



>> E k o P o m i a r <<

SPÓŁKA CYWILNA POMIARÓW ZANIECZYSZCZEŃ ATMOSFERY

44-100 GLIWICE

ul. Chorzowska 23/6

tel. 0601416224-25

Regon: 270077068

NIP: 642-001-42-88

**KONTO BANKOWE:
BANK ŚLĄSKI S.A. Katowice
III Oddział w Gliwicach
nr 10501298-202730933**

S P R A W O Z D A N I E

z wykonanych pomiarów gwarancyjnych emisji zanieczyszczeń pyłowych i gazowych,
oraz wyznaczenia skuteczności działania elektrofiltrów zabudowanych za kotłem wodnym WP-70
nr ruchowy 3 w Ciepłowni PEC-Gliwice
Zakład Ciepłny nr 1

Kwiecień 1999r.

>> **E k o P o m i a r** <<

- 2 -

Spis treści.

1. Wstęp	3
2. Cel i zakres pomiarów	3
3. Opis badanego obiektu	3
3.1. Dane techniczne	4
4. Sposób przeprowadzenia pomiarów i zastosowana aparatura	8
4.1. Sposób przeprowadzenia pomiarów i obliczenia wyników	8
5. Wyniki pomiarów	10
6. Wnioski	16
7. Analiza węgla	17

>> Ek o P o m i a r <<

-3-

1. Wstęp.

Opracowanie zawiera wyniki pomiarów gwarancyjnych emisji zanieczyszczeń pyłowych i gazowych emitowanych do powietrza atmosferycznego emitorem kotłowni zakładowej WP z kotła wodnego typu WP-70 nr 3 , oraz wyznaczenie skuteczności działania elektrofiltrów zabudowanych za tym kotłem.

2. Cel i zakres pomiarów

Celem pomiarów było wyznaczenie całkowitej skuteczności działania elektrofiltrów zainstalowanych za kotłem WP-70 nr ruchowy 3 , oraz określenie wielkości emisji pyłu ,SO₂,NO₂, CO do atmosfery z tego kotła.

3. Opis badanego obiektu.

Na terenie kotłowni Ciepłowni Gliwice zainstalowane są trzy kotły wodne typu WP-70 o mocy cieplnej 81 MW każdy. Pracują one dla potrzeb grzewczych i komunalnych miasta.

Każdy z kotłów wyposażony jest w dwusekcyjny ,trójpolowy odpylacz elektrostatyczny z wentylatorem sztucznego ciągu. Zatrzymany w zbiornikach pył usuwany jest pneumatycznie do centralnego zbiornika , a następnie wywożony samochodami na wysypisko.

Oczyszczone spaliny emitowane są do atmosfery poprzez wspólny żelbetowy komin.

Dla kotła WP-70 nr 3 wykonano trzy pomiary przy obciążeniu kotła 81 MW , oraz przy stałej pracy urządzeń pomocniczych i zasilaniu wszystkich zespołów prostowniczych elektrofiltra.

- 9 -

>> **EkoPomiar** <<

- 4 -

System odpopielania działał bezawaryjnie.

System strzepywania pyłu z elektrod prowadzony był w automatyce.

Elektrody ulotowe:

Praca – 7 minut
Przerwa – 5 minut (I strefa)
 10 minut (II strefa)
 20 minut (III strefa)

Elektrody zbiorcze:

Praca – 7 minut
Przerwa - 10 minut (I strefa)
 20 minut (II strefa)
 40 minut (III strefa)

Parametry prądowe elektrofiltra podczas pomiarów były następujące:

Pomiar	Zespół zasilający					
	1		2		3	
	kV	mA	kV	mA	kV	mA
1	45	630	44	600	46	640
2	46	630	50	600	50	620
3	45	640	43	600	46	640

3.1. Dane techniczne.

Kocioł

Wytwórca	- Fabryka Kotłów "Rafako"
Typ	- WP-70
Moc cieplna max. trwała	- 81,4 MW
Temperatura wody wlot/wylot	- 55/70 - 75/155°C

>> **E k o P o m i a r** <<

- 5 -

Powierzchnia ogrzewalna - 2110 m²

Palenisko

Rodzaj - pyłowe

Ilość młynów - 3

Typ młyna - MWE-12

Sposób suszenia węgla - powietrzem

Usytuowanie palników - narożnikowe

Odżuzlanie - suche

Odpylacz

Rodzaj - elektrostatyczny

Typ - HE 2 x 15-600/3x4x7,6/385

Usytuowanie - poziomy za kotłownią

Wytwórca - ZPUM "Elwo" Pszczyna

Natężenie przepływu gazu - 130-170 tys. Nm³/h

Temperatura gazu - 165-220 °C

Zapylenie na wlocie - do 30 g/m_n³

Liczba sekcji - 2 szt.

Liczba stref odpylania - 3

Liczba niezależnie zasilanych pól el. - 2x3=6

Liczba lejów pod el. - 6

>> **E k o P o m i a r** <<

- 6 -

Podziałka międzyrzędowa elektrod	- 385 mm
Całkowita powierzchnia osadcza	- 5472 m ²
Jednostkowa powierzchnia osadcza	- 91,9 m ² /m ³ /s
Prędkość przepływu gazów w el.	- 0,69 m/s

Elektrody ulotowe

Rodzaj	- rurowe z ostrzami
Liczba rzędów w strefie	- 15
Strzepywacze(rodzaj)	- młotkowe obrot.-przerzutowe
Napęd strzepywaczy	- NFS 100
-liczba napędów	- 6
-typ silnika napędowego	- SKg 56-4B
-moc silnika	- 0,09 kW
-napięcie zasilania	- 380 V

Elektrody zbiorcze

Rodzaj	- Sigma VI
Łączna liczba płyt w el.	- 768
Liczba płyt w rzędzie jednej strefy	- 8
Długość strefy	- 5,7 m
Strzepywacze(rodzaj)	- młotkowe obrot.-przerzutowe
Napęd strzepywaczy	- NFS-100
-liczba napędów	- 6
-typ silnika napędowego	- SKg 56-4B
-moc silnika	- 0,09 kW

>> **EkoPomiar** <<

- 7 -

- napięcie zasilania

- 380 V

Zespoły zasilające

Typ

- Z1KT-380/106/600

Liczba

- 3

Producent

- ZWSS „Belos” Bielsko-Biała

Moc zespołu

- 61 kVA

Parametry wyjściowe

- 600/106 mA/kV

Sterownik

- ESP-R6A

Wentylator sztucznego ciągu

Wytwórca

- Fawent Chełm Śl.

Typ

- WPWDs -125/1,8 A+E

Wydajność

- 70 m³/s

Spręż

- 4560 Pa

Prędkość obrotowa

- 735 1/min

Silnik wentylatora

Typ

- SZDp-126 t/03

Moc

- 315 kW

Napięcie

- 6000 V

Natężenie prądu

- 40,3 A

Współczynnik mocy

- 0,8

Prędkość obrotowa

- 735 1/min

>> **E k o P o m i a r** <<

- 8 -

Komin

Rodzaj	- żelbetowy
Wysokość	- 100 m
Ilość podłączonych kotłów	- 3

4.Sposób przeprowadzenia pomiarów i zastosowana aparatura

Poszczególne wielkości zmierzono i wyznaczono przy pomocy następującej aparatury pomiarowej:

- stężenie pyłu przed elektrofiltrem	- pyłomierz przemysłowy P-25,
- stężenie pyłu za elektrofiltrem	- pyłomierz przemysłowy, grawimetryczny P-10
- natężenie przepływu gazów	- rurka spiętrzająca Prandtla, mikromanometr z rurką pochyłą
- stężenie SO ₂ , NO ₂ , CO , CO ₂ , O ₂	- przenośny analizator gazów spalania typu GA-40 T plus firmy MADUR Elektronics

4.1.Sposób przeprowadzenia pomiarów i obliczenia wyników.

Natężenie przepływu gazów wyznaczono pośrednio poprzez pomiar ciśnienia dynamicznego w wyznaczonych punktach przekroju pomiarowego.

W czasie modernizacji elektrofiltrów kanały doprowadzające i odprowadzające spaliny ,oraz poszycie zostały niezmienione. Badania wykonano na istniejących punktach pomiarowych , ze względu na trudności techniczne wyznaczenia nowych punktów zgodnie z normą PN-Z-04030, stąd wyznaczone przepływy spalin mogą być obarczone niewielkim błędem (zaburzenia przepływu).

W tych samych punktach zassano izokinetycznie próbki spalin i określono masę pyłu zatrzymanego w pyłomierzu oraz objętości zassanych spalin.

>> **E k o P o m i a r** <<

- 9 -

Skuteczność działania odpylaczy elektrostatycznych określono w oparciu o masę pyłu w spalinach przed i za odpylaczem.

Pomiary te i obliczenia wykonano zgodnie z instrukcją fabryczną pyłomierzy P-25 i P-10 wyprodukowanych przez ZAM Kęty, z Zarządzeniem Głównego Inspektora Ochrony Środowiska z dnia 03.03.1992r. nr 94/92, oraz z normą PN-Z-04030 z grudnia 1994r.

- "Badania zawartości pyłu" - Pomiar stężenia i strumienia masy pyłu w gazach odlotowych metodą grawimetryczną.

Część gazową pomiarów wykonano analizatorem austriackiej firmy MADUR Electronics typu GA-40 T plus o numerze fabrycznym 44003019. Certyfikat z dnia 13.01.1999r.

Świadectwo kalibracji gazami wzorcowymi nr 2240299 ważne do dnia 23.08.1999r.

Urządzenie GA-40 T plus jest wielofunkcyjnym analizatorem gazów. Do pomiarów stężenia gazów w urządzeniu zostały użyte sensory elektrochemiczne.

Zainstalowane sensory do pomiarów: O₂, CO, NO, NO₂, SO₂ patrz tabela :

Gaz	Typ sensora	Zakres pomiarowy (ppm)
O ₂	2FO	0 – 20,9 %
CO	A3ME/F	0 – 4000
NO	3NF/F	0 – 5000
NO ₂	3NDH	0 – 800
SO ₂	3SF	0 – 2000

Stężenia pyłu, SO₂, NO₂, CO przeliczono także na stężenia w g/m³ w warunkach normalnych przy zawartości tlenu 6% w gazach odlotowych.

Analizę węgla wykonano w Zakładzie Badań i Ekspertyz Chemicznych „Chromatograf” w Tychach.

>> **EkoPomiar** <<

- 10 -

5. Wyniki pomiarów.

L.p.	Wielkość mierzona	Wymiar	Kocioł WP-70 nr 3			
			Pomiar nr 1			
			Kanał 1		Kanał 2	
			Przed odpyl.	Za odpyl.	Przed odpyl.	Za odpyl.
1	2	3	4	5	6	7
	Data pomiaru		12.04.1999		12.04.1999	
1.	Ciśnienie otoczenia	hPa	981,1		981,1	
2.	Moc cieplna kotła	MW	81,41		81,41	
3.	Temperatura spalin w miejscu pomiaru	K	441	425	434	416
4.	Ciśnienie statyczne spalin w miejscu pomiaru	Pa	-1042,4	-1106,4	-1055,7	-1146,4
5.	Gęstość spalin	kg/m ³	0,774	0,803	0,786	0,820
6.	Zawartość O ₂ w spalinach	% obj.		7,3		7,9
7.	Zawartość CO ₂ w spalinach	% obj.	12,8	12,3	13,1	11,7
8.	Stosunek nadmiaru powietrza λ		1,47	1,53	1,44	1,61
9.	Strumień objętości spalin	m ³ /h	104235,5	104817,1	99042,5	101595,1
10.	Natężenie przepływu spalin (O ^o C, 760 mm Hg)	Nm ³ /h	61825,1	64468,1	59684,3	63811,9
11.	Prędkość liniowa spalin w miejscu pomiaru	m/s	10,72	9,64	10,19	9,34
12.	Stężenie pyłu w spalinach (O ^o C, 760 mm Hg)	g/m ³	4,974	0,012	4,916	0,009
13.	Stężenie pyłu w spalinach (przeliczone na 6% O ₂)	g/m ³		0,013		0,011
14.	Natężenie przepływu pyłu	kg/h	307,53	0,76	293,41	0,59
15.	Skuteczność działania odpylacza	%		99,75		99,80
16.	Stężenie SO ₂ w spalinach (O ^o C, 760 mm Hg)	g/m ³		1,596		1,482

>> *Ek o P o m i a r* <<

- 11 -

Wyniki pomiarów-c.d.

1	2	3	4	5	6	7
17.	Stężenie SO ₂ w spalinach (przeliczone na 6% O ₂)	g/m ³		1,749		1,699
18.	Emisja SO ₂	kg/h		102,89		94,57
19.	Stężenie NO ₂ w spalinach (O ^o C, 760 mm Hg)	g/m ³		0,261		0,264
20.	Stężenie NO ₂ w spalinach (przeliczone na 6% O ₂)	g/m ³		0,286		0,303
21.	Emisja NO ₂	kg/h		16,83		16,85
22.	Stężenie CO w spalinach (O ^o C, 760 mmHg)	g/m ³		0,030		0,041
23.	Stężenie CO w spalinach (przeliczone na 6% O ₂)	g/m ³		0,033		0,047
24.	Emisja CO	kg/h		1,93		2,62
25.	Opór hydrauliczny odpylacza	Pa		64,0		90,6
26.	Procent mocy znamionowej	%		100,0		100,0

>> ***EkoPomiar*** <<

- 12 -

Wyniki pomiarów-c.d.

L.p.	Wielkość mierzona	Wymiar	Kocioł WP-70 nr 3			
			Pomiar nr 2			
			Kanał 1		Kanał 2	
			Przed odpyl.	Za odpyl.	Przed odpyl.	Za odpyl.
1	2	3	4	5	6	7
	Data pomiaru		13.04.1999		13.04.1999	
1.	Ciśnienie otoczenia	hPa	973,1		973,1	
2.	Moc cieplna kotła	MW	81,41		81,41	
3.	Temperatura spalin w miejscu pomiaru	K	441	427	427	415
4.	Ciśnienie statyczne spalin w miejscu pomiaru	Pa	-1013,1	-1074,4	-955,8	-1026,4
5.	Gęstość spalin	kg/m ³	0,768	0,793	0,794	0,816
6.	Zawartość O ₂ w spalinach	% obj.		7,8		8,6
7.	Zawartość CO ₂ w spalinach	% obj.	13,1	11,8	12,9	11,2
8.	Stosunek nadmiaru powietrza λ		1,44	1,59	1,46	1,68
9.	Strumień objętości spalin	m ³ /h	107108,2	108186,4	95213,4	97565,3
10.	Natężenie przepływu spalin (O ^o C, 760 mm Hg)	Nm ³ /h	63024,8	65704,5	57896,9	60997,8
11.	Prędkość liniowa spalin w miejscu pomiaru	m/s	11,02	9,95	9,80	8,97
12.	Stężenie pyłu w spalinach (O ^o C, 760mm Hg)	g/m ³	5,376	0,015	5,595	0,013
13.	Stężenie pyłu w spalinach (przeliczone na 6% O ₂)	g/m ³		0,017		0,016
14.	Natężenie przepływu pyłu	kg/h	338,79	1,00	323,96	0,80
15.	Skuteczność działania odpylacza	%		99,71		99,75
16.	Stężenie SO ₂ w spalinach (O ^o C, 760 mm Hg)	g/m ³		1,606		1,500

>> **E k o P o m i a r** <<

- 13 -

Wyniki pomiarów-c.d.

1	2	3	4	5	6	7
17.	Stężenie SO ₂ w spalinach (przeliczone na 6% O ₂)	g/m ³		1,827		1,817
18.	Emisja SO ₂	kg/h		105,52		91,50
19.	Stężenie NO ₂ w spalinach (O ^o C, 760 mm Hg)	g/m ³		0,282		0,223
20.	Stężenie NO ₂ w spalinach (przeliczone na 6% O ₂)	g/m ³		0,321		0,270
21.	Emisja NO ₂	kg/h		18,53		13,60
22.	Stężenie CO w spalinach (O ^o C, 760 mmHg)	g/m ³		0,020		0,032
23.	Stężenie CO w spalinach (przeliczone na 6% O ₂)	g/m ³		0,023		0,039
24.	Emisja CO	kg/h		1,31		1,95
25.	Opór hydrauliczny odpylacza	Pa		61,3		70,7
26.	Procent mocy znamionowej	%		100,0		100,0

>> *EkoPomiar* <<

- 14 -

Wyniki pomiarów-c.d.

L.p.	Wielkość mierzona	Wymiar	Kocioł WP-70 nr 3			
			Pomiar nr 3			
			Kanał 1		Kanał 2	
			Przed odpyl.	Za odpyl.	Przed odpyl.	Za odpyl.
1	2	3	4	5	6	7
	Data pomiaru		14.04.1999		14.04.1999	
1.	Ciśnienie otoczenia	hPa	975,8		975,8	
2.	Moc cieplna kotła	MW	81,41		81,41	
3.	Temperatura spalin w miejscu pomiaru	K	440	423	425	409
4.	Ciśnienie statyczne spalin w miejscu pomiaru	Pa	-1209,0	-1274,3	-1285,0	-1353,0
5.	Gęstość spalin	kg/m ³	0,770	0,801	0,797	0,827
6.	Zawartość O ₂ w spalinach	% obj.		8,3		10,2
7.	Zawartość CO ₂ w spalinach	% obj.	12,6	11,4	11,6	9,9
8.	Stosunek nadmiaru powietrza λ		1,49	1,65	1,62	1,90
9.	Strumień objętości spalin	m ³ /h	112344,0	115714,3	110938,3	111182,6
10.	Natężenie przepływu spalin (O°C, 760 mm Hg)	Nm ³ /h	66304,4	70990,0	67732,2	70487,1
11.	Prędkość liniowa spalin w miejscu pomiaru	m/s	11,56	10,64	11,41	10,23
12.	Stężenie pyłu w spalinach (O°C, 760mm Hg)	g/m ³	4,879	0,016	4,907	0,008
13.	Stężenie pyłu w spalinach (przeliczone na 6% O ₂)	g/m ³		0,019		0,012
14.	Natężenie przepływu pyłu	kg/h	323,51	1,14	332,37	0,59
15.	Skuteczność działania odpylacza	%		99,65		99,82
16.	Stężenie SO ₂ w spalinach (O°C, 760 mm Hg)	g/m ³		1,575		1,242

- 9 -

>> **EkoPomiar** <<

- 15 -

Wyniki pomiarów-c.d.

1	2	3	4	5	6	7
17.	Stężenie SO ₂ w spalinach (przeliczone na 6% O ₂)	g/m ³		1,863		1,730
18.	Emisja SO ₂	kg/h		111,81		87,54
19.	Stężenie NO ₂ w spalinach (O ^o C, 760 mm Hg)	g/m ³		0,266		0,195
20.	Stężenie NO ₂ w spalinach (przeliczone na 6% O ₂)	g/m ³		0,315		0,272
21.	Emisja NO ₂	kg/h		18,88		13,74
22.	Stężenie CO w spalinach (O ^o C, 760 mmHg)	g/m ³		0,030		0,040
23.	Stężenie CO w spalinach (przeliczone na 6% O ₂)	g/m ³		0,035		0,056
24.	Emisja CO	kg/h		2,13		2,82
25.	Opór hydrauliczny odpylacza	Pa		65,3		68,0
26.	Procent mocy znamionowej	%		100,0		100,0

»EKOPIOMIAR« s.c.
mgr inż. Janusz Zwierzchowski
44-100 Gliwice, ul. Chorzowska 23/6
Tel. 0601416224÷25
NIP 642-001-42-88

>> **E k o P o m i a r** <<

- 16 -

6. Wnioski.

Pomiary gwarancyjne zostały przeprowadzone w dniach 12, 13 i 14 kwietnia 1999r.

W każdym dniu trwania pomiarów kocioł produkował 81 MW ciepła.

Z przeprowadzonych badań wynika, że stężenia pyłu za elektrofiltrem wynoszą odpowiednio:

- pomiar nr 1 – **0,012 g/m³** (kanał 1) i **0,009 g/m³** (kanał 2),
- pomiar nr 2 – **0,015 g/m³** (kanał 1) i **0,013 g/m³** (kanał 2),
- pomiar nr 3 – **0,016 g/m³** (kanał 1) i **0,008 g/m³** (kanał 2).

i są dużo niższe niż określone normą dla tych typów elektrofiltrów.

Emisja pyłu do atmosfery nieprzekracza wartości dopuszczalnych i wynosi:

- pomiar nr 1 – **1,35 kg/h**,
- pomiar nr 2 – **1,80 kg/h**,
- pomiar nr 3 – **1,73 kg/h**.

Sprawność elektrofiltrów wynosiła:

- pomiar nr 1 – **99,75 %** (kanał 1) i **99,80 %** (kanał 2),
- pomiar nr 2 – **99,71 %** (kanał 1) i **99,75 %** (kanał 2),
- pomiar nr 3 – **99,65 %** (kanał 1) i **99,82 %** (kanał 2).

Wyznaczona skuteczność działania elektrofiltrów jest bardzo dobra, ponieważ stężenia pyłu przed elektrofiltrem w czasie pomiarów były stosunkowo nieduże.

Podsumowując elektrofiltr w czasie pomiarów pracował poprawnie, a nieznaczne różnice w przepływach przed i za elektrofiltrem mogą wynikać z usytuowania punktów pomiarowych.

Tychy, 1999-04-20

WYNIKI ANALIZY WĘGLA

Tabela 1. Analiza węgla .WP nr 3

Data dostarczenia próby: 1999-04-12

Nazwa parametru	Jednostka	Stan dostarczenia (roboczy)	Stan powietrzno suchy (analityczny)
Wilgoć przemijająca	%	6,60	---
Wilgoć higroskopijna	%	1,22	1,31
Wilgoć całkowita	%	7,82	1,31
Popiół	%	22,21	23,78
Siarka całkowita	%	1,00	1,07
Ciepło spalania	kJ/kg	---	23920
Wartość opałowa	kJ/kg	21327	23004

Tabela 2. Analiza węgla .WP nr 3

Data dostarczenia próby: 1999-04-13

Nazwa parametru	Jednostka	Stan dostarczenia (roboczy)	Stan powietrzno suchy (analityczny)
Wilgoć przemijająca	%	6,90	---
Wilgoć higroskopijna	%	1,18	1,27
Wilgoć całkowita	%	8,08	1,27
Popiół	%	20,90	22,45
Siarka całkowita	%	0,98	1,05
Ciepło spalania	kJ/kg	---	24841
Wartość opałowa	kJ/kg	22092	23910

Tabela 3. Analiza węgla .WP nr 3

Data dostarczenia próby: 1999-04-14

Nazwa parametru	Jednostka	Stan dostarczenia (roboczy)	Stan powietrzno suchy (analityczny)
Wilgoć przemijająca	%	9,60	---
Wilgoć higroskopijna	%	1,24	1,37
Wilgoć całkowita	%	10,84	1,37
Popiół	%	20,35	22,51
Siarka całkowita	%	1,07	1,18
Ciepło spalania	kJ/kg	---	24852
Wartość opałowa	kJ/kg	21389	23920

KIEROWNIK
BADAŃ I ANALIZ
dr Andrzej Siwék
dr Andrzej Siwék