



***Podsumowanie wyników pomiarów porównawczych
miernika niskokosztowego do pomiaru analizatorem
GRIMM EDM180 na stacji AM3
w Gdańsku Nowym Porcie***

Wykonał zespół: dr Michalina Bielawska

mgr Michał Sarafin

Gdańsk, dnia 26.09.2025 r

Spis treści

1. Wstęp	3
3. Kompletność serii pomiarowych	4
4. Jakość danych pomiarowych	5
4.1 Współczynnik korelacji	5
4.1. Błąd względny	6
5. Analiza statystyczna wyników pomiarów	7
6. Wnioski i podsumowanie	11

1. Wstęp

Celem raportu jest porównanie wyników pomiarów pyłu PM10 i PM2,5 wykonanych miernikiem firmy Seadata z pomiarami wykonanymi analizatorem pyłu PM10, PM2.5, PM1 firmy GRIMM EDM 180 Fundacji ARMAG.

Ze względu na ograniczoną dostępność na danym terenie przyrządów pomiarowych, charakteryzujących się wysoką jakością uzyskiwanych wyników do oznaczania pyłu PM10 i PM2.5 w ostatnich latach dynamicznie rośnie popularność mierników niskosztowych. Mierniki takie mogą być używane do pomiarów jakości powietrza o ile jesteśmy w stanie wykazać, że uzyskiwane wyniki charakteryzują się wysoką jakością porównywalną z metodą referencyjną, bądź z automatycznymi analizatorami posiadającymi świadectwo równoważności względem metody referencyjnej. Należy jednak pamiętać, że mierniki te mogą co najwyżej aspirować do miana metod wskaźnikowych ze względu na swoje ograniczenia pomiarowe. W związku z tym, wymaga się, aby wyniki uzyskiwane za pomocą mierników pyłu PM10 i PM2.5 były porównywane z wynikami uzyskiwanymi za pomocą metody referencyjnej, bądź z wynikami uzyskanymi z automatycznych analizatorów posiadających świadectwo równoważności względem metody referencyjnej. Na terenie Aglomeracji Trójmiejskiej pomiary zawartości pyłu PM10 i PM2.5 w powietrzu atmosferycznym dokonuje Fundacja ARMAG za pomocą automatycznych analizatorów, posiadających świadectwa równoważności uzyskiwanych wyników z metodą referencyjną opisaną w normie PN-EN 12341:2024.

Szczegółowymi celami opracowania są:

- porównanie pomiarów niskosztowych z danymi posiadającymi równoważność wyników z metodą referencyjną opisaną w normie PN-EN 12341:2024,
- analizę statystyczną danych w zakresie oceny zgodności i jakości danych,
- rekomendacje dotyczące poprawy jakości pomiarów,
- określenie przydatności do celów informacyjnych i edukacyjnych.

2. Przebieg pomiarów porównawczych

Pomiary porównawcze były przeprowadzone na stacji AM3 w Gdańsku Nowym Porcie przy ul. Wyzwolenia. Lokalizację miejsca pomiarów przedstawiono na poniższej mapie. Pomiary porównawcze odbyły w okresie od 1.02.2025 roku do 30.06.2025 roku.



Rys. 1 Lokalizacja stacji monitoringu w Gdańsku AM3 Nowym Porcie.

3. Kompletność serii pomiarowych

Wyniki pomiarów odniesiono do ilości ważnych danych, określonej zgodnie z „Guidance on the Annexes to Decision 97/101/EC on Exchange of Information as revised by Decision 2001/752/EC” oraz zgodnie Rozporządzeniem Ministra Środowiska w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu z dnia 17 grudnia 2020 r. (Dz. U. 2024 Poz. 870), dla poprawności wykonywania agregacji danych i obliczania parametrów statystycznych wymagana jest 90% kompletność rocznych serii pomiarowych. W przypadku okresów krótszych tak jak w przypadku niniejszej analizy % danych tym bardziej jest istotny.

Kompletność serii pomiarowych podano w tabeli nr 1 . Kryterium ilości ważnych danych było spełnione zarówno dla miernika jak i analizatora dla analizowanego okresu. Miernik jak i analizator GRIMM uzyskały wysoki % danych powyżej 99% za okres od lutego –czerwca 2025 roku.

Tabela nr 1. Kompletność serii pomiarowych pyłu PM10 i PM2.5 dla miernika Seadata i analizatora pyłu na stacji AM3

Miernik	% ważnych danych		
	Cały okres 1.02.-30.06.2025	okres grzewczy 1.02.-31.03.2025	okres letni 01.04.-30.06.2025
Miernik Seadata PM10	99,3	99,2	99,5
Analizator GRIMM 180 PM10	99,9	99,7	100
Miernik Seadata PM2,5	99,3	99,2	99,5
Analizator GRIMM 180 PM2,5	99,9	99,7	100

4. Jakość danych pomiarowych

Aby w obiektywny sposób ocenić prawidłowość wykonywanych pomiarów metodą wskaźnikową przez miernik Seadata pyłu PM10 i PM2,5, można zastosować 2 parametry statystyczne: współczynnik korelacji i błąd względny celem porównania uzyskanych wyników z miernika pyłu PM10 i PM2.5 względem automatycznego analizatora GRIMM EDM180 na stacji AM3 w Gdańsku przy ul. Wyzwolenia. Pomiar miernika i analizatora w tym samym miejscu jest bardzo istotny bowiem wyklucza wpływ czynników zewnętrznych takich jak: ukształtowania terenu, zmienna emisja zależna od lokalizacji źródła emisji czy lokalne warunki klimatyczne.

4.1 Współczynnik korelacji

Na podstawie współczynnika korelacji można określić wzajemną relację pomiędzy wynikami uzyskanymi z dwóch różnych przyrządów pomiarowych. Im wartość współczynnika korelacji jest wyższa i zbliża się do wartości 1, tym lepiej.

Siła korelacji jest przedstawiona poniżej za pomocą wartości liczbowej współczynnika korelacji:

$|r|=0$ - brak korelacji,
 $0,0<|r|\leq 0,1$ - korelacja nikła,
 $0,1<|r|\leq 0,3$ - korelacja słaba,
 $0,3<|r|\leq 0,5$ - korelacja przeciętna,
 $0,5<|r|\leq 0,7$ - korelacja wysoka,
 $0,7<|r|\leq 0,9$ - korelacja bardzo wysoka,
 $0,9<|r|<1,0$ - korelacja niemal pełna,
 $|r|=1$ - korelacja pełna

Jak pokazuje poniższa tabela wartość współczynnika korelacji dla miernika Seadata była bardzo wysoka dla obu sezonów, osiągając najwyższe wartości w okresie grzewczym dla pyłu PM2.5 0,96 (tab.2).

Tabela nr 2. Współczynnik korelacji Pearsona miernika Seadata dla pyłu PM10 i PM2.5.

Stacja referencyjna	Miernik Seadata	Współczynnik korelacji	
AM3 Gdańsk Nowy Port	PM10 luty – czerwiec 2025	0,92	korelacja niemal pełna
	PM10 luty –marzec 2025	0,95	korelacja niemal pełna
	PM10 kwiecień – czerwiec 2025	0,84	korelacja bardzo wysoka
	PM2.5 luty – czerwiec 2025	0,95	korelacja niemal pełna
	PM2.5 luty –marzec 2025	0,96	korelacja niemal pełna
	PM2.5 kwiecień – czerwiec 2025	0,89	korelacja bardzo wysoka

4.1. Błąd względny

Wartość błędu względnego oblicza się za pomocą znajomości wartości średniej arytmetycznej dla danego przyrządu pomiarowego. Przyjęto, że poziom błędu względnego wyznaczony dla średnich arytmetycznych dla miernika PM10 i PM2.5 i automatycznego analizatora będzie wpływał na wzajemne określenie zmienności jakości uzyskiwanych wyników, zgodnie z poniższym schematem:

- < 25 % – mała zmienność,
- (25%; 45%) – przeciętna zmienność,
- (45%; 100%) – silna zmienność,

- >100%- bardzo silna zmienność.

Im niższa będzie wartość błędu względnego, tym lepsza będzie jakość uzyskiwanych wyników za pomocą miernika PM10 i PM2.5.

Najlepsze dopasowanie uzyskano dla miernika Seadata dla pyłu PM2.5 za okres kwiecień –czerwiec (tab. 3 i 4).

Tabela nr 3. Błąd względny dla miernika Seadata dla pyłu PM10.

Stacja referencyjna	Średnia PM10	Miernik	Średnia	Błąd względny [%]	
	[ug/m ³]				
AM3 1.02-30.06	15,6	Seadata	17,1	10,0	mała zmienność
AM3 1.02-31.03	21,5	Seadata	25,0	16,0	mała zmienność
AM3 1.04-30.06	11,7	Seadata	12,0	2,9	mała zmienność

Tabela nr 4. Błąd względny dla miernika Seadata dla pyłu PM2.5.

Stacja referencyjna	Średnia PM2,5	Miernik	Średnia	Błąd względny[%]	
	[ug/m ³]				
AM3 1.02-30.06	12,6	Seadata	14,0	11,5	mała zmienność
AM3 1.02-31.03	18,3	Seadata	20,8	13,9	mała zmienność
AM3 1.04-30.06	8,9	Seadata	9,7	8,4	mała zmienność

Na podstawie powyżej przedstawionych wyników dla porównań 2 parametrów (współczynnik korelacji i błąd względny) można uznać, że jakość uzyskiwanych wyników jest wysoka. Miernik Seadata wykazał wysoką korelację wyników dla obu frakcji pyłu i małą zmienność błędu względnego w porównaniu ze stacją referencyjna AM3 w Gdańsku Nowym Porcie.

5. Analiza statystyczna wyników pomiarów

W analizie wykorzystano kompletne serie pomiarowe dla pyłu zawieszonego PM10 i PM2.5 z pomiarów wskaźnikowych i z analizatora GRIMM EDM 180 automatycznego za okres luty-czerwiec. Standardy dopuszczalnych wartości jakości powietrza dla pyłu zawieszonego PM10 i PM2.5 przedstawiono w poniższej tabeli. Standardy jakości powietrza odnoszą się do okresu roku kalendarzowego niemniej obliczone zostały parametry statystyczne dla miernika jak i analizatora GRIMM z dostępnych danych za

okres od lutego do czerwca 2025 w celach porównawczych pomiarów wskaźnikowych do referencyjnych.

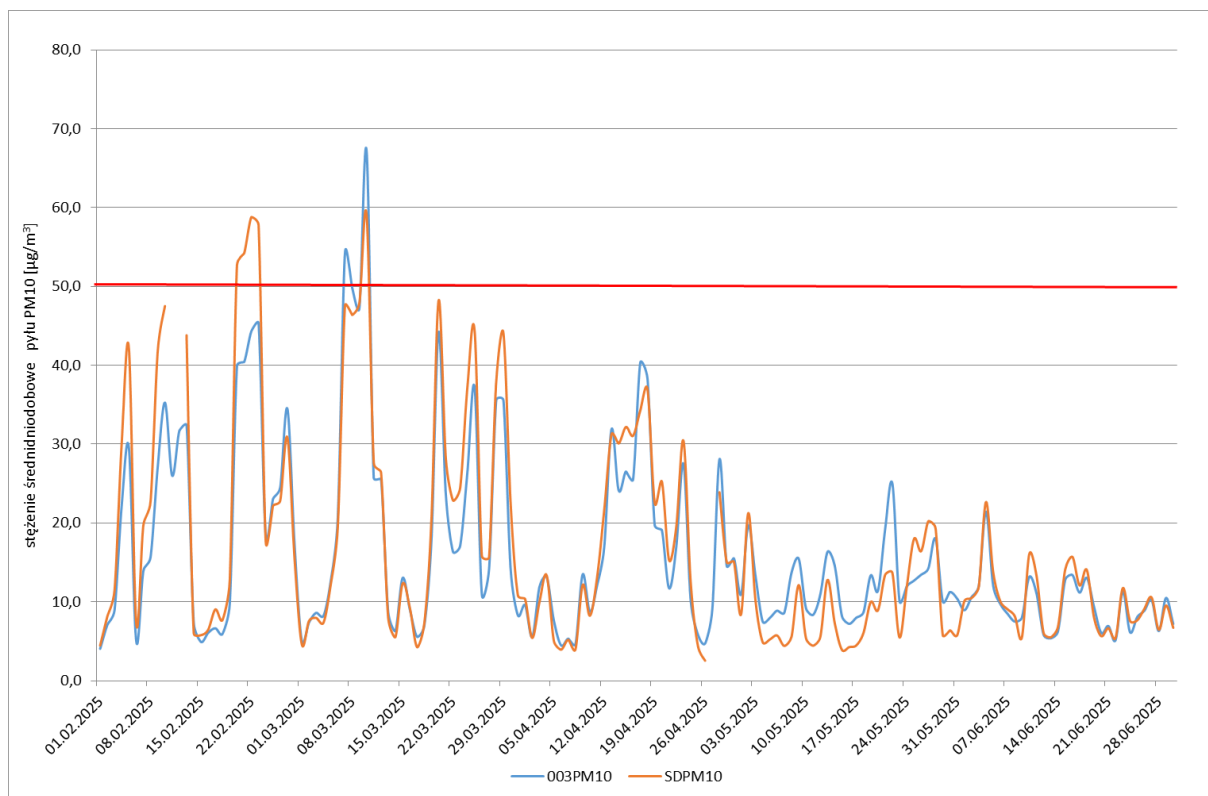
Tabela nr 5. Poziomy dopuszczalne dla pyłu PM10 i PM2.5.

Okres uśrednienia wyników	Dopuszczalna częstość przekraczania poziomu dopuszczalnego w roku kalendarzowym	Pył PM10 [µg/m ³]	Pył PM2.5 [µg/m ³]
Rok kalendarzowy	-	40	20
doba	35 razy	50	-
Poziom informowania (doba)	-	100	-
Poziom alarmowy (doba)	-	150	-

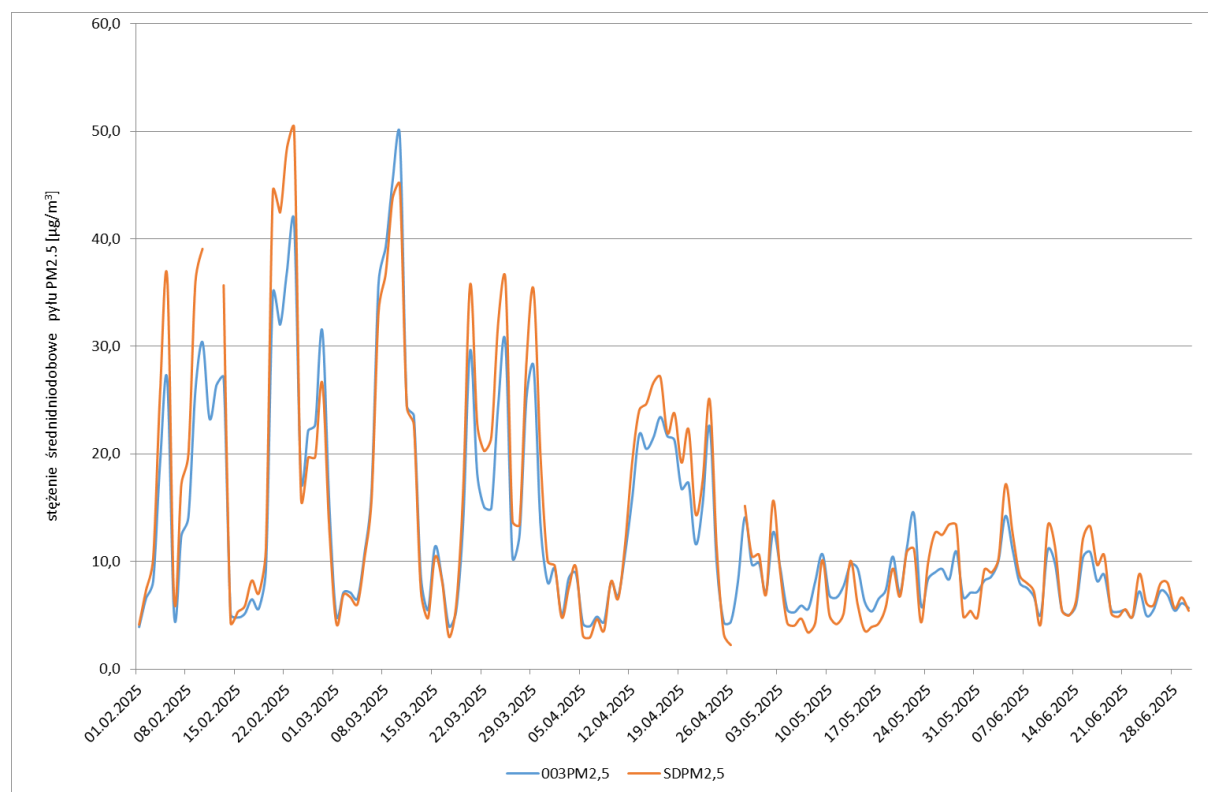
Wyższe średnie zarówno za cały okres jak i sezon grzewczy oraz letni dla pyłu PM10 jak i PM2.5 odnotowano dla pomiarów wskaźnikowych, przy czym najbardziej zbliżone średnie dla obu frakcji pyłu do pomiarów referencyjnych były w okresie letnim (tab.6). W analizowanym okresie odnotowano przekroczenia stężeń średniodobowych pyłu zawieszonego PM10. Liczba przekroczeń pyłu PM10 dla miernika Seadta wyniosła 5 dni a dla stacji referencyjnej AM3 2 dni. Przebieg stężeń średniodobowych pyłu zawieszonego (rys. 3 i 4) wykazuje sezonowość, wszystkie przekroczenia odnotowano w sezonie grzewczym. Niewielka liczba dni z przekroczeniami wynika z występowania korzystnych warunków pogodowych w 2025 roku związanych z łagodną zimą i dobrym przewietrzaniem (małą liczbą dni z temperaturą ujemną oraz dużą liczbą dni z wiatrem przynajmniej umiarkowanym) oraz mniejszą emisją z ogrzewania indywidualnego, wynikającą z mniejszego zapotrzebowaniem na ciepło oraz wdrażaniem uchwały antysmogowej na obszarze Gdańska.

Tabela nr 6 Podstawowe parametry statystyczne pyłu zawieszonego PM10 i PM2.5 za okres luty-czerwiec 2025r.

parametr statystyczny	stacja AM3	miernik Seadata
statytski 1.02-30.06.2025		
Średnia pył PM10	15,6	17,1
Liczba dni z przekroczeniami poziomu dopuszczalnego średniodobowego $\geq 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$	2	5
percentyl 90,4	35,0	41,8
odchyl. Stand. pył PM10	15,1	16,4
Średnia pył PM2,5	12,6	14,0
odchyl. stand. pył PM2,5	11,2	13,0
statytski 1.02-31.03.2025 (okres grzewczy)		
Średnia pył PM10	21,5	25,0
Liczba dni z przekroczeniami poziomu dopuszczalnego średniodobowego $\geq 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$	2	5
percentyl 90,4	44,3	48,1
odchyl. Stand. pył PM10	18,6	20,2
Średnia pył PM2,5	18,3	20,8
odchyl. Stand. pył PM2,5	16,0	14,1
statytski 1.04-30.06.2025 (okres letni)		
Średnia pył PM10	11,7	12,0
Liczba dni z przekroczeniami poziomu dopuszczalnego średniodobowego $\geq 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$	0	0
percentyl 90,4	22,4	23,2
odchyl. Stand. pył PM10	10,5	10,6
Średnia pył PM2,5	8,9	9,7
odchyl. Stand. pył PM2,5	6,6	8,0



Rys.3 Przebieg stężeń średniodobowych pyłu zawieszonego PM10 dla miernika Seadata i analizatora EDM 180 w Gdańsku Nowym Porcie.



Rys.4 Przebieg stężeń średniodobowych pyłu zawieszonego PM2,5 dla miernika Seadata i analizatora EDM 180 w Gdańsku Nowym Porcie.

6. Wnioski i podsumowanie

Na podstawie uzyskanych wyników z miernika Seadata można stwierdzić, że pomiary mogą być używane do celów informacyjnych i edukacyjnych. Na podstawie analizy wyników za okres od lutego do końca czerwca 2025 można uznać, że jakość uzyskiwanych wyników miernikiem jest wysoka. Miernik Seadata wykazał wysoką korelację wyników dla obu frakcji pyłu i małą zmienność błędu względnego w porównaniu ze stacją referencyjną AM3 w Gdańsku Nowym Porcie przy ul. Wyzwolenia.

Aby pomiary wskaźnikowe utrzymały wysoką jakość pomiarów, zaleca się:

- przeprowadzenie pomiarów porównawczych do pomiarów referencyjnych przez okres co najmniej jednego roku kalendarzowego,
- montaż drugiego miernika, aby sprawdzić zgodność pomiędzy urządzeniami,
- przeprowadzenie kalibracji miernika zgodnie z wytycznymi zawartymi w „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods. EC Working Group on Guidance for the Demonstration of Equivalence, 2012”,
- analizę wpływu wilgotności na wskazania miernika w okresie całego roku kalendarzowego,
- analizę porównawczą pomiarów wskaźnikowych do pomiarów referencyjnych za okres całego roku.