

# Korzyści środowiskowe i zdrowotne jako efekt realizacji polityki klimatycznej i rozwoju energetyki rozproszonej

**Abstrakt:** Zanieczyszczenie powietrza uważane jest za znaczący czynnik ryzyka środowiskowego odpowiedzialny za przedwczesne zgony na całym świecie. Szacuje się, że każdego roku w Europie występuje ich około 400 tys. i są one związane z chorobami układu oddechowego, a także chorobami nowotworowymi, w szczególności z rakiem płuc. Zanieczyszczenie atmosfery przyczynia się do stanów zapalnych, a po długotrwałym oddziaływaniu powoduje uszkodzenia DNA. Ostatnie badania potwierdziły również, że pojawiające się symptomy depresji, chorób Parkinsona i Alzheimerza są związane z zanieczyszczeniem powietrza. Stale pogarszająca się jakość powietrza przy równoczesnym występowaniu wysokich temperatur związanych ze zmianami klimatycznymi znacznie zwiększa częstotliwość zastraszających się objawów chorobowych, hospitalizacji i zgonów. Rozwiązanie problemu jakości powietrza i pogłębianych się zmian klimatycznych jest obecnie jednym z priorytetowych celów polityki Unii Europejskiej. Jej działania skupiają się na redukcji emisji zanieczyszczeń, w tym gazów cieplarnianych, wprowadzaniu rozproszonych źródeł energii oraz oszczędności energii. Odnawialne źródła energii stały się narzędziem służącym ochronie środowiska. Skutki środowiskowe można przełożyć bezpośrednio na korzyści finansowe, w rozumieniu zysków z uniknięcia kosztów zdrowotnych spowodowanych złą jakością środowiska. Należy również zauważyć korzyści społeczno-ekonomiczne związane z nowymi lokalnymi miejscami pracy, które tworzy m.in. energetyka rozproszona.

**Słowa kluczowe:** jakość środowiska, zewnętrzne koszty środowiskowe, transformacja energetyczna, zdrowie człowieka

## Wstęp

Wskutek zanieczyszczenia środowiska i ocieplającego się klimatu wszystkie analizy modelowe przewidują pogorszenie się zdrowia społeczeństwa i znaczny wzrost umieralności (Stafoggia et al. 2006, Basu 2009, Hansel et al. 2016, Obradovich et al. 2018). Wiele badań naukowych potwierdza wpływ długotrwałego wdychania zanieczyszczonego powietrza na występowanie przewlekłych chorób układu krążenia i układu oddechowego, a także chorób nowotworowych, w szczególności raka płuc (de Bont et al. 2022,

Wang et al. 2022). Oddychanie zanieczyszczonym powietrzem przyczynia się do powstawania stanów zapalnych, a po długotrwałym narażeniu powoduje uszkodzenia DNA (Krzyżanowski et Cohen 2008, Raport HEAL 2013, Krzyżanowski 2016, Jędrak et al. 2017, Chen et al. 2019). Zanieczyszczenie powietrza jest najbardziej szkodliwe dla osób starszych, kobiet w ciąży, dzieci oraz pacjentów z chorobami współistniejącymi. Należy również zauważyć, że drobiny pyłu są nośnikami m.in. grzybów, bakterii i wirusów, co dodatkowo zwiększa zagrożenie dla zdrowia ludzi. Z badań przeprowadzonych w 2019 r. (Raport IQAir 2020) wynika, że Polska jest jednym z najbardziej zanieczyszczonych krajów w Europie. Wśród stu miast charakteryzujących się najgorszą jakością powietrza na Starym Kontynencie aż 29 znajduje się w Polsce (Raport IQAir 2020). Lelieveld et al. (2019) połączyli globalny model chemii atmosfery i klimatu z symulacją narażenia na zanieczyszczenie powietrza i dokonali szczegółowej analizy wpływu spalania paliw kopalnych na zdrowie i klimat. Badania wykazały, że emisje związane z paliwami kopalnymi odpowiadają za około 65% nadmiernej śmiertelności przypisywanej zanieczyszczeniu powietrza w skali świata.

Stan środowiska, a zwłaszcza zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego i jego negatywne skutki dla zdrowia, oraz szeroko rozumiana problematyka klimatyczna stały się jednym z najważniejszych tematów debaty publicznej. Coraz istotniejsza dla zrównoważonego rozwoju staje się produkcja energii. W przypadku Polski odchodzenie od węgla i transformacja energetyczna, bazująca w szczególności na źródłach rozproszonych, powinna być postrzegana jako

ogromna szansa na osiągnięcie założeń zrównoważonego rozwoju i celów klimatycznych. Nieuwzględnienie pełnych kosztów związanych ze zmianami klimatu i zanieczyszczeniem środowiska w dłuższej perspektywie pociągnie za sobą poważne konsekwencje gospodarcze i społeczne. Celem niniejszej pracy jest omówienie korzyści środowiskowych związanych z ograniczeniem zanieczyszczenia i zmniejszeniem ryzyka zdrowotnego, będących efektem zewnętrznych realizacji polityki klimatycznej, a w szczególności transformacji energetycznej.

## Polityka klimatyczna

Już w pierwszym raporcie Klubu Rzymskiego (Meadows et al. 1972) przedstawiono prognozy globalnych katastrof ekologicznych. Świadomość wzrostu światowego zapotrzebowania na energię spowodowała podjęcie kroków zmierzających do zmniejszenia zużycia paliw. W 1992 r. 150 krajów podpisało *Ramową konwencję Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu*. Wiązało się to z obowiązkiem podjęcia działań mających na celu osiągnięcie stabilizacji emisji gazów cieplarnianych w atmosferze, tak aby zapobiec globalnym zmianom klimatu. Protokół *Karty energetycznej* szczegółowo określał podstawowe zasady efektywności energetycznej i związane z nią aspekty ochrony środowiska. W 1997 r. Unia Europejska i państwa członkowskie podpisały protokół z Kioto, jednocześnie zobowiązując się do przeciwdziałania zmianom klimatu poprzez wdrożenie szeregu polityk, których najważniejszym celem było ograniczenia emisji CO<sub>2</sub>. W 2015 r. w Paryżu w ramach *21. Ramowej konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu* ustanowiono cel utrzymania globalnego wzrostu temperatury w tym stuleciu poniżej 2°C w porównaniu z epoką preindustrialną oraz podjęcie wysiłków na rzecz ograniczenia tego wzrostu do 1,5°C. Odpowiedzią Komisji Europejskiej na kryzys klimatyczny jest *Europejski Zielony Ład* – przyjęty w 2020 r. dokument, w którym przedstawiono strategię osiągnięcia neutralności klimatycznej do

2050 r. poprzez zamianę celów krótkoterminowych na bardziej ambitne. Następnie w 2021 r. Komisja Europejska przyjęła pakiet propozycji legislacyjnych *Fit for 55*. Regulacje mają na celu unowocześnienie istniejącego prawodawstwa zgodnie z celem UE w zakresie klimatu, tak aby do 2030 r. uzyskać poziom redukcji emisji gazów cieplarnianych co najmniej na poziomie 55% w porównaniu z 1990 r., a do 2050 r. osiągnąć neutralność klimatyczną. Proponowane regulacje odnoszą się w szczególności do sektora energetycznego, ale dotyczą również użytkowania gruntów, gospodarki leśnej oraz zrównoważonego i niskoemisyjnego transportu. W sektorze energetycznym transformacja koncentruje się na energetyce rozproszonej, modernizacji energetycznej budynków, ograniczeniu energochłonności, odzyskiwaniu ciepła, wykorzystaniu ciepła niskotemperaturowego i kogeneracji. Równoległe z polityką klimatyczną *Zielony Ład* propaguje sprawiedliwy, zdrowy i przyjazny środowisku system żywnościowy oparty na nietoksycznym rolnictwie, gospodarkę o obiegu zamkniętym, ochronę i odbudowę ekosystemów, bioróżnorodność i politykę zwalczania zanieczyszczeń. W ramach *Europejskiego Zielonego Ładu* Komisja Europejska ustanowiła tzw. Mechanizm Sprawiedliwej Transformacji. Fundusz na rzecz Sprawiedliwej Transformacji przewiduje przekazanie środków unijnych regionom najbardziej uzależnionym od spalania węgla i generującym znaczne ilości CO<sub>2</sub>. Dzięki wsparciu możliwe będzie uniezależnienie się regionów będących beneficjentami Funduszu od gospodarki opartej na paliwach kopalnych, a także zminimalizowanie negatywnych społeczno-ekonomicznych skutków transformacji i zadbanie o zdrowie i jakość życia mieszkańców.

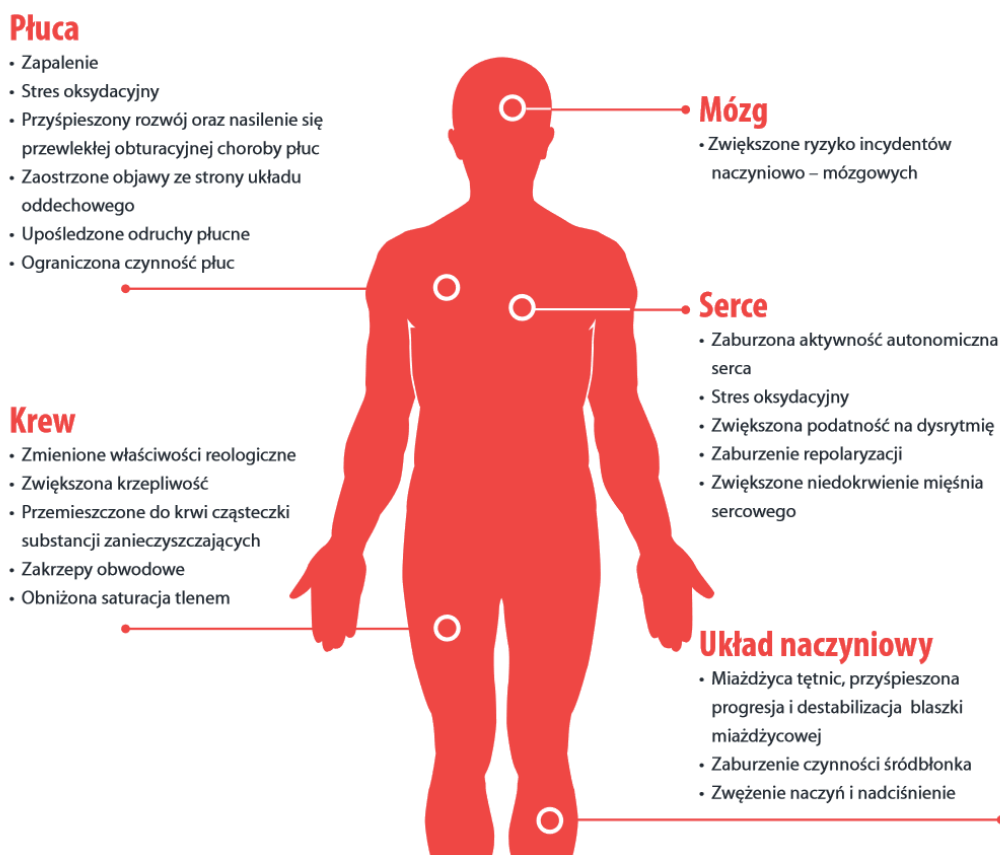
## Potencjalne korzyści z wycofywania się z paliw kopalnych

Już teraz można zauważyć znaczące straty ekonomiczne spowodowane globalnymi zmianami klimatu, których nieuwzględnienie pociąga za sobą także ogromne koszty gospodarcze i społeczne. Konsekwencje

klimatyczne mają istotny wpływ na światową produkcję, środowisko naturalne, bezpieczeństwo i życie ludzi. Stern (2007) zauważa, że mogą się one przyczynić do poważnych zakłóceń ekonomicznych i społecznych, i zwraca uwagę na konieczność podjęcia zdecydowanych działań mitygacyjnych i adaptacyjnych zwiększających odporność systemu i minimalizujących koszty. W swoich publikacjach Stern (2022) i Stern et al. (2022) podkreślają, że obecne koszty ograniczania emisji z pewnością byłyby mniejsze niż wydatki będące konsekwencją niepodjęcia takich działań. Badacze zwracają uwagę na ekstremalne zjawiska pogodowe i katastrofy oraz związane z nimi olbrzymie koszty, podkreślają również, jak duży wpływ na szeroko rozumianą gospodarkę mają obciążenie krajowego systemu opieki zdrowotnej, zmniejszona wydajność siły roboczej, rosnąca liczba hospitalizacji i zwolnień lekarskich.

Jak wspomniano we wstępie, istnieje znaczący związek przyczynowo-skutkowy pomiędzy długotrwałym wdychaniem zanieczyszczonego powietrza

a występowaniem takich chorób jak: astma, zapalenie oskrzeli, rozedma płuc, rak płuc czy choroby układu krążenia, przykładowo zawał mięśnia sercowego, niewydolność serca, choroba niedokrwienna serca, arytmia (Forastiere et al. 2008, Chen et al. 2019, Gayle et al. 2021). Stany zapalne i stres oksydacyjny wywołane kontaktem z zanieczyszczeniami mogą prowadzić do udaru niedokrwiennego lub innych schorzeń naczyń mózgowych (Costa et al. 2014, Shi et al. 2020, Watts et al. 2021). Ostatnie badania wykazały również zależność pomiędzy złą jakością powietrza a występowaniem zaburzeń depresyjnych (Fu et al. 2022). Szczególnie wrażliwe na zanieczyszczenia atmosferyczne są dzieci, gdyż w stosunku do wagi ciała wdychają więcej powietrza, częściej przebywają na zewnątrz, ich system immunologiczny oraz gospodarka enzymatyczna są niedojrzałe, a drogi oddechowe dopiero się rozwijają (Bowatte et al. 2015, Jędrak et al. 2017). Na Rys. 1 przedstawiono wpływ wdychania pyłów zawieszonych na zdrowie.



Rys. 1. Wpływ wdychania pyłów zawieszonych na zdrowie ludzkie. Na podstawie: APHEKOM (2012), *Summary Report of the Aphekom Project 2008–2011* (za: Raport HEAL 2013)

W Polsce zanieczyszczenie pochodzące z sektora energetyki węglowej powoduje około 3500 przedwczesnych zgonów i niemal 800 tys. utraconych dni pracy (Raport HEAL 2013). Oprócz zanieczyszczeń pyłowych i związków siarki bardzo niebezpieczne jest narażenie na wdychanie tlenków azotu, co wpływa zwłaszcza na rozwój płuc u dzieci (Barnett et al. 2012, MacIntyre et al. 2014). Tlenki azotu przyczyniają się także do powstawania szkodliwego dla ludzi ozonu (Ren et al. 2008, Chen et al. 2015). Do innych niebezpiecznych substancji emitowanych podczas spalania węgla należą metale ciężkie (w szczególności niebezpieczna rtęć, ale również ołów, kadm i cynk), a także zanieczyszczenia organiczne, tj. dioksyny czy wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne. Według badań przedstawionych w raporcie opracowanym przez Health and Environment Alliance (Raport HEAL 2013) w przypadku Polski koszty związane ze schorzeniami układu krążenia zostały oszacowane na 34,32 mld zł (8,2 mld euro), z czego 17,58 mld zł (4,2 mld euro) stanowią koszty ponoszone bezpośrednio na wydatki zdrowotne, a 16,74 mld zł (4 mld euro) to inne koszty związane z pogorszeniem się stanu zdrowia i obciążające podmioty trzecie. Analogiczne szacunki dla przewlekłych chorób układu oddechowego, oszacowane przez European Lung Foundation oraz European Respiratory Society, wynoszą 426,87 mld zł (102 mld euro) rocznie w krajach Unii Europejskiej (Raport HEAL 2013). W 2016 r. zewnętrzne koszty zdrowotne związane z niską emisją w Polsce wyniosły (w zależności od przyjętej metodyki) między 12,8 a 30 mld euro (Adamkiewicz 2020). W przeliczeniu na mieszkańca Polski, w zależności od zastosowanego modelu, zewnętrzny koszt zdrowotny niskiej emisji na osobę wynosił 300–800 euro, natomiast liczba zgonów wahała się w przedziale 19–22 tys. rocznie (Adamkiewicz 2020). Populacja Polski co roku traci około 392–495 tys. lat życia, a wskaźniki skrócenia długości życia związane z zanieczyszczeniem powietrza wynoszą 8–10,4 miesiąca dla terenów miejskich i 5,9–8,7 miesiąca dla obszarów pozamiejskich, w zależności od przyjętego scenariusza (Adamkiewicz 2020). Wszystkie powyżej opisane dolegliwości

zdrowotne wywołane złą jakością wdychanego powietrza w znaczącym stopniu obniżają produktywność i zwiększają koszty dla całej gospodarki.

Badania modelowe szacujące klimatyczne i zdrowotne skutki wykorzystania paliw kopalnych wskazują na potencjalne korzyści z ich wycofywania. Takie analizy przeprowadzili m.in. Lelieveld et al. (2019), wykazując, że realizacja polityki klimatycznej i rezygnacja z samych tylko paliw kopalnych pozwoli w skali świata uniknąć nadmiernej śmiertelności około 3,61 mln (w zależności od przyjętego scenariusza 2,96–4,21 mln) ludzi rocznie z powodu zanieczyszczenia powietrza.

Należy zauważyć, że badania jednoznacznie potwierdzają, iż równoczesne oddziaływanie wysokich temperatur oraz dużego zanieczyszczenia powietrza znacznie zwiększa częstotliwość zaostrzenia schorzeń układu krążenia i oddechowego, wskutek czego wzrasta liczba osób przyjmowanych do szpitala w czasie takiej pogody (Mills et al. 2015, Mills et al. 2016). Na każdy 1°C wzrostu średniej temperatury dla Europy, dwu- lub nawet trzykrotnie (w porównaniu ze średnią) zwiększy się całkowita liczba zgonów oraz hospitalizacji wśród pacjentów ze schorzeniami układu oddechowego (Stafoggia et al. 2008, Raport HEAL 2013). Według analizy przeprowadzonej na bazie wyników europejskiego projektu badawczego ExternE zanieczyszczenie powietrza powstałe na skutek wyprodukowanej z węgla kamiennego energii elektrycznej o wartości 1 TWh pociąga za sobą średnio 24,5 zgonu. Dla węgla brunatnego wartość ta wzrasta do 32,6 przedwczesnych zgonów na 1 TWh. Szacuje się, że wyprodukowanie takiej jednostki energii z węgla brunatnego przekłada się na 298 przypadków poważnych schorzeń układów oddechowego i krążenia oraz chorób naczyń mózgowych i 13 288 przypadków schorzeń mniej groźnych. Z kolei konsekwencją spalania węgla kamiennego jest średnio 225 poważnych i 17 676 mniej groźnych (Markandya et Wilkinson 2007, Raport HEAL 2013). Niepokoi zatem fakt, że po trwającej kilka dziesięcioleci tendencji spadkowej wykorzystanie węgla do produkcji energii elektrycznej w Europie znowu wzrasta. Surowiec ten w dalszym

ciągu stanowi na naszym kontynencie jedno z najważniejszych paliw energetycznych, szczególnie w obecnej sytuacji związanej z wojną w Ukrainie.

Stern (2022) zwraca uwagę, że w ciągu najbliższych 10–20 lat kluczowy wpływ na klimat będą miały inwestycje i – w zależności od przyjętych strategii – mogą one zminimalizować lub zwiększyć ryzyko poważnych zakłóceń ekonomicznych i społecznych wywołanych zmianami klimatycznymi. Zaznacza również, że likwidacja ewentualnych konsekwencji zakłóceń będzie trudna lub wręcz niemożliwa. W pierwszym swoim raporcie Stern (2007) oszacował, że niepodjęcie żadnych działań pociągnie za sobą ogólne koszty i ryzyko zmian klimatycznych przekładające się na coroczne straty na poziomie co najmniej 5% globalnego PKB. Uwzględnienie szerszego zakresu ryzyka i konsekwencji wykazuje, że strata rośnie do 20% PKB, a nawet więcej. Autor zwraca również uwagę, że niewspółmierne konsekwencje dotkną najuboższe państwa, o najmniejszych zdolnościach przystosowawczych. W swoich badaniach Stern zauważa, że podejmowanie aktywności przeciwdziałających zmianom klimatu na poziomie światowym jest w pełni zgodne z celem utrzymania światowego wzrostu gospodarczego, i szacuje, że inwestycje w gospodarkę o niskim wykorzystaniu węgla wymagać będą w latach 2013–2030 nakładów na poziomie około 0,5% całkowitego światowego PKB. Oznaczałoby to spadek wzrostu światowego PKB jedynie o 0,19% rocznie do 2030 r., co stanowi zaledwie częśćkę spodziewanego rocznego wskaźnika wzrostu PKB wynoszącego 2,8%. Badacz zwraca również uwagę, że koszty te mogą spaść poniżej tego poziomu, po uwzględnieniu zysków ze zmniejszonego zanieczyszczenia powietrza oraz ze zwiększenia bezpieczeństwa energetycznego i poprawy efektywności energetycznej (Stern 2007). W jednej z ostatnich publikacji Stern (2022) zauważa, że ze względu na spadające ceny czystych technologii koszty przejścia na zeroemisyjność stale maleją. Komitet ds. Zmian Klimatu Wielkiej Brytanii (The United Kingdom's Climate Change Committee) oszacował, że roczny koszt redukcji emisji gazów cieplarnianych do 0 netto wyniosłby około

0,5% PKB w 2050 r. (Committee on Climate Change 2020) – jest to znacznie mniejsza kwota niż przewidywano w 2019 r. (Committee on Climate Change 2019), kiedy roczny koszt osiągnięcia zeroemisyjności do 2050 r. został określony na poziomie 1–2% PKB w 2050 r. Należy również wziąć pod uwagę korzyści społeczno-ekonomiczne związane przykładowo z nowymi miejscami pracy, które powstaną lokalnie i będą związane z energetyką rozproszoną. Korzyści wynikające z podjęcia wczesnych i zdecydowanych działań mitygacyjnych znacznie przewyższają ekonomiczne koszty niepodjęcia żadnych kroków. Coraz większa liczba ekspertów uważa, że konieczne nakłady należy traktować jak inwestycje, które pozwolą uniezależnić się od coraz droższych i trudniej dostępnych paliw kopalnych oraz zwiększyć bezpieczeństwo energetyczne, a równocześnie ożywią sektor nowych technologii i stworzą nowe miejsca pracy.

## Podsumowanie

Globalne zmiany klimatu powodują ogromne straty. Rośnie zatem motywacja, by przeciwdziałać im w kompleksowy sposób. Nieuwzględnienie kosztów związanych ze zmianami klimatu przy ustalaniu cen rynkowych (m.in. paliw kopalnych) pociągnie za sobą ogromne konsekwencje gospodarcze i społeczne. Tymczasem korzyści środowiskowe można przełożyć bezpośrednio na korzyści finansowe w rozumieniu uniknięcia kosztów związanych z zaistnieniem negatywnych środowiskowych i zdrowotnych efektów zewnętrznych. Podstawowe dylematy środowiskowe i ekonomiczne sprowadzają się do takiego określenia sposobu i zakresu funkcjonowania krajowego sektora energetycznego, aby poszczególne technologie energetyczne, w tym źródła rozproszone, były wykorzystane w sposób najbardziej efektywny, przy uwzględnieniu obiektywnych przesłanek ekonomicznych i środowiskowych. Kompleksowe i interdyscyplinarne podejście do rozwoju energetyki powinno bazować na pełnym rachunku uwzględniającym szczegółową analizę obecnych kosztów zewnętrznych

odzwierciedlających negatywne skutki oddziaływania energetyki konwencjonalnej na środowisko i społeczeństwo. Zarówno w krótkiej, jak i w długiej perspektywie czasowej korzyści wynikające z podjęcia zdecydowanych działań znacznie przewyższają ekonomiczne koszty niepodjęcia żadnych kroków.

#### Bibliografia:

- Adamkiewicz Ł. (2020), *Koszty zdrowotne niskiej emisji w Polsce*, Zespół Roboczy ds. Wpływu Zanieczyszczeń Powietrza na Zdrowie przy Ministerstwie Zdrowia, Warszawa.
- Bar-Or D., Bar-Or R., Rael L.T., Brody E.N. (2015), *Oxidative Stress in Severe Acute Illness*, „Redox Biology” 4: 340–345.
- Barnett A.G., Williams G.M., Schwartz J., Neller A.H., Best T.L., Petroschevsky A.L., Simpson R.W. (2012), *Air Pollution and Child Respiratory Health: A Case-crossover Study in Australia and New Zealand*, „American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine” 171 (11): 1272–1278.
- Basu R. (2009), *High Ambient Temperature and Mortality: A Review of Epidemiologic Studies from 2001 to 2008*, „Environmental Health” 8: 40.
- de Bont J., Jaganathan S., Dahlquist M., Persson Å., Stafoggia M., Ljungman P. (2022), *Ambient Air Pollution and Cardiovascular Diseases: An Umbrella Review of Systematic Reviews and Meta-analyses*, „Journal of Internal Medicine” 291: 779–800.
- Bowatte G., Lodge C.J., Lowe A.J., Erbas B., Perret J., Abramson M.J., Matheson M., Dharmage S.C. (2015), *The Influence of Childhood Traffic-related Air Pollution Exposure on Asthma, Allergy and Sensitization: A Systematic Review and a Meta-analysis of Birth Cohort Studies*, „Allergy” 70: 245–256.
- Chen C.-H., Chan C.-C., Chen B.-Y., Cheng T.-J., Guo Y.-L. (2015), *Effects of Particulate Air Pollution and Ozone on Lung Function in Non-asthmatic Children*, „Environmental Research” 137: 40–48.
- Chen C.-H., Chih D.-W., Chiang H.-C., Chu D., Lee K.-Y., Lin W.-Y., Yeh J.-I., Tsai K.-W., Guo Y.L. (2019), *The Effects of Fine and Coarse Particulate Matter on Lung Function among the Elderly*, „Scientific Reports” 9 (1): 14790.
- Committee on Climate Change (2019), *Net Zero: The UK's Contribution to Stopping Global Warming*, Climate Change Committee, London.
- Committee on Climate Change (2020), *The Sixth Carbon Budget: The UK's Path to Net Zero*, Climate Change Committee, London.
- Costa L.G., Cole T.B., Coburn J., Chang Y.-C., Dao K., Roque P. (2014), *Neurotoxicants are in the Air: Convergence of Human, Animal, and in Vitro Studies on the Effects of Air Pollution on the Brain*, „BioMed Research International” 8: 736385.
- Forastiere F., Stafoggia M., Berti G., Bisanti L. et al. (2008), *Particulate Matter and Daily Mortality: A Case-crossover Analysis of Individual Effect Modifiers*, „Epidemiology” 19 (4): 571–580.
- Fu Z., Liu Q., Liang J., Weng Z., Li W., Xu J., Zhang X., Xu C., Huang T., Gu A. (2022), *Air Pollution, Genetic Factors and the Risk of Depression*, „Science of the Total Environment” 850: 158001.
- Gayle A.V., Quint J.K., Fuertes E.I. (2021), *Understanding the Relationships between Environmental Factors and Exacerbations of COPD*, „Expert Review of Respiratory Medicine” 15 (11): 39–50.
- Hansel N.N., McCormack M.C., Kim V. (2016), *The Effects of Air Pollution and Temperature on COPD*, „Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease” 13 (3): 372–379.
- Jędrak J., Konduracka E., Badyda A.J., Dąbrowiecki P. (2017), *Wpływ zanieczyszczeń powietrza na zdrowie*, <https://polskialarmsmogowy.pl/files/artykuly/1346.pdf> [dostęp: 7.10.2022].
- Krzyżanowski M. (2016), *Wpływ zanieczyszczenia powietrza pyłami na układ krążenia i oddychania*, „Lekarz Wojskowy” 1: 17–22.
- Krzyżanowski M., Cohen A. (2008), *Update of WHO Air Quality Guidelines*, „Air Quality, Atmosphere & Health” 1: 7–13.
- Lelieveld J., Klingmüller K., Pozzer A., Burnett R.T., Haines A., Ramanathan V. (2019), *Effects of Fossil Fuel and Total Anthropogenic Emission Removal on Public Health and Climate*, „Proceedings of the National Academy of Sciences” 116 (15): 7192–7197.
- MacIntyre E.A., Gehring U., Mölter A., Fuertes E., Klümper C. et al. (2014), *Air Pollution and Respiratory Infections during Early Childhood: An Analysis of 10 European Birth Cohorts within the ESCAPE Project*, „Environmental Health Perspectives” 122 (1): 107–113.
- Markandya A., Wilkinson P. (2007), *Electricity Generation and Health*, „The Lancet” 370 (9591): 979–990.
- Meadows D.H., Meadows D.L., Randers J., Behrens W.W. (1972), *The Limits to Growth. A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*, Universe Books, New York.
- Mills I.C., Atkinson R.W., Anderson H.R., Maynard R.L., Strachan D.P. (2016), *Distinguishing the Associations between Daily Mortality and Hospital Admissions and Nitrogen Dioxide from Those of Particulate Matter: A Systematic Review and Meta-analysis*, „BMJ Open” 6 (7): e010751.
- Mills I.C., Atkinson R.W., Kang S., Walton H.A., Anderson H.R. (2015), *Quantitative Systematic Review of the Associations between Short-term Exposure to Nitrogen Dioxide and Mortality and Hospital Admissions*, „BMJ Open” 5 (5): e006946.
- Obradovich N., Migliorini R., Paulus M.P., Rahwan I. (2018), *Empirical Evidence of Mental Health Risks Posed by Climate Change*, „Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America” 115 (43): 10953–10958.
- Raport HEAL (Health and Environment Alliance) (2013), *Niepełacony rachunek. Jak energetyka węglowa niszczy nasze zdrowie*, tłum. A. Dworakowska, [https://www.env-health.org/IMG/pdf/niepełacony\\_rachunek\\_jak\\_energetyka\\_weglowa\\_niszcz\\_nasze\\_zdrowie\\_full\\_report\\_final.pdf](https://www.env-health.org/IMG/pdf/niepełacony_rachunek_jak_energetyka_weglowa_niszcz_nasze_zdrowie_full_report_final.pdf) [dostęp: 7.10.2022].
- Raport IQAir (2020), *World's Most Polluted Cities* (dane za rok 2020), <https://www.iqair.com/world-most-polluted-cities> [dostęp: 9.10.2022].
- Ren C., Williams G.M., Morawska L., Mengersen K., Tong S. (2008), *Ozone Modifies Associations between Temperature and Cardiovascular Mortality: Analysis of the NMMAPS Data*, „Occupational and Environmental Medicine” 65 (4): 255–260.
- Shi L., Wu X., Yazdi M.D., Braun D., Awad Y.A., Wei Y., Liu P., Di Q., Wang Y., Schwartz J., Dominici F., Kioumourtzoglou M.-A., Zanobetti A. (2020), *Long-term Effects of PM<sub>2.5</sub> on Neurological Disorders in the American Medicare Population: A Longitudinal Cohort Study*, „Lancet. Planetary Health” 4 (12): 557–565.
- Stafoggia M., Forastiere F., Agostini D., Biggeri A., Bisanti L. et al. (2006), *Vulnerability to Heat-related Mortality: A Multicity, Population-based, Case-crossover Analysis*, „Epidemiology” 17 (3): 315–323.
- Stafoggia M., Forastiere F., Agostini D., Caranci N., de'Donato F. et al. (2008), *Factors Affecting In-hospital Heat-related Mortality: A Multi-city Case-crossover Analysis*, „Journal of Epidemiology and Community Health” 62 (3): 209–215.
- Stern N. (2007), *The Economics of Climate Change. The Stern Review*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Stern N. (2018), *Public Economics as if Time Matters: Climate Change and the Dynamics of Policy*, „Journal of Public Economics” 162: 4–117.
- Stern N. (2022), *A Time for Action Climate Change and a Time for Change in Economics*, „The Economic Journal” 132 (644): 1259–1289.
- Stern N., Stiglitz J., Taylor C. (2022), *The Economics of Immense Risk, Urgent Action and Radical Change: Towards New Approaches to the Economics of Climate Change*, „Journal of Economic Methodology” 29 (3): 181–216.

Wang L., Xie J., Hu Y., Tian Y. (2022), *Air Pollution and Risk of Chronic Obstructed Pulmonary Disease: The Modifying Effect of Genetic Susceptibility and Lifestyle*, „eBioMedicine” 79: 103994.

Watts N., Amann M., Arnell N., Ayeb-Karlsson S., Beagley J. (2021), *The 2020 Report of the Lancet Countdown on Health and Climate Change: Responding to Converging Crises*, „Lancet” 397 (10269): 129–170.

---

## Environmental and health benefits resulting from the implementation of climate policy and the development of distributed energy resources

**Abstract:** Air pollution is considered to be a significant environmental risk factor responsible for premature death worldwide. In Europe, it is estimated that 400,000 premature deaths each year are directly linked to cardiovascular and respiratory diseases, as well as cancer, in particular lung cancer. Atmospheric pollution contributes also to inflammation that finally causes DNA damage, emerging symptoms of depression, Parkinson's disease, or Alzheimer's.

Constant deterioration of ambient air quality with the simultaneous rising of temperatures due to climate change contributes even more to the occurrence of various disease symptoms, the risk of hospitalization and finally the deaths. Solving the problem of air quality and climate change is now one of the priority policy objectives of the European Union, which promotes an appropriate prevention meas-

ures such as reducing emissions of pollutants, including greenhouse gases, introducing dispersed energy sources and saving energy. Renewable energy sources also have become an excellent tool to protect the environment. Environmental benefits can be directly linked to financial benefits in terms of profits from avoiding health costs caused by poor environmental quality. Moreover the socio-economic benefits associated with new local jobs created in relation to distributed energy sources should also be noted.

**Keywords:** air quality, external environmental costs, energy transition, human health

---

**Dr hab. inż. Ewa Adamiec, prof. AGH**

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza  
Wydział Geologii, Geofizyki  
i Ochrony Środowiska  
eadamiec@agh.edu.pl



**Dr inż. Elżbieta Jarosz-Krzemińska**

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza  
Wydział Geologii, Geofizyki  
i Ochrony Środowiska  
ekrzeminska@agh.edu.pl

