



UNIwersytet JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE

Wyniki pomiarów pyłu zawieszonego na terenie Gminy Kalwaria Zebrzydowska za rok 2022

Projekt badawczy: Storm&DustNet
TymOddycham.uj.edu.pl

dr hab. inż. Zenon Nieckarz, prof. UJ

Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej
Uniwersytet Jagielloński

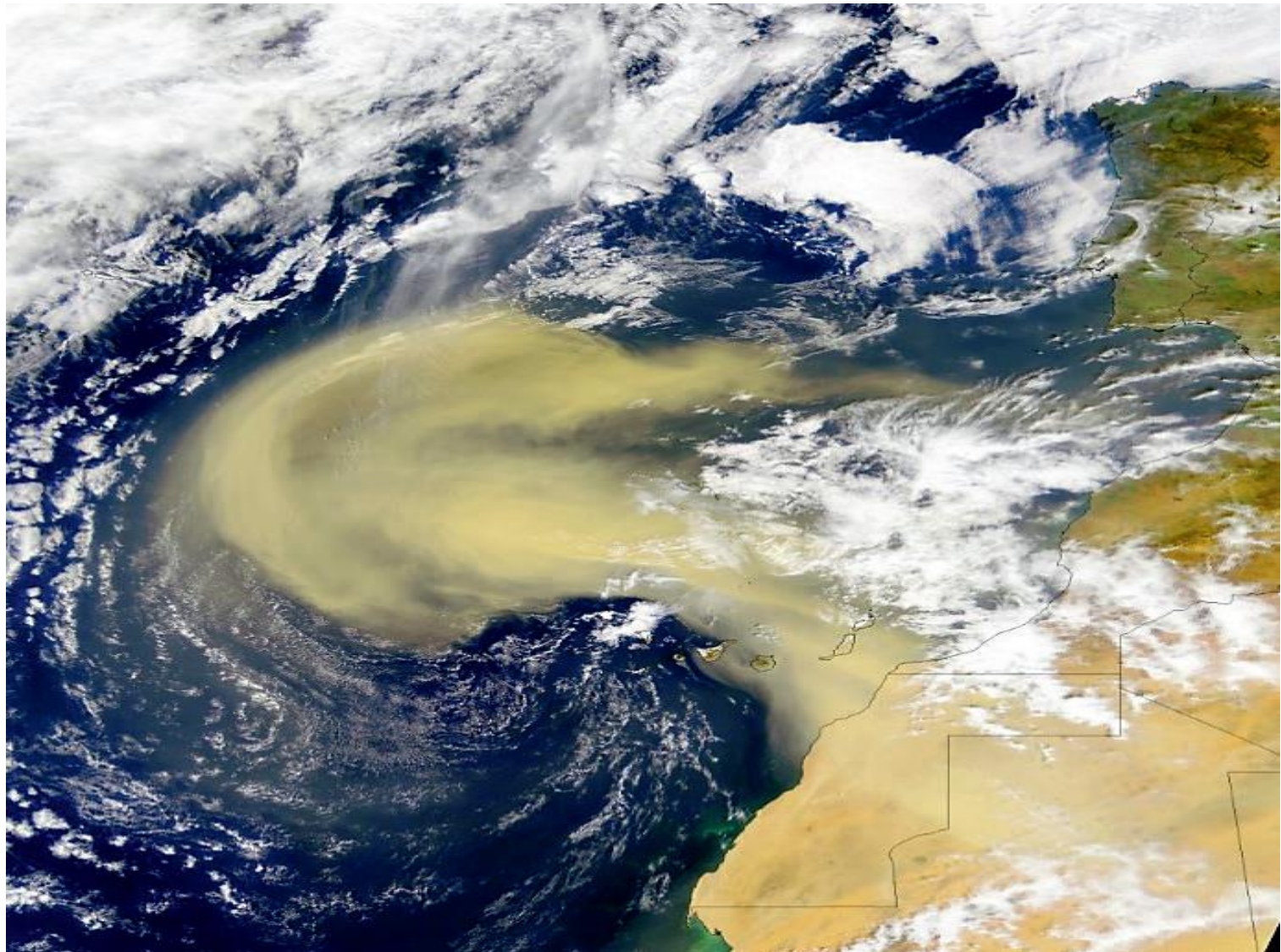
Kalwaria Zebrzydowska, 19.01.2023 r.

„Ograniczenie niskiej emisji na terenie Gminy Kalwaria Zebrzydowska”



Całkowita roczna emisja pyłów na świecie szacowana jest na **12 x 10⁹ ton** przy czym, aż **98%** stanowi emisja naturalna (Andreae i Rosenfeld, 2008), w której największy udział mają sól morską, pył mineralny i wybuchy wulkanów.

Polska emisja pyłu PM₁₀ w 2020 r. wyniosła 340,4 tys. ton. ([https:// stat.gov.pl](https://stat.gov.pl))



Atlantyk

Europa

Afryka

Data: 26 luty 2000 r. - chmura pyłu znad Sahary

Źródło: SeaWiFS Project, NASA/Goddard Space Flight Center i ORBIMAGE.

Pył zawieszony w powietrzu (PM)

(ang. particulate matter)

Pył **PM10** składa się z cząstek stałych zawieszonych w powietrzu będących mieszaniną substancji organicznych i nieorganicznych, który zawiera cząstki o średnicy aerodynamicznej mniejszej niż 10 μm .

W pomiarach często wyznacza się wskaźniki: PM1.0, PM2.5, PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]



Negatywny wpływ PM

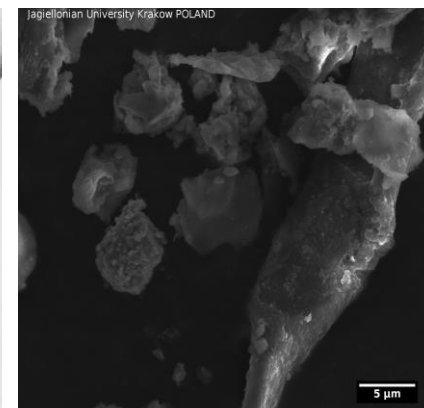
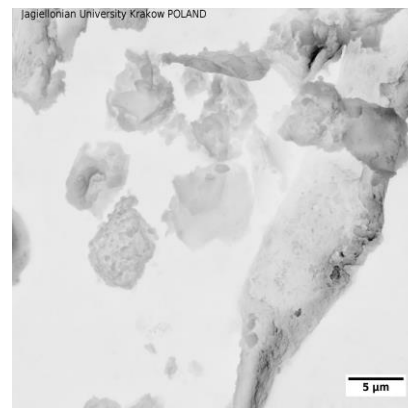
Mechanizmy oddziaływania:

- Zderzenie (bezwładność)
- Oddziaływanie elektrostatyczne
- Sedymentacja
- Dyfuzja

Naukowo udokumentowany negatywny wpływ na układy:

- Oddechowy – astma, rak płuc, POChP
- Krążenia – zawały serca, niedokrwienie
- Pokarmowy – zaburzenia pracy wątroby
- Rozrodczy – problemy z zajściem w ciążę
- Nerwowy – bóle głowy, zaburzenia ośrodkowego układu nerwowego, udar
- Immunologiczny - alergię

Jaki kształt ma pył zawieszony?



Zdjęcia z mikroskopu elektronowego wykonane w Zakładzie Fizyki Ciała Stałego WFAIS UJ

Głębokość wnika w układ oddechowy:

nos (5,8 - 30 μm)

gardło (5 - 5,8 μm)

tchawica (3,3 - 5 μm)

oskrzela (2 - 3,3 μm)

oskrzeliki końcowe (1 - 2 μm)

pęcherzyki płucne (poniżej 1 μm)

Stacja pomiarowa

Charakterystyka czasowa:

- 1 min - (30 pomiarów/min)
- 15 s - czas reakcji



Liczba cząsteczek / L :

- > 0.3 μm
- > 0.5 μm
- > 1.0 μm
- > 2.5 μm
- > 5.0 μm
- > 10.0 μm

Fracje masowe:

- PM1
- PM2.5
- PM10

Parametry:

- temperatura
- wilgotność
- ciśnienie
- i inne

Etapy oceny jakości pomiarów

0) Zaufanie do parametrów podanych przez producenta czujnika

1) Porównanie z wynikami WIOŚ

(<http://monitoring.krakow.pios.gov.pl/dane-pomiarowe/automatyczne>)

2) Wykorzystanie stacji referencyjnej

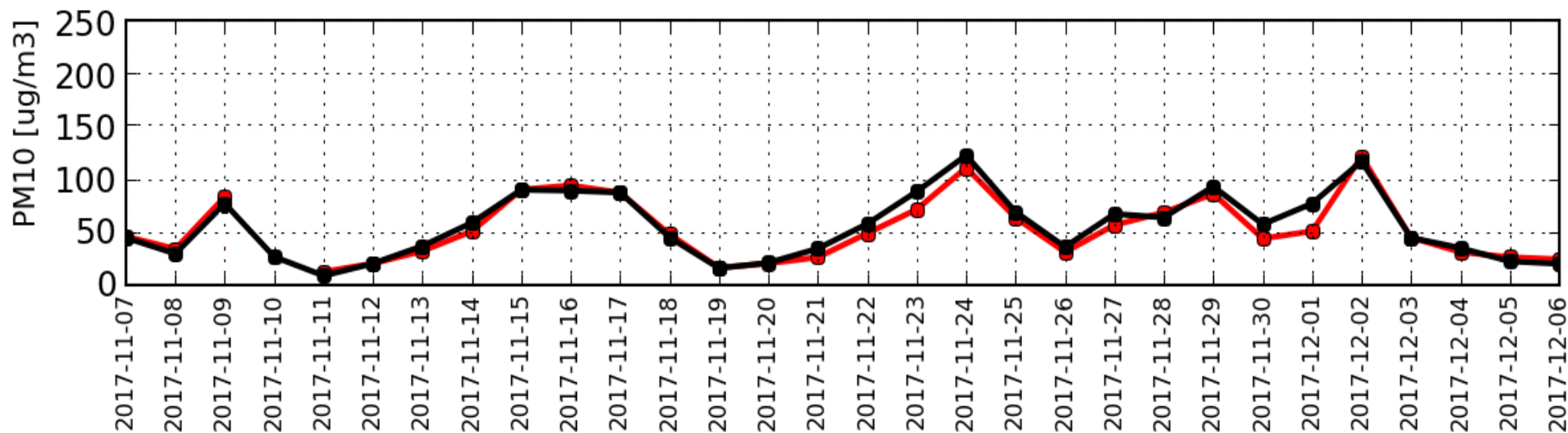
- stacja referencyjna
- powietrze o naturalnym zapyleniu (mówiąc potocznie zza okna)

3) Kalibracja

- automatyczny system kalibrujący (własna stacja referencyjna)
- kalibracja zakupionym pyłem standaryzowanym

4) Wysłanie do precyzyjnej kalibracji (duże koszty)

1) Porównanie z wynikami WIOŚ



- **Wyniki pomiarów ze stacji Storm&DustNet (SDN)**
<http://tymoddycham.uj.edu.pl>
- **Wyniki pomiarów WIOŚ**
<http://monitoring.krakow.pios.gov.pl/>

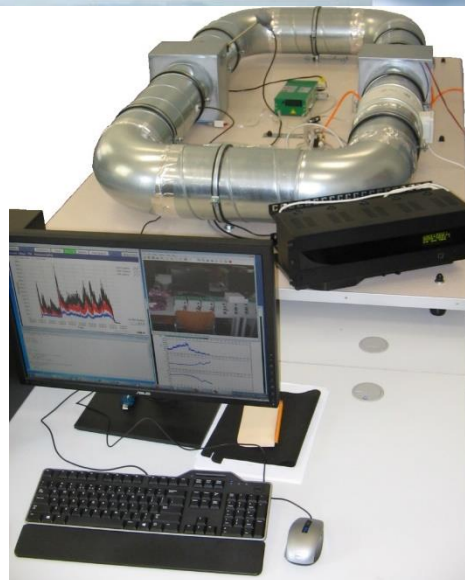
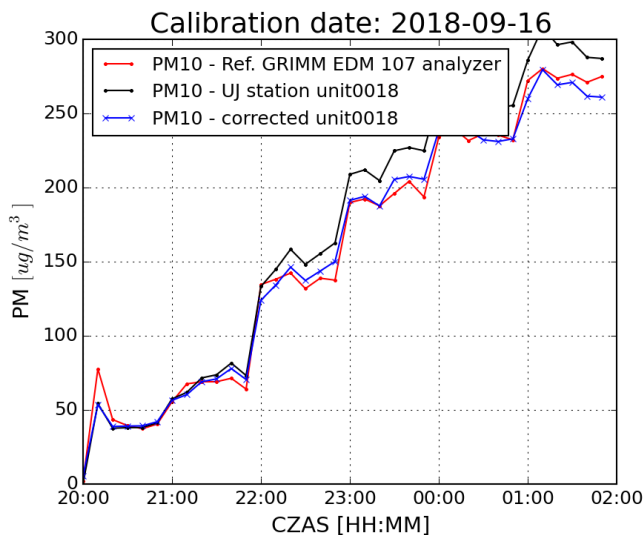
3) Kalibrator

Kontrolowane warunki kalibracji.

Elementy składowe:

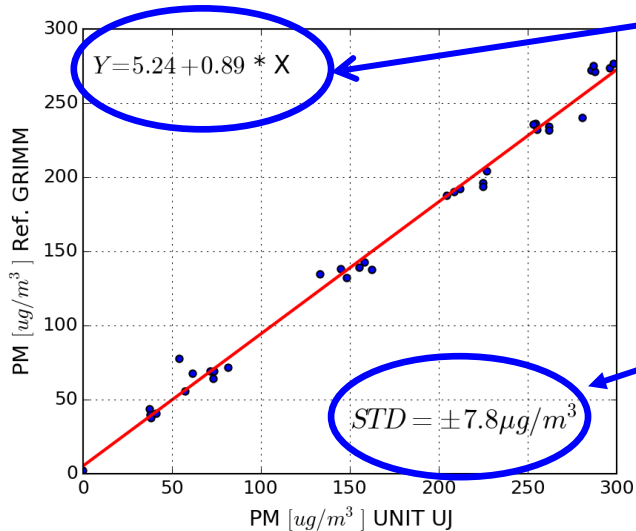
1. Platforma nośna z uchwytami
2. Tunel
3. Komora siatki
4. Komora pomiarowa
5. Wentylator
6. Czujnik temperatury
7. Czujnik wilgotności
8. Czujnik prędkości przepływu
9. Miernik referencyjny
10. Podajnik pyłu
11. Sterownik
12. Komputer z oprogramowaniem

Proces kalibracji



współczynniki kalibracyjne

$$\text{PM_UJ}_{\text{corrected}} = 5.24 + 0.89 * \text{PM_UJ}$$



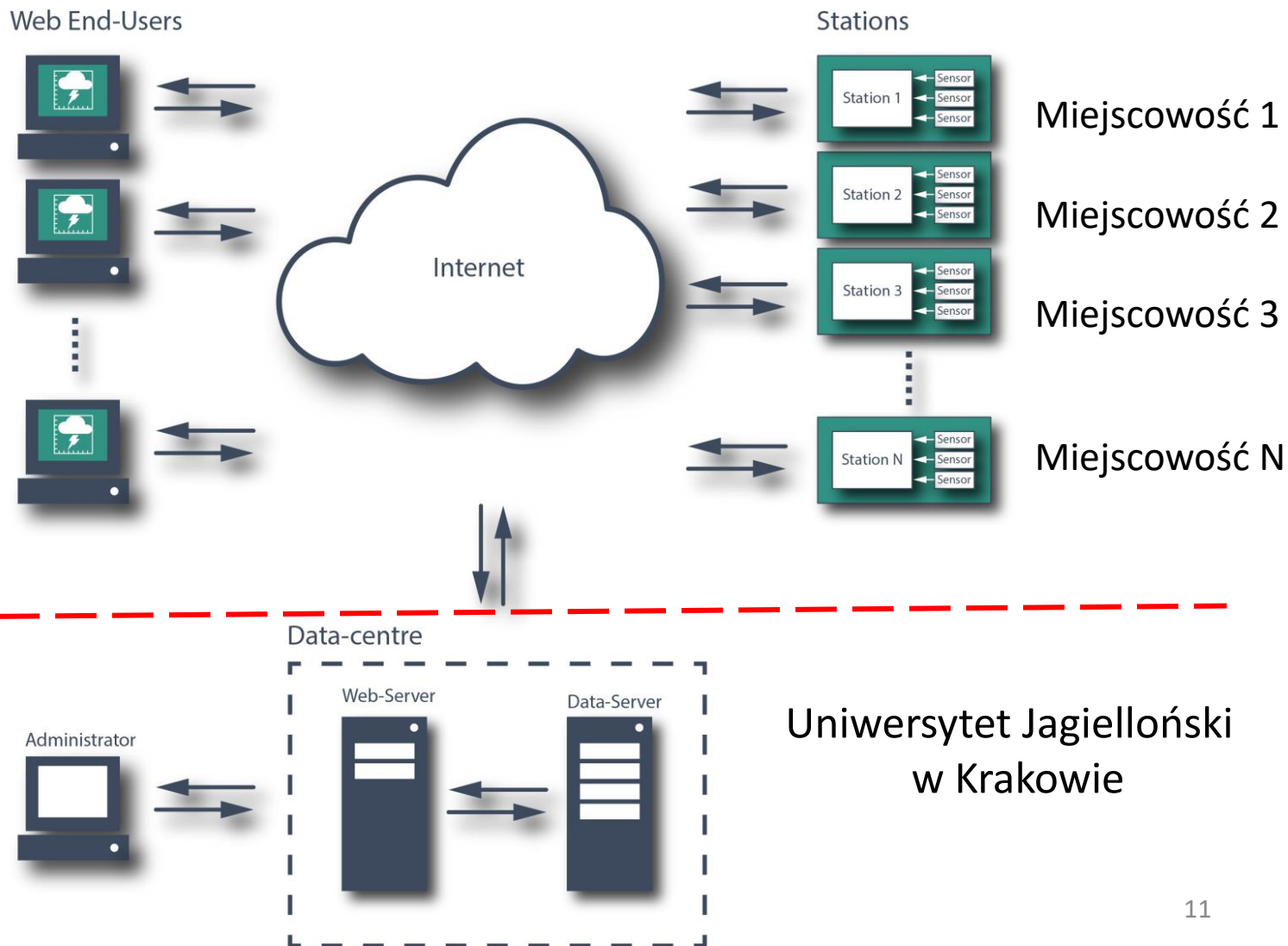
Błąd stacji po korekcje

$$\pm 8 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

$$(40 \div 260 \mu\text{g}/\text{m}^3)$$

Struktura sieci pomiarowej

Darmowy
nielimitowany
dostęp
do wyników
on-line
przez WWW



Uniwersytet Jagielloński
w Krakowie

Cechy sieci pomiarowej

1. Kalibracja początkowa i okresowa czujników
2. Ciągły pomiar i archiwizacja danych
3. Łatwość zasilania stacji (sieć lub akumulator, 5W)
4. Pomiary w terenie otwartym lub wewnątrz budynków
5. Zasilasz i działa (auto-lokalizacja GPS i dostęp on-line)

<http://tymoddycham.uj.edu.pl>

Widok strony głównej na PC

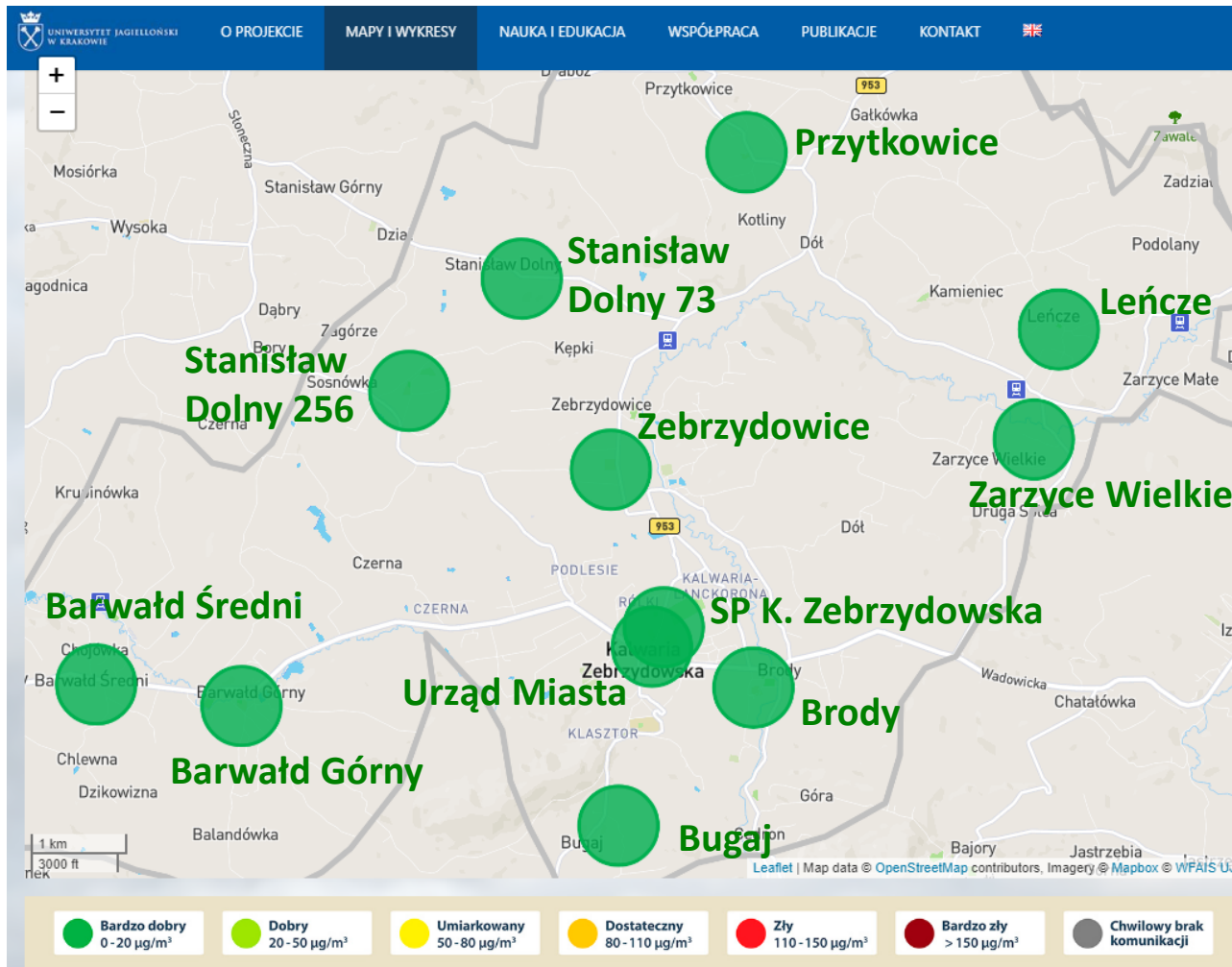
Działa na urządzeniach mobilnych

- telefon
- tablet

12 stacji na terenie
Gminy Kalwaria Zebrzydowska

KRYTERIA ZGODNE Z ZALECANymi PRZEZ
GŁÓWNY INSPEKTORAT OCHRONY ŚRODOWISKA

<http://powietrze.gios.gov.pl/pjp/current>



Zastosowania

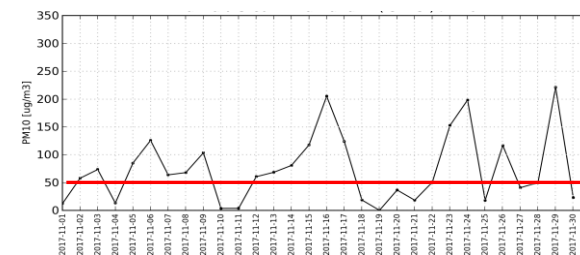
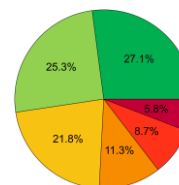
PRAKTYCZNE

Współpraca od 2017 roku, raporty z wynikami pomiarów PM10.

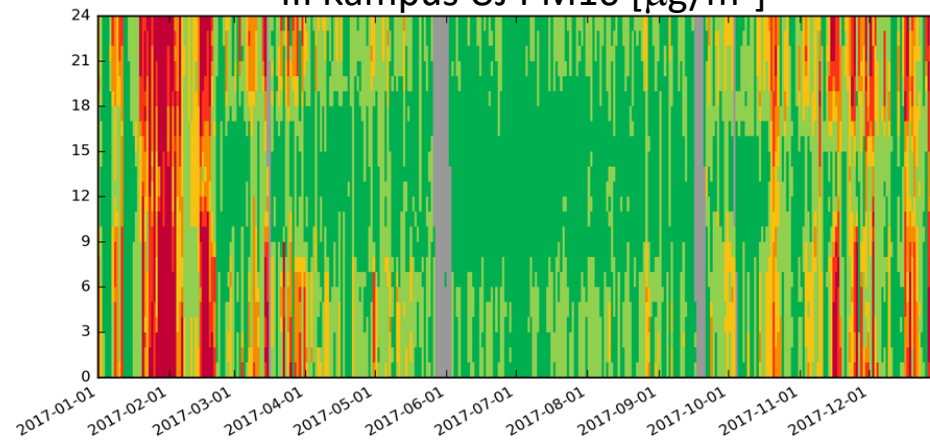


NAUKOWE

- Monitorowanie zmienności w czasie
- Identyfikacja epizodów dużych stężeń PM
- Ilościowa ocena narażenia ze strony PM
- Analizy i podsumowania statystyczne

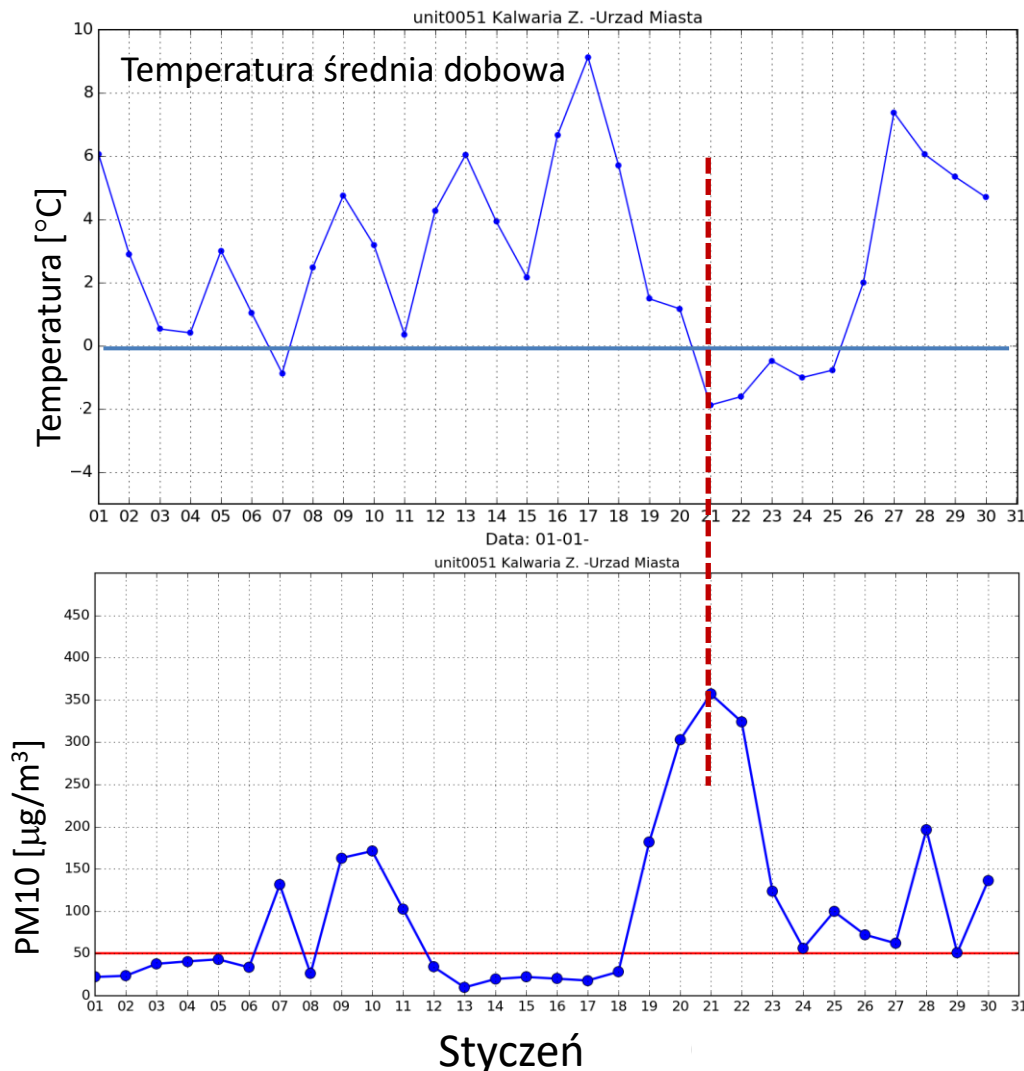


III Kampus UJ PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]



Wpływ temperatury na PM10

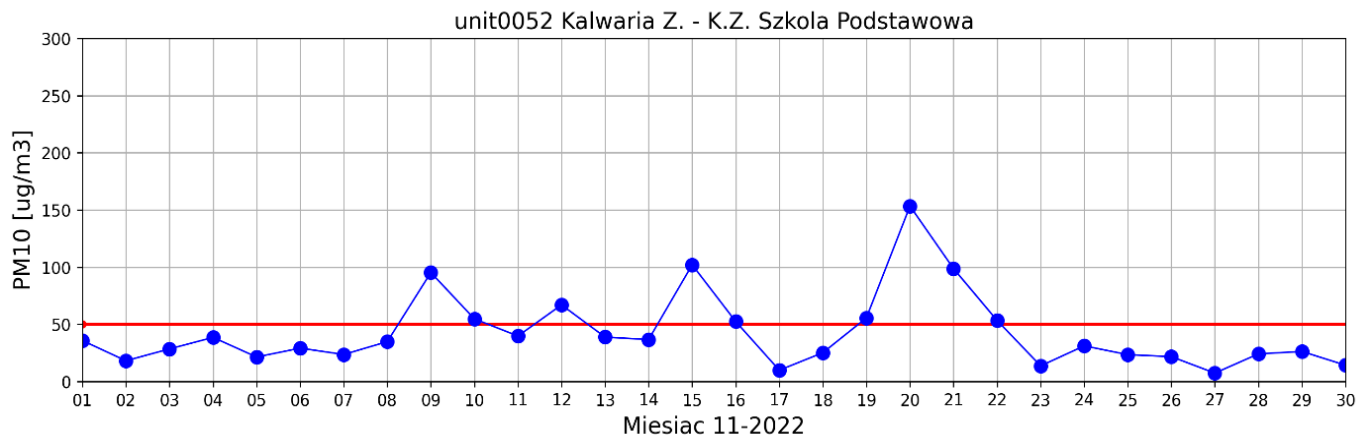
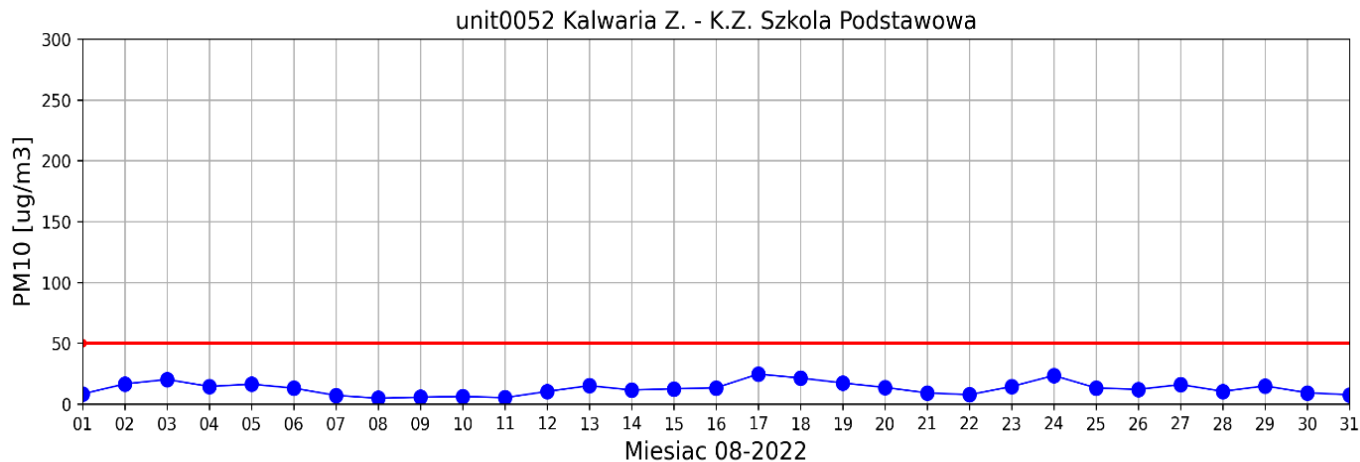
Urząd Miasta Kalwaria Zebrzydowska



Czynniki wpływające na poziom zapylenia :

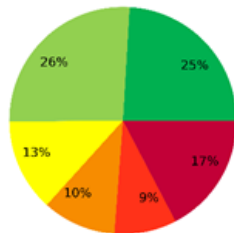
- Temperatura powietrza
- Cyrkulacja powietrza
- Prędkość wiatru
- Wilgotność
- Opad
- Ukształtowanie terenu

Porównanie stężeń pyłu PM10 w ciepłym i chłodnym miesiącu 2022 roku.

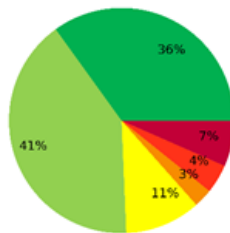


Porównanie stężeń pyłu PM10 w 2022 roku.

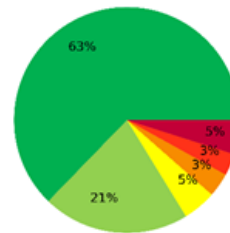
unit0052 - Kalwaria Z. - K.Z. Szkoła Podstawowa (2021-12) unit0052 - Kalwaria Z. - K.Z. Szkoła Podstawowa (2022-01) unit0052 - Kalwaria Z. - K.Z. Szkoła Podstawowa (2022-02)



XII

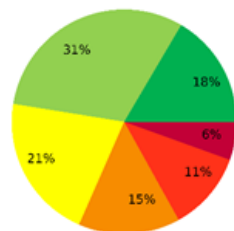


I

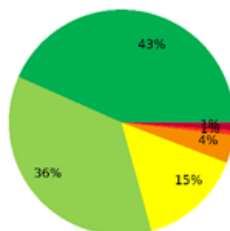


II

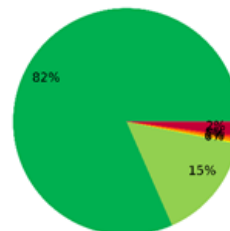
unit0052 - Kalwaria Z. - K.Z. Szkoła Podstawowa (2022-03) unit0052 - Kalwaria Z. - K.Z. Szkoła Podstawowa (2022-04) unit0052 - Kalwaria Z. - K.Z. Szkoła Podstawowa (2022-05)



III

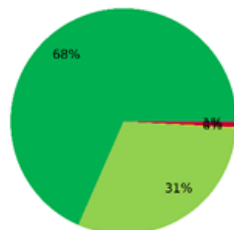


IV

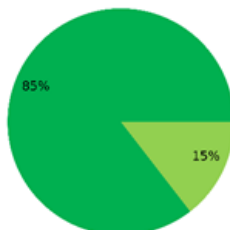


V

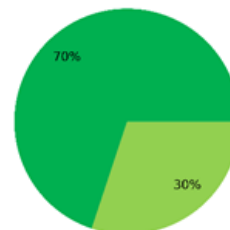
unit0052 - Kalwaria Z. - K.Z. Szkoła Podstawowa (2022-06) unit0052 - Kalwaria Z. - K.Z. Szkoła Podstawowa (2022-07) unit0052 - Kalwaria Z. - K.Z. Szkoła Podstawowa (2022-08)



VI

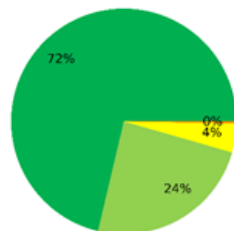


VII

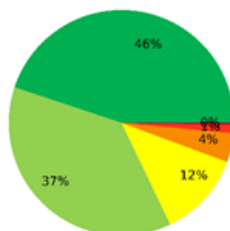


VIII

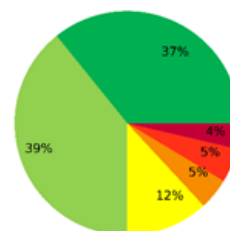
unit0052 - Kalwaria Z. - K.Z. Szkoła Podstawowa (2022-09) unit0052 - Kalwaria Z. - K.Z. Szkoła Podstawowa (2022-10) unit0052 - Kalwaria Z. - K.Z. Szkoła Podstawowa (2022-11)



IX



X



XI

Legenda

- 0 - 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 20.1 - 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 50.1 - 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 80.1 - 110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 110.1 - 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- > 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Bardzo dobry
Dobry
Umiarkowany
Dostateczny
Zły
Bardzo zły

Miesięczna sumaryczna liczba dni z przekroczeniem dopuszczalnej normy dla pyłów PM10 (50 µg/m³) na terenie Gminy Kalwaria Zebrzydowska.

Miejscowość	Liczba dni z przekroczeniem poziomu 50 µg/m ³												
	12.2021	01.2022	02.2022	03.2022	04.2022	05.2022	06.2022	07.2022	08.2022	09.2022	10.2022	11.2022	suma
Zarzyce Wielkie	19	12	7	26	1	0	0	0	0	0	4	19	88
Barwałd Średni	15	11	5	24	1	0	0	0	0	0	0	13	69
Stanisław Dolny	15	8	4	21	0	0	0	0	0	0	3	15	66
Brody	6	10	5	25	0	0	0	0	0	0	1	15	62
Barwałd Gómy	18	12	5	27	0	0	0	0	0	0	0	3	65
Leńcze	19	12	7	25	2	0	0	0	0	0	1	12	78
Przytkowice	17	7	5	19	0	0	0	0	0	0	2	5	55
Zebrzydowice	16	9	4	23	2	0	0	0	0	0	4	16	70
Stanisław Dolny 256	16	9	0	16	0	0	0	0	0	0	0	8	49
Bugaj	17	8	2	13	0	0	0	0	0	0	0	8	48
Urząd Miasta Kalwaria Z.	16	10	6	22	1	0	0	0	0	0	3	13	71
Szkoła Podstawowa Kalwaria Z.	17	11	6	25	3	0	0	0	0	0	3	9	74

Średnia liczba dni z przekroczeniem normy (50 µg/m³) dla całej Gminy Kalwaria Zebrzydowska:

2021 r. – 90 dni

2022 r. – 66 dni

Miesięczna sumaryczna liczba dni z przekroczeniem poziomu informowania (100 µg/m³) na terenie Gminy Kalwaria Zebrzydowska.

Miejscowość	Liczba dni z przekroczeniem poziomu 100 µg/m ³												suma
	12.2021	01.2022	02.2022	03.2022	04.2022	05.2022	06.2022	07.2022	08.2022	09.2022	10.2022	11.2022	
Zarzyce Wielkie	15	5	3	7	0	0	0	0	0	0	0	4	34
Barwałd Średni	10	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	13
Stanisław Dolny	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	9
Brody	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	4
Barwałd Górny	11	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	14
Leńcze	12	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	2	20
Przytkowice	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8
Zebrzydowice	10	2	1 !	6	0	0	0	0	0	0	0	4	22
Stanisław Dolny 256	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	9
Bugaj	8	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	12
Urząd Miasta K.Z.	10	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	7	23
Szkoła Podstawowa K.Z.	11	3	2	3	1	0	0	0	0	0	0	3	23

Średnia liczba dni z przekroczeniem poziomu informowania (100 µg/m³) dla całej Gminy Kalwaria Zebrzydowska:

2021 r. – 26 dni

2022 r. – 16 dni

Porównanie liczby dni z przekroczeniem dopuszczalnej normy ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) dla PM10 w latach 2018 – 2022 (I,II,III,XII)

Miejsce pomiaru	Liczba dni z przekroczeniem dopuszczalnej normy ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$)															
	Styczeń				Luty				Marzec				Grudzień			
	2019	2020	2021	2022	2019	2020	2021	2022	2019	2020	2021	2022	2018	2019	2020	2021
Zarzyce Wielkie	12	22	25	12	14	7	25	7	3	12	18	26	8	16	26	19
Barwałd Średni	13	20	9	11	5	2	10	5	4	6	5	24	7	10	20	15
Stanisław Dolny SP Św. Jadwigi	15	20	13	8	15	3	18	4	10	10	12	21	12	8	21	15
Brody	15*	16	16	10	20	5	22	5	11	16	15	25	13*	14	26	6
Barwałd Górny	11*	20	14	12	11	1	22	5	6	7	17	27	8*	12	24	18
Leńcze	16	21	11	12	13	2	17	7	10	7	11	25	11	10	18	19
Przytkowice	15	22	13	7	16	2	20	5	10	b.d	11	19	12	12	19	17
Zebrzydowice	13	20	13	9	15	4	17	4	10	11	11	23	11	12	25	16
Stanisław Dolny SP JPII	14	9	11	9	13	2	17	0	5*	7	9	16	10	6	16	16
Bugaj	15*	11	11	8	8	0	16	2	6	142	8	13	7*	3	20	17
Urząd Miasta Kalwaria Z.	15	11	9	10	16	5	14	6	10	14	9	22	11	12	17	16
Szkoła Podstawowa Kalwaria Z.	15	21	11	11	19	6	19	6	12	14	14	25	12	14	26	17

Podsumowanie

1. Porównując cały bieżący okres badawczy (tj. grudzień 2021 – listopad 2022) do poprzedniego okresu stwierdzono:
 - a. zmniejszenie liczby dni z **przekroczeniem normy** dla pyłów PM10.
 - b. prawie we wszystkich punktach pomiarowych (wyjątek Urząd Miasta) zmniejszenie liczby dni z **przekroczeniem poziomu informowania**, bądź niewielkie różnice dotyczące tego wskaźnika.
2. Na poziom zapylenia powietrza niewątpliwy wpływ mają warunki pogodowe (temperatura powietrza, zawartość pary wodnej, ruch powietrza).

Tabliczka znamionowa stacji pomiarowej



Uniwersytet Jagielloński w Krakowie
Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej
Zakład Doświadczalnej Fizyki Komputerowej



Stacja pomiarowa systemu
Storm&DustNet
do pomiaru stężenia pyłu zawieszonego w powietrzu

NAZWA/NUMER STACJI:

TELEFON KONTAKTOWY:

INFORMACJE:

Dziękuję za uwagę

<http://tymoddycham.uj.edu.pl/>