

# Metaliczne zanieczyszczenia w PM<sub>2.5</sub> i PM<sub>10</sub> strefy brzegowej Zatoki Gdańskiej

Patrycja Siudek\*

Zakład Meteorologii, Klimatologii i Ochrony Atmosfery  
ul. Waszyngtona 42,  
81-342 Gdynia

\*patrycja.siudek@imgw.pl

Zurbanizowane strefy przybrzeżne odgrywają istotną rolę w badaniach przemian i struktury chemicznej cząstek atmosferycznych przede wszystkim ze względu na wielokierunkowe oddziaływanie różnych źródeł antropogenicznych i wpływ aerozolowej aktywności morza. Najnowsze badania w rejonie Morza Bałtyckiego wskazują, że duże ilości PM<sub>2.5</sub> i PM<sub>10</sub> mogą być bezpośrednio powiązane z działalnością żeglugową (Viana i in., 2014, Siudek, 2020) i obszarami portowo-stoczniowymi. Jedną z metod ilościowej oceny zanieczyszczeń atmosferycznych jest wielopierwiastkowa analiza próbek aerozoli zróżnicowanych pod względem rozmiarów. W kompleksowym programie badań środowiskowych prowadzonych w ramach niniejszego projektu znalazły się analizy chemiczne i toksykologiczne, opracowania meteorologiczne i modelowanie trajektorii wstecznych.

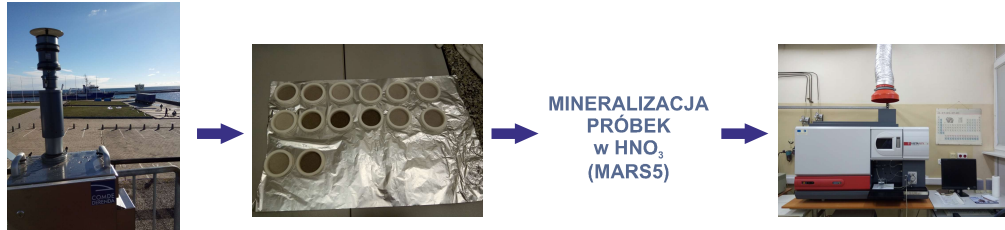


Fig.1. Schemat prac analitycznych (od lewej): 1. Pobieranie próbek (automatyczny pobornik pyłu Comde Derenda), 2. Analiza wagowa PM<sub>2.5</sub> i PM<sub>10</sub>, 3. Mineralizacja próbek. 4. Analiza wielopierwiastkowa

## CEL BADAŃ

Gazowe i aerozolowe zanieczyszczenia, ich struktura i przemiany biogeochemiczne wpływają na jakość powietrza i globalne zmiany klimatyczne, prawidłowe funkcjonowanie ekosystemów wodnych/lądowych oraz zdrowie człowieka.

Celem projektu było oszacowanie źródeł zanieczyszczeń adsorbowanych na pyłach PM<sub>2.5</sub> i PM<sub>10</sub> i potencjalnego ryzyka zdrowotnego u ludzi związanego z narażeniem na metale w inhalednym powietrzu w kolejnych sezonach pomiarowych, na przykładzie zurbanizowanej strefy brzegowej Zatoki Gdańskiej.

## MATERIAŁY I METODY BADAWCZE

- lokalizacja stacji pomiarowej: strefa brzegowa, Gdynia
- niskoprzepływowe poborniki pyłu zawieszonego z głowicą PM<sub>2.5</sub> i PM<sub>10</sub> (Comde Derenda, GmbH)
- czas pomiaru: 24-h
- okres pomiaru: styczeń 2019 - maj 2020 (PM<sub>2.5</sub>) oraz kwiecień 2019 - maj 2020 (PM<sub>10</sub>)
- 24-h kondycjonowanie próbek środowiskowych
- mineralizacja próbek w 65% HNO<sub>3</sub> metodą EPA-3051A w piecu mikrofalowym MARS5 (CEM, UK)
- analiza wielopierwiastkowa (As, Cd, Cr, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, V) techniką ICP-OES Varian (Agilent)
- 7-pkt krzywa kalibracyjna (R<sup>2</sup> = 0.999, wzorzec kalibracyjny 21- i 24-multiplelement standard Merck, 100 mg ml<sup>-1</sup>)
- materiał referencyjny ERM-CZ120 i BCR-176R

## WNIOSKI

- profile pierwiastków śladowych w PM<sub>2.5</sub> i PM<sub>10</sub> wykazały statystycznie istotną zmienność sezonową (p<0,05)
- najwyższe stężenia metali w PM<sub>10</sub> obserwowano dla Fe, As, Sb i Pb
- lokalne emisje związane z ruchem drogowym, spalaniem paliw kopalnych w sektorze komunalnym i przemysłowym stanowiły główne źródła pierwiastków śladowych w PM<sub>10</sub>
- transport morski wpływa na poziomy stężeń V i Ni w aerozolach strefy przybrzeżnej
- najwyższe potencjalne ryzyko nierakotwórcze (HQ) związane z narażeniem na metale w inhalednym powietrzu strefy brzegowej stwierdzono dla Mn oraz Co > Cr > As > Pb > Cd > Ni > Cu. Wartości HQ dla wszystkich metalicznych składników mieściły się w zakresie dopuszczalnym i nie było znaczące.
- średnia wartość ILCR (ryzyko wystąpienia raka w całym okresie życia) dla wszystkich pierwiastków w okresie badań była znacznie niższa niż limit bezpieczeństwa. Dla arsenu stwierdzono wyższy ILCR w grupie kobiet (1,2 x 10<sup>-6</sup>) niż mężczyzn (9,5 x 10<sup>-7</sup>, p<0,05)

## PODZIĘKOWANIA

Projekt realizowany ze środków na naukę przyznanych w konkursie OPUS14 NCN (2017/27/B/ST10/01200). Autorka składa podziękowania Leszkowi Barcz (udział w mineralizacji próbek i analiza) oraz Kinzie Wiśniewskiej (pobieranie próbek, mineralizacja). Udział w pobieraniu próbek: A. Lewandowska.

## LITERATURA

Viana, M., Hammig, P., Quero, L., X., Degrauwe, B., de Vlieger, I., van Aardenne, J., 2014. Impact of marine transport emissions on coastal air quality in Europe. Atmospheric Environment, 90, 96-105.

Siudek, P. Seasonal variability of trace elements in fine particulate matter (PM<sub>2.5</sub>) in a coastal city of northern Poland-profile analysis and source identification. Environmental Science: Processes and Impacts, 2020, 22(11), pp. 2230-2243.

Siudek, P. Inter-annual variability of trace elements in PM<sub>10</sub> and the associated health risk in coastal-urban region (southern Baltic Sea, Poland). Urban Climate, 2021, 37, 100826

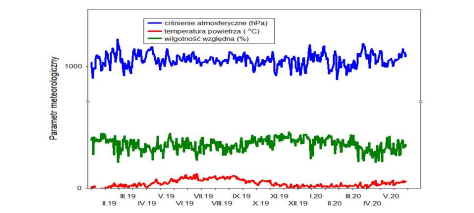


Fig.2. Zmienność parametrów meteorologicznych (ciśnienie atmosferyczne, temperatura powietrza, wilgotność względna) w okresie I.2019 - V.2020

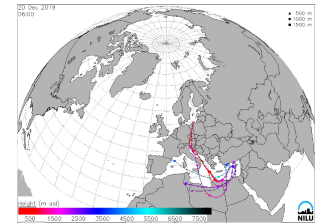


Fig.3. Trajektorie wsteczne mas powietrza nad domeną eksperymentalną (model Flextra, NILU), przykład dla 20.12.2019 odpowiadający wysokim stężeniom As w PM<sub>2.5</sub>

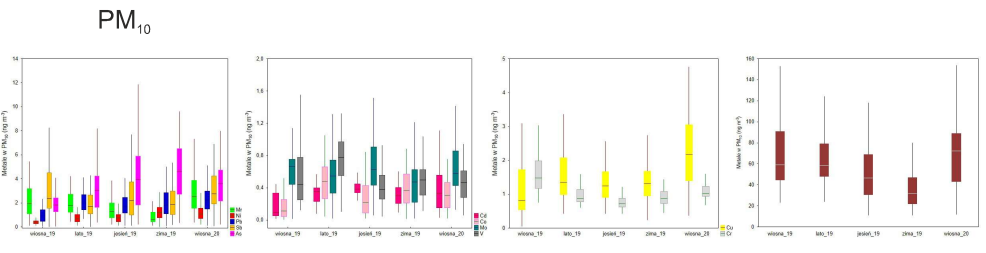


Fig.4. Zmienność sezonowa stężeń 12 pierwiastków śladowych w pyłe PM<sub>10</sub> (ng m<sup>-3</sup>) w strefie brzegowej Zatoki Gdańskiej

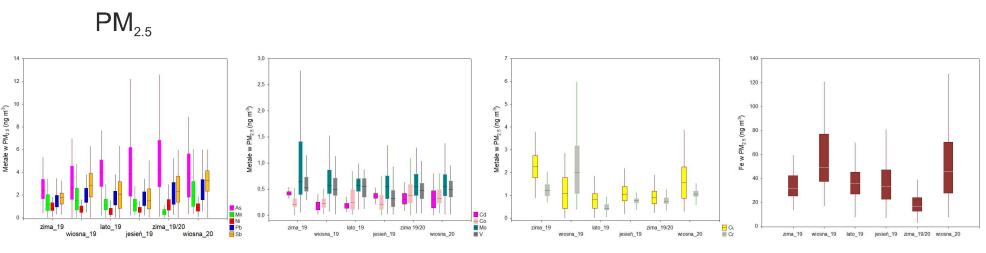
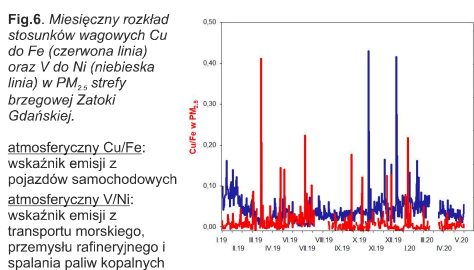
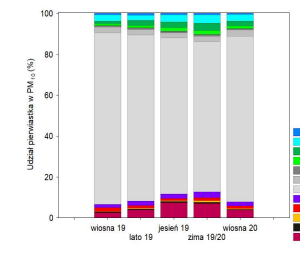


Fig.5. Zmienność sezonowa stężeń 12 pierwiastków śladowych w pyłe PM<sub>2.5</sub> (ng m<sup>-3</sup>) w strefie brzegowej Zatoki Gdańskiej



atmosferyczny Cu/Fe: wskaźnik emisji z pojazdów samochodowych  
atmosferyczny V/Ni: wskaźnik emisji z transportu morskigo, przemysłu rafineryjnego i spalania paliw kopalnych

Fig.7. Średnia wartość względnej udziały pierwiastka w PM2.5 w poszczególnych sezonach pomiarowych



Zastosowanie modelu US EPA (2009) do oceny narażenia na metaliczne cząstki inhaledne w strefie brzegowej Zatoki Gdańskiej

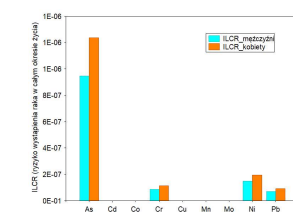


Fig.8. Ryzyko wystąpienia raka w całym okresie życia ILCR (inhalacyjną drogą narażenia)

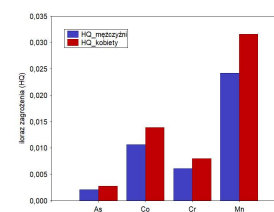


Fig.9. Ryzyko nierakotwórcze (HQ) związane z narażeniem inhalacyjnym na metale w pyłe PM<sub>10</sub>

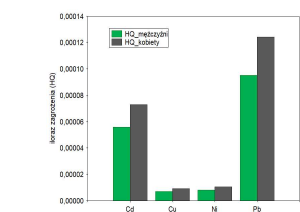


Fig.10. Ryzyko nierakotwórcze (HQ) związane z narażeniem inhalacyjnym na metale w pyłe PM<sub>10</sub>