WPŁYW ZMIANY KLIMATU I ZANIECZYSZCZENIA POWIETRZA NA ZDROWIE MIESZKAŃCÓW WARSZAWY

Zbigniew M. Karaczun, Weronika Michalak

Warszawa, 2019

Koalicja Klimatyczna

Autorzy: dr hab. Zbigniew Karaczun, prof. SGGW; Weronika Michalak z HEAL Polska
Projekt graficzny, skład i łamanie: Studio Chaotyczne
Copyright by Polski Klub Ekologiczny Okręg Mazowiecki
Grudzień 2019, Warszawa

Raport został sfinansowany ze środków Funduszu Klimatycznego Ministerstwa Spraw Zagranicznych Republiki Federalnej Niemiec.

Za treści przedstawione w publikacji odpowiadają wyłącznie jego autorzy.

Spis treści

Streszczenie 4
Executive Summary 5
Wprowadzenie 7

1. Klimat Warszawy i kierunki jego zmiany 11
1.1 Jak zmienił się klimat w mieście? 11
1.2 Prognozowane skutki zmiany klimatu dla Warszawy 12

2. Wpływ skutków zmiany klimatu na zdrowie 14
2.1 Skutki zdrowotne zmiany klimatu 14
2.2 Jak skutki zmiany klimatu wpływają na zdrowie mieszkańców Warszawy? 17

3. Skutki zdrowotne zanieczyszczenia powietrza 22
3.1 Wprowadzenie 22
3.2 Jakość powietrza w Warszawie 23
3.3 Wpływ zanieczyszczenia powietrza na zdrowie mieszkańców Warszawy 26

4. Podsumowanie 29

Bibliografia 31

Streszczenie

Celem niniejszego opracowania jest omówienie wpływu skutków zmiany klimatu oraz zanieczyszczenia powietrza na zdrowie mieszkańców i mieszkanek Warszawy. Obejmuje ono też prognozy zmian, które mogą zachodzić w zakresie i natężeniu tych zagrożeń w nadchodzących latach. Intencją jest także wywołanie dyskusji nad potrzebą podjęcia bardziej zdecydowanych wysiłków – zarówno na poziomie miasta, jak i w całym kraju – na rzecz ochrony klimatu poprzez wskazanie konsekwencji jakie grożą mieszkańcom Warszawy, jeśli takich działań nie podejmiemy.

W listopadzie 2019 opublikowany został raport międzynarodowego projektu The Lancet Countdown[1], którego celem jest monitorowanie wpływu zmian klimatu na zdrowie ludzi. Po przeanalizowaniu wyników badań przeprowadzonych w ostatnich latach, autorzy raportu nie pozostawiają złudzeń: negatywne skutki zmiany klimatu silnie wpływają na zdrowie ludzi, a najbardziej narażone są dzieci. Ocena wpływu skutków zmiany klimatu na zdrowie warszawiaków i warszawianek potwierdza te wyniki.

Analizy wykonane na potrzeby niniejszego opracowania wskazały, że czynniki klimatyczne w Warszawie już uległy zmianie. W obecnej dekadzie średnia roczna temperatura w mieście jest o ponad 2°C wyższa niż w połowie XX wieku. Choć roczna wielkość opadów wzrosła, skrócił się ich czas, a wzrosła intensywność. Średnia liczba dni z opadem powyżej 10 mm/dobę wzrosła z 9 dni/rok w połowie XX wieku do 14 dni/rok w drugiej dekadzie XXI wieku[2]. Zwiększa to zagrożenie suszą i deficytem wody. Prognozuje się, że w wyniku wzrostu stężenia gazów cieplarnianych w atmosferze, w nadchodzących latach zmiany te ulegną dalszemu nasileniu.

Wyniki przedstawione w opracowaniu wskazują, że wzrost temperatury powyżej poziomu optymalnego (który w stolicy wynosi pomiędzy 20 a 25°C) tylko o 1°C powoduje wzrost umieralności o 1.6% z powodu ogółu przyczyn oraz chorób układu krążenia, a także o 4.9% z powodu chorób układu oddechowego. Analizy potwierdziły również istotny statystycznie wpływ fal upałów na zwiększenie poziomu umieralności. W całej populacji z powodu ogółu przyczyn stwierdzono wzrost poziomu umieralność i o 13.8%[3].

Najbardziej prawdopodobny scenariusz zmiany klimatu przygotowany dla Warszawy wskazuje, że w latach 2041–2070 maksymalne temperatury w mieście mogą sięgnąć ok. 43°C, a temperatury w przedziale 30–35°C występować będą przez ok. 22–23 dni w roku, a do 4 dni w roku wystąpią fale upałów o temperaturze 35–40°C. W okresie tym, w stosunku do okresu bieżącego, częstość 3-dniowych fal upałów z temperaturami ponad 30°C wzrośnie o ok. 280 pkt proc., a w przypadku 5-dniowych fal upałów aż o 600 pkt proc. W okresie 2071–2100 wzrost ten wyniesie odpowiednio ok. 370 i 700 pkt proc. Spowoduje to wzrost śmiertelności nawet o ponad 225% i zgonów z powodu chorób układu krążenia o ponad 252%[4].

Istnieje także znaczące ryzyko, że wzrośnie liczba zachorowań na choroby przenoszone przez kleszcze. Wyniki badań porównawczych wykonanych w lasach i parku na terenie miasta oraz na terenach chronionych poza jego granicami wykazały, że kleszcze występujące w lasach i parkach stolicy są istotnie statystycznie częściej zainfekowane bakteriami i wirusami, które są przyczyną licznych chorób[5].

Znaczące ryzyko dla mieszkańców stolicy stanowi także zanieczyszczenie powietrza. Pomimo podejmowanych działań na terenie Warszawy dochodzi do przekroczenia norm jakości powietrza w odniesieniu do: pyłu zawieszonego PM10 i PM2,5, dwutlenku azotu oraz benzo(a)pirenu. O tym, jak jest to groźne, świadczą wyniki wpływu długoterminowego narażenia

1 http://www.lancetcountdown.org/2019-report/, dostęp z dn. 1.12.2019.

2 opracowanie własne na podstawie danych meteorologicznych dostępnych na https://meteomodel.pl.

3 Robaczenko D., Seroka W., Wojtyniak B., 2018: Analiza związku umieralności mieszkańców Warszawy z poziomem maksymalnej temperatury dziennej w latach 2008–13. Raport przygotowany na potrzeby projektu Adaptcity. Warszawa.

4 Kuchcik M., 2013, The Attempt to Validate the Applicability of Two Climate Models for the Evaluation of Heat Wave Related Mortality in Warsaw in the 21st Century. Geographia Polonica 86 (4): 295–311.

5 Kowalec M, Szewczyk T, Welc-Falęciak R, Siński E, Karbowiak G, Bajer A., 2019: Rickettsiales Occurrence and Co-occurrence in Ixodes ricinus Ticks in Natural and Urban Areas. Microbial Ecology 77(4):890-904.

mieszkańców Warszawy na podwyższone stężenie pyłu zawieszonego w 2014 roku. Zanotowano wówczas 2826 przedwczesnych zgonów osób w wieku powyżej 30. roku życia oraz znaczny wzrost ilości zachorowań. Całkowite koszty zdrowotne stąd wynikające oszacowano na 2,13 – 6,43 miliardów euro[6].

Dlatego ważne i pilne jest podjęcie prac, mających na celu zmniejszenie zagrożenia mieszkańców i mieszkanek miasta powodowanego przez skutki zmiany klimatu i zanieczyszczenie powietrza. Wymagać to będzie przede wszystkim aktywnych i szerokich działań na rzecz redukcji emisji gazów cieplarnianych oraz poprawy jakości powietrza, ponieważ przyczyną zarówno zmiany klimatu, jak i zanieczyszczenia powietrza jest przede wszystkim spalanie paliw kopalnych w celach grzewczych oraz w transporcie samochodowym. Ograniczenie emisji z tych źródeł będzie miało zasadnicze znaczenie.

Działania te powinny być prowadzone na szczeblu centralnym oraz w miastach. Na poziomie krajowym powinny być tworzone ramy prawne, które pozwolą samorządom lokalnym i pozostałym interesariuszom na skuteczną redukcję emisji gazów cieplarnianych oraz zanieczyszczeń odprowadzanych do powietrza i efektywną adaptację do skutków zmiany klimatu. Rząd powinien także wspierać i wdrażać ogólnopolskie programy edukacyjne i szkoleniowe oraz wspierać finansowo inwestycje, mające na celu wzmocnienie krajowego systemu opieki zdrowotnej. Na poziomie miasta powinny być natomiast prowadzone działania inwestycyjne i organizacyjne, prowadzące do redukcji emisji i wzmacniania potencjału Warszawy w zakresie ograniczania wpływu skutków zmiany klimatu na zdrowie. Przedstawiona w niniejszym raporcie analiza pozwala na przedstawienie następujących rekomendacji:

- na poziomie lokalnym (w Warszawie) i ogólnopolskim powinny być wdrażane działania, mające na celu ograniczanie emisji gazów cieplarnianych do atmosfery – przede wszystkim poprzez rozwój odnawialnych źródeł energii i zastępowanie nimi lokalnych, węglowych instalacji energetycznych, poprawę efektywności wykorzystania energii, zmniejszanie potrzeb transportowych, promocję transportu publicznego, rozwój miejskich terenów zielonych i in. Długoterminowym celem tych prac powinno być osiągnięcie neutralności klimatycznej, zarówno na poziomie miasta, jak i całego kraju, nie później niż w 2050 roku;
- Warszawa powinna konsekwentnie wdrażać działania, wynikające z przyjętej w 2019 roku strategii adaptacji do zmiany klimatu. W ramach tego programu ważne będzie stworzenie systemu ostrzegania mieszkańców przed ryzykiem wystąpienia ekstremów pogodowych i incydentów smogowych;

- obszary zieleni niezorganizowanej na terenie Warszawy powinny być traktowane jako miejsca wspierające trwałe wiązanie węgla w biomasie oraz ochronę przed skutkami zmiany klimatu, w tym przede wszystkim jako miejsca odpoczynku i ucieczki przed oddziaływaniem upałów. Pożądane jest przyjęcie miejskiego wskaźnika maksymalnej odległości, jaka powinna dzielić miejsce zamieszkania warszawiaków i warszawianek od terenów zieleni, gdzie mogliby oni odpoczywać i szukać wytchnienia (150 – 300 m);

- wszystkie oddziały w warszawskich szpitalach powinny zostać wyposażone w systemy klimatyzacji, które zapewniłyby chorym w nich przebywającym komfort termiczny w przypadku występowania bardzo wysokich temperatur i fal upałów. Takie rozwiązania powinny być zastosowane także w innych polskich szpitalach;

- warszawskie szpitale (a także placówki w innych częściach Polski) powinny wdrożyć procedury pojenia pacjentów (zwłaszcza dzieci, osób starszych, osób z ograniczoną zdolnością percepcji czy z ograniczeniami ruchu) w przypadku występowania wysokich temperatur. Może to być program współpracy placówek ochrony zdrowia z wolontariuszami;

- niezbędne jest stworzenie krajowego i miejskiego programu badawczego, pozwalającego na identyfikację i monitorowanie zagrożeń zdrowia publicznego, związanych z bezpośrednimi skutkami zmiany klimatu;

- należy opracować program szkoleń dla lekarzy i personelu medycznego, przygotowujący ich do leczenia chorób, które mogą pojawić się w Polsce w wyniku postępującej zmiany klimatu, a także strategię walki z rozprzestrzeniającymi się chorobami wektorowymi;

6 Badyda A., 2015: Ocena wybranych skutków zdrowotnych narażenia na zanieczyszczenia powietrza pyłem PM2,5 w Warszawie (materiały niepublikowane).

- potrzebne są projekty edukowania pacjentów w kwestii zagrożeń związanych ze zmianą klimatu, przygotowywania się do nich i zapobiegania im. Ważne jest także wzmocnienie profilaktyki wśród grup najbardziej narażonych na skutki ocieplenia: kobiet w ciąży, dzieci i osób starszych;

- na studiach medycznych powinny zostać wprowadzone przedmioty informujące przyszłych lekarzy o nowych zagrożeniach, jakie niesie ze sobą zmiana klimatu. Powinno to dotyczyć m.in. wiedzy o chorobach tropikalnych, których nosicielami mogą być coraz częściej polscy pacjenci, a także o chorobach wektorowych, w tym tych, które jeszcze w Polsce nie występują, ale na skutek wzrostu średniej temperatury mogą się pojawić;
- niezbędne jest wzmocnienie opieki psychiatrycznej i psychologicznej nad osobami, które ucierpią w wyniku ekstremalnych zjawisk meteorologicznych i u których mogą występować objawy stresu pourazowego. W szczególności dotyczy to opieki nad dziećmi i młodzieżą.

Executive Summary

The aim of this paper is to demonstrate health effects that result from climate change and air pollution in Warsaw and to present forecasts of how this threat will change in the coming years. The paper also seeks to provoke a discussion on the need for more determined efforts, both at city level and nationwide, to protect the climate. To this end, it is necessary to point out the consequences that the residents of Warsaw will suffer if no action is taken.

In November 2019, a report of the Lancet Countdown[7], a prestigious international project seeking to monitor the impact of climate change on human health, was published. Having analysed the results of research conducted in recent years, the authors of the report leave no doubt: the effects of climate change have a strong impact on human health, with children being the most vulnerable group. These outcomes are confirmed by an assessment of the impact of climate change on the health of the inhabitants of Warsaw.

The analyses performed for the purpose of this study have shown that climate factors in Warsaw have already changed. In the current decade, the average annual temperature in the city is over 2°C higher than in the mid-20th century. Although the annual rainfall has increased, precipitation duration has shortened, and precipitation intensity has risen. The average number of days with rainfall of above 10 mm/day grew from 9 days/year in the mid-20th century to 14 days/year in the second decade of the 21st century, increasing the risk of drought and water shortage[8]. As a result of growing greenhouse gas concentrations in the atmosphere, these changes are projected to intensify further in the coming years.

The outcomes of the study indicate that a rise in temperature above the optimal level (in Warsaw, it is between 20 and 25°C) by only 1°C increases mortality rates resulting from all reasons and from cardiovascular diseases by 1.6%, and from respiratory diseases – by 4.9%. The analyses also confirmed a significant statistical influence of heat waves on the rise of mortality rates in total population by 13.8%[9].

The most likely climate change scenario prepared for Warsaw indicates that in the years 2041–2070, maximum temperatures in the city may reach about 43°C, with temperatures between 30 and 35°C occurring for about 22–23 days a year and with up to 4 days of heat waves with temperatures of 35–40°C yearly. In this period, in comparison to the current one, the frequency of 3–day heat waves with temperatures above 30°C will increase by about 280 percentage points, and the frequency of 5–day heat waves – by as much as 600 percentage points. In the years 2071–2100, the increase will be about 370 and 700 percentage points, respectively. This will result in a rise in mortality rates even by over 225% and in deaths resulting from cardiovascular diseases by over 252%[10].

There is also a significant risk that the incidence of tick-borne diseases will increase. The outcomes of comparative studies carried out in forests and parks in the city and in protected areas beyond the city limits showed that ticks occurring in forests and parks in Warsaw are statistically significantly more often infected with bacteria and viruses than ticks found in out-of-town areas[11].

Another significant risk for the inhabitants of Warsaw is air pollution. Despite the actions taken in the area of the city, the air quality standards in relation regarding particulate matter PM10 and PM2.5, nitrogen dioxide and benzo(a)pyrene are exceeded. The evaluation results on the long-term impact of persistent exposure of the inhabitants of Warsaw to elevated concentrations of particulate matter in 2014 indicate the exposure has led to 2826 premature deaths of people over 30 and increase of additional cases of other illness. The overall health cost resulting from poor air quality in the city in 2014 was estimated at EUR 2.13 – 6.43 billion[12].

7 http://www.lancetcountdown.org/2019-report/ On: 01.12.2019.

8 Own assessment based on the data available on: https://meteomodel.pl.

9 Robaczenko D., Seroka W., Wojtyniak B., 2018:... *ibidem*.

10 Kuchcik M., 2013: *Ibidem*.

11 Kowalec M. & all, 2019: *Ibidem*.

12 Badyda A., 2015: *Ibidem*.

This is why it is important and urgent to take action to reduce the risks for residents resulting from the effects of climate change and air pollution. This will require most of all active and extensive measures to reduce greenhouse gas emissions and improve air quality. Since both climate change and air pollution primarily result from the burning of fossil fuels and car transport, reducing emissions from these sources will be crucial.

These actions should be taken at both central and urban level. At central level, a legal framework should be created that will allow local governments and other stakeholders to effectively reduce greenhouse gas emissions and pollution discharged into the air and to adapt effectively to the consequences of climate change. The government should also support and implement nationwide education and training programmes and provide financial support for investments aimed at strengthening the national health care system. At municipal level, investment and organisational activities should be carried out in order to reduce emissions and strengthen the city's potential to prevent the impact of climate change on health. The following recommendations can be produced based on the analysis presented in the report:

- both at local level (in Warsaw) and national level, measures should be implemented to limit the volumes of greenhouse gas emissions to the atmosphere, primarily through the development of renewable energy sources which should replace local coal-fired power installations, improving energy efficiency, reducing transport needs, promoting public transport, increasing carbon fixation in urban green areas, etc. The long-term goal of these actions should be to achieve climate neutrality no later than in 2050, both at municipal and national level;

- Warsaw should consistently implement measures resulting from the Strategy for Adaptation to Climate Change implemented in 2019. Within the framework of this programme, it will be important to create a system that will warn residents about the risk of weather extremes and smog;

- non-organised green areas in Warsaw should be seen as places that support the permanent fixation of coal in biomass and provide protection from the effects of climate change, mostly as places where residents can relax and escape from the impact of heat. It is desirable to adopt an urban indicator of the maximum distance between the place of living of city residents and green areas where they can relax (300-500 m);

- all Warsaw hospital wards should be equipped with air-conditioning systems that will guarantee patients thermal comfort in case of very high temperatures and heat waves. Such a programme should also be implemented in other Polish hospitals;

- Warsaw hospitals (and hospitals in other parts of Poland) should implement procedures of providing patients with water (especially children, elderly people, people with limited perception or movement limitations) in the event of high temperatures. This programme might involve cooperation between health care institutions and volunteers;

- it is necessary to establish a national and city-level research programme to identify and monitor public health threats related to direct effects of climate change;

- a training programme for doctors and medical staff should be developed, preparing them to treat diseases that may occur in Poland as a result of progressing climate change, and a strategy to combat spreading vector-borne diseases should be designed;

- projects are needed to educate patients about, prepare them for, and prevent the risks of climate change. It is also important to strengthen preventive healthcare among the groups most vulnerable to global warming: pregnant women, children and the elderly;

- medical school curricula should include courses where future doctors will learn about the climate change trends and the new threats they will pose. They should also gain knowledge on tropical diseases, which are increasingly frequently carried by Polish patients, and about vector-borne diseases, including those which we do not have in Poland yet but which may occur as a result of a rise in average temperatures;

- it is necessary to strengthen the psychiatric and psychological care provided to those who suffer from extreme meteorological events and who may show signs of post-traumatic stress, particularly in child and adolescent care.

Wprowadzenie

Powstrzymanie, spowodowanej działalnością człowieka, zmiany klimatu jest jednym z najważniejszych wyzwań, jakie stoją przed cywilizacją. Już teraz doświadczamy pierwszych negatywnych skutków tego procesu. Długo wydawało nam się, że pojawią się one dopiero pod koniec obecnego stulecia. Wyniki najnowszych badań dowodzą czegoś innego: zmiana klimatu zachodzi wielokrotnie szybciej niż sądziliśmy, a efekty zaczynają występować już dziś, a części z nich nie byliśmy nawet w stanie przewidzieć. Jednym ze skutków zmiany klimatu, któremu jeszcze kilka lat temu nie poświęcaliśmy zbyt wiele uwagi, jest oddziaływanie tego procesu na zdrowie ludzi.

Wiedza o skutkach zdrowotnych zmiany klimatu nie jest powszechna, nawet wśród lekarzy. Nie ma bowiem jednostki chorobowej nazwanej „zmiana klimatu". Jednak wzrost średniej temperatury, fale upałów, ekstremalne zjawiska pogodowe, przesuwanie się granic występowania niektórych gatunków owadów wpływają na większość czynników decydujących o zdrowiu, osłabiając mechanizm immunologiczny i powodując, że ludzie stają się bardziej podatni i narażeni na liczne choroby. Na wielu terenach pojawiają się nowe choroby, wcześniej tam nie występujące. Staje się to coraz poważniejszym wyzwaniem dla służby zdrowia i stwarza zagrożenie dla coraz większej liczby ludzi.

Niniejszy raport dotyczy wpływu skutków zmiany klimatu na zdrowie mieszkańców Warszawy. W pierwszym rozdziale opisano skutki zmiany klimatu już widoczne w mieście oraz prognozowane w nadchodzących latach. W kolejnym omówiono wpływ zmiany klimatu na zdrowie – na tle informacji o skutkach, jakie występują na poziomie globalnym, przedstawiono informacje odnośnie wpływu zjawisk związanych z ocieplaniem się klimatu na poziomie lokalnym na zdrowie mieszkańców i mieszkanek miasta.

W raporcie przedstawione zostały także dane dotyczące wpływu zanieczyszczeń powietrza na zdrowie mieszkańców i mieszkanek stolicy. Smog nie jest bezpośrednio związany ze zmianą klimatu, jednak oba zjawiska mają podobne źródło: spalanie paliw kopalnych. Dlatego zarówno ochrona klimatu, jak i ochrona powietrza wymaga podobnych działań – odejścia od spalania paliw kopalnych. Opracowanie pokazuje także, że efekty zdrowotne zmiany klimatu i zanieczyszczenia powietrza – często mylone – są odmienne. Tym niemniej skutki zmiany klimatu mogą potęgować negatywny wpływ zanieczyszczenia powietrza na zdrowie ludzi – np. wpływając na wzrost stężenia ozonu.

Celem opracowania jest przede wszystkim wywołanie dyskusji nad potrzebą podjęcia bardziej zdecydowanych działań – zarówno na poziomie miasta, jak i w całym kraju – na rzecz ochrony klimatu poprzez zaprezentowanie konsekwencji, jakie grożą warszawiankom i warszawiakom, jeśli takich prac nie podejmiemy.

Jeśli obecny trend wzrostu temperatury w Warszawie utrzyma się, to średnia roczna temperatura w mieście przekroczy 10°C już w nadchodzącej dekadzie.

Będzie to poziom, którego osiągnięcie w Polsce prognozowano na lata 2061 – 2070.

1. Klimat Warszawy i kierunki jego zmiany

1.1 Jak zmienił się klimat w mieście?

Położona w centrum Polski Warszawa podlega wpływom różnych mas powietrza: łagodnego i wilgotnego powietrza morskiego, surowego i suchego kontynentalnego, gorącego śródziemnomorskiego i mroźnego arktycznego. W efekcie pogoda w mieście jest niestabilna i uzależniona od tego, jakie powietrze przemieszcza się w danym momencie ponad miastem.

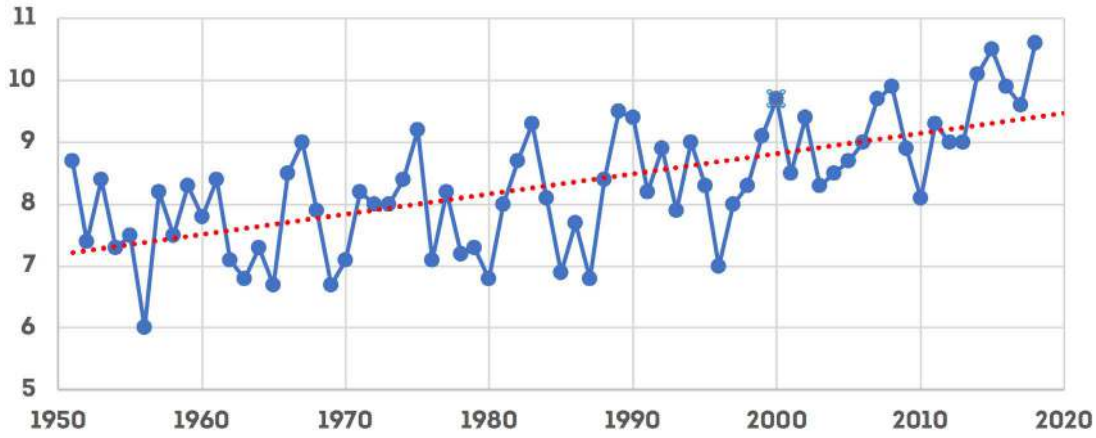
Tradycyjnie klimat w mieście charakteryzowano następująco[13]:

- średnia temperatura roczna dla poszczególnych lat wahała się w przedziale od 7°C do 8°C. W okresie jednego roku najniższe temperatury notowano w styczniu, a najwyższe w lipcu. Średnia liczba dni gorących w roku (średnia dobowa temperatura powyżej 25°C) wynosiła ok. 40;
- roczna suma opadów wynosiła ok. 520 mm, najwyższe sumy miesięczne występowały w lipcu, a najniższe w lutym;
- śnieg zalegał od 50 do 60 dni w roku przy 33 dniach mroźnych (średnia dobowa temperatura poniżej 0°C);
- średnia prędkość wiatru w mieście wynosiła ok. 4 m/s.

Jak się wydaje, czynniki te już obecnie zostały w znacznym stopniu zmodyfikowane postępującą zmianą klimatu, a jej pogłębianie będzie jeszcze silniej wpływało na pogodę i czynniki klimatyczne miasta. Zmiany te dotyczyć będą m.in. średnich i maksymalnych temperatur, ilości i rozkładu opadów, długości zalegania pokrywy śnieżnej itp.

Jeśli nie uda się powstrzymać wzrostu emisji gazów cieplarnianych, to średnia roczna temperatura w Warszawie do końca wieku wzrośnie o 2,6–4.5°C, a w skrajnym przypadku nawet o 7–9°C.

Na rysunku 1.1 przedstawiono zmianę średniej rocznej temperatury w mieście w okresie ostatnich niemal 70 lat. Czerwoną przerywaną linią zaznaczono wzrastający trend średniej rocznej temperatury w stolicy. Z wykresu wynika, że była ona w drugiej dekadzie XXI wieku o ok. 2.1°C wyższa niż w latach 50. XX wieku. Dane przedstawione na rysunku wskazują także, że od początku XXI wieku średnia roczna temperatura w mieście w żadnym roku nie spadła poniżej 9°C.

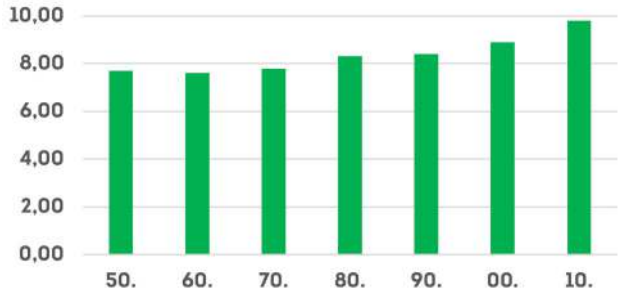


Rysunek 1.1 Zmiana średniej temperatury Warszawy w latach 1951–2018

(źródło: opracowanie własne na podstawie danych meteorologicznych dostępnych na https://meteomodel.pl).

13 Strategia adaptacji do zmian klimatu dla m.st. Warszawy do roku 2030 z perspektywą do roku 2050 Miejski Plan Adaptacji. Dokument przyjęty przez Radę Warszawy w dniu 4.07.2019.

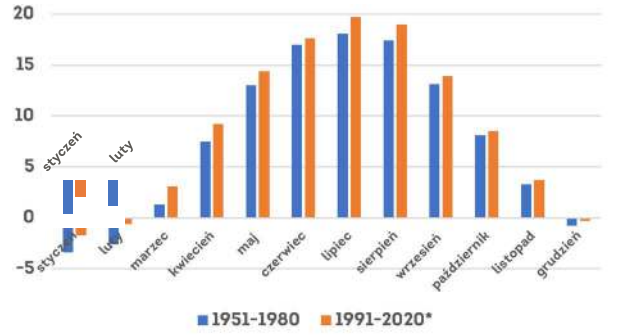
Jeszcze wyraźniej na przyspieszenie wzrostu średniej rocznej temperatury wskazują dane zaprezentowane na rysunku 1.2, na którym przedstawiono średnie temperatury kolejnych dekad od 1951 roku.



Rysunek 1.2 Średnie temperatury Warszawy w kolejnych dekadach od 1951 roku

(źródło: opracowanie własne na podstawie danych meteorologicznych dostępnych na https://meteomodel.pl).

Jeśli obecny trend utrzyma się także w nadchodzącej dekadzie, to średnia roczna temperatura trzeciej dekady XXI wieku w Warszawie przekroczy poziom 10°C. Jest to poziom, którego osiągnięcie w Polsce jeszcze kilka lat temu prognozowano dopiero na lata 2061–2070[14]. Obserwacje te są zgodne z wynikami analiz Międzyrządowego Zespołu ds. Zmiany Klimatu (IPCC), który w specjalnym raporcie opublikowanym w 2018 roku stwierdzał, że szybkość, z jaką zachodzi zmiana klimatu, jest większa niż to prognozowano jeszcze kilka lat temu[15].



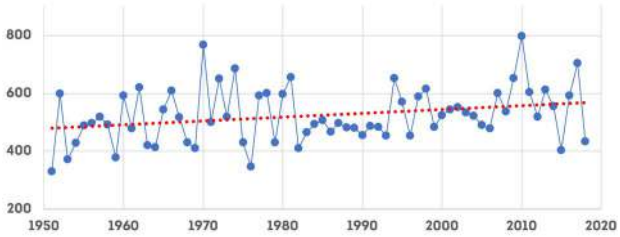
* – Dane dla drugiej dekady XXI wieku niepełne, brak danych dla lat 2019 – 2020.

Rysunek 1.3 Średnie miesięczne temperatury w Warszawie w trzydziestoleciach 1951-80 i 1991-2018

(źródło: opracowanie własne na podstawie danych dostępnych na https://meteomodel.pl).

Zmieniła się nie tyko średnia roczna temperatura, ale także średnie temperatury w poszczególnych miesiącach (rys. 1.3). Średnie miesięczne temperatury w mieście w okresie ostatnich 30 lat są wyższe w przypadku wszystkich miesięcy roku niż średnie temperatury dla okresu 1951–1980.

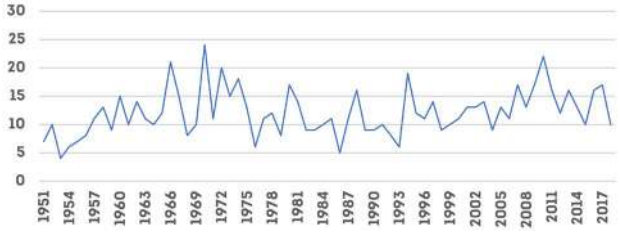
Zmiana wielkości opadów w omawianym okresie nie jest już tak jednoznaczna jak w przypadku zmiany temperatury (rysunek 1.4). Tym niemniej średnia roczna wielkość opadów w latach 50. XX wieku wynosiła ok. 470 mm, natomiast w drugiej dekadzie XXI wieku już ok. 550 mm. Czerwona przerywana linia wyznacza wzrastający trend zmiany. Dane na rysunku wskazują, że od lat 80. XX wieku wielkość opadów w mieście w żadnym roku nie była niższa niż 400 mm.



Rysunek 1.4 Średnia wielkość opadów rocznych w Warszawie w latach 1951-2018

(źródło: opracowanie własne na podstawie danych dostępnych na https://meteomodel.pl).

Większa ilość opadów nie oznacza jednak, że zmniejszy się zagrożenie suszą. W omawianym okresie zwiększyła się bowiem intensywność opadów. O ile w latach 50. XX wieku średnia liczba dni z opadem powyżej 10 mm/dobę wynosiła 9 dni/rok, to zarówno w pierwszej, jak i w drugiej dekadzie[16] XXI wieku było to już 14 dni/rok[17]. Zmiany te w latach 1951–2018 przedstawiono na rysunku 1.5.



Rysunek 1.5 Ilość dni w roku z opadem > 10 mm/dobę w Warszawie w latach 1951-2018

(źródło: opracowanie własne na podstawie danych meteorologicznych dostępnych na https://meteomodel.pl).

O wzroście intensywności opadów świadczy także to, że czas trwania opadów deszczu znacząco się skrócił.

14 IOŚ-PIB, 2013: Opracowanie i wdrożenie Strategicznego Planu Adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu. Adaptacja wrażliwych sektorów i obszarów Polski do zmian klimatu do roku 2070. Instytut Ochrony Środowiska. Warszawa (str. 39).

15 IPCC, 2019: Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse gas fluxes in Terrestrial Ecosystems Summary for Policymakers. Dostępne na: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/08/4.-SPM_Approved_Microsite_FINAL.pdf, dostęp: 14.10.2019.

16 dane dla drugiej dekady XXI wieku niepełne, brak danych dla lat 2019–2020.

17 https://meteomodel.pl, dostęp: 8.11.2019.

O ile w dekadzie lat 50. XX wieku średnia długość opadów deszczu wynosiła 832 godziny/rok, to w drugiej dekadzie XXI wieku[18] już tylko 757 godziny/rok.

Większa intensywność opadów i ich krótsze występowanie zwiększa nie tylko ryzyko powodzi, ale także narażenie na suszę oraz deficyt wody, co jest związane z większym spływem powierzchniowym i większą ilością wody odpływającej z ekosystemu miejskiego. Lata 2018–2019 to okres bardzo głębokiej suszy, w efekcie której w 350 gminach w Polsce wprowadzono ograniczenia w korzystaniu z wody wodociągowej. Chociaż problem ten nie dotyczył wówczas Warszawy, to zjawisko to pokazuje, że pogłębianie się tendencji skracania trwania opadów może spowodować, że takie zagrożenie w stolicy zacznie występować.

W Warszawie zmieniła się także liczba dni z pokrywą śnieżną. Analizy w tym zakresie prowadzone są od 1966 roku: na przełomie lat 60. i 70. XX wieku (w okresie 1966–75) średnia ilość dni z pokrywą śnieżną wynosiła 59 dni/rok, podczas gdy w drugiej dekadzie XXI wieku (lata 2011–18) było to już tylko 46 dni/rok.

1.2 Prognozowane skutki zmiany klimatu dla Warszawy

Prognozy skutków zmiany klimatu wskazują, że obecne, niepokojące trendy jeszcze bardziej pogłębią się w nadchodzących latach.

Międzyrządowy Zespół do spraw Zmiany Klimatu (IPCC) przedstawił cztery scenariusze wzrostu koncentracji gazów cieplarnianych w atmosferze. Różnią się one ilością energii, która zostanie zatrzymana w atmosferze (to jest wartością całkowitego wymuszenia radiacyjnego[19]) w 2100 roku w porównaniu z rokiem 1750. Model RCP2,6 zakłada znaczące obniżenie antropogenicznej emisji gazów cieplarnianych. Dwa kolejne scenariusze RCP4,5 i RCP6,0 zakładają stabilizację emisji, zaś scenariusz RCP8,0, w którym wartość wymuszenia radiacyjnego wyniesie 8 W/m^2 zakłada dalszy, znaczący wzrost emisji gazów cieplarnianych[20]. W konsekwencji, jeśli uda się zrealizować pierwszy scenariusz, wzrost średniej globalnej temperatury Ziemi powinien zostać powstrzymany na bezpiecznym poziomie +1,5°C. W przypadku realizacji pozostałych scenariuszy wzrost średniej temperatury będzie znacznie wyższy, w scenariuszu RCP8,0 wyniesie nawet ponad 6°C.

Niezależnie od rozważanego scenariusza, wszystkie prognozy zmiany klimatu wskazują, że w Polsce w drugiej połowie XXI wieku, z prawdopodobieństwem na poziomie 99–100%, wzrośnie liczba tropikalnych dni i nocy oraz częstotliwość i czas trwania fal upałów. Różnią się one jednak przewidywaną średnią temperaturą w mieście: jeśli uda się ograniczyć emisję gazów cieplarnianych tak jak jest to wskazane w scenariuszu RCP2,6, a więc osiągnąć neutralność klimatyczną do 2050 roku, wzrost średniej temperatury w Europie Środkowej powinien wynieść 1–1,5°C. Jeśli jednak emisja nadal będzie rosła tak, jak to opisuje scenariusz RCP8,5, to wzrost średniej temperatury w naszej części kontynentu wyniesie 2,6–4,5°C. W skrajnym przypadku tego scenariusza, w którym stężenie CO_2 w atmosferze wzrasta do ok. 1300 ppm, wzrost średniej temperatury może osiągnąć poziom nawet 7–9°C[21].

Skutki wzrostu średniej temperatury w Warszawie przeanalizowała Kuchcik[22]. Rozpatrywała ona dwa różne modele wzrostu temperatury: pierwszy z nich (tzw. ECHAM5), zgodnie z którym w Warszawie pod koniec XXI wieku będą występowały temperatury od –25 do +40°C, przy czym prawdopodobieństwo wystąpienia temperatur wyższych niż 27–30°C będzie niższe niż 5%, oraz drugi (tzw. ARPEGE), w którym prawdopodobieństwo takie wynosi 10%, a zakres występujących temperatur waha się od –15 do +45°C.

Jeśli zmiany przebiegać będą zgodnie z drugim modelem (który wydaje się bardziej prawdopodobny, bowiem jego skalowanie dla lat 1970–2010 przynosi wyniki bliższe tym, które wystąpiły w rzeczywistości), to już w latach 2041–2070 maksymalne temperatury w mieście mogą sięgnąć ok. 43°C, a temperatury w przedziale 30–35°C występować będą przez ok. 22–23 dni w roku (w pierwszym z modeli tylko przez 5 dni/rok). Zgodnie z tym modelem, w omawianym okresie mogą wystąpić także (do 4 dni w roku) fale upałów z temperaturami w granicach 35–40°C. Scenariusz ten prognozuje znaczny wzrost prawdopodobieństwa występowania fal upałów: w latach 2041–2070 częstość 3-dniowych fal upałów z temperaturami ponad 30°C wzrośnie o ok. 280 pkt proc.,

18 dane dla drugiej dekady XXI wieku niepełne, brak danych dla lat 2019–2020.

19 Wymuszenie radiacyjne – zmiana różnicy pomiędzy wielkością strumienia cieplnego promieniowania słonecznego docierającego do atmosfery Ziemi, a ilością energii cieplnej odprowadzanej z Ziemi ku kosmosowi. Wymuszanie dodatnie oznacza gromadzenie energii w układzie klimatycznym (wzrost temperatur), ujemne – straty energii przez układ (spadek temperatur).

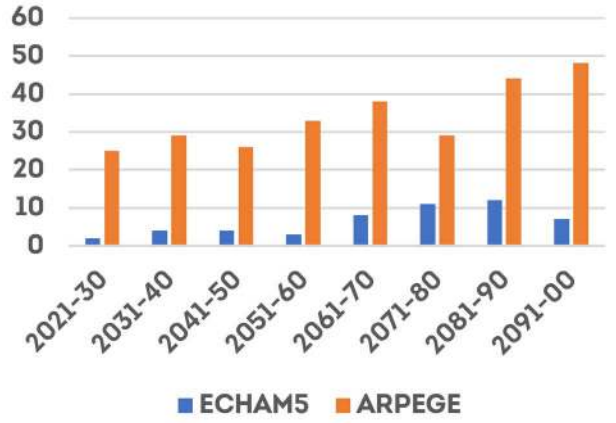
20 IPCC, 2014: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Cambridge: Cambridge University Press, United Kingdom and New York, USA.

21 IPCC 2014: *Ibidem.*

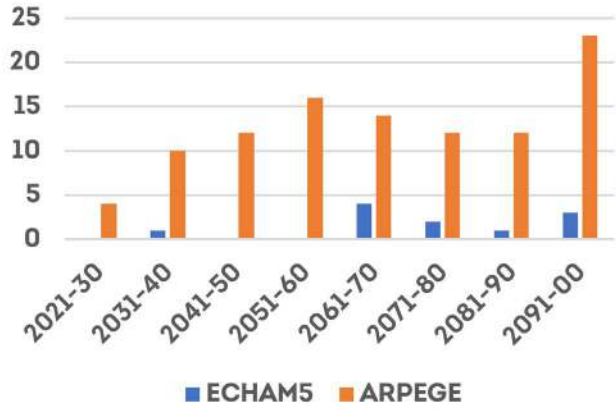
22 Kuchcik M., 2013, The Attempt to Validate the Applicability of Two Climate Models for the Evaluation of Heat Wave Related Mortality in Warsaw in the 21st Century. Geographia Polonica 86 (4): 295–311.

a w przypadku 5-dniowych fal upałów aż o 600 pkt proc. (w okresie 2071–2100 wzrost ten wyniesie odpowiednio ok. 370 i 700 pkt proc.). Na rysunku 1.6 przedstawiono różnice między modelami w odniesieniu do prognozowanej ilości fal upałów, które wystąpią w kolejnych dekadach w Warszawie do końca XXI wieku.

a. Fale upałów o długości 3 dni



b. Fale upałów o długości 5 dni

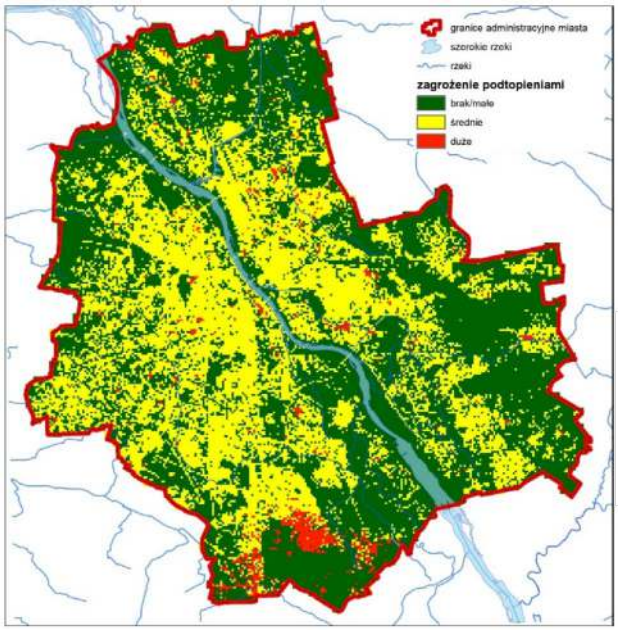


Rys. 1.6 Ilość fal upałów 3-dniowych (a) i 5-dniowych (b) prognozowanych w kolejnych dekadach XXI wieku w Warszawie w zależności od modelu

(źródło: Kuchcik 2013).

Wśród innych prognozowanych skutków zmiany klimatu w Warszawie, wskazuje się na wzrost wielkości rocznych opadów, które już około 2040 roku powinny wynieść ponad 600 mm/rok (zarówno w scenariuszu umiarkowanym jak i maksymalnym). W scenariuszu maksymalnym, w kolejnych latach wielkość opadów będzie wzrastać do lat 80. XXI wieku i osiągnie około 700 mm/rok, po czym w kolejnej dekadzie zacznie spadać. W scenariuszu umiarkowanym wielkość opadów będzie wzrastać stopniowo do końca wieku i w ostatniej dekadzie XXI wieku ustabilizuje się na podobnym jak w scenariuszu maksymalnym poziomie około 640 mm[23]. Jak już wcześniej napisano prognozuje się jednak, że zmieni się rozkład opadów, mniej będzie deszczów o niskiej intensywności, wzrośnie natomiast ilość deszczy gwałtownych, a dobowa suma opadów może być wyższa nawet od 90–100 mm.

Wzrost ilości opadów i ich intensywności zwiększy znacząco zagrożenie powodziowe miasta spowodowane występowaniem tzw. powodzi błyskawicznych, które mogą mieć miejsce w różnych częściach miasta. Wzrośnie także zagrożenie powodzią spowodowaną przez wzrost poziomu Wisły. Dane historyczne wskazują, że wody 100-letnie mogą wystąpić w Warszawie częściej niż raz na stulecie stwarzając zagrożenie dla 216 tysięcy mieszkańców miasta mieszkających na terenach zagrożonych zalaniem przy takim stanie rzeki. Na terenach zagrożonych zalaniem w przypadku wody 10-letniej mieszka ponad 101 tysięcy Warszawiaków, a na terenach zagrożonych przez wodę 1000-letnią niemal 543 tysiące osób. Lokalne zagrożenie stwarzać będą także inne cieki w obrębie miasta[24]. Na rysunku 1.7 przedstawiono mapę zagrożenia miasta powodzią i podtopieniami.



Rys. 1.7 Zagrożenie podtopieniami i powodziami na terenie Warszawy (źródło Magnuszewski 2019)[25].

Prawdopodobnym skutkiem zmiany klimatu będzie także wzrost częstości i siły gwałtownych wiatrów. W chwili obecnej nie ma jednak wiarygodnych prognoz oceniających zmiany, jakie w tym zakresie wystąpią w nadchodzących latach.

23 Strategia adaptacji..., 2019: *Ibidem.*

24 Strategia adaptacji..., 2019: *Ibidem.*

25 Magnuszewski A., 2019: Czy można przewidzieć powódź miejską? Prezentacja z konferencji Innowacje dla środowiska. UNEP GRID i UM Warszawa. Warszawa, 7 listopada 2019.

2. Wpływ skutków zmiany klimatu na zdrowie

2.1 Skutki zdrowotne zmiany klimatu

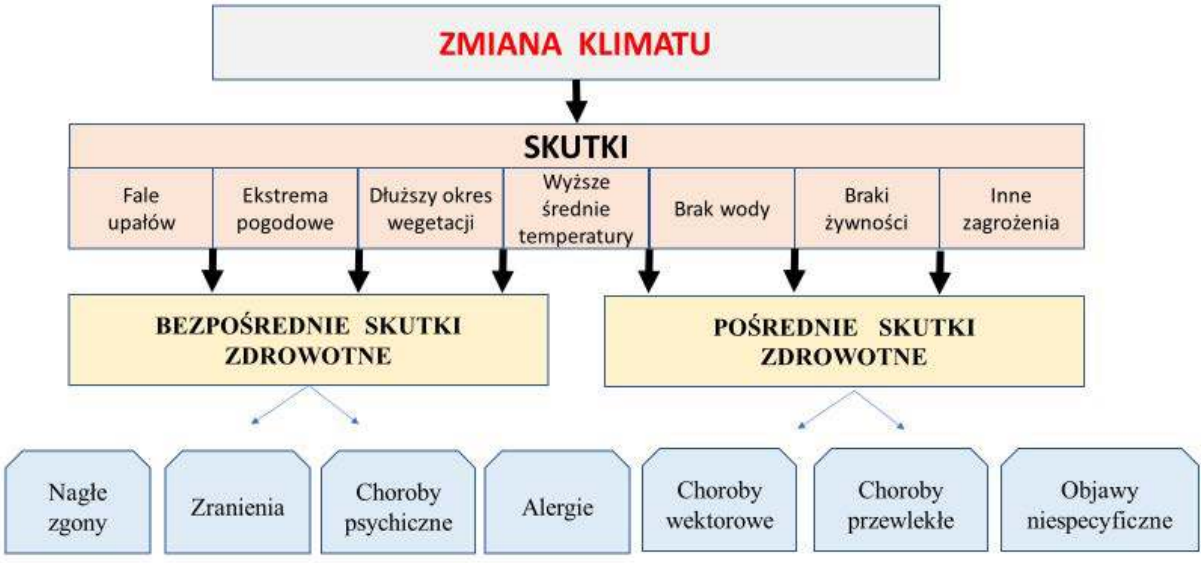
Jak klimat i jego zmiana wpływa na zdrowie?

Klimat wpływa na nasze zdrowie i samopoczucie. Wiadomo o tym od czasów żyjącego w IV w p.n.e. Hiokratesa, który twierdził, że zdrowie człowieka w znacznym stopniu zależy od środowiska, w tym warunków klimatycznych i czynników pogodowych. Z wiedzy tej korzystamy do dziś, np. wyjeżdżając do uzdrowisk, w których specyficzne warunki mikroklimatyczne mają nam zapewnić powrót do zdrowia. Najbardziej na wpływ czynników klimatycznych narażeni są ludzie, których określa się meteoropatami – są to osoby podatne na dolegliwości wywołane przez te czynniki. Ocenia się, że stanowią oni od 50 do nawet 70% populacji ludzi zdrowych[26]. Dlatego też, choć nie ma jednostki chorobowej nazwanej „zmianą klimatu", to skutki tego procesu – zarówno bezpośrednie, jak i pośrednie – będą miały ogromny wpływ na większość czynników decydujących o stanie naszego zdrowia (rys. 2.1). Na wielu terenach pojawiają się nowe choroby wcześniej tam nie występujące.

Grupa robocza ds. skutków, podatności i adaptacji do zmiany klimatu Międzyrządowego Zespołu ds. Zmiany Klimatu – IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change[27] opisała trzy rodzaje powiązań między zdrowiem publicznym i zmianą klimatu:

- skutki bezpośrednie, które odnoszą się głównie do zmian częstotliwości ekstremalnych warunków pogodowych – takich jak upały, susze, ulewne deszcze;
- efekty pośrednie związane ze środowiskiem naturalnym – zmiana wzorców chorób zakaźnych, niezdatność do spożycia wody i pożywienia, zanieczyszczenie powietrza;
- efekty pośrednie związane z działalnością człowieka – konflikty społeczne, przymusowa migracja, niedożywienie i stres.

Do podobnych wniosków doszedł międzynarodowy zespół naukowców zajmujących się wpływem zmiany klimatu na zdrowie i pracujący przy projekcie The Lancet Countdown[28] oraz eksperci Europejskiej Agencji Środowiska, która w badaniach skutków zmiany klimatu w Europie wskazała następujące kategorie



Rys. 2.1. Wpływ skutków zmiany klimatu na zdrowie ludzi (źródło: opracowanie własne)

26 https://www.poradnia.pl/wplyw-pogody-i-klimatu-na-zdrowie-czlowieka-biometeorologia-i-klimatologia.html, dostęp: 23.11.2019.

27 IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) powstał w 1988 roku i działa w ramach struktur Organizacji Narodów Zjednoczonych (ONZ).

28 N. Watts i in. 2018: The Lancet Countdown on health and climate change: from 25 years of inaction to a global transformation for public health, „The Lancet", Volume 391, No. 10120, s. 581.

czynników wywołujących negatywne skutki zdrowotne[29]: ekstremalne zdarzenia pogodowe (powodujące śmiertelność, choroby i stres, zanieczyszczenie powietrza, choroby układu oddechowego i krwionośnego); choroby przenoszone przez wektory i gryzonie (malaria, gorączka Zachodniego Nilu, zapalenie mózgu, borelioza/choroba z Lyme, hantawirusy); choroby przenoszone przez wodę i drogą pokarmową (powodujące kryptosporydiozę, kampylobakteriozę, leptospirozę, infekcje toksyczne, mykotoksyny, sezonowe choroby żołądkowo-jelitowe); niedobór wody (powodujący: odwodnienie, choroby skóry i wzroku, infekcje); słaby dostęp do pożywienia (powodujący niedożywienie); migracje/uchodźstwo.

Zmiana klimatu zwiększy problem z dostępem do wystarczającej ilości wody pitnej o odpowiedniej jakości.

Obecnie 2,1 miliarda osób na świecie nie ma dostępu do wody pitnej w miejscu zamieszkania, a ponad 4 miliardy pozbawione są odpowiednich warunków sanitarnych.

Z tego powodu rocznie umiera około pół miliona dzieci do 5 roku życia.

Powiązanie problemu zmiany klimatu z konsekwencjami dla zdrowia i życia ludzi coraz częściej zauważają eksperci zdrowia publicznego[30], podkreślając wagę walki z tym wieloaspektowym problemem oraz angażując się w liczne kampanie na temat wpływu zmiany klimatu na zdrowie publiczne[31]. To sprawia, że zmianę klimatu i powodowane przez nią skutki uważa się obecnie za największe zagrożenie dla zdrowia publicznego zarówno współcześnie żyjących ludzi jak i przyszłych generacji[32].

29 EEA 2012: Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012. An indicator-based report, Copenhagen, s. 184.

30 Także w Polsce. Podczas konferencji HEAL w trakcie COP24 w Katowicach w partnerstwie z Global Climate and Health Alliance (GCHA), stowarzyszeniem Pro Silesia oraz Koalicją Klimatyczną pt. „Zmiana klimatu i zdrowie. Wyzwania dla sektora zdrowia w Polsce" prof. Tadeusz Zielonka z Polskiego Towarzystwa Chorób Płuc ostrzegał, iż „Skutki zmiany klimatu zabijają ludzi. Przedstawiciele sektora zdrowia powinni mówić otwarcie o tym problemie".

31 WHO, 2018: COP24 Special Report Health & Climate Change, str. 70-71.

32 The Lancet, 2018: Nick Watts, Markus Amann, Nigel Arnell, Sonja Ayeb-Karlsson, Kristine Belesova, Prof Helen Berry, et al. The 2018 report of the Lancet Countdown on health and climate change: shaping the health of nations for centuries to come.

Ekstremalne zjawiska pogodowe

Jednym z najgroźniejszych skutków zmiany klimatu jest (i pozostanie) wzrost siły i częstości występowania ekstremalnych zdarzeń pogodowych: huraganowych wiatrów, katastrofalnych deszczów, gwałtownych gradów i suszy. Ich występowanie stwarza bezpośrednie zagrożenie dla życia ludzi, ale mają one także wpływ pośredni na zdrowie: powodując ogromny stres wpływają na zdrowie psychiczne, zagrażają bezpieczeństwu żywnościowemu ludzi, mogą powodować wzrost częstości występowania chorób zakaźnych.

Najbardziej odczuwalne w skali świata są powodzie oraz huraganowe wiatry, które największe żniwo zbierają w Stanach Zjednoczonych. Przykładem jest huragan Katrina, który w 2005 roku uderzył w południowo-wschodnie wybrzeże Stanów Zjednoczonych, wskutek czego Nowy Orlean znalazł się w 80% pod wodą[33]. Ostateczna liczba zgonów wywołanych zniszczeniami Katriny wyniosła 1833[34]. Powodzie stanowią 40–50% wszystkich katastrof naturalnych. W latach 2000–2009 stanowiły 38,7% wszystkich ekstremalnych zjawisk pogodowych, a 43% populacji dotkniętej wszystkimi rodzajami katastrof naturalnych na świecie było narażone na skutki powodzi[35] – oprócz utonięć zaliczamy do nich ataki serca, hipotermię, wypadki samochodowe, złamania, urazy tkanek miękkich, skręcenia, nadwyrężenia, rany kłute, a także porażenia prądem, oparzenia, zwichnięcia czy infekcje ran i zapalenia skóry. Tym niemniej największe zagrożenie dla zdrowia i życia z powodu powodzi występuje w Azji, gdzie każdego roku na ich negatywne konsekwencje jest bezpośrednio narażonych około 400 milionów mieszkańców.

Ekstremalne zjawiska pogodowe są przyczyną problemów psychicznych, które wynikają przede wszystkim z utraty bliskich i mienia, relokacji społeczności czy lęku przed kolejną katastrofą[36]. Ogólny szacowany koszt ekonomiczny skutków depresji (w tym koszty lekarstw, wizyt u specjalistów) wynosi 147 miliardów dolarów[37]. Temat zdrowia psychicznego w kontekście skutków zmiany klimatu zdobywa coraz większe zainteresowanie badaczy i opinii publicznej.

33 H. Welzer, Wydawnictwo Krytyki Politycznej, 2010: Wojny klimatyczne, Warszawa, s. 43.

34 R. D. Knabb, J. R. Rhome, D. P. Brown, National Hurricane Center, 2005: Tropical Cyclone Report Hurricane Katrina 23-30 August 2005, [zaktualizowano w 2011 r.], s. 11.

35 Weiwei Du,G.J. FitzGerald,M. Clark, Xiang-You Hou, 2010: Health Impacts of Floods, „Prehospital and disaster medicine", 25(3), s. 265-272.

36 D. Guha-Sapir (red.), 2010: Health impacts of floods in Europe. Data gaps and information needs from a spatial perspective, Heidelberg:, s. 23.

37 WHO: Investing in treatment for depression and anxiety leads to fourfold return http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2016/depression-anxiety-treatment/en/, dostęp: 10.11.2019.

Zmiana zasięgu występowania wybranych chorób

Kolejnym obszarem zdrowia publicznego związanego ze zmianą klimatu jest zachorowalność na choroby wektorowe, których zasięg występowania zwiększa się wraz ze zmianą miejsca bytowania gatunków przenoszących choroby (tzw. wektorów). Obecnie choroby wektorowe stanowią ponad 17% wszystkich zakaźnych schorzeń, powodując ponad 700 tys. zgonów rocznie. Szacuje się, że 3,9 miliarda ludzi w 128 krajach jest narażonych na zarażenie dengą, a 96 milionów przypadków zarażeń jest już udokumentowanych[38].
Jak czytamy w raporcie przygotowanym przez The Global Climate and Health Alliance „denga coraz bardziej kojarzona jest ze zmianą klimatu, co widać na przestrzeni ostatnich 50 lat poprzez 30-krotny jej wzrost występowania w tym czasie"[39] (Rys. 2.2). Z kolei malaria zagraża głównie dzieciom do 5 r.ż. i przyczynia się ogółem do 400 tys. zgonów rocznie. Choroba Chagasa, leiszmanioza, schistosomatoza i inne choroby zakaźne rozprzestrzeniane przez wektory zagrażają setkom milionów osób na całym świecie[40].

Fot. 2.2. Ofiary epidemii dengi w Indiach

(źródło: Livemint.com)

Fale upałów

Jednym z najbardziej zagrażających zdrowiu pogodowych skutków zmiany klimatu są fale upałów. Narażenie na ekstremalne ciepło może prowadzić do udaru cieplnego i odwodnienia, chorób sercowo-naczyniowych, oddechowych i mózgowo-naczyniowych[41].

Migracje powodują i będą powodować największe zagrożenie dla ludzi uciekających przed negatywnymi skutkami zmiany klimatu.

Już dzisiaj jedna na dziesięć osób próbujących uciec przez Morze Śródziemne z Afryki do Europy umiera przed dotarciem do celu.

Fale upałów mogą powodować skurcze cieplne mięśni, wyczerpanie cieplne czy hipertermię i udary cieplne. Długotrwałe narażenie na ciepło może zaostrzyć choroby sercowo-naczyniowe, oddechowe, cukrzycę oraz zwiększyć ryzyko udarów[42]. Każdego roku na całym świecie fale upałów powodują – pośrednio i bezpośrednio – setki tysięcy dodatkowych zgonów, zwłaszcza na terenach leżących poza strefą tropikalną i subtropikalną – mieszkańcy obszarów relatywnie chłodniejszych nie są przygotowani na permanentny, ekstremalny upał w okresie letnim. Wzrost temperatury, brak wiatru i duża wilgotność sprzyjają rozwojowi salmonelli i patogenów E. coli, które powodują problemy gastrologiczne, w tym biegunkę, co w dłuższej perspektywie czasu zagraża życiu[43].
W czasie upałów, przy braku wiatru i opadów, rośnie poziom alergenów i pyłków w powietrzu, co skutkuje złym samopoczuciem i stanem zdrowia alergików oraz astmatyków, których liczbę szacuje się na ponad 300 milionów[44].

Niedobór wody pitnej

Dodatkowo, podniesienie średnich temperatur, zwłaszcza w okresach upalnych wpływa bezpośrednio na problemy z niedoborem wody pitnej. Około 2,5 miliarda ludzi (36% światowej populacji) żyje w regionach, w których występuje niedobór wody. Obecnie 2,1 miliarda osób na świecie nie ma dostępu do wody pitnej w miejscu zamieszkania, a ponad 4 miliardy pozbawione są odpowiednich warunków sanitarnych[45]. Ograniczenie dostępu do wody wpływa negatywnie

38 WHO: Vector-borne diseases, http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs387/en/, dostęp: 10.11.2019.

39 D. McCoy, N, 2014: Climate change: health impacts and opportunities. A summary and discussion of the IPCC Working Group 2 Report, The Global Climate and Health Alliance, s. 11.

40 WHO: Vector-borne diseases, http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs387/en/, dostęp:10.11.2019.

41 EPA: Climate Impacts on Human Health, https://19january2017snapshot.epa.gov/climate-impacts/climate-impacts-human-health_.html.

42 R. Cho, Climate change may be hazardous to your health, https://phys.org/news/2018-03-climate-hazardous-health.html, dostęp: 10.11.2019.

43 R. Cho, Climate change may be hazardous to your health, https://phys.org/news/2018-03-climate-hazardous-health.html, dostęp: 10.11.2019.

44 The Global Asthma Report, 2014: http://www.globalasthmareport.org/burden/burden.php, dostęp: 10.11.2019.

45 WHO, UNICEF 2017: Progress on Drinking Water, Sanitation and Hygiene: Update and SDG Baselines, Geneva: World Health Organization (WHO) and the United Nations Children's Fund (UNICEF).

na warunki sanitarne i higieniczne, powodując m.in. przewlekłą biegunkę, która co roku zabija ponad pół miliona dzieci do 5. roku życia[46]. Z kolei głód i niedożywienie powodują rocznie 3,1 miliona zgonów[47]. Problemem ten występuje w ok. 60 krajach i dotyczy ok. 815 milionów ludzi. Jak alarmuje UNICEF 7,5 miliona dzieci na świecie cierpi z powodu poważnego niedożywienia zagrażającego życiu.

Migracje

Jednym z prognozowanych skutków zmiany klimatu są masowe migracje. Ludzie będą uciekać z terenów narażonych na powodzie, ekstremalnie wysokie temperatury, suszę, czy głód. Europejska Agencja Środowiska szacuje, że globalnie wszystkie typy przesiedleń (biorąc pod uwagę wzrost populacji) związane ze zmianą klimatu wzrosły o ponad 50% od lat 70. XX wieku. Szacunki pokazują, że od 2008 roku na świecie średnio 22,5 miliona osób rocznie było przesiedlonych ze względu na zagrożenia pogodowe i klimatyczne[48].

Z migracjami wiąże się także zagrożenie dla życia i zdrowia ludzi. Brak odpowiednich warunków higienicznych sprzyja rozprzestrzenianiu się chorób zakaźnych i układu pokarmowego.

Problem migracji jest o tyle poważny, że według szacunków w nadchodzących latach liczba migrantów klimatycznych będzie wzrastać. W samej tylko Afryce jest około 200 milionów ludzi, którzy chcieliby ze względu na złe warunki życia opuścić swoje kraje i wyemigrować do Europy.

2.2 Jak skutki zmiany klimatu wpływają na zdrowie mieszkańców Warszawy?

Badania wpływu skutków zmiany klimatu na zdrowie mieszkańców Warszawy nie mają kompleksowego charakteru – obejmują wyłącznie wybrane przyczyny i lata. Tym niemniej, istnieją już naukowe dowody wskazujące na znaczący negatywny wpływ skutków zmiany klimatu na zdrowie mieszkańców stolicy.

Jako jedna z pierwszych, badania w tym zakresie prowadziła Kuchcik (2001)[49]. Analizowała ona powiązanie zmienności wpływu czynników klimatycznych na zdrowie mieszkańców Warszawy w latach 1994–95. Badania obejmowały m.in. wpływ frontów pogodowych na samopoczucie i zdrowie[50]. Potwierdziły one znaczące oddziaływanie pogody cyklicznej na wzrost śmiertelności. W okresie objętym studiami nad miastem wystąpiło kilka frontów niżowych[51], w ich trakcie stwierdzono najwyższą dzienną liczbę zgonów (87 przypadków). W ocenie autorki taki układ frontowy powodował średni wzrost śmiertelności o 7% i wzrost chorób układu krążenia o 13% (z jednodniowym opóźnieniem).

Najwyższa, dzienna liczba zgonów w 1994 roku w Warszawie (87 przypadków) stwierdzono 1 sierpnia, kiedy zanotowano najwyższą w trzydziestoleciu temperaturę + 36,4°C.

Ponadto stwierdzono wówczas, że istnieje ujemna korelacja między dzienną liczbą zgonów i częstotliwością występowania zimnego frontu, a dodatnia między śmiertelnością a ciepłymi frontami. Za ciepłym frontem wzrasta zanieczyszczenie powietrza i ciśnienie pary wodnej, co może prowadzić do zmniejszenia ilości tlenu w powietrzu, a w konsekwencji konieczności nasilenia oddechu, spadku ciśnienia krwi i wzrostu obciążenia serca. Takie okoliczności mogą być bezpośrednią przyczyną śmierci, zarówno z powodu chorób układu oddechowego, jak i układu krążenia.

Ustalenia te zostały potwierdzone przez badanie wartości ciśnienia powietrza. W dniu 27 stycznia 1995 r., kiedy odnotowano absolutne minimalne ciśnienie powietrza w badanym okresie – 972,1 hPa – liczba

46 WHO: http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs266/en/, dostęp: 10.11.2019.

47 WHO: Climate change and health, http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs266/en/, dostęp: 10.11.2019.

48 European Environment Agency 2017: Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016. An indicator-based report, Copenhagen: s. 293.

49 Kuchcik M., 2001: Mortality in Warsaw: is there any connection with weather and air pollution? Geographia Polonica 74 (1): 29 - 46.

50 Front atmosferyczny – strefa przejściowa oddzielająca masy powietrza o różnych właściwościach termicznych i wilgotnościowych. Następuje w niej intensywne mieszanie się powietrza o różnej temperaturze i wilgotności, co przejawia się dynamicznymi zjawiskami pogodowymi. W zależności od kierunku ruchu mas powietrza rozróżnia się front ciepły – gdy ciepłe powietrze nasuwa się na powietrze chłodne oraz front chłodny, gdy chłodne powietrze wciska się pod powietrze ciepłe. W strefie frontu chłodnego powstają chmury deszczowe, powodując silny, krótkotrwały opad obejmujący zazwyczaj niewielki obszar.

51 Niż baryczny – zjawisko pogodowe umożliwiające transport ciepłego powietrza z obszarów podzwrotnikowych do obszarów biegunowych. Wraz z przyjściem centrum niżu obserwuje się spadek ciśnienia i zazwyczaj zmianę innych parametrów, takich jak temperatura i zachmurzenie. Wiatry w niżu, w naszej strefie geograficznej, wieją cyklonalnie tj. przeciwnie do wskazówek zegara.

Tabela 2.1 Śmiertelność w okresie ostatnich 5 dni najdłuższej fali upałów (14 dni) w lecie 1994 roku w Warszawie

Data	Temperatura (°C)	Masa powietrza nad miastem	Zgony		
			Ogółem	Z powodu chorób układu krążenia	Z powodu chorób układu oddechowego
30.07.1994	34,4	podzwrotnikowe	77	38	1
31.07.1997	34,8	podzwrotnikowe	77	33	2
1.08.1997	36,4	podzwrotnikowe	87	40	4
2.08.1994	32,2	zimne kontynentalne	84	42	4
3.08.1994	30,2	zimne kontynentalne	74	33	1
Średnia umieralność w okresie letnim w W-wie			50,0	21,8	1,5

(źródło: Kuchcik 2001)

zgonów spowodowanych przez choroby układu krążenia przekroczyła średnią o 40%, a wszystkie zgony o 11%. Podobnie, gdy w dniu 14.02.1994 odnotowano absolutne maksimum ciśnienia powietrza – 1030,4 hPa – wzrost śmiertelności z przyczyn krążeniowych wyniósł 9%, a całkowita śmiertelność 16%. Wskazuje to na wielką rolę ekstremalnie niskiego ciśnienia powietrza w podnoszeniu śmiertelności.

Jak się jednak wydaje, ważniejsze jest długotrwałe oddziaływanie niskiego ciśnienia niż jego zmiany. W badaniach nie potwierdzono natomiast związku między śmiertelnością a codziennymi wahaniami ciśnienia powietrza – nawet jeśli te różnice były znaczne. Jak stwierdziła autorka badań – te duże, codzienne zmiany odgrywają ważną rolę w zachorowalności lub wypadkach samochodowych, ale w przypadku śmiertelności, długi czas trwania ekstremalnie wysokich lub niskich wartości ciśnienia powietrza wydaje się ważniejszy[52].

Wykazano, że na poziom śmiertelności w mieście wpływa także rodzaj napływających mas powietrza. Zaleganie przez dłuższy czas nad miastem zimnego, morskiego powietrza zmniejsza wskaźnik śmiertelności, zwłaszcza ze strony chorób układu oddechowego. Natomiast napływ mas powietrza podzwrotnikowego powoduje skutki odwrotne. W latach 1994–95 powietrze podzwrotnikowe zalegało nad miastem średnio przez 48 dni (od wiosny do jesieni) i powodowało wzrost dziennej liczby zgonów ogółem o 6%, z powodu chorób krążenia o 7%, a ze strony chorób układu oddechowego nawet o 29%. Najbardziej niebezpieczny dla zdrowia jest szybki napływ tych mas wczesną wiosną, gdy organizmy mieszkańców Warszawy nie są przystosowane do wysokich temperatur.

W analizowanym przez autorkę okresie wystąpiła w Warszawie wyjątkowo długa (14 dni) fala upałów, w trakcie której odnotowano najwyższą (w trzydziestoleciu 1971–2000) maksymalną temperaturę 36,4°C. Najwyższą dobową liczbę zgonów w mieście (87 przypadków) stwierdzono wówczas w lecie, w dniu 1 sierpnia 1994, a nie – jak zazwyczaj – w marcu. Był to trzeci dzień ekstremalnie wysokich temperatur oraz zalegania nad miastem mas powietrza subtropikalnego (tabela 2.1).

Dane zaprezentowane w tabeli wskazują, że w okresie występowania tak wysokich temperatur śmiertelność w Warszawie była nawet o 74% wyższa od średniej, a wzrost śmiertelności z powodu chorób układu oddechowego w dniu występowania maksymalnej temperatury i w dniu następnym była o 166% wyższa od średniej wieloletniej.

Powyższe dane są niezwykle istotne. W Polsce wzrost śmiertelności tradycyjnie przypisywany jest występowaniu szczególnie mroźnych dni. Jak jednak wskazuje autorka opisywanych badań, w przypadku niskich temperatur wzrost średniej śmiertelności wynosi zazwyczaj 3–8% powyższej średniej, tylko w przypadku przedłużających się mrozów może wynieść ponad 22%. Wskazuje to, że zagrożenie związane z występowaniem fal upałów jest dla nas istotniejsze niż korzyści wynikające z ograniczenia liczby dni z mroźną pogodą.

Badania wykonane na potrzeby projektu Adaptcity, w ramach którego przygotowano program adaptacji Warszawy do zmiany klimatu, objęły także analizę wpływu temperatury na zdrowie[53]. Badaniami objęto okres lat 2008–2013 i analizowano zarówno wpływ wysokich, jak i niskich temperatur.

52 Kuchcik M., 2001: *Ibidem.*

53 Robaczenko D., Seroka W., Wojtyniak B., 2018: Analiza związku umieralności mieszkańców Warszawy z poziomem maksymalnej temperatury dziennej w latach 2008 – 13. Raport przygotowany na potrzeby projektu Adaptcity. Warszawa.

Stwierdzono, że zależność pomiędzy umieralnością a temperaturą ma charakter krzywoliniowy: do pewnego poziomu temperatury umieralność spada osiągając poziom najniższy (w Warszawie występuje on przy temperaturze w granicach od ok. 20 a 25°C, a następnie wzrasta wraz ze wzrostem temperatury. Poziom optymalnych temperatur jest różny dla mężczyzn i kobiet. Wzrost temperatury powyżej poziomu optymalnego o 1°C związany jest ze wzrostem umieralności w populacji ogólnej o 1.6% dla zgonów z powodu ogółu przyczyn oraz chorób układów krążenia, a dla chorób układu oddechowego o 4.9%.

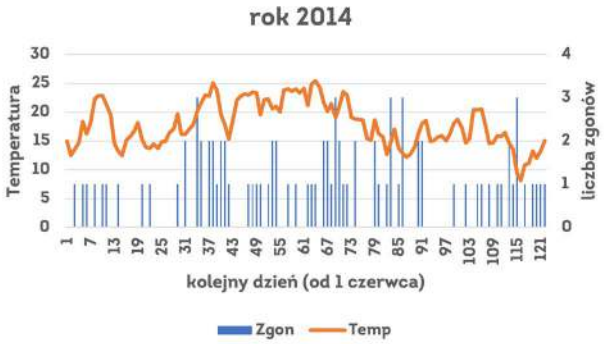
Analizy potwierdziły także istotny statystycznie wpływ fal upałów na zwiększenie poziomu umieralności:

- w całej populacji z powodu ogółu przyczyn stwierdzono wzrost poziomu umieralności o 13.8%;
- stwierdzono wzrost poziomu umieralności mężczyzn z powodu ogółu przyczyn o 17.2%;
- stwierdzono wzrost poziomu umieralności osób w wieku 70+z powodu ogółu przyczyn o 15.3%;
- stwierdzono wzrost poziomu umieralności mężczyzn w wieku 70+ z powodu ogółu przyczyn o 24.3%;
- stwierdzono wzrost poziomu umieralności mężczyzn ogółem z powodu chorób układu krążenia o 1.3%;
- stwierdzono wzrost poziomu umieralności kobiet w wieku 0-69 lat z powodu chorób układu oddechowego o 33.3%.

Przekładając wzrost procentowy poziomu umieralności na wartości bezwzględne liczby zgonów, można stwierdzić, że każdego dnia występowania fali upałów, w całej populacji mieszkańców Warszawy następował wzrost dziennej liczby zgonów z powodu ogółu przyczyn o 5,4 przypadków w stosunku do średniej z całego okresu ciepłego. Wśród osób starszych, w wieku powyżej 70 lat, wzrost ten wynosił 4,1 przypadków.

W badaniach wykazano ponadto, że skutki zdrowotne powoduje także spadek temperatury poniżej poziomu optymalnego. Wzrost ten w większym stopniu dotyczy mężczyzn i osób w wieku 0–69 lat. Przy spadku temperatury o 10°C umieralność mężczyzn była statystycznie istotnie większa (o 75%) niż średnia umieralność w całej populacji. Mężczyźni znacznie częściej niż średnia dla całej populacji w wieku 0–69 lat (o 212%) umierali w tych warunkach na choroby układu oddechowego. Przy spadku temperatury o 10°C stwierdzono także statystycznie istotny wzrost dziennej liczby zgonów z powodu chorób układu krążenia zarówno wśród mężczyzn i kobiet – odpowiednio o 11.0%, i 12.9%[54].

Na potrzeby niniejszego raportu wykonano także analizy wpływu temperatury powietrza na umieralność na oddziale chorób wewnętrznych jednego z warszawskich szpitali dla lat 2014–2018[55]. Stwierdzono istnienie w 2014 roku statystycznie istotnej korelacji pomiędzy wzrostem liczby zgonów na oddziale dla 2 i 3 dnia po wystąpieniu podwyższonych temperatur. Informacje te przedstawiono na rysunku 2.3. W pozostałych latach objętych badaniami stwierdzono podobny wzrost liczby zgonów występujący po dniach z wysokimi temperaturami, tym niemniej nie była to zależność istotna statystycznie. Wyniki te wydają się zgodne z rezultatami przedstawianymi przez innych badaczy, pokazującymi wpływ fal upałów na zwiększenie śmiertelności w Warszawie.



Rys. 2.3 Korelacja pomiędzy średnią temperaturą powietrza a liczbą zgonów na oddziale wewnętrznym szpitala w Warszawie w okresie 1.06–30.09.2014

(źródło: Karaczun, Zielonka, Gozdowski, 2019)

Jak już wspomniano, jednym z zagrożeń zdrowotnych związanych ze skutkami zmiany klimatu jest wzrost zachorowań na choroby wektorowe. W Polsce zagrożenie to dotyczy przede wszystkim chorób przenoszonych przez kleszcze, które występować mogą zarówno na obszarach naturalnych, o małym stopniu przekształcenia antropogenicznego, jak i na terenach zurbanizowanych. Najczęściej choroby odkleszczowe kojarzy się z chorobą z Lyme (boreliozą) oraz odkleszczowym zapaleniem mózgu wywoływanym przez wirusy z rodziny Flaviviridae. W ostatnich latach stwierdzono, że kleszcze mogą przenosić także bakterie i wirusy wywołujące inne choroby. Są to m.in.: ludzka plazmoza granulocytarna wywoływana przez zakażenie bakterią *Anaplasma phagocytophilum*, Neoehrlichioza wywołana bakterią *Candidatus Neoehrlichia mikurensis* oraz riketsjozy wywołane przez bakterie z rzędu *Rickettsiales*.

---

54 Robaczenko D., Seroka W., Wojtyniak B., 2018: *Ibidem.*

55 Karaczun Z.M., Zielonka T., Gozdowski D., 2019: Wpływ fal upałów na zdrowie mieszkańców Warszawy (materiały niepublikowane).

Ludzka plazmoza granulocytarna to ostra, bakteryjna dolegliwość gorączkowa. Długo uważano, że bakterie ją przenoszące zakażają jedynie zwierzęta, pierwszy przypadek zachorowania człowieka stwierdzono w USA dopiero w 1990 roku, a pierwszy przypadek w Polsce w 2001 roku w Białymstoku. Objawy choroby są nieswoiste: gorączka o nagłym początku z bólem głowy, dreszczami, złym samopoczuciem i bólami mięśni. Mogą one być bardzo dotkliwe. Rzadziej występują: upośledzenie łaknienia, nudności, bóle brzucha czy biegunka. W USA około połowa pacjentów, u których stwierdzono ludzką plazmozę granulocytarną wymagała hospitalizacji, zaś ok. 7% pacjentów – leczenia na oddziałach intensywnej terapii. Jak się wydaje choroba ta w Europie przebiega łagodniej, tym niemniej u ok. 30% pacjentów współistnieje z kleszczowym zapaleniem mózgu lub boreliozą[56].

Kleszcze występujące na terenie Warszawy były statystycznie istotnie częściej zainfekowane chorobami niż te' które występowały w siedliskach naturalnych, mało lub wcale nieprzetworzonych przez człowieka. Dlatego można oczekiwać, że wzrost zachorowania na choroby odkleszczowe w mieście będzie wzrastał.

Neoehrlichioza jest nowo odkrytą chorobą z grupy ehrlichioz: ostrych, gorączkowych odzwierzęcych chorób zakaźnych. Pierwszy jej przypadek zdiagnozowano w 2010 roku, do 2015 roku stwierdzono tę chorobę u 23 pacjentów, z tego 16 w Europie. Neoehrlichioza przebiega głównie z gorączką, bólami głowy, nudnościami, bólami stawów, powikłaniami zakrzepowymi lub krwotocznymi, tętniakami, wylewami podskórnymi, wysypką krwotoczną i utratą masy ciała. Przebieg zakażenia może być ostry lub przewlekły. Opisano zgon, który wystąpił w przebiegu posocznicy. Najdłuższy opisany przebieg przewlekły objawiał się nawracającą gorączką przez 8 miesięcy, ponadto objawami choroby zakrzepowej, zmianami zapalnymi w płucach, obrzękami kończyn i bólami stawów[57].

Riketsjozy to ostre choroby gorączkowe, z których część znana jest od dawna (np. dur szczurzy), a część została odkryta w ostatnich latach. Do grupy tych chorób zalicza się dury wysypkowe (m.in. epidemiczny czy sporadyczny) oraz grupę gorączek plamistych (np. gorączka śródziemnomorska czy gorączka plamista Gór Skalistych). Do odkrytych w ostatnim dwudziestoleciu należą m.in. japońska gorączka plamista, gorączka plamista wyspy Flindersa, kleszczowa gorączka afrykańska czy TIBOLA (*R. slovaca*) zdiagnozowana po raz pierwszy na Słowacji. Objawami jest wysoka gorączka, powiększenie węzłów chłonnych, a po kilku dniach wysypka plamista[58].

Badania występowania u kleszczy w Polsce bakterii przenoszących omówione powyżej choroby przeprowadzono w latach 2012–2015 na dwóch różnych typach obszarów: pierwszym naturalnym – o niskim stopniu przekształcenia przez człowieka i drugim – zurbanizowanym, znacząco kształtowanym w wyniku działalności ludzkiej[59]. Obszarami naturalnymi były: Mazurski Park Krajobrazowy (MLP), Białowieski Park Narodowy (BNP) i Kampinoski Park Narodowy (KNP). Miejsca badań znajdowały się na obszarach chronionych lub w pobliżu rezerwatów przyrody. Pobór próbek z terenów zurbanizowanych prowadzony był na terenie Warszawy, także w trzech lokalizacjach: w Parku Łazienki Królewskie, w Lesie Bielańskim i Lesie Kabackim. Kleszcze zbierano dwa razy w roku, w tych samych wyznaczonych lokalizacjach. Łącznie pobrano 4189 kleszczy, z tego 2363 w Warszawie i 1826 w parkach narodowych.

W okresie badań obecność DNA bakterii z rodziny *Rickettsiales* potwierdzono w organizmach od 5,3% (okres wiosenno–letni 2012 roku) do 19,7% badanych kleszczy (okres letnio–jesienny 2014 roku). Zainfekowanych bakteriami *Rickettsia* sp. było 234 pobranych kleszczy (5,6% badanej populacji), przy czym częściej zainfekowane były nimfy (23% badanej populacji) niż osobniki dorosłe (8,9%). Stwierdzono również, że kleszcze występujące na terenach zurbanizowanych Warszawy są częściej zainfekowane (6,5% odłowionej w mieście próby badawczej) niż te, które pobrano na terenie parków narodowych (4,4%).

Występowanie infekcji bakterią *Anaplasma phagocytophilum* stwierdzono u 3,5% złowionych kleszczy, przy czym także w przypadku tej bakterii infekcja częściej występowała u nimf (11,2% próby) niż u osobników dorosłych (6,0%). Częstość występowania zainfekowanych kleszczy była na terenach zurbanizowanych niemal czterokrotnie większa (5,3%) niż na terenach

56 Ludzka plazmoza granulocytarna [na]: http://www.medonet.pl/choroby-od-a-do-z/choroby-zakazne,ludzka-plazmoza-granulocytarna---przyczyny--objawy-i-leczenie,artykul,1696377.html, dostęp: 10.11.2019.

57 Moniuszko A., Dunaj J., Czupryna P., Zajkowska J., Pancewicz S., 2015: Neoerlichioza – nowa choroba odkleszczowa – czy stwarza zagrożenie w Polsce?, Przegląd Epidemiologiczny 69: 131 – 133.

58 Chmielewski T., 2006: Stare i nowe riketsjozy. Postępy Mikrobiologii 45 (Sup. 1): 23 -25.

59 Kowalec M, Szewczyk T, Welc-Falęciak R, Siński E, Karbowiak G, Bajer A., 2019: Rickettsiales Occurrence and Co-occurrence in Ixodes ricinus Ticks in Natural and Urban Areas. Microbial Ecology 77(4):890-904.

naturalnych (1,1%). Największy udział zarażonych kleszczy stwierdzono w 2013 roku w Lesie Bielańskim – 22% pobranej wówczas próby.

Najrzadsze było zainfekowanie kleszczy bakterią *Candidatus Neoehrlichia mikurensis*, której obecność stwierdzono w 2,2% pobranej próby. Również w przypadku tej bakterii, zainfekowane nią kleszcze częściej odławiano w Warszawie, zarówno w Parku Łazienki Królewskie, jak i w miejskich lasach, niż w parkach narodowych. Występowanie kleszczy zainfekowanych przez przynajmniej dwa rodzaje badanych bakterii także częściej stwierdzano w mieście (5% w lesie bielańskim; 1,2% w Łazienkach) niż na terenach naturalnych (od 0,3% w Białowieży do 0,8% w Mazurskim Parku Krajobrazowym).

Autorzy omawianych badań[60] jednoznacznie konkludują, że otrzymane przez nich wyniki wskazują na istotnie większą liczebność zainfekowanych kleszczy w Warszawie niż w warunkach naturalnych. Biorąc pod uwagę wzrost ilości stwierdzanych chorób przenoszonych przez kleszcze w ostatnich latach można ze znacznym prawdopodobieństwem stwierdzić, że prawdopodobieństwo zachorowania na choroby odkleszczowe – także na boreliozę – na terenach zurbanizowanych jest większe niż na naturalnych. Ale potwierdzenie tego wniosku wymagać będzie dalszych badań.

Wnioski te są niezwykle istotne. Choć w omawianych badaniach autorzy nie korelowali infekcji kleszczy ze skutkami zmian klimatu, to jak już wspominano wcześniej, liczne badania donoszą, że wzrost średniej temperatury i przesuwanie się granic występowania poszczególnych chorób i ich wektorów sprzyja rozwojowi infekcji przenoszonych przez wektory[61]. Dotyczy to także kleszczy i przenoszonych przez nie chorób[62]. Dlatego z dużym prawdopodobieństwem można stwierdzić, że wraz z postępującymi skutkami zmiany klimatu, rosnąć będzie narażenie mieszkańców Warszawy na zarażenie jedną z chorób odkleszczowych. Ale jak napisano wcześniej – potwierdzenie tej hipotezy wymagać będzie dalszych badań.

Największym zagrożeniem dla zdrowia Warszawiaków będzie jednak prawdopodobnie prognozowany wzrost częstości występowania fal upałów. W rozdziale pierwszym niniejszego opracowania dla Warszawy, przedstawiono dwa scenariusze wzrostu średniej temperatury i częstotliwości występowania fal upałów: pierwszy, w którym nie przewiduje się znaczącego wzrostu ilości fal upałów (tzw. ECHAM5) i drugi (tzw. ARPEGE), w którym taki wzrost następuje[63]. Konsekwencje zdrowotne będą uzależnione od tego, zgodnie z którym z nich klimat Warszawy będzie ulegał zmianie. Zgodnie z pierwszym modelem liczba zarówno 3-dniowych, jak i trwających 5 dni fal upałów w Warszawie do połowy obecnego wieku nie będzie wzrastała (może nawet maleć), czego konsekwencją będzie spadek umieralności sięgający nawet – 20% do 2040 roku. Niewielki, sięgający 5,5%, wzrost umieralności spowodowany falami upałów następuje w tym modelu dopiero po 2070 roku.

Zgodnie z modelem ARPEGE wzrost ilości fal upałów w Warszawie, który nastąpi po 2040 roku może spowodować wzrost śmiertelności nawet o ponad 225% i zgonów z powodu chorób układu krążenia o ponad 252%.

Natomiast drugi model przewiduje bardzo duży wzrost śmiertelności. Biorąc pod uwagę średnie ryzyko zgonu, wzrost śmiertelności wyniesie między 36% ogólnej liczby zgonów w latach 2011–2040 a 80% w grupie sercowo-naczyniowej po 2070 roku. Ponadto według tego modelu po 2040 r. nastąpi 6-krotne zwiększenie liczby 5-dniowych fal upałów, co może spowodować wzrost śmiertelności nawet o ponad 225% i zgonów z powodu chorób układu krążenia o ponad 252%.

Można założyć, że przedstawione scenariusze stanowią opcje skrajne, a rzeczywisty wzrost liczby fal upałów, a tym samym wzrost śmiertelności, będzie czymś pomiędzy. Jak zaznacza sama autorka[64], urzeczywistnienie się pierwszego scenariusza (ECHAM5) jest mało realne. Dlatego w swoich obliczeniach ryzyka zdrowotnego rozpatruje ona jedynie wyniki scenariusza ARPEGE. Zgodnie z nim, po 2070 roku, każdego dnia występowania fali upałów będzie dodatkowo umierało 49 osób, z czego 29 na choroby sercowo-naczyniowe (w modelu nie rozważano, czy i w jaki sposób na ten wzrost liczby zgonów wpływać będą działania adaptacyjne podejmowane przez miasto).

60 Kowalec M, Szewczyk T, Welc-Falęciak R, Siński E, Karbowiak G, Bajer A., 2019: *Ibidem.*

61 Epstein P.R., 2001: Climate change and emerging infectious diseases. Microbes and Infections 3(9): 747–754.

62 Wu X., Lu Y., Zhu S., Chen L., Xu B., 2016: Impact of climate change on human infectious diseases: Empirical evidence and human adaptation. Environmental International 86: 14–23.

63 Kuchcik M., 2013: *Ibidem.*

64 Kuchcik M., 2013: *Ibidem.*

3. Skutki zdrowotne zanieczyszczenia powietrza

3.1 Wprowadzenie

Powietrze jest jednym z najważniejszych elementów środowiska. Substancje, które są zawarte w powietrzu przedostają się do naszych organizmów wraz z oddechem. Jeśli są to związki szkodliwe, mogą uszkodzić nasze płuca, układ oddechowy, przeniknąć do krwi, a stąd do innych organów, osłabić nasz układ immunologiczny. Sposób oddziaływania zanieczyszczonego powietrza na zdrowie jest więc odmienny od wpływu zmiany klimatu. Ma charakter bardziej bezpośredni i jednoznaczny.

Negatywny wpływ zanieczyszczeń powietrza na zdrowie ludzi może mieć dwojaki charakter. Postać pierwsza to pogorszenie stanu zdrowia i samopoczucia w okresach nagłego wzrostu zawartości zanieczyszczeń w powietrzu. Skutki takich incydentów są niezwykle groźne – to znaczące pogorszenie stanu zdrowia, wzrost zachorowań, zaostrzenie chronicznych objawów chorobowych. W okresach takich notuje się także znaczący wzrost umieralności.

Druga forma szkodliwego oddziaływania to powolne pogarszanie się stanu zdrowia ludzi pozostających pod stałym wpływem zanieczyszczonego powietrza. Choć skutki nie są w tym przypadku tak spektakularne i nagłe, jak w przypadku incydentów smogowych, to z punktu widzenia zdrowia człowieka oraz systemu opieki zdrowotnej są równie istotne.

Choć mechanizm oddziaływania na zdrowie ludzi zanieczyszczenia powietrza i zmiany klimatu jest odmienny, to mogą one powodować skutki synergiczne – to jest wzajemnie wzmacniać swoje oddziaływanie. Organizmy osłabione długotrwałą falą upałów, silniej zareagują na zanieczyszczenia zawarte w powietrzu. Niektóre zjawiska meteorologiczne zwiększają prawdopodobieństwo wystąpienia wysokich stężeń zanieczyszczeń w powietrzu – tak dzieje się w przypadku występowania tzw. warstwy inwersyjnej, kiedy powietrze bliżej ziemi jest chłodniejsze niż masy powietrza wyżej. Blokuje to mieszanie się mas powietrza, co może prowadzić do wzrostu koncentracji zanieczyszczeń. Z kolei długotrwałe okresy słonecznej pogody i wysokich temperatur mogą sprzyjać tworzeniu się ozonu przyziemnego, który ma silne negatywne oddziaływanie na zdrowie.

Oba omawiane zjawiska łączy też wspólna przyczyna – spalanie paliw kopalnych. Dlatego prowadząc prace na rzecz ochrony klimatu i redukcji emisji gazów cieplarnianych uzyskuje się zazwyczaj współkorzyści w postaci ograniczenia ilości innych zanieczyszczeń (tlenków siarki i azotu, pyłów i in.) wprowadzanych do powietrza.

W największym stopniu na jakość powietrza w Warszawie wpływają zanieczyszczenia odprowadzane z transportu (około 30%), z pieców w domach indywidualnych (ok. 13%), a w najmniejszym – z przemysłu (ok. 1%). Bardzo duży jest udział zanieczyszczeń dopływających do miasta spoza jego granic. Np. w przypadku średniorocznego stężenia pyłu zawiedzonego PM10 wynosi aż 56 %[65].

Jakość powietrza w Warszawie nie jest zadawalająca, nadal przekraczane są dopuszczalne stężenia pyłów zawieszonych PM10 i PM2,5, dwutlenku azotu i benzo(a)pirenu.

Dlatego, aby zapewnić, że w stolicy nie będą przekraczane dopuszczalne poziomy stężenia wybranych zanieczyszczeń w powietrzu, konieczne są przede wszystkim aktywne działania na rzecz redukcji emisji z transportu samochodowego oraz wymiana indywidualnych pieców węglowych – rozwój odnawialnych źródeł energii, poprawa efektywności energetycznej, podłączenie mieszkań, domów oraz budynków komunalnych i użyteczności publicznej z nich korzystających do sieci ciepłowniczej lub ich wymiana na instalacje niskoemisyjne. Działania te powinny być prowadzone zarówno w Warszawie, jak i w gminach z nią sąsiadujących. Aktywne wdrożenie tych prac powinno przyczynić się także do ograniczenia emisji gazów cieplarnianych.

65 Pył zawieszony (skrót PM), to drobne cząsteczki (o średnicach poniżej 50 µm) swobodnie unoszące się w powietrzu i stanowiące część tzw. aerozolu atmosferycznego. Mogą być pochodzenia naturalnego (np. pyłki kwiatowe, drobiny kurzu) lub stanowić produkt działalności człowieka (np. cząsteczki sadzy). Z punktu widzenia zdrowotnego największe znaczenie ma drobna frakcja pyłu zawieszonego: PM10, czyli pył o średnicach cząstek poniżej 10 µm oraz PM2.5, czyli najdrobniejszy pył o średnicach cząstek poniżej 2,5 µm, który przeciętnie stanowi około 60% pyłu PM10 w sezonie letnim i ponad 75% w chłodnej porze roku.

3.2 Jakość powietrza w Warszawie

Pomimo podejmowanych od kilku lat działań (wspierania m.in.: finansowego mieszkańców wymieniających piece węglowe na niskoemisyjne, budowy na terenie miasta instalacji wykorzystujących zasoby odnawialne do produkcji energii, poprawy efektywności energetycznej i termomodernizacji, rozwoju transportu rowerowego czy wymiany floty autobusów komunikacji publicznej na pojazdy elektryczne), jakość powietrza w mieście nadal nie jest zadowalająca. Na terenie Warszawy dochodzi do przekroczenia norm jakości powietrza[66] w odniesieniu do następujących zanieczyszczeń:

- pyłu zawieszonego PM10,
- pyłu zawieszonego PM2,5,
- dwutlenku azotu,
- benzo(a)pirenu.

Głównym źródłem pyłów zawieszonych jest niska emisja: przede wszystkim spalanie paliw stałych w niskich temperaturach w paleniskach indywidualnych. Powstają one także w efekcie działalności transportu: ścierania opon i nawierzchni drogowej, wykładzin ciernych układu hamulcowego, zużywania się części. Ich źródłem jest też unos pyłu z jezdni i powierzchni niepokrytych roślinnością – pewna ich część ma charakter organiczny (np. pyłek kwiatowy). Jak jednak wskazują szacunki Wojewódzkiej Inspekcji Ochrony Środowiska w mieście, aż 56% pyłów dopływa do stolicy spoza granic miasta.

Pył zawieszony PM10 wpływa przede wszystkim na rozwój oraz zaostrzenie przebiegu chorób dróg oddechowych związanych z obturacją płuc i oskrzeli. Może powodować stany zapalne w obrębie dolnych dróg oddechowych prowadząc do objawów analogicznych z astmą oraz przewlekłą obturacyjną chorobą płuc (POChP), choć według części badaczy wyniki badań oceniających wpływ PM10 na wywoływanie tych chorób są niejednoznaczne[67]. Pewne jest natomiast, że pył zawieszony PM10 przyczynia się do szybszego rozwoju tych chorób oraz zwiększa ryzyko wystąpienia nagłych ich zaostrzeń, co może prowadzić do sytuacji bezpośrednio zagrażających życiu i zdrowiu.

Pył zawieszony PM10 ma także działanie kancerogenne. Narażenie na PM10 jest związane z wzrostem ryzyka względnego rozwoju nowotworów płuc o 1,22 na 10 µg/m^3 wzrostu jego stężenia w powietrzu[68].

Jak się wydaje pył PM10 ma największy wpływ na choroby układu oddechowego. Badanie przeprowadzone w kilku miastach zachodnioeuropejskich wskazało, że wzrost koncentracji PM10 prowadzi do wzrostu zgłaszalności z powodu astmy o 1,2% dla osób w przedziale wieku 0–14 roku życia, o 1,1% w przedziale wieku od 15 do 64 lat, z powodu POChP o 1,0% u osób w wieku 65+[69]. W innych badaniach wykazano, że wzrost koncentracji PM10 zwiększa liczbę zgłaszalności z powodu obturacyjnych stanów dróg oddechowych nawet o 3,9%[70]. Pył zawieszony PM10 wpływa negatywnie także na układ krążenia, tym niemniej wpływ ten jest mniejszy niż pyłu PM2,5[71]. Wzrost koncentracji PM10 o 21 µg/m^3 i skutkuje wzrostem rozwoju miażdżycy o 1–4%, ponieważ w pyle PM10 zawsze zawarte są także cząsteczki mniejsze (w tym pył PM2,5) to wg danych WHO także pył PM10 ma możliwość wnikania do krwioobiegu, a jego podwyższone stężenie w powietrzu może powodować większą liczbę zgonów z powodów sercowo-naczyniowych[72].

Dopuszczalne średniodobowe stężenie pyłu PM10 wynosi 50 µg/m^3 (średnioroczne 40 µg/m^3) i nie może być przekroczone częściej niż 35 dni w roku. Poziom ten nie jest w Warszawie dotrzymany, zarówno w przypadku stacji monitoringowych, komunikacyjnych, jak i badających jakość tła miejskiego[73] (rysunek 3.1).

---

66 Określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2012 r., poz. 1031 ze zm.)

67 Krzeszowiak J., Pawlas K., 2018: Pył zawieszony (PM2,5 oraz PM10), właściwości oraz znaczenie epidemiologiczne ekspozycji krótko i długookresowej dla chorób układu oddechowego oraz krążenia. Medycyna Środowiskowa - Environmental Medicine. Vol. 21 (2): 7–13.

68 Krzeszowiak J., Pawlas K., 2018: *Ibidem.*

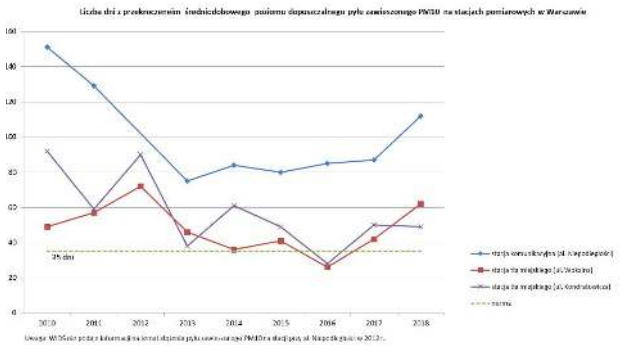
69 Atkinson R.W., Anderson H.R, Sunyer J., Ayres J., Baccini M., Vonk J.M., Boumghar A., Forastiere F., Forsberg B., Touloumi G., Schwartz J., Katsouyanni K., 2001: Acute Effects of Particulate Air Pollution on Respiratory Admissions Results from APHEA 2 Project. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine 164: 1860-1866.

70 Tramuto F., Cusimano R., Cerame G., Vulltagio M., Calamusa G., Maida C.M., Vitale F., 2011: Urban air pollution and emergency roomadmissions for respiratory symptoms: a casecrossover study in Palermo, Italy. Environmental Health 10: 1–31.

71 Krzeszowiak J., Pawlas K., 2018: *Ibidem.*

72 WHO 2013: HEalth effects of particulate matter. Policy implications for countreis in eastern Europe, Caucasus and central Asia. WHO Europe. Copenhagen [dostępny na]: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=13&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjmhdrcoODlAhXowYsKHV8iCY8QFjAMegQIAxAC&url=http%3A%2F%2Fwww.euro.who.int%2F__data%2Fassets%2Fpdf_file%2F0006%2F189051%2FHealth-effects-of-particulate-matter-final-Eng.pdf&usg=AOvVaw0yxvNecSkgQI_BaEMcQvK1, dostęp: 17.11.2019.

73 Inaczej tła zanieczyszczeń powietrza. Tło zanieczyszczeń to zawartość gazów lub pyłów w powietrzu atmosferycznym, określana jako wartość średnia odniesiona do roku. Jest wyznaczana dla substancji, dla których określono dopuszczalne wartości ich stężeń w powietrzu. Obrazuje ogólną jakość powietrza – im mniejsza wartość tła, tym lepsza jakość powietrza.



Rys. 3.1 Liczba dni z przekroczeniem dopuszczalnego stężenia średniodobowego pyłu PM10 w wybranych punktach Warszawy w latach 2013–2018

(źródło: dane UM Warszawa, niepublikowane)

W latach 2010–2018 średnia ilość dni z przekroczeniem norm wynosiła w przypadku stacji komunikacyjnej średnio ok. 100 dni/rok, a w przypadku tła miejskiego ok. 60 dni/rok. Niepokojące jest także to, że o ile w latach 2010–13 nastąpił znaczący spadek liczby dni ze zbyt wysokim stężeniem PM10, to po 2013 roku notuje się trend rosnący.

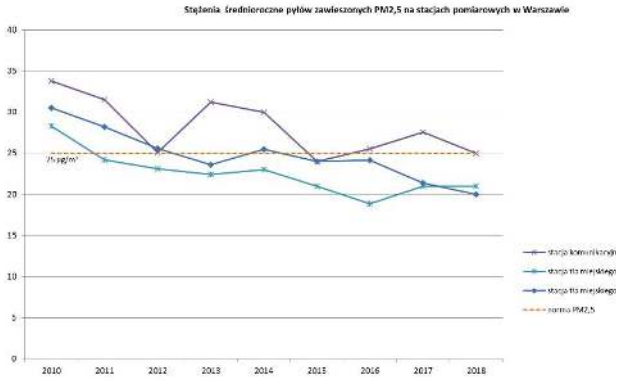
Natomiast w odniesieniu do średniorocznego stężenia pyłu zawieszonego PM10, to od 2013 roku jego przekroczenie notuje się tylko na stacji komunikacyjnej, na stacjach badających tło miejskie jest ono niższe od dopuszczalnego.

W latach 2010 – 2018 średnia liczba dni z przekroczeniem norm wynosiła w przypadku stacji komunikacyjnej średnio ok. 100 dni/rok, a w przypadku tła miejskiego ok. 60 dni/rok. Było to znacznie więcej niż ilość dopuszczalna, która wynosi 35 dni/rok.

Wiele oddziaływań pyłu zawieszonego PM2,5 na zdrowie ma charakter podobny do wpływu pyłu PM10. Ponieważ jednak jego cząsteczki są czterokrotnie mniejsze od cząstek PM10, to nie są one zatrzymywane w jamie nosowej i gardle i mogą wnikać głębiej, do dróg oddechowych. Wdychana frakcja pyłu [74] zdeponowana w pęcherzykach płucnych powoduje ich zniszczenie, dlatego odgrywa największą rolę w chorobach płuc. Cząstki tej frakcji mogą przedostawać się przez naczynia włosowate do krwi i mózgu. Dlatego oddziaływanie pyłu PM2,5 na układ krążenia jest większe niż pyłów o większej średnicy[75]. W swoim przeglądzie dotyczącym oddziaływania pyłów na zdrowie ludzi Krzeszowiak i Pawlas (2018)[76] cytują liczne doniesienia to potwierdzające. Wskazują na przykład, że wzrost koncentracji PM2,5 powoduje m.in.: większą o 6,5% liczbę zgłoszeń zawału mięśnia sercowego, o 2,3% większą liczbę zgłoszeń ostrego zespołu wieńcowego i o 2,4% niewydolności serca.

Analizy europejskie wskazują, że wzrost koncentracji PM2,5 o 5 µg/m^3 prowadzi do 19% wzrostu ryzyka wystąpienia udaru mózgu[77], natomiast badania wykonane w USA wykazały, że wzrost koncentracji PM2,5 o 10 µg/m^3 przyczynia się do wzrostu śmiertelności z powodu zawału serca o 18%, nadciśnienia o 7% i miażdżycy naczyń o 4%[78].

Dopuszczalne, średniodobowe stężenie pyłu PM10 wynosi 25 µg/m^3 (średnioroczne 20 µg/m^3)[79]. Od 2013 roku średnioroczne stężenie pyłu zawieszonego PM2,5 w Warszawie spada. W 2018 roku było ono dotrzymane zarówno na stacjach monitoringowych tła miejskiego, jak i na stacji badającej zanieczyszczenie komunikacyjne (rysunek 3.2).



Rys. 3.2 Średnioroczne stężenie pyłu zawieszonego PM2,5 w wybranych punktach Warszawy w latach 2013–2018

(źródło: dane UM Warszawa, niepublikowane)

74 Frakcja respirabilna pyłu ma postać areozolu i zdolność wnikania do dróg oddechowych.

75 Seńczuk W., 2002: Toksykologia. PZWL. Warszawa

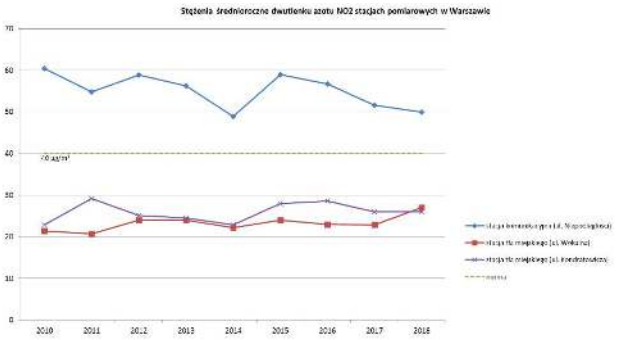
76 Krzeszowiak J., Pawlas K., 2018: *Ibidem.*

77 Stafoggia M., Cesaroni G., Peters A., Andersen Z.J., Badaloni C., Beelen R., Caracciolo B., Cyrys J., de Faire U., de Hoogh K., Eriksen K.T., Fratiglioni L., Galassi C., Gigante B., Havulinna A.S., Hennig F., Hilding A., Hoek G., Hoffmann B., Houthuijs D., Korek M., Lanki T., Leander K., Magnusson P.K., Meisinger C., Migliore E., Overvad K., Ostenson C.G., Pedersen N.L., Pekkanen J., Penell J., Pershagen G., Pundt N., Pyko A., Raaschou-Nielsen O., Ranzi A., Ricceri F., Sacerdote C., Swart W.J., Turunen A.W., Vineis P., Weimar C., Weinmayr G., Wolf K., Brunekreef B., Forastiere F., 2014: Long-Term Exposure to Ambient Air Pollution and Incidence of Cerebrovascular Events: Results from 11 European Cohorts within the ESCAPE Project. Environmental Health Perspectives 122 (9): 919–925.

78 Pope C.A., Burnett R.T., Thurston G.D., Michael J. Thun M.J., Calle E.E., Krewski D., Godleski J.J., 2004: Cardiovascular Mortality and Long-Term Exposure to Particulate Air Pollution Epidemiological Evidence of General Pathophysiological Pathways of Disease. Circulation. 109 (1): 71-77

79 Termin osiągnięcia poziomu dopuszczalnego to 2020 rok.

Tlenki azotu powstają we wszystkich procesach spalania, tak więc ich źródłem jest spalanie węgla w kotłach domowych i paliw w silnikach samochodowych. Przedostają się one do organizmu człowieka przez inhalację i są adsorbowane przez tkankę układu oddechowego do układu krążenia. Tym niemniej przez wiele lat ich negatywny wpływ na zdrowie był przypisywany nie samemu tlenkowi węgla, ale raczej oddziaływaniu ozonu i pyłu zawieszonego PM2,5, których NOx jest prekursorem. Jednak w ostatnich latach jednoznacznie potwierdzono negatywne skutki zdrowotne zarówno krótkoterminowego, jak i długoterminowego narażenia na podwyższone stężenia NO_2[80]. Wykazano też związek między krótkotrwałą ekspozycją na NO_2 a objawami ze strony układu oddechowego, takimi jak: zapalenie płuc, nasilenie objawów u pacjentów z astmą i nasilenie reakcji alergicznych w drogach oddechowych. Ponadto prawdopodobne jest występowanie astmy u dzieci z powodu długotrwałej ekspozycji na NO_2[81]. Dwutlenek węgla w stężeniu 94–188 mg/m^3 powoduje zapalenie płuc, a 282–376 mg/m^3 może wywołać zapalenie oskrzeli. Stężenie letalne oceniane jest na poziom ok. 900 mg/m^3 [82].

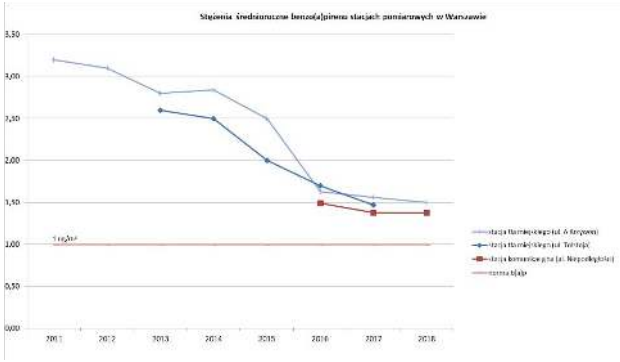


Rys. 3.3 Średnioroczne stężenie dwutlenku azotu w wybranych punktach Warszawy w latach 2013–2018

(źródło: dane UM Warszawa, niepublikowane)

Dopuszczalne 1-godzinne stężenie dwutlenku azotu wynosi 200 µg/m^3 i może być przekroczone maksymalnie 18 dni w roku. Dopuszczalne stężenie średnioroczne wynosi 40 µg/m^3. Od 2013 roku średnioroczne stężenie dwutlenku azotu stale przekracza dopuszczalny poziom na stacji monitoringowej analizującej zanieczyszczenia transportowe, nie było w tym okresie przekroczone w punktach pomiarowych tła miejskiego (rysunek 3.3). Źródłem węglowodorów aromatycznych (WWA), w tym benzo/a/pirenu (B(a)P) są także procesy spalania. Są one emitowane z indywidualnych kotłów na paliwo stałe, z kominków, w których spalana jest biomasa, z silników samochodów. Ich źródłem jest także spalanie odpadów oraz palenie papierosów.

Mają one udowodnione oddziaływanie kancerogenne, mutagenne i teratogenne.[83] Uszkadzając układ krwiotwórczy szpiku kostnego, powodują: skazę krwotoczną, zmniejszenie liczby białych krwinek, niedokrwistość. Tworzą trwałe połączenia z DNA i mają zdolność kumulowania się w organizmach, co prowadzi do procesu nowotworowego (białaczki, nowotworów płuc i pęcherza moczowego)[84]. Związki te działają bezprogowo, co oznacza, że każde stężenie powoduje wzrost ryzyka nowotworu[85]. Następstwem narażenia może być też uszkodzenie centralnego układu nerwowego i bezpłodność[86].



Rys. 3.4 Średnioroczne stężenie benzo(a)pirenu w wybranych punktach Warszawy w latach 2013–2018

(źródło: dane UM Warszawa, niepublikowane)

Poziom stężeń B(a)P traktowany jest jako wskaźnik zanieczyszczenia powietrza wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi. Dla tego zanieczyszczenia jako jedynego z grupy WWA, określone zostało w prawie krajowym i w dyrektywie UE stężenie dopuszczalne – średnioroczny poziom docelowy 1 ng/m^3.[87]

80 Committee on The Medical Effects of Air Pollutants 2015: Statement: The evidence for the effects of nitrogen dioxide on health. Committee on the Medical Effects of Air Pollutants Dostępne na: https://www.gov.uk/government/publications/nitrogen-dioxide-health-effects-ofexposure, dostęp z 6.11.2019.

81 EPA, 2016. Integrated Science Assessment for Oxides of Nitrogen—Health Criteria. Environmental Protection Agency Dostępne na: https://ofmpub.epa.gov/eims/eimscomm.getfile?p_download_id=526855, dostęp z dn. 5.11.2019.

82 Ming-Ho Yu, 2001: Environmental Toxicology. Impacts of Environmental Toxicants on Living System. Lewis Publishers. Washington.

83 Oddziaływanie kancerogenne to zdolność do wywoływania chorób nowotworowych. Działanie mutagenne polega na wywoływaniu zmian genetycznych poprzez wpływ na materiał genetyczny. Działanie teratogenne to działanie na zarodek lub płód, zdolność do wywoływania wad (potworności) płodu.

84 Karaczun Z.M., Indeka L., 2004: Ochrona środowiska. Wyd. ARIES. Warszawa

85 Rusin M., Marchwińska-Wyrwał E., 2014: Zagrożenia zdrowotne związane ze środowiskowym narażeniem na wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA). Medycyna Środowiskowa 17 (3): 7–13.

86 Ba Q., Huang Ch., Fu Y., Li J., Chu R., Jia X., Wang H., 2016: Cumulative Metabolic Effects of Low-dose Benzo(a)pyrene Exposure on Human Cells. Toxicology Research 5: 107–115.

87 Zgodnie z Wytycznymi Komisji Europejskiej do decyzji 2011/850/UE, dotrzymanie poziomu docelowego B(a)P (1 ng/m 3) sprawdza się po uprzednim zaokrągleniu wartości stężenia średniego rocznego B(a)P do całości. Oznacza to, że stężenie docelowe uznaje się za przekroczone, jeżeli stężenie średnie roczne B(a)P jest równe lub wyższe 1.5 ng/m3. Na podstawie: IOŚ, 2016: Zanieczyszczenie powietrza wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi na stacjach tła miejskiego w Polsce w 2015 roku. GIOŚ. Warszawa.

W odróżnieniu od pozostałych omówionych powyżej zanieczyszczeń, wyższe stężenia banzo(a)pirenu notuje się na stacjach monitoringowych analizujących stan tła miejskiego (rysunek 3.4). W ostatnich latach stężenie B(a)P w mieście obniża się, ale nadal jest wyższe od poziomu docelowego.

W styczniu 2017 roku, gdy jakość powietrza w Warszawie była szczególnie zła stwierdzono wzrost zachorowań w stosunku do tego okresu z poprzedniego roku:

→ astmy oskrzelowej o 17,0%;

→ kaszlu o 61,2%;

→ zaburzeń oddychania o 35,6%.

3.3 Wpływ zanieczyszczenia powietrza na zdrowie mieszkańców Warszawy

Ze względu na to, iż poziom zanieczyszczenia powietrza w Warszawie jest niższy niż w wielu innych miastach Polski, to niższa jest także liczba badań dotyczących wpływu złej jakości powietrza w stolicy na zdrowie jej mieszkańców – w porównaniu do podobnych studiów prowadzonych np. w Krakowie czy w aglomeracjach Górnego Śląska. Tym niemniej oczywiste jest, że podwyższone, wyższe od dopuszczalnego stężenia omówionych powyżej zanieczyszczeń wpływają na zdrowie mieszkańców Warszawy. Wpływ ten może mieć dwojaki charakter: oddziaływania tzw. incydentów smogowych, to jest sytuacji nadzwyczajnych, kiedy stężenia zanieczyszczeń osiągają rekordowo wysokie poziomy oraz długoterminowego narażenia na oddychanie powietrzem o niewłaściwej jakości.

Incydenty smogowe powodują groźne skutki m.in. w postaci nagłego zaostrzenia objawów chorobowych, szczególnie silnie oddziałując na osoby z grup podwyższonego ryzyka (czyli starsze, chore, dzieci, kobiety w ciąży i osoby w trudnej sytuacji materialnej). Zazwyczaj jest z nimi także związane większe ryzyko przedwczesnego zgonu.

Jeden z najpoważniejszych epizodów smogowych wystąpił w stolicy w styczniu 2017 roku, przy czym bardzo wysokie przekroczenia dopuszczalnych norm zanieczyszczeń w powietrzu zanotowano wówczas na większości obszaru Polski. W Warszawie średniodobowe dopuszczalne stężenie pyłu zawieszonego PM10 było w styczniu 2017 roku przekraczane przez 19–22 dni (w zależności od stacji monitoringowej, częstsze przekroczenia notowano na stacji mierzącej zanieczyszczenia komunikacyjne), to jest 60–70% czasu w ciągu całego miesiąca. Natomiast w przypadku pyłu PM2,5 średniodobowe stężenia rekomendowane przez WHO[88] przekraczane były przez 25–28 dni w ciągu miesiąca (80–90% czasu). Na wszystkich stacjach pomiarowych stwierdzono wówczas także przekroczenia poziomu docelowego benzo/a/pirenu. Jego średniomiesięczne stężenie było wyższe od tego poziomu od 5,1 razy (stacja komunikacyjna) do 6,0–6,5 razy (stacje tła miejskiego)[89]. Dobowe, uśrednione stężenia pyłu zawieszonego PM10 i PM2,5 w tym okresie w Warszawie przedstawiono na rysunku 3.5 i 3.6.

Rys. 3.5 Dobowe stężenia pyłu zawieszonego PM10 w Warszawie w styczniu 2017

(źródło: Badyda, Dąbrowiecki 2018)

Rys. 3.6 Dobowe stężenia pyłu zawieszonego PM2,5 w Warszawie w styczniu 2017

(źródło: Badyda, Dąbrowiecki 2018)

88 Ze względu na to, że WHO podaje poziomy stężenia bezpieczne dla zdrowia ludzi, to normy WHO są bardziej restrykcyjne niż normy wynikające z przepisów polskich. O ile nie zaznaczono inaczej, kiedy w raporcie mówi się o dopuszczalnych stężeniach zanieczyszczeń, to informacja ta odnosi się do wartości wynikających z przepisów krajowych.

89 Badyda A., Dąbrowiecki P., 2018: Skutki zdrowotne epizodu smogowego w styczniu 2017 r. w Warszawie. Prezentacja z VIII Konferencji Naukowej Im. gen. bryg. dr hab. med. Wojciecha Lubińskiego. 20.04.2018 Warszawa.

Oszacowanie skutków zdrowotnych wysokiego stężenia zanieczyszczeń w powietrzu stolicy w styczniu 2017 roku zostało dokonane przez Badydę i Dąbrowieckiego (2018)[90]. W ich ocenie w analizowanym okresie zaobserwowano statystycznie istotne różnice w liczbie osób korzystających ze świadczeń w placówkach medycznych ze względu na choroby układu oddechowego. Zgodnie z ich oszacowaniem w styczniu 2017 roku wzrosła liczba stwierdzonych przypadków chorobowych w porównaniu ze styczniem 2016 roku w odniesieniu do:

- astmy oskrzelowej – wzrost liczby jej przypadków w styczniu 2017 roku o 17,0% w porównaniu do stycznia 2016 roku;
- kaszlu – wzrost liczby przypadku kaszlu o 61,2% w styczniu 2017 w porównaniu ze styczniem 2016 roku;
- zaburzeń oddychania – wzrost liczby objawów o 35,6%.

Autorzy nie stwierdzili natomiast istnienia istotnych związków pomiędzy styczniowym incydentem smogowym, a skutkami zdrowotnymi w odniesieniu do układu sercowo-naczyniowego, m.in.: nadciśnienia tętniczego, zawału mięśnia sercowego i choroby niedokrwiennej serca. Tym niemniej wskazują oni, że mogło to być spowodowane zarówno rzeczywistym brakiem takiego związku, jak i wynikać z wykorzystania w analizie danych zdrowotnych zbiorczych informacji miesięcznych, a nie danych dobowych.

Brak jest oszacowań, czy i na jakim poziomie wysokie stężenie w styczniu 2017 roku doprowadziło do przedwczesnych zgonów warszawiaków i warszawianek. Biorąc pod uwagę, że w całej Polsce zmarło wówczas 11 000 osób więcej niż w analogicznym okresie w innych latach[91], można przypuszczać, że zjawisko to wystąpiło także w stolicy. Dokonując prostej ekstrapolacji liczby przedwczesnych zgonów w całej Polsce na liczbę mieszkańców Warszawy można przyjąć, że w omawianym okresie przedwcześnie zmarło w niej około 590 osób. Oczywiście jest to tylko szacunek - ponieważ w wielu regionach kraju jakość powietrza była znacznie gorsza niż w stolicy, należy przypuszczać, że rzeczywista liczba zgonów mogła być mniejsza.

Równie niebezpieczne dla zdrowia jest długoterminowe narażenie na wysokie stężenie zanieczyszczeń. Analizy wykonane dla okresu lat 2006–2011 w jedenastu miastach Polski[92] wskazały, że Warszawa nie należy do miast z najbardziej zanieczyszczonym powietrzem (analizowano stężenie pyłu zawieszonego PM2,5). Znacznie gorsza sytuacja była w tym okresie m.in. w Krakowie, Katowicach, Łodzi, Poznaniu, czy w Bydgoszczy. Tym niemniej, ze względu na wielkość miasta, w stolicy populacja narażona na negatywne oddziaływanie PM2,5 na zdrowie była znacznie liczniejsza niż w pozostałych aglomeracjach, większa była także bezwzględna liczba ludzi umierających na choroby sercowo-naczyniowe i nowotwory płuc. Tym niemniej liczba zgonów wywołana tymi przyczynami w odniesieniu do ilości mieszkańców była w stolicy w badanym okresie znacząco mniejsza niż w Krakowie, Łodzi i Katowicach. W omawianym okresie liczba zgonów spowodowanych przez nowotwór płuc w Warszawie wynosiła około 95 przypadków/100 000 mieszkańców, podczas gdy w Krakowie i Katowicach było to 130 przypadków/100 000 mieszkańców, a w Łodzi około 125/100 000. Liczba zgonów spowodowanych chorobami sercowo-płucnymi była podobna we wszystkich analizowanych miastach i wahała się od ok. 15 do 25 przypadków/100 000 mieszkańców (w Warszawie było to około 20 przypadków/100 000 mieszkańców[93].

W 2014 roku w wyniku zanieczyszczenia powietrza Warszawy pyłem zawieszonym PM2,5 przedwcześnie zmarło 2 826 osób, a liczba łącznie utraconych lat życia wyniosła 33 079.

Łączne straty ekonomiczne spowodowane przez skutki zdrowotne zanieczyszczenia powietrza miasta pyłem PM2,5 oceniono wówczas na 2,13–6,43 miliardów euro.

Wpływ długoterminowego narażenia mieszkańców Warszawy na podwyższone stężenie pyłu zawieszonego PM2,5 w powietrzu w 2014 roku ocenił Badyda (2015)[94]. Stwierdził on między innymi, że w 2014 roku zanieczyszczenie powietrza pyłem PM2,5 spowodowało:

90 Badyda A., Dąbrowiecki P., 2018: *Ibidem.*

91 Jędrak J. Popkiewicz M., 2017: Więcej zgonów w Polsce w „sezonie smogowym 2017". Dostępne na: http://ziemianarozdrozu.pl/artykul/3657/wiecej-zgonow-w-polsce-w-%E2%80%9Esezonie-smogowym-2017%E2%80%9D, dostęp: 9.11.2019.

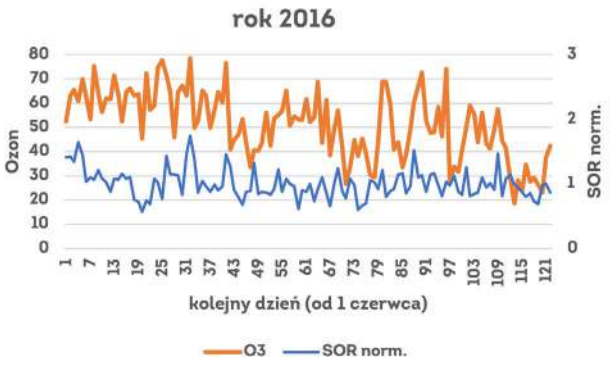
92 Badania objęły Białystok, Bydgoszcz, Gdańsk, Katowice, Kraków, Lublin, Łódź, Poznań, Warszawę, Wrocław i Szczecin.

93 Badyda A.J., Grellier J., Dąbrowiecki P. 2016: Ambient PM2.5 Exposure and Mortality Due to Lung Cancer and Cardiopulmonary Diseases in Polish Cities. Advances in Experimental Medicine and Biology – Neuroscience and Respiration 944:9-17.

94 Badyda A., 2015: Ocena wybranych skutków zdrowotnych narażenia na zanieczyszczenia powietrza pyłem PM2,5 w Warszawie (materiały niepublikowane).

- 2826 przedwczesnych zgonów osób w wieku powyżej 30 roku życia. Całkowita liczba utraconych w efekcie lat życia wyniosła 33079, w tym:
  - 286 przedwczesnych zgonów z powodu nowotworów płuc u osób powyżej 30. roku życia;
  - 1616 przedwczesnych zgonów spowodowanych chorobami krążeniowo–oddechowymi u osób powyżej 30. roku życia;
- 1466 dodatkowych przypadków przewlekłego zapalenia oskrzeli u osób powyżej 27. roku życia;
- 6 301 dodatkowych przypadków zapalenia oskrzeli u dzieci pomiędzy 6. a 12. rokiem życia;
- 761 przedwczesnych zgonów z powodu choroby niedokrwiennej serca.

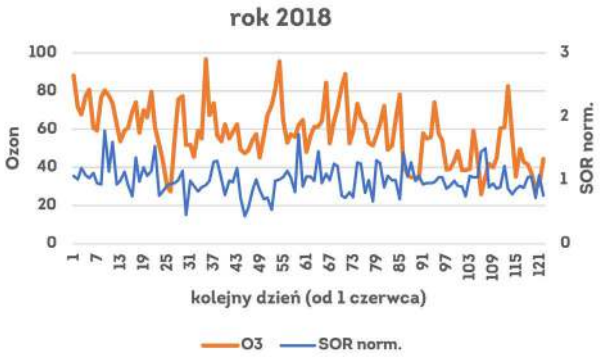
Całkowite koszty zdrowotne wynikające ze złej jakości powietrza w mieście w 2014 roku autor oszacował na 2,13 – 6,43 miliardów euro.



Rys. 3.7 Korelacja pomiędzy stężeniem O_3 w powietrzu a liczbą pacjentów zgłaszających się na SOR w szpitalu Banacha w Warszawie w okresie 1.06–30.09. 2016

(źródło: Karaczun, Zielonka, Gozdowski, 2019)

W Warszawie groźne mogą być także inne zanieczyszczenia. Dla lat 2016 – 2018 przeprowadzono analizy mające na celu zbadanie związku pomiędzy stężeniem ozonu w powietrzu a liczbą pacjentów zgłaszających się na szpitalny oddział ratunkowy w szpitalu klinicznym przy ul. Banacha w Warszawie[95]. Badaniami objęto tylko okres od 1 czerwca do 30 września, bowiem najwyższe stężenia O_3 notuje się w miesiącach późnowiosennych, letnich i wczesnojesiennych. Otrzymane wyniki wskazały na istnienie statystycznego związku pomiędzy liczbą pacjentów zgłaszających się na SOR z przyczyn innych niż wypadki, kontuzje i zranienia, a stężeniem ozonu w powietrzu w badanym okresie w 2016 i 2018 roku (rysunki 3.7 i 3.8). Przedstawione dane wskazują, że pomimo tego, że jakość powietrza w Warszawie jest lepsza niż w wielu innych aglomeracjach Polski, to jego zanieczyszczenie jest na tyle duże, że powoduje istotne problemy zdrowotne mieszkańców, wpływa na jakość i długość ich życia oraz wywołuje znaczące straty ekonomiczne. Powinno to być przesłanką do przyjęcia, że ograniczenie zanieczyszczenia powietrza w stolicy jest celem priorytetowym miejskiej polityki.



Rys. 3.8 Korelacja pomiędzy stężeniem O_3 w powietrzu a ilością pacjentów zgłaszających się na SOR w szpitalu Banacha w Warszawie w okresie 1.06–30.09. 2016

(źródło: Karaczun, Zielonka, Gozdowski, 2019)

Determinację w dążeniu do poprawy jakości powietrza w mieście powinno wzmacniać również to, że główne źródła zanieczyszczeń mają także decydujący wpływ na wielkość emisji gazów cieplarnianych – to przede wszystkim spalanie węgla w celach energetycznych oraz emisje ze środków transportu. Dlatego poprawa jakości powietrza i ograniczenie skutków zdrowotnych wynikających z jego złej jakości powinny być traktowane jako współkorzyści wynikające z działań podejmowanych na rzecz ochrony klimatu i redukcji emisji gazów cieplarnianych z terenu miasta.

95 Karaczun Z.M., Zielonka T., Gozdowski D., 2019: Wpływ fal upałów na zdrowie mieszkańców Warszawy (materiały niepublikowane).

4. Podsumowanie

Jak wykazano w niniejszym raporcie, zmiana klimatu wywiera znaczący wpływ na zdrowie publiczne ludzi na całym świecie, w Europie i w Polsce, a także w poszczególnych miastach – w tym w Warszawie. Przewiduje się, że w przyszłości oddziaływanie to będzie jeszcze silniejsze. Skutki zdrowotne obejmują: stres cieplny wynikający z nadmiernej ekspozycji na ciepło podczas fal upałów; zgony i urazy w wyniku ekstremalnych zjawisk pogodowych, takich jak burze, pożary i powodzie; wybuchy epidemii chorób zakaźnych w związku z rozprzestrzeniającymi się wirusami przenoszonymi przez wektory czy wodę; niedożywienie związane ze zmniejszoną dostępnością żywności; psychospołeczny wpływ suszy, migracji czy konfliktów zbrojnych. Podstawowa opieka zdrowotna odgrywa ważną rolę w odpowiedzi na zagrożenia zdrowia publicznego związane ze zmianą klimatu.

Ze względu na nasilający się, odczuwalny w Warszawie oraz innych miastach i na obszarach wiejskich, proces zmiany klimatu, służbę zdrowia w Polsce czeka wiele nowych wyzwań. Wśród nich znajduje się konieczność identyfikacji i monitorowania narastających zagrożeń zdrowia publicznego związanych z bezpośrednimi skutkami zmiany klimatu (jak np. susze, powodzie, ekstremalne zjawiska pogodowe), przygotowanie lekarzy i personelu medycznego do leczenia chorób, które mogą pojawić się w Polsce oraz opracowanie strategii walki z rozprzestrzeniającymi się chorobami wektorowymi. Niezwykle ważne jest również edukowanie pacjentów w kwestii zagrożeń związanych ze zmianą klimatu.

Niestety, wedle Europejskiego Konsumenckiego Indeksu Zdrowia, zestawienia biorącego pod uwagę zadowolenie mieszkańców z funkcjonowania służby zdrowia w krajach UE, Polska nie należy do liderów Europy. Zajmując 32. miejsce[96] wyprzedzamy jedynie trzy kraje – Węgry, Rumunię i Albanię.

W kwestii dostępności usług medycznych nasz kraj pozostaje w tyle zestawienia z jednym z najniższych wskaźników dostępności lekarzy na 100 tys. mieszkańców[97].

Aż 62% Polek i Polaków negatywnie ocenia ogólną jakość opieki zdrowotnej, podczas gdy w innych krajach UE jest to średnio 27%. Do najczęstszych zarzutów należy czas oczekiwania na wizytę u specjalisty, wysoki udział wydatków na ochronę zdrowia w budżecie gospodarstw domowych, ograniczony dostęp do innowacyjnych leków czy niewydolny system opieki paliatywnej, przyczyniający się do częstszych hospitalizacji, co skutkuje brakiem łóżek w oddziałach internistycznych[98].

Wszystkie wyżej wymienione czynniki będą kluczowymi problemami polskiej służby zdrowia w najbliższych latach, gdy zjawisko zmiany klimatu oraz jego liczne skutki będą się nasilały. Dlatego niezbędne i pilne są działania przygotowujące krajowy system opieki zdrowotnej i polskich lekarzy do skutecznego zarządzania ryzykiem dla zdrowia związanym ze zmianą klimatu. Na studiach medycznych powinny zostać wprowadzone przedmioty informujące przyszłych lekarzy o skutkach zmiany klimatu i nowych zagrożeniach, jakie będą one za sobą niosły. Dotyczyć to powinno m.in. wiedzy o chorobach tropikalnych, których nosicielami mogą być coraz częściej polscy pacjenci, a także o chorobach wektorowych, w tym tych, które jeszcze w Polsce nie występują, ale na skutek wzrostu średniej temperatury mogą się pojawić. Wobec prognozowanego wzrostu częstości i siły ekstremalnych zjawisk meteorologicznych, które już występują w naszym kraju, niezbędne jest wzmocnienie opieki psychiatrycznej i psychologicznej nad osobami, które w ich wyniku ucierpią i u których mogą występować objawy stresu pourazowego. W szczególności dotyczy to opieki nad dziećmi i młodzieżą.

Ważne jest także wzmocnienie profilaktyki wśród grup najbardziej narażonych na skutki globalnego ocieplenia: kobiet w ciąży, dzieci, osób starszych. Powinna ona objąć naukę bezpiecznych sposobów postępowania w przypadku występowania fal upałów i zachowania w trakcie ekstremalnych wydarzeń meteorologicznych. Edukacja taka powinna rozpoczynać się w przedszkolu

96 https://healthpowerhouse.com/publications/#contact, dostęp: 27.11.2019.

97 A. Björnberg, 2016: Europejski konsumencki indeks zdrowia, Health consumer Powerhouse 2017, s. 18, 34.

98 P. Czauderna, Polski System Ochrony Zdrowia: problemy pacjentów, szczególnie osób starszych i dzieci - perspektywa lekarza, https://www.prezydent.pl/download/gfx/prezydent/pl/defaultaktualnosci/5526/1/1/prezentacja_piotraczauderny.pdf, dostęp: 10.11.2019.

i być kontynuowana w ramach formalnej edukacji w szkole. Wiedza powinna być także przedstawiana w odniesieniu do zagrożeń wywołanych przez zanieczyszczenie powietrza: choć nie ma dowodów naukowych wskazujących, że skutki zmiany klimatu (np. fale upałów) mogą nasilać negatywne objawy zdrowotne wywołane zanieczyszczeniem powietrza, to jest bardzo prawdopodobne, że taka korelacja istnieje (np. w odniesieniu na podnoszenie stężenia ozonu przyziemnego w okresach występowania fal upałów[99]).

Większość polskich szpitali nie jest wyposażona w systemy klimatyzacji, które zapewniłyby chorym w nich przebywającym komfort termiczny w przypadku występowania bardzo wysokich temperatur i fal upałów. Może to pogorszyć rokowania pacjentów, bowiem naraża ich już i tak wyczerpane chorobą organizmy na dodatkowy stres termiczny. Dlatego wdrożenie narodowego programu modernizacji szpitali powinno być traktowane jako bardzo ważne zadanie. Konieczne jest także wdrożenie procedur pojenia pacjentów (zwłaszcza dzieci, osób starszych, osób z ograniczoną zdolnością percepcji czy z ograniczeniami ruchu) w przypadku występowania wysokich temperatur. Działania takie powinny być realizowane także w szpitalach w Warszawie.

Zapobieganie negatywnym skutkom zmiany klimatu na zdrowie mieszkańców miasta, to zadanie nie tylko dla służby zdrowia. To także odpowiedzialność władz miasta. Niezbędne będzie szerokie wspieranie działań adaptacyjnych, które obniżą poziom narażenia warszawianek i warszawiaków na negatywne oddziaływanie skutków zmiany klimatu. Chodzi tu zarówno o działania inwestycyjne: dotyczące np. ochrony przed błyskawicznymi powodziami i podtopieniami spowodowanymi nawalnymi deszczami, jak i rozszerzanie i kontynuowanie działań już prowadzonych: ustawianie kurtyn wodnych na czas występowania fal upałów i/lub podgrzewaczy w przypadku temperatur ekstremalnie niskich, informowania mieszkańców o zagrożeniach powodowanych przez złą jakość powietrza czy o możliwości wystąpienia fali upału lub ekstremalnego zdarzenia meteorologicznego. Niezwykle istotna jest zmiana podejścia do terenów zieleni niezorganizowanej, którą obecnie traktuje się jako najtańszy obszar pod zabudowę. Uświadomienie sobie, jak podstawową rolę odgrywa zieleń – przede wszystkim wysoka, ale też wszystkie inne jej formy – w regulowaniu miejskiego klimatu i ochronie przed wysokimi temperaturami, powinno być podstawą do obejmowania ich ochroną i tworzenia z nich miejsc odpoczynku i ucieczki przed oddziaływaniem upałów. Pożądane jest przyjęcie miejskiego wskaźnika maksymalnej odległości, jaka powinna dzielić miejsce zamieszkania mieszkańców miasta od terenów zieleni, gdzie mogliby oni odpoczywać i szukać wytchnienia (150–300 m). Większość tych działań jest przewidziana do realizacji w ramach warszawskiego planu adaptacji do zmian klimatu. Ważne jest to, aby były one wdrażane.

Nawet najbardziej aktywne prace na rzecz adaptacji nie przyniosą pożądanego rezultatu, jeśli nie zostanie powstrzymany wzrost koncentracji gazów cieplarnianych w atmosferze. Dlatego też Warszawa powinna aktywnie uczestniczyć we współpracy różnych interesariuszy na rzecz ochrony klimatu. Jest to niezwykle istotne, bowiem o ile poprawa jakości powietrza w mieście zależy w największym stopniu zarówno od władz, jak i mieszkańców miasta, to powstrzymanie zmiany klimatu wymaga znacznie szerszej współpracy, działań wszystkich interesariuszy i międzynarodowej solidarności. Dlatego też obok wdrażania miejskich inwestycji i programów konieczne jest prowadzenie polityki przyjaznej klimatowi na szczeblu centralnym i wprowadzanie przepisów umożliwiających samorządom efektywne obniżanie emisji gazów cieplarnianych. Bez takiej, szerokiej, współpracy wdrażane programy ochrony klimatu mogą być skazane na porażkę.

99 Fu T.M., Tian H., 2019: Climate Change Penalty to Ozone Air Quality: Review of Current Understandings and Knowledge Gaps. Current Pollution Reports 5 (3): 159 – 171 oraz DG Environment News Alert Service, 2010: Science for Environment Policy. Air Pollution and Climate Change. Special Issue No 24.

Bibliografia

1. Atkinson R.W., Anderson H.R, Sunyer J., Ayres J., Baccini M., Vonk J.M., Boumghar A., Forastiere F., Forsberg B., Touloumi G., Schwartz J., Katsouyanni K., 2001: Acute Effects of Particulate Air Pollution on Respiratory Admissions Results from APHEA 2 Project. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine 164: 1860–1866.
2. Ba Q., Huang Ch., Fu Y., Li J., Chu R., Jia X., Wang H., 2016: Cumulative Metabolic Effects of Low-dose Benzo(a)pyrene Exposure on Human Cells. Toxicology Research 5: 107–115.
3. Badyda A., 2015: Ocena wybranych skutków zdrowotnych narażenia na zanieczyszczenia powietrza pyłem PM2,5 w Warszawie (materiały niepublikowane).
4. Badyda A., Dąbrowiecki P., 2018: Skutki zdrowotne epizodu smogowego w styczniu 2017 r. w Warszawie. Prezentacja z VIII Konferencji Naukowej Im. gen. bryg. dr hab. med. Wojciecha Lubińskiego. 20.04.2018 Warszawa.
5. Badyda A.J., Grellier J., Dąbrowiecki P. 2016: Ambient PM2.5 Exposure and Mortality Due to Lung Cancer and Cardiopulmonary Diseases in Polish Cities. Advances in Experimental Medicine and Biology – Neuroscience and Respiration 944:9–17.
6. Bich. H., Ngoc L., Le Q., Tran T.T., Hanh T.D., Guha-Sapir D., 2011: Impacts of flood on health: epidemiologic evidence from Hanoi, Vietnam, „Glob Health Action", https://www.ncbi.nlm.nih.
7. Björnberg A., 2016: Europejski konsumencki indeks zdrowia, Health consumer Powerhouse 2017, s. 18, 34.
8. Błażejczyk K., Baranowski J., Błażejczyk A.: 2015: Wpływ klimatu na stan zdrowia w Polsce: stan aktualny oraz prognoza do 2100 roku, Warszawa: SEDNO Wydawnictwo Akademickie, s. 53.
9. Błażejczyk K., Błażejczyk A., Baranowski J.: 2014: Wieloletnia zmienność niektórych chorób klimatozależnych w Polsce i jej związek z warunkami klimatycznymi, „Prace i Studia Geograficzne", T. 56, s. 48.
10. Chmielewski T., 2006: Stare i nowe riketsjozy. Postępy Mikrobiologii 45 (Sup. 1): 23 –25.
11. Cho R., Climate change may be hazardous to your health, https://phys.org/news/2018-03-climate-hazardous-health.html, dostęp: 10.11.2019.
12. climate-impacts-europe-jrc-peseta-ii-project, dostęp: 10.11.2019.
13. Committee on The Medical Effects of Air Pollutants 2015: Statement: The evidence for the effects of nitrogen dioxide on health. Committee on the Medical Effects of Air Pollutants Dostępne na: https://www.gov.uk/government/publications/nitrogen-dioxide-health-effects--ofexposure, dostęp: 6.11.2019.
14. Cowie J.,: 2009: Zmiany klimatyczne. Przyczyny, przebieg i skutki dla człowieka, Warszawa: Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, s. 272.
15. Czauderna P., Polski System Ochrony Zdrowia: problemy pacjentów, szczególnie osób starszych i dzieci - perspektywa lekarza, https://www.prezydent.pl/download/gfx/prezydent/pl/defaultaktualnosci/.
16. EEA 2012: Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012. An indicator-based report, Copenhagen, s. 184.
17. EEA 2017: Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016 An indicator-based report, Copenhagen, s. 293.
18. EPA, 2016. Integrated Science Assessment for Oxides of Nitrogen– Health Criteria. Environmental Protection Agency Dostępne na: https://ofmpub.epa.gov/eims/eimscomm.getfile?p_download_id=526855, dostęp: 5.11.2019.
19. epa.gov/climate-impacts/climate-impacts-human-health_.html, dostęp: 10.11.2019.
20. EPA: Climate Impacts on Human Health, https://19january2017snapshot.epa.gov/climate-impacts/climate-impacts-human-health_.html.
21. Epstein P.R., 2001: Climate change and emerging infectious diseases. Microbes and Infections 3(9): 747–754.
22. European Union 2014, Climate Impacts in Europe. The JRC PESETA II Project, s. 108 https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/.
23. fs266/en/, dostęp: 10.11.2019.
24. Fu T.M., Tian H., 2019: Climate Change Penalty to Ozone Air Quality: Review of Current Understandings and Knowledge Gaps. Current Pollution Reports 5 (3): 159 – 171 oraz DG Environment News Alert Service, 2010: Science

for Environment Policy. Air Pollution and Climate Change. Special Issue No 24.

25. Gawlik R., 2015: Przewidywalny wzrost występowania chorób alergicznych spowodowany zmianami klimatycznymi, Alergologia Polska", Volume 2, Issue 4, , s. 146.
26. Global Development and Environment Institute, J. M. Harris, B. Roach, A.-M. Codur, 2017: The Economics of Global Climate Change, Somerville:, s. 2.
27. Główny Inspektorat Sanitarny, 2016: Stan Sanitarny Kraju w roku 2015, Warszawa, https://stansanitarny.gis.gov.pl/stan_sanitarny_kraju_za_rok_2015.pdf, dostęp: 10.11.2019.
28. gov/pmc/articles/PMC3160808/, dostęp: 10.11.2019.
29. Guha-Sapir D., (red.), 2010: Health impacts of floods in Europe. Data gaps and information needs from a spatial perspective, Heidelberg:, s. 23.
30. HEAL:http://healpolska.pl/aktualnosci/smog-w-sercu-czyli-dlaczego--slascy-lekarze--naukowcy-zajmuja-sie-zanieczyszczonym-powietrzem/, dostęp: 10.11.2019.
31. http://naukaoklimacie.pl/aktualnosci/fale--upalow-coraz-silniejsze-i-dluzsze-257, dostęp 10.11.2019.
32. http://www.medonet.pl/choroby-od-a-do-z/choroby-zakazne,ludzka-plazmoza-granulocytarna---przyczyny--objawy-i-leczenie,artykul,1696377.html, dostęp: 10.11.2019.
33. https://meteomodel.pl, dostęp: 8.11.2019.
34. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=13&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjmhdrcoODlAhXowYsKHV8iCY8QFjAMegQIAxAC&url=http%3A%2F%2Fwww.euro.who.int%2F__data%2Fassets%2Fpdf_file%2F0006%2F189051%2FHealth-effects-of-particulate-matter-final-Eng.pdf&usg=AOvVaw0yxvNecSkgQI_BaEMcQvK1 Dostęp z dn. 17.11.2019.
35. IOŚ-PIB, 2013: Opracowanie i wdrożenie Strategicznego Planu Adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu Adaptacja wrażliwych sektorów i obszarów Polski do zmian klimatu do roku 2070. Instytut Ochrony Środowiska. Warszawa (str. 39).
36. IPCC, 2014: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Cambridge: Cambridge University Press, United Kingdom and New York, USA.
37. IPCC, 2019: Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse gas fluxes in Terrestrial Ecosystems Summary for Policymakers. Dostępne na: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/08/4.-SPM_Approved_Microsite_FINAL.pdf, dostęp: 14.10.2019.
38. Jędrak J. Popkiewicz M.: 2017: Więcej zgonów w Polsce w „sezonie smogowym 2017". Dostępne na: http://ziemianarozdrozu.pl/artykul/3657/wiecej-zgonow-w-polsce-w-%E2%80%9Esezonie-smogowym-2017%E2%80%9, dostęp: 9.11.2019.
39. Karaczun Z.M., Indeka L., 2004: Ochrona środowiska. Wyd. ARIES. Warszawa.
40. Karaczun Z.M., Zielonka T., Gozdowski D., 2019: Wpływ fal upałów na zdrowie mieszkańców Warszawy (materiały niepublikowane).
41. Kiewra D., 2014: Ocena wektorowej roli kleszczy Ixodes ricinus L. 1758 (Acari, Ixodidae) w transmisji krętków Borrelia burgdorferi s.l. na terenie Polski, ze szczególnym uwzględnieniem Dolnego Śląska, Wrocław: I-BiS, s. 47.
42. KLIMADA, PIB-IOŚ, MS: Konsekwencje zmian klimatu, http://klimada.mos.gov.pl/zmiany-klimatu-w-polsce/konsekwencje-zmian-klimatu/, dostęp: 10.11.2019.
43. Knabb R. D., Rhome J. R., Brown D. P., 2011: National Hurricane Center, 2005: Tropical Cyclone Report Hurricane Katrina 23-30 August 2005, [zaktualizowano w 2011 r.], s. 11.
44. Kowalec M, Szewczyk T, Welc-Falęciak R, Siński E, Karbowiak G, Bajer A., 2019: Rickettsiales Occurrence and Co-occurrence in Ixodes ricinus Ticks in Natural and Urban Areas. Microbial Ecology 77(4): 890-904.
45. Kozłowska - Szczęsna T., Krawczyk B., Kuchcik M., 2004: Wpływ środowiska atmosferycznego na zdrowie i samopoczucie człowieka. PAN, Warszawa, s. 126.
46. Krzeszowiak J., Pawlas K., 2018: Pył zawieszony (PM2,5 oraz PM10), właściwości oraz znaczenie epidemiologiczne ekspozycji krótko i długookresowej dla chorób układu oddechowego oraz krążenia. Medycyna Środowiskowa - Environmental Medicine. Vol. 21 (2): 7–13.
47. Kuchcik M., 2001: Mortality in Warsaw: is there any connection with weather and air pollution? Geographia Polonica 74 (1): 29–46.
48. Kuchcik M., 2013, The Attempt to Validate the Applicability of Two Climate Models for the Evaluation of Heat Wave Related Mortality in Warsaw in the 21st Century. Geographia Polonica 86 (4): 295–311.
49. Kundzewicz Z. W., Zalewski M., Kędziora A., Pierzgalski E., 2010: Zagrożenia związane z wodą, 2010: „Nauka" 4/2010, s. 91, http://www.pan.poznan.pl/nauki/N_410_12_Kundzewicz_woda.pdf, dostęp: 10.11.2019.

50. Magnuszewski A., 2019: Czy można przewidzieć powódź miejską? Prezentacja z konferencji Innowacje dla środowiska. UNEP GRID i UM Warszawa. Warszawa 7 listopada 2019.

51. Marshall M, Ophelia shows many hurricanes could reach Europe in the future, https://www.newscientist.com/article/2150474-ophelia--shows-many-hurricanes-could-reach-europe-in-the-future/, dostęp: 10.11.2019.

52. McCoy, D. N., 2014: Climate change: health impacts and opportunities. A summary and discussion of the IPCC Working Group 2 Report, The Global Climate and Health Alliance, s. 11.

53. Ming-Ho Yu, 2001: Environmental Toxicology. Impacts of Environmental Toxicants on Living System. Lewis Publishers. Washington.

54. Moniuszko A., Dunaj J., Czupryna P., Zajkowska J., Pancewicz S., 2015: Neoerlichioza – nowa choroba odkleszczowa – czy stwarza zagrożenie w Polsce?, Przegląd Epidemiologiczny 69: 131–133.

55. Naruszewcicz-Lesiuk D., Czarkowski M.P., 2010: Problemy epidemiologiczne ostrych chorób zakaźnych na terenach objętych powodzią w lipcu 1997 r. w Polsce, „Przegląd Epidemiologiczny", 64, s. 349–354.

56. NHC Report, 2018: Hurricane Irma Death Toll Increased to 129 in U.S., https://weather.com/news/news/2018-03-13-hurricane-irma-death-toll-nhc-final-report, dostęp: 10.11.2019.

57. Pope C.A., Burnett R.T., Thurston G.D., Michael J. Thun M.J., Calle E.E., Krewski D., Godleski J.J., 2004: Cardiovascular Mortality and Long-Term Exposure to Particulate Air Pollution Epidemiological Evidence of General Pathophysiological Pathways of Disease. Circulation. 109 (1): 71-77.

58. Program ochrony środowiska dla m.st. Warszawy na lata 2017-2020 z perspektywą do 2023 r. Załącznik do uchwały nr XXXVIII/973/2016 Rady Miasta Stołecznego Warszawy z dnia 15 grudnia 2016 r.

59. Projekt pt. „Opracowanie i wdrożenie strategicznego planu adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu" realizowany przez Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy.

60. Robaczenko D., Seroka W., Wojtyniak B., 2018: Analiza związku umieralności mieszkańców Warszawy z poziomem maksymalnej temperatury dziennej w latach 2008 – 13. Raport przygotowany na potrzeby projektu Adaptcity. Warszawa.

61. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2012 r., poz. 1031 ze zm.).

62. Rusin M., Marchwińska-Wyrwał E., 2014: Zagrożenia zdrowotne związane ze środowiskowym narażeniem na wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA). Medycyna Środowiskowa 17 (3): 7-13.

63. Seńczuk W., 2002: Toksykologia. PZWL. Warszawa.

64. Stafoggia M., Cesaroni G., Peters A., Andersen Z.J., Badaloni C., Beelen R., Caracciolo B., Cyrys J., de Faire U., de Hoogh K., Eriksen K.T., Fratiglioni L., Galassi C., Gigante B., Havulinna A.S., Hennig F., Hilding A., Hoek G., Hoffmann B., Houthuijs D., Korek M., Lanki T., Leander K., Magnusson P.K., Meisinger C., Migliore E., Overvad K., Ostenson C.G., Pedersen N.L., Pekkanen J., Penell J., Pershagen G., Pundt N., Pyko A., Raaschou-Nielsen O., Ranzi A., Ricceri F., Sacerdote C., Swart W.J., Turunen A.W., Vineis P., Weimar C., Weinmayr G., Wolf K., Brunekreef B., Forastiere F., 2014: Long-Term Exposure to Ambient Air Pollution and Incidence of Cerebrovascular Events: Results from 11 European Cohorts within the ESCAPE Project. Environmental Health Perspectives 122 (9): 919–925.

65. Strategia adaptacji do zmian klimatu dla m.st. Warszawy do roku 2030 z perspektywą do roku 2050 Miejski Plan Adaptacji. Dokument przyjęty przez Radę Warszawy w dniu 4.07.2019.

66. Termin osiągnięcia poziomu dopuszczalnego to 2020 rok.

67. The Global Asthma Report, 2014: http://www.globalasthmareport.org/burden/burden.php, dostęp: 10.11.2019.

68. The Lancet, 2018: Nick Watts, Markus Amann, Nigel Arnell, Sonja Ayeb-Karlsson, Kristine Belesova, Prof Helen Berry, et al. The 2018 report of the Lancet Countdown on health and climate change: shaping the health of nations for centuries to come.

69. Tramuto F., Cusimano R., Cerame G., Vulltagio M., Calamusa G., Maida C.M., Vitale F., 2011: Urban air pollution and emergency roomadmissions for respiratory symptoms: a casecrossover study in Palermo, Italy. Environmental Health 10: 1 - 31.

70. UN, 2017: World Population Prospects: The 2017 Revision. Key Findings and Advance Tables, New York: s. 1.

71. Watts N. i in. 2018: The Lancet Countdown on health and climate change: from 25 years of inaction to a global transformation for public health, „The Lancet", Volume 391, No. 10120, s. 581.

72. Weiwei Du,G.J. FitzGerald,M. Clark, Xiang-You Hou, 2010: Health Impacts of Floods, „Prehospital and disaster medicine", 25(3), s. 265-272.

73. Welzer H., 2010: Wojny klimatyczne. Wydawnictwo Krytyki Politycznej. Warszawa, s. 43.

74. WHO 2013: HEalth effects of particulate matter. Policy implications for countreis in eastern Europe, Caucasus and central Asia. WHO Europe. Copenhagen

75. WHO, 2018: COP24 Special Report Health & Climate Change, str. 70-71.

76. WHO, 2019: Climate change and health, http://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health, dostęp: 10.11.2019.

77. WHO, UNICEF 2017: Progress on Drinking Water, Sanitation and Hygiene: Update and SDG Baselines, Geneva: World Health Organization (WHO) and the United Nations Children's Fund (UNICEF).

78. WHO: A global health guardian: climate change, air pollution, and antimicrobial resistance, http://www.who.int/publications/10-year-review/health-guardian/en/, dostęp: 10.11.2019.

79. WHO: Climate change and health, http://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health, dostęp: 10.11.2019.

80. WHO: http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2017/world-hunger-report/en/, dostęp: 10.11.2019.

81. WHO: Investing in treatment for depression and anxiety leads to fourfold return http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2016/depression-anxiety-treatment/en/, dostęp: 10.11.2019.

82. Wojtyniak B., Goryński P., Moskalewicz B., 2012: Sytuacja zdrowotna ludności Polski i jej uwarunkowania. Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego - Państwowy Zakład Higieny Warszawa:, s. 284.

83. Wu X., Lu Y., Zhu S., Chen L., Xu B., 2016: Impact of climate change on human infectious diseases: Empirical evidence and human adaptation. Environmental International 86: 14 - 23.

Koalicja Klimatyczna jest porozumieniem 24 organizacji pozarządowych. Jej misją jest wspólne działanie w celu zapobiegania wywołanym przez człowieka zmianom klimatu dla dobra ludzi i środowiska. Więcej informacji o Koalicji na stronie www.koalicjaklimatyczna.org

Fundacja Aeris Futuro, CIWF Polska, Fundacja ClientEarth Prawnicy dla Ziemi, Fundacja Efektywnego Wykorzystania Energii, Fundacja Ekologiczna Arka, Fundacja Ekologiczna Ziemi Legnickiej Zielona Akcja, Fundacja EkoRozwoju FER, Fundacja GAP Polska, Fundacja Greenpeace Polska, Fundacja Na Rzecz Zrównoważonego Rozwoju, Instytut na rzecz Ekorozwoju, Klub Gaja, Liga Ochrony Przyrody, Dolnośląski Klub Ekologiczny, Polski Klub Ekologiczny Koło Tychy, Polski Klub Ekologiczny Okręg Mazowiecki, Polski Klub Ekologiczny Okręg Wschodnio-Pomorski, Pracownia na rzecz Wszystkich Istot, Stowarzyszenie Ekologiczne Eko-Unia, Stowarzyszenie Ekologiczno-Kulturalne „Wspólna Ziemia", Społeczny Instytut Ekologiczny, WWF Polska, Zielone Mazowsze, Związek Stowarzyszeń Polska Zielona Sieć.

Koalicja
Klimatyczna