

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



ISO 9001:2008

www.tuv.com
ID 9105081574

Zlecniodawca:

MODERN & KOTŁY Sp. z o.o.
28-330 Wodzisław, ul. Zakładowa 3
zlecenie nr z dnia 31.10.2017

SPRAWOZDANIE

**z pomiarów energetycznych zmodernizowanego kotła wodnego typu
WR25-M nr ruch. K-4 zainstalowanego w Centralnej Ciepłowni
Przedsiębiorstwa Energetycznego w Siedlcach Sp. z o. o.**

OPRACOWAŁ:

.....
Andrzej Świerzy

SPRAWDZIŁ:

.....
Wojciech CZEKALSKI

ZATWIERDZIŁ:

.....
Wojciech CZEKALSKI

Katowice, listopad 2017 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-4	8
12. Zestawienie wielkości charakterystycznych kotła WR25-M nr K-4	10
13. Bilans energetyczny kotła WR25-M nr K-4	11
14. Wykres charakterystyki energetycznej kotła WR25-M nr K-4	12
15. Omówienie wyników pomiarów	13

Załączniki:

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

1. Podstawa formalna wykonania pracy

Podstawą formalną wykonania pracy jest zlecenie z dnia 31.10.2017 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-4, 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 06.11.2017 - 11,163 MW (pomiar P-4)
- w dniu 05.11.2017 - 19,758 MW (pomiar P-2)
- w dniu 04.11.2017 - 29,241 MW (pomiar P-1)
- w dniu 05.11.2017 - 41,292 MW (pomiar P-3)

4. Cel pracy

Celem niniejszej pracy było:

- wykonanie badań energetycznych kotła nr K-4 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-4.

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, z zachowaniem wysokości temperatur w obszarze wartości dopuszczalnych.

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 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-4
Nr fabryczny	- 1050073
Rok budowy / modernizacji	- 1978 / 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 m³/s
Silnik - N_s = 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 m³/s
Silnik - N_s = 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:

- a) 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:

$$D_{20} = 257,00 \text{ mm}$$

$$d_{20} = 186,42 \text{ mm}$$

- b) temperatury wody, spalin i powietrza pierwotnego mierzono platynowymi termometrami oporowymi podłączonymi do wielokanałowego rejestratora elektronicznego typu MPI-8E produkcji METRONIC Kraków
- c) 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-J2K
- f) temperaturę żużla mierzono za pomocą pirometru radiacyjnego typu PT-3L OPTEx.

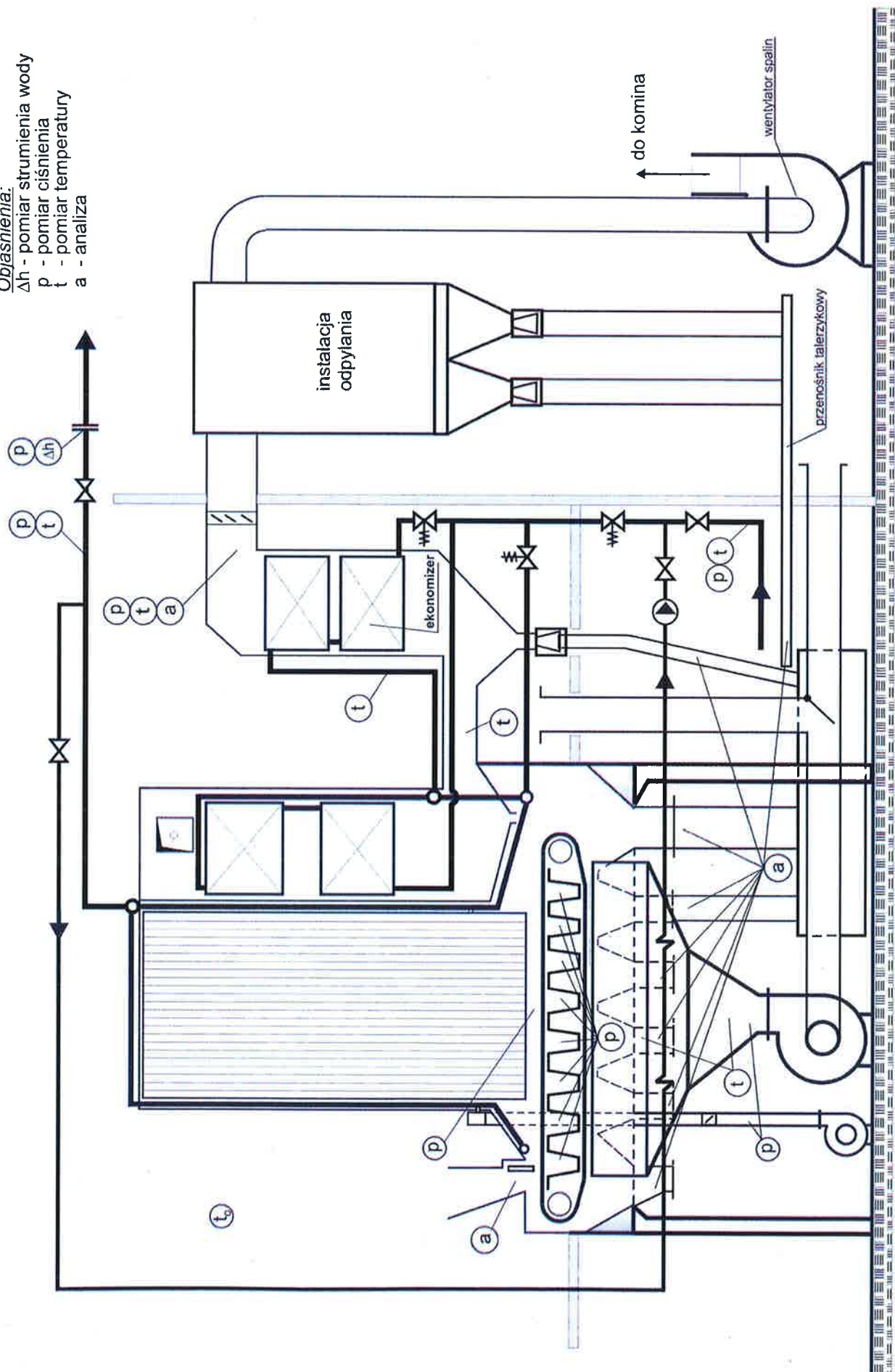
Częstotliwość odczytów wskazań przyrządów pomiarowych wynosiła: dla przepływu, temperatur wody, spalin i powietrza – rejestracja co 30 sekund; ciśnienie wody oraz analizatora spalin – 10 minut a pozostałych wielkości – 15 minut.

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-4

Lp.	T r e ś ć		Symbol	Wymiar	Pomiar			
					P-4	P-2	P-1	P-3
1	2		3	4	5	6	7	8
1	Data pomiarów		-	-	06.11.2017	05.11.2017	04.11.2017	05.11.2017
2	Temperatura otoczenia		t _{ot}	°C	12,2	10,5	9,6	7,5
3	Czynnik obiegowy	Wlot	t _{FW1}	°C	83,3	68,8	68,9	66,1
4			p _{FW1}	MPa	1,04	1,06	1,05	1,04
5	- woda	Wylot	t _{FW2}	°C	111,8	122,4	132,9	141,0
6			p _{FW2}	MPa	0,91	0,92	0,89	0,86
7	Kryza pomiarowa ¹⁾	Średnie spiętrzenie na kryzie	Δp _{kr}	kPa	12,27	10,95	16,94	24,82
8				p _{FWkr}	MPa	0,68	0,66	0,70
9	Strumień masy wody		m _{FW}	t/h	335,10	315,27	390,05	470,07
10	Przyrost temperatury wody w kotle		Δ _{FW}	K	28,5	53,6	64,0	74,9
11	Opór hydrauliczny kotła		Δ _{FW}	MPa	0,13	0,14	0,16	0,18
12	Moc cieplna kotła		Q _N	MW	11,163	19,758	29,241	41,292
13	Paliwo (stan dostarczenia)	Wilgoć przemijająca	W _p ^r	%	10,0	10,5	10,0	10,0
14		Wilgoć higroskopijna	W _h ^r	%	1,92	1,27	1,01	0,96
15		Wilgoć całkowita	W _c ^r	%	11,92	11,77	11,01	10,96
16		Zawartość popiołu	A ^r	%	17,94	14,65	18,77	19,90
17		Wartość opałowa	H _N	kJ/kg	22425	23538	22274	21877
18	Zużycie ²⁾		m _F	kg/h	2075	3364	5299	7793
19	Żużel	Ilość	m _{SL}	kg/h	359	456	909	1493
20		Ilość w odniesieniu do paliwa	m _{SL} /m _F	%	17,31	13,54	17,15	19,15
21		Zawartość części palnych	u _{SL}	%	15,55	12,16	10,76	15,07
22		Temperatura żużla	t _{SL}	°C	360	390	410	465
23	Pozostałości spalania	Ilość	m _{SA}	kg/h	21	24	54	75
21		Ilość w odniesieniu do paliwa	m _{SA} /m _F	%	1,01	0,71	1,02	0,96
22		Zawartość części palnych	u _{SA}	%	28,46	11,98	26,81	19,94
23		Ilość	m _{FA}	kg/h	27	37	66	131
24	Popiół lotny	Ilość w odniesieniu do paliwa	m _{FA} /m _F	%	1,30	1,10	1,25	1,68
25		Zawartość części palnych	u _{FA}	%	37,66	39,83	32,51	48,08

I	2	3	4	5	6	7	8
26	Temperatura przed podgrzewaczem str. L/P	t _{A1}	°C	14,5 / 14,9	15,2 / 16,3	9,4 / 9,0	15,6 / 16,5
27	Temperatura za podgrzewaczem str. L/P	t _{A2}	°C	15,8 / 15,5	17,6 / 17,2	11,1 / 11,3	17,9 / 17,7
28	Ciśnienie za wentylatorem str. L/P	p _{A1}	Pa	708 / 693	1455 / 1451	1086 / 1169	1124 / 1315
29	Ciśnienie w strefie I - str. L/P	p _{A1L/P}	Pa	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 4
30	Ciśnienie w strefie II - str. L/P	p _{A1L/P}	Pa	0 / 0	113 / 35	156 / 67	274 / 284
31	Ciśnienie w strefie III - str. L/P	p _{A1L/P}	Pa	116 / 135	222 / 302	391 / 435	453 / 531
32	Ciśnienie w strefie IV - str. L/P	p _{A1L/P}	Pa	0 / 17	0 / 70	231 / 244	338 / 359
33	Ciśnienie w strefie V - str. L/P	p _{A1L/P}	Pa	0 / 0	0 / 0	21 / 70	180 / 161
34	Ciśnienie w strefie VI - str. L/P	p _{A1L/P}	Pa	0 / 0	0 / 0	0 / 0	70 / 69
35	Ciśnienie w strefie VII - str. L/P	p _{A1L/P}	Pa	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0
36	Ciśnienie w strefie VIII - str. L/P	p _{A1L/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	2675 / 2442	3345 / 3074
38	Temperatura odniesienia	t _t	°C	25,0	25,0	25,0	25,0
39	Temperatura za II ciągiem - str. L/P	t _{G1 L/P}	°C	115,0 / 115,5	147,7 / 140,1	163,0 / 164,7	190,1 / 189,4
40	Temperatura za ekonomizerem - str. L/P	t _{G2 L/P}	°C	114,2 / 114,6	115,0 / 113,6	127,9 / 126,5	136,2 / 132,5
41	Ciśnienie w komorze paleniskowej	p _{G1}	Pa	-24	-26	-23	-35
42	Ciśnienie za ekonomizerem - str. L/P	p _{G3 L/P}	Pa	-35 / -33	-145 / -152	-407 / -413	-520 / -511
43	Spaliny	Analiza za ekonomizerem	Zawartość CO ₂ - str. L/P	10,4 / 10,6	11,3 / 11,4	12,3 / 12,5	13,0 / 13,2
44			Zawartość CO - str. L/P	61 / 56	68 / 76	99 / 44	95 / 36
45			Zawartość O ₂ - str. L/P	9,4 / 9,1	8,4 / 8,3	7,2 / 7,0	6,5 / 6,2
46			Wsp. nadmiaru powietrza - str. L/P	1,79 / 1,74	1,65 / 1,64	1,51 / 1,49	1,44 / 1,41

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-4

Typ kotła	- WR25-M	Temperatura wody wlotowej	- 70 °C
Powierzchnia ogrzewalna	- 1692 m ²	Temperatura wody wylotowej	- 150 °C
Moc cieplna maksymalna	- 41,0 MW	Powierzchnia czynna rusztu	- 38,0 m ²
Moc cieplna nominalna	- 29,0 MW	Pojemność wodna	- 20,0 m ³

Lp.	T r e ś ć	Symbol	Wymiar	Pomiar			
				P-4	P-2	P-1	P-3
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Strumień energii doprowadzonej w paliwie ¹⁾	Q _{ZF}	MW	12,923	21,997	32,786	47,356
2	Moc cieplna kotła	Q _N	MW	11,163	19,758	29,241	41,292
3	Cisnienie wody wlotowej	p _{FW1}	MPa	1,04	1,06	1,05	1,04
4	Cisnienie wody wylotowej	p _{FW2}	MPa	0,91	0,92	0,89	0,86
5	Temperatura wody wlotowej	t _{FW1}	°C	83,3	68,8	68,9	66,1
6	Temperatura wody wylotowej	t _{FW2}	°C	111,8	122,4	132,9	141,0
7	Przyrost temperatury wody	Δt _{FW}	K	28,5	53,6	64,0	74,9
8	Strumień masy wody	m _{FW}	t/h	335,10	315,27	390,05	470,07
9	Wartość opałowa węgla	H _N	kJ/kg	22425	23538	22274	21877
10	Zużycie węgla ¹⁾	m _F	kg/h	2075	3364	5299	7793
11	Natężenie masowe powierzchni rusztu	b _r	kg/m ² h	54,6	88,5	139,4	205,1
12	Natężenie cieplne powierzchni rusztu	q _r	kW/m ²	340,1	578,9	862,8	1246,2
13	Natężenie cieplne powierzchni ogrzewalnej	q _f	kW/m ²	6,60	11,68	17,28	24,40
14	Sprawność kotła ¹⁾	η _(G)	%	86,38	89,82	89,19	87,19
15	Opór hydrauliczny kotła	Δp _{FW}	MPa	0,13	0,14	0,16	0,18
16	Opór aerodynamiczny kotła str. L/P	Δh _{G1}	Pa	11 / 9	119 / 126	384 / 390	485 / 476

Uwagi: ¹⁾ – wynik z obliczeń bilansowych

13. Bilans energetyczny kotła typu WR25-M nr K-4

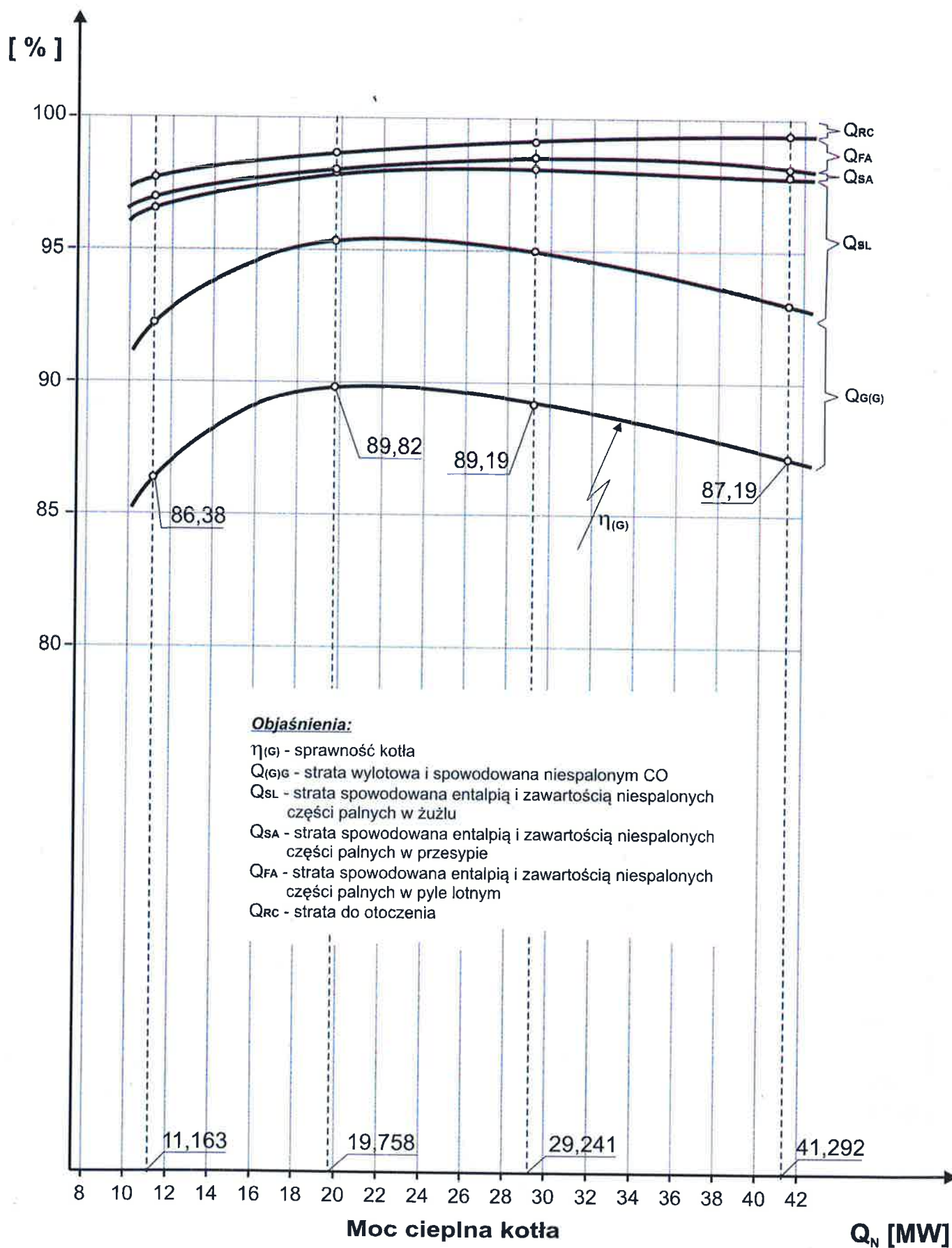
Lp.	T r e ś ć	Symbol	Wymiar	Pomiar			
				P-4	P-2	P-1	P-3
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Strumień energii doprowadzonej w paliwie	Q_{ZF}	MW %	12,923 100,00	21,997 100,00	32,786 100,00	47,356 100,00
2	Moc cieplna kotła	Q_N	MW	11,163	19,758	29,241	41,292
	Sprawność kotła	$\eta_{(G)}$	%	86,38	89,82	89,19	87,19
3	wylotowa	$Q_{(G)G}$	MW %	0,752 5,82	1,205 5,48	1,892 5,77	2,728 5,76
4	spowodowana niespalonym CO	Q_{CO}	MW %	0,004 0,03	0,009 0,04	0,010 0,03	0,014 0,03
5	spowodowana entalpią i zawartością niespalonych części palnych w żużlu	Q_{SL}	MW %	0,558 4,32	0,568 2,58	1,016 3,10	2,297 4,85
6	STRATY CIEPŁA spowodowana entalpią i zawartością niespalonych części palnych w przesypie	Q_{SA}	MW %	0,056 0,43	0,026 0,12	0,134 0,41	0,142 0,30
7	spowodowana entalpią i zawartością niespalonych części palnych w pyłe lotnym	Q_{FA}	MW %	0,096 0,74	0,139 0,63	0,200 0,61	0,597 1,26
8	do otoczenia	Q_{RC}	MW %	0,294 2,28	0,292 1,33	0,293 0,89	0,286 0,61

Bilans popiołu

Lp.	T r e ś ć	Wymiar	Pomiar		
			P-4	P-2	P-3
1	Popiół doprowadzony w paliwie $B \times A^r \times (1-X)^1$	kg/h %	335,0 100,00	443,6 100,00	895,2 100,00
2	w żużlu	kg/h %	303,2 90,51	400,2 90,21	811,2 90,62
3	Popiół odprowadzony w przesypie	kg/h %	15,0 4,48	21,1 4,76	39,5 4,41
4	w pyłe lotnym	kg/h %	16,8 5,01	22,3 5,03	44,5 4,97
5	Razem popiół odprowadzony	kg/h %	335,0 100,00	443,6 100,00	895,2 100,00
					1395,7 100,00

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

14. CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA KOTŁA WR25-M NR K-4



15. Omówienie wyników pomiarów

Przedmiotem pomiaru był zmodernizowany kocioł wodny, rusztowy typu WR25-M nr ruchowy K-4 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 - 11,163 MW
- pomiar P-2 - 19,758 MW
- pomiar P-1 - 29,241 MW
- pomiar P-3 - 41,292 MW

Osiągnięte w czasie pomiarów sprawności kotła wynosiły:

- dla pomiaru P-4 - 86,38 %
- dla pomiaru P-2 - 89,82 %
- dla pomiaru P-1 - 89,19 %
- dla pomiaru P-3 - 87,19 %

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 spalinach wylotowych i w niedopałach.

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

- Strata wylotowa wynosiła odpowiednio: 5,82; 5,48; 5,77 i 5,76 % (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: 4,32; 2,58; 3,18 i 4,85 % 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: 0,43; 0,12 ; 0,41 i 0,30 % co należy uznać za wielkości normalne dla tego typu jednostki; wpływ na wielkość tej straty miał dobry stan rusztu.
- Strata spowodowana entalpią i zawartością niespalonych części palnych w pyłe lotnym wynosiła odpowiednio: 0,74; 0,63; 0,61 i 1,26 %.
- Stratę do otoczenia wyznaczono za pomocą wzoru zawartego w PN-EN 12925-15 / 2006 r. „Kotły wodnorurowe 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

Załącznik nr 1

RAPORT Z BADAŃ NR 4479.33-ZLG/2017

Numer wg rejestru zleceń: 4479/2017			Nr próby: 12613	
Obiekt badany: miał węglowy		Kocioł: WR 25-M nr 4	Data pobrania: 06.11.2017	
Miejsce pobrania: Przedsiębiorstwo Energetyczne Sp. z o.o. w Siedlcach. Ciepłownia Centralna.		Pomiar: 4	Data dostarcz.: 13.11.2017	
Zleceniodawca: „EN-POL” S.C.		Pobrał: Klient	Data badania.: 13-20.11.2017	
	STAN			Metodyka
	dostarczenia (roboczy)	powietrzno- suchy (analityczny)	bezwodny (suchy)	
Wilgość przemijająca.....%	10,0			PN -G-04511:1980
Wilgość higroskopijna.....%	1,92	2,13		PN -G-04511:1980
Wilgość całkowita.....%	11,92	2,13		PN -G-04511:1980
Popiół (800°C).....%	17,94	19,93		PN -G-04512:1980
Substancja palna.....%				
Części lotne.....%				
Ciepło spalania.....kJ/kg		26 160		PN -G-04513:1981
Wartość opałowa.....kJ/kg	22 425	25 188		PN -G-04513:1981
Siarka całkowita.....%				
Węgiel.....%				
Chlor.....%				
Wodór.....%				

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

Sprawdził: *Katarzyna Dudek*

Katowice; 21.11.2017

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

Załącznik nr 2

RAPORT Z BADAŃ NR 4479.31-ZLG/2017

Numer wg rejestru zleceń: 4479/2017		Nr próby: 12605		
Obiekt badany: miał węglowy	Kocioł: WR 25-M nr 4	Data pobrania: 05.11.2017		
Miejsce pobrania: Przedsiębiorstwo Energetyczne Sp. z o.o. w Siedlcach. Ciepłownia Centralna.	Pomiar: 2	Data dostarcz.: 13.11.2017		
Zlecienniodawca: „EN-POL” S.C.	Pobrał: Klient	Data badania.: 13-20.11.2017		
	STAN			Metodyka
	dostarczenia (roboczy)	powietrzno- suchy (analityczny)	bezwodny (suchy)	
	Wilgoć przemijająca.....%	10,5		PN -G-04511:1980
	Wilgoć higroskopijna.....%	1,27	1,42	PN -G-04511:1980
	Wilgoć całkowita.....%	11,77	1,42	PN -G-04511:1980
	Popiół (800°C).....%	14,65	16,37	PN -G-04512:1980
	Substancja palna.....%			
	Części lotne.....%			
	Ciepło spalania.....kJ/kg		27 591	PN -G-04513:1981
	Wartość opałowa.....kJ/kg	23 538	26 586	PN -G-04513:1981
	Siarka całkowita.....%	0,34	0,38	PN -G-04584:2001
	Węgiel.....%	62,15	69,44	L-PB-W02
	Chlor.....%			
Wodór.....%	3,59	4,01	L-PB-W02	

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

Sprawdził: Katarzyna Dudek

Katowice; 21.11.2017

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

Załącznik nr 3

RAPORT Z BADAŃ NR 4479.30-ZLG/2017

Numer wg rejestru zleceń: 4479/2017			Nr próby: 12601		
Obiekt badany: miał węglowy		Kocioł: WR 25-M nr 4		Data pobrania: 04.11.2017	
Miejsce pobrania: Przedsiębiorstwo Energetyczne Sp. z o.o. w Siedlcach. Ciepłownia Centralna.		Pomiar: 1		Data dostarcz.: 13.11.2017	
Zleceniodawca: „EN-POL” S.C.		Pobrał: Klient		Data badania.: 13-20.11.2017	
	STAN			Metodyka	
	dostarczenia (roboczy)	powietrzno- suchy (analityczny)	bezwodny (suchy)		
	Wilgoć przemijająca.....%	10,0			PN -G-04511:1980
	Wilgoć higroskopijna.....%	1,01	1,12		PN -G-04511:1980
	Wilgoć całkowita.....%	11,01	1,12		PN -G-04511:1980
	Popiół (800°C).....%	18,77	20,86		PN -G-04512:1980
	Substancja palna.....%				
	Części lotne.....%				
	Ciepło spalania.....kJ/kg		25 968		PN -G-04513:1981
	Wartość opałowa.....kJ/kg	22 274	25 020		PN -G-04513:1981
	Siarka całkowita.....%	0,35	0,39		PN -G-04584:2001
	Węgiel.....%	59,25	65,83		L-PB-W02
	Chlor.....%				
	Wodór.....%	3,47	3,86		L-PB-W02

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

Sprawdził: Katarzyna Dudek

Katowice; 21.11.2017

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

Załącznik nr 4

RAPORT Z BADAŃ NR 4479.32-ZLG/2017

Numer wg rejestru zleceń: 4479/2017			Nr próby: 12609	
Objekt badany: miał węglowy	Kocioł: WR 25-M nr 4		Data pobrania: 05.11.2017	
Miejsce pobrania: Przedsiębiorstwo Energetyczne Sp. z o.o. w Siedlcach. Ciepłownia Centralna.	Pomiar: 3		Data dostarcz.: 13.11.2017	
Zleceniodawca: „EN-POL” S.C.	Pobrał: Klient		Data badania.: 13-20.11.2017	
	STAN			Metodyka
	dostarczenia (roboczy)	powietrzno- suchy (analityczny)	bezwodny (suchy)	
Wilgoć przemijająca.....%	10,0			PN -G-04511:1980
Wilgoć higroskopijna.....%	0,96	1,07		PN -G-04511:1980
Wilgoć całkowita.....%	10,96	1,07		PN -G-04511:1980
Popiół (800°C).....%	19,90	22,11		PN -G-04512:1980
Substancja palna.....%				
Części lotne.....%				
Ciepło spalania.....kJ/kg		25 511		PN -G-04513:1981
Wartość opałowa.....kJ/kg	21 877	24 578		PN -G-04513:1981
Siarka całkowita.....%	0,32	0,35		PN -G-04584:2001
Węgiel.....%	58,31	64,79		L-PB-W02
Chlor.....%				
Wodór.....%	3,38	3,76		L-PB-W02

Analizę wykonał: Katarzyna Dudek

Sprawdził: Katarzyna Dudek

Katowice; 21.11.2017

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

Załącznik nr 5

RAPORT Z BADAŃ NR 4479.34-ZLG/2017

Numer wg rejestru zleceń:	4479/2017	Kocioł:	WR 25-M nr 4
Zleceniodawca:	„EN-POL” S.C.	Pobrał:	Klient
		Data dostarcz.:	13.11.2017
Miejsce pobrania:	Przedsiębiorstwo Energetyczne Sp. z o.o. w Siedlcach. Ciepłownia Centralna.	Data badania:	13-20.11.2017

Numer ewidencyjny	Data poboru	Pomiar	Badany obiekt	Popiół %	części palne %
12602	04.11.2017	1	żużel+koksik spod II ciągu	89,24	10,76
12603			przesyp	73,19	26,81
12604			pył z odpylacza	67,49	32,51
12606	05.11.2017	2	żużel+koksik spod II ciągu	87,84	12,16
12607			przesyp	88,02	11,98
12608			pył z odpylacza	60,17	39,83

Instytut Technik Innowacyjnych
EMAG
Centrum Badań i Certyfikacji

Analizę wykonał: Katarzyna Dudek

Sprawdził: Katarzyna Dudek

Katowice; 21.11.2017

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

Załącznik nr 6

RAPORT Z BADAŃ NR 4479.35-ZLG/2017

Numer wg rejestru zleceń:	4479/2017	Kocioł:	WR 25-M nr 4	
Zleceniodawca:	„EN-POL” S.C.	Pobrał:	Klient	Data dostarcz.: 13.11.2017
Miejsce pobrania:	Przedsiębiorstwo Energetyczne Sp. z o.o. w Siedlcach. Ciepłownia Centralna.			Data badania: 13-20.11.2017

Numer ewidencyjny	Data poboru	Pomiar	Badany obiekt	Popiół %	części palne %
12610	05.11.2017	3	żużel+koksik spod II ciągu	84,93	15,07
12611			przesyp	80,06	19,94
12612			pył z odpylacza	51,92	48,08
12614	06.11.2017	4	żużel+koksik spod II ciągu	84,45	15,55
12615			przesyp	71,54	28,46
12616			pył z odpylacza	62,34	37,66

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

Sprawdził: Katarzyna Dudek

Katowice; 21.11.2017

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