



# Stowarzyszenie Krakowski Alarm Smogowy

---

---

**Raport z przeprowadzonych badań**

**Wyniki pomiarów jakości powietrza dla miasta  
Wadowice w okresie 24.01.2017-23.01.2018.**

opracowali: **Damian Zięba, Anna Dworakowska**

**Kraków, kwiecień 2018**

*Działanie realizowane w ramach projektu „Wdrażanie Programu ochrony powietrza dla województwa małopolskiego – Małopolska w zdrowej atmosferze” LIFE14 IPE PL 021/LIFE IP MALOPOLSKA. Raport przedstawia wyłącznie poglądy autora, a Komisja Europejska nie ponosi odpowiedzialności za żadne ewentualne wykorzystanie zawartych w nim informacji.*

**Podziękowania:** *Stężenie benzo( $\alpha$ )pirenu oraz masy filtrów zostały oznaczone częściowo przez zespół Pani Katarzyny Styszko (Katedra Chemii Węgla i Nauk o Środowisku, Wydział Energetyki i Paliw, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie oraz przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Krakowie). System do archiwizacji i przetwarzania danych dla stacji w Wadowicach był dostarczony pro bono przez firmę DAC System Tomasz Kosiak. Stowarzyszenie Krakowski Alarm Smogowy chciałby wyrazić podziękowanie powyższym instytucjom za współpracę i wsparcie.*

# Spis treści

<b>1</b>	<b>Wstęp</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Główne wyniki</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Metodyka pomiaru zanieczyszczenia powietrza</b>	<b>6</b>
3.1	Położenie stacji pomiarowej . . . . .	6
3.2	Wyposażenie stacji pomiarowej . . . . .	7
3.3	Pomiar stężenia pyłu . . . . .	7
3.3.1	Pobornik grawimetryczny PNS-15 . . . . .	7
3.3.2	Monitor cząstek stałych BAM-1020 . . . . .	9
<b>4</b>	<b>Wyniki pomiarów</b>	<b>10</b>
4.1	Stężenie pyłu PM10 . . . . .	10
4.1.1	Stężenia średniodobowe . . . . .	10
4.1.2	Zestawienie stężenia średniodobowego z temperaturą średniodobową. . . . .	11
4.1.3	Stężenia średniomiesięczne . . . . .	13
4.2	Stężenie benzo( $\alpha$ )pirenu dla pyłu PM10 . . . . .	14
4.2.1	Stężenia średniotygodniowe . . . . .	14
4.2.2	Stężenia średniomiesięczne . . . . .	15
	<b>Bibliografia</b>	<b>16</b>
	<b>Spis tabel</b>	<b>17</b>
	<b>Spis rysunków</b>	<b>18</b>

# Rozdział 1

## Wstęp

Pomimo względnej poprawy wynikającej z nałożenia na przemysł wymogów emisyjnych, jakość powietrza w naszym kraju wciąż znacznie odbiega zarówno od wymogów prawodawstwa polskiego i unijnego, jak i rekomendacji Światowej Organizacji Zdrowia (WHO). Coroczne raporty Europejskiej Agencji Środowiska potwierdzają, że Polska znajduje się w czołówce krajów Unii Europejskiej jeśli chodzi o zanieczyszczenie powietrza pyłem PM<sub>10</sub>, pyłem PM<sub>2,5</sub> oraz rakotwórczym benzo[a]pirenem [1].

Dla budowania świadomości społecznej problemu niezbędny jest dostęp do informacji na temat jakości powietrza w danej miejscowości. Wyniki badań ilościowych przeprowadzonych w Małopolsce wskazują, że świadomość ta jest znacznie niższa w mniejszych miastach i na wsiach niż w stolicy województwa [2]. Wynika to między innymi z tego, że mieszkańcy mniejszych miejscowości nie mają dostępu do aparatury pomiarowej i po prostu nie wiedzą jaka jest jakość powietrza w miejscu ich zamieszkania, a problem zanieczyszczenia powietrza kojarzą jedynie z Krakowem.

Aby zwiększyć świadomość społeczną problemu, jak również uzmysłwić społeczeństwu, że zanieczyszczenie powietrza to również problem nawet najmniejszych miejscowości, niezbędne jest zwiększenie sieci monitoringu jakości powietrza. Dzięki obecności stacji pomiarowej w danej miejscowości społeczność lokalna ma możliwość obserwowania parametrów świadczących o bieżącej jakości powietrza, a także dostosować swoje indywidualne zachowania w celu ochrony zdrowia przed negatywnym wpływem zanieczyszczenia. Jest to istotne szczególnie w momencie stabilnej sytuacji barycznej na większym obszarze. W takich momentach stężenie związków w atmosferze jest silnie uzależnione od lokalnej emisji i charakteryzuje się dużym zróżnicowaniem przestrzennym. W związku z tym wartości dla stacji odległej o 50 kilometrów dają zupełnie niemiernodajne wyniki.

W ramach realizacji programu LIFE Małopolska w Zdrowej Atmosferze, Stowarzyszenie Krakowski Alarm Smogowy we współpracy z władzami miasta Wadowice zainstalowało stację pomiarową na placu Jana Pawła II w Wadowicach, w celu określenia zmienności sezonowej stężenia pyłu PM<sub>10</sub> oraz stężenia benzo(α)pirenu w pyłe PM<sub>10</sub> dla miasta Wadowice. Raport przedstawia wyniki pomiarów dla okresu 24.01.2017-23.01.2018.

# Rozdział 2

## Główne wyniki

Raport przedstawia podsumowanie dotychczasowych wyników badań dotyczących jakości powietrza w Wadowicach. Dane pomiarowe wskazują, że źródłem zanieczyszczenia pyłami PM10 jest głównie niska emisja w okresie jesienno-zimowym. Dla okresu letniego, gdzie dominującym źródłem pyłu w atmosferze staje się transport, jest widoczne obniżenie stężenia pyłu w stosunku do okresu jesienno-zimowego. Stężenie pyłu PM10, jak również stężenie BaP dla pyłu PM10 są istotnie większe dla Wadowic w stosunku do średnich stężeń w Krakowie.

Dla stacji w Wadowicach obliczono ilość dni z przekroczeniem normy dobowej, przekroczeniem poziomu informowania oraz poziomu alarmowego za okres 365 dni od momentu zainstalowania stacji pomiarowej. Wyniki porównano dla średniej ze stacji Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Krakowie znajdujących się na terenie miasta Kraków. Wyniki zestawienia zostały przedstawione w Tab. 2.1.

Tabela 2.1: Zestawienie wyników za okres 24.01.2017-23.01.2018. Porównanie Wadowic ze średnimi wartościami dla stacji Wojewódzkiego Inspektorat Ochrony Środowiska w Krakowie. Stężenie dla Krakowa przyjęto jako średnią z 8 stacji zamontowanych na terenie miasta.

	Kraków	Wadowice
Dopuszczalna ilość dni w roku ( $>50\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	35	
Ilość dni powyżej normy ( $>50\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	83	103
Przekroczenie progu informowania ( $>200\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	6	12
Przekroczenie progu alarmowania ( $>300\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	1	5
Norma średnioroczna, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	40	
Stężenie średnioroczne, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	41,6	48,7

Dane przedstawione w raporcie pokazują, w jak dużym stopniu niska emisja wpływa na jakość powietrza w Wadowicach oraz jak pilne jest wdrażanie szeroko zakrojonych działań naprawczych.

## Rozdział 3

# Metodyka pomiaru zanieczyszczenia powietrza

### 3.1 Położenie stacji pomiarowej

Stacja pomiarowa została umieszczona na placu Jana Pawła II w Wadowicach, będących częścią aglomeracji Krakowskiej. Położenie miasta Wadowice w odniesieniu do Krakowa zostało przedstawione na mapie Google Rys. 3.1. Lokalizacja stacji została wybrana tak, aby oddawać stężenie dla części miasta, w której potencjalnie będzie przebywało w skali roku najwięcej ludzi na wolnym powietrzu. Plac Jana Pawła II jest miejscem, które jest odwiedzane przez turystów, jak również przez lokalną społeczność.



Rysunek 3.1: Położenie Wadowic w odniesieniu do Krakowa (<https://www.google.com/maps>).

## 3.2 Wyposażenie stacji pomiarowej

Konstrukcja stacji pomiarowej opiera się na stacjach wykorzystywanych w sieci monitoringu jakości powietrza stosowanym przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Stacją pomiarową stanowi mobilny kontener wyposażony w: monitor cząstek stałych BAM-1020, pobornik grawimetryczny model PNS-15 oraz stację meteo Davis model 6250. Wszystkie dane są archiwizowane w ramach infrastruktury udostępnionej pro bono przez firmę DAC System Tomasz Kosiak. Zdjęcie stacji przedstawione na Rys. 3.2.



Rysunek 3.2: Zdjęcie stacji w czasie jej instalacji w Wadowicach. [fot. Szymon Lukaj]

## 3.3 Pomiar stężenia pyłu

### 3.3.1 Pobornik grawimetryczny PNS-15

Nisko-objętościowy pobornik grawimetryczny PNS-15 pozwala na wyznaczenie stężenia pyłu zawieszonego za pomocą metody uznanej za referencyjną. Metoda referencyjna jest opisana w normie PN-EN12341.

Zdjęcie pobornika jest przedstawione na Rys. 3.3. Urządzenie pozwala określić stężenie pyłu zawieszonego metodą wagową. W swej konstrukcji możemy porównać to urządzenie do bardzo precyzyjnego

odkurzacza. Pomiar stężenia pyłu zawieszonego w przypadku tego urządzenia możemy podzielić na trzy etapy. W pierwszym etapie określamy masę filtrów przed ekspozycją (czystego filtra). W następnym kroku umieszczamy kasetę z filtrami w poborniku. Każdy z filtrów jest poddawany ekspozycji trwającej 24 h (przez każdy filtr jest wymuszany jest przepływ powietrza atmosferycznego znajdującego się w miejscu instalacji pobornika). W czasie ekspozycji filtra jest prowadzony pomiar przepływu w celu określenia łącznej objętości powietrza, jaka została przepompowana przez powierzchnię filtra. W kolejnym etapie filtry są ważone. Stężenie pyłu określa się jako iloraz różnicy między masą końcową filtra oraz masą początkową filtra i łącznej objętości powietrza przepompowanej przez filtr. Ważenie filtrów czystych jak również po ekspozycji jest wykonywane w ściśle określonych warunkach (tzw. kondycjonowanie filtra w ściśle określonej temperaturze oraz wilgotności). Dzięki kondycjonowaniu uniezależniamy się od wpływu wilgotności na masę filtra.

Urządzenie pozwala na określanie stężenia pyłu PM10 oraz PM2.5. Zmiany pomiaru dokonuje się poprzez zmianę głowicy filtracyjnej znajdującej się na początku otworu służącego do poboru powietrza do analizy. W urządzeniu można zdefiniować rozdzielczość czasową, z jaką mają być ekspozowane poszczególne filtry. Ze względu na zastosowane normy jakości powietrza oraz zwiększenie precyzji pomiaru stosuje się w większości wypadków 24 h okres ekspozycji filtrów.

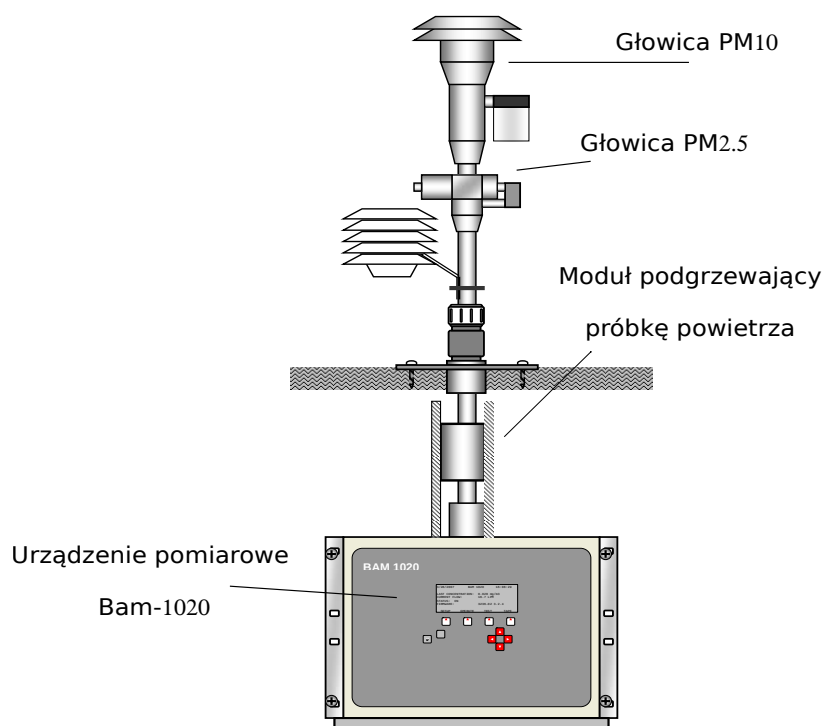
Zaletą metody grawimetrycznej jest możliwość analizowania filtrów pod kątem stężenia związków zaadsorbowanych na powierzchni pyłu. W ramach przeprowadzonych badań były oznaczane stężenia benzo(a)pirenu w pyłe zawieszonym PM10. W pierwszym etapie pomiar odbywał się w Katedrze Chemii Węgla i Nauk o Środowisku, Wydział Energetyki i Paliw, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie. Od 1.11.2017 analizy stężenia benzo( $\alpha$ )pirenu były prowadzone przez laboratorium Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Krakowie.



Rysunek 3.3: Zdjęcie pobornika grawimetrycznego PNS-15.

### 3.3.2 Monitor cząstek stałych BAM-1020

BAM-1020 produkowany przez firmę MetOne jest urządzeniem pozwalającym wyznaczyć stężenie pyłu zawieszonego PM10 albo PM2.5 (w zależności od zastosowanej głowicy filtracyjnej). Rozdzielczość czasowa pomiaru wynosi 1 h. Pomiar w dużej mierze pokrywa się z metodą grawimetryczną. Pomiar stężenia odbywa się poprzez poddanie materiału filtracyjnego ekspozycji trwającej 50 minut (42 min dla frakcji PM2.5). Objętość przepompowaną przez filtr określa się poprzez pomiar przepływu. Masa jest określana metodą radio-izotopową. Pomiar masy odbywa się poprzez pomiar stopnia osłabienia wiązki promieniowania beta (pochodzącej ze źródła  $^{14}\text{C}$ ). Pomiaru dokonuje się dla filtra przed i po ekspozycji. Różnicę z tych dwóch pomiarów przelicza się na masę pyłu. W urządzeniu wprowadzono dodatkową kontrolę poprzez zamontowanie membrany o niezmienniej grubości, która jest okresowo poddawana pomiarowi. Jeśli urządzenie podczas pomiaru membrany uzyska wynik poza wyznaczonym zakresem przerywa dalszy pomiar wysyłając jednocześnie kod błędu. Zdjęcie poglądowe urządzenia zostało przedstawione na rysunku 3.4. Urządzenie BAM-1020 ma niewątpliwą przewagę nad pobornikiem grawimetrycznym, ponieważ pozwala informować społeczeństwo z jedno godzinnym opóźnieniem o stężeniu pyłu zawieszonego w powietrzu. To dzięki tego typu urządzeniom możemy na bieżąco być informowani o złej jakości powietrza. Urządzenie charakteryzuje bardzo duża stabilność pomiaru. Uzyskało ono status metody równoważnej metodzie referencyjnej. Zakres pomiarowy dla konfiguracji stosowanej aktualnie w Wadowicach to  $0\text{-}1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Rozdzielczość pomiaru wynosi  $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , niepewność pomiaru średniej godzinnej dla poziomu ufności 95%  $4,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Niepewność pomiaru średniej dobowej dla poziomu ufności 95% jest mniejsza niż  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .<sup>1</sup>



Rysunek 3.4: Schematyczne przedstawienie układu pomiarowego BAM-1020. Zmodyfikowano na podstawie [3].

<sup>1</sup>Informacje na podstawie specyfikacji producenta.

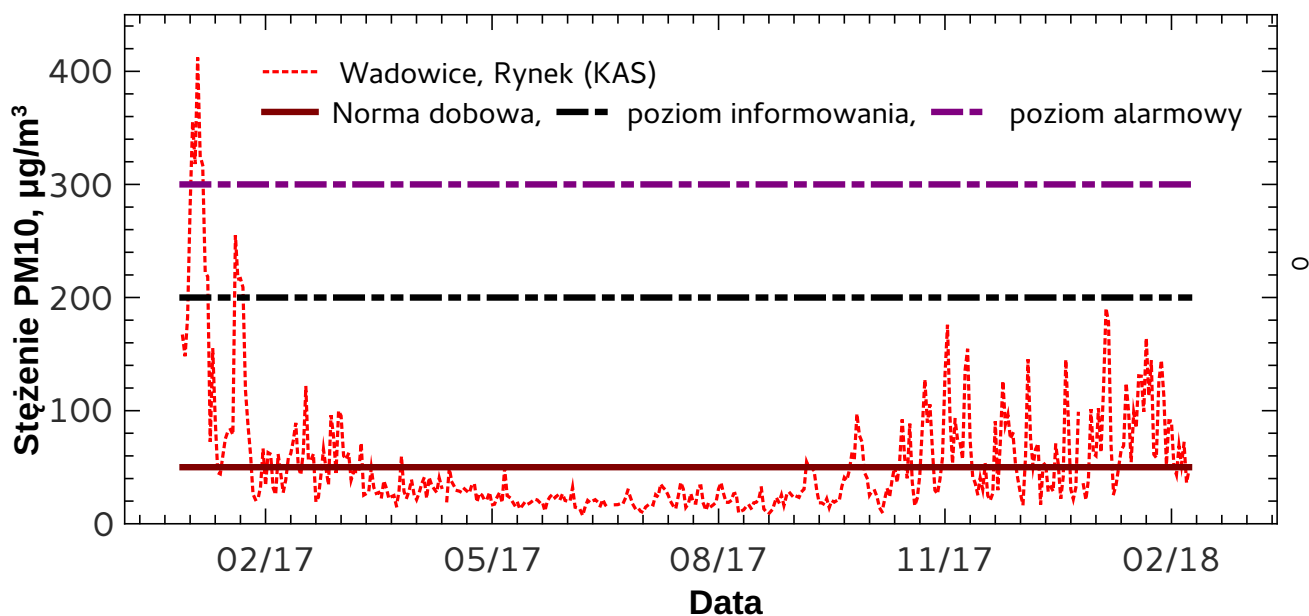
# Rozdział 4

## Wyniki pomiarów

### 4.1 Stężenie pyłu PM10

#### 4.1.1 Stężenia średniodobowe

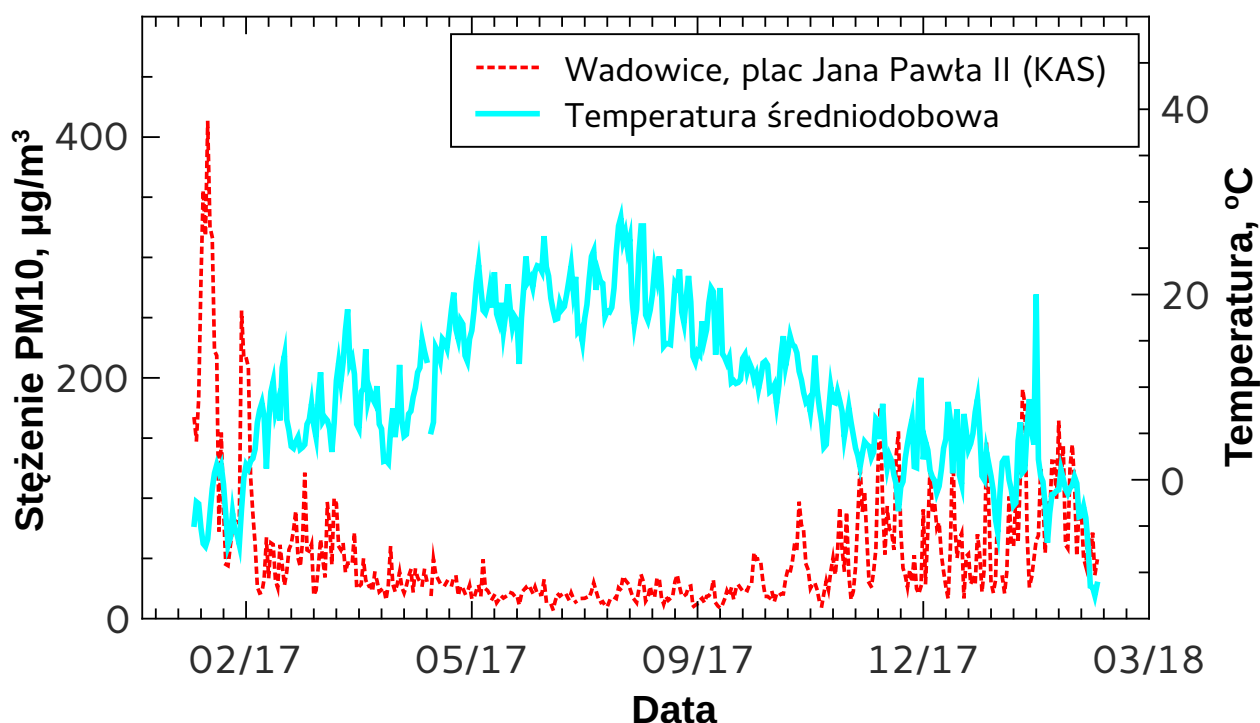
Stacja pomiarowa została zainstalowana w Wadowicach w dniu 23.01.2017. Na Rys. 4.1 przedstawione zostały wyniki pomiaru stężenia średniodobowego dla okresu 24.01.2017-28.02.2018. Na rysunku zaznaczono dodatkowo wartość stężenia dla normy dobowej dla pyłu zawieszonego PM10 wynoszącej w Polsce  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  oraz poziomy: informowania  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i alarmowy  $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



Rysunek 4.1: Średniodobowe stężenie pyłu zawieszonego PM10 na stacji w Wadowicach. Na wykresie zaznaczono wartość normy średniodobowej  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , poziom informowania  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  oraz poziom alarmowy  $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dane pomiarowe dla okresu 24.01.2017-28.02.2018.

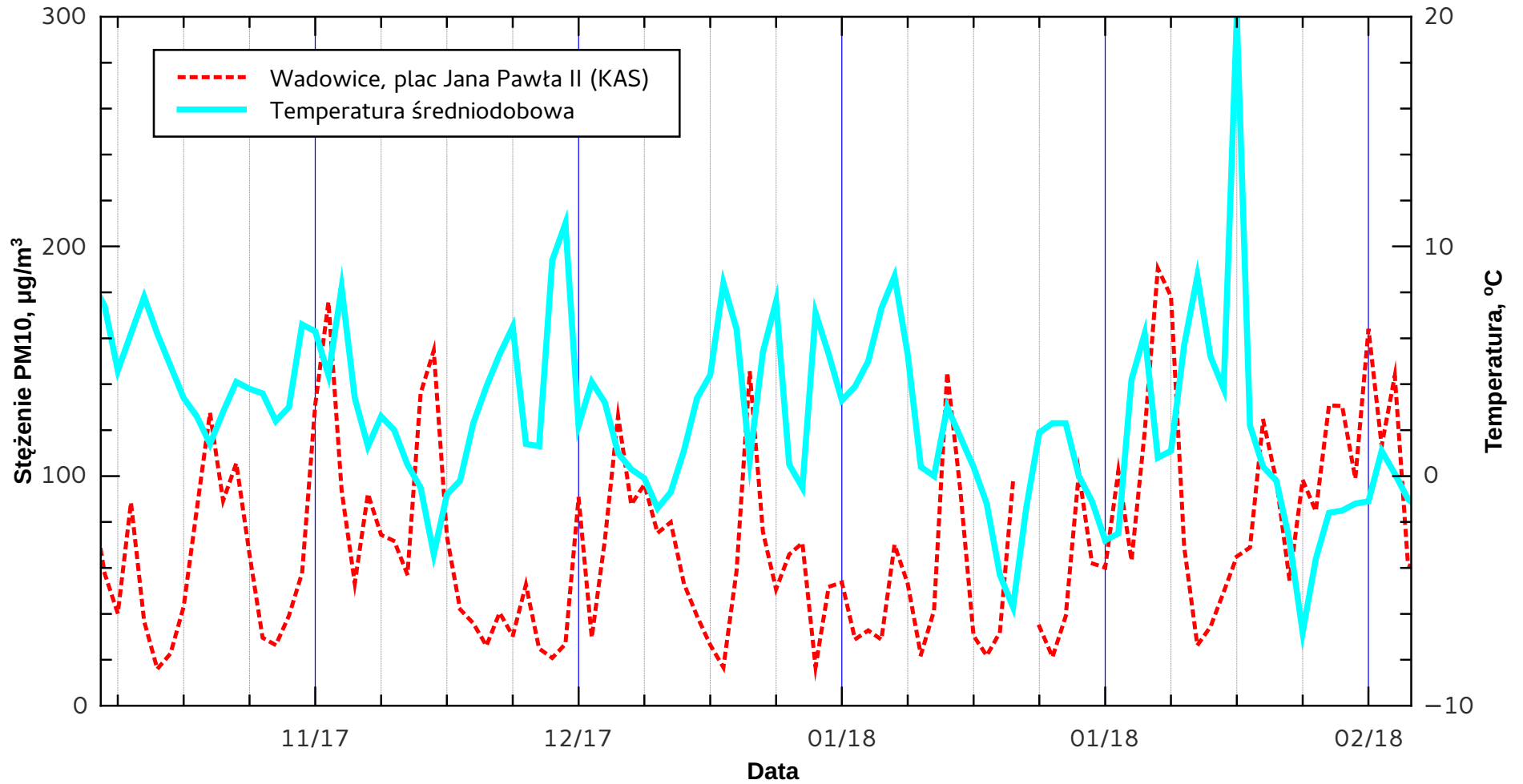
### 4.1.2 Zestawienie stężenia średniodobowego z temperaturą średniodobową.

Na Rys. 4.2 zostały przedstawione wyniki pomiaru stężenia średniodobowego w zestawieniu z temperaturą średnią dla danej doby. W okresie letnim obserwujemy dość niskie wartości stężenia PM10. Emisja z tego okresu jest związana głównie z ruchem kołowym oraz reemisją pyłu znajdującego się na powierzchni ziemi. Wykres pokazuje silną zależność między temperaturą a stężeniem pyłu w atmosferze. Ponadto na wartość stężenia duży wpływ ma: temperatura powietrza, aktualna sytuacja baryczna, opad, obecność inwersji temperaturowej w atmosferze oraz ukształtowanie terenu. Czynniki temperaturowe mocno wpływają na ilość emisji pyłu w okresie grzewczym, natomiast pozostałe czynniki wpływają na utrzymywanie się wysokich stężeń dla miejscowości (zanieczyszczenia nie ulegają rozproszeniu).



Rysunek 4.2: Zmienność czasowa stężenia średniodobowego pyłu zawieszonego PM10 dla stacji w Wadowicach zestawiona z temperaturą średnią dla danej doby.

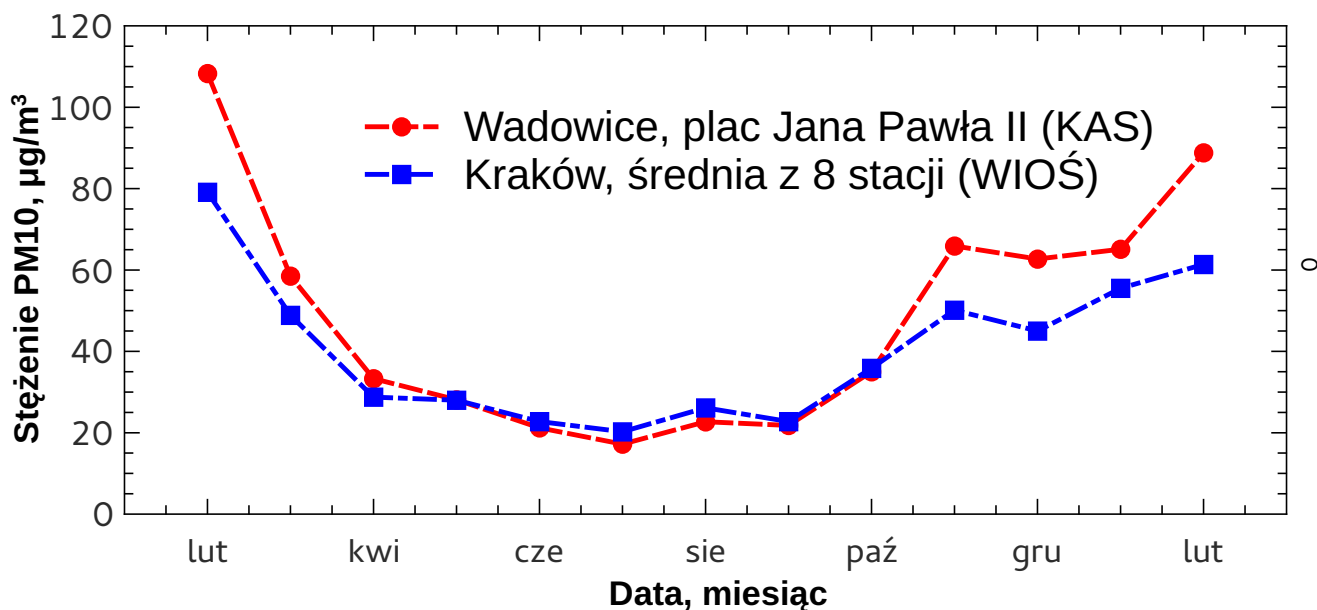
Rys.4.3 przedstawia wycinek pomiarowy dla okresu grzewczego w celu dokładniejszego przedstawienia zależności stężenia oraz temperatury. W zestawieniu widoczne są wzrosty stężenia pyłu dla lokalnych minimów temperaturowych. Jest to związane z tym, że w czasie obniżenia temperatury na zewnątrz w stosunku do chwilowej równowagi termicznej budynku, jest konieczne dostarczenie chwilowo większej dawki ciepła. Przekłada się to w większości wypadków na zwiększoną emisję pyłu do atmosfery.



Rysunek 4.3: Zestawienie stężenia średniodobowego z temperaturą średniodobową dla okresu grzewczego. Maksymalne lokalne stężenia wiodoczne dla lokalnych minimów temperatury.

### 4.1.3 Stężenia średniomiesięczne

Rys. 4.4 przedstawia porównanie stężenia średniego dla poszczególnych miesięcy od lutego 2017 do marca 2018. Wyniki zostały zestawione z wartościami średnimi dla Krakowa. Wartość dla Krakowa została obliczona na podstawie wyników z 8 stacji Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Krakowie. W okresie grzewczym widoczne są podwyższone wartości dla Wadowic w stosunku do Krakowa. Oznacza to, że w Wadowicach wpływ niskiej emisji na stężenie pyłu jest istotnie większy w stosunku do Krakowa. W okresie letnim obserwujemy podwyższone wartości dla Krakowa względem Wadowic. Podwyższone wartości dla Krakowa tłumaczymy większym w stosunku do Wadowic ruchem kołowym.

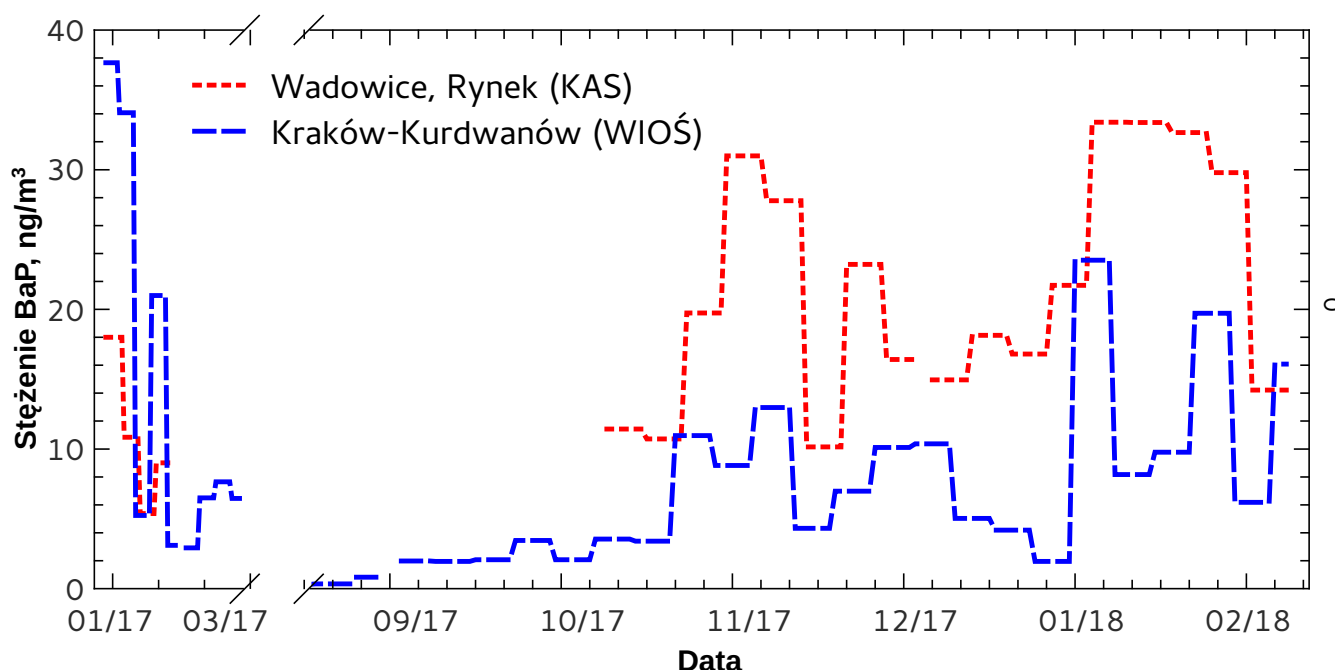


Rysunek 4.4: Zmienność czasowa stężenia średniomiesięcznego pyłu zawieszonego PM10 dla stacji w Wadowicach. Wyniki zestawiono z wartościami średnimi dla miasta Krakowa (obliczenia na podstawie 8 stacji Wojewódzkiego Inspektorat Ochrony Środowiska w Krakowie).

## 4.2 Stężenie benzo( $\alpha$ )pirenu dla pyłu PM10

### 4.2.1 Stężenia średniotygodniowe

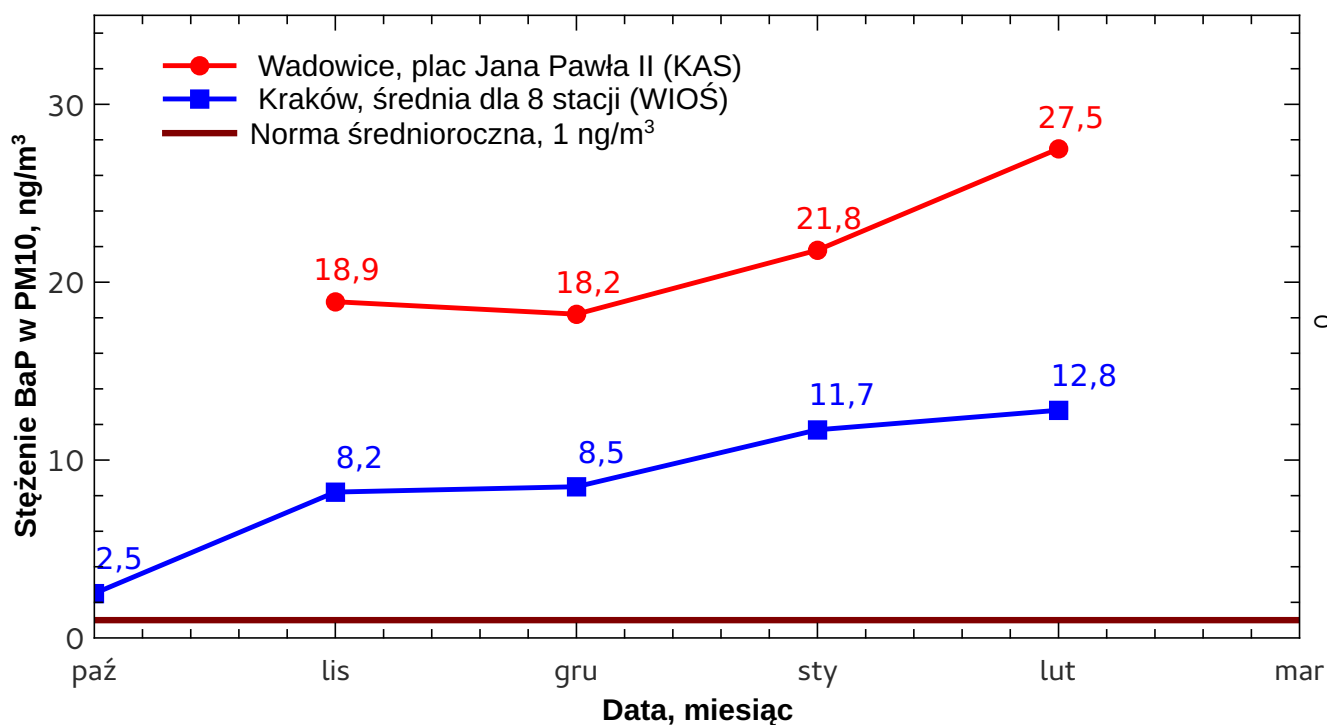
Rys. 4.5 przedstawia porównanie stężenia średniotygodniowe dla okresu styczeń 2017-marzec 2018. W okresie od stycznia 2017 do końca października 2018 analizy stężenia benzo( $\alpha$ )pirenu dla pyłu PM10 było wykonane przez zespół Pani Katarzyny Styszko (Katedra Chemii Węgla i Nauk o Środowisku, Wydział Energetyki i Paliw, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie. Od początku listopada 2018 stężenie benzo( $\alpha$ )pirenu było oznaczane przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Krakowie.



Rysunek 4.5: Zmienność czasowa stężenia średniotygodniowego benzo( $\alpha$ )pirenu dla pyłu zawieszonego PM10 dla stacji w Wadowicach. Wyniki zestawiono z wartościami średniotygodniowymi dla stacji Kraków-Kurdwanów.

### 4.2.2 Stężenia średniomiesięczne

Dla pełnych miesięcy pomiarowych zostały wyznaczone średniomiesięczne stężenia benzo( $\alpha$ )pirenu dla stacji w Wadowicach. Rys. 4.6 przedstawia porównanie stężenia średniomiesięczne dla okresu listopad 2017-marzec 2018. Dane pomiarowe wskazują, że stężenia w Wadowicach są dużo wyższe w stosunku do średniej wartości w Krakowie.



Rysunek 4.6: Zmienność czasowa stężenia średniomiesięcznego benzo( $\alpha$ )pirenu dla pyłu zawieszonego PM10 dla stacji w Wadowicach w okresie listopad 2017 - luty 2018. Wyniki zestawiono z wartościami średniomiesięcznymi dla 8 stacji Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Krakowie.

# Bibliografia

- [1] EEA, 2017, Air quality in Europe — 2017 report, EEA Report No 13/2017, European Environment Agency ([https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2017/at\\_download/file](https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2017/at_download/file)) dostęp 20 kwietnia 2018,
- [2] Jakość powietrza w ocenie mieszkańców województwa Małopolskiego, Raport z badań, Łukasz Pytliński, CEM Instytut Badania Rynku i Opinii Publicznej (<https://krakowskialarmsmogowy.pl/aktualnosci/download/id/708>) dostęp 20 kwietnia 2018
- [3] BAM 1020 PARTICULATE MONITOR OPERATION MANUAL, BAM-1020-9800 REV G, Met One Instruments, Inc.

# Spis tabel

2.1 Zestawienie dni z przekroczeniami Kraków-Wadowice. . . . .	5
--	---

# Spis rysunków

3.1	Położenie Wadowic w odniesieniu do Krakow. . . . .	6
3.2	Zdjęcie stacji w czasie jej instalacji w Wadowicach. . . . .	7
3.3	Zdjęcie pobornika grawimetrycznego PNS-15. . . . .	8
3.4	Układu pomiarowego BAM-1020 . . . . .	9
4.1	Zmienność czasowa stężenia średniodobowego pyłu zawieszonego PM10. . . . .	10
4.2	Zestawienie stężenia średniodobowego PM10 z temperaturą średniodobową. . . . .	11
4.3	Zestawienie stężenia pyłu z temperaturą – okres grzewczy. . . . .	12
4.4	Stężenie pyłu PM10 – średnie miesięczne. . . . .	13
4.5	Stężenie benzo( $\alpha$ )pirenu dla pyłu PM10 – średniotygodniowe. . . . .	14
4.6	Stężenie benzo( $\alpha$ )pirenu dla pyłu PM10 – średniomiesięczne. . . . .	15