

# Zanieczyszczenia powietrza jako istotny modyfikowalny czynnik ryzyka zdrowotnego

## Air pollution as a significant modifying health risk factor

GRZEGORZ DZIUBANEK, EWA MARCHWIŃSKA-WYRWAŁ, AGATA PIEKUT, MONIKA RUSIN, ILONA HAJOK

Zakład Zdrowia Środowiskowego, Wydział Zdrowia Publicznego, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

**Wstęp.** Zanieczyszczenie powietrza znajduje się na czele listy środowiskowych zagrożeń zdrowia. Pomimo, że ogólny poziom zdrowia w całym europejskim Regionie WHO systematycznie się poprawia, to zarówno między krajami regionu, jak i w ich granicach utrzymują się nierówności zdrowotne. Relatywnie niewielki wpływ na zróżnicowanie stanu zdrowia Polaków ma fakt mieszkania w mieście lub na wsi, natomiast bardziej istotne jest województwo zamieszkania.

**Cel pracy.** Ocena wpływu zanieczyszczeń powietrza na zróżnicowanie stanu zdrowia ludności przy wykorzystaniu danych pomiarowych związanych z emisją zanieczyszczeń w różnych województwach Polski.

**Materiał i metody.** Obliczono wskaźniki emisji zanieczyszczeń powietrza, uwzględniające krotkość uwolnień do atmosfery sześciu zanieczyszczeń, względem województwa o najmniejszych wartościach uwolnień. Stosując metodę regresji liniowej zestawiono wskaźniki emisji z obliczonymi standaryzowanymi współczynnikami stanu zdrowia w poszczególnych województwach.

**Wyniki.** Wykazano statystycznie istotne zależności pomiędzy wielkością wskaźnika krajowej emisji zanieczyszczeń do atmosfery a standaryzowanymi współczynnikami zgonów ogółem oraz zgonów spowodowanych chorobami nowotworowymi wśród mieszkańców poszczególnych województw.

**Wnioski.** Wydaje się, że najwłaściwszym podejściem w ramach oceny ryzyka zdrowotnego, jakie powinno być rozwijane, to ocena narażenia na mieszaninę zanieczyszczeń występujących w danym środowisku.

**Słowa kluczowe:** zanieczyszczenie powietrza, ryzyko zdrowotne, nierówności w zdrowiu

**Introduction.** Air pollution is one of the major environmental health threats. Although the general health state of the population in the European Region of WHO is gradually improving, health inequalities still exist between countries as well as between regions of particular countries. The fact of living in the city or in the country has a relatively small impact on the differentiation of mortality of the Poles, but more important is the voivodeship of residence.

**Aim.** To assess the impact of air pollution on health state of the population using the measurement data of emissions in different voivodeships of Poland.

**Materials & methods.** The emission factors of the air pollutants were calculated, taking into consideration the multiplicity of releases to the atmosphere of six pollutants, in relation to the region with the lowest emissions. The interrelations between the summarized emission factors and standardized health state indices in the voivodeships were calculated using the linear regression.

**Results.** The study showed the statistically significant correlations between the ratio of the emission factors to the atmosphere and the standardized mortality ratio, as well as the standardized ratio of cancer mortality among residents of the particular voivodeship. Conclusions. It seems that the most appropriate approach in the environmental health risk assessment which should be developed is the assessment of exposure to a mixture of pollutants present in the environment.

**Key words:** air pollution, health risk, health inequalities

© Hygeia Public Health 2014, 49(1): 75-80

www.h-ph.pl

Nadesłano: 10.12.2013

Zakwalifikowano do druku: 04.02.2014

Adres do korespondencji / Address for correspondence

dr n biol. Grzegorz Dziubanek  
Zakład Zdrowia Środowiskowego, Wydział Zdrowia Publicznego,  
Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach  
ul. Piekarska 18, 41-902 Bytom  
tel./fax 32 39 76 529, 32 39 76 544, e-mail: gdziubanek@sum.edu.pl

## Wstęp

Zanieczyszczenie powietrza znajduje się na czele listy środowiskowych zagrożeń zdrowia, którym przypisuje się zwiększenie liczby zachorowań i wzrost umieralności ludzi. Wiedza na temat związków pomiędzy zdrowiem ludzi a zanieczyszczeniem powietrza wzrosła znacznie w ostatnich 20 latach, a naukowych dowodów na ich udział w etiologii najczęściej występujących

chorób przybywa [1-3]. Główną przyczyną śmiertelności mieszkańców Unii Europejskiej są choroby układu krążenia, które stanowią około 40% wszystkich zgonów, co oznacza około 2 mln osób rocznie [4], a przedwczesna umieralność z powodu chorób układu krążenia jest w Polsce prawie dwukrotnie wyższa niż w innych państwach Europy Zachodniej [5]. Jedną z najważniejszych chorób układu krążenia i jedną

z najczęściej występujących w społeczeństwie chorób przewlekłych, jest nadciśnienie tętnicze [6, 7]. Wśród czynników determinujących jego powstanie, oprócz nieprawidłowego stylu życia, wymienia się zanieczyszczenie powietrza pyłem ( $PM_{10}$  i  $PM_{2,5}$ ) [8-11]. Wyniki wielu badań wskazują, że narażenie środowiskowe na drobne pyły (o średnicy cząstek mniejszej od  $2,5 \mu m$ ), jest odpowiedzialne za wzrost dziennej liczby zgonów i hospitalizacji z powodu chorób układu oddechowego i układu krążenia [12-21]. Jednoczesne narażenie na pył tytoniowy zwiększa negatywne skutki zdrowotne przy wzroście stężenia zanieczyszczenia powietrza o  $10 \mu g/m^3$ , a ryzyko względne zgonu z powodu nadciśnienia tętniczego wzrasta, w przypadku palących, o 113% [15].

W ostatnim raporcie opublikowanym w 2012 roku, przygotowanym na zlecenie WHO, dotyczącym obecnego stanu wiedzy na temat skali istniejących w Polsce nierówności w zdrowiu wykazano, że relatywnie niewielki wpływ na zróżnicowanie umieralności Polaków ma fakt mieszkania w mieście lub na wsi, natomiast bardziej istotne jest województwo zamieszkania [5].

### Cel pracy

Ocena wpływu zanieczyszczeń powietrza na zróżnicowanie stanu zdrowia ludności przy wykorzystaniu danych pomiarowych związanych z emisją zanieczyszczeń w różnych regionach Polski.

### Materiał i metody

Korzystając z wyników wieloletnich badań emisji podstawowych zanieczyszczeń w układzie województw [22] obliczono wskaźniki emisji zanieczyszczeń powietrza, uwzględniające krotność uwolnień do atmosfery takich zanieczyszczeń, jak: dwutlenek siarki, tlenki azotu, pył, kadm, ołów i rtęć w latach 2002-2005 względem województwa o najmniejszych wartościach uwolnień. Uzyskane w ten sposób wskaźniki emisji dla poszczególnych związków zsumowano otrzymując łączny wskaźnik emisji sześciu rozpatrywanych związków.

Wskaźniki emisji zestawiono z obliczonymi na podstawie danych GUS (Głównego Urzędu Statystycznego) [23] standaryzowanymi współczynnikami zgonów ogółem, zgonów wywołanych chorobami układu sercowo-naczyniowego oraz zgonów wywołanych chorobami nowotworowymi w poszczególnych województwach. Zależności obliczono metodą analizy regresji liniowej.

### Wyniki

Najwyższą wartością wskaźnika charakteryzuje się województwo śląskie (88,3), następnie województwo

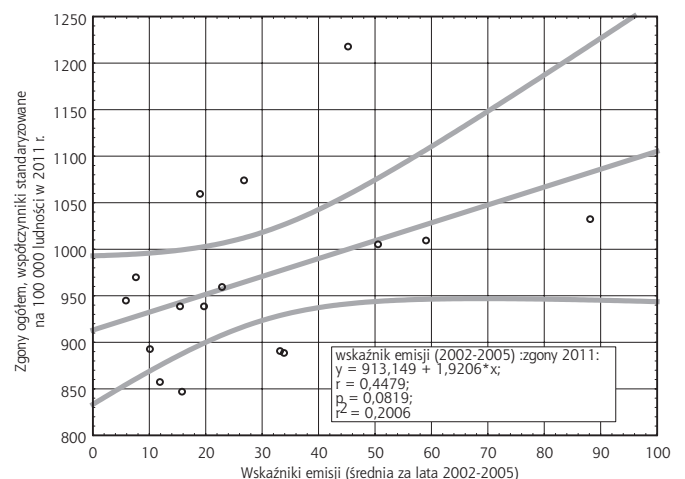
dolnośląskie (59,3), mazowieckie (50,6) oraz łódzkie (45,5). Najniższe wartości wskaźników występują w województwach: lubuskim, podlaskim, warmińsko-mazurskim i podkarpackim.

W roku 2011 najwyższym wskaźnikiem ilości zgonów ogółem charakteryzowało się województwo łódzkie, następnie śląskie, świętokrzyskie, dolnośląskie i mazowieckie. Najniższy wskaźnik zgonów ogółem obliczono dla województwa pomorskiego, podkarpackiego, małopolskiego oraz warmińsko-mazurskiego.

Średnia wartość standaryzowanego współczynnika zgonów wywołanych chorobami układu sercowo-naczyniowego w okresie sześciu lat (od 2005 do 2010) była najwyższa w województwie łódzkim, świętokrzyskim, lubelskim oraz dolnośląskim, a najniższa w województwach pomorskim, warmińsko-mazurskim, wielkopolskim i lubuskim.

Następnym wskaźnikiem stanu zdrowia, rozpatrywanym w układzie województw, była liczba zgonów spowodowanych chorobą nowotworową w okresie sześciu lat (od 2005 do 2010). Średnia wartość współczynnika zgonów wywołanych nowotworami w tym okresie była największa w województwie łódzkim, kujawsko-pomorskim, dolnośląskim i śląskim, a najniższa w województwach podkarpackim, lubelskim, małopolskim i podlaskim (tab. I).

Analiza zależności pomiędzy wielkością standaryzowanych współczynników zgonów ogółem z roku 2011 a sumą wskaźników emisji sześciu zanieczyszczeń do atmosfery w latach 2002-2005 wykazała zależność dodatnią, statystycznie nieistotną ( $r=0,44$ ;  $r^2=0,20$ ;  $r^2_{skoryg.}=0,14$ ;  $p=0,08$ ) (ryc. 1).



Ryc. 1. Wyniki analizy statystycznej zależności pomiędzy liczbą zgonów ogółem w 2011 r., a wskaźnikami emisji zanieczyszczeń do atmosfery (średnia 2002-2005) w 16 województwach

Fig. 1. Results of statistical analysis of correlation between total deaths in 2011 and emission factors of air pollutants (mean 2002-2005) in 16 voivodeships

Tabela 1. Wskaźniki krajowej emisji zanieczyszczeń do atmosfery względem województwa o najmniejszej emisji (lubuskiego) oraz zgony ogółem i zgony spowodowane chorobą nowotworową w poszczególnych województwach wyrażone współczynnikami standaryzowanymi (na 100 000 ludności)  
 Table 1. Indices of national emission of pollutants into the atmosphere in relation with the voivodeship of lowest emission (lubuskie) and total deaths and deaths due to cancer in individual voivodeships expressed with standardized coefficients (in 100 000 of population)

Województwa	Krajowa emisja (średnia za lata 2002-2005) podana w formie wskaźników* dla poszczególnych województw							Zgony ogółem, współczynniki standaryzowane na 100 000 mieszkańców**	Zgony spowodowane chorobami układu sercowo-naczyniowego, współczynniki standaryzowane na 100 000 mieszkańców**	Zgony spowodowane chorobą nowotworową, współczynniki standaryzowane na 100 000 mieszkańców**
	SO <sub>2</sub>	NOx	Pyły ogółem	Kadm	Ołów	Rtęć	Suma wskaźników	2011	Średnia z lat 2005-2010	Średnia z lat 2005-2010
Łódzkie	12,6	7,0	3,6	2,8	3,3	16,2	45,5	1216	564	275
Mazowieckie	13,5	9,8	6,4	5,3	5,7	9,9	50,6	1004	457	255
Małopolskie	4,6	3,9	3,7	3,6	9,1	9,1	34	888	437	231
Śląskie	13,4	8,9	9,6	8,2	25,6	22,6	88,3	1031	467	264
Lubelskie	2,0	2,7	2,5	2,5	2,5	7,0	19,2	1058	527	230
Podkarpackie	2,3	2,2	2,0	1,9	1,9	1,7	12	856	434	203
Podlaskie	1,2	1,4	1,2	1,5	1,4	1,2	7,9	970	421	236
Świętokrzyskie	2,9	3,2	1,8	1,2	1,6	16,2	26,9	1074	540	245
Lubuskie	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	6	943	410	239
Wielkopolskie	9,3	6,0	4,6	3,0	3,4	7,2	33,5	890	398	245
Zachodniopomorskie	2,5	2,6	2,0	1,9	2,3	4,3	15,6	937	422	251
Dolnośląskie	5,7	4,2	3,7	6,0	29,9	9,8	59,3	1008	494	265
Opolskie	1,7	2,6	1,6	1,3	1,5	14,2	22,9	959	455	238
Kujawsko-Pomorskie	2,9	2,5	2,3	3,1	2,7	6,5	20	937	435	268
Pomorskie	3,4	2,7	2,3	2,4	2,3	2,7	15,8	847	345	254
Warmińsko-Mazurskie	3,3	1,4	1,4	1,5	1,4	1,2	10,2	891	356	240

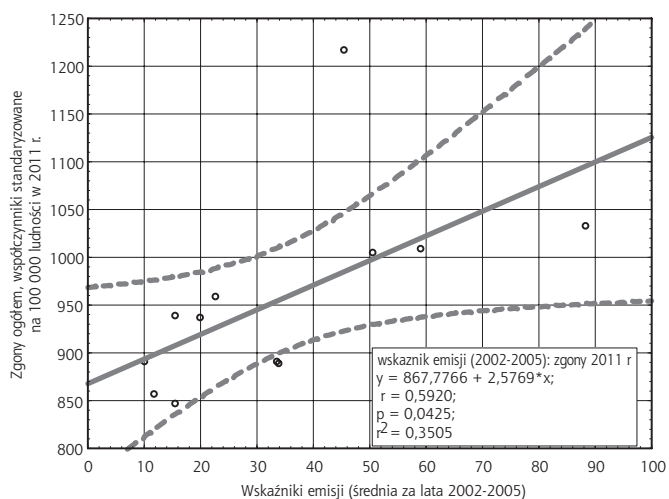
\*Wskaźnik stanowi krotność najmniejszych wielkości emisji danego związku rozważanych w okresie lat 2002-2005, w przypadku SO<sub>2</sub>, NOx i pyłów podanych w Gg, a w przypadku metali podanych w kg. Opracowanie własne na podstawie GUS [22]  
 \*\*Opracowanie własne na podstawie GUS [23]

W przypadku wyłączenia z analizy województw o charakterze rolniczym: lubuskiego, lubelskiego, podlaskiego i świętokrzyskiego, gdzie istotniejszym od emisji przemysłowych czynnikiem ryzyka niewątpliwie jest stosowanie pestycydów i nawozów sztucznych, obliczona zależność jest dodatnia, statystycznie istotna ( $r=0,59$ ;  $r^2=0,35$ ;  $r^2_{skoryg.}=0,28$ ;  $p=0,04$ ) (ryc. 2).

Zależność pomiędzy sumą wskaźników sześciu rozpatrywanych zanieczyszczeń a standaryzowanymi wskaźnikami zgonów spowodowanymi chorobami układu sercowo-naczyniowego była dodatnia, nieistotna statystycznie ( $r=0,42$ ;  $r^2=0,17$ ;  $r^2_{skoryg.}=0,11$ ;  $p=0,104$ ) (ryc. 3).

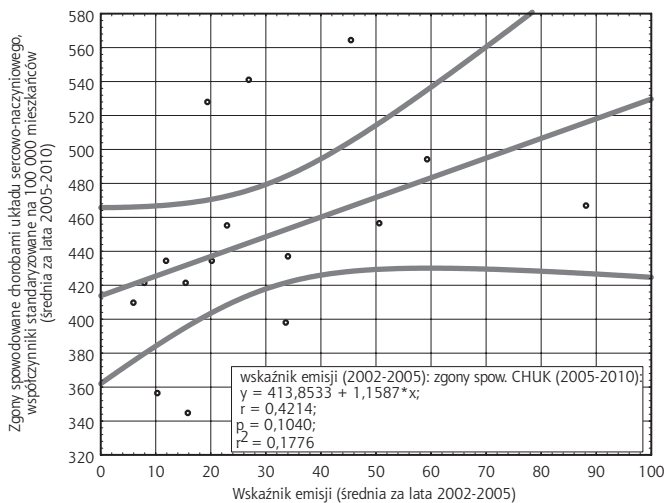
Wyłączenie z analizy czterech województw o charakterze rolniczym: lubuskiego, lubelskiego, podlaskiego i świętokrzyskiego spowodowało, że zależność była silniejsza, chociaż nadal statystycznie nieistotna ( $r=0,57$ ;  $r^2=0,32$ ;  $r^2_{skoryg.}=0,26$ ;  $p=0,051$ ) (ryc. 4).

Wykazano zależność pomiędzy rozpatrywaną sumą wskaźników zanieczyszczeń a wielkością standaryzowanego wskaźnika zgonów spowodowanych chorobą nowotworową w okresie od 2005-2010 r. Zależność jest dodatnia, znamienna statystycznie ( $r=0,54$ ;  $r^2=0,29$ ;  $r^2_{skoryg.}=0,24$ ;  $p=0,028$ ) (ryc. 5).



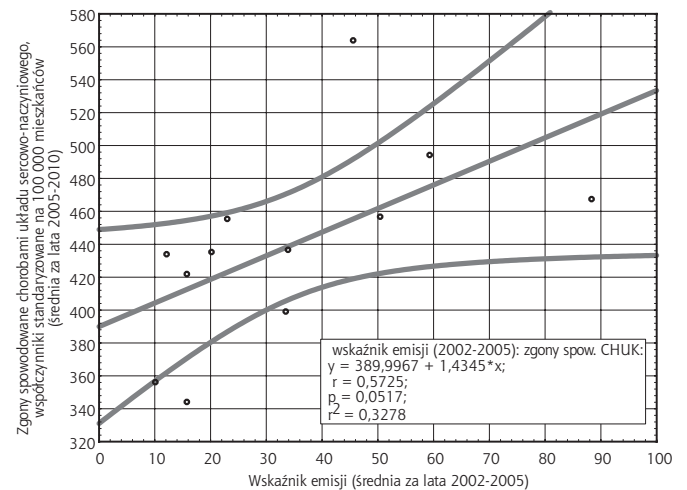
Ryc. 2. Wyniki analizy statystycznej zależności pomiędzy ilością zgonów ogółem w 2011 r. a wskaźnikami emisji zanieczyszczeń do atmosfery (średnia 2002-2005) w 12 województwach z wyłączeniem regionów o charakterze rolniczym.

Fig. 2. Results of statistical analysis of correlation between total deaths in 2011 and indices of pollutant emission to the atmosphere (mean 2002-2005) in 12 voivodeships with the exclusion of agricultural ones



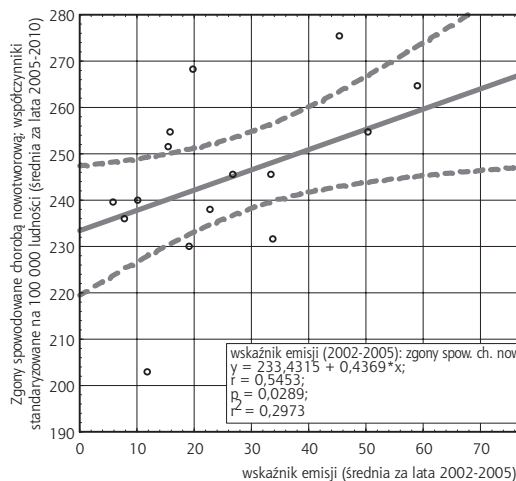
Ryc. 3. Wyniki analizy statystycznej zależności pomiędzy ilością zgonów spowodowanych chorobami układu sercowo-naczyniowego w latach 2005-2010 r. a wskaźnikami emisji zanieczyszczeń do atmosfery (średnia 2002-2005) w 16 województwach

Fig. 3. Results of statistical analysis of correlation between cardiovascular deaths between 2005-2010 and emission factors of air pollutants (mean 2002-2005) in 16 voivodeships



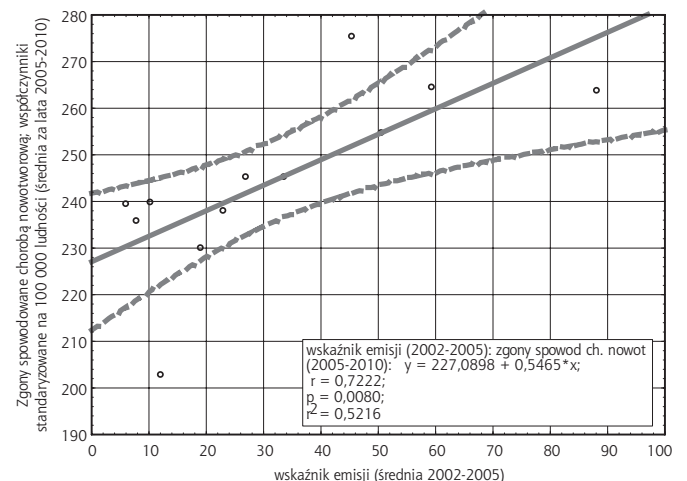
Ryc. 4. Wyniki analizy statystycznej zależności pomiędzy ilością zgonów spowodowanych chorobami układu sercowo-naczyniowego w latach 2005-2010 a wskaźnikami emisji zanieczyszczeń do atmosfery (średnia 2002-2005) w 12 województwach

Fig. 4. Results of statistical analysis of correlation between cardiovascular deaths between 2005-2010 and emission factors of air pollutants (mean 2002-2005) in 12 voivodeships



Ryc. 5. Wyniki analizy statystycznej zależności pomiędzy ilością zgonów spowodowanych chorobami nowotworowymi w latach 2005-2010 a wskaźnikami emisji zanieczyszczeń do atmosfery (średnia 2002-2005) w 16 województwach

Fig. 5. Results of statistical analysis of correlation between cancer deaths between 2005-2010 and emission factors of air pollutants (mean 2002-2005) in 16 voivodeships



Ryc. 6. Wyniki analizy statystycznej zależności pomiędzy ilością zgonów spowodowanych chorobami nowotworowymi w latach 2005-2010 a wskaźnikami emisji zanieczyszczeń do atmosfery (średnia 2002-2005) w 12 województwach

Fig. 6. Results of statistical analysis of correlation between cancer deaths between 2005-2010 and emission factors of air pollutants (mean 2002-2005) in 12 voivodeships

Przy wyłączeniu z analizy czterech województw: kujawsko-pomorskiego, zachodniopomorskiego, pomorskiego oraz małopolskiego, ze względu na istnienie na ich obszarze licznych źródeł emisji TZO, nie uwzględnionych w rozważanym sumarycznym wskaźniku emisji, a które mogą stanowić bardziej istotny czynnik ryzyka w przypadku chorób nowotworowych, obliczona dla pozostałych województw zależność była silna i statystycznie istotna ( $r=0,72$ ;  $r^2=0,52$ ;  $r^2$  skoryg. =  $0,47$ ;  $p=0,008$ ) (ryc. 6).

## Dyskusja

Przeprowadzone badania wykazały statystycznie istotne zależności pomiędzy wielkością wskaźnika krajowej emisji zanieczyszczeń do atmosfery (obliczonego względem województwa o najmniejszej emisji) a wartościami standaryzowanych współczynników stanu zdrowia mieszkańców poszczególnych województw.

Wykazane zależności były szczególnie silne w przypadku wykluczenia z analiz województw o cha-



rakterze rolniczym, w których bardziej istotny wpływ na stan zdrowia społeczeństwa wywierają takie czynniki, jak stosowanie środków ochrony roślin czy nawozy sztuczne, w porównaniu z emisjami przemysłowymi. W przypadku standaryzowanych współczynników zgonów spowodowanych chorobami nowotworowymi zależności były silniejsze gdy w analizie nie uwzględniano regionów charakteryzujących się obecnością licznych źródeł emisji Trwałych Związków Organicznych, takich jak dioksyny czy polichlorowane bifenyle. Przykładowo w województwie kujawsko-pomorskim znajdują się duże zakłady sektora chemicznego, np. w Bydgoszczy, Inowrocławiu czy we Włocławku.

Wyniki przeprowadzonych badań są zgodne z badaniami innych autorów, którzy wykazali, że już niewielkie zmiany stężenia zanieczyszczeń powietrza powodują różnice w ilości przypadków zachorowań np. na nowotwory, lub na długość życia mieszkańców [24]. Zanieczyszczenie środowiska może być istotnym czynnikiem ryzyka powodującym nierówności w zdrowiu. Z raportu przygotowanego przez WHO dla Regionu europejskiego wynika, iż obciążenie chorobami środowiskowymi odpowiada za od 15 do 20% wszystkich zgonów [25]. Opracowania przygotowane przez Komisję Europejską potwierdzają informacje podawane przez ekspertów WHO. Przyjmuje się, że blisko co czwarta choroba powodowana jest przez czynniki chemiczne stanowiące zanieczyszczenie środowiska. Jeżeli chodzi o liczbę przedwczesnych zgonów, związanych tylko z zanieczyszczeniem powietrza, to w skali globu kształtuje się ona na poziomie prawie 3 milionów osób [2]. W krajach rozwiniętych,

mimo poprawy jakości powietrza w ciągu ostatniego dwudziestolecia, zanieczyszczenie powietrza pozostaje głównym obszarem prowadzonych badań naukowych oraz podejmowanych działań na rzecz poprawy zdrowia publicznego [26]. Zanieczyszczenia powietrza należy traktować za istotny modyfikowalny czynnik ryzyka zdrowotnego, którego udział w kształtowaniu zdrowia publicznego, jakkolwiek dostrzegany, jest wciąż nieoszacowany.

## Wnioski

1. Przeprowadzone badania wykazały statystycznie istotne zależności pomiędzy wielkością wskaźnika krajowej emisji zanieczyszczeń do atmosfery (obliczonego względem województwa o najmniejszej emisji), a wartościami standaryzowanych współczynników stanu zdrowia mieszkańców poszczególnych województw.
2. Ocena ryzyka zdrowotnego oparta na analizie wielkości narażenia na pojedynczy związek chemiczny, nie oddaje wielkości prawdziwego zagrożenia dla zdrowia. Wydaje się, że najważniejszym podejściem, jakie powinno być rozwijane, to ocena narażenia na mieszaninę zanieczyszczeń występujących w danym środowisku.
3. Działania profilaktyczne, przy stosunkowo niewielkich nakładach, mogą skutkować zmniejszeniem nierówności w zdrowiu występujących nie tylko pomiędzy poszczególnymi krajami, ale zwłaszcza pomiędzy grupami społecznymi tego samego kraju.

## Piśmiennictwo / References

1. Zeger SL, Dominici F, McDermott A, Samet JM. Mortality in the Medicare population and chronic exposure to fine particulate air pollution in urban centers (2000-2005). *Environ Health Perspect* 2008, 116(12): 1614-19.
2. World Health Organization (WHO). The European Health Report 2009: Health and health systems. WHO, Copenhagen 2009.
3. Wojtyński B, Goryński P. Sytuacja zdrowotna ludności polski. NIZP-PZH, Warszawa 2008.
4. Rydén L, Martin J, Volqvartz S. The European Heart Health Charter: towards a healthier Europe. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2007, 14(3): 355-6.
5. Marek M, Kaleta D, Miśkiewicz P i wsp. Społeczne nierówności w zdrowiu w Polsce. Europejskie Biuro Światowej Organizacji Zdrowia, Kopenhaga 2012.
6. Zdrojewski T, Szpakowski P, Bandosz P, et al. Arterial hypertension in Poland in 2002. *J Hum Hypertens* 2004, 18: 557-562.
7. Polakowska M, Piotrowski W, Włodarczyk P, Broda G, Rywik S. Program epidemiologiczny oceniający częstość nadciśnienia tętniczego w Polsce w populacji osób dorosłych – badanie PENT. Część I. Nadciśnienie Tętnicze 2002, 6: 157-166.
8. Oparli S, Zaman MA, Calhoun DA. Pathogenesis of hypertension. *Ann Intern Med* 2003, 139: 761-776.
9. Routledge HC, Ayres JG, Townend JN. Why cardiologist should be interested in air pollution. *Heart* 2003, 89: 1383-1388.
10. Delfino RJ, Sioutas C, Malik S. Potential role of ultrafine particles in associations between airborne particle mass and cardiovascular health. *Environ Health Perspect* 2005, 113: 934-946.
11. Brook RD, Brook JR, Rajagopalan S. Air pollution: the “Heart” of the problem. *Curr Hypertens Rep* 2003, 5: 32-39.
12. Glantz SA. Air pollution as a cause of heart disease: time for action. *J Am Coll Cardiol* 2002, 39: 943-945.
13. Verrier RL, Mittleman MA, Stone PH. Air pollution: An Insidious and Pervasive Component of Cardiac Risk. *Circulation* 2002, 106: 890-892.
14. Katsouyanni K, Touloumi G, Samoli E, et al. Confounding and effect modification in the short-term effects of ambient particles on total mortality: results from 29 European cities within the APH EA2 project. *Epidemiology* 2001, 12: 521-531.

15. Pope CA III, Burnett RT, Thurston GD, et al. Cardiovascular mortality and long-term exposure to particulate air pollution: epidemiological evidence of general pathophysiological pathways of disease. *Circulation* 2004, 109: 71-77.
16. Suwa T, Hogg JC, Quinlan KB, Ohgami A, Vincent R, van Eeden SF. Particulate air pollution induces progression of atherosclerosis. *J Am Coll Cardiol* 2002, 39: 935-942.
17. Brook RD. You are what you breathe: evidence linking air pollution and blood pressure. *Curr Hypertens Rep* 2005, 7: 427-434.
18. World Health Organization (WHO). Report: Health aspects of air pollution. Results from the WHO project Systematic review of health aspects of air pollution in Europe. E83080. WHO, Copenhagen 2004.
19. Peters A, von Klot S, Heier M, et al. Cooperative Health Research in the Region of Augsburg Study Group. Exposure to traffic and the onset of myocardial infarction. *N Engl J Med* 2004, 351: 1721-1730.
20. Seaton A, MacNee W, Donaldson K, Godden D. Particulate air pollution and acute health effects. *Lancet* 1995, 345: 176-178.
21. Pekkanen J, Peters A, Hoek G, et al. Particulate air pollution and risk of ST-segment depression during repeated submaximal exercise tests among subjects with coronary heart disease: the Exposure and Risk Assessment for Fine and Ultrafine Particles in Ambient Air (ULTRA) study. *Circulation* 2002, 106: 933-93.
22. Główny Urząd Statystyczny (GUS). Bank Danych Lokalnych, Stan i Ochrona Środowiska, Zanieczyszczenie powietrza. [http://www.stat.gov.pl/bdl/app/dane\\_podgrup.dims?p\\_id=670542&p\\_token=0.31418456556275487](http://www.stat.gov.pl/bdl/app/dane_podgrup.dims?p_id=670542&p_token=0.31418456556275487)
23. Główny Urząd Statystyczny (GUS). Bank Danych Lokalnych, Ludność, Stan Ludności i Ruch Naturalny. [http://www.stat.gov.pl/bdl/app/dane\\_podgrup.hier?p\\_id=670922&p\\_token=1063855686](http://www.stat.gov.pl/bdl/app/dane_podgrup.hier?p_id=670922&p_token=1063855686)
24. Marchwinska-Wyrwal E, Dziubanek G, Skrzypek M, Hajok I. Study of the health effects of long-term exposure to cadmium and lead in a region of Poland. *Int J Environ Health Res* 2010, 20(2): 81-6.
25. Prüss-Üstün A, Corvalán C. Preventing Disease through Healthy Environments. WHO, Geneva 2006.
26. World Health Organization (WHO). Environment and health risks: a review of the influence and effects of social inequalities. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen 2010.