

EWA KRAKOWIAK, JOLANTA CEMBRZYŃSKA

## Współczesne możliwości redukcji szkód zdrowotnych wywołanych pyłowymi zanieczyszczeniami powietrza atmosferycznego

Contemporary possibilities of reducing health damage caused by particulate matter air pollution

Zakład Szkodliwości Biologicznych i Immunoalergologii, Instytut Medycyny Pracy i Zdrowia Środowiskowego, Sosnowiec

### SŁOWA KLUCZOWE

pył zawieszony, narażenie środowiskowe, zachowania prozdrowotne, redukcja szkód

### STRESZCZENIE

Pyłowe zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego należą do globalnych zagrożeń środowiska i są uznawane przez Światową Organizację Zdrowia (WHO) za bezpośrednią przyczynę pogorszenia zdrowia i warunków życia ludzi. W Polsce zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego wielokrotnie w ciągu roku przekracza poziomy związane z ryzykiem wystąpienia ostrych i przewlekłych problemów zdrowotnych. W celu ochrony zdrowia społeczeństwa niezbędna jest poprawa jakości powietrza poprzez wyeliminowanie lub ograniczenie emisji substancji zanieczyszczających do poziomów dopuszczalnych. Indywidualne narażenie na pyłowe zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego, zwłaszcza w okresach epizodów wysokich stężeń, można ograniczać podejmując odpowiednie działania, do których należą: pozostawanie w pomieszczeniach zamkniętych, zmniejszenie przenikania powietrza atmosferycznego do pomieszczeń, ograniczanie wysiłku fizycznego na zewnątrz, szczególnie w pobliżu źródeł emisji zanieczyszczeń. Rosnąca liczba publicznych systemów ostrzegania o jakości powietrza ułatwia zwiększenie świadomości o zagrożeniu. Unikanie ekspozycji na zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego jest szczególnie ważne w przypadku populacji wrażliwej. Należy kontynuować badania mechanizmów leżących u podstaw redukcji negatywnego wpływu zanieczyszczenia powietrza na zdrowie poprzez suplementowanie witamin, antyoksydantów czy odpowiednio skomponowaną dietę, a także stosowanie środków ochrony indywidualnej (półmasek filtrujących) w celu opracowania odpowiednich zaleceń dla populacji wrażliwej i generalnej. Istotne jest wypracowanie właściwych strategii dostosowanych indywidualnie i mających wpływ na redukcję szkód związanych z pyłowym zanieczyszczeniem powietrza atmosferycznego jednocześnie bez zaniechania zdrowej aktywności fizycznej. Działania podejmowane indywidualnie przez każdego człowieka muszą być dla niego bezpieczne i przynosić odpowiednie korzyści zdrowotne.

### KEYWORDS

particulate matter, environmental exposure, health behaviours, harm reduction

### SUMMARY

Particulate matter air pollution is one of global environmental threats and is considered by the World Health Organisation (WHO) to be a direct cause of deteriorated health and living conditions. In Poland, air pollution exceeds the levels associated with the risk of acute and chronic health conditions many times a year. In order to protect public health, it is necessary to improve air quality by eliminating or reducing the emission of pollutants to acceptable levels. Individual exposure to particulate air pollution, especially during the periods of high concentrations, may be limited by taking appropriate measures such as staying indoors with windows closed, reducing the inflow of outdoor air, limiting outdoor exercise, especially near the sources of emissions. The growing number of public air quality alert systems helps raise awareness of the risk. Avoiding exposure to air pollution is particularly important for sensitive populations. Studies should be continued to investigate the mechanisms underlying the reduction of negative effects of air pollution on health by vitamin/antioxidant supplementation or balanced diet, as well as by using personal

protective equipment (filter half masks) to develop appropriate guidelines for both the sensitive and general population. It is important to develop appropriate, individually tailored strategies for reducing harm related to particulate matter air pollution without abandoning healthy physical activity. Action taken individually by each person must be safe and bring appropriate health benefits.

## WSTĘP

Pyłowe zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego zwane pyłem zawieszonym (ang. *particulate matter* – PM) powstają poprzez wprowadzanie do powietrza substancji stałych, ciekłych lub gazowych, których cząstki mogą przebywać w atmosferze w stanie zawieszonym przez pewien okres czasu. Skład chemiczny zanieczyszczeń pyłowych zależy od źródeł ich pochodzenia. Wyróżnia się źródła naturalne, np. wulkany, pustynie, pożary lasów, erozja gleb i skał, pyły kosmiczne, oraz źródła antropogenne, będące efektem działalności człowieka. Mogą one wprowadzać zanieczyszczenia do powietrza ze źródeł energetycznych i technologicznych w sposób zorganizowany poprzez emitor (komin o wysokości powyżej 40 m) będący punktowym źródłem emisji oraz ze źródeł ruchomych związanych z transportem i szlakami komunikacyjnymi, tzw. emisja liniowa (1).

## CHARAKTERYSTYKA PYŁOWYCH ZANIECZYSZCZEŃ POWIETRZA ATMOSFERYCZNEGO W POLSCE

W przypadku Polski istotny wpływ na kształtowanie jakości powietrza ma emisja powierzchniowa, związana z ogrzewaniem mieszkań w sektorze komunalno-bytowym (budynki jedno- i wielorodzinne, użyteczności publicznej, usług i handlu), stanowiąca tzw. niską emisję, odpowiedzialną za powstawanie zjawiska smogu. Pod pojęciem „niskiej emisji” rozumie się również emisję komunikacyjno-transportową oraz emisję niezorganizowaną, czyli generowaną pożarami, pracami polowymi, pyleniem ze składowisk czy awariami przemysłowymi. Smog jest nienaturalnym zjawiskiem atmosferycznym, które powstaje w efekcie antropogennych zanieczyszczeń powietrza przy współdziałaniu naturalnych zjawisk atmosferycznych, takich jak inwersja temperatury podczas bezwietrznej pogody, zwłaszcza na terenach niżej położonych. Dla zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego charakterystyczne są sezonowe różnice ich stężeń i składu. Zjawisko smogu występujące w porze grzewczej (od października do marca) typowe jest dla niskiej emisji, natomiast za smog fotochemiczny zachodzący latem odpowiedzialne są przede wszystkim zanieczyszczenia komunikacyjno-transportowe. Stężenia i skład zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego zmieniają się również w ciągu dnia. Na zmiany te mają wpływ np. godziny intensywnego ruchu samochodowego, wahania przemian fotochemicznych warunkowanych światłem słonecznym, warunki atmosferyczne czy godziny intensywniejszego ogrzewania budynków (2, 3).

Emisja zanieczyszczeń powstałych podczas niepełnego spalania paliw, często złej jakości, w przestarzałych typach

## INTRODUCTION

Particulate matter (PM) air pollution is a result of introducing solid, liquid or gaseous substances, which may remain in the atmosphere for a certain period of time, into the air. The chemical composition of particulate matter depends on its source. Natural (e.g. volcanoes, deserts, forest fires, soil and rock erosion, cosmic dust), and anthropogenic (resulting from human activity) sources may be distinguished. These may be pollutants introduced from energy and technological sources in an organised manner through an emitter (a chimney with a height of more than 40 m), being a point source of emissions, as well as from mobile sources associated with transportation and communication routes – motor vehicle emission (1).

## THE CHARACTERISTICS OF PARTICULATE MATTER AIR POLLUTION IN POLAND

In Poland, air quality is significantly affected by surface emission related to heating in the communal and living sector (single- and multi-family buildings, public buildings, service and trade buildings), which accounts for the so-called low emission, responsible for smog formation. The term low emission is also understood as communication and transportation-related, as well as unorganised emissions, i.e. generated by fires, field work, and dust from landfills or industrial accidents. Smog is an unnatural atmospheric phenomenon caused by anthropogenic air pollution in the presence of natural atmospheric phenomena, such as temperature inversion during windless weather, particularly in low lying areas. Air pollution is characterised by seasonal differences in its levels and composition. The smog observed in the heating season (from October to March) is typical of low emission, whereas the summer-time photochemical smog is mainly due to communication and transportation pollution. The levels and composition of air pollutants also change during the day. These changes occur as a result of, e.g. hours of heavy traffic, sunlight-dependent photochemical fluctuations, atmospheric conditions or hours of more intense heating of buildings (2, 3).

Emission of pollutants formed during incomplete combustion of fuel, often of poor quality, in old-type household

kotłów w paleniskach indywidualnych, stanowi w Polsce poważny problem. Prowadzi ona do uwalniania szkodliwych dla zdrowia substancji, takich jak: benzo(a)piren i inne wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA), związki z grupy dioksyn i furanów (PCDD/F), a także metale ciężkie i ich związki (4, 5).

W kontekście oceny stopnia zagrożenia zdrowia w odniesieniu do pyłu zawieszonego stosuje się klasyfikację według średnicy aerodynamicznej cząstek. Wyróżnia ona dwie główne frakcje pyłu: PM10 (ang. *coarse particles*) – frakcja zgrubna, której cząstki pyłu mają średnice aerodynamiczne poniżej 10 µm, oraz PM2,5 (ang. *fine particles*) – frakcja drobna, której cząstki pyłu mają średnice aerodynamiczne poniżej 2,5 µm (2). W skład frakcji drobnej wchodzi związki chemiczne o działaniu rakotwórczym, mutagennym oraz cytotoksycznym. W 2013 roku Międzynarodowa Agencja Badań nad Rakiem (International Agency for Research on Cancer – IARC) sklasyfikowała zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego, w tym pył zawieszony jako czynnik rakotwórczy dla ludzi (grupa 1) (6, 7).

Jakość powietrza atmosferycznego w większości państw europejskich ulega poprawie. Mimo to około 80% populacji żyje w środowiskach, w których są przekroczone wytyczne Światowej Organizacji Zdrowia (World Health Organization – WHO) dotyczące pyłu zawieszonego (AQG), będące bardziej rygorystycznymi niż wartości graniczne i docelowe określone w prawie Unii Europejskiej (UE) (8). Według najnowszych badań z 28 krajów UE na podwyższone poziomy stężenie pyłu PM10 i PM2,5 ekspozowanych jest odpowiednio ok. 53 i 82% mieszkańców, z czego Polska stanowi jeden z najgorszych wyników (9).

## WPŁYW PYŁOWYCH ZANIECZYSZCZEŃ POWIETRZA ATMOSFERYCZNEGO NA ZDROWIE

Badania epidemiologiczne i kliniczne niepodważalnie dowodzą zależności między narażeniem środowiskowym (krótko- lub długoterminowym) na pył zawieszony a prawdopodobieństwem wystąpienia negatywnych skutków zdrowotnych. Są one związane z ekspozycją człowieka na działanie zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego w różnych okresach jego życia, począwszy od narażenia prenatalnego, poprzez dzieciństwo i dorosłe życie. Zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego powodują m.in. ryzyko przedwczesnej śmierci, zwłaszcza z powodu chorób sercowo-naczyniowych (np. zawał serca, niedokrwienne udar mózgu czy nagłe zatrzymanie krążenia), a także ostre infekcje dróg oddechowych i raka płuc. Pył zawieszony wpływa na płodność, przebieg ciąży, rozwój noworodków oraz dzieci. Dzieci matek narażonych w czasie ciąży na podwyższone stężenia zanieczyszczeń pyłowych powietrza rodzą się z niższą wagą urodzeniową i problemami z układem oddechowym. Obserwowany jest negatywny wpływ zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego na rozwój neuronów i zdolności poznawczych dziecka, które w przyszłości mogą prowadzić do deficytów inteligencji, problemów z nauką, a w efekcie obniżyć produktywność i jakość życia dorosłego człowieka.

furnaces is a serious problem in Poland. It causes a release of harmful substances, such as benzo(a)pyrene and other polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), dioxins and furans (PCDD/Fs), as well as heavy metals (4, 5).

A classification according to aerodynamic diameter of particles is used for health risk assessment for particulate matter. The classification distinguishes two main particle fractions: PM10 (coarse particles) with aerodynamic diameter of less than 10 µm and PM2.5 (fine particles) with aerodynamic diameter of less than 2.5 µm (2). Fine particles include carcinogenic, mutagenic and cytotoxic compounds. In 2013, the International Agency for Research on Cancer (IARC) classified outdoor air pollution, including the particulate matter (PM), as carcinogenic to humans (Group 1) (6, 7).

Air quality is improving in most European countries. However, about 80% of the population lives in environments where the PM levels recommended in the WHO guidelines on particulate matter (Air Quality Guidelines – AQG), which are more strict than the limit and target levels set out in the EU law, are exceeded (8). According to latest research in 28 EU countries, about 53 and 82% of residents are exposed to increased PM10 and PM2.5, respectively, with the worst results recorded, among others, in Poland (9).

## THE EFFECTS OF PARTICULATE MATTER AIR POLLUTION ON HEALTH

Epidemiological and clinical studies clearly demonstrate that there is a relationship between environmental exposure (short- or long-term) to particulate matter and the risk of adverse health consequences. These are due to human exposure to air pollution in different periods of life, from the prenatal period, through childhood to adult life. Air pollution is responsible for, among other things, the risk of premature death, especially due to cardiovascular diseases (e.g. myocardial infarction, ischaemic stroke or sudden cardiac arrest), as well as acute respiratory infections and lung cancer. Particulate matter affects fertility, pregnancy, as well as the development of newborns and children. Children of mothers exposed to increased levels of particulate matter air pollution present with lower birth weight and respiratory symptoms. There is a negative impact of air pollution on the development of neurons and cognitive abilities of a child, which in the future may lead to intelligence deficits, learning problems and, as a result, lower productivity and quality of life in adulthood. Scientific studies have linked the exposure to air pollution to type 2 diabetes mellitus in

Istnieją badania wiążące narażenie na zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego z występowaniem cukrzycy typu 2 u dorosłych oraz otyłością, chorobą Alzheimera, otępieniem, przedwczesnym starzeniem i stanami depresyjnymi. Zauważa się znaczny wzrost pacjentów zgłaszających się do placówek służby zdrowia z zaostrzeniami astmy, alergii, przewlekłej obturacyjnej choroby płuc (POChP) czy migotaniem przedsionków serca (2, 10, 11).

Szczególnie narażona na wystąpienie negatywnych skutków zdrowotnych związanych z zanieczyszczeniem powietrza atmosferycznego jest tzw. populacja wrażliwa, do której należą dzieci i młodzież, kobiety w ciąży, osoby starsze oraz osoby dodatkowo obciążone chorobami układu oddechowego lub krążenia (m.in.: astma, miażdżyca, zastoinowa niewydolność serca). Powodem uwzględnienia dzieci jako populacji wrażliwej jest możliwość zwiększonej dawki inhalacyjnej pyłu w porównaniu do masy ciała, niedojrzałe mechanizmy detoksykacji oraz rozwijające się narządy wewnętrzne. U pozostałych osób z grupy ryzyka zwiększoną podatność na zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego powodują występujące choroby przewlekłe, podniesione ryzyko związane z wiekiem lub inne czynniki przyczyniające się do utraty odporności (2, 10).

W skali globalnej zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego plasuje się na 6. miejscu w kategorii czynników ryzyka przedwczesnej śmiertelności i niepełnosprawności. Wykazano, że w 2015 roku spowodowało ponad 4 mln zgonów ogółem oraz przyczyniło się do utraty 103 mln lat życia (12). W Polsce w 2016 roku w wyniku środowiskowej ekspozycji na zanieczyszczone powietrze zmarło ponad 24 tys. osób. Główną przyczyną zgonów były choroby układu krążenia (współczynnik zgonów/100 tys. mieszkańców: 48,18), nowotwory (współczynnik zgonów/100 tys. mieszkańców: 8,79) oraz choroby układu oddechowego (współczynnik zgonów/100 tys. mieszkańców: 5,71). Obniżona jakość życia z powodu krótko- lub długoterminowej niepełnosprawności powodowana była głównie przez dolegliwości ze strony układu krążenia oraz układu oddechowego (13).

#### **SPOSOBY REDUKCJI SZKÓD ZDROWOTNYCH WYWOŁANYCH PYŁOWYM ZANIECZYSZCZENIEM POWIETRZA ATMOSFERYCZNEGO**

Obecnie w Europie podejmowane są różne aktywności o charakterze strategicznym, legislacyjnym, informacyjnym, technicznym, kontrolnym i finansowym na szczeblach krajowych, regionalnych i lokalnych prowadzące do zmniejszenia narażenia ludzi na zanieczyszczenia powietrza. Najważniejszym działaniem w zakresie ochrony powietrza i zdrowia Polaków jest redukcja emisji zanieczyszczeń do powietrza atmosferycznego w sposób pozwalający na efektywne osiągnięcie poprawy jego jakości i dotrzymanie standardów określonych prawem. Niemniej jednak, każdy człowiek ekspozowany na podwyższone stężenia zanieczyszczeń pyłowych powietrza powinien podejmować działania indywidualne, prowadzące do zmniejszania ryzyka wystąpienia potencjalnie negatywnych skutków zdrowotnych. Z uwagi na

adults, as well as obesity, Alzheimer's disease, dementia, premature ageing and depression. There is a significant increase in the number of patients reporting to health-care institutions due to asthma exacerbation, allergies, chronic obstructive pulmonary disease (COPD) or atrial fibrillation (2, 10, 11).

The so-called sensitive population, which includes children and adolescents, pregnant women, the elderly and patients with respiratory or cardiovascular diseases (e.g. asthma, atherosclerosis, congestive heart failure) is at particular risk of adverse health consequences associated with air pollution. The inclusion of children in the sensitive population is based on the possible inhalation of higher doses of particulate matter per body mass, immature detoxification mechanisms, as well as still-developing internal organs. For other members of this risk group, the increased susceptibility to air pollution is due to chronic diseases, age or other factors contributing to reduced immunity (2, 10).

Globally, air pollution is the sixth leading risk factor for premature death and disability. It was shown in 2015 that air pollution contributed to more than 4 million total deaths, and 103 million lost years of healthy life (12). In Poland in 2016, more than 24,000 people died due to environmental exposure to air pollution. The main causes of death included cardiovascular diseases (death rate/100,000 inhabitants: 48.18), cancer (death rate/100,000 inhabitants: 8.79), and respiratory diseases (death rate/100,000 inhabitants: 5.71). Cardiovascular and respiratory symptoms were the main contributors to reduced quality of life due to short- or long-term disability (13).

#### **METHODS FOR THE REDUCTION OF HEALTH-RELATED HARM DUE TO PARTICULATE MATTER AIR POLLUTION**

Various strategic, legislative, information, technical, control and financial activities at national, regional and local levels are currently taking place in Europe, aiming to reduce human exposure to air pollution. In Poland, the most important action in the context of air and health protection is to reduce emissions of air pollutants in a manner allowing for effective improvement of air quality and compliance with the standards set by the law. Nevertheless, each person exposed to increased concentrations of particulate matter should themselves take measures to reduce the risk of potentially negative health effects. The development of appropriate strategies and recommendations for a society exposed to particulate matter air pollution is a very difficult and complex task due to the

różne poziomy wrażliwości osobniczej oraz niejednorodny skład chemiczny pyłu zawieszonego i jego oddziaływanie na zdrowie człowieka, opracowanie odpowiednich strategii i zaleceń dla społeczeństwa ekspozowanego na pyłowe zanieczyszczenia powietrza jest zadaniem bardzo trudnym i złożonym. Kluczem do podjęcia skutecznych indywidualnych działań profilaktycznych jest znajomość poziomów zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego. Podstawową strategią redukcji szkód jest wypracowanie u każdego człowieka nawyku sprawdzania stanu jakości powietrza atmosferycznego za pomocą przystosowanych do tego celu narzędzi i w zależności od wyników oceny podejmowanie odpowiednich działań profilaktycznych.

### Narzędzia do diagnozy jakości powietrza

Jednym z elementów procesu redukcji negatywnych skutków zdrowotnych związanych z ekspozycją ludzi na zanieczyszczone powietrze są narzędzia służące do szybkiej diagnozy jakości powietrza i powiązaniu jej z poziomem zagrożenia zdrowia publicznego. W Polsce działania takie są efektem transpozycji postanowień Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie jakości powietrza i czystszego powietrza dla Europy, której zapisy zobowiązują do udostępniania społeczeństwu informacji o stopniu zanieczyszczenia powietrza (14). W 2008 roku Europejska Agencja Ochrony Środowiska (European Environment Agency – EEA) we współpracy z Komisją Europejską wdrożyły tzw. indeks jakości powietrza, służący do porównywania jakości powietrza w różnych miastach i regionach Europy. Jednym z istotnych motywów powstania tego typu narzędzi jest przede wszystkim możliwość szybkiej oceny poziomu zagrożenia zdrowia publicznego przypisanego dobowej wartości stężeń substancji zanieczyszczających powietrze (15). Ocena jakości powietrza atmosferycznego umożliwia natychmiastowe podjęcie działań w przypadku wystąpienia ryzyka przekroczenia poziomów informowania społeczeństwa lub alarmowych poziomów substancji w powietrzu, których nawet krótkotrwałe podwyższenie może powodować zagrożenie dla zdrowia ludzi (16).

Mając na względzie lokalną specyfikę warunków środowiskowych oraz utrzymujące się wyższe stężenia zanieczyszczeń pyłowych i gazowych w powietrzu atmosferycznym, w Polsce do bieżącej oceny jakości powietrza stosowany jest Polski indeks jakości powietrza (PIJP), będący modyfikacją wersji zalecanej przez EEA. Algorytm ustalania kategorii indeksów, oprócz pyłów zawieszonych (PM10 oraz PM2,5), uwzględnia stężenia głównych zanieczyszczeń gazowych, takich jak: dwutlenek siarki, ozon, tlenek azotu, tlenek węgla oraz benzen, przy czym kategoria indeksu ustalana jest na podstawie stężenia zanieczyszczenia dominującego na danym obszarze. Jakość powietrza klasyfikowana jest na podstawie 6 indeksów, które korelują z poziomem zagrożenia zdrowia oraz zalecaną aktywnością fizyczną, zróżnicowaną dla populacji generalnej i wrażliwej (tab. 1). Wymienione poziomy zagrożenia dla zdrowia są jedynie ogólnymi wskazówkami, mającymi na celu uświadomienie społeczeństwu, w jaki sposób zaplanować aktywność fizyczną, aby ograniczyć negatywny wpływ

different levels of individual sensitivity and the heterogeneous chemical composition of particulates and their impact on human health. The knowledge on the levels of air pollution is the key to taking effective individual preventive actions. The basic strategy of harm reduction is to develop a habit of checking air quality using tools adapted for this purpose and, depending on the findings, to take appropriate preventive measures.

### Air quality diagnostic tools

Tools for rapid air quality diagnosis that allow for linking the results with the level of public health risk are one of the elements in the process of reducing negative health outcomes due to human exposure to air pollution. In Poland, such actions result from the transposition of the decisions of the Directive of the European Parliament and of the Council on ambient air quality and cleaner air for Europe, the provisions of which require that such information on ambient air quality is made available to the public (14). In 2008, the European Environment Agency (EEA) in cooperation with the European Commission implemented the Air Quality Index to compare air quality in different European cities and regions. The possibility to quickly assess the level of public health risk due to daily concentration of air pollutants was one of the main reasons for the development of such tools (15). The assessment of ambient air quality allows for immediate action to be taken in response to the risk of exceeding information threshold or alert threshold, even a short-term increase of which may pose a risk to human health (16).

Considering the local specificity of environmental conditions and the persistent high concentrations of particulate matter and gaseous pollutants, the Polish Air Quality Index, which is a modification of the version recommended by the EEA, is used in Poland for the assessment of air quality. In addition to particulate matter (PM10 and PM2.5), the algorithm for determining the index categories also takes into account the concentrations of the main gaseous pollutants, such as sulphur dioxide, ozone, nitrogen oxide, carbon monoxide and benzene, with the index category being determined based on the concentration of the dominant pollutant in a given area. Air quality is classified based on six indices that correlate with the level of health risk and physical activity recommended for the general and sensitive population (tab. 1). These health risk levels are only general guidelines to make people aware of how to plan physical activity to limit the negative effects of air pollution on health. The index classes defined as 'very good' and 'good' correspond to predefined acceptable

**Tab. 1.** Polski indeks jakości powietrza – poziom zagrożenia zdrowia oraz zalecane działania (17)

Indeks jakości powietrza	Jakość powietrza	Poziom zagrożenia zdrowia	
		Populacja generalna	Populacja wrażliwa*
Bardzo dobry	Bardzo dobra	warunki sprzyjające wszelkim aktywnościom na wolnym powietrzu; poziom zanieczyszczenia powietrza nie stanowi zagrożenia dla zdrowia	
Dobry	Zadowalająca	można przebywać na wolnym powietrzu i wykonywać dowolną aktywność bez ograniczeń; brak lub niskie ryzyko zagrożenia zdrowia	
Umiarkowany	Akceptowalna	warunki umiarkowane do aktywności na wolnym powietrzu zagrożenie dla zdrowia	
Dostateczny	Dostateczna	należy rozważyć ograniczenie (skrócenie lub rozłożenie w czasie) aktywności na wolnym powietrzu, szczególnie jeśli ta aktywność wymaga długotrwałego lub wzmożonego wysiłku fizycznego zagrożenie dla zdrowia	
Zły	Zła	ograniczyć do minimum wszelką aktywność fizyczną na wolnym powietrzu, szczególnie wymagającą długotrwałego lub wzmożonego wysiłku fizycznego	unikać przebywania na wolnym powietrzu; zagrożenie dla zdrowia
Bardzo zły	Bardzo zła	ograniczyć do niezbędnego minimum wszelką aktywność fizyczną na wolnym powietrzu, szczególnie wymagającą długotrwałego lub wzmożonego wysiłku fizycznego	bezwzględnie unikać przebywania na wolnym powietrzu; zagrożenie dla zdrowia

\*Grupy wrażliwe na zanieczyszczenie powietrza cząstkami stałymi obejmują m.in. dzieci i młodzież, osoby chore (w tym na astmę oraz inne choroby układu oddechowego, np. przewlekłą obturacyjną chorobę płuc, niewydolność sercowo-krążeniową) oraz osoby starsze (powyżej 65. roku życia)

**Tab. 1.** Polish Air Quality Index – health risk levels and recommended actions (17)

Air Quality Index	Air Quality	Health risk level	
		General population	Sensitive population*
Very good	Very good	excellent conditions for all kinds of outdoor activities; the level of air pollution poses no health threat	
Good	Satisfactory	you can stay outdoors and do your usual physical activity without limitations; no or very low health risk	
Moderate	Acceptable	moderate conditions for outdoor physical activity health risk	
Rather poor	Rather poor	consider reducing or rescheduling activities outdoors, particularly long or strenuous ones health risk	
Poor	Poor	reduce to a minimum any outdoor activity, particularly long or strenuous ones	avoid staying outdoors; health risk
Very poor	Very poor.	reduce to a necessary minimum any outdoor activity, particularly long or strenuous ones	avoid staying outdoors; health risk

\*Groups sensitive to particulate matter air pollution include, among others, children and adolescents, patients with asthma and other respiratory diseases (e.g. chronic obstructive pulmonary disease), heart failure, and elderly people (over 65 years of age)

zanieczyszczonego powietrza na zdrowie. Klasy indeksu zdefiniowane jako „bardzo dobry” oraz „dobry” odpowiadają ustalonym wartościom dopuszczalnym dla substancji zanieczyszczających i korespondują z dobrą jakością powietrza, która nie wywołuje negatywnych implikacji zdrowotnych. Indeks „umiarkowany” odnosi się do jakości powietrza, która w populacji wrażliwej może zainicjować wystąpienie negatywnych efektów zdrowotnych. Wzrost stężenia zanieczyszczeń pyłowych i gazowych wiąże się ze znacznym obniżeniem jakości powietrza (indeksy: dostateczny, zły, bardzo zły), która może nasilać negatywne skutki zdrowotne nawet w przypadku krótkotrwałej ekspozycji (17).

Omówiona metoda klasyfikacji jakości powietrza stosowana jest przez Inspekcję Ochrony Środowiska (IOŚ), w tym Główny Inspektorat Ochrony Środowiska (GIOŚ) oraz większość wojewódzkich inspektoratów ochrony środowiska (WIOŚ). Ponadto prowadzony stały monitoring powietrza łączony jest z modelami matematycznymi w celu prognozowania poziomów zanieczyszczeń w ciągu najbliższych 48 godz. W Polsce, podobnie jak w większości krajów UE, informacje na temat jakości powietrza rozpowszechniane są publicznie za pomocą stron internetowych i środków masowego przekazu (telewizja, radio, prasa codzienna) (18). Coraz częściej spotyka się elektroniczne tablice prezentujące aktualny stan powietrza umieszczone w środkach komunikacji publicznej czy na budynkach miejskich urzędów administracyjnych. GIOŚ oprócz strony internetowej: [powietrze.gios.gov.pl](http://powietrze.gios.gov.pl) publikuje dane poprzez aplikację na smartfony pn. „Jakość powietrza w Polsce”, która działa na urządzeniach z systemami Android, iOS i Microsoft. Ponadto społeczeństwo może skorzystać z wielu innych aplikacji przedstawiających w sposób graficzny stan jakości powietrza dla całej Polski (np. „Zanieczyszczenie powietrza”, „Kanarek – jakość powietrza”) lub lokalnie (np. „Plume Air Report” dla największych miast na świecie, „SmokSmog” dla Polski południowej) korzystających z danych pomiarowych wspieranych m.in. przez sensory Airly.

#### **Propozycje prawidłowych zachowań w celu ograniczenia indywidualnego narażenia na pyłowe zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego**

Podstawowym sposobem unikania narażenia jest ograniczenie przebywania w środowisku zewnętrznym, zwłaszcza w sytuacji występowania poziomów alarmowych pyłów zawieszonych w powietrzu atmosferycznym. Mimo iż zanieczyszczenia pyłowe infiltrują z powietrza atmosferycznego do powietrza wewnętrznego budynków, to przebywanie w pomieszczeniach zamkniętych obniża narażenie na te czynniki. Szybkość infiltracji zanieczyszczeń pyłowych zależy od konstrukcji i materiałów, z których wykonany jest budynek, zastosowanych systemów wentylacyjnych czy warunków otoczenia (prędkość i kierunek wiatru, temperatura powietrza i skład zanieczyszczeń). Zamknięcie okien zmniejsza szybkość pasywnej wymiany powietrza o ok. 50%, prowadząc do ograniczenia wpływu zanieczyszczeń pyłowych powietrza do wnętrza pomieszczeń i zmniejszenia ryzyka chorób sercowo-naczyniowych (19, 20). Unikanie

levels for pollutants and good air quality with no potential to affect health. Moderate AQI means air quality that may initiate adverse health effects in the sensitive population. Increased levels of particulate and gaseous pollutants significantly reduce air quality (indices: rather poor, poor, very poor), which may increase negative health effects even in the case of short-term exposure (17).

This method of air quality classification is used by the Inspection for Environmental Protection, including the Chief Inspectorate for Environmental Protection and most of Provincial Inspectorates for Environmental Protection. Furthermore, continuous air monitoring is combined with mathematical models to forecast pollution levels within the next 48 hours. In Poland, as in most EU countries, information on air quality is made available to the public through websites and mass media (television, radio, daily press) (18). Electronic information boards presenting current air quality, which may be found in public transport or municipal administration buildings, are also increasingly common. The Chief Inspectorate for Environmental Protection, in addition to a website: [powietrze.gios.gov.pl](http://powietrze.gios.gov.pl), publishes data via a smartphone application known as “Air Quality in Poland”, which may be used in devices with Android, iOS and Microsoft systems. Furthermore, a variety of other applications providing graphical presentation of air quality in Poland (e.g. „Zanieczyszczenie powietrza”, „Kanarek – jakość powietrza”) or at a local level (“Plume Air Report” for the largest cities in the world and “SmokSmog” for southern Poland), which use data collected by, among others, Airly sensors, are also available.

#### **Suggestions for appropriate behaviour to reduce individual exposure to particulate matter air pollution**

The basic way to avoid exposure is to limit staying outdoors, especially in the event of alarm levels of particulate matter air pollution. Although outdoor particulate pollutants infiltrate the indoor air, staying indoors reduces exposure to these factors. The rate of infiltration depends on the structure and materials of the building, air conditioning systems used, and environmental conditions (wind speed and direction, air temperature and composition of pollutants). Closing windows reduces the rate of passive air exchange by about 50%, thereby reducing both the inflow of particulate matter into the rooms and the risk of cardiovascular diseases (19, 20). Avoiding room ventilation is extremely important during episodes of high concentrations of particulate matter, which occur during peak traffic, as well as in early morning and late evening hours due to the intensification of heating

wietrzenia pomieszczeń jest niezwykle istotne podczas występowania epizodów wysokich stężeń pyłów zawieszonych mających miejsce w czasie szczytu ruchu samochodowego oraz w godzinach wczesno-porannych i późno-wieczornych z powodu nasilenia procesów grzewczych związanych z intensywnym ogrzewaniem budynków (powodującym niską emisję). Należy pamiętać, że długotrwałe przebywanie w zamkniętych, niewentylowanych pomieszczeniach może zwiększyć ryzyko narażenia na zanieczyszczenia powietrza ze źródeł wewnętrznych budynku (21).

Podczas epizodów wysokich stężeń zanieczyszczeń powietrza zaleca się unikanie intensywnej aktywności fizycznej na wolnym powietrzu, co poprzez zmniejszenie wysiłku ogranicza dawkę wdychanych zanieczyszczeń i może mieć wpływ na ich odkładanie się w różnych rejonach dróg oddechowych. Dawka zainhalowanego pyłu zależy od rodzaju i stężenia zanieczyszczeń powietrza, częstotliwości wentylacji minutowej oraz czasu trwania aktywności fizycznej. Zwykle podczas intensywnego ruchu jest ona wyższa w stosunku do okresów bezczynności. Z drugiej strony brak aktywności fizycznej jest głównym czynnikiem ryzyka śmiertelności i zachorowalności na choroby sercowo-naczyniowe. Korzyści wynikające z uprawiania ćwiczeń mogą być większe niż możliwe ryzyko wystąpienia chorób sercowo-naczyniowych związane z narażeniem na zanieczyszczenia powietrza (21-24). W przypadku podejmowania zdrowej aktywności fizycznej na powietrzu zasadniczą rolę odgrywa zwracanie uwagi na dobową/sezonową zmienność stężeń pyłowych zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego. Do ćwiczeń/biegania/jazdy na rowerze czy rolkach powinny być wybierane miejsca oddalone od ciągów komunikacyjnych o intensywnym ruchu, najlepiej położone poza miastem w terenie zielonym, po uprzednim sprawdzeniu, czy nie występuje tam problem niskiej emisji (24). Według przeprowadzonych badań, stężenie zanieczyszczeń w ruchu drogowym gwałtownie spada już w odległości 500 metrów od jezdni (25). Godziny przeznaczone na zdrową rekreację powinny być zbieżne z godzinami występowania najniższych poziomów zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego (24).

W przypadku ekspozycji na zanieczyszczone powietrze istotny jest sposób oddychania. Zalecane jest oddychanie przez nos, który stanowi filtr zapobiegający przedostawaniu się cząstek do płuc. Oddychanie przez usta, zwłaszcza w przypadku wzmożonego wysiłku fizycznego, zwiększa dawkę zanieczyszczeń docierającą do dolnych dróg oddechowych. Mechanizm ten jest szczególnie istotny w przypadku dzieci, które są narażone na wdychanie większej ilości substancji zanieczyszczających niż dorośli (24, 26).

Dojazd do pracy samochodem osobowym lub komunikacją publiczną nie redukuje ekspozycji na zanieczyszczenia pyłowe powietrza atmosferycznego. Pojazd jest nie tylko źródłem emisji zanieczyszczeń do powietrza atmosferycznego, ale jednocześnie nie zabezpiecza przed przedostawaniem się zanieczyszczeń do jego wnętrza, zwłaszcza podczas postojów w godzinach szczytu. Jazda z zamkniętymi oknami i włączonym wewnętrznym systemem cyrkulacji powietrza obniża stopień narażenia (21, 27).

processes associated with increased heating of buildings (causing low emissions). It should be remembered that long-term stay in closed, non-ventilated rooms may increase the risk of exposure to air pollution from indoor sources (21). During episodes of high concentrations of air pollutants, it is recommended to avoid strenuous outdoor physical activity, which reduces the amount of inhaled pollutants and may have influence on their accumulation in different parts of the airways. The dose of inhaled particulate matter depends on the type and concentration of air pollutants, the rate of minute ventilation and the duration of physical activity. The rate of minute ventilation is usually higher during physical exercise compared to at rest. On the other hand, lack of physical inactivity is a major risk factor for mortality and cardiovascular diseases. The benefit of physical exercise may be greater than the risk of cardiovascular diseases associated with exposure to air pollution (21-24). In the case of healthy outdoor physical activity, it is crucial to pay attention to the daily/seasonal variability in concentrations of particulate matter pollutants. Locations away from heavy traffic routes, preferably located outside the city in green areas, should be selected for exercise/running/cycling or rollerblading, after having checked whether they are free of low emissions (24). Studies have shown that there is a rapid drop in the levels of road traffic pollutants already 500 meters from the roadway (25). Healthy recreation should be performed during the hours of the lowest levels of air pollution (24).

In the case of exposure to polluted air, the manner of breathing is important. Breathing through the nose, which acts as a filter preventing particles from entering the lungs, is recommended. Breathing through the mouth, especially during strenuous physical activity, increases the dose of pollutants reaching the lower respiratory tract. This mechanism is particularly important for children who inhale more pollutants than adults (24, 26).

Commuting to work by car or public transport does not reduce exposure to particulate matter. A vehicle is not only a source of emissions itself, but provides no protection against penetration of pollutants into the inside of the car, especially when held up in congestion. Driving with closed windows and the re-circulate mode reduces exposure (21, 27).

When considering the benefits and risks associated with the choice of specific measures and individual behaviour during periods of high levels of particulate matter air pollution, factors such as individual sensitivity, previous medical history, e.g. myocardial infarction,



W przypadku rozpatrywania korzyści i zagrożeń związanych z wyborem określonych działań i indywidualnych zachowań w okresach wysokich stężeń pyłowych zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego należy brać pod uwagę wrażliwość osobniczą, wcześniejsze historie chorobowe, np. wystąpienie zawału mięśnia sercowego, udaru, hospitalizacji z powodu niewydolności oddechowej lub niewydolności serca, chorób przewlekłych typu POChP, miażdżyca, cukrzyca, a także wiek. Populacja wrażliwa, jako szczególnie narażona, może uzyskać większe korzyści z wysiłków zmierzających do jego ograniczenia (21).

### Zdrowa i zbilansowana dieta

Zdrowa i zbilansowana dieta uwzględniająca odpowiednie spożycie niezbędnych mikroelementów ma znaczenie dla zapobiegania rozwojowi chorób przewlekłych, szczególnie chorób sercowo-naczyniowych i chorób płuc. Pyłowe zanieczyszczenia powietrza powodują m.in. stres oksydacyjny organizmu, czyli prowadzą do stanu zakłóconej równowagi między wolnymi rodnikami (utleniaczami) a antyoksydantami (przeciwutleniaczami). Mechanizm ten jest istotny dla prawidłowego działania układu odpornościowego, układu oddechowego i układu krążenia. Sposób odżywiania może determinować podatność danej osoby na skutki zanieczyszczenia powietrza związane ze stresem oksydacyjnym (28). W wyniku dotychczas przeprowadzonych badań stwierdzono, że spożywanie wielonienasyconych kwasów tłuszczowych omega-3 może niwelować skutki stresu oksydacyjnego, a także wpływać pozytywnie na zmienność rytmu zatokowego serca (HRV). Przyjmowanie wielonasyconych kwasów tłuszczowych omega-3 poprzez swoje działanie antyoksydacyjne i przeciwzapalne może obniżyć ryzyko chorób sercowo-naczyniowych. Spożywanie antyoksydantów, takich jak: karotenoidy, kwas askorbinowy, tokoferole, flawonoidy i sulforafany, zwiększa ochronę organizmu przed infekcjami i stresem oksydacyjnym, wpływa na czynność płuc i w sposób niefarmakologiczny łagodzi zaostrzone przez zanieczyszczenia powietrza objawy astmy (29, 30). Podczas dotychczasowych badań stwierdzono, że ostre skutki zanieczyszczenia powietrza mogą być w pewnym stopniu zredukowane poprzez spożywanie żywności bogatej w niezbędne mikroelementy, takie jak: witaminy z grupy B (w tym B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub> i kwas foliowy), witaminy C, D i E oraz pierwiastki śladowe (miedź, żelazo, selen i cynk) lub ich suplementację, zwłaszcza w populacji wrażliwej (28, 31-34). Należy jednakże pamiętać, że zarówno brak, jak i nadmiar, zwłaszcza suplementowanych antyoksydantów, może być szkodliwy dla zdrowia. Badania dotyczące znaczenia diety w skutecznej redukcji negatywnego wpływu zanieczyszczenia powietrza na zdrowie powinny być kontynuowane z uwagi na ich duży potencjał zdrowotny oraz w celu dostarczenia niepodważalnych dowodów jej korzystnego działania na eksponowaną populację generalną.

### Środki ochrony indywidualnej układu oddechowego

W chwili obecnej w Polsce nie istnieją żadne zalecenia dotyczące tego, jakie środki ochrony indywidualnej

stroke, hospital stay due to respiratory or heart failure, chronic COPD, atherosclerosis, diabetes, and age should be taken into account. The sensitive population, which is at particular risk, may benefit more from efforts to reduce exposure (21).

### Healthy and balanced diet

A healthy and balanced diet with adequate intake of essential micronutrients is important to prevent the development of chronic conditions, cardiovascular and lung diseases in particular. Particulate matter air pollution causes, among other things, oxidative stress, i.e. an imbalance between free radicals (oxidants) and antioxidants. This mechanism is important for normal functioning of the immune, respiratory and circulatory systems. Diet may have a significant impact on a person's susceptibility to the effects of air pollution associated with oxidative stress (28). Studies have shown that consumption of omega-3 polyunsaturated fatty acids may eliminate the effects of oxidative stress as well as have positive effects on heart rate variability (HRV). Omega-3 polyunsaturated fatty acids may reduce the risk of cardiovascular diseases due to antioxidant and anti-inflammatory action. Dietary intake of antioxidants such as carotenoids, ascorbic acid, tocopherols, flavonoids and sulforaphanes enhances protection against infections and oxidative stress, has effects on lung function and reduces asthma exacerbation due to air pollution in a non-pharmacological manner (29, 30). Studies have found that acute effects of air pollution may be reduced to some extent by consumption of food products high in essential microelements, such as B vitamins (including B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub> and folic acid), vitamins C, D and E, as well as trace elements (copper, iron, selenium and zinc) or their supplementation, especially in the sensitive population (28, 31-34). It should be noted, however, that both the lack and excess of antioxidants, especially supplemented ones, can be harmful. In view of its high health potential, research on the role of diet in the effective reduction of adverse effects of air pollution on health should be continued to provide indisputable evidence of its benefits for the exposed general population.

### Personal respiratory protective devices

Currently, there are no recommendations for personal protective equipment that may be used by persons exposed to air pollution in Poland. One of the options to reduce exposure to particulate matter air pollution may be to wear filtering half masks, commonly known as anti-smog or anti-particulate masks, which meet occupational safety standards. The efficiency of half masks depends

mogą stosować osoby ekspozowane na zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego. Jedną z opcji ograniczenia narażenia na pyłowe zanieczyszczenia powietrza może być noszenie półmasek filtrujących, zwanych potocznie maskami antysmogowymi lub przeciwpyłowymi, które spełniają normy dotyczące bezpieczeństwa pracy. Skuteczność zastosowanych półmasek zależy od rodzaju i stężenia zanieczyszczeń, typu filtra użytego w półmasce i sposobu jej użytkowania (21, 35, 36). Podstawowym zadaniem półmasksi jest ochrona układu oddechowego użytkownika przed działaniem pyłów zawieszonych w powietrzu. Nieliczne badania wskazują na korzystny wpływ krótkotrwałego stosowania półmasek filtrujących w warunkach wysokiego zanieczyszczenia powietrza na ciśnienie krwi i zmienność rytmu zatokowego serca (HRV), a tym samym na możliwość zapobiegania incydentom sercowo-naczyniowym (37).

Półmasksi filtrujące należą do środków ochrony indywidualnej kategorii III, co oznacza, że są przeznaczone do ochrony przed zagrożeniem życia lub zagrożeniami, które mogą powodować ciężkie i nieodwracalne uszkodzenie ciała lub utratę zdrowia, w tym zmiany chorobowe, których skutków według producenta użytkownik nie jest w stanie stwierdzić w odpowiednim czasie (38). Wszystkie półmasksi filtrujące podlegają przepisom UE i oznakowaniu CE wystawianemu podczas oceny zgodności przed wprowadzeniem wyrobu na rynek (39). Zgodnie z obowiązującymi przepisami w Polsce nie ma wytycznych dla półmasek filtrujących (bez względu na zastosowaną przez producenta/dystrybutora nazwę) przeznaczonych wyłącznie do użytku prywatnego w celu ochrony przed smogiem.

Półmasksi filtrujące w całości lub w przeważającej części są wykonane tylko z materiału filtracyjnego i mogą, ale nie muszą być wyposażone w wymienny filtr (np. węglowy lub HEPA). Półmaska filtrująca powinna okrywać nos, usta, brodę i może mieć zawór(-ory) wdechowy(-e) i/lub wydechowy(-e). Przy wyborze półmasksi filtrującej należy m.in. zwrócić uwagę, czy posiada ona klasę ochrony FFP1, FFP2 lub FFP3 (o skuteczności filtracji wynoszącej odpowiednio 80, 94 i 99%) oraz symbol informujący, czy półmaska jest jednorazowego (NR), czy wielokrotnego użytku (R) (40). Półmaska oznaczona jako do stosowania przez jedną zmianę roboczą jest półmaską jednorazową do użytkowania nie dłuższego niż 8 godzin. W instrukcji producenta półmasksi filtrującej powinny być m.in. zawarte informacje dotyczące przeznaczenia półmasksi lub ograniczeń w jej stosowaniu, sposobu zakładania, dopasowywania półmasksi do twarzy użytkownika i jej użytkowania, a także warunków przechowywania i konserwacji (np. dezynfekowania) oraz wymiany filtra wraz z podkreśleniem produktów nieodpowiednich do czyszczenia, które mogą uszkodzić materiał filtracyjny lub filtr półmasksi. Szczególnie istotne przy wyborze półmasksi jest zwrócenie uwagi na jej właściwy rozmiar. Przymierzona przed zakupem półmaska nie powinna mieć ostrych krawędzi oraz ograniczać pola widzenia, a użytkownik nie powinien mieć trudności z jej zakładaniem i zdejmowaniem. Należy wybierać półmasksi filtrujące dostosowane do budowy twarzy, tak aby blaszka nosowa i cała półmaska szczelnie przylegała

on the type and concentration of pollutants, the type of filter used in the device, and the way it is used (21, 35, 36). The primary role of a half mask is to protect the respiratory tract of the user against particulate matter suspended in the air. Few studies indicate that short-term use of filtering half masks under conditions of significant air pollution has beneficial effects on blood pressure and sinus rhythm variability (HRV), thereby preventing cardiovascular incidents (37).

Filtering half masks belong to category III personal protective equipment, which means that they are intended to protect against life-threatening hazards or other hazards that may cause serious and irreversible bodily injury or health loss, including lesions which, according to the manufacturer, cannot be detected by the user within appropriate time (38). All filtering half masks are subject to EU regulations and CE marking issued during conformity assessment before placing the product on the market (39). According to the current Polish regulations, there are no guidelines for filtering half masks (regardless of the name used by the manufacturer/distributor) intended exclusively for private use in order to protect against smog.

Filtering half masks are entirely or mostly made of filtering material and may or may not be equipped with a replaceable filter (carbon or HEPA filter). A filtering half mask should cover the nose, mouth and chin. It may feature inhalation and/or exhalation valve(s). When choosing a filtering half mask, attention should be paid to whether it is protection class FFP1, FFP2 or FFP3 (filtering efficiency of 80, 94 and 99%, respectively), as well as to the symbol indicating whether the device is non-reusable (NR) or reusable (R) (40). A half mask marked as one-shift is a non-reusable mask to be used for not more than 8 hours. The manufacturer's instructions for the half mask should include information on, among other things, the intended use of the device or any restrictions on its use, instructions on how to put the mask on, how to adjust the half mask to the user's face and how to use it properly, as well as information on storage/maintenance conditions (e.g. disinfection) and filter replacement, with an emphasis on products unsuitable for cleaning, which may damage the filtering material or the half mask filter). When choosing a half mask, particular attention should be paid to its proper size. It is necessary to try the half mask on and make sure that it has no sharp edges and does not restrict the field of vision. Also, the user should have no difficulties putting the mask on or taking it off. Half masks adjusted to the facial structure so that the

do twarzy, a jednocześnie była komfortowa w użytkowaniu. Niedopasowanie półmasks powoduje utratę skuteczności filtracji i przedostawanie się pyłów zawieszonych z powietrza do dróg oddechowych użytkownika półmasks (41, 42). Występujące na rynku maseczki chirurgiczne, dentystyczne lub inne specjalnego przeznaczenia medycznego nie dają żadnej ochrony przed pyłem zawieszonym w powietrzu, natomiast żadna dostępna półmaska filtrująca nie chroni skutecznie przed zanieczyszczeniami powietrza w fazie gazowej (21).

Wadą stosowania półmasek filtrujących dla jej przeciętnego użytkownika jest podwyższanie temperatury twarzy zarówno w spoczynku, jak i podczas wysiłku fizycznego (średnio o 7,5°C), możliwe wystąpienie uczucia lęku i klaustrofobii, występowanie wysokich oporów powietrza podczas oddychania, zwłaszcza w półmaskach o dużej skuteczności filtracji, trudność we właściwym doborze parametrów półmasks oraz dopasowania jej do morfologii twarzy, a także problemy społeczne w komunikacji z innymi ludźmi (21, 43, 44).

Należy każdorazowo rozważyć możliwe korzyści dla zdrowia używania półmasek filtrujących, zwłaszcza w populacji wrażliwej, z uwzględnieniem zarówno ich pozytywnego, jak i negatywnego wpływu na organizm, obciążenia organizmu spowodowanego współistniejącymi chorobami czy stanu zanieczyszczenia powietrza pyłem zawieszonym. Problem właściwego doboru półmasek filtrujących mógłby zostać ograniczony poprzez ich certyfikowanie przez Ministerstwo Zdrowia w sposób jednoznacznie informujący, że jest to półmaska przebadana i spełniająca kryteria zdrowotne w celu ochrony przed zanieczyszczeniem powietrza atmosferycznego oraz przeznaczona do użytku prywatnego.

### Zachowania proekologiczne

Zła jakość powietrza atmosferycznego jest istotnym problemem dla społeczeństwa Polski. Jednakże każdy człowiek może w swoim życiu codziennym wdrażać zachowania proekologiczne prowadzące do ograniczenia emisji zanieczyszczeń. Istotnymi działaniami w tym zakresie są: modernizacja indywidualnych systemów grzewczych poprzez wymianę starych palenisk na kotły niskoemisyjne lub przyłączanie gospodarstw do ciepła sieciowego, spalanie paliw stałych dobrej jakości lub zastępowanie ich innymi źródłami ciepła, termomodernizacja lub budowa budynków energooszczędnych i pasywnych z zastosowaniem odnawialnych źródeł energii, unikanie spalania odpadów roślinnych z przydomowych ogródków i pól, rezygnowanie z transportu samochodowego na rzecz komunikacji publicznej lub przemieszczanie się rowerem/pieszko, zwiększanie samoświadomości oraz dbanie o edukację dzieci i młodzieży w zakresie zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego.

### PODSUMOWANIE

Skutki zdrowotne oddychania zanieczyszczonym powietrzem atmosferycznym stają się kluczowym wyzwaniem dla zdrowia publicznego, szczególnie w sytuacji zmieniającego się klimatu oraz coraz częstszych alertów smogowych. Poprawa jakości powietrza wymaga skoordynowanych działań na wielu poziomach. Ważne jest zaangażowanie w ten proces całego

nose flap and the entire half mask tightly adheres to the skin, and at the same time are comfortable to use, should be chosen. The use of a half mask that does not fit properly results in the loss of filtration efficiency and penetration of particulate matter into the respiratory tract of the user (41, 42). Surgical, dental and other special medical masks available on the market offer no protection against particulate matter, and none of the available filtering half masks can effectively protect against gaseous air pollution (21). The inconveniences of using filtering half masks experienced by average users include raised facial temperature both at rest and during physical activity (on average by 7.5°C), possible anxiety and claustrophobia, significant airflow resistance during breathing, especially for half masks with high filtration efficiency, difficulty in proper selection of half-mask parameters and adjusting it to facial morphology, as well as social problems in communication with other people (21, 43, 44). The possible health benefits of using filtering half-masks, especially in sensitive populations, should be always considered, taking into account both their positive and negative effects on the body, co-morbidities and particulate matter air pollution. The problem of proper selection of half masks could be reduced by their certification by the Ministry of Health to clearly indicate that a given half mask is tested and meets health criteria for protection against ambient air pollution, and is appropriate for personal use.

### Pro-environmental behaviour

Poor air quality is a serious problem for Polish society. However, every person can implement pro-environmental behaviours to reduce emissions on a daily basis. Important measures to reduce air pollution are as follows: modernisation of individual heating systems by replacing old furnaces with low-emission ones or by connecting households to heat networks, using good quality solid fuels or replacing them with other heat sources, thermal modernisation or construction of energy-saving and passive buildings using renewable energy sources, avoiding the use of vegetable waste from home gardens and fields as fuel, a change-over from car to public transport or walking and cycling, increasing self-awareness and educating children and adolescents about air pollution.

### CONCLUSIONS

The health consequences of inhaling polluted air are becoming a key challenge for public health, especially now that we are facing a changing climate and increasingly frequent smog alerts. Improvement of air quality requires coordinated action at many levels. It is important to involve

społeczeństwa, które potrzebuje aktualnych i przystępnie podanych informacji uświadamiających istnienie środków zmniejszania zagrożenia w celu ochrony swojego zdrowia przed niekorzystnymi skutkami zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego. Niezbędnym jest rozpowszechnianie wiedzy na temat systemów ostrzegania o jakości powietrza i podkreślanie ich roli w podejmowaniu działań ograniczających ekspozycję, zwłaszcza w populacji wrażliwej. Koniecznym jest wypracowanie właściwych strategii mających wpływ na redukcję szkód zdrowotnych, które mogą być dostosowywane indywidualnie i będą uwzględniać aktywność fizyczną. W sytuacji utrzymujących się poziomów alarmowych zanieczyszczeń powietrza, w której społeczeństwo coraz częściej sięga po półmiski filtrujące, istotnym jest certyfikacja tych środków jako bezpiecznych, przeznaczonych do użytku prywatnego, przebadanych i spełniających kryteria zdrowotne w celu ochrony przed zanieczyszczeniem powietrza atmosferycznego.

the whole society, which needs up-to-date and accessible information, in this process to raise awareness of the existing risk reduction measures to protect people's health against adverse effects of air pollution. It is essential to popularise knowledge about air quality warning systems and to emphasise their role in taking measures to reduce exposure, especially in sensitive populations. It also seems necessary to develop appropriate strategies for health-related harm reduction, which can be individually tailored and do not exclude physical activity. Considering persistent alarm levels of air pollution, resulting in an increasingly common use of filtering half masks, it is important to certify these devices as safe, suitable for personal use, tested and meeting health criteria for protection against air pollution.

#### KONFLIKT INTERESÓW CONFLICT OF INTEREST

Brak konfliktu interesów  
None

#### ADRES DO KORESPONDENCJI CORRESPONDENCE

Ewa Krakowiak  
Zakład Szkodliwosci Biologicznych  
i Immunoalergologii  
Instytut Medycyny Pracy  
i Zdrowia Środowiskowego  
ul. Kościelna 13, 41-200 Sosnowiec  
tel.: +48 793-320-350  
ewa.krakowiak@gmail.com

#### PIŚMIENICTWO/REFERENCES

1. World Health Organization: Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Global Update 2005. Summary of risk assessment. WHO Geneva 2006.
2. World Health Organization: Health risks of particulate matter from long-range transboundary air pollution. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen 2006.
3. Cembrzyńska J, Krakowiak E, Brewczyński PZ: Sezonowa zmienność stężenia pyłu zawieszzonego oraz jakości powietrza na terenie miasta Sosnowiec. *Med Srod* 2015; 18(4): 27-35.
4. Cembrzyńska J, Krakowiak E, Brewczyński PZ: Zanieczyszczenie powietrza pyłem zawieszonym PM10 oraz PM2,5 w warunkach silnej antropopresji na przykładzie miasta Sosnowiec. *Med Srod* 2012; 15(4): 31-38.
5. Junninen H, Mønster J, Rey M et al.: Quantifying the Impact of Residential Heating on the Urban Air Quality in a Typical European Coal Combustion Region. *Environ Sci Technol* 2009; 43(20): 7964-7970.
6. Loomis D, Grosse Y, Lauby-Secretan B et al.: The carcinogenicity of outdoor air pollution. *Lancet Oncology* 2013; 14: 1262-1263.
7. International Agency For Research On Cancer: A Review of Human Carcinogens. Chemical Agents and Related Occupations: Bezno(a)pyrene. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Lyon 2012; 110F: 111-138.
8. European Environmental Agency: European Union Emission Inventory Report 1990-2013 under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (LRTAP). EEA, Copenhagen 2015.
9. European Environmental Agency: Air Quality in Europe-2017 EEA Report. EEA 2017; DOI: 10.2800/850018.
10. World Health Organization: Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP project: final technical report. WHO 2013.
11. World Health Organization: Ambient air pollution: A global assessment of exposure and burden of disease. WHO 2016.
12. Forouzanfar MH, Afshin A, Alexander LT et al.: Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990-2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *Lancet* 2016; 388: 1659-1724.
13. The Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME): Global Burden of Disease (GBD) 2018; <https://vizhub.healthdata.org/gbd-compare/>.
14. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/50/WE z dnia 21 maja 2008 r. w sprawie jakości powietrza i czystszej powietrza dla Europy (Dz. Urz. UE L152/2008).

15. van den Elshout S, Léger K, Nussio F: Comparing urban air quality in Europe in real time a review of existing air quality indices and the proposal of a common alternative. *Environ Int* 2008; 34(5): 720-726.
16. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. 2012.1031).
17. Główny Inspektorat Ochrony Środowiska: Polski Indeks Jakości Powietrza; <http://powietrze.gios.gov.pl/pjp/current>.
18. Gulia S, Nagendra SMS, Khare M, Khanna I: Urban air quality management – a review. *Atmospheric Pollution Research* 2015; 6(2): 286-304.
19. Meng QY, Spector D, Colome S et al.: Determinants of Indoor and Personal Exposure to PM(2.5) of Indoor and Outdoor Origin during the RIOPA Study. *Atmos Environ* 2009; 43: 5750-5758.
20. Lin LY, Chuang HC, Liu IJ et al.: Reducing indoor air pollution by air conditioning is associated with improvements in cardiovascular health among the general population. *Sci Total Environ* 2013; 463-464: 176-181.
21. Laumbach R, Meng Q, Kipen H: What can individuals do to reduce personal health risks from air pollution? *J Thorac Dis* 2015; 7(1): 96-107.
22. Raza W, Forsberg B, Johansson Ch, Sommar JN: Air pollution as a risk factor in health impact assessments of a travel mode shift towards cycling. *Glob Health Action* 2018; 11(1). DOI: 10.1080/16549716.2018.1429081.
23. Tainio M, de Nazelle AJ, Götschi T et al.: Can air pollution negate the health benefits of cycling and walking? *Prev Med* 2016; 87: 233-236.
24. Zuurbier M, Hoek G, Oldenwening M et al.: Commuters exposure to particulate matter air pollution is affected by mode of transport, fuel type, and route. *Environ Health Perspect* 2010; 118: 783-789.
25. HEI Panel on the Health Effects of Traffic-Related Air Pollution: Traffic-Related Air Pollution: A Critical Review of the Literature on Emissions, Exposure, and Health Effects. HEI Special Report 17. Health Effects Institute, Boston 2010.
26. Bennett WD, Zeman KL, Jarabek AM: Nasal contribution to breathing and fine particle deposition in children versus adults. *J Toxicol Environ Health A* 2008; 71: 227-237.
27. Chaney RA, Sloan ChD, Cooper VC et al.: Personal exposure to fine particulate air pollution while commuting: An examination of six transport modes on an urban arterial roadway. *PLoS One* 2017; 12(11). DOI: 10.1371/journal.pone.0188053.
28. Haryanto B, Suksmasari T, Wintergerst E, Maggini S: Multivitamin Supplementation Supports Immune Function and Ameliorates Conditions Triggered By Reduced Air Quality. *Vitam Miner* 2015; 4. DOI: 10.4172/2376-1318.1000128.
29. Poljsak B, Fink R: The protective role of antioxidants in the defence against ROS/RNS-mediated environmental pollution. *Oxid Med Cell Longev* 2014; 2014: 671539.
30. Whyand T, Hurst JR, Beckles M, Caplin ME: Pollution and respiratory disease: can diet or supplements help? A review. *Respir Res* 2018; 19(1): 79.
31. Barrea L, Savastano S, Di Somma C et al.: Low serum vitamin D-status, air pollution and obesity: A dangerous liaison. *Rev Endocr Metab Disord* 2017; 18(2): 207-214.
32. Peter S, Holguin F, Wood LG et al.: Nutritional Solutions to Reduce Risks of Negative Health Impacts of Air Pollution. *Nutrients* 2015; 7(12): 10398-10416.
33. Hoffman JB, Hennig B: Protective influence of healthful nutrition on mechanisms of environmental pollutant toxicity and disease risks. *Ann N Y Acad Sci* 2017; 1398(1): 99-107.
34. Zhong, J, Trevisi L, Urch B et al.: B-vitamin Supplementation Mitigates Effects of Fine Particles on Cardiac Autonomic Dysfunction and Inflammation: A Pilot Human Intervention Trial. *Sci Rep* 2017; 7: 45322.
35. Mishra S: Is smog innocuous? Air pollution and cardiovascular disease. *Indian Heart Journal* 2017; 69(4): 425-429.
36. Jiang XQ, Mei XD, Feng D: Air pollution and chronic airway diseases: what should people know and do? *J Thorac Dis* 2016; 8(1): E31-40.
37. Shi J, Lin Z, Chen R et al.: Cardiovascular benefits of wearing particulate-filtering respirators: a randomized crossover trial. *Environ Health Perspect* 2017; 125: 175-180.
38. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 21 grudnia 2005 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla środków ochrony indywidualnej. Dz. U. Nr 259, poz. 2173.

39. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 765/2008 z dnia 9 lipca 2008 r. ustanawiające wymagania w zakresie akredytacji i nadzoru rynku odnoszące się do warunków wprowadzania produktów do obrotu i uchylające rozporządzenie (EWG) nr 339/93. Dz. Urz. UE L218/2008.
40. Rengasamy S, Eimer BC, Shaffer RE: Comparison of Nanoparticle Filtration Performance of NIOSH-approved and CE-Marked Particulate Filtering Facepiece Respirators. *Ann Occup Hyg* 2009; 539(2): 117-128.
41. Urząd Ochrony Konkurencji i Konsumentów: Półmaski filtrujące. Poradnik dla konsumentów. Warszawa 2018; [https://www.uokik.gov.pl/aktualnosci.php?news\\_id=13984](https://www.uokik.gov.pl/aktualnosci.php?news_id=13984).
42. Cherrie JW, Apsley A, Cowie H et al.: Effectiveness of face masks used to protect Beijing residents against particulate air pollution. *Occup Environ Med* 2018; 75(6): 446-452.
43. Langrish JP, Li X, Wang S et al.: Reducing personal exposure to particulate air pollution improves cardiovascular health in patients with coronary heart disease. *Environ Health Perspect* 2012; 120: 367-372.
44. Holmér I, Kuklane K, Gao Ch: Minute Volumes and Inspiratory Flow Rates During Exhaustive Treadmill Walking Using Respirators. *Ann Occup Hyg* 2007; 51(3): 327-335.

nadesłano: 17.07.2018

zaakceptowano do druku: 7.08.2018