

# BADANIA SKŁADU FRAKCYJNEGO PYŁU ZAWIESZONEGO W ZABRZU

Krzysztof KLEJNOWSKI, Andrzej KRASA, Wioletta ROGULA-KOZŁOWSKA  
Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN  
ul. M. Skłodowskiej-Curie 34, 41-819 Zabrze  
[klej@ipis.zabrze.pl](mailto:klej@ipis.zabrze.pl)

## STRESZCZENIE

W pracy przedstawiono wyniki obrazujące rozkład masy pyłu zawieszonego (PM) względem wielkości cząstek w Zabrzu. W badaniach wykorzystano trzynastostopniowy niskociśnieniowy impaktor kaskadowy firmy DEKATI (Dekati Low Pressure Impactor, DLPI). Na podstawie uzyskanych wyników, omówiono występowanie ekstremów i różnice rozkładu PM względem wielkości cząstek dla okresu letniego, grzewczego i całego okresu pomiarowego. Stwierdzono dużą zmienność rozkładu masy PM względem wielkości cząstek w poszczególnych okresach pomiarowych. Odnotowano występowanie od jednego do trzech maksimów. W badanym obszarze w masie PM dominujący udział mają cząstki  $< 2,5\mu\text{m}$ .

### 1. Wstęp

Problematyka badań cząstek stałych w powietrzu atmosferycznym jest od szeregu lat tematem wielu publikacji i wraz z rozwojem nowych technik pomiarowych i analitycznych rozszerza się zakres prowadzonych prac. Możliwości uzyskania większych ilości i wyższej jakości wyników pomiarów stężeń zanieczyszczeń powietrza pozwalają rozszerzać zakres prowadzonych badań ich oddziaływania na zdrowie ludzi i środowisko. Pył zawieszony, w tym jego w poszczególne frakcje, a także poszczególne substancje zanieczyszczające zawarte w pyłe, z uwagi na ich własności fizyko-chemiczne, zawsze były traktowane jako czynniki wywierające negatywny wpływ na zdrowie ludzkie [1]. Wyniki dotychczasowych badań wskazują, że najwyższą cytotoksyczność spośród badanych frakcji pyłu zawieszonego związana jest z frakcjami PM o średnicy aerodynamicznej mniejszej niż  $0,49\mu\text{m}$  [2]. W pewnych warunkach związki rakotwórcze występują wyłącznie we frakcji PM o średnicy aerodynamicznej mniejszej niż  $2,0\mu\text{m}$  [3]. Stężenia wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) na ogół są większe w najdrobniejszych frakcjach PM [2, 4, 5].

W Zakładzie Ochrony Powietrza IPiŚ PAN prowadzone są pomiary rozkładu ziarnowego PM, w tym mierzony jest jego rozkład masowy względem wielkości (średnicy aerodynamicznej) z użyciem trzynastostopniowego niskociśnieniowego impaktora DEKATI.

W niniejszej pracy przedstawiono dotychczas uzyskane wyniki obrazujące zmienność rozkładu masowego PM względem wielkości cząstek.

### 2. Metodyka badań

Punkt poboru prób zlokalizowano w centralnej części Zabrze. Lokalizacja ma charakter tła miejskiego; w zagospodarowaniu terenu dominuje wysoka zabudowa mieszkaniowa, tereny komunikacji oraz tereny usługowe (wielko przestrzenne obiekty handlowe). Najbliższe duże źródła przemysłowe oddalone są o 4-5 km (Elektrownia Zabrze i Koksownia Jadwiga).

Do badania stężenia wybranych frakcji PM użyto niskociśnieniowego impaktora DEKATI, umożliwiającego separację cząstek pyłu w zakresie średnic aerodynamicznych od  $10\mu\text{m}$  do  $0,03\mu\text{m}$ . Impaktor DEKATI posiada 13 stopni, z których każdy jest impaktorem o

innej średnicy odcięcia. Średnice odcięcia maleją w kierunku od wlotu do wylotu impaktora i posiadają odpowiednio następujące średnice odcięcia: 13-10  $\mu\text{m}$ , 12-6,8  $\mu\text{m}$ , 11-4,4  $\mu\text{m}$ , 10-2,5  $\mu\text{m}$ , 9-1,6  $\mu\text{m}$ , 8-1,0  $\mu\text{m}$ , 7-0,65  $\mu\text{m}$ , 6-0,40  $\mu\text{m}$ , 5-0,26  $\mu\text{m}$ , 4-0,17  $\mu\text{m}$ , 3-0,108  $\mu\text{m}$ , 2-0,060  $\mu\text{m}$ , 1-0,030  $\mu\text{m}$ .

Masę pyłu na poszczególnych stopniach impaktora wyznaczono metodą wagową z użyciem podkładów z folii aluminiowej lub poliwęglanowej. Podkłady, po wcześniejszym 48-godzinnym kondycjonowaniu w klimatyzowanym ( $T = 293 \pm 2 \text{ K}$ ,  $RH = 50 \pm 2\%$ ), „czystym” pokoju wagowym, zważono przed i po pobraniu pyłu.

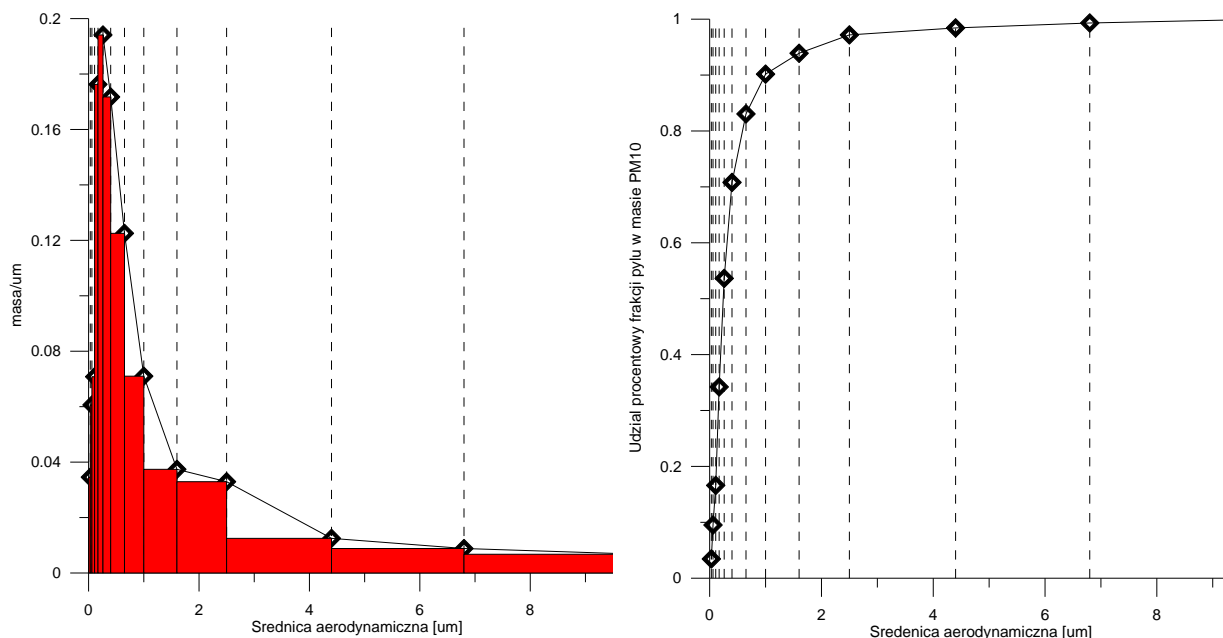
### 3. Wyniki – omówienie

W okresie 20.04.2007-04.01.2008 przeprowadzono 28 pomiarów w 28 okresach pomiarowych, pokrywających cały ten przedział czasu (tabela 1). Najkrótszy pomiar trwał 95,75 godzin, a najdłuższy 357,1667 godzin. Pomiar przerywany był tylko na czas wymiany podkładów (prócz jednej dłuższej przerwy technicznej w okresie 21-23.05.07).

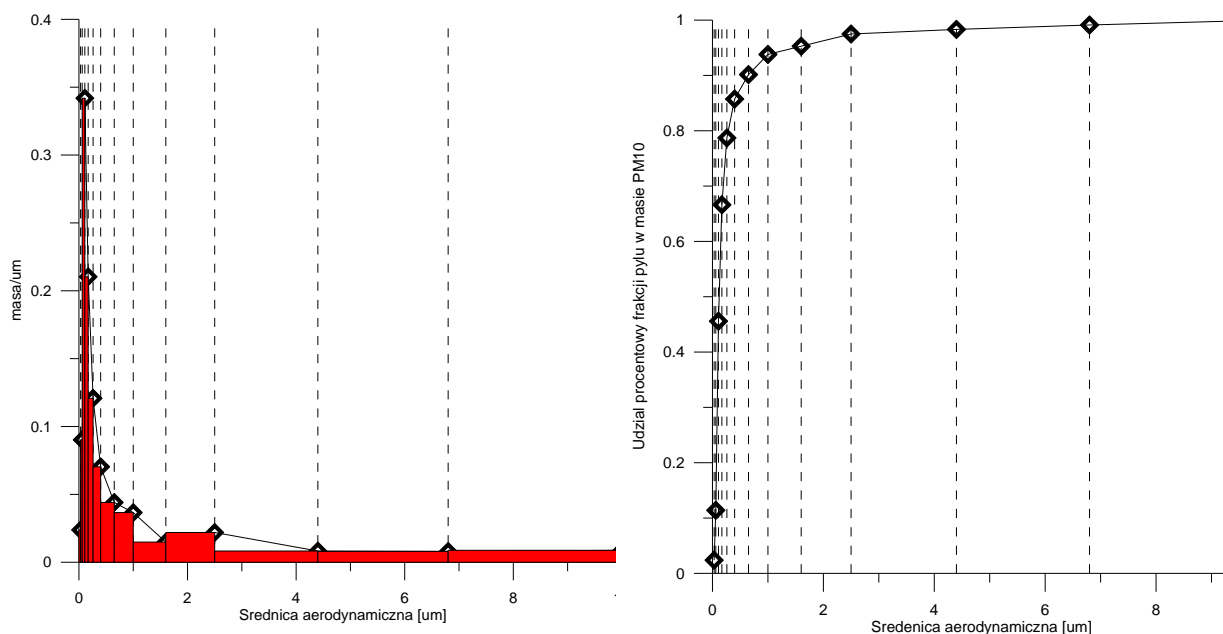
Tabela 1. Ekstrema rozkładu masy PM względem wielkości cząstek

| Lp | Okres pomiaru         | Liczba maksimum i średnice odcięcia |                   |                   | Minimum<br>(śr. odcięcia)<br>[ $\mu\text{m}$ ] |
|----|-----------------------|-------------------------------------|-------------------|-------------------|--|
|    |                       | I                                   | II                | III               |  |
|    |                       | [ $\mu\text{m}$ ]                   | [ $\mu\text{m}$ ] | [ $\mu\text{m}$ ] |  |
| 1  | 2                     | 3                                   | 4                 | 5                 | 6  |
| 1  | 20-27.04.2007         | 0,4                                 | 2,5               | -                 | 6,8  |
| 2  | 27-07.05.2007         | 0,4                                 | 2,5               | -                 | 6,8  |
| 3  | 07-14.05.2007         | 0,06                                | 0,4               | -                 | 6,8  |
| 4  | 14-21.05.2007         | 0,17                                | -                 | -                 | 4,4  |
| 5  | 23-31.05.2007         | 0,26                                | -                 | -                 | -  |
| 6  | 31.05-06.06.2007      | 0,108                               | 2,5               | -                 | 4,4  |
| 7  | 06-15.06.2007         | 0,108                               | 0,4               | -                 | 6,8  |
| 8  | 15-22.06.2007         | 0,108                               | 0,4               | -                 | 6,8  |
| 9  | 22.06-02.07.2007      | 0,108                               | 0,17              | -                 | 6,8  |
| 10 | 02-12.07.2007         | 0,06                                | 0,17              | 0,4               | 6,8  |
| 11 | 12-23.07.2007         | 0,17                                | 0,4               | 2,5               | -  |
| 12 | 23.07-02.08.2007      | 0,4                                 | 2,5               | -                 | -  |
| 13 | 02-16.08.2007         | 0,26                                | 2,5               | -                 | 6,8  |
| 14 | 16-31.08.2007         | 0,06                                | 0,4               | 2,5               | 6,8  |
| 15 | 31.08-14.09.2007      | 108                                 | 0,4               | 2,5               | 4,4  |
| 16 | 14-28.09.2007         | 0,4                                 | -                 | -                 | 6,8  |
| 17 | 28.09-12.10.2007      | 0,26                                | -                 | -                 | 6,8  |
| 18 | 12-26.10.2007         | 0,4                                 | -                 | -                 | 6,8  |
| 19 | 26.10-05.11.2007      | 0,26                                | -                 | -                 | 6,8  |
| 20 | 05-12.11.2007         | 0,26                                | -                 | -                 | 6,8  |
| 21 | 12-19.11.2007         | 0,17                                | -                 | -                 | -  |
| 22 | 19-26.11.2007         | 0,26                                | -                 | -                 | 6,8  |
| 23 | 26-30.11.2007         | 0,03                                | 0,17              | 0,4               | 6,8  |
| 24 | 30.11-06.12.2007      | 0,26                                | -                 | -                 | 6,8  |
| 25 | 06-14.12.2007         | 0,26                                | -                 | -                 | 6,8  |
| 26 | 14-19.12.2007         | 0,4                                 | -                 | -                 | -  |
| 27 | 19-27.12.2007         | 0,26                                | -                 | -                 | -  |
| 28 | 27.12.2007-04.01.2008 | 0,26                                | -                 | -                 | -  |

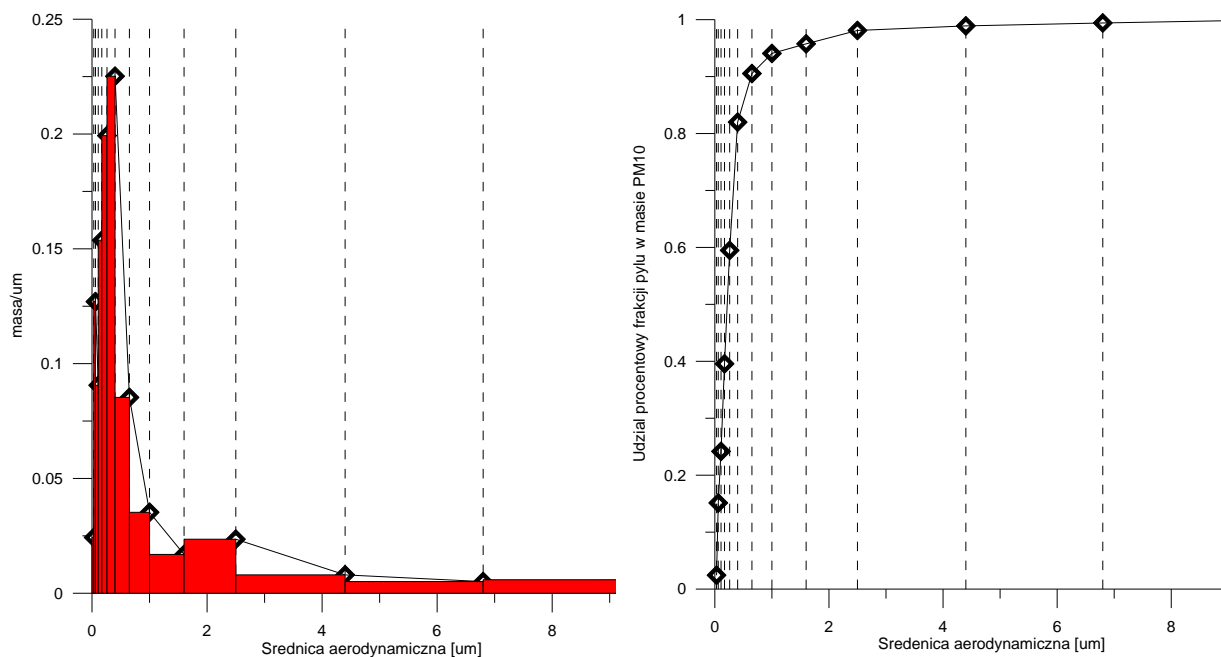
Rozkład masy PM między badane frakcje w okresach pomiarowych był zmienny, co ilustrują przykładowe rozkłady masy PM względem średnicy aerodynamicznej, prezentowane jako wykresy słupkowe (udział procentowy masy frakcji w całkowitej masie PM) oraz skumulowany procentowy udział badanych frakcji w całkowitej masie PM, wyreparowanej w impaktorze. W 14 okresach rozkład miał tylko jedno ekstremum, był zdecydowanie monomodalny (rys. 1), w 9 okresach miał dwa (rys. 2), a w 5 okresach trzy ekstrema (rys. 3).



Rys. 1. Rozkład masy PM względem wielkości cząstek w okresie 27-31.05.2007



Rys. 2. Rozkład masy PM względem wielkości cząstek w okresie 31.05-06.06.2007



Rys. 3. Rozkład masy PM względem wielkości cząstek w okresie 16-31.08.2007

#### 4. Wnioski

Uzyskana charakterystyka rozkładu masowego PM względem wielkości cząstek w punkcie pomiarowym na terenie Zabrze wskazuje na dużą zmienność charakteru emisji w tym punkcie w krótkich okresach czasu (kilka dni, dwa tygodnie). Funkcja rozkładu masy względem średnicy PM ma na ogół kilka ekstremów. Uśredniony rozkład w dłuższych okresach czasu: w sezonie letnim (20.04-31.08.2007), zimowym (31.08.2007-04.01.2008) i w całym okresie pomiarów (20.04.2007-04.01.2008) ma tylko jedno maksimum i jedno minimum, w badanym przedziale średnic aerodynamicznych. Dla każdego okresu pomiarowego występuje maksimum w średnicy odcięcia nie większej niż 0,4  $\mu\text{m}$ . Dla większości okresów pomiarowych występuje wyraźne minimum funkcji rozkładu w 4,4 lub 6,8  $\mu\text{m}$ . Wykresy skumulowane wskazują na dominujący udział w PM frakcji o średnicach mniejszych od 2,5  $\mu\text{m}$ , czego konsekwencją może być wysoka ich szkodliwość dla zdrowia.

*Badania finansowane przez MNiSW w ramach sieci naukowej Środowisko i zdrowie. Zadanie: "Aerozole a zagrożenia zdrowia chorobami układu sercowo naczyniowego i oddechowego"*

#### Literatura

1. Seaton, A. I in.: Particulate Air Pollution and Acute Health Effects. Lancet, 1995, 345, 176-178.
2. Massolo, L., A. Muller, M. Tueros, Rehwagen, U. Franck, A. Ronco, O. Herbarth: Assessment of Mutagenicity and Toxicity of Different-Size Fractions of Air Particulates from La Plata, Argentina, and Leipzig, Germany. Environ. Toxicol., 2002, 17, 219-231.
3. Van Houdt, J.J.: Mutagenic Activity of Airborne Particulate Matter in Indoor and Outdoor Environments. Atm. Env. 1999, 24B, 207-220.
4. Li, N., C.Sioutas, A. Cho, D. Schmitz, C. Mistra, J. Stempf, M. Wang, T. Oberley, J. Froines, A. Nei: Ultrafine Particulate Pollutants Induce Oxidative Stress and Mitochondrial Damage. Environ. Health Prospect., 2003, 111, pp. 455-460.
5. de Kok, J.G. Hogervorst, J.J. Briede, M.H. van Herwijnen, L.M. Maas, E.J. Moonen, H.A. Driee, J.C. Kleinjans: Genotoxicity and Physiochemical characteristics of Traffic-Related Ambient Particulate Matter. Environ. Mol. Mutagen., 2005, 46, 71-80.