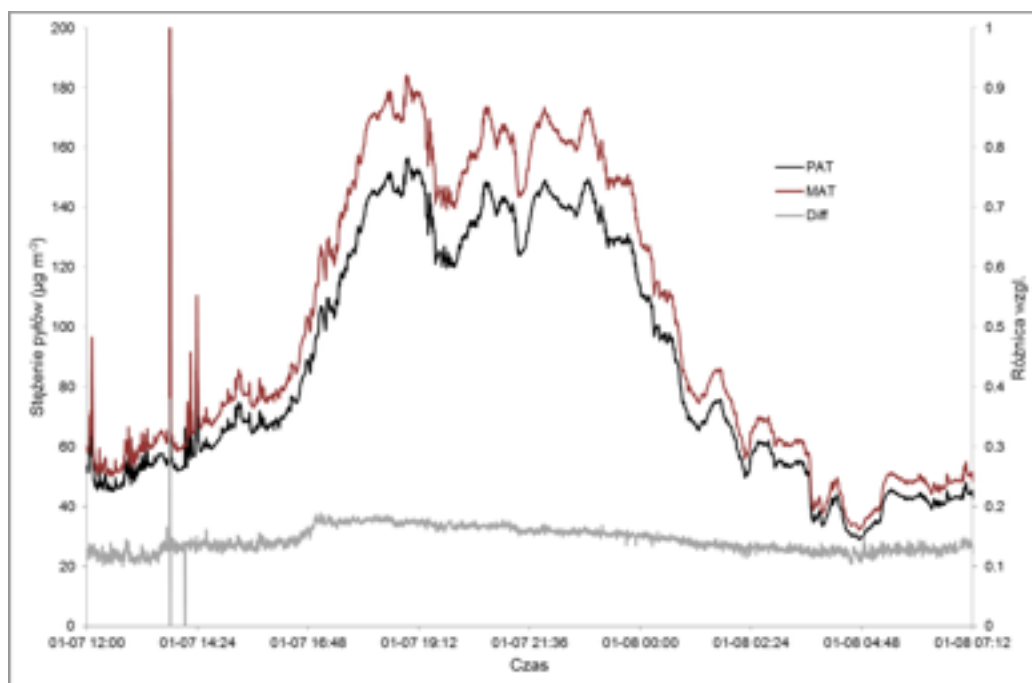


Raport z walidacji oraz kalibracji pomiarów prowadzonych z użyciem pyłomierzy DustTrackII firmy TSI.

Sporządzony przez:
mgr inż. Jakub Bartyzel

Pyłomierze TSI DustTrack II są urządzeniami, których zasada działania oparta jest o rozpraszanie promieniowania laserowego na cząsteczkach aerozolu zawartego w mierzonym powietrzu. Przy wysokich wilgotnościach znaczącą część zawartego w powietrzu aerozolu stanowią drobne krople pary wodnej. Dla wyeliminowania wpływu wody zawartej w powietrzu na pomiar rzeczywistych stężeń pyłu zawieszonego, należy przeprowadzić zawartą w próbce wodę do fazy gazowej. W celu odparowania zawartej w powietrzu wody należy powietrze ogrzać o kilkadziesiąt stępn celjusza powyżej punktu rosy. Dla tego celu skonstruowano przepływowe podgrzewacze montowane pomiędzy miejscem poboru próby powietrza a pyłomierzem DustTrack. Podgrzewacz ogrzewa powietrze w liniowym przepływie na odcinku 20cm. Nominalna moc podgrzewacza (40W) pozwala na ogrzanie powietrza w niemal każdych warunkach atmosferycznych. W celu ułatwienia pomiarów terenowych podgrzewacz ma możliwość pracy zarówno przy zasilaniu 230V AC jak również 24V DC. Sterowanie temperaturą podgrzewacza odbywa się za pomocą modułu PID. W orzeprowadzonych testach powietrze na wejściu do pyłomierza miało tperaturę na poziomie 48°C.

Na rys. 1 przedstawiono różnice pomiędzy odczytami dwóch skalibrowanych pyłomierzy przy czym jeden (PAT) wyposażony był w ogrzewacz mierzonego powietrza natomiast drugi (MAT) mierzył bezpośrednio powietrze atmosferyczne. Pyłomierze ustawione były w jednym punkcie i mierzyły powietrze zewnętrzne (atmosferyczne). Średnia wilgotność względna powietrza w okresie pomiaru wynosiła 62.5%. Co istotne wilgotność nie dochodziła do 100% co mogło by prowadzić do kondensacji pary wodnej w powietrzu oraz wyraźnym zwiększeniu rozbieżności pomiędzy odczytami.



Rys. 1. Porównanie pomiędzy pyłomierzami z podgrzewaniem próbki oraz bez podgrzewania.

Z rys. 1 widać wyraźnie iż różnice pomiędzy pyłomierzami wahają się pomiędzy 10 a 15%, przy czym

wyniki z pyłomierza nie wyposażonego w kondycjonowanie powietrza mierzonego są wyraźnie zawyżane.

Kolejnym aspektem mającym na celu doprowadzenie danych otrzymywanych z pyłomierzy do zgodności ze stanem faktycznym jest ich kalibracja. Pierwotna kalibracja producenta pyłomierzy TSI zakłada ich porównanie z pyłomierzem referencyjnym w obecności pyłu wzorcowego zwanego Arizona Road Dust. Pył wzorcowy jest w tym przypadku pyłem mineralnym. Z doświadczenia wiadomo iż pył w środowisku miejskim Krakowa będzie w dużym stopniu zawierał czastki węglowe. Albedo takiego pyłu może w sposób znaczący różnić się od albedo pyłu wzorcowego używanego przez TSI. Przy czym zakładając iż albedo „pyłu Krakowskiego” będzie niższe niż wzorcowego wyniki podawane przez pyłomierze skalibrowane fabrycznie będą zawyżane. W celu uniknięcia rozbieżności skalibrowano pyłomierze TSI w oparciu o metodę grawimetryczną.

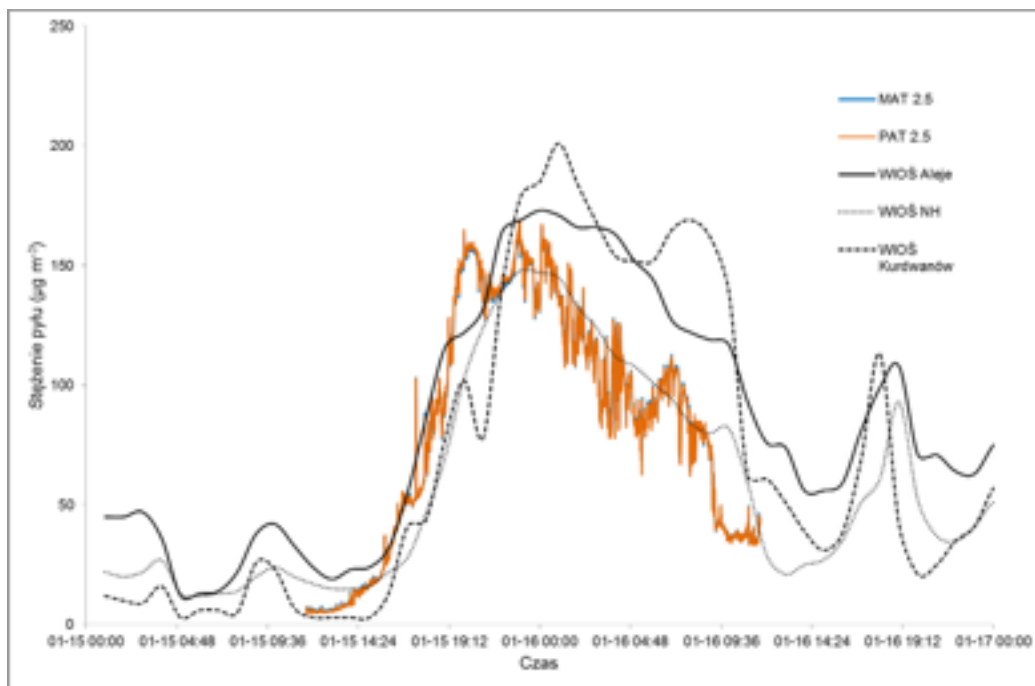
Pyłomierze zaopatrzone w ogrzewanie toru próbki dokonywały pomiarów w dwóch 24 godzinnych cyklach w okresie 15-17 stycznia 2015r. W pierwszym cyklu mierzone były pyły PM 2.5 natomiast w drugim PM 10. Równoległe z zastosowaniem odpowiednich impaktorów zbierane były pyły na filtry służącym do pomiarów grawimetrycznych. Otrzymane wyniki przedstawiono w tabeli (tab. 1).

Tabela 1. Wyniki prowadzonej kalibracji grawimetrycznej (wartości średnie z 24h).

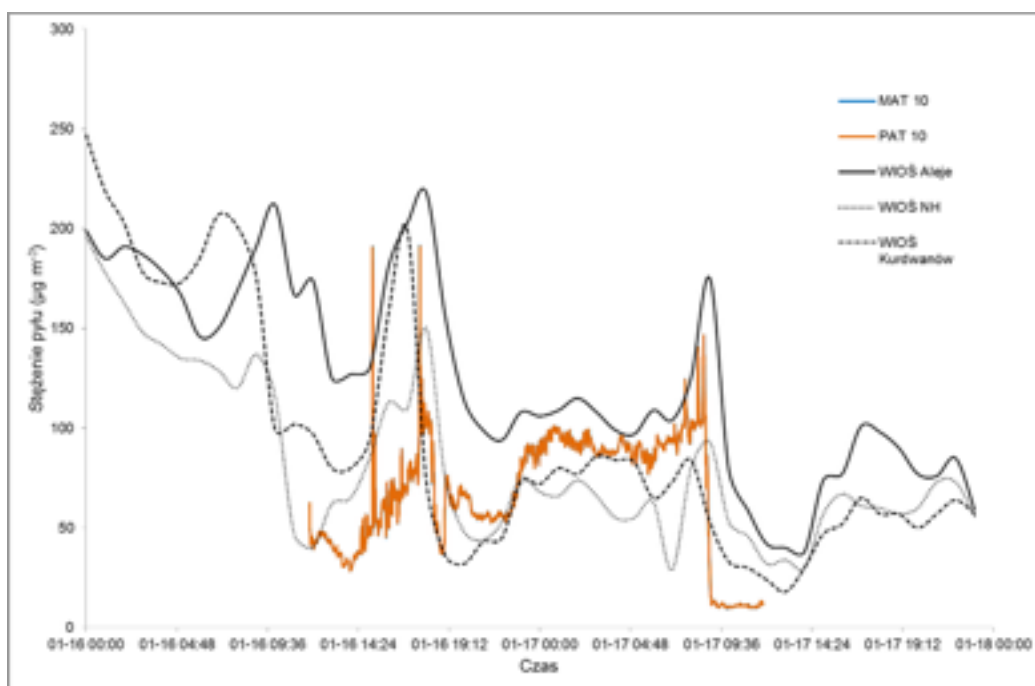
Fracja	Metoda grawimetryczna (μ)	MAT		PAT	
		(μ)	wsp.	(μ)	wsp.
PM 2.5	83.85	350	0.2397	315	0.2662
PM 10	67.08	166	0.4041	166	0.4040

Niepewność wyliczonych współczynników wynosi 0.008 na poziomie ufności 95%.

Zawartości pyłu zawieszonego w powietrzu atmosferycznym w czasie kalibracji przedstawiono na rys. 2 oraz rys. 3. Rysunki przedstawiają wartości po dokonaniu poprawek kalibracyjnych. Na przebiegi uzyskane pyłomierzami TSI nałożono wartości raportowane dla trzech punktów pomiarowych WIOŚ w Krakowie. Z rysunków widać doskonałą zgodność pomiędzy odczytami z dwóch pyłomierzy fotometrycznych oraz zbierzość otrzymanych trendów oraz zakresów zmienności stężeń pyłu zawieszonego z danymi raportowanymi przez WIOŚ.

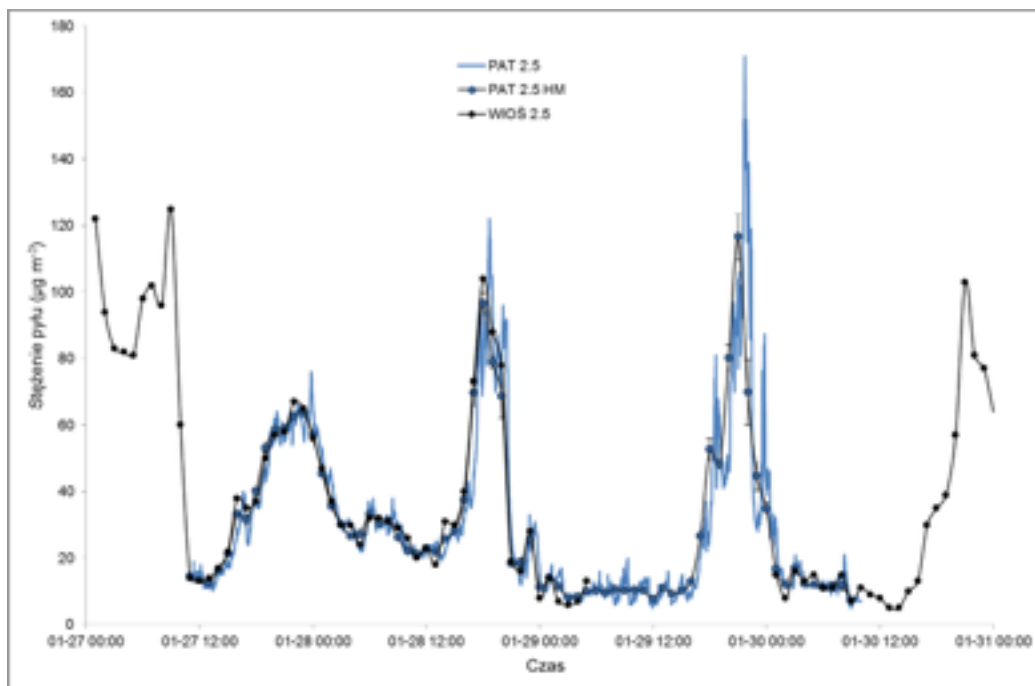


Rys. 2. Wyniki kalibracji grawimetrycznej pyłomierzy fotometrycznych (PAT i MAT) dla pyłu zamieszonego PM 2.5 w odniesieniu do stężeń raportowanych przez WIOŚ w Krakowie.



Rys. 3. Wyniki kalibracji grawimetrycznej pyłomierzy fotometrycznych (PAT i MAT) dla pyłu zamieszonego PM 10 w odniesieniu do stężeń raportowanych przez WIOŚ w Krakowie.

Dane uzyskiwane z kalibrowanych pyłomierzy mają być porównywane bezpośrednio z danymi prezentowanymi przez WIOŚ w Krakowie, stąd postanowiono wykonać bezpośrednie porównanie otrzymywanych wartości na stacji Inspektoratu położonej w dzielnicy Kurdwanów. Jeden z pyłomierzy (PAT) został zainstalowany w stacji na okres 3 dni (27 do 30 stycznia 2015 r.) Otrzymane wyniki przedstawiono na rysunku 4.



Rys. 4. Bezpośrednie porównanie odczytów ze skalibrowanego pyłomierza TSI z danymi prezentowanymi przez WIOŚ dla stacji Kurdwanów.

Na rys. 4. Przedstawiono porównanie wyników otrzymanych z pyłomierza TSI z danymi zwalidowanymi dostarczonymi przez Inspektorat. Dla pyłomierza TSI przedstawiono dane bezpośrednie, mierzone co 30s (niebieska linia) oraz średnie godzinowe (granatowe punkty), wyniki WIOŚ otrzymywane metodą absorpcji promieniowania beta dostępne są wyłącznie w formie średnich godzinowych (czarne punkty). Podane na rysunku słupki obrazują zmienność danych mierzonych pyłomierzem TSI na poziomie ufności 95%. Z rysunku wywnioskować można bardzo dobrą zgodność pomiędzy danymi otrzymanymi obydwoma metodami. Średnie różnice nie przekraczają 10% wartości mierzonej.