 40-189 Katowice
Centrum Badań i Certyfikacji
Zespół Laboratoriów Badawczych
Laboratorium Badań Urządzeń
Gazometrycznych

RAPORT Z BADAŃ NR 4479.45-ZLG/2017

Numer wg rejestru zleceń:	4479/2017	Kocioł:	WR 25-M nr 6	
Zleceńodawca:	„EN-POL” S.C.	Pobrał:	Klient	Data dostarcz.: 14.12.2017
Miejsce pobrania:	Przedsiębiorstwo Energetyczne Sp. z o.o. w Siedlcach. Ciepłownia Centralna.			Data badania: 14-20.12.2017

Numer ewidencyjny	Data poboru	Pomiar	Badany obiekt	Popiół %	części palne %
12695	10.12.2017	1	żużel+koksik spod II ciągu	87,02	12,98
12696			przesyp	82,58	17,42
12697			pył z odpylacza	60,53	39,47
12699		2	żużel+koksik spod II ciągu	84,95	15,05
12700			przesyp	83,00	17,00
12701			pył z odpylacza	52,40	47,60

Instytut Technik Innowacyjnych EMAG
Centrum Badań i Certyfikacji
Analizę wykonał: Katarzyna Dudek

Sprawdził: Katarzyna Dudek

Katowice, 20.12.2017

Wyniki analiz próbek pobranych i dostarczonych do laboratorium przez Klienta odnoszą się wyłącznie do tych próbek

Instytut Technik Innowacyjnych EMAG
ul. Leopolda 31 ; 40-189 Katowice
Centrum Badań i Certyfikacji,
Zespół Laboratoriów Badawczych
Laboratorium Badań Urządzeń
Gazomeltrycznych

RAPORT Z BADAŃ NR 4479.46-ZLG/2017

Numer wg rejestru zleceń:	4479/2017	Kocioł:	WR 25-M nr 5
Zleceńodawca:	„EN-POL” S.C.	Pobrał:	Klient
		Data dostarcz.:	14.12.2017
Miejsce pobrania:	Przedsiębiorstwo Energetyczne Sp. z o.o. w Siedlcach. Ciepłownia Centralna.	Data badania:	14-20.12.2017

Numer ewidencyjny	Data poboru	Pomiar	Badany obiekt	Popiół %	części palne %
12703	11.12.2017	3	żużel+koksik spod II ciągu	90,40	9,60
12704			przesyp	82,87	17,13
12705			pył z odpylacza	60,20	39,80
12707	12.12.2017	4	żużel+koksik spod II ciągu	86,39	13,61
12708			przesyp	71,01	28,99
12709			pył z odpylacza	57,67	42,33

Instytut Technik Innowacyjnych
Centrum Badań i Certyfikacji
Analizę wykonał: *Katarzyna Dudek*

Katarzyna Dudek
Sprawdził: *Katarzyna Dudek*

Katowice; 20.12.2017

Wyniki analizy próbek pobranych i dostarczonych do laboratorium przez Klienta odnoszą się wyłącznie do tych próbek.