

Istotne uwarunkowania ruchowe determinujące prawidłowe przeprowadzenie procedury QAL2



Grzegorz Werner

Kierownik Działu Pomiarów Emisji i Urządzeń Ochrony Powietrza
„Energopomiar” Sp. z o.o.

Łochów, 5 listopada 2025 r.

Zintegrowany system zarządzania

Akredytacje PCA

Akredytacja PCA nr **AB 550** zgodnie z normą PN-EN ISO/IEC 17025 dla **Laboratorium Inżynierii Środowiska** (Dział Pomiarów Emisji i Urządzeń Ochrony Powietrza, Dział Monitoringu i Doradztwa Środowiskowego, Centralne Laboratorium, Dział Diagnostyki Eksploatacyjnej) oraz PCA nr **AP 131** dla laboratorium wzorcującego.

Uznanie UDT

Uznanie **Urzędu Dozoru Technicznego** do wykonywania badań laboratoryjnych w zakresie badań niszczących i nieniszczących.



LBU - 112



AB 550



AP 131

Energopomiar jest jedyną w Polsce firmą świadczącą tak **kompleksowe i eksperckie usługi inżynierskie**, tj. doradztwo, pomiary i badania.

Wykorzystując wieloletnie doświadczenia i wiedzę zespołu inżynierów oraz specjalistów różnych dziedzin, zaplecze badawcze i pomiarowe oraz autorskie narzędzia i metody, Energopomiar oferuje usługi, które mają kluczowe znaczenie dla przedsiębiorstw stojących przed wyzwaniami **zielonej transformacji** oraz podmiotów wdrażających rozwiązania mające na celu **ograniczenie wpływu prowadzonej działalności na środowisko naturalne**.





Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 7 września 2021 r. (Dz. U. 2021 poz. 1710)

3. Systemy do ciągłych pomiarów emisji do powietrza podlegają procedurom zgodnym z normą **PN-EN 14181**, zapewniającym odpowiedni poziom jakości, w tym co najmniej raz w roku kontroli za pomocą pomiarów równoległych prowadzonych przy użyciu innych systemów z zastosowaniem następujących metodyk



Decyzje wykonawcze Komisji (UE) ustanawiające konkluzje dotyczące najlepszych dostępnych technik (BAT)

(¹) Ogólne normy EN dla pomiarów ciągłych to EN 15267-1, EN 15267-2, EN 15267-3 i **EN 14181**. Normy EN do celów pomiarów okresowych są podane w tabeli.

STRUKTURA NORMY:

→ QAL1

→ QAL2

→ QAL3



POLSKA NORMA

ICS 13.040.40

PN-EN 14181

Wprowadza
EN 14181:2014, IDT

Zastępuje
PN-EN 14181:2010

Emisja ze źródeł stacjonarnych

**Zapewnienie jakości automatycznych
systemów pomiarowych**

➔ QAL2

Realizacja procedury QAL2

- ✓ AKREDYTOWANE LABORATORIUM
- ✓ POMIARY RÓWNOLEGŁE
- ✓ 15 WAŻNYCH TESTÓW POMIAROWYCH ROZŁOŻONYCH NA TRZY DNI
- ✓ MOŻLIWIE SZEROKIE WARUNKI EKSPLOATACYJNE
- ✓ METODYKI REFERENCYJNE



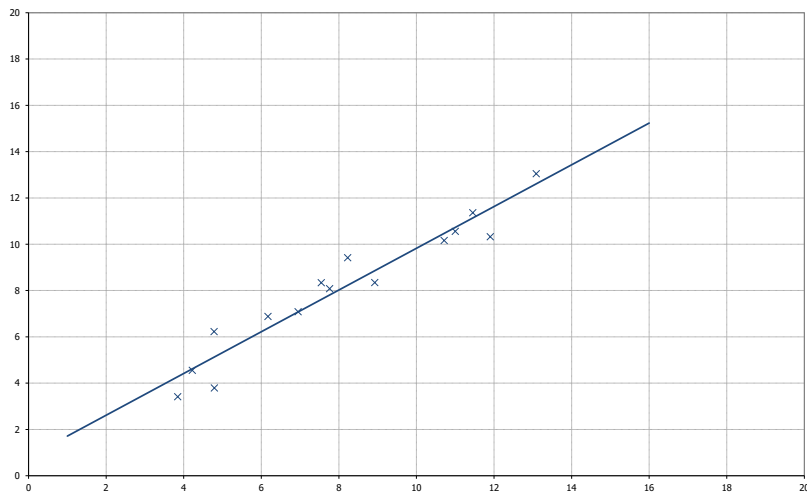
KIEDY NALEŻY WYKONAĆ PROCEDURĘ QAL2?

- ✓ CO NAJMNIEJ RAZ NA 5 LAT
- ✓ PRZY KAŻDEJ WIĘKSZEJ ZMIANIE PRACY INSTALACJI
- ✓ PRZY KAŻDEJ WIĘKSZEJ ZMIANIE LUB NAPRAWIE SYSTEMU AMS

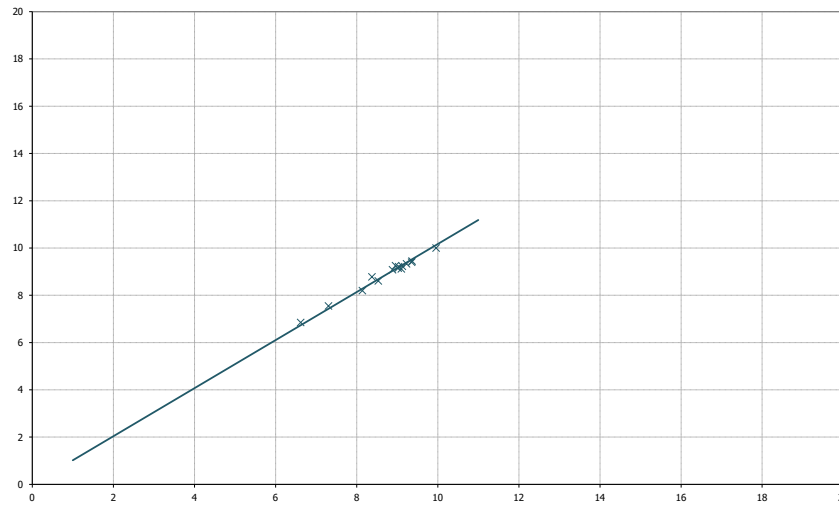
KIEDY NALEŻY WPROWADZIĆ WYNIKI UZYSKANE PODCZAS QAL2?

- ✓ W OKRESIE DO 6 MIESIĘCY OD ZAISTNIAŁYCH ZMIAN

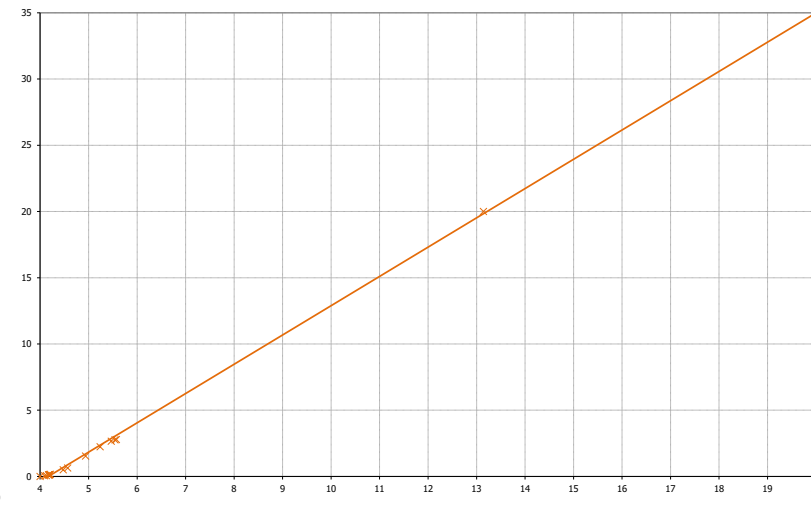
**TGN M20: NIE NALEŻY PRZEPROWADZAĆ
PROCEDURY QAL2 ZBYT WCZEŚNIE**



a)



b)



c)



WYZNACZENIE FUNKCJI KALIBRACJI ORAZ ZWERYFIKOWANIE ICH PRAWIDŁOWOŚCI ZA POMOCĄ TESTU ZMIENNOŚCI

Zmienność jest akceptowana, jeśli:

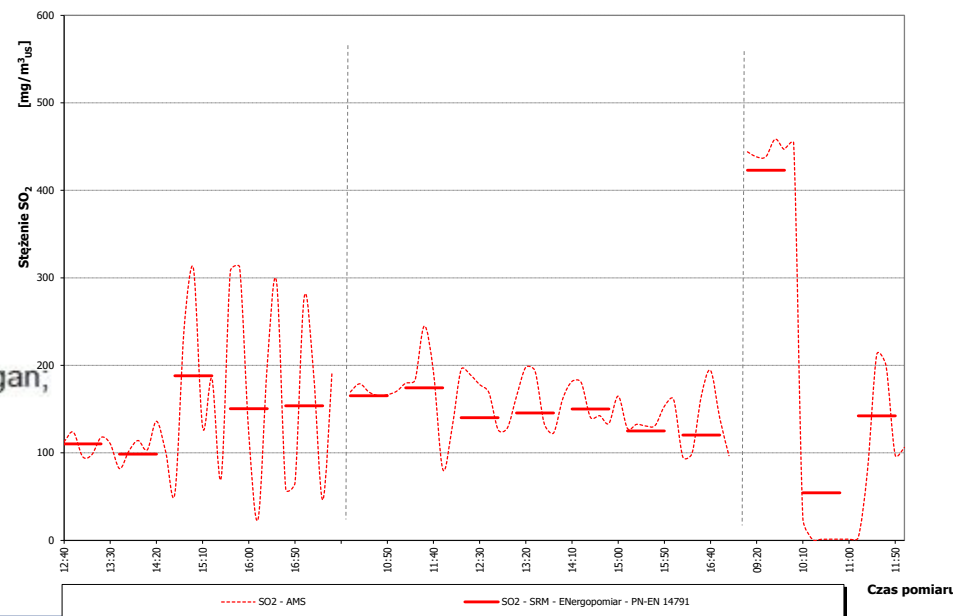
$$s_D \leq \sigma_0 k_v$$

przy czym

s_D odchylenie standardowe różnic D_{it}

σ_0 odchylenie standardowe związane z niepewnością, określoną przez kompetentny organ,

k_v parametr badania.



NIEPEWNOŚĆ SYSTEMU AMS MUSI BYĆ MNIEJSZA NIŻ DOPUSZCZALNA NIEPEWNOŚĆ WYLICZONA NA PODSTAWIE DOBOWEGO ELV ORAZ PROCENTU NIEPEWNOŚCI



WYZNACZENIE ZAKRESU WAŻNOŚCI FUNKCJI KALIBRACJI

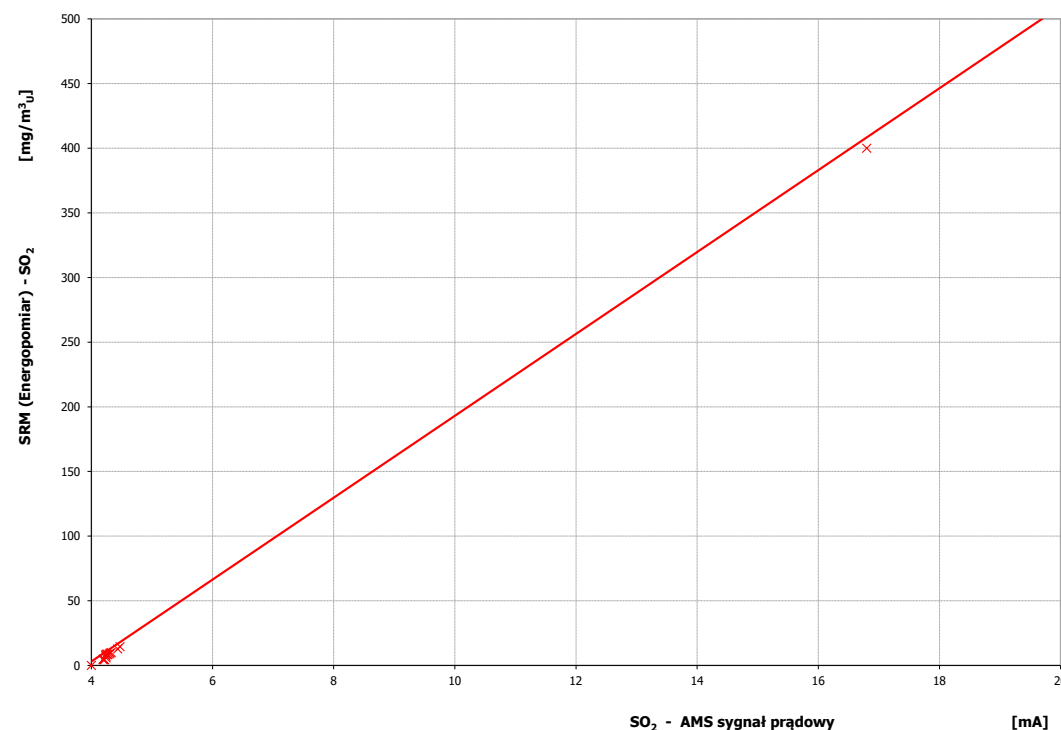
FUNKCJA KALIBRACYJNA AMS WAŻNA JEST OD ZERA DO MAKSYMALNEJ WARTOŚCI SPOŚRÓD WARTOŚCI ZMIERZONYM SKALIBROWANYM AMS DLA WARUNKÓW STANDARDOWYCH PLUS ROZSZERZENIE 10%

LUB

20% WARTOŚCI ELV

REALIZACJA PROCEDURY QAL2 W NIEOPTYMALNYCH WARUNKACH PRACY INSTALACJI, KTÓRE NIE POZWOLIŁY NA UZYSKANIE ODPOWIEDNIO SZEROKICH STĘŻEŃ ZAKRESÓW STĘŻEŃ I WARTOŚCI MIERZONYCH

WARTOŚĆ ELV: **175 mg/m³_{USR}**
ZAKRES WAŻNOŚCI FUNKCJI: **35 mg/m³_{USR}**



Dolna granica akredytowanego zakresu realizacji metody vs AMS



Dla tak różnych dolnych granic akredytowanego zakresu można zasymulować kalibrację SO₂ np. dla AMS dużego bloku gazowo-parowego wyposażonego w ciągły pomiar SO₂ o zakresie 0÷75 mg/m³_u (funkcja fabryczna $y=4,69x-18,75$):

Tablica nr 1.1. Kalibracja układu AMS: Pomiar dwutlenku siarki (SO₂)

Dolna granica akredytowanego zakresu SRM = 0,5 mg/m³

Parametr	Emisja dwutlenku siarki (SO ₂)
Metoda AMS	UV, ciągła
Offset dla AMS	4
Metoda SRM	PN-EN 14791:2017
Graniczna wartość emisji (ELV) dla warunków standardowych, [mg/m ³ _u]*	12
Dopuszczalna niepewność jako procent ELV [%]	20
Standardowa zawartość tlenu [% _{obj}]	15
Procedura wyznaczenia funkcji kalibracji	c)
Współczynnik funkcji kalibracji \hat{b}	4,702
Współczynnik funkcji kalibracji \hat{a}	-19,028
Zakres funkcji kalibracji [mg/m ³ _u]	0 ÷ 2,4
Uwaga: współczynniki \hat{b} i \hat{a} dla funkcji: $\hat{y}_i = \hat{a} + \hat{b} \cdot x_i$	
gdzie: \hat{y}_i - wartość skalibrowana AMS - [mg/m ³ _u]	
\hat{x}_i - wartość zmierzona AMS - [mg/m ³ _u]	

AMS - automatyczny układ pomiarowy zainstalowany na stałe (system monitoringu)

SRM - standardowa metoda referencyjna

Tablica nr 2.1. Kalibracja układu AMS: Pomiar dwutlenku siarki (SO₂)

Dolna granica akredytowanego zakresu SRM = 5 mg/m³

Parametr	Emisja dwutlenku siarki (SO ₂)
Metoda AMS	UV, ciągła
Offset dla AMS	4
Metoda SRM	PN-EN 14791:2017
Graniczna wartość emisji (ELV) dla warunków standardowych, [mg/m ³ _u]*	12
Dopuszczalna niepewność jako procent ELV [%]	20
Standardowa zawartość tlenu [% _{obj}]	15
Procedura wyznaczenia funkcji kalibracji	c)
Współczynnik funkcji kalibracji \hat{b}	4,420
Współczynnik funkcji kalibracji \hat{a}	-13,642
Zakres funkcji kalibracji [mg/m ³ _u]	0 ÷ 5,9
Uwaga: współczynniki \hat{b} i \hat{a} dla funkcji: $\hat{y}_i = \hat{a} + \hat{b} \cdot x_i$	
gdzie: \hat{y}_i - wartość skalibrowana AMS - [mg/m ³ _u]	
\hat{x}_i - wartość zmierzona AMS - [mg/m ³ _u]	

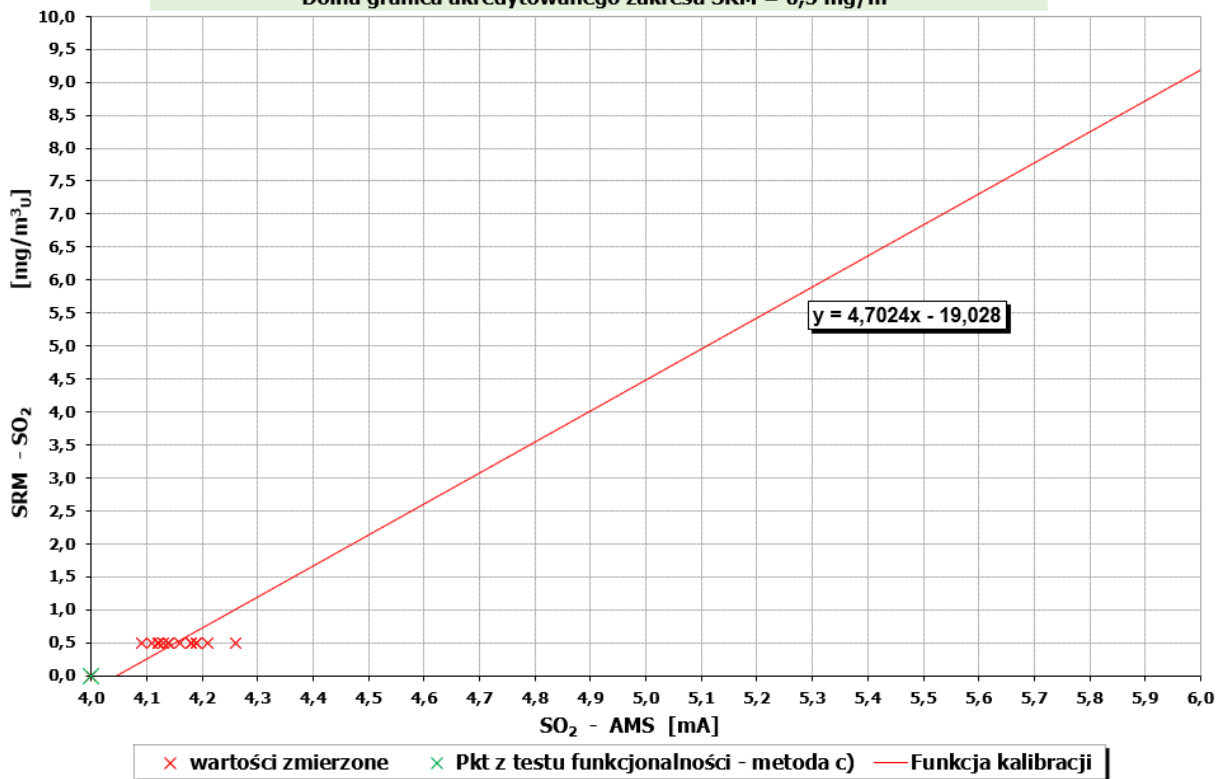
AMS - automatyczny układ pomiarowy zainstalowany na stałe (system monitoringu)

SRM - standardowa metoda referencyjna

Dolna granica akredytowanego zakresu realizacji metody vs AMS

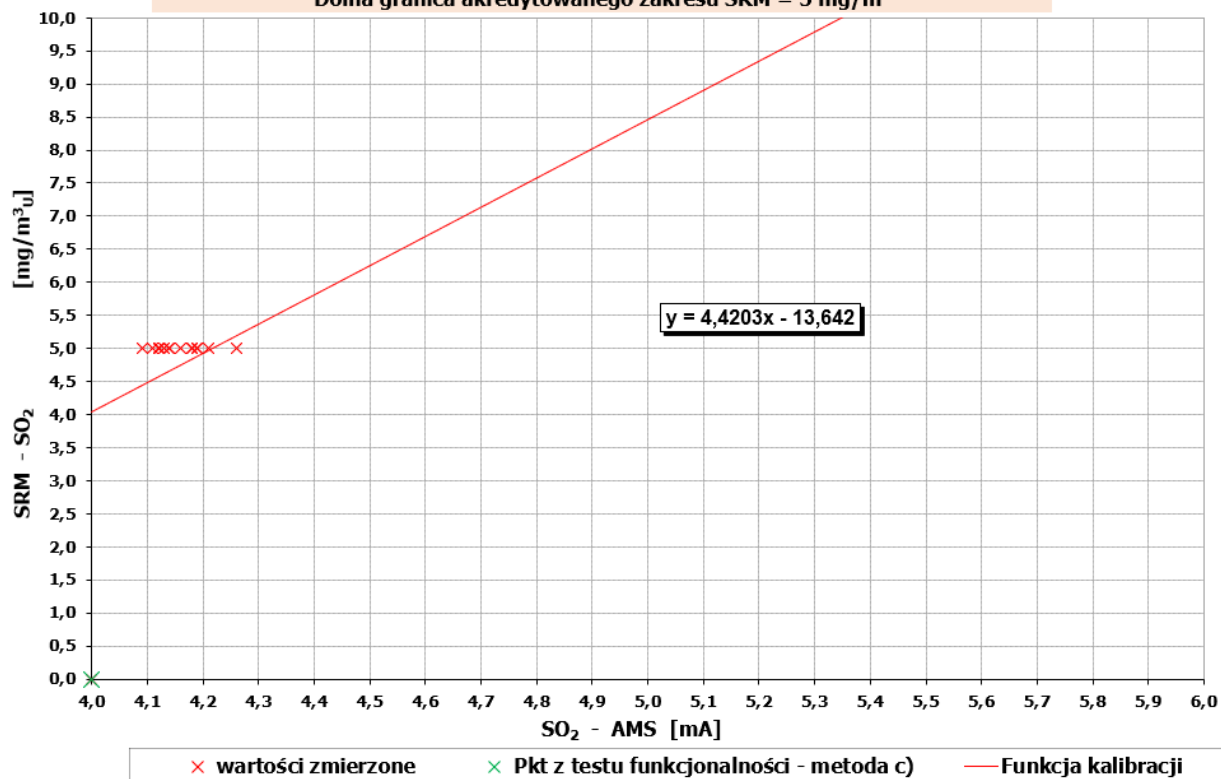


Tablica nr 1.4. Wykres wartości zmierzonych metodą SRM względem wartości AMS dla dwutlenku siarki (SO_2)
Dolna granica akredytowanego zakresu SRM = $0,5 \text{ mg/m}^3$



Funkcja wyznaczona w oparciu o dolną granicę zakresu metody SRM na poziomie $0,5 \text{ mg/m}^3$, przy sygnale AMS = $4,0 \text{ mA}$ wygeneruje stężenie $\text{SO}_2 = -0,2 \text{ mg/m}^3$, a dla sygnału AMS = 20 mA będzie to $75,0 \text{ mg/m}^3$

Tablica nr 2.4. Wykres wartości zmierzonych metodą SRM względem wartości AMS dla dwutlenku siarki (SO_2)
Dolna granica akredytowanego zakresu SRM = 5 mg/m^3



Funkcja wyznaczona w oparciu o dolną granicę zakresu metody SRM na poziomie 5 mg/m^3 , przy sygnale AMS = $4,0 \text{ mA}$ wygeneruje stężenie $\text{SO}_2 = 4,0 \text{ mg/m}^3$, a dla sygnału AMS = 20 mA będzie to $74,8 \text{ mg/m}^3$



Zmienność warunków eksploatacyjnych na przykładzie reorganizacji procesu spalania



Warunki QAL2	Warunki pomiarów kontrolnych
Koncentracja O ₂ w spalinach dla pełnej mocy = 6%	Koncentracja O ₂ w spalinach dla pełnej mocy = 4,48%
Koncentracja CO w spalinach dla pełnej mocy = ok 2 mg	Koncentracja CO w spalinach dla pełnej mocy = ok 45 mg
Ilość spalin dla pełnej mocy = ok 2 550 000 Nm ³ /h	Ilość spalin dla pełnej mocy = ok 2 400 000 Nm ³ /h

Zmienność warunków eksploatacyjnych na przykładzie reorganizacji procesu spalania

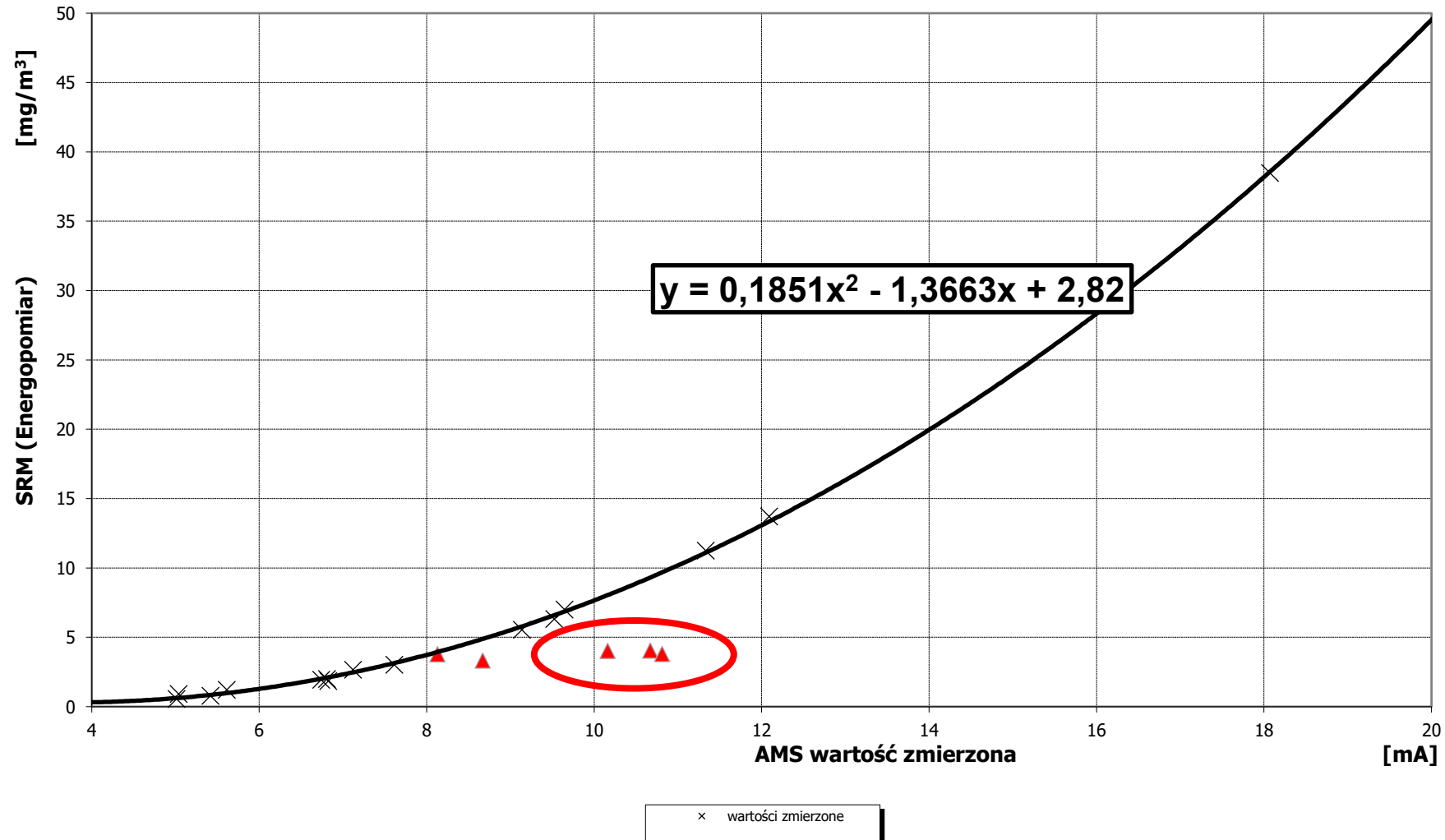


Zdjęcie worka	Warunki pomiaru	Parametry spalin
	Obciążenie 100% wskazanie pyłomierza 7,29 mg/m ³ Pył metoda grawimetryczna 3,5 mg mg/m ³	TOC = 70,5% (całkowity węgiel organiczny) O ₂ = 5,4% CO = 39
	Obciążenie 100% wskazanie pyłomierza 4,5 mg/m ³ Pył metoda grawimetryczna 3,2 mg mg/m ³	TOC = 10,13% O ₂ = 6,7% CO = 41 mg/m ³

Zmienność warunków eksploatacyjnych na przykładzie reorganizacji procesu spalania



Tablica nr 12.4. Wykres wartości zmierzonych metodą SRM względem wartości zmierzonych układu AMS dla pomiaru stężenia zapylenia spalin





wiedza i doświadczenie

„Energopomiar” Sp. z o.o.

Grzegorz Werner

Kierownik Działu Pomiarów Emisji i Urządzeń
Ochrony Powietrza



+48 783 294 184



gwerner@energopomiar.com.pl



Gliwice, ul. Józefa Sowińskiego 3



<https://energopomiar.com/>

