

Małgorzata Kowalska  
Jan Eugeniusz Zejda

## ZWIĄZEK STĘŻENIA DROBNEGO PYŁU PM<sub>2,5</sub> ZAWARTEGO W POWIETRZU ATMOSFERYCZNYM PODCZAS EPIZODU SMOGOWEGO Z DOBOWYMI ZAOSTRZENIAMI CHORÓB UKŁADU ODDECHOWEGO W POPULACJI WOJEWÓDZTWA ŚLĄSKIEGO

RELATIONSHIP BETWEEN PM<sub>2,5</sub> CONCENTRATION IN THE AMBIENT AIR  
AND DAILY EXACERBATION OF RESPIRATORY DISEASES  
IN THE POPULATION OF SILESIA VOIVODESHIP DURING WINTER SMOG

Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach / Medical University of Silesia, Katowice, Poland  
Wydział Lekarski, Katedra i Zakład Epidemiologii / School of Medicine in Katowice, Department of Epidemiology

### STRESZCZENIE

**Wstęp:** Obserwowane w ostatnich latach w Polsce cyklicznie powtarzające się – w każdym sezonie zimowym – epizody smogowe stały się inspiracją do badań nad sytuacją epidemiologiczną zaostrzeń chorób układu oddechowego zarejestrowanych w odpowiedzi na pogorszenie jakości powietrza atmosferycznego. **Materiał i metody:** Na podstawie modelu badania ekologicznego i wtórnych danych epidemiologicznych dotyczących rejestrowanych porad ambulatoryjnych oraz hospitalizacji w województwie śląskim oceniono wpływ smogu ze stycznia 2017 r. na liczbę udzielonych w tym miesiącu świadczeń medycznych z powodu ostrych incydentów oddechowych. Informacje o sytuacji aerosanitarnej w badanym okresie pochodzą z bazy danych Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Katowicach. **Wyniki:** Zaobserwowano wpływ wzrostu stężeń pyłu PM<sub>2,5</sub> (przy jednocześnie notowanych niekorzystnych parametrach meteorologicznych) na zwiększenie dziennej liczby udzielanych świadczeń medycznych z powodu ostrych incydentów oddechowych. Wzrost liczby porad z powodu zaostrzenia astmy oraz zapalenia oskrzeli zanotowano już pierwszego dnia epizodu. Liczba osób hospitalizowanych zwiększyła się natomiast dopiero po 2 dniach. **Wnioski:** Uzyskane wyniki wstępnych badań wskazują na związek między pogorszeniem jakości powietrza w trakcie zimowego epizodu smogowego a wzrostem liczby rejestrowanych porad ambulatoryjnych i hospitalizacji z powodu ostrych chorób układu oddechowego. Med. Pr. 2018;69(5)

**Słowa kluczowe:** hospitalizacja, choroby układu oddechowego, smog zimowy, drobny pył PM<sub>2,5</sub>, porady ambulatoryjne, badanie ekologiczne

### ABSTRACT

**Background:** Recurring winter smog episodes, recently observed in Poland, have inspired the researches to assess the epidemiological situation concerning the registered exacerbations of respiratory diseases related to worsening of the ambient air quality. **Material and Methods:** The model comprising the ecological study results and secondary epidemiological data on registered outpatient visits and hospitalizations in the Silesian voivodeship was used. We assessed the effect of smog observed in January 2017 on the number of acute respiratory disorders registered in that month. Aerosanitary situation was obtained from the Provincial Inspectorate for Environmental Protection in Katowice database. **Results:** It was documented that the increase in PM<sub>2,5</sub> concentration (with simultaneously observed unfavorable meteorological parameters) was related to a higher number of acute respiratory disorders registered daily. Moreover, the increase in the number of outpatient visits due to asthma exacerbation or bronchitis was observed on the first day of episode, and hospitalizations took place with delay of 1–2 days. **Conclusions:** The preliminary results indicate the relationship between worsening of ambient air quality during the winter smog and the increase in daily number of registered outpatient visits and hospitalizations due to acute respiratory diseases. Med Pr 2018;69(5)

**Key words:** hospitalization, respiratory diseases, winter smog, fine particles PM<sub>2,5</sub>, outpatient visits, ecological study

Autorka do korespondencji / Corresponding author: Małgorzata Kowalska, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach, Wydział Lekarski, Katedra i Zakład Epidemiologii, ul. Medyków 18, 40-752 Katowice, e-mail: mkowalska@sum.edu.pl  
Nadesłano: 11 stycznia 2018. Zatwierdzono: 5 czerwca 2018

## WSTĘP

Obserwowane w ostatnich latach – cyklicznie powtarzające się w każdym sezonie zimowym – epizody smogowe w naszym kraju stanowią ważny problem zdrowia publicznego i są obiektem żywego zainteresowania zaniepokojonej społeczności także w województwie śląskim [1]. W związku z tym uzasadnione jest oszacowanie rzeczywistych ostrych efektów zdrowotnych ze strony układu oddechowego, rejestrowanych w populacji i będących konsekwencją nagłego pogorszenia jakości powietrza. Założono, że uzyskane wyniki okażą się przydatne do opracowania działań naprawczych w zakresie realizowanej polityki zdrowotnej w regionie, ponieważ są ważnym argumentem w procesie komunikowania środowiskowego ryzyka zdrowotnego.

Wśród dobrze opisanych problemów zdrowotnych związanych z pyłowym zanieczyszczeniem powietrza znajdują się skutki krótkoterminowe, z których najczęściej wymienia się reakcje zapalne płuc i oskrzeli, objawy ze strony układu oddechowego, takie jak kaszel, świsty, utrudnione oddychanie, ale także zwiększenie dziennej liczby przyjęć do szpitali oraz wzrost umieralności specyficznej i zużycia leków [2]. Aktualne dane opisujące hurtową miesięczną sprzedaż leków stosowanych w zaostrzeniach chorób układu oddechowego w województwie śląskim (rycina 1) wskazują, że wzrost sprzedaży dotyczy każdorazowo miesięcy jesienno-zimowych z maksimum przypadającym na styczeń i luty [3].

Wcześniejsze badania realizowane w ośrodku autorów niniejszego artykułu potwierdziły występowanie związku między stężeniem drobnego pyłu  $PM_{2,5}$  a dobową umieralnością z przyczyn oddechowych. Największy efekt mierzony poprzez ryzyko względne zgonu w odpowiedzi na wzrost stężenia pyłu  $PM_{2,5}$  o  $10 \mu g/m^3$  wykazano dla średniej kroczącej stężenia zanieczyszczenia z 2 tygodni poprzedzających zgon. Ryzyko to wynosi 1,034 (95% przedział ufności: 1,014–1,053) [4]. Warto dodać, że obserwowaną zależność między narażeniem na drobny pył a umieralnością z przyczyn oddechowych odnotowano także w licznych badaniach innych autorów z ostatnich lat [5–8].

Celem prezentowanego badania była ocena sytuacji epidemiologicznej zaostrzeń chorób układu oddechowego zarejestrowanych w styczniu 2017 r. w województwie śląskim, w odpowiedzi na pogorszenie jakości powietrza atmosferycznego.

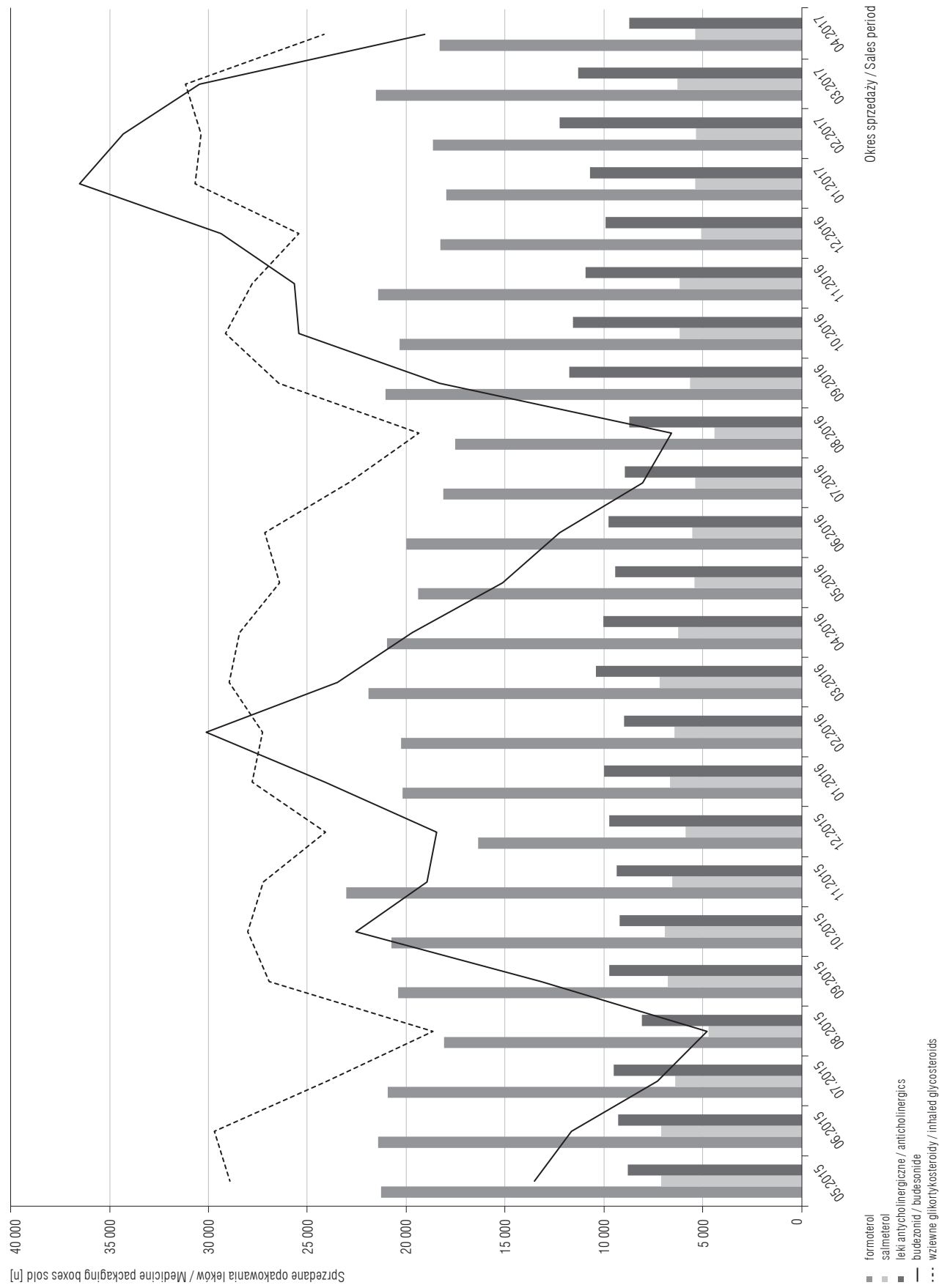
## MATERIAŁ I METODY

Realizując cel pracy, wykorzystano wtórne dane epidemiologiczne z bazy Narodowego Funduszu Zdrowia w Katowicach, umożliwiające prześledzenie zgłoszeń rejestrowanych porad ambulatoryjnych bądź hospitalizacji z przyczyn oddechowych w województwie śląskim w okresie 1–31 stycznia 2017 r. Zebrane dane dotyczyły następujących świadczeń medycznych według kodów ICD-10:

- J00–J99 – choroby układu oddechowego ogółem,
- J00 – ostre zapalenia gardła i nosa (przeziębienie),
- J04 – ostre zapalenie krtani i tchawicy,
- J10, J11 – grypa,
- J12–J18 – zapalenie płuc,
- J20–J21 – ostre zapalenie oskrzeli i/lub oskrzelików,
- J45–J46 – zaostrzenie astmy lub stanu astmatycznego.

Z bazy danych Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Katowicach uzyskano właściwe informacje opisujące sytuację aerosanitarną na terenie województwa śląskiego podczas całego okresu obserwacji [7]. Jedynie w 2 automatycznych stacjach pomiarowych – w Katowicach przy ul. Kossutha i w Gliwicach przy ul. Mewy (spośród wszystkich 15 zlokalizowanych w regionie) – dostępne są dobowe stężenia drobnego pyłu  $PM_{2,5}$ . Dodatkowo z uwagi na bardzo wysokie wartości współczynników korelacji dla dobowych pomiarów notowanych w obydwu stacjach ( $r = 0,93$  dla drobnego pyłu,  $r = 0,90$  dla  $SO_2$  oraz  $r = 0,99$  dla temperatury powietrza) do dalszych analiz zależności między jakością powietrza a dzienną liczbą zaostrzeń ze strony układu oddechowego wykorzystano wartości pomiarowe z Katowic.

Warto dodać, że podobnie wysoką zbieżność pozostałych pomiarów z danymi z Katowic uzyskano dla innych stacji zlokalizowanych w regionie i charakteryzujących tło aglomeracji miejskiej. W tabeli 1 zawarto podstawowe statystyki opisowe dla uśrednionych stężeń zanieczyszczeń powietrza i wybranych parametrów meteorologicznych mierzonych w stacji Katowice oraz danych medycznych z województwa śląskiego. Dane uśredniono dla tygodnia poprzedzającego smog, okresu trwania epizodu i tygodnia następującego bezpośrednio po epizodzie. Tydzień, w którym miał miejsce epizod smogowy (7–11 stycznia 2017 r.), charakteryzował się największymi wartościami stężeń zanieczyszczeń, najniższymi temperaturami i bezruchem powietrza. Liczba porad ambulatoryjnych udzielonych pacjentom z zaostrzeniem chorób układu oddechowego była w tym tygodniu i bezpośrednio po nim większa niż przed epizodem.



**Rycina 1.** Miesięczna sprzedaż hurtowa wybranych leków stosowanych w zaostrzeniach chorób układu oddechowego w województwie śląskim  
**Figure 1.** Monthly wholesale of particular medicines used in the exacerbation of respiratory diseases in the Silesian voivodeship

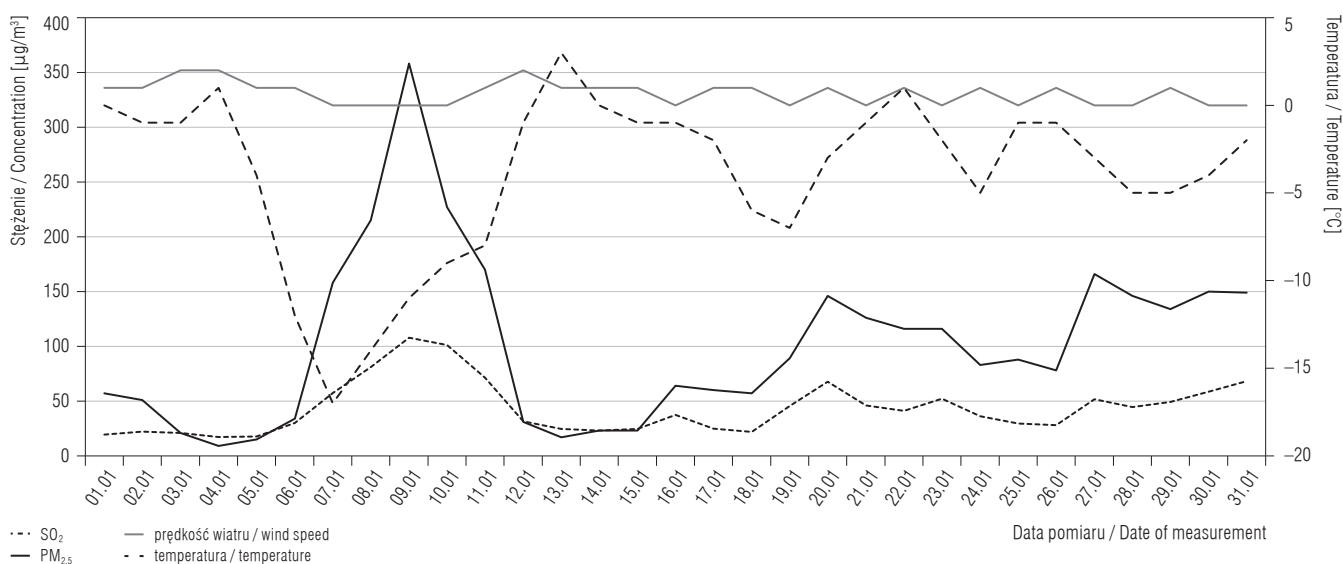
**Tabela 1.** Zanieczyszczenia powietrza i warunki meteorologiczne mierzone w Katowicach oraz dane medyczne z województwa śląskiego dla tygodnia poprzedzającego epizod smogowy, w trakcie trwania epizodu i bezpośrednio po epizodzie w styczniu 2017 r.  
**Table 1.** Air pollution and meteorological conditions measured in Katowice and medical data in the Silesian voivodeship in the week before, during and after winter smog in January 2017

Zmienna Variable	Uśrednione wartości dobowych pomiarów w następujących tygodniach Average values of daily measurements in the following weeks (M±SD)		
	poprzedzającym epizod preceding smog	w trakcie epizodu during smog	następującym po epizodzie after smog
Stężenie PM <sub>2,5</sub> / PM <sub>2,5</sub> concentration [µg/m <sup>3</sup> ]	27,57±17,91	188,83±71,14	35,25±18,63
Stężenie SO <sub>2</sub> / SO <sub>2</sub> concentration [µg/m <sup>3</sup> ]	19,07±4,31	70,62±18,71	24,57±5,07
Temperatura powietrza atmosferycznego / / Temperature of ambient air [°C]	-2,50±4,37	-11,80±3,31	0,57±1,59
Prędkość wiatru / Wind speed [m/s]	1,30±0,47	0,20±0,40	1,00±0,57
Porady ambulatoryjne z przyczyn oddechowych ogółem (ICD-10: J00–J99) / Outpatient visits due to respiratory diseases – total (ICD-10: J00–J99)	18 029±13 089,60	20 114±17 525,90	23 454±1 689,30
Hospitalizacje z przyczyn oddechowych ogółem (ICD-10: J00–J99) / Hospitalizations due to respiratory diseases – total (ICD-10: J00–J99)	292±142,20	290±108,20	350±114,40

## WYNIKI

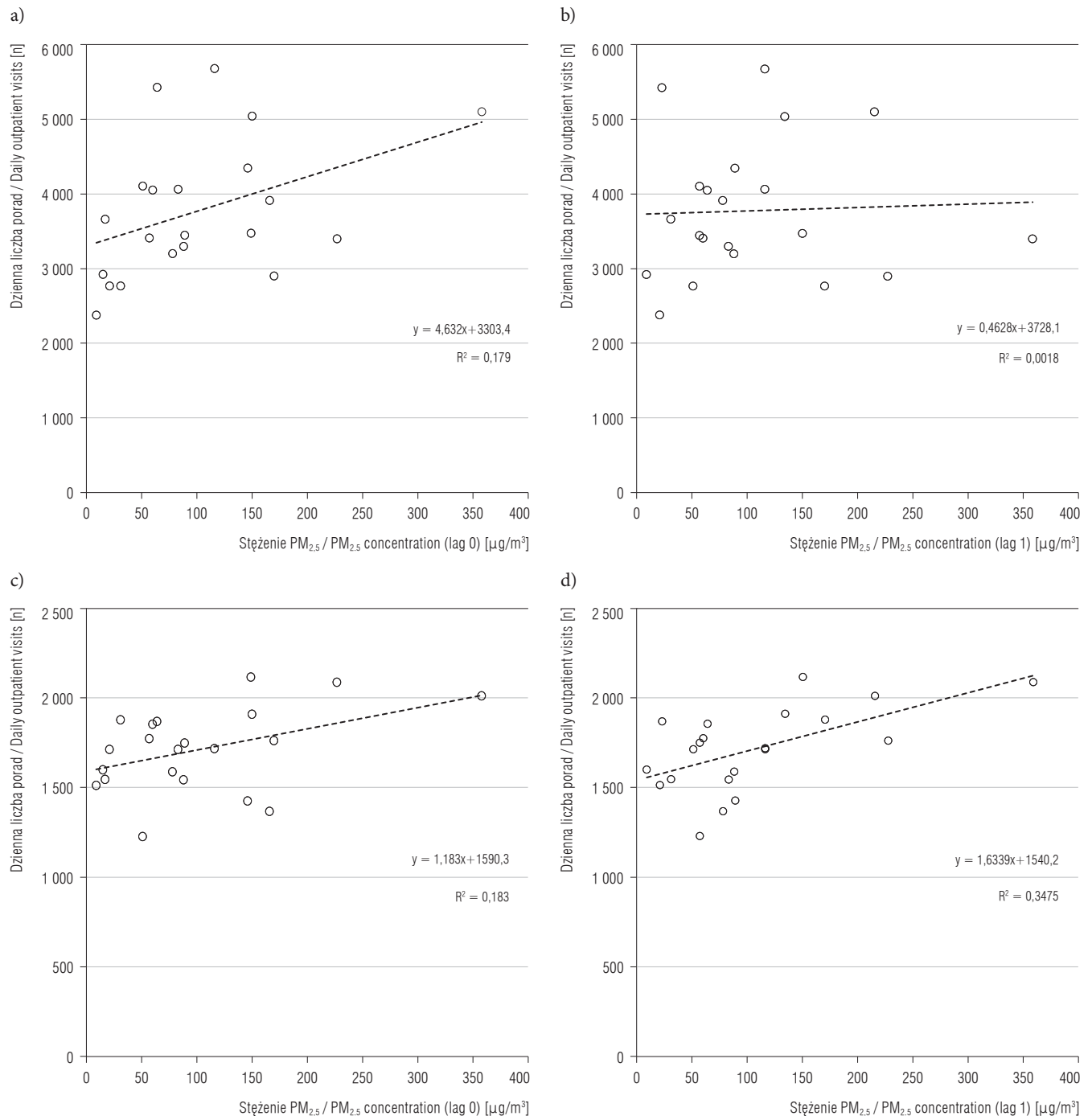
Wstępne wyniki obecnie prowadzonych badań wskazują na znaczący wzrost dobowych stężeń obydwu zanieczyszczeń powietrza (PM<sub>2,5</sub> i SO<sub>2</sub>) w dniach 7–11 sty-

cznia przy jednocześnie notowanych niekorzystnych parametrach meteorologicznych, tj. bezwietrzności i bardzo niskiej (< -10°C) temperaturze powietrza (ryc. 2). Jednocześnie wykazano nieznaczny, statystycznie nieznamiennej wzrost liczby dziennych przyjęć w am-



**Rycina 2.** Średniodobowe stężenia PM<sub>2,5</sub> i SO<sub>2</sub> w powietrzu atmosferycznym oraz wybrane parametry meteorologiczne w styczniu 2017 r., wartości uśrednione dla Gliwice i Katowice

**Figure 2.** Average daily concentration of PM<sub>2,5</sub> and SO<sub>2</sub> in the ambient air and selected meteorological parameters in June 2017, the averaged values in Gliwice and Katowice

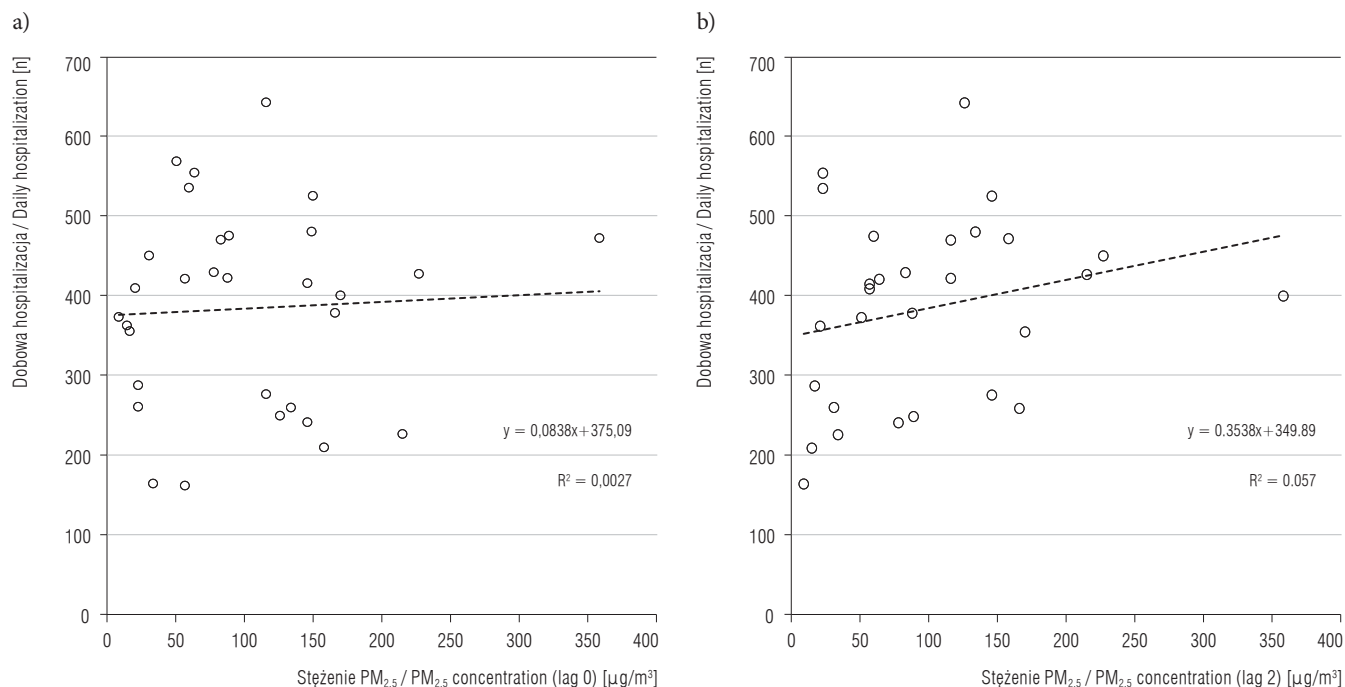


**Rycina 3.** Zależność między średniodobowym stężeniem PM<sub>2,5</sub> a dzienną liczbą porad ambulatoryjnych udzielonych w województwie śląskim w trakcie epizodu smogowego w styczniu 2017 r. pacjentom z zapaleniem oskrzeli: a) w dniu pomiaru stężenia, b) z jednodniowym opóźnieniem; pacjentom z zaostrzeniem astmy: c) w dniu pomiaru stężenia, d) z jednodniowym opóźnieniem

**Figure 3.** Relationship between the daily average concentration of PM<sub>2,5</sub> and the daily number of outpatient visits in the Silesian voivodeship during the smog episode in January 2017 given to patients with bronchitis: a) on the day of the concentration measurement, b) with a one-day delay; and exacerbation of asthma: c) on the same day, d) with a one-day delay

bulatoryjnej opiece zdrowotnej z powodu zaostrzenia astmy i zapalenia oskrzeli na skutek wzrostu stężenia pyłu (rycina 3). Dodatkowo zaobserwowano, że problem pojawia się już tego samego dnia, a w przypadku

zaostrzeń astmy jeszcze nasila się następnego dnia po narażeniu. W odniesieniu do hospitalizacji wykazano natomiast nieznaczną dodatnią zależność jedynie w przypadku liczby pacjentów z rozpoznanymi choro-



**Rycina 4.** Zależność między średniodobowym stężeniem  $PM_{2,5}$  a dzienną liczbą hospitalizacji pacjentów z chorobami układu oddechowego w szpitalach województwa śląskiego w trakcie trwania epizodu smogowego w styczniu 2017 r.: hospitalizacje a) w dniu pomiaru stężenia, b) z dwudniowym opóźnieniem

**Figure 4.** Relationship between the daily average concentration of  $PM_{2,5}$  and the daily number of hospitalizations of patients with respiratory diseases in hospitals in the Silesia Voivodeship during the smog episode in January 2017: hospitalizations a) during the day of the concentration measurement, b) with a two-day delay

bami oddechowymi ogółem ( $R^2 = 0,0576$ ) i była ona lepiej widoczna przy dwudniowym opóźnieniu skutku względem narażenia (rycina 4).

## OMÓWIENIE

Uzyskane wyniki potwierdzają wcześniejsze obserwacje z regionu (Zabrze, 2005 r.) na temat związku między gorszą jakością powietrza atmosferycznego a większą liczbą osób hospitalizowanych z powodu chorób układu oddechowego [2]. Warto dodać, że wzrost liczby porad ambulatoryjnych udzielanych pacjentom w przypadku ostrych incydentów oddechowych (głównie zapalenia oskrzeli lub zaostrzenia astmy) jest widoczny już pierwszego dnia z odnotowanymi wysokimi wartościami stężeń drobnego pyłu  $PM_{2,5}$  i nie ustaje w trakcie kolejnych dni epizodu.

Nieco inaczej jest w przypadku hospitalizacji z powodu ostrych przyczyn oddechowych – wyraźnie większa liczba zarejestrowanych zdarzeń pojawia się z dwudniowym opóźnieniem. Uzyskane zależności dotyczyły całej populacji i nie były istotne statystycznie, jednak warto wspomnieć o subpopulacjach wrażliwych (osoby starsze, dzieci, chorzy na astmę itd.), w odniesieniu

do których ryzyko ostrej odpowiedzi ze strony układu oddechowego znacząco wzrasta [2]. Zauważono także, że – podobnie jak we wcześniejszych badaniach – najmniej porad i hospitalizacji było w dni wolne od pracy (soboty i dni świąteczne), co należy tłumaczyć przyjętym sposobem funkcjonowania systemu opieki zdrowotnej – po prostu poradnie są wtedy zamknięte [2,9].

Prezentowane wyniki mają charakter wstępnych danych dokumentujących zależność między wystąpieniem smogu zimowego a ostrymi skutkami zdrowotnymi ze strony układu oddechowego populacji województwa śląskiego. Należy podkreślić, że mimo znaczącej w ostatnich latach poprawy stanu środowiska wynikającej z ograniczenia emisji przemysłowej okresowo dochodzi do przekraczania wartości dopuszczalnych stężeń zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego w regionie [10]. Głównym powodem są procesy spalania w indywidualnych piecach grzewczych (zazwyczaj węglowych lub opalanych drewnem) wykorzystywane do ogrzewania mieszkań [11,12]. Największy problem dotyczy miejscowości lub dzielnic z przewagą indywidualnej sieci grzewczej i usytuowanych topograficznie w taki sposób, że utrudnione jest naturalne przewietrzanie.

Uzyskane wyniki wskazują na związek między pogorszeniem jakości powietrza typowym dla smogu zimowego a wzrostem liczby rejestrowanych zaostrzeń astmy, zapalenia oskrzeli, a także liczby wszystkich ostrych chorób układu oddechowego wymagających konsultacji w poradni czy nawet hospitalizacji. Obserwacje te mogą okazać się pomocne przy komunikowaniu środowiskowego ryzyka niezbędnego przecież dla osiągnięcia porozumienia na rzecz efektywnego procesu modernizacji sieci ciepłowniczej oraz wymiany indywidualnych pieców grzewczych. Informowanie mieszkańców o środowiskowym ryzyku zdrowotnym jest elementem spójnym z aktualnymi celami Narodowego Programu Zdrowia – w celu 4. wskazano na konieczność uczenia i uświadamiania ludzi o zagrożeniach środowiskowych z naciskiem położonym na zapobieganie chorobom związanym z zanieczyszczeniem środowiska [13]. Bez dokumentowania aktualnej sytuacji w regionie zadanie to będzie mało wiarygodne dla społeczności, która okazuje coraz większy niepokój o zdrowie swoje i swoich dzieci.

Pewnym ograniczeniem prezentowanych wyników jest możliwy wpływ niskiej temperatury obserwowanej podczas tygodnia z epizodem smogowym na liczbę hospitalizacji i porad ambulatoryjnych z przyczyn oddechowych. Problem został dość dobrze opisany w literaturze [2,14–16]. Warto w tym miejscu dodać, że niższym temperaturom powietrza towarzyszą wyższe stężenia zanieczyszczeń drobnym pyłem PM<sub>2,5</sub> i dwutlenkiem siarki (SO<sub>2</sub>), będące efektem natężonej emisji np. z indywidualnych źródeł ciepła. Właściwe współczynniki korelacji między temperaturą a stężeniami zanieczyszczeń w niniejszym badaniu kształtowały się na poziomie  $r = -0,77$ ,  $p < 0,001$  dla PM<sub>2,5</sub> oraz  $r = -0,76$ ,  $p < 0,001$  dla SO<sub>2</sub>, co potwierdza silną i istotną statystycznie zależność między zmiennymi.

Warto wspomnieć, że podjęte w Wielkiej Brytanii próby niwelowania szkodliwych konsekwencji zdrowotnych zimowych warunków pogodowych poprzez prognozowanie i komunikowanie zagrożenia oraz aktywizację służb medycznych uznano za najskuteczniejsze w odniesieniu do działań ukierunkowanych na politykę energetyczną (redukcję emisji z indywidualnych pieców grzewczych) [17].

## WNIOSKI

Zaobserwowano wzrost liczby zarejestrowanych porad ambulatoryjnych z powodu zapalenia oskrzeli i zaostrzenia astmy w odpowiedzi na wzrost stężeń pyłu PM<sub>2,5</sub>

w powietrzu atmosferycznym. Zależność była widoczna już pierwszego dnia epizodu smogowego i nie ustawała w trakcie kolejnych dni. W przypadku hospitalizacji z powodu ostrych chorób układu oddechowego większa liczba zarejestrowanych zdarzeń pojawiała się z dwudniowym opóźnieniem.

## PIŚMIENNICTWO

1. Kowalska M., Zejda J.E.: Winter smog in Poland, is it a real hazard to health? [streszczenie]. W: European Aerosol Conference 2017; 27 sierpnia – 1 września 2017; Zurich, Switzerland [Internet]: 2017 [cytowany 11 stycznia 2018]. Adres: <http://www.gaef.de/EAC2017/EAC2017abstracts/T406/T406N4da.pdf>
2. Kowalska M.: Wpływ krótkoterminowych zmian stężeń drobnego pyłu zawartego w powietrzu atmosferycznym na dobową umieralność i chorobowość z przyczyn krążeniowo-oddechowych w populacji mieszkańców aglomeracji miejsko-przemysłowej (aglomeracja katowicka) [praca habilitacyjna]. Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach, Katowice 2011
3. Analiza rynku leków. Miesięczna sprzedaż hurtowa leków stosowanych w zaostrzeniach chorób układu oddechowego w województwie śląskim. Opracowanie Małgorzaty Kowalskiej na podstawie analizy rynku leków udostępnionej przez Grupę Adamed, Warszawa 2017
4. Kowalska M.: Relationship between quality of ambient air and respiratory diseases in Polish population. WIT Trans. Ecol. Environ. 2016;207:195–202, <https://doi.org/10.2495/AIR160181>
5. Atkinson R.W., Kang S., Anderson H.R., Mills I.C., Walton H.A.: Epidemiological time series studies of PM<sub>2,5</sub> and daily mortality and hospital admissions: A systematic review and meta-analysis. Thorax 2014;69:660–665, <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2013-204492>
6. Pinault L., Tjepkema M., Crouse D.L., Weichenthal S., van Donkelaar A., Martin R.V. i wsp.: Risk estimates of mortality attributed to low concentrations of ambient fine particulate matter in the Canadian community health survey cohort. Environ. Health 2016;15(1):1–18, <https://doi.org/10.1186/s12940-016-0111-6>
7. Dai L., Zanobetti A., Koutrakis P., Schwartz J.D.: Associations of fine particulate matter species with mortality in the United States: A multicity time-series analysis. Environ. Health Perspect. 2014;122(8):837–842, <https://doi.org/10.1289/ehp.1307568>
8. Janssen N.A.H., Fischer P., Marra M., Ameling C., Cassee F.R.: Short-term effects of PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub> and PM<sub>2,5-10</sub> on daily mortality in the Netherlands. Sci. Total Environ. 2013;463–464: 20–26, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.05.062>
9. Skiba M., Zejda J.E.: Wpływ zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego na dobową zachorowalność dzieci na choroby układu oddechowego. Pediaatria Pol. 2000;75(8):625–632

10. System monitoringu jakości powietrza [Internet]: Państwowy Inspektorat Ochrony Środowiska w Katowicach, 2017 [cytowany 11 stycznia 2018]. Mapa monitoringu jakości powietrza. Adres: <http://powietrze.katowice.wios.gov.pl>
11. Kowalska M., Kowalski M.: Wpływ zanieczyszczeń powietrza na zdrowie. Podręcznik nauczyciela. T. 2. Główny Instytut Górnictwa, Katowice 2014
12. Jędrak J., Konduracka E., Badyda A.J., Dąbrowiecki P.: Wpływ zanieczyszczeń powietrza na zdrowie. Krakowski Alarm Smogowy, Kraków 2017
13. Portal gov.pl [Internet]: Kancelaria Prezesa Rady Ministrów, 2016 [cytowany 11 stycznia 2018]. Ministerstwo Zdrowia. Cele operacyjne Narodowego Programu Zdrowia. Cel 4: Ograniczenie ryzyka zdrowotnego wynikającego z zagrożeń fizycznych, chemicznych i biologicznych w środowisku zewnętrznym, miejscu pracy, zamieszkania, rekreacji oraz nauki. Adres: <https://www.gov.pl/zdrowie/4-ograniczenie-ryzyka-zdrowotnego-wynikajacego-z-zagrozen-fizycznych-chemicznych-i-biologicznych-w-srodowisku-zewnetrznym-miejscu-pracy-zamieszkania-rekreacji-oraz-nauki>
14. Carder M., McNamee R., Beverland I., Elton R., Cohen G.R., Boyd J. i wsp.: The lagged effect of cold temperature and wind chill on cardiorespiratory mortality in Scotland. *Occup. Environ. Med.* 2005;62(10):702–710, <https://doi.org/10.1136/oem.2004.016394>
15. O'Neill M.S., Hajat S., Zanobetti A., Ramirez-Aguilar M., Schwartz J.: Impact of control for air pollution and respiratory epidemics on the estimated associations of temperature and daily mortality. *Int. J. Biometeorol.* 2005;50(2):121–129, <https://doi.org/10.1007/s00484-005-0269-z>
16. Pattenden S., Nikiforov B., Armstrong B.G.: Mortality and temperature in Sofia and London. *J. Epidemiol. Community Health* 2003;57(8):628–633, <https://doi.org/10.1136/jech.57.8.628>
17. Hajat S.: Health effects of milder winters: A review of evidence from the United Kingdom. *Environ. Health* 2017; 16(1, Supl. 1):15–22, <https://doi.org/10.1186/s12940-017-0323-4>