

# Sprawozdanie

## Analiza zanieczyszczeń PM10 w Krakowie

Laboratorium komputerowe WFIiS AGH

Amadeusz Filipek

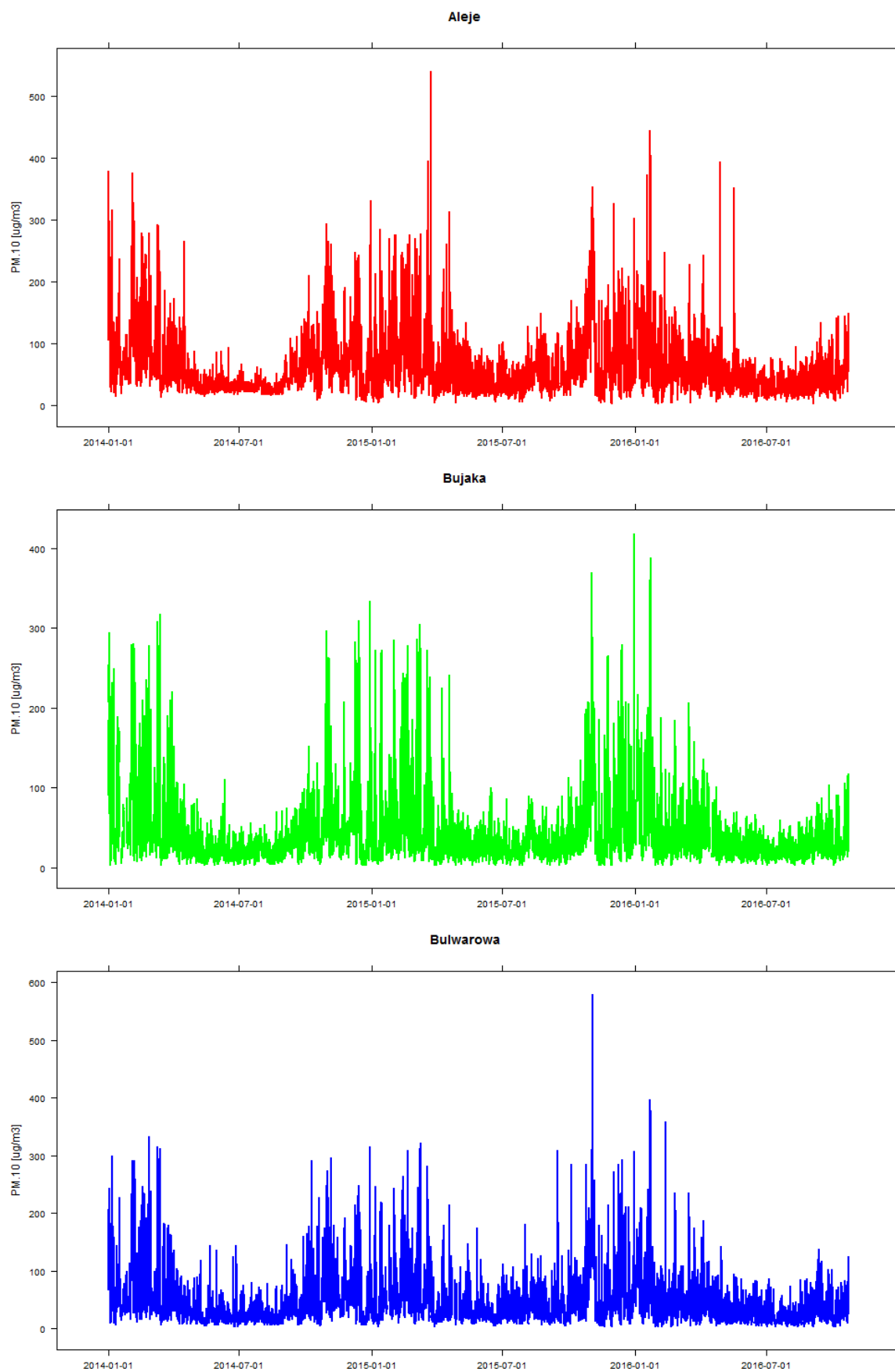
Celem ćwiczenia jest opracowanie i analiza danych pomiarowych zanieczyszczeń powietrza frakcją pyłu PM10 w Krakowie.

### 1. Wstęp

Zanieczyszczenia pyłowe PM10 stanowią mieszaninę substancji organicznych i nieorganicznych w skład których wchodzi substancje toksyczne takie jak metale ciężkie, doksyny, furany oraz wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne. Pyły te są wchłaniane do organizmu przez drogi oddechowe oraz przez układ pokarmowy (podczas spożywania żywności skażonej pyłem). Pył PM10 jest na tyle mały, że jest w stanie przeniknąć do płuc oraz akumulować się w górnych odcinkach dróg oddechowych. Szczególnie narażone na toksyczne działanie pyłu są osoby starsze, dzieci oraz osoby cierpiące na choroby dróg oddechowych. Ze względu na powyższe ryzyka związane ze zdrowiem istotne jest monitorowanie stężeń zanieczyszczeń pyłowych. Zgodnie z normami europejskimi średnie stężenie dzienne frakcji pyłu PM10 nie powinno przekraczać  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  oraz wartość ta nie powinna być przekroczona więcej niż 35 dni w ciągu roku. Średnie stężenie roczne natomiast nie powinno przekraczać wartości  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . W ćwiczeniu analizowane są dane pomiarowe z trzech stacji w Krakowie umiejscowionych przy ulicach: Aleje, Bujaka oraz Bulwarowa. Dane pomiarowe zostały pobrane ze strony wojewódzkiego inspektoratu ochrony środowiska w Krakowie (<http://www.krakow.pios.gov.pl/>), obejmują okres od 1.01.2014 do 23.10.2016 i przedstawione są na wykresie 1. Poniższa tabela przedstawia zestawione wartości maksymalne oraz minimalne dla każdej stacji:

*Tabela 1. Wartości i daty maksymalnego oraz minimalnego stężenia pyłu PM10*

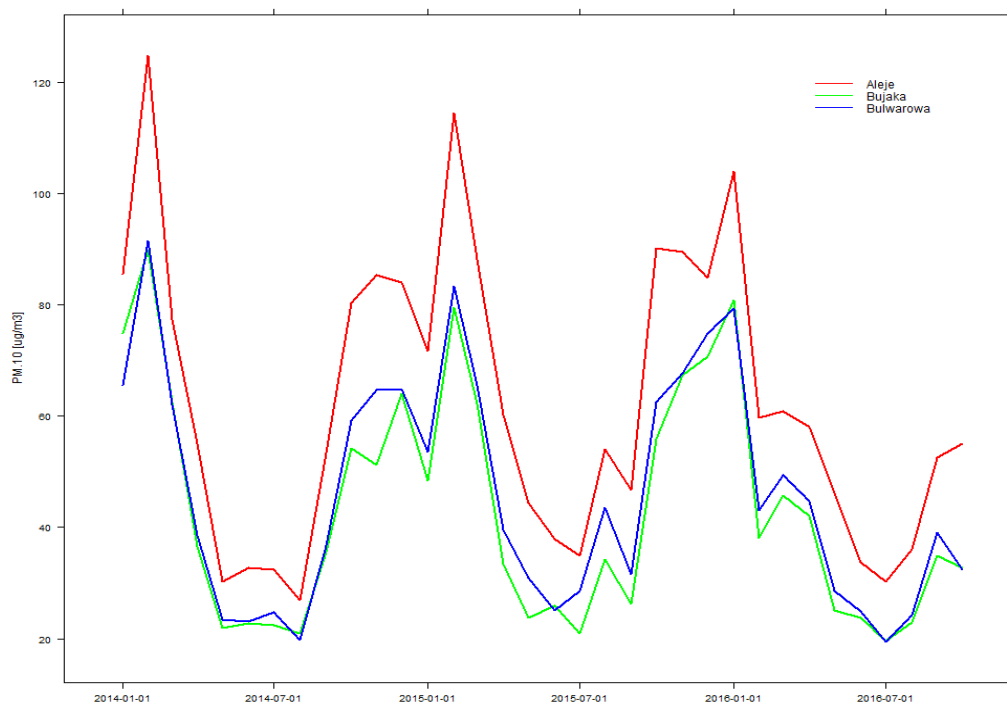
	Aleje	Bulwarowa	Bujaka
Maksimum [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	540.8	580.2	419.6
Data maks.	24.03.2015	3.11.2015	21.01.2016
Minimum [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	3	3	3
Data min.	2.02.2016	2.02.2016	21.12.2016



Wykres 1. Dane pomiarowe z trzech stacji stacji w kolejności od góry Aleje, Bujaka oraz Bulwarowa.

## 2. Analiza średnich miesięcznych

Na podstawie analizowanych danych pomiarowych zostały wyliczone średnie miesięczne stężenia PM10:



Wykres 2. Średnie miesięczne stężenia pyłów PM10 dla trzech badanych stacji

Na powyższym wykresie wszystkie trzy krzywe prezentują te same trendy okresowe. Na wykresie widać pikowe wzrosty stężenia pyłu w miesiącach zimowych, co wiąże się ze zmniejszoną dynamiką i cyrkulacją powietrza w tym okresie. Dodatkowo, dane ze stacji Aleje prezentują całoroczne przesunięcie względem pozostałych stacji. Na stacji Aleje musi zatem być dodatkowy czynnik zwiększający stężenie pyłów najprawdopodobniej ruchliwa ulica.

## 3. Analiza średnich rocznych

Na podstawie analizowanych danych pomiarowych wyliczone zostały średnie roczne stężenia PM10 (tabela 2). Ze względu na niepełny zestaw danych dla roku 2016, średnie roczne zostały wyliczone zarówno dla niepełnego rekordu oraz przy wyliczeniu ekstrapolacji dla roku pełnego. Ekstrapolacja została wyliczona na podstawie lat wcześniejszych obcinając dane do okresu odpowiadającego danym z roku 2016. Następnie wyliczone zostały współczynniki skalujące jako stosunki średnich rocznych do średnich z okresów niepełnych. Średnie ekstrapolowane zostały wyznaczone jako średnie niepełne pomnożone przez tak wyznaczone czynniki skalujące.

*Tabela 2. Wyznaczone średnie roczne stężenia pyłu PM10 wraz z ekstrapolacją, wartości nie przekraczające normy oznaczone kolorem zielonym*

rok	Aleje	Bujaka	Bulwarowa
2014	63.72142	45.56205	47.57791
2015	68.1479	45.53886	50.59422
2016 niepełny	53.71159	36.71056	38.80381
2016 ekstrapolacja	58.83177613	40.97688931	43.16902261

Na podstawie uzyskanych danych ewidentnie widać, że jakość powietrza w Krakowie w ostatnich trzech latach nie spełnia normy rocznej ( $40 \mu g/m^3$ ) ze względu na graniczne stężenia pyłu PM10. Niepełne dane z roku 2016 są w normie ze względu na brak danych z dwóch miesięcy zimowych. Jednakże, ekstrapolowane średnie roczne z roku 2016 są mniejsze od lat wcześniejszych co pozwala sądzić, że jakość powietrza w Krakowie polepszyła się w stosunku do dwóch poprzednich lat.

#### 4. Analiza średnich dobowych

Na podstawie analizowanych danych pomiarowych wyliczone zostały średnie dobowe stężeń PM10 dla każdej ze stacji pomiarowych. Na podstawie wyznaczonych średnich dobowych policzono ile dni w roku zostały przekroczone normy dla średniej dobowej wartości stężenia pyłu PM10 ( $50 \mu g/m^3$ ). Następnie wyznaczono po ilu dniach w danym roku w każdej stacji średnie dobowe stężenie przekroczyło normę po raz 36 – tym samym przekraczając warunek określony w normie. Uzyskane wartości zostały zestawione w poniższej tabeli:

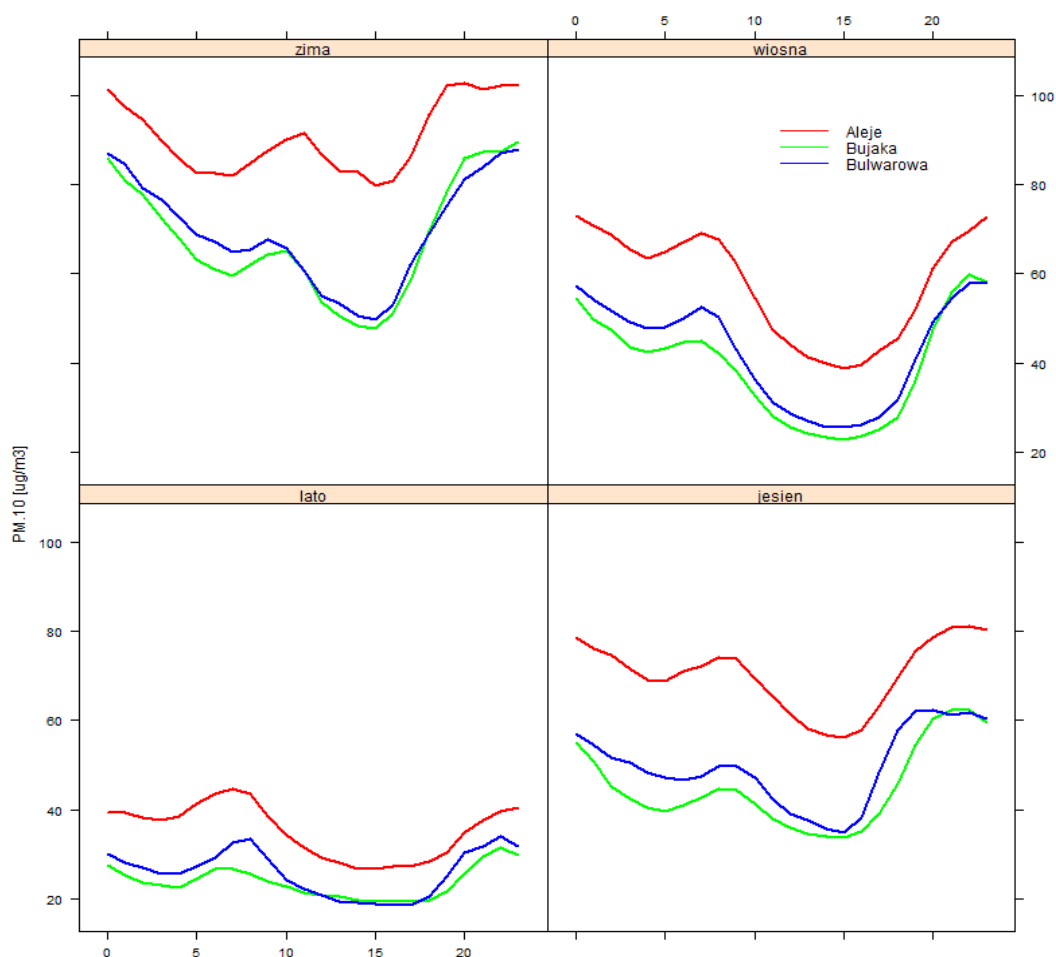
*Tabela 3. Ilości dni z przekroczoną normą dzienną oraz po ilość dni po której przekroczone normę na ilość dopuszczalnych dni z przekroczoną normą w roku*

rok	Aleje	Bujaka	Bulwarowa
2014	190	112	127
Norma przekroczone po dniach w 2014	39	50	50
2015	209	105	130
Norma przekroczone po dniach w 2015	46	65	57
2016	128	54	61
Norma przekroczone po dniach w 2016	47	78	67

Na podstawie tabeli widać, że norma na ilość dopuszczalnych przekroczeń średnich dziennych została przekroczone każdego roku na każdej stacji pomiarowej. Co więcej, ilość przekroczeń normy na stacji Aleje jest znacznie większa każdego roku. Wartości z roku 2016 wskazują na nieznaczną poprawę stanu jakości powietrza, zwłaszcza ze względu na rosnącą tendencję ilości dni po których została przekroczone norma.

## 5. Analiza średniego przebiegu dobowego

Na podstawie analizowanych danych pomiarowych wyliczone zostały średnie przebiegi dobowe stężeń PM<sub>10</sub> dla każdej pory roku i dla każdej stacji pomiarowej:

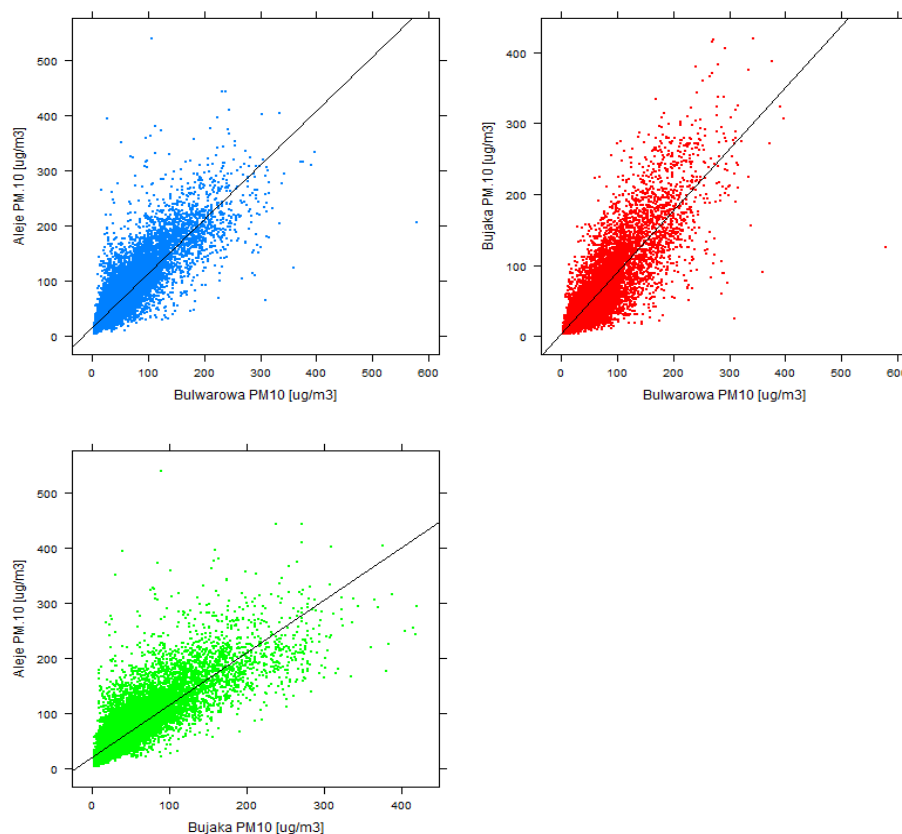


Wykres 3. Średnie przebiegi dobowe podzielone na pory roku dla każdej stacji

Na wykresie widać, że średnie przebiegi dobowe mają taki sam charakter dla każdej ze stacji oraz stacja Aleje jest przesunięta w kierunku wyższych stężeń, co widać także na poprzednich wykresach. Na wszystkich wykresach widać charakterystyczny pik stężenia o środku w okolicy godziny 7, pik ten może odpowiadać wzrostowi stężenia ze względu na wzmożony ruch samochodów w godzinach porannych. Następnie w środku dnia temperatura a zatem konwekcja termiczna powoduje rozproszenie pyłu. Wieczorem za to, profil termiczny atmosfery zmienia się i pyły opadają spowrotem na miasto. Dodatkowo, widać że w zimie ze względu na temperaturę oraz okres grzewczy stężenia utrzymują wysokie wartości przez cały dzień podczas gdy w lecie wartości stężeń są najmniejsze.

## 6. Korelacje danych

W kolejnym kroku wyznaczono współczynniki korelacji pomiędzy danymi ze stacji pomiarowych. Wartości współczynników korelacji przedstawione są w tabeli 4. a poniższy wykres przedstawia chmury korelacji pomiędzy stacjami.



Wykres 4. Chmury korelacji pomiędzy trzema stacjami z dopasowaniem liniowym

Tabela 4. Macierz korelacji pomiędzy danymi pomiarowymi z trzech stacji

	Aleje	Bujaka	Bulwarowa
Aleje	1	0.84	0.865
Bujaka	0.84	1	0.865
Bulwarowa	0.865	0.865	1

Uzyskane wartości korelacji pomiędzy stacjami sugerują znaczną korelację danych pomiarowych. Prosta dopasowana do chmur korelacji dla Alei wykazuje przesunięcie o stałą wartość zatem stacja Aleje istotnie posiada dodatkowy czynnik zwiększający wartości pomiaru.

## 7. Podsumowanie

W zakresie ćwiczenia wyznaczono i przeanalizowano średnie dzienne, miesięczne oraz roczne dla badanego zestawu danych stężenia pyłu PM10 w Krakowie z trzech różnych stacji. Uzyskane wyniki jednoznacznie wskazują na zanieczyszczenie powietrza pod względem stężenia pyłu PM10 w Krakowie ze względu na przekroczone normy zarówno roczne jak i dzienne w każdym z badanych lat. Porównanie wartości pomiędzy badanymi latami wskazuje na nieznaczną poprawę jakości powietrza, jednakże wartości te wciąż przekraczają normy.