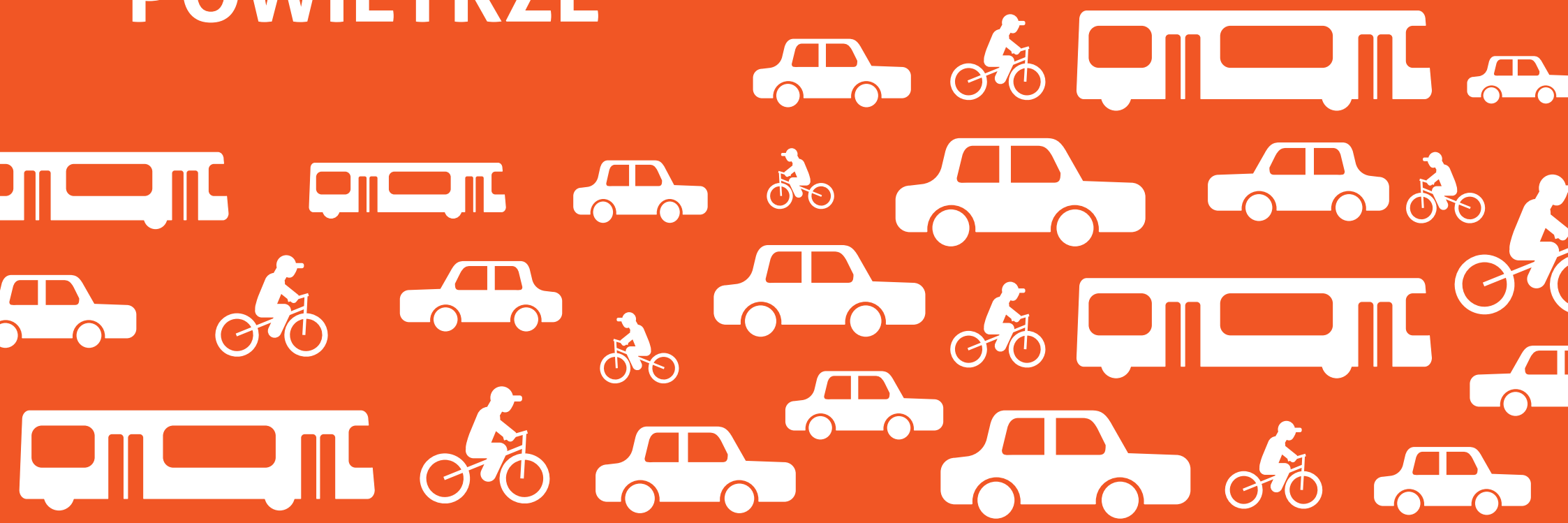




POWIETRZE



POWIETRZE

EKSPERTYZY

Jakub Jędrak *Polski Alarm Smogowy*

Zbigniew Karaczun *Katedra Ochrony Środowiska i Dendrologii SGGW*

Magdalena Kozłowska *Polski Alarm Smogowy*

REDAKCJA

Katarzyna Wierzbicka

PROJEKT GRAFICZNY

Monika Syposz

SPIS TREŚCI

3. CO TO JEST SMOG?

8. ŹRÓDŁA ZANIECZYSZCZEŃ POWIETRZA

18. WPŁYW LOKALNYCH I KRAJOWYCH PRZEPISÓW
NA JAKOŚĆ POWIETRZA

26. WDYCHAJĄC TRUCIZNĘ – WPŁYW ZANIECZYSZCZEŃ
POWIETRZA NA ZDROWIE I ŻYCIE

37. ZMIERZYĆ ZAGROŻENIE

46. DZIAŁAĆ NA POZIOMIE PARAFII

54. Z DOŚWIADCZEŃ DZIAŁACZKI: ROLA INICJATYW
SPOŁECZNYCH W WALCE ZE SMOGIEM

59. ŹRÓDŁA



Dofinansowano ze środków
Narodowego Funduszu
Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej



 **caritas**
laudato sí



**ŚWIATOWY RUCH KATOLIKÓW
NA RZECZ ŚRODOWISKA**

CO TO JEST SMOG?

W ciągu ostatnich lat, wiele się mówi o zanieczyszczeniu powietrza – o smogu. Sam termin smog, to zbitka dwóch angielskich słów: *smoke* (dym) i *fog* (mgła). Smog zazwyczaj występuje w chłodnej porze roku. W odpowiednich warunkach meteorologicznych, dym z domowych lub przemysłowych kominów i spaliny z rur wydechowych nie są dobrze rozpraszane, lecz gromadzą się blisko powierzchni ziemi. Te warunki, to przede wszystkim brak wiatru, a szczególnie tzw. inwersja termiczna – zjawisko polegające na wzroście temperatury wraz z wysokością, i blokujące tym samym pionowe mieszanie się powietrza. Smog najlepiej widać w miejscowościach położonych w dolinach lub kotlinach. Wystarczy wejść na odpowiednio wysokie wzniesienie, żeby w dole zobaczyć szarobrunatną „dymo-mgłę”. Jednak termin „smog” stał się też po prostu wygodnym synonimem wszelkich zanieczyszczeń powietrza. O jakie zanieczyszczenia tu chodzi?

Z punktu widzenia bezpośredniego wpływu na zdrowie i życie ludzkie, ważny jest przede wszystkim tzw. pył zawieszony (PM, od angielskiego *particulate matter*) oraz zanieczyszczenia gazowe: dwutlenek azotu (NO₂), dwutlenek siarki (SO₂), ozon (O₃) i tlenek węgla (CO).

Zanieczyszczenia gazowe to proste substancje chemiczne. Stąd, są one takie same, niezależnie od miejsca i sposobu swojego powstania, np. ozon w Mediolanie czy Los Angeles jest taki sam, jak ten w Krakowie. Niewielkie różnice związane są co najwyżej z udziałem poszczególnych izotopów każdego z pierwiastków (np. tlenu, węgla), z których te związki są zbudowane. Skład izotopowy zwykle nie ma jednak żadnego znaczenia dla zdrowia człowieka.

Inaczej sprawy się mają z pyłem zawieszonym, jest on bowiem substancją niejednorodną. W zależności od jego źródła i od przemian, jakim podlega w atmosferze, cząstki (nie cząsteczki!) pyłu mają różny rozmiar, kształt i skład chemiczny^{162 56}. Samo słowo pył kojarzy się z kurzem z ulicy, polnej drogi lub budowy – i rzeczywiście, w skład pyłu mogą wchodzić bardzo małe ziarenka piasku wywiane z pól czy czasem nawet przyniesione z Sahary. Niekiedy są to nawet bardzo małe kawałeczki plastiku. Nam chodzi tu jednak przede wszystkim o rozcieńczony dym i spaliny.

Najczęściej klasyfikujemy pył ze względu na rozmiar jego cząstek. PM 2,5 to wszystkie drobinki unoszące się w powietrzu, których średnica jest mniejsza niż 2,5 μm (mikrometra, inaczej mikrona). Podobnie definiujemy pył PM 10, PM 1, PM 0,1. PM 2,5 jest więc częścią PM 10. (Juda-Rezler i in. 2016)

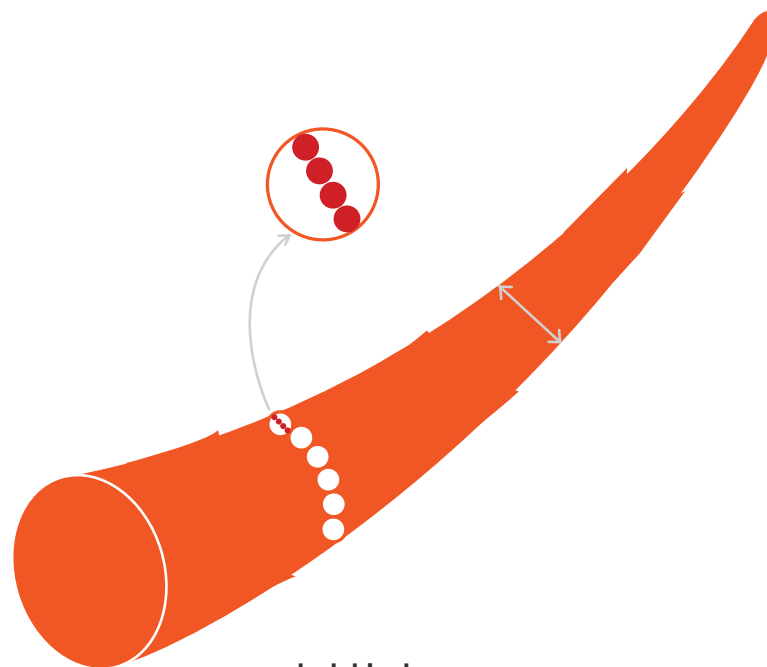
Zwykle dysponujemy danymi dla stężeń PM 10 i PM 2,5, ale już nie dla PM 1 czy PM 0,1. Tymczasem, to właśnie pyły grube – tj. cząstki większe niż 2,5 μm, ale mniejsze niż 10 μm – mają mniejszy wpływ na poważne zaburzenia zdrowia niż cząstki o średnicy poniżej 2,5 μm. Dzieje się tak dlatego, że cząstki pyłu większe niż 10 μm są filtrowane przez górne drogi oddechowe – stąd, poza podrażnieniem oczu i gardła, nie mają większego wpływu na zdrowie. Z punktu widzenia ochrony zdrowia, ważniejsze jest zatem stężenie PM 2,5 niż stężenie PM 10.

PM2,5
pył ze spalania, cząstki organiczne, metale itp.
średnica <2,5 μm

PM10
kurz, pyłki, pleśń itp.
średnica <10 μm



drobne ziarenko piasku
średnica 90 μm



ludzki włos
średnica 50-70 μm (mikrony)

PORÓWNANIE ROZMIARÓW LUDZKIEGO WŁOSA I ROZMIARÓW CZĄSTEK PYŁU PM 2,5 I PM 10

Sam rozmiar cząstek pyłu nie mówi nam jednak wszystkiego o jego własnościach, m.in. o wpływie na zdrowie. Istotny jest także skład chemiczny pyłu, który bywa bardzo zróżnicowany. Co więcej, może zmienić się w zetknięciu z zanieczyszczeniami gazowymi w atmosferze. W dodatku, z substancji gazowych takich jak amoniak, tlenki siarki i tlenki azotu powstają też tzw. pyły wtórne.

Pył występujący w atmosferze składa się z różnych substancji: innych w przypadku pyłu wtórnego, inny w przypadku pyłu pochodzącego z erozji gleby, a jeszcze innych w przypadku pyłu pochodzącego ze spalania paliw kopalnych i biomasy. W tym ostatnim przypadku, znaczną jego część stanowi **sadza** – to rodzaj pyłu, który nie tylko negatywnie wpływa na nasze zdrowie, ale także nasila ocieplanie się klimatu, m.in. poprzez przyspieszenie topnienia śniegu i lodu, na których osiada.

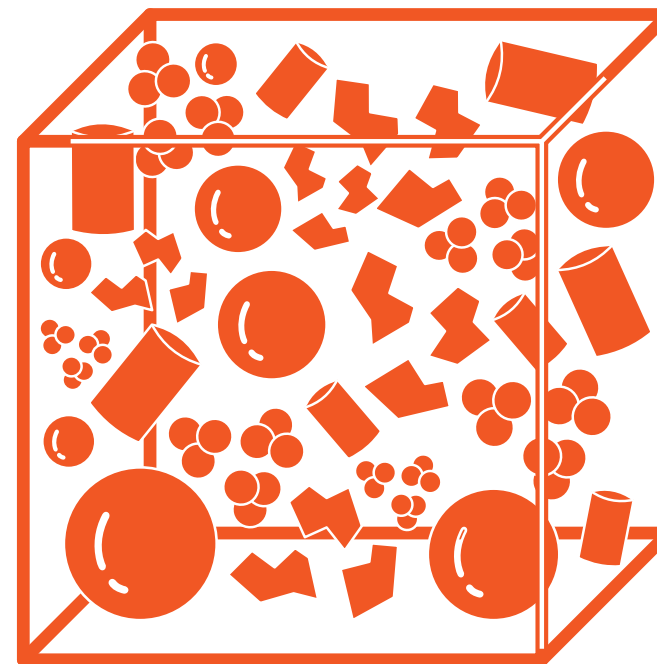
Pył może także zawierać metale, w tym metale ciężkie – żelazo, chrom, miedź, cynk, ołów, kadm, nikiel, arsen, oraz ich związki. Ponadto, jeśli źródłem pyłu jest spalanie węgla, drewna i pochodnych ropy naftowej, może on także zawierać wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA). WWA i ich pochodne (azaareny, nitro-WWA) są, z punktu widzenia ochrony zdrowia, bardzo ważną grupą związków chemicznych: część z nich ma udowodnione działanie rakotwórcze, inne są o to podejrzewane². Niektóre są mutagenne, tj. uszkodzają materiał genetyczny, wreszcie – wiele z nich wpływa również negatywnie na rozwijający się płód.

Te z WWA, które są najistotniejsze w kontekście szkodliwości dla zdrowia, występują przede wszystkim związane w pyle – nie „luzem” w powietrzu jako pojedyncze, swobodne molekuly⁶³. Najbardziej znanym WWA jest benzo[a]piren (B[a]P), reprezentujący całą rodzinę tych związków chemicznych. To właśnie dlatego, wymieniając najważniejsze zanieczyszczenia powietrza, nie trzeba wymieniać osobno B[a]P ani WWA jako grupy substancji.



Podobnie do WWA, również związki z grupy dioksyn (PCDD/F) występują w powietrzu głównie w formie związanej w pyłe zawieszonym. Jednak, w przeciwieństwie do WWA, w Polsce nie prowadzi się regularnych pomiarów stężeń dioksyn w powietrzu ^{23 57 150 151}.

Niezależnie od składu chemicznego pyłu, dobrym wyznacznikiem ogólnej szkodliwości drobnego pyłu jest jego masa: ryzyko większości skutków zdrowotnych narażenia rośnie proporcjonalnie do stężenia masowego (podawanego $\mu\text{g}/\text{m}^3$) PM 2,5 w powietrzu. Cennej informacji dostarcza też liczba cząstek pyłu (ang. *particle number*) w centymetrze sześciennym powietrza (niezależnie od ich rozmiarów, kształtu i masy). Mniejsze cząstki są zwykle groźniejsze dla zdrowia niż duże, mogą bowiem wnikać głębiej do naszego organizmu, a wręcz przedostawać się z płuc do układu krążenia. Inna będzie więc szkodliwość jednej dużej cząstki, a inna tysiąca małych, nawet jeśli w obu przypadkach całkowita masa jest taka sama. Jednak pomiary liczby cząstek nie są jeszcze standardowo prowadzone, więc zwykle nie dysponujemy takimi danymi.



CENTYMETR SZEŚCIENNY CZĄSTEK PYŁU

ŹRÓDŁA ZANIECZYSZCZEŃ POWIETRZA

Tak, jak zostało to wspomniane wyżej, **pył zawieszony** ma wiele źródeł: zarówno naturalnych, jak i antropogenicznych, czyli związanych z działalnością człowieka^{56 162}. Przykładem pyłu ze źródeł naturalnych może być ten pochodzący z wybuchów wulkanów, a także materiał pochodzenia biologicznego, np. wirusy, bakterie i zarodniki grzybów.

Antropogeniczne źródła pyłu to przede wszystkim spalanie biomasy, węgla i pochodnych ropy naftowej. Z tych źródeł pochodzą zarówno pyły emitowane bezpośrednio, tj. pierwotne, jak i pyły wtórne, tworzone w atmosferze z gazów emitowanych przy spalaniu paliw (tlenki azotu i siarki) i z rolnictwa (amoniak). Inne takie źródła to ścieranie opon i klocków hamulcowych lub pylenie związane z pracami górniczymi lub budowlanymi.

Podział na źródła naturalne i antropogeniczne nie jest jednak tak prosty, jak może się to wydawać. Do której grupy zaliczyć bowiem emisję pyłu związaną z pożarem lasu powstałym w wyniku podpalenia czy emisję związaną z erozją gleby, jeśli erozja spowodowana jest działalnością człowieka?

DWUTLENEK SIARKI (SO₂)

pochodzi ze spalania paliw kopalnych (np. węgla), które zawsze zawierają od pół procenta do kilku procent siarki. W trakcie spalania paliw, zawarta w nich siarka utlenia się do dwutlenku siarki, który – o ile nie stosuje się instalacji odsiarczania spalin – praktycznie w całości trafia do powietrza. SO₂ może później utlenić się w atmosferze do trójtlenku siarki (SO₃). Jeden i drugi w reakcji z wodą dają odpowiedni kwas – stąd kwaśne deszcze, które jeszcze kilka dekad temu były zmorą wielu krajów, w tym Polski.

DWUTLENEK AZOTU (NO₂)

powstaje z **tlenku azotu (NO)**, który w powietrzu utlenia się do NO₂. Z kolei, NO powstaje wtedy, gdy cokolwiek spala się nie w czystym tlenie, lecz – jak to ma zazwyczaj miejsce – w powietrzu, zawierającym około 78 proc. azotu. Azot z powietrza łączy się wówczas z tlenem, tworząc NO. Ilość powstałego w ten sposób dwutlenku azotu zależy m.in. od temperatury spalania – wydajność tworzenia NO rośnie bowiem razem z temperaturą. NO₂ i NO określane są jako tlenki azotu. Niemniej, azot tworzy z tlenem więcej związków – jednym z nich jest podtlenek azotu (N₂O), będący jest gazem cieplarnianym. Pod względem wpływu na zdrowie, najważniejszy jest jednak NO₂.

NAJWAŻNIEJSZE ZANIECZYSZCZENIA GAZOWE: POCHODZENIE I SKŁAD CHEMICZNY]

TLENEK WĘGLA (CO)

Innym ważnym zanieczyszczeniem jest tlenek węgla (CO), **inaczej czad**. Powstaje on w sytuacji niepełnego spalania paliw – gazu, węgla, drewna czy pochodnych ropy naftowej. Chodzi tu o spalanie przy niedostatecznym dostępie tlenu. W powietrzu zewnętrznym CO rzadko w występuje w ilościach na tyle dużych, by krótkie narażenie mogło wiązać się z istotnym ryzykiem ostrego zatrucia, choć i przewlekłe narażenie na niskie dawki jest nie bez znaczenia. Czad stanowi natomiast bardzo poważne zagrożenie w powietrzu wewnątrz budynków, gdzie może pochodzić bezpośrednio z urządzenia grzewczego lub np. z nieszczelnego przewodu kominowego. Chroniąc się przed smogiem, wiele osób ma tendencję do uszczelniania swojego domu lub mieszkania, by zredukować napływ zanieczyszczonego powietrza z zewnątrz. **Jeśli jednak do ogrzewania używamy kotła węglowego, starego typu kotła gazowego, albo choćby piecyka gazowego do grzania wody w łazience lub piekarnika gazowego w kuchni, uszczelnianie może mieć fatalne następstwa: możemy bowiem ulec zaccadzeniu.**

Warto tu przypomnieć, że w Polsce z powodu zaccadzenia umiera kilkaset osób rocznie⁶⁴. Całkowita liczba zatruc tlenkiem węgla, z których wiele kończy się trwałym inwalidztwem, jest wielokrotnie większa, i każdego roku sięga kilku tysięcy osób. Nawet jeśli nie dojdzie do ostrego zatrucia czadem, długotrwałe narażenie na zwiększone stężenia tego gazu może mieć niszczący wpływ na zdrowie. Koniecznie trzeba więc pamiętać o zaleceniach kominiarzy i strażaków dotyczących właściwej wentylacji, zwłaszcza w łazience i w kotlewni.

OZON

Kolejnym istotnym zanieczyszczeniem jest ozon – tzw. odmiana alotropowa tlenu. „Normalna” cząsteczka tlenu składa się z dwóch atomów tego pierwiastka (O_2), cząsteczka ozonu zaś z trzech (O_3). Dodatkowy atom tlenu łatwo się odłącza, dlatego ozon łatwo wchodzi w reakcje chemiczne i jest silnym utleniaczem. Wielu osobom ozon kojarzy się przede wszystkim z chroniącą nas przed promieniowaniem ultrafioletowym warstwą ozonową i problemem tzw. dziury ozonowej. Jest to słuszne skojarzenie. Warstwa ozonowa znajduje się jednak wysoko w stratosferze, a tu chodzi o ozon w powietrzu, którym oddychamy, czyli o tzw. **ozon troposferyczny – tj. występujący przy powierzchni ziemi.**

Obecność ozonu tuż nad powierzchnią ziemi jest częściowo skutkiem spływu ze stratosfery, jednak duża jego część powstaje z innych zanieczyszczeń (tzw. prekursorów ozonu) w reakcjach chemicznych zachodzących pod wpływem światła słonecznego¹⁶²: chodzi tu przede wszystkim o dwutlenek azotu (NO_2), ale ważną rolę w powstawaniu ozonu odgrywają też tlenek węgla CO, **metan** (CH_4) i **lotne związki organiczne** (LZO, ang. volatile organic compounds, VOCs). Przykładem tych ostatnich mogą być niedopalone składniki benzyny czy oleju napędowego, a także węglowodory pochodzące ze źródeł naturalnych, np. emitowane przez drzewa. **Co prawda, nie mamy wielkiego wpływu ani na następcę, ani na naturalną emisję LZO, jednak możemy i powinniśmy zmniejszać te emisje prekursorów ozonu, które wiąże się z naszą działalnością. Ozon jest bardzo istotnym zanieczyszczeniem nie tylko dlatego, że szkodzi naszemu zdrowiu, ale także dlatego, że szkodzi roślinom – również roślinom uprawnym, co może wpływać na wysokość plonów.** Ponadto, jest ważnym gazem cieplarnianym.

Za większość skutków zdrowotnych przypisywanych zanieczyszczeniom powietrza odpowiada pył zawieszony (wraz z zawartymi w nim związkami chemicznymi), a w dalszej kolejności - dwutlenek azotu (NO_2) i ozon (O_3) (SŁOWNICZEK 1). Zanieczyszczenia te występują powszechnie na całym świecie, i to zazwyczaj w stężeniach, które nie są obojętne dla naszego zdrowia i życia. Co więcej, **nie są to jedyne groźne substancje występujące we wdychanym przez nas powietrzu.**

Może wydać się zaskakujące, że wśród wymienionych gazowych zanieczyszczeń powietrza (SŁOWNICZEK 1) nie ma najważniejszych gazów cieplarnianych: dwutlenku węgla (CO_2) i metanu (CH_4). A to dlatego, że w stężeniach, w jakich **obecnie** występują one w powietrzu, żaden z nich bezpośrednio nie wpływa na ludzkie zdrowie. **Nie znaczy to jednak, że gazy te nie mogą być szkodliwe: w wielu miejscach stężenia CO_2 w powietrzu zewnętrznym są już na tyle wysokie (przynajmniej okresowo), że mogą negatywnie wpływać na samopoczucie, sprawność intelektualną i koncentrację** – podobnie, jak to ma miejsce w dusznych, niewietrzonych pomieszczeniach. Zbyt wysokie stężenie dwutlenku węgla zaczyna być zwykle odczuwalne po przekroczeniu 600-800 ppm (ang. *parts per million*, czyli części na milion), a złe samopoczucie nasila się, kiedy stężenie to jest wyższe niż 1000 ppm.



Tzw. stężenie tła – czyli mierzone daleko od źródeł emisji – dla CO₂ wynosi już ok. 415 ppm i szybko rośnie. Niewielkie wahania mają związek z porą roku i okresem wegetacyjnym. Jednak w miastach, gdzie źródeł CO₂ jest znacznie więcej w postaci pieców na węgiel, drewno i gaz, pojazdów spalinyowych lub zakładów przemysłowych, stężenia tego gazu w powietrzu zewnętrznym mogą być znacznie wyższe niż stężenie tła! Różnica zależy i od wielkości lokalnej emisji CO₂, i od warunków meteorologicznych. Już dziś zdarza się że stężenia CO₂ okresowo przekraczają 600 ppm, czasem sięgając nawet 950 ppm. Tak wysokie stężenia dwutlenku węgla utrudniają, a właściwie uniemożliwiają, wietrzenie budynków i zapewnienie odpowiedniej jakości powietrza w pomieszczeniach.



Mimo, że wiele zostało już powiedziane o sposobie tworzenia się poszczególnych zanieczyszczeń, do tej pory nie padła odpowiedź na dwa najważniejsze pytania: jaka jest jakość powietrza w Polsce? I kto w największym stopniu odpowiada za zanieczyszczenia?

Jeszcze do niedawna wiele osób uważało że to **przemysł** jest głównym źródłem zanieczyszczeń powietrza w naszym kraju. I rzeczywiście, zakłady przemysłowe emitują cały szereg szkodliwych zanieczyszczeń. Ich skład zależy od tego, co dany zakład produkuje. Na przykład, zanieczyszczeniem charakterystycznym dla hutnictwa miedzi jest **arsen** i jego związki.

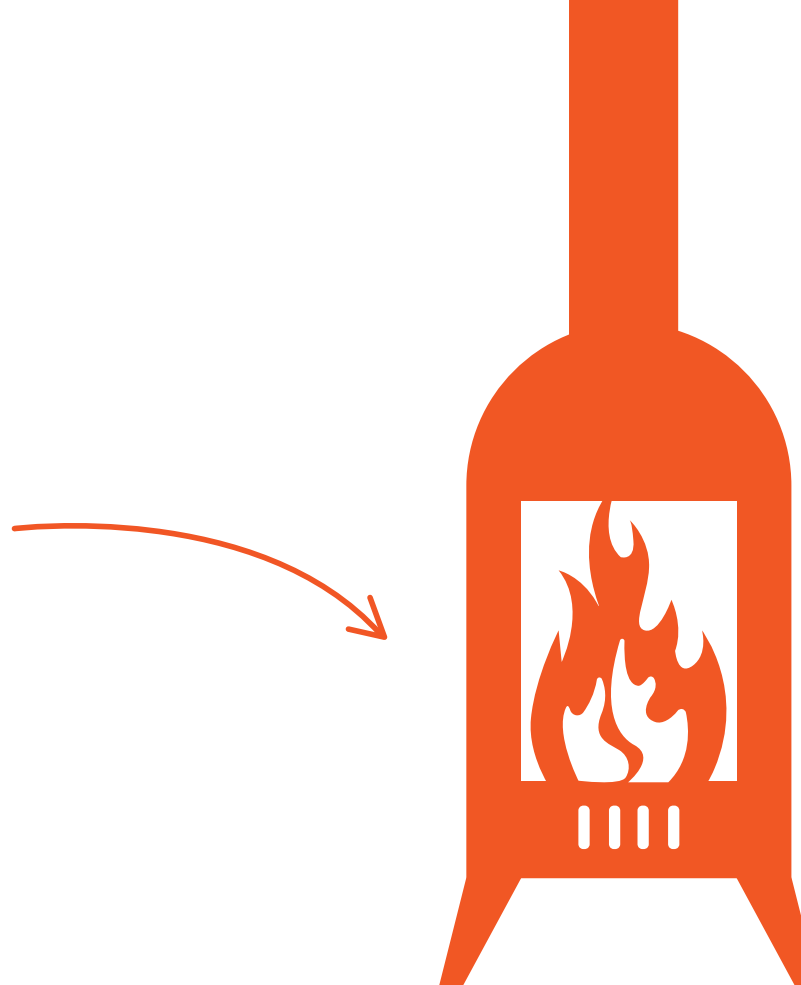
Inną często spotykaną substancją emitowaną przez przemysł jest **benzen** (C_6H_6) – najprostszy węglowodór aromatyczny. Nie należy mylić go z benzo[a]pirenem, choć podobnie jak B[a]P, **benzen jest substancją rakotwórczą**. Źródłem benzenu mogą być między innymi zakłady chemiczne (w tym petrochemia) oraz koksownie.

Zakłady przemysłowe – huty, koksownie, rafinerie, ale też np. zakłady produkujące płyty wiórowe – mogą być bardzo uciążliwe dla mieszkańców w ich pobliżu ludzi. Poza regularną emisją, w zakładach przemysłowych dochodzi czasem do awarii, podczas których emisja zanieczyszczeń bywa szczególnie wysoka. W wielu miejscach w Polsce (Dąbrowa Górnicza, Kraków, Skawina, Mielec, Szczecinek, Kędzierzyn-Koźle i wiele innych), mieszkańcy skarżą się na emisje z lokalnych zakładów przemysłowych.

Niekiedy nie wiemy jakie związki emituje dany zakład. Czasem wiemy, z jakimi substancjami mamy do czynienia, ale nie znamy ich stężeń w powietrzu. Wreszcie, zdarza się, że sprawa jest w pełni jasna – tak, jak w przypadku emisji arsenu z hut miedzi na Dolnym Śląsku: w 2016 r. w Głogowie średnie roczne stężenie arsenu w powietrzu wyniosło $12,6 \text{ ng/m}^3$, natomiast w 2017 r. już $30,23 \text{ ng/m}^3$ (według danych Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska we Wrocławiu). Norma zaś to 6 ng/m^3 .

Jednak, choć w wielu miejscach w Polsce wpływ przemysłu na jakość powietrza wciąż jest bardzo duży, główną przyczyną zimowych epizodów smogowych są w Polsce **domowe paleniska: piece, kotły i kominki**. Spala się w nich węgiel (często bardzo złej jakości), drewno, a nierzadko także odpady. Co ciekawe, ogromna większość węgla kamiennego zużywanego w gospodarstwach domowych w Unii Europejskiej spalana jest właśnie w polskich domach. **Domowe urządzenia grzewcze odpowiadają w Polsce za połowę całkowitej emisji zanieczyszczeń pyłowych i za ponad 80 proc. emisji WWA**. Co więcej, emisja tych zanieczyszczeń z innych źródeł rozkłada się mniej więcej równo na cały rok, a piece intensywnie dymią tylko przez kilka miesięcy. Ilość WWA i pyłu jest emitowanych do atmosfery zależy nie tylko od rodzaju i jakości opału, ale też od warunków jego spalania. Dlatego, nowoczesne kotły na paliwa stałe emitują zazwyczaj znacznie mniej pyłu i WWA niż w prymitywne urządzenia grzewcze. Zanieczyszczenia wydobywające się z kominów naszych domów i małych lokalnych kółtowni to właśnie słynna niska emisja, przy czym słowo niska odnosi się tu nie do ilości emitowanych zanieczyszczeń, a do wysokości kominu (poniżej 40 m).

W Polsce wciąż jest około 3,5 mln. pieców i kotłów na paliwa stałe, z czego około 3 mln. to przestarzałe urządzenia o niskiej sprawności energetycznej, emitujące ogromne ilości zanieczyszczeń, zwłaszcza jeśli używany jest opał niskiej jakości. A przecież emisja pyłu bardzo wzrasta w przypadku spalania węgla o dużej zawartości popiołu.



Wobec tych danych, przestaje dziwić skala problemu zanieczyszczeń powietrza w naszym kraju. **Polska, obok Bułgarii, ma najbardziej zanieczyszczone powietrze w całej Unii Europejskiej. Szczególnie wysokie są w naszym kraju stężenia rakotwórczego benzoapirenu (B[a]P).**

Tam, gdzie mowa o paleniu w domowych piecach, szczególnie materiałami bardzo niskiej jakości, nie sposób nie wspomnieć o wpływie, jaki na jakość powietrza wywiera **palenie śmieci**. Spalanie odpadów, a szczególnie przedmiotów z tworzyw sztucznych, odpowiada za ogromną ilość groźnych substancji ^{45 68 106 108 124 125}. Poza związkami chemicznymi o dobrze znanej szkodliwości – pyłem (sadzą), WWA, dioksynami (PCDD/F), cyjanowodorem, chlorowodorem, benzenem, styrenem czy formaldehydem – chodzi też o związki znacznie bardziej tajemnicze, o trudnych do wymówienia nazwach, nieznane nawet niektórym specjalistom.

Przykłady takich związków, to m.in. estry kwasu ftalowego (ftalany), bromowane etery difenylowe (PBDE) czy bromowane odpowiedniki dioksyn (PBDD/F). Ich wpływ na środowisko i zdrowie ludzkie jest wciąż przedmiotem badań. Wiadomo jednak, że długo pozostają w środowisku i nie są obojętne dla naszego zdrowia: część z nich ma dowiedziony, negatywny wpływ na gospodarkę hormonalną ^{5 106}, a także na rozwijające się w łonie matki płód.

Niektóre z wyżej wymienionych zanieczyszczeń (pył, WWA, dioksyny, tlenek węgla) powstają także przy spalaniu węgla i drewna, ale część jest charakterystyczna dla spalania tworzyw sztucznych. **Spalanie odpadów, poza przeznaczonymi do tego celu profesjonalnymi instalacjami, jest w Polsce nielegalne**. Niestety, jest również powszechne. W gospodarstwach domowych odpady spala się w piecach i kotłach centralnego ogrzewania, ale także na



otwartej przestrzeni, np. w ogniskach. To zjawisko, określane angielskim terminem open waste burning (OBW), występuje na całym świecie, zwłaszcza w krajach rozwijających się ¹²⁵.

Z drugiej strony, nie prawdą, że spalanie odpadów jest główną przyczyną występowania smogu. Substancje powstające przy spalaniu odpadów są raczej bardzo toksycznym dodatkiem do i tak wysoce szkodliwego koktajlu pochodzącego ze spalania węgla, drewna i pochodnych ropy naftowej. Nie oznacza jednak, że możemy bagatelizować proceder nielegalnego palenia śmieci, który ma bardzo groźny wpływ zarówno na środowisko i ludzkie zdrowie. Tym bardziej, że **w ciągu kilku ostatnich lat w Polsce nasiliło się zjawisko pożarów składowisk odpadów. Z punktu widzenia ochrony zdrowia i środowiska, każde takie zdarzenie jest katastrofą, w wyniku której skażeniu ulega nie tylko powietrze, ale także gleba i rośliny, a wraz z nimi żywność – szkodliwe substancje trafiają zatem do łańcucha pokarmowego.**

Do skażenia gleb i roślinności dochodzi też w przypadku spalania odpadów w gospodarstwach domowych. Dzieje się tak zarówno podczas spalania odpadów na otwartej przestrzeni, jak i wtedy, gdy odpady spalone są w domowych paleniskach. W tym drugim przypadku, gleba może być skażona przez opadający z komina pył lub przez popiół z palenisk ¹⁵¹.

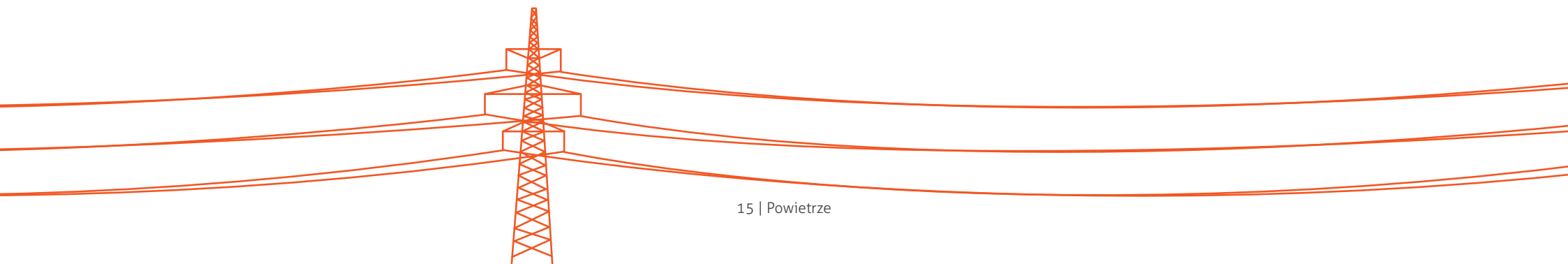
Zawodowa energetyka – **elektrownie i elektrociepłownie** – spalają wprawdzie kilkukrotnie więcej węgla kamiennego w skali roku niż gospodarstwa domowe, jednak emitują dużo mniej pyłu i nieporównanie mniej WWA niż domowe piece, i tylko niewiele więcej dwutlenku siarki. A przecież poza węglem kamiennym, energetyka spala też ogromne ilości węgla brunatnego! Te – zaskakujący na pierwszy rzut oka – różnice wynikają z zupełnie innych niż domowe warunków spalania, jakie panują w kociołkach elektrowni. Poza tym, elektrownie i elektrociepłownie korzystają z instalacji odpylających i odsiarczających spaliny.

Nie oznacza to jednak, że sektor energetyczny nie wpływa na środowisko i na ludzkie zdrowie: zarówno węgiel kamienny, jak i brunatny zawierają bowiem m.in. **rtęć**. To właśnie z tego powodu, **zawodowa energetyka wciąż jest głównym źródłem emisji rtęci w Polsce, emitując jej kilka ton rocznie** (choć szacunki mogą być obciążone dużymi błędami). Z drugiej strony, emisje rtęci z energetyki powinny w najbliższych latach spaść ze względu na nowe przepisy i zaostrzone limity emisji tego pierwiastka.

Nie zmienia to jednak faktu, że większość spalanego węgla kamiennego i praktycznie cały wydobywany węgiel brunatny zużywają w Polsce elektrownie i elektrociepłownie – stąd, energetyka jest głównym źródłem najważniejszego gazu cieplarnianego: dwutlenku węgla, odpowiadając za blisko połowę jego krajowej emisji. Ponadto, inaczej niż w przypadku NO₂, SO₂ czy nawet rtęci, na emisję CO₂ nie pomagają żadne relatywnie proste zabiegi techniczne, tj. filtry czy odsiarczanie.

Przy całkowitym spalaniu, emisja dwutlenku węgla rośnie wraz z jego ilością w danym paliwie, np. węgla kamiennym lub brunatnym, gazie ziemnym czy biomasie. Nie jest to kwestią technologii, ale praw chemii. To właśnie dlatego aktywiści klimatyczni, zainteresowani głównie emisją dwutlenku węgla, mówią przede wszystkim o energetyce, a aktywiści antysmogowi – o domowych paleniskach i samochodach.

Energetyka wciąż pozostaje jednak ważnym źródłem tlenków azotu, nawet stosowania instalacji i zabiegów zmniejszających emisję tych związków.





Pierwszym i najważniejszym źródłem tlenków azotu są jednak silniki spalinowe, zwłaszcza **silniki Diesla**.

Choć stężenia NO₂ w polskich miastach są na razie niższe niż w wielu miastach tzw. Starej Unii, to wiele wskazuje na to, że w najbliższym czasie zanieczyszczenie powietrza dwutlenkiem azotu będzie u nas coraz większe – a to ze względu na masowy napływ używanych samochodów z Europy zachodniej do Polski, szczególnie właśnie pojazdów z silnikiem Diesla.

Nie jest to zjawisko nowe, ale nasila się wraz z wprowadzaniem coraz bardziej restrykcyjnych ograniczeń w poruszaniu się takimi pojazdami po miastach Starej Unii.

Nawet względnie nowe auta z silnikiem Diesla emitują często znacznie więcej tlenków azotu niż wynikałoby to z dość restrykcyjnych norm emisji spalin, które pojazdy te teoretycznie powinny spełniać. To konsekwencja słynnej afery Dieselgate – oszustw, jakich dopuszczała się producenci samochodów, głównie niemieccy.

Co gorsza, w Polsce przeciętne osobowe auto z silnikiem Diesla zazwyczaj emituje z rury wydechowej dużo więcej pyłu niż auta w państwach Europy zachodniej. Dzieje się tak z dwóch powodów: po pierwsze dlatego, wiele pojazdów używanych w naszym kraju pochodzi z czasów, kiedy normy emisji spalin było znacznie łagodniejsze niż obecnie. Takie pojazdy emitują więc znacznie więcej pyłu niż współczesne, fabrycznie nowe auta. Po drugie: w Polsce z nowszych pojazdów masowo usuwa się filtry cząstek stałych (ang. *Diesel particulate filter, DPF*), co bardzo zwiększa emisję pyłu. Motoryzacja odpowiada za istotną część emisji pyłu, szczególnie tego najdrobniejszego (PM 0,1), oraz sadzy. Poza zanieczyszczeniami emitowanymi z rur wydechowych, jego źródłem jest ścieranie opon oraz klocków i tarcz hamulcowych, a także unoszenie pyłu zalegającego na jezdni.

jakość powietrza nie zależy wyłącznie od tego, ile zanieczyszczeń wypuszczanych jest do atmosfery: do czynników wpływających na zanieczyszczenie powietrza należą także warunki meteorologiczne

Wreszcie, trzeba pamiętać, że jakość powietrza nie zależy wyłącznie od tego, ile zanieczyszczeń wypuszczanych jest to atmosfery: do czynników wpływających na zanieczyszczenie powietrza należą także warunki meteorologiczne. To od nich zależy bowiem rozpraszanie się zanieczyszczonego powietrza oraz ilość opał potrzebny na ogrzanie domu lub mieszkania. Pogoda jest jednak czynnikiem niestającym, bo może bardzo zmieniać się w czasie. Wprawdzie nie mamy na nią wpływu, ale możemy regulować inne czynniki, od których zależy stan powietrza.

Jakością powietrza od lat rządzi w Polsce prawie wyłącznie pogoda – gdy tylko wystąpią niekorzystne warunki meteorologiczne, wysokie emisje zanieczyszczeń przekładają się na ich wysokie stężenia. Wyjątkiem jest Kraków, gdzie zlikwidowano ogromną większość palenisk na węgiel i drewno, co przelożyło się na zauważalną poprawę stanu powietrza niezależną od pogody.

Ostatnio z roku na rok można też zaobserwować niewielki spadek stężeń PM 2,5, PM 10 i benzoapirenu. Wynika to jednak przede wszystkim z coraz łagodniejszych zim, które z kolei są skutkiem gwałtownie ocieplającego się klimatu.

WPŁYW

LOKALNYCH I KRAJOWYCH PRZEPISÓW NA JAKOŚĆ POWIETRZA

Szukając źródeł zanieczyszczeń powietrza, nie sposób pominąć znaczenia lokalnych i krajowych polityk – to właśnie decyzje polityczne i administracyjne mogą zobowiązać – lub nie – poszczególne zakłady i obywateli do spełniania odpowiednich norm, dbając tym samym o zdrowie mieszkańców danego kraju lub regionu.

Niestety, w Polsce od początku lat 90-tych trudno jest mówić o wyraźnym spadku emisji: zarówno w przypadku większości zanieczyszczeń szkodliwych dla zdrowia, jak i w przypadku gazów cieplarnianych ¹⁴⁴. Pokazuje to wyraźnie, że nasz kraj nie przykładął zbyt dużej wagi do zmniejszania emisji zanieczyszczeń szkodliwych dla ludzi i środowiska.

JAK ZEPSUĆ POWIETRZE: KRÓTKI RYS HISTORYCZNY

Przez wiele lat, dostęp do własnych surowców energetycznych był istotnym elementem przewagi konkurencyjnej na rynku. Dysponując dostępem do taniej energii, państwa uzyskiwały przewagę konkurencyjną poprzez umożliwienie rozwoju wielu branżom gospodarki, m.in. sektorom energochłonnym: hutnictwu czy przemysłowi chemicznemu, petrochemicznemu itp. Szansę tę wykorzystywała Polska. Uzyskując po II Wojnie Światowej dostęp do znaczących złóż węgla kamiennego oraz odkrywając złoża węgla brunatnego, rozwijała aktywnie ich wydobycie opierając produkcję energii na spalaniu tych surowców. Pozwoliło to na industrializację kraju i rozwój wielu sektorów gospodarki. O słuszności wyboru tej drogi utwierdził rządzących szok naftowy lat 70., gdy gwałtowne podniesienie cen ropy naftowej przez kraje OPEC spowodowało kryzys w krajach, w których energetyka uzależniona była od tego surowca.

Niemniej, na przełomie lat 70. i 80. zaczęto dostrzegać negatywne konsekwencje tego kierunku rozwoju.

Jakość środowiska przyrodniczego zaczęła się gwałtownie pogarszać, aby w drugiej połowie lat 80. osiągnąć rekordowo zły poziom. Tworzyło to znaczne zagrożenie dla jakości życia oraz zdrowia Polek i Polaków. W 1985 roku ukazało się opracowanie *Przestrzenna diagnoza ochrony środowiska w Polsce*⁶⁰,

które stało się podstawą do wyznaczenia na terenie kraju tzw. obszarów ekologicznego zagrożenia – stref, w których znacząco przekroczone były normy jakości środowiska w odniesieniu do co najmniej dwóch elementów. Zajmowały one obszar ok. 35 tys. km², stanowiąc tym samym 11 proc. powierzchni Polski i będąc miejscem zamieszkania ponad 35 proc. Polek i Polaków.

Większość obszarów ekologicznego zagrożenia wyznaczono ze względu na złą jakość powietrza. Było to przede wszystkim konsekwencją masowego spalania węgla w energetyce oraz emisji przemysłowych.

Stało się to asumptem do podjęcia przez ówczesne władze próby naprawy tej sytuacji. W 1988 roku opublikowano *Narodowy program ochrony środowiska do 2010 roku*⁷⁵. Był to pierwszy dokument definiujący cele polityki ekologicznej Polski. Niestety, nie tylko nie zakładał on poprawy jakości powietrza, ale wręcz prognozował, że wielkość emisji będzie nadal rosta. Przewidywano, że z rekordowo wysokiego poziomu z roku 1988 – ok. 4,2 mln ton SO₂, 1,55 mln ton NO_x oraz ok. 3,4 mln ton pyłów – wzrośnie ona do ok. 6 mln ton SO₂, 3 mln ton NO_x oraz niemal 5 mln ton pyłów w 2010 roku. Energetyka i przemysł odpowiedzialne były odpowiednio za 74,6, 60 i 70,6 proc. emisji tych zanieczyszczeń.⁴²



- 1991 -



Gdyby prognoza zawarta w *Narodowym programie...* sprawdziła się, Polsce groziłaby prawdziwa katastrofa ekologiczna: masowe zamieranie lasów, które już wtedy bardzo chorowały, szczególnie na południu kraju, skokowy wzrost zachorowań na choroby układu oddechowego oraz krążenia, a także znaczący wzrost ilości przedwczesnych zgonów. Na szczęście, sytuację zmieniła transformacja polityczno-gospodarcza zapoczątkowana wiosną 1989 roku rozmowami Okrągłego Stołu.

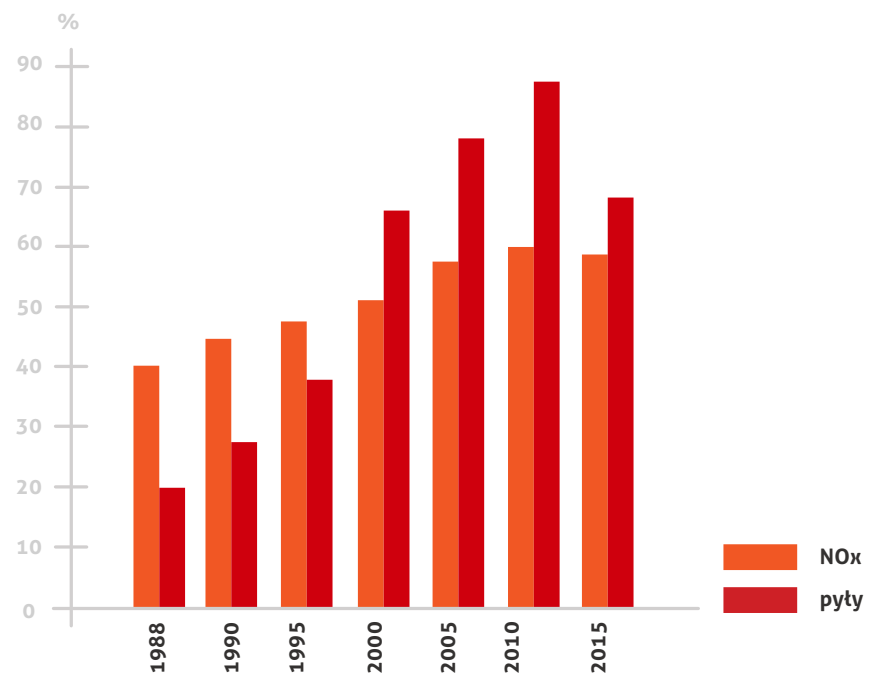
Ochrona środowiska była jednym z obszarów okrągłostołowych negocjacji. Ogólna świadomość fatalnego stanu środowiska spowodowała, że obie strony szybko doszły do porozumienia.

Konsekwencją zmiany systemu politycznego było przyjęcie w 1991 roku pierwszej, prawdziwej, aktywnej polityki ekologicznej państwa¹¹⁷. Wśród przyjętych w niej priorytetów, za najważniejsze uznano m.in. szybką poprawę jakości powietrza atmosferycznego. Dzięki temu stworzono *Listę 80* – na poziomie ogólnopolskim – i *Listę 800* – na poziomie regionalnym: odpowiednio 80 i 800 zakładów przemysłowych, mających największy w Polsce wpływ na jakość środowiska, zostały objęte specjalnym nadzorem służb

ochrony środowiska. Dzięki temu, w stosunkowo krótkim czasie udało się znacznie zmniejszyć ilości odprowadzanych przez nie zanieczyszczeń.

W konsekwencji, już w 1991 roku emisja SO₂ była o blisko 1 mln Mg mniejsza niż dwa lata wcześniej (o około 25 proc.) i wyniosła 3,2 mln Mg. Jeszcze bardziej – aż o około połowę – zmniejszyła się emisja pyłów, która w 1991 roku wyniosła 1,68 mln Mg. Nadal głównym źródłem emisji były energetyka i przemysł, odpowiedzialne w 1991 roku za 70,2 proc. emisji SO₂, 67,1 proc. emisji pyłów i 64,3 proc. emisji Nox⁴³.

Dzięki wdrażaniu kolejnych programów proekologicznych, w kolejnych latach emisja z tych źródeł nadal malała. Wzrastała za to poziom emisji z samochodów oraz indywidualnych kotłów do ogrzewania. Wskutek tych zmian, od początku XXI wieku to właśnie motoryzacja i tzw. niska emisja ma decydujące znaczenie dla jakości powietrza w Polsce.



**UDZIAŁ ŹRÓDEŁ LOKALNYCH ORAZ MOBILNYCH
W EMISJI CAŁKOWITEJ TLENKÓW AZOTU I PYŁÓW W LATACH 1988 – 2015**

Opracowanie własne na podstawie danych GUS: 1989, 2012, 2017

Jak na ironię, sukces programu ograniczania zanieczyszczeń odprowadzanych przez energetykę i ze źródeł przemysłowych sprawił, że mało poparcie dla działań mających na celu dalsze obniżanie emisji. W ochronie środowiska i klimatu zaczęto widzieć barierę dla szybkiego rozwoju gospodarczego. W konsekwencji, od przetomu lat 90. i dwutysięcznych, cele polityki ekologicznej zaczęły się rozmijać z celami polityki energetycznej oraz transportowej. O ile bowiem ta pierwsza wskazywała na potrzebę stałej poprawy jakości powietrza, te drugie wspierały dalszy rozwój energetyki opartej na spalaniu paliw kopalnych oraz masowy rozwój transportu samochodowego. Dynamika inwestycji w ograniczanie emisji przemysłowych spadła, nie było też poważniejszych prób rozwoju odnawialnych źródeł energii.

Co gorsza, w 2003 roku przestały obowiązywać normy jakości dla węgla sprzedawanego do gospodarstw domowych: od tego czasu można było palić odpadami węglowymi: mułem, flotokoncentratem oraz węglem o wysokiej zawartości popiołu i siarki, choć zawarty w węglu popiół bardzo zwiększa emisję pyłu, a wysoka zawartość siarki w paliwie bezpośrednio przekłada się na większą emisję dwutlenku siarki.

Nie dość, że pogorszyła się jakość węgla, to bardzo zdrożały też gaz ziemny i olej opałowy – paliwa znacznie lepsze z punktu widzenia jakości powietrza. Wiele osób zmieniło więc kocioł opalany gazem lub olejem z powrotem na kocioł węglowy.

Ponadto, do niedawna przez całe lata nie było żadnych norm dla nowych kotłów węglowych sprzedawanych na rynku detalicznym. Z tego powodu, do nowo budowanych polskich domów każdego roku trafiały dziesiątki tysięcy tzw. kopciuchów – przestarzałych urządzeń emitujących ogromne ilości zanieczyszczeń.

Przystąpienie Polski do Unii Europejskiej i zniesienie ceł na samochody sprowadzane z krajów unijnych doprowadziły do zalania Polski używanymi pojazdami, najczęściej spełniającymi jedynie niskie standardy emisyjne. Choć coraz bardziej zdawano sobie sprawę, że jakość powietrza, zwłaszcza na terenach zurbanizowanych, jest bardzo zła, to także samorządy nie podejmowały bardziej stanowczych działań aby sytuację tę zmienić.

PRZEŁOM

Do zmiany doszło w 2016 roku. 15 stycznia Sejmik Województwa Małopolskiego, pod naciskiem nasilających się protestów mieszkańców domagających się poprawy jakości powietrza, przyjął pierwszą w Polsce tzw. uchwałę antysmogową¹¹⁹. Pierwsza próba przyjęcia uchwały antysmogowej dla Krakowa miała wprawdzie miejsce już w roku 2013, ale została zaskarżona. Powołując się na ustawę o samorządzie i ustawę Prawo ochrony środowiska, radni uznali, że dla zapewnienia lepszej ochrony zdrowia ludzi i na środowiska należy od 1 września 2019 roku wprowadzić w granicach Gminy Miejskiej Kraków zakaz stosowania w piecach domowych innych paliw niż gaz oraz lekki olej opałowy. Rok później podobną uchwałę przyjęto dla pozostałej części województwa małopolskiego¹¹⁸ – ta jednak była nieco mniej restrykcyjna, bo nie zakazywała używania paliw stałych takich jak węgiel i drewno.

W kolejnych miesiącach i latach przepisy w tym zakresie zaczęły przyjmować także inne miasta i województwa. Głównym tego powodem był wzrost wiedzy o wpływie powietrza na bezpieczeństwo i jakość życia oraz świadomości, że jego zły stan jest powodem przedwczesnej śmierci prawie 50 tys. Polek i Polaków każdego roku. W większości miast i województw, w których wprowadzono uchwały antysmogowe, stworzono także programy wspierające wymianę starych, wysokoemisyjnych kotłów na bardziej nowoczesne i niskoemisyjne instalacje – w tym także



przyłączanie mieszkań i domów do sieci ciepłowniczej. Najszerszy i najbardziej ambitny z nich zrealizowano w Krakowie, gdzie pomiędzy 2017 a 2019 rokiem zlikwidowano ponad 26 tysięcy „kopciuchów”¹⁴⁰. Znacznie wolniej następuje zmiana źródeł ciepła w tzw. „krakowskim obwarzanku” – głównie z braku funduszy oraz z powodu wielkiej liczby instalacji wymagających wymiany.¹⁴⁹ Równie wolno dochodziło do wymiany pieców w Warszawie. Dlatego jesienią 2019 roku zmieniono zasady przyznawania dotacji do wymiany pieców, zwiększono jej wysokość i rozpoczęto szeroką akcję informowania mieszkańców o możliwości uzyskania dotacji na inwestycje (Fot. 1). Zgodnie z planami miasta, wszystkie piece powinny zostać zlikwidowane do końca 2022 roku.



Reklama stołecznego programu dofinansowania wymiany pieców w warszawskim metrze. Listopad 2019 rok (Fot. Zbigniew M. Karaczun).]

Większą aktywność samorządów na rzecz ochrony powietrza umożliwiło podpisanie przez Prezydenta Andrzeja Dudę w październiku 2015 roku tzw. poprawki antysmogowej – nowelizacji art. 96 ustawy *Prawo ochrony środowiska*, umożliwiającej samorządom wprowadzanie ograniczeń w zakresie stosowania paliw w piecach domowych. W kolejnych latach, weszły nowe przepisy, m.in. ograniczające wpuszczanie do obrotu pieców o niskim standardzie emisyjnym.

Kolejną ważną i dobrą inicjatywą było uruchomienie rządowego programu *Czyste powietrze*, którego wykonawcą jest Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Program ma wspierać wymianę starych, wysokoemisyjnych pieców na nowoczesne, niskoemisyjne źródła ciepła oraz prace temu towarzyszące – np. termomodernizację budynków.

Zaplanowano, że w latach 2018-2029 na ten cel zostanie przeznaczone ponad 100 miliardów złotych. Do lutego 2020 roku w programie złożono ponad 120 tys. wniosków na około 9 mld zł, zawarto około 73 tys. umów, a zwrot kosztów wykonanych inwestycji wypłacono beneficjentom na ogólną sumę ok. 325 mln zł¹⁶⁰. Aby przyspieszyć wdrażanie programu, w marcu 2020 roku dodatkowo uproszczono zasady przyznawania dotacji oraz wniosek o jej przyznanie, skrócono okres rozpatrywania tych wniosków oraz zapewniono możliwość dofinansowywania przedsięwzięć już rozpoczętych, a nawet zakończonych. Stworzono także możliwość składania wniosków on-line. Zmiany te, zwłaszcza w powiązaniu z działaniami edukacyjnymi informującymi o szkodliwości zanieczyszczenia powietrza, powinny przyczynić się do zwiększenia zainteresowania pozyskiwaniem tego wsparcia.

Jednak wciąż w bardzo niewielkim stopniu prowadzone są działania mające na celu ograniczanie emisji z transportu. Co prawda większość dużych miast aktywnie rozwija transport publiczny, wymienia istniejący tabor na niskoemisyjny, a także wspiera ruch rowerowy i pieszy, ale niemal bezradnie przygląda się lawinowemu wzrostowi prywatnej motoryzacji. Choć uchwalona w styczniu 2018 roku ustawa o elektromobilności i paliwach alternatywnych¹²⁰ stworzyła możliwość tworzenia tzw. Stref Czystego Transportu, w których wprowadzane mogą być ograniczenia dla użytkowania samochodów, to do 2019 roku jedyna taka strefa została utworzona na krakowskim Kazimierzu. Uruchomiono ją w styczniu 2019 roku ale w praktyce przestała istnieć już dwa miesiące później, kiedy znacząco zliberalizowano zasady w niej obowiązujące.

Wszystkie te dane dowodzą, że w Polsce są wystarczające instrumenty mogące przyczynić się do poprawy jakości powietrza, a także ponadpartyjny konsensus co do potrzeby realizacji tych działań, brakuje jednak gorliwości w ich wdrażaniu i zgody co do sposobów ich realizacji. Zakres prac na rzecz ochrony powietrza zależy jednak nie tylko od świadomości polityków, ale przede wszystkim od aktywności samych obywateli: tam, gdzie głośno domagają się oni wdrażania tych działań są one realizowane szybciej i na większą skalę. W tych miejscowościach, w których brak jest takiej aktywności, prace na rzecz walki o czystsze powietrze są zazwyczaj „odkładane” na później. Dziś, podobnie jak kilka lat temu w kwestii wymiany kotłów na węgiel, brak jest woli politycznej ograniczania emisji z ruchu samochodowego. Jest to niebezpieczne, bo to właśnie motoryzacja jest obecnie jednym z podstawowych źródeł złej jakości powietrza. Bez działań w tym zakresie, o lepszym powietrzu możemy najwyżej marzyć.



WDYCHAJĄC TRUCIZNĘ

WPŁYW ZANIECZYSZCZEŃ POWIETRZA NA ZDROWIE I ŻYCIE

To, jak zanieczyszczone powietrze oddziałuje na nasze zdrowie, czujemy choćby intuicyjnie – choćby poprzez porównanie smogu z problemem wdychania dymu tytoniowego. W obu przypadkach, wdychamy dokładnie te same zanieczyszczenia (np. pył i WWA), a nasz organizm reaguje podobnie. Nie jest to analogia idealna, ale może być użyteczna.

Nie musimy jednak polegać tylko na intuicji czy analogiach. Obecnie dysponujemy już ogromną liczbą badań prowadzonych od wielu dekad na całym świecie. Ich wyniki nie pozostawiają wątpliwości co do destrukcyjnego i realnego wpływu zanieczyszczeń powietrza na zdrowie. Co więcej, jesteśmy na niego narażeni jeszcze w łonie matki: **zanieczyszczone powietrze zaczyna nas zatruchiwać jeszcze przed naszym pierwszym oddechem.**

Wszyscy chyba zdajemy sobie sprawę, jak destrukcyjne dla rozwoju dziecka może być zażywanie przez matkę w czasie ciąży niektórych leków, picie alkoholu lub palenie papierosów. Okazuje się, że skutki wdychania zawieszonych w powietrzu toksyn przez ciężarną kobietę oddziałuje na rozwijające się w niej dziecko w dużej mierze podobnie, jak palenie tytoniu w czasie ciąży.

Na przykład, zmniejszenie wagi urodzeniowej czy obniżenie ilorazu inteligencji spowodowane prenatalnym wpływem zanieczyszczeń powietrza może odpowiadać wypalaniu przez matkę nawet dziesięciu papierosów dziennie.^{49 84 112 122 130}

Także rozwój układu nerwowego płodu jest zagrożony w zetknięciu ze smogiem. W kontekście tego ostatniego, warto przytoczyć wyniki badań przeprowadzonych w Krakowie na dwóch grupach kilkuset ciężarnych kobiet, podzielonych według stopnia narażenia na WWA i pył^{21 31 54 55}. W wieku 5 lat dzieci bardziej wystawionych na działanie zanieczyszczeń matek wykazywały w testach iloraz inteligencji (IQ) niższy średnio o 3,8 pkt. niż dzieci matek mniej narażonych. Jak zwykle w tego typu badaniach, uwzględniono również inne czynniki mogące mieć wpływ na rozwój umysłowy dzieci. Te wnioski zostały potwierdzone przez podobne badania, przeprowadzone w Nowym Jorku^{88 89 90}. Nowojorski eksperyment pokazał w szczególności, że istnieje związek między wyższym narażeniem matek na WWA a deficytami koncentracji i uwagi oraz zwiększoną nadpobudliwością ich dzieci (ang. *Attention Deficit Hyperactivity Disorder – ADHD*)^{89 90}, a także trudnościami z kontrolą emocji i gorszymi kompetencjami społecznymi⁷¹.



To jednak nie wszystko: narażenie ciężarnej kobiety na zanieczyszczenia powietrza może być jednym z czynników zwiększających ryzyko wewnątrzmacicznego obumarcia płodu^{133 138}. Wiele badań dowodzi także wpływu zanieczyszczeń powietrza w czasie ciąży na wzrost ryzyka wcześniactwa^{36 135 138} i niskiej wagi urodzeniowej noworodków^{21 26 36 109 110}. A przecież niska waga urodzeniowa i wcześniactwo mogą rzutować na zdrowie człowieka w ciągu całego życia. Szczególnie dobrze udokumentowano oddziaływanie zanieczyszczeń na zmniejszenie wagi urodzeniowej noworodków w przypadku porodu w terminie.

Okazuje się również, że negatywny wpływ zanieczyszczeń powietrza na rozwój i funkcjonowanie układu oddechowego w wieku późniejszym zaczyna się już na etapie życia płodowego. Pokazują to zarówno wyniki badań epidemiologicznych^{51 52 53} jak i wyniki badań na zwierzętach laboratoryjnych.^{7 33 46}

Narażenie na zanieczyszczenia powietrza w okresie życia płodowego przekłada się więc na gorszy rozwój intelektualny dziecka w wieku późniejszym. Wpływ, jaki na układ nerwowy mają różne szkodliwe substancje znajdujące się w powietrzu, nie ogranicza się jednak do okresu płodowego, ale trwa przez całe życie. Szczególnie istotny jest zaś w przypadku dzieci i osób starszych.

Świadomość negatywnego oddziaływania zanieczyszczeń powietrza na ludzki mózg nie jest jednak jeszcze tak powszechna, jak świadomość innych konsekwencji zdrowotnych oddychania brudnym powietrzem. Zapewne dlatego, że problem ten jest badany od ok. dwóch dekad – znacznie krócej niż związek pomiędzy narażeniem na zanieczyszczenia powietrza a chorobami układu oddechowego, układu krążenia czy umieralnością^{24 25 40}.

Wiadomo, że jednym z mechanizmów uszkadzających układ nerwowy jest wywołany lub nasilany przez zanieczyszczenia powietrza stan zapalny. Inny polega na bezpośrednim przenikaniu bardzo drobnych cząstek pyłu zawieszonych do układu nerwowego. PM 0,1 – a zatem te najdrobniejsze, których stężenie określić jest najtrudniej – mogą przedostawać się z płuc do układu krążenia, a z krwią do różnych organów, także do mózgu^{40 79 80 112}. Ważnym, a często głównym, źródłem takich cząstek są silniki spalinowe²⁵.

*Cząstki pyłu mniejsze niż ok. 0,2 µm mogą przedostawać się też do mózgu również za pośrednictwem nerwu węchowego.
Brzmi to cokolwiek nieprawdopodobnie, ale wyraźnie pokazały to badania prowadzone w ostatnich latach.⁷⁰*



Dzięki badaniom wiemy dziś, że istnieje zależność pomiędzy narażeniem na niektóre zanieczyszczenia powietrza – przede wszystkim na sadzę i bardzo drobne pyły – a zdolnościami poznawczymi dzieci w wieku szkolnym i wczesnoszkolnym:

dzieci narażone na wyższe stężenia zanieczyszczeń wypadają gorzej w testach psychometrycznych, wykazują także zauważalne opóźnienie w stosunku do normalnego rozwoju umysłowego, właściwego dla ich wieku metrykalnego. Badania pokazują, że im wyższy poziom zanieczyszczeń powietrza w pobliżu szkół, tym gorsze wyniki w nauce i testach psychometrycznych osiągają uczęszczający do nich uczniowie^{15 16 72 112 121}: badania prowadzone w Barcelonie wykazały, że u dzieci oddychających bardziej zanieczyszczonym powietrzem obserwuje się wolniejszy rozwój pamięci roboczej i funkcji poznawczych^{1 96 114}.

Nic dziwnego więc, że niektórzy zajmujący się tą tematyką epidemiolodzy sugerują wprowadzenie wymagań odnośnie poziomów zanieczyszczeń powietrza w miejscach gdzie lokowane są szkoły. W przypadku już istniejących placówek oświatowych, jakość powietrza powinna być zbadana i – w razie konieczności – poprawiona.

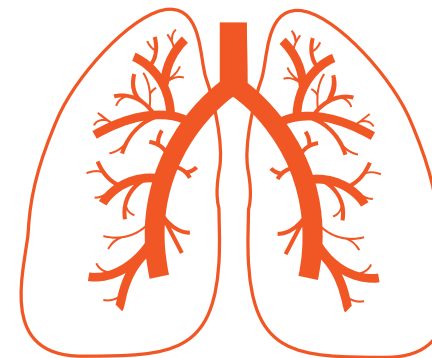
Wpływ zanieczyszczeń powietrza na układ nerwowy nie dotyczy jednak wyłącznie dzieci i młodzieży. Już od dawna wiadomo, że wieloletnia ekspozycja na pył zawieszony może również nasilać i przyspieszać proces starzenia się układu nerwowego, w konsekwencji pogłębiając upośledzenie zdolności poznawczych i sprawności umysłowej w podeszłym wieku^{18 19 20 95 123 129 134}. Stwierdzono także istotną zależność pomiędzy objawami demencji (w tym choroby Alzheimera!) i poziomem różnych zanieczyszczeń związanych z transportem samochodowym (oprócz ozonu) w miejscu zamieszkania¹⁷. Tymczasem, jak zauważają autorzy przytaczanych badań, pogorszenie sprawności intelektualnej osób starszych wiąże się w oczywisty sposób ze zmniejszeniem lub utratą ich samodzielności, większą liczbą pobyków w szpitalu, częstszą koniecznością opieki pielęgniarzkiej, a w końcu – zwiększoną umieralnością.

wieloletnia ekspozycja na pył zawieszony może również nasilać i przyspieszać proces starzenia się układu nerwowego, w konsekwencji pogłębiając upośledzenie zdolności poznawczych i sprawności umysłowej w podeszłym wieku

Dysponujemy jednak nie tylko wynikami badań epidemiologicznych: zaobserwowano także zmiany anatomiczne i odkładanie się cząstek pyłu w mózgu, a efekty te widać zarówno w obrazowaniu metodą rezonansu magnetycznego u ludzi, jak i w prowadzonych na zwierzętach badaniach histopatologicznych^{14 15 16 37}. Obserwowanych w badaniach epidemiologicznych zależności między narażeniem na zanieczyszczenia a funkcjonowaniem układu nerwowego nie można więc uznać jedynie za „korelacje, które nie muszą oznaczać związku przyczynowo-skutkowego”, jak często lubią podkreślać różni sceptycy. Dodatkowo, badania na laboratoryjne na zwierzętach z oczywistych powodów umożliwiają weryfikację hipotez, których nie można sprawdzić na ludziach (lub jest to dużo trudniejsze).



zaobserwowano także zmiany anatomiczne i odkładanie się cząstek pyłu w mózgu



zanieczyszczenia powietrza są jednym z najważniejszych czynników środowiskowych wpływających na rozwój i prawidłowe funkcjonowanie układu oddechowego

Słyszając o wpływie zanieczyszczeń powietrza na zdrowie, większość z nas myśli jednak przede wszystkim o chorobach płuc. I rzeczywiście, zanieczyszczenia powietrza są jednym z najważniejszych czynników środowiskowych wpływających na rozwój i prawidłowe funkcjonowanie układu oddechowego^{13 58 61 66 94}. Oddychanie brudnym powietrzem zwiększa ryzyko nasilenia objawów astmy – a zatem także ilość przyjmowanych leków oraz liczbę hospitalizacji^{61 101 116 127}. Istnieje też coraz więcej badań sugerujących, że długotrwałe narażenie na zanieczyszczenia – szczególnie te generowane przez silniki spalinowe – może nie tylko nasilać objawy tej choroby, ale także powodować nowe jej przypadki.¹¹⁶

Jednak nie tylko astmatycy są szczególnie podatni na niszczący wpływ pyłu i spalin: zaostrzenia objawów obserwuje się także u osób cierpiących na przewlekłą obturacyjną chorobę płuc (POChP), tj. dolegliwość polegającą na rozwijającym się zmniejszeniu przepływu powietrza przez drogi oddechowe. U chorych narażonych na zanieczyszczenia widać nasilenie objawów, zwiększoną chorobowość, a nawet większą umieralność w związku z chorobą w krótkich okresach o wyższych, krótkotrwałych stężeniach zanieczyszczeń^{3 39 61 62}. Nie jest natomiast jasne, czy i w jakim stopniu oddychanie zanieczyszczonym powietrzem odpowiada za nowe przypadki POChP. Ryzyko zachorowania wciąż wiąże się przede wszystkim z paleniem tytoniu⁶².

Styczność z zanieczyszczonym powietrzem zwiększa wreszcie zapadalność na infekcje dróg oddechowych, w tym zapalenie płuc – zwłaszcza u dzieci i osób w podeszłym wieku^{22 28 41 73 82 103 132}. Dzieje się tak dlatego, że zanieczyszczenia wywołują reakcje zapalne w tkankach, a poza tym osłabiony jednym czynnikiem (zanieczyszczeniami) organizm jest bardziej podatny na działanie bakterii i wirusów.

Jest to szczególnie poważny problem w przypadku dzieci w krajach rozwijających się, gdzie infekcje dolnych dróg oddechowych są jedną z ważniejszych przyczyn zgonu poniżej 5 roku życia.

w roku 2012 Międzynarodowa Agencja Badań nad Rakiem (IARC) zaliczyła spaliny silników Diesla do grupy czynników o udowodnionym działaniu rakotwórczym

To nie wszystko: brudne powietrze ma bowiem związek także z zachorowalnością na raka płuca. Choć wciąż najważniejszym czynnikiem ryzyka jest tu palenie tytoniu, to – w przeciwieństwie do nikotynizmu – wpływ zanieczyszczeń dotyczy praktycznie całej dzisiejszej populacji. Czynnikiem ten odpowiada także za większą umieralność na nowotwory płuc^{47 48 153}. Stąd, w roku 2012 Międzynarodowa Agencja Badań nad Rakiem (IARC) zaliczyła spaliny silników Diesla do grupy czynników o udowodnionym działaniu rakotwórczym¹⁵². Rok później do tej samej grupy dodano też zanieczyszczenia pyłowe pochodzące z innych źródeł¹⁵⁴. Nie powinno nas to dziwić: dym ze spalania węgla, drewna czy tworzyw sztucznych zwykle zawiera bowiem wiele różnych substancji rakotwórczych, m.in. benzoapiren i inne związki z grupy WWA. W oświadczeniu IARC z roku 2013 podano że poza rakiem płuca wpływowi zanieczyszczeń powietrza przypisuje się też zwiększone ryzyko występowania raka pęcherza moczowego.

Związek stężenia szkodliwych substancji w powietrzu z chorobami układu krążenia jest pewnie znacznie mniej oczywisty niż w przypadku układu oddechowego. Jednak także ta zależność znajduje swoje potwierdzenie w badaniach^{12 39 65 74 83 91 107 113 131}. *Ogół dowodów naukowych jest zgodny z postulatem zależności przyczynowo-skutkowej między narażeniem na PM2.5 a chorobowością i umieralnością z powodu chorób układu krążenia – czytamy w oświadczeniu Amerykańskiego Towarzystwa Kardiologicznego (AHA) z roku 2010¹². – Te dowody są znacznie bogatsze i mocniejsze niż przed rokiem 2004, gdy opublikowano poprzednie oświadczenie AHA na ten temat.*

Kto jest najbardziej zagrożony? W przypadku krótkiego narażenia na wysokie stężenia zanieczyszczeń silniejszy wpływ obserwowany jest u osób starszych, osób z przewlekłymi schorzeniami układu krążenia, osób chorych na przewlekłą obturacyjną chorobę płuc, otyłych, cukrzyków oraz dzieci po operacji wrodzonych wad serca^{12 38 65 83 131}. **Jednak przemijające bóle w klatce piersiowej, uczucie braku „powietrza” czy gorszą tolerancję wysiłku w okresie wyższych stężeń zanieczyszczeń powietrza spotyka się nawet u osób zdrowych.**



Co ważne: tak, jak w przypadku chorób układu oddechowego, choroby układu krążenia nie tylko ulegają nasileniu na skutek zanieczyszczeń, ale także łatwiej się rozwijają. Dlatego, przewlekłą ekspozycję na zanieczyszczenia powietrza uznano za jedną z przyczyn chorób sercowo-naczyniowych u ludzi.⁸³

***silny jest też związek między długotrwałym
narażeniem na zanieczyszczenia pyłowe
powietrza a niedokrwiennym udarem mózgu***

Mechanizm wpływu smogu na układ sercowo-naczyniowy pozostaje nadal przedmiotem badań. Wiadomo jednak, że pył zawieszony i niektóre substancje gazowe wywołują w płucach nasilony stres oksydacyjny i stan zapalny, którego skutki odczuwane są przez cały układ krążenia^{11 30 83}. Między innymi, dochodzi do wtórnej aktywacji sympatycznego (współczulnego) układu nerwowego, odpowiadającego za mobilizację organizmu. W naczyniach krwionośnych, toczący się proces zapalny prowadzi do uszkodzenia śródbłonki naczyń, powstawania nowych blaszek miażdżycowych oraz destabilizacji już istniejących. Wiadomo także, że bardzo drobne cząstki pyłu przedostają się z pęcherzyków płucnych do układu krążenia. Badania wykazały także, że narażenie na pył zawieszony może powodować nadkrzepliwość krwi i sprzyjać powstawaniu zakrzepicy żyłnej i tętniczej^{77 81 86 104}.

Silny jest też związek między długotrwałym narażeniem na zanieczyszczenia pyłowe powietrza a niedokrwiennym udarem mózgu^{4 34 102}. Również krótkoterminowe narażenie na zanieczyszczenia pyłowe (w szczególności na PM 0,1) zwiększa ryzyko wystąpienia niedokrwiennego udaru mózgu. Wzrost ryzyka zgonu lub hospitalizacji z powodu niedokrwiennego udaru mózgu jest związany z podwyższoną ekspozycją właściwie na wszystkie typowe zanieczyszczenia powietrza (pył oraz CO, NO₂, SO₂ i O₃).

Wieloletnie narażenie na zanieczyszczenia prowadzi także do rozwoju choroby wieńcowej i wzrostu częstotliwości zawałów serca^{6 29 76 87 92}. Co więcej, ryzyko zawału mięśnia sercowego jest też zwiększone przez krótkotrwałą ekspozycję na zanieczyszczenia powietrza. Udowodniono również zależność między dziennymi zmianami stężenia pyłu zawieszzonego a częstością pozaszpitalnego nagłego zatrzymania krążenia^{32 59 97 105 111 115}. Wykazano też ścisły związek między krótkotrwałym narażeniem na zanieczyszczenia powietrza a wzrostem liczby zaostrzeń niewydolności serca wymagających hospitalizacji, a także ze zgonami z powodu niewydolności serca.

R.I.P.

ŚMIERCIONOŚNE POWIETRZE – SMOG A UMIERALNOŚĆ

Zanieczyszczenia powietrza każdego roku przyczyniają się w Polsce do ponad **40 tys. przedwczesnych zgonów**. W całej Unii Europejskiej natomiast takich zgonów jest już ponad 400 000. Na całym świecie zaś – około 7 milionów, z czego około 3 mln. przypisuje się narażeniu na zanieczyszczenia powietrza zewnętrznego (ang. *ambient air pollution*), a resztę narażeniu na zanieczyszczenia ze źródeł wewnętrznych (ang. *household air pollution*), czyli na produkty spalania przedostające się bezpośrednio z paleniska do pomieszczenia, w którym się ono znajduje.^{78 126}

Te przerażające statystyki nie powinny jednak zaskakiwać wobec przytoczonych powyżej danych: narażenie na wysokie poziomy zanieczyszczeń w krótkim czasie może skończyć się zgonem z powodu udaru, zawału, nagłego zatrzymania krążenia, lub też prowadzącą do śmierci infekcją dolnych dróg oddechowych. Chociaż prawdopodobieństwo tak tragicznych zdarzeń spada w miarę zmniejszania się stężeń zanieczyszczeń, to i tak wieloletnie narażenie na zanieczyszczenia podkopuje nasze zdrowie i skraca nasze życie.

To, że w **dni z bardzo wysokimi stężeniami zanieczyszczeń umiera więcej osób niż zazwyczaj**, wiadano od dawna – przynajmniej od lat trzydziestych XX wieku³⁵. A już na pewno od słynnego Wielkiego Smogu Londyńskiego z grudnia 1952 r., kiedy w ciągu kilku dni z powodu bardzo wysokich stężeń pyłu i dwutlenku siarki zmarło ok. 4 tys. osób⁶⁹. Szacuje się, że łączna liczba ofiar Wielkiego Smogu Londyńskiego to ok. 12 tys. osób¹⁰.

Podobne – choć znacznie słabsze – zjawiska występują jednak nie tylko podczas ciężkich epizodów smogowych, ale także przy znacznie niższych poziomach zanieczyszczeń. Wskazują na wyraźnie to liczne badania prowadzone od lat czterdziestych XX w. W badaniach tych sprawdzano, jaki wpływ na zwiększenie umieralności ma krótkookresowe zwiększenie stężeń zanieczyszczeń powietrza (nie tylko zresztą zanieczyszczeń pyłowych). Na podstawie tego typu badań Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) już parę lat temu oceniła, że wzrost średniego dobowego stężenia pyłu PM 2,5 o 10 µg/m³ zwiększa liczbę zgonów o ok. 1,2%^{127 128}.

TRUCIZNA SĄCZONA POWOLI

Do tej pory była mowa o skutkach krótkiego – kilkudniowego – narażenia na wysokie stężenia zanieczyszczeń. Trzeba jednak zaznaczyć, że długotrwałe, trwające latami narażenie – nawet w przypadku stężeń stosunkowo niskich – także przyczynia się do rozwoju różnych chorób. Nic dziwnego więc, że jego skutki odczuwamy zazwyczaj pod koniec życia.

To właśnie wpływowi długotrwałego narażenia na pył zawieszony przypisuje się w Polsce wspomniane wcześniej ponad 40 tys. przedwczesnych zgonów rocznie⁸. Za znacznie mniejszą ilość zgonów odpowiada w naszym kraju narażenie na dwutlenek azotu i ozon. Przykładem mogą być dane z roku 2015: szacuje się, że ówczesne narażenie na pył PM 2,5, dwutlenek azotu i ozon było przyczyną odpowiednio 44 500, 1700 i 1300 przedwczesnych zgonów w naszym kraju.¹⁴¹⁻¹⁴⁵



Co właściwie oznacza przedwczesny zgon? Po prostu to, że dana osoba żyłaby dłużej, gdyby oddychała czystszy powietrzem. Ważną kwestią jest tu jednak dokładna różnica: jeśli chodziłoby tylko o kilka dni lub tygodni, nie byłoby aż tak wielkiego powodu do alarmu, bo inne szkodliwe czynniki skracają nasze życie w znacznie większym stopniu. Jednak w Polsce zanieczyszczone powietrze zabiera nam średnio około roku życia, a w najbardziej zanieczyszczonych rejonach nawet około dwóch lat.^{9 13 93}

Rzecz jasna, otyłość, niewłaściwa dieta, brak aktywności fizycznej, palenie papierosów, alkohol czy inne używki mogą skracać nasze życie bardziej niż zanieczyszczenie powietrza. Szerzej, to samo dotyczy niskiego poziom zamożności i statusu socjoekonomicznego czy gorszej dostępności opieki medycznej. Jednak zanieczyszczenia powietrza dodatkowo pogłębiają istniejące nierówności w stanie zdrowia i jakości życia.

Często spotykamy wypowiedzi w rodzaju „przecież w najbardziej zanieczyszczonych rejonach Polski – na Śląsku i w Krakowie – ludzie żyją najdłużej, a gdyby smog naprawdę szkodził naszemu zdrowiu, to żyliby tam najkrócej!”. Osoby wypowiadające takie opinie zupełnie pomijają jednak inne niż zanieczyszczenie powietrza czynniki wpływające na długość i jakość naszego życia.

Jest jednak jeszcze coś: na własny poziom aktywności fizycznej, dietę czy palenie tytoniu mamy zazwyczaj duży wpływ. Wszyscy natomiast – niezależnie od swoich wyborów – zmuszeni są oddychać mniej lub bardziej brudnym powietrzem. A najbardziej narażeni na zanieczyszczenia są, jak zwykle, ci najstabsi, którym winni jesteśmy ochronę: noworodki, dzieci, osoby starsze i chore, a także kobiety w ciąży.

ZMIERZYĆ ZAGROŻENIE

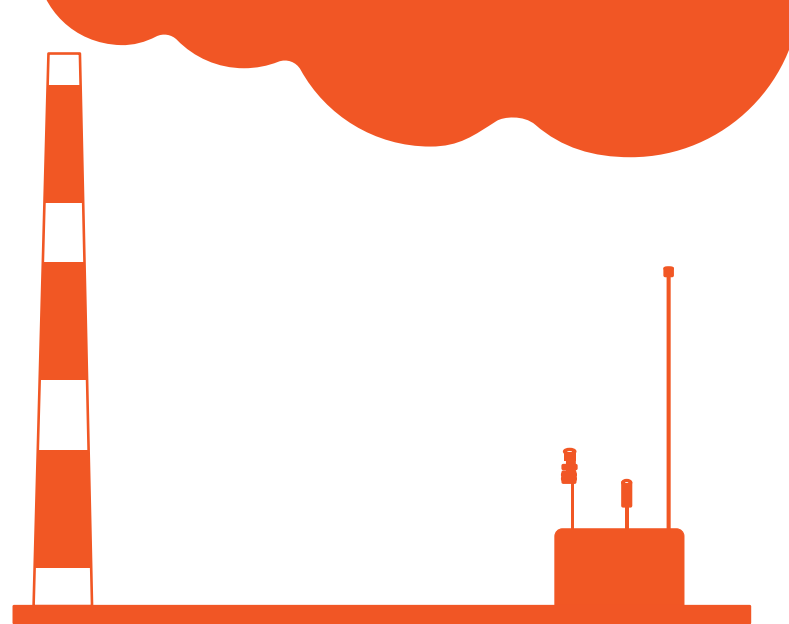
Często nie wiemy jak bardzo zanieczyszczone jest powietrze w jakimś konkretnym miejscu. Powód jest bardzo prosty: akurat nikt tam poziomu zanieczyszczeń nie mierzy. W większości polskich miejscowości, nie ma stacji pomiarowych państwowego systemu monitoringu jakości powietrza, podlegającego Głównemu Inspektoratowi Ochrony Środowiska (GIOŚ). Takich stacji w całej Polsce jest raptem niecałe trzysta: łączna liczba stacji pomiarów jakości powietrza w Polsce wynosi ok. 280, w tym ok. 190 stacji, to stacje na których prowadzone są automatyczne pomiary zanieczyszczeń powietrza, z których dane udostępniane są na bieżąco na portalu „Jakość Powietrza” i w aplikacjach mobilnych GIOŚ – czytamy na stronie GIOŚ. – Liczby te w ciągu roku mogą ulegać drobnym zmianom ze względu na zmiany jakie mogą wyniknąć w sieci podczas prowadzenia badań.

Zwiększenie liczby stacji pomiarowych GIOŚ byłoby bardzo korzystne z punktu widzenia naszej wiedzy o stanie powietrza. Byłoby to też jednak kosztowne, a wcale nie niezbędne do oceny jakości powietrza dla poszczególnych stref i całego kraju. Pomiary, którymi już dysponujemy wyraźnie pokazują, że jakość powietrza jest w Polsce zła. Zresztą, nawet gdyby liczba takich stacji wzrosła kilkukrotnie, to problem nie zniknąłby: w większości interesujących nas miejsc, wciąż nie prowadzono by pomiarów zanieczyszczeń powietrza w oparciu o państwową sieć monitoringu.

Stężenia zanieczyszczeń – a w szczególności pyłu zawieszonego – mogą ściśle zależeć od miejsca, gdzie są mierzone. Różnice mogą być widoczne nawet w obrębie tej samej miejscowości. Dlatego, jakość powietrza już w stosunkowo niewielkiej odległości od stacji pomiarowej może być dużo lepsza, ale też i dużo gorsza niż to, co mierzą urządzenia pomiarowe GIOŚ.

Dobłą ilustracją tego mechanizmu jest Rybnik. Wydaje się, że stacja monitoringu nie stoi tam bynajmniej w najbardziej zanieczyszczonej części miasta. Kiedy pewnego dnia stacja GIOŚ na ul. Borki pokazywała stężenie PM 10 równe $680 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (bardzo wysokie), w samym centrum Rybnika wysokiej jakości pyłomierz należący do Polskiego Alarmu Smogowego pokazywał $1070 \mu\text{g}/\text{m}^3$, czyli ok. 1.6 razy więcej. Bardzo prawdopodobne jest także, że w Rybniku są miejsca, gdzie powietrze bywa jeszcze bardziej zanieczyszczone niż w centrum miasta.

Jeśli w jakiejś miejscowości zanieczyszczeń się nie mierzy, w szczególności jeśli nie ma tam stacji pomiarowej państwowej sieci monitoringu jakości powietrza, mieszkańcy często nie zdają sobie sprawy z tego, że ich także dotyczy problem smogu. Pokazuje to przykład Suchej Beskidzkiej i Makowa Podhalańskiego – dwóch sąsiadujących ze sobą małopolskich miejscowości: „na oko” – a raczej „na nos” – stan powietrza w obu miejscowościach jest równie fatalny. Tyle, że w Suchej od lat (z przerwami) funkcjonowała stacja pomiarowa GIOŚ, a w Makowie stężenie zanie-



Pamiętajmy, że – zgodnie z wymogami polskiego prawa – stacja monitoringu jakości powietrza musi znajdować się co najmniej 50 metrów od najbliższego emitora (komina). Niestety, co do miejsc zamieszkania ludzi nie ma już takich wymogów.

czyszczeń się nie mierzy. I dlatego w różnego rodzaju raportach czy doniesieniach medialnych mogliśmy przeczytać lub usłyszeć o smogu w Suchej, a nie w Makowie. Z tego samego powodu, to właśnie Rybnik – a nie np. położony nieopodal Knurów – podawany jest często jako przykład jednego z najbardziej zanieczyszczonych miast Polski i całej Unii Europejskiej. W Knurowie, gdzie powietrze może być przecież jeszcze gorsze niż w Rybniku, zwyczajnie nie prowadzi się oficjalnych pomiarów jakości powietrza. Nie jest więc dużą przesadą stwierdzenie, że nie ma miejsc czystych, a są tylko nieprzebadane.

czy da się zmierzyć zanieczyszczenia na własną rękę, niezależnie od sprzętu GIOŚ? okazuje się, że tak – przynajmniej jeśli chodzi o stężenia pyłu zawieszonego, który jest najważniejszym zanieczyszczeniem w kontekście ochrony naszego zdrowia i życia

Z drugiej strony, wraz ze wzrostem świadomości na temat zanieczyszczenia powietrza coraz więcej osób chce wiedzieć, jaka jest jakość powietrza w miejscu ich zamieszkania lub np. szkoły ich dzieci. Możliwość prowadzenia pomiarów jakości powietrza w dowolnym miejscu i czasie jest więc bardzo potrzebna i pożądana. Jednak, jak już wspomnieliśmy, na znaczącą rozbudowę państwowego systemu monitoringu jakości powietrza nie ma co liczyć.

Czy da się zmierzyć zanieczyszczenia na własną rękę, niezależnie od sprzętu GIOŚ? Okazuje się, że tak – przynajmniej jeśli chodzi o stężenia pyłu zawieszonego, który jest najważniejszym zanieczyszczeniem w kontekście ochrony naszego zdrowia i życia. Co więcej, można to robić przy pomocy sprzętu tańszego i prostszego niż ten należący do Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska, choć, jak zwykle, są tu pewne zastrzeżenia.



W ciągu kilku ostatnich lat, bardzo wzrosła dostępność i popularność tzw. czujników niskokosztowych, służących do pomiaru stężeń zanieczyszczeń powietrza, przede wszystkim właśnie pyłu zawieszonego. Urządzenia takie są obecnie oferowane przez firmy komercyjne, można też taki czujnik nabyć samemu przez Internet lub wręcz złożyć z zakupionych osobno części. Niestety, wartość danych uzyskanych za pomocą takich czujników jest często niska.

Dokładność tanich czujników można natomiast sprawdzić, porównując wykonane za ich pomocą pomiary z pomiarami wykonanymi metodą referencyjną lub metodą równoważną metodzie referencyjnej.

Metodą referencyjną jest tzw. metoda grawimetryczna. Jej zasada jest prosta: odpowiedni filtr waży się przed i po ekspozycji na pył. Znając przepływ powietrza (objętość powietrza która przepłynęła w danym czasie przez filtr) oraz zmianę masy filtra (czyli masę osadzonego na nim pyłu) możemy policzyć stężenie masowe pyłu.

Tą właśnie metodą mierzy się stężenia pyłu PM 2,5 i PM 10 na stacjach pomiarowych państwowego systemu monitoringu jakości powietrza podlegającego GIOŚ. Jednak metoda grawimetryczna nie nadaje się do pomiarów ciągłych – wynik dostajemy z rozdzielczością dobową (jeden filtr na dzień), w dodatku zazwyczaj około dwóch-trzech tygodni od chwili prowadzenia pomiaru. Poza tym, jest to metoda manualna – w celu zważenia filtra, trzeba go zabrać do odpowiedniego laboratorium.

Do pomiarów ciągłych na stacjach automatycznych używane są inne metody: **BAM** (ang. *Beta attenuation monitoring*), **TEOM** (ang. *Tapered element oscillating microbalance*) i **metoda optyczna**. Ich wyniki są porównywane post factum z wynikami metody grawimetrycznej na tej samej stacji, ale wskazania z urządzeń automatycznych podawane są z rozdzielczością jednej godziny, zwyczaj godzinę po pomiarze.

Niskokosztowe mierniki opierają się na metodzie optycznej – **mierzą rozpraszanie światła laserowego na cząstkach pyłu.**

Ich dokładność bywa jednak znacznie gorsza niż dokładność urządzeń optycznych używanych przez GIOŚ. Jednym z powodów jest to, że w tanich czujnikach zwykle nie podgrzewa się zasysanego przez urządzenie powietrza przed przeprowadzeniem pomiaru (tzw. kondycjonowanie próbki powietrza). Podgrzanie ma na celu pozbycie się z powietrza małych kropelek wody które zafaluszują wynik, rozpraszając światło podobnie jak cząstki pyłu. Jeśli powietrze jest wilgotne i są w nim obecne kropelki wody, wynik pomiaru będzie zawyżony.

Kondycjonowanie powietrza (czyli właśnie pozbycie się z niego kropelek wody) jest szczególnie istotne w okresie jesienno-zimowo-wiosennym, który pokrywa się z sezonem grzewczym: stężenia zanieczyszczeń pyłowych są wtedy najwyższe. Urządzenie kondycjonujące (podgrzewacz powietrza) jest elementem który trzeba dodatkowo dokupić lub zrobić samodzielnie (o ile zależy nam na większej dokładności pomiaru), bo zazwyczaj nie zawiera go sam czujnik.

Ze względu na duże zainteresowanie „obywatelskim” monitorin-
giem jakości powietrza, od jakiegoś czasu prowadzi się testy
tanich czujników mierzących stężenia zanieczyszczeń powietrza.
Takie badania były prowadzone także w Polsce na skutek współ-
pracy między władzami Województwa Małopolskiego, Głównym
Inspektorem Ochrony Środowiska, Akademią Górniczo-Hutniczą
im. Stanisława Staszica w Krakowie, Gminą Rabka-Zdrój, Gminą
Dobczyce oraz Stowarzyszeniem Krakowski Alarm Smogowy.

Wyniki, które można znaleźć w odpowiednich opracowaniach nie
napawają jednak przesadnym optymizmem. Okazało się że wska-
zania urządzeń niskokosztowych nie tylko odbiegały (nieraz
znacznie) od wskazań urządzeń referencyjnych, ale obserwowano
też różnice między dwoma testowanymi czujnikami tego samego
typu, od tego samego producenta. W większości przebadanych
urządzeń zanotowano rozbieżności w wynikach pomiarów dla
dwóch takich samych urządzeń (tego samego rodzaju pochodzą-
cych od danego producenta). Dla stężenia pyłu PM10 wyniosła
ona od $2 \mu\text{g} / \text{m}^3$ do $20 \mu\text{g} / \text{m}^3$, a w przypadku wysokich stężeń
(powyżej $30 \mu\text{g} / \text{m}^3$) nawet do $40 \mu\text{g} / \text{m}^3$. Otrzymane wyniki
prowadzą do wniosku, że nawet stosując urządzenia pomiarowe
(czujniki) jednakowego typu otrzymane wartości stężeń pyłu
zawieszonego mogą się od siebie różnić – piszą autorzy jednego
z opracowań. Większość testowanych urządzeń podczas pomiarów
wskazywała wartości odbiegające od metody referencyjnej.
Dopiero zastosowanie kalibracji pozwoliło uzyskać znacznie
lepszą zgodność – czytamy dalej. – Prowadzi to do wniosku, że
urządzenia do pomiaru pyłu powinny być kalibrowane do wskazań
oficjalnych stacji pomiarowych WIOŚ w warunkach zapewniających
szeroki zakres stężeń (przynajmniej w zakresie $0 - 100 \mu\text{g} / \text{m}^3$).

Czujniki niskokosztowe nie mogą więc zastąpić urządzeń pomiarowych państwowej sieci monitoringu. Jednym z wniosków badania jest, że żadne z urządzeń nie spełniło wszystkich kryteriów, które dawałyby możliwość wykorzystania ich do oceny jakości powietrza w rozumieniu prawa krajowego i Unii Europejskiej. Oznacza to, że nie mogą one zastąpić oficjalnych stacji pomiarowych WIOŚ – wskazuje raport z badań.

Tanie urządzenia mogą być jednak cennym uzupełnieniem metody GIOŚ, bowiem część urządzeń można wykorzystywać do celów edukacyjnych lub informacyjnych. Dzięki niskokosztowym czujnikom możemy dowiedzieć się czy zanieczyszczenie powietrza jest w danym miejscu i czasie wysokie, średnie czy niskie. Bardziej precyzyjne dane liczbowe nie są jednak do końca spójne z danymi prezentowanymi przez WIOŚ.

Niektóre firmy sprzedające czujniki jakości powietrza na swoich stronach wizualizują też poziom zanieczyszczeń mierzony przez dany czujnik za pomocą kolorowego punktu na mapie. Pogarszająca się jakość powietrza jest sygnalizowana zmianą koloru na przykład od zielonego przez żółty, pomarańczowy, czerwony aż do fioletowego. Taki sposób wizualizacji danych ma faktycznie dużą wartość edukacyjną. Pokazuje na przykład napływ zanieczyszczeń z gmin ościennych do centrum aglomeracji takich jak Kraków czy Warszawa. A także to, że na obrzeżach dużych aglomeracji powietrze w sezonie grzewczym bywa dużo bardziej zanieczyszczone niż w centrum miasta. Mapa z kolorowymi punktami dobrze pokazuje też jak zmienia się jakość powietrza w ciągu doby.

tanie urządzenia mogą być jednak cennym uzupełnieniem metody GIOŚ, bowiem część urządzeń można wykorzystywać do celów edukacyjnych lub informacyjnych

RADY DOTYCZĄCE WŁAŚCIWEGO KORZYSTANIA Z CZUJNIKÓW NISKOKOSZTOWYCH

Jeśli ktoś zdecyduje się na zakup niskokosztowego czujnika i planuje prowadzić za jego pomocą pomiary, powinien pamiętać o kilku zasadach dotyczących miejsca, w którym montujemy takie urządzenie:

Jeszcze inne są zalecenia w przypadku gdy chcemy używać czujników niskokosztowych do pomiaru zanieczyszczeń generowanych przez motoryzację:

Przepływu powietrza wokół czujnika nie powinny ograniczać żadne przeszkody (w promieniu co najmniej 270° lub 180° w przypadku pomiarów zlokalizowanych przy linii zabudowy).

Czujnik na ogół powinien być potoczony w odległości kilku metrów od budynków, balkonów, drzew i innych przeszkód. W przypadku pomiaru jakości powietrza na linii zabudowy czujnik powinien być zamontowany co najmniej 0,5 m od najbliższego budynku.

Zasadą ogólną jest, że czujnik znajduje się od 1,5 m (strefa oddychania) do 4 m powyżej poziomu gruntu. W niektórych wypadkach konieczne może okazać się umieszczenie go wyżej niż 4 m, zwłaszcza gdy czujnik ma być reprezentatywny dla większego obszaru.

Aby uniknąć bezpośredniego zasysania substancji przed ich dostatecznym zmieszanym z powietrzem, nie umieszcza się czujników w bezpośrednim sąsiedztwie źródeł emisji zanieczyszczenia.

W odniesieniu do pomiaru oddziaływania transportu czujniki niskokosztowe powinny być oddalone o co najmniej 25 m od granicy głównych skrzyżowań (na których krzyżują się drogi o największym natężeniu ruchu i które przerywają przepływ ruchu drogowego oraz powodują emisje inne niż pozostała część drogi).

Jednocześnie punkt ten nie powinien być oddalony więcej niż 10 m od krawężnika. Lokalizacja zbyt blisko skrzyżowania mogłaby dać obraz niereprezentatywny dla danej drogi, zatrzymanie i ruszanie z miejsca podwyższa emisję ale nie odpowiada wartości typowej dla całej drogi.

możliwość pomiaru zanieczyszczeń innych niż pył zawieszony jest szczególnie istotna dla zanieczyszczeń emitowanych przez silniki spalinowe; w tym przypadku, ważna jest możliwość pomiaru także stężeń dwutlenku azotu (NO₂)

Na koniec, jeszcze jedna ważna uwaga: do tej pory, mowa była wyłącznie o niskokosztowych czujnikach mierzących stężenia pyłu zawieszony (PM 10, PM 2,5, czasem PM 1). Za pomocą takich urządzeń nie jesteśmy w stanie stwierdzić np., czy ktoś spala odpady z tworzyw sztucznych – do tego potrzebna by była dokładna analiza chemiczna składu emitowanych zanieczyszczeń, lub popiołu z paleniska. To, rzecz jasna, pozostaje całkowicie poza zasięgiem prostych czujników optycznych.

Niektóre firmy oferują już obecnie czujniki zanieczyszczeń gazowych (NO₂, SO₂, CO i O₃) a nawet formaldehydu. Jednak, zdaniem wielu ekspertów, ich dokładność jest niska, a przydatność do pomiarów zanieczyszczeń „w terenie” jeszcze mniejsza niż czujników pyłu zawieszony.

Wreszcie, warto przypomnieć, że stacje podlegające GIOŚ mierzą wiele różnych substancji, i to znacznie dokładniej niż czujniki niskokosztowe: GIOŚ, zgodnie z przepisami ustawy Prawo ochrony środowiska (Dz. U. z 2018 r., poz. 799) i rozporządzeń wykonawczych, prowadzi pomiary stężeń dwutlenku siarki, dwutlenku azotu, tlenków azotu, benzenu, tlenku węgla, ozonu, pyłu zawieszony PM10 i PM2,5 oraz pomiary ołowiu, arsenu, kadmu, niklu i benzo(a)pirenu w pyłe PM10. Na wybranych stacjach miejskich prowadzi się również pomiary składu pyłu PM10 pod kątem zawartości 6 wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) (oprócz wcześniej wymienionego benzo(a)pirenu).

Możliwość pomiaru zanieczyszczeń innych niż pył zawieszony jest szczególnie istotna dla zanieczyszczeń emitowanych przez silniki spalinowe. W tym przypadku, ważna jest możliwość pomiaru także stężeń dwutlenku azotu (NO₂).

DZIAŁAĆ NA POZIOMIE PARAFII

Konkretne działania w kierunku walki o lepsze powietrze w najbliższej okolicy powinny opierać się o bezpośrednią współpracę animatorów akcji antysmogowych z księżmi i proboszczami, tj. na poziomie parafii. Wyrażać się ona może chociażby w działaniach informacyjno-edukacyjnych w różnorodnych formach, np. prelekcji na terenie parafii, zwrócenia się do wiernych (po uzgodnieniu z proboszczem) po Mszy z ambony lub poproszenie o to księdza prowadzącego Mszę, czy rozdawania ulotek w kościele na temat sposobów walki ze smogiem.

Tego typu działania podejmowane były w różnych miejscach w Polsce przez członków Polskiego Alarmu Smogowego. Z kolei, co do akcji podejmowanych przez parafie, dobrym przykładem może być tu parafia pod wezwaniem Matki Bożej Szkaplerznej w Gieratowicach: w 2017 roku, tamtejszy proboszcz zaprosił wiernych na spotkanie o smogu, przypominając im fragment encykliki „Laudato Si”, a od roku 2018 w holu kościoła, w czasie sezonu grzewczego, wiszą tablice informujące o jakości powietrza aktualizowane przez członków Gieratowickiego Alarmu Smogowego. To jednak nie wszystko: w 2019 roku, gieratowicka parafia gościła prelekcję red. Tomasza Rożka pt. „Czym oddychamy?”, a w 2018 i 2019 roku, aktywiści uczestniczyli tam w promocji, a potem naborze wniosków Programu Ograniczenia Niskiej Emisji. W tym samym czasie w kościele wisały plakaty uwrażliwiające ludzi na problem smogu.

PRZEDE WSZYSTKIM EDUKACJA

Zwiększenie świadomości społecznej dotyczącej jakości powietrza i sposobów na zachowanie go w jak najlepszym stanie nie obej-
dzie się bez działań informacyjno-edukacyjnych. Jeśli chodzi o ich
treść, animatorzy mają do dyspozycji chociażby tematy takie jak:

1. Dobra jakość opału

W każdym urządzeniu grzewczym, spalającym węgiel lub drewno,
wielkość emisji zanieczyszczeń zależy od jakości opału: im lepszy
opał, tym mniej zanieczyszczeń. Dlatego warto dbać o to, by
węgiel którym palimy zawierał mało popiołu i siarki, a drewno
miało odpowiedni poziom wilgotności. Minimalna jakość paliwa
jest zresztą wymuszona (przynajmniej w teorii) przez obowiązują-
ce w danym województwie przepisy – uchwały antysmogowe.

**Organizując wszelkiego rodzaju działania edukacyjne
w tym zakresie, warto pozostać wrażliwym na tych, których
nie stać na opał wysokiej jakości: dla takich osób lub rodzin
można i warto organizować pomoc i wsparcie finansowe.**

2. Szkodliwość nielegalnego spalania odpadów

Co uznajemy za odpady? Chodzi tu przede wszystkim o tworzywa
sztuczne: wszelkiego rodzaju plastiki, gumę, a także impregnowa-
ne, lakierowane lub klejone drewno i płyty wiórowe. Lista rzeczy,
które nie powinny trafiać do pieca lub ogniska jest bardzo długa.
Łatwiej powiedzieć czym można palić: węglem (spełniającym
odpowiednie normy jakości), koksem, niemalowanym drewnem
o właściwej wilgotności i niezawierającym klejów ani impregna-
tów, tekturą, odpadami z gospodarki leśnej czy trocinami. A także:
pelletem drzewnym, brykietami drzewnymi i ze słomy, odpadami
z korka i inną suchą biomasą. Reszta to odpady, których palić
nie wolno.

W naszym kraju wciąż bardzo dużym problemem jest palenie
śmieci w domowych piecach i na otwartej przestrzeni. Jak zostało
to już powiedziane, jest ono bardzo szkodliwe zarówno dla środo-
wiska, jak i dla naszego zdrowia.

Jeśli podejrzewamy, że ktoś w naszym otoczeniu nielegalnie spala odpady, postarajmy się zacząć od przyjaznej rozmowy z taką osobą. Przygotujmy się jednak na negatywną reakcję. Trzeba także pamiętać, że podejrzenie nie jest równoznaczne z pewnością: nawet, jeśli jesteśmy przekonani, że ktoś spala odpady zamiast np. drewna, to, bez specjalistycznych i kosztownych badań, nie możemy mieć co do tego stuprocentowej pewności. Nie wolno nam więc nikogo oskarżać bez jednoznacznego dowodu.

Jeśli taka rozmowa nic nie da, albo okaże się niemożliwa, zgłośmy spalanie odpadów straży miejskiej, policji lub urzędnikom gminy. Niestety, kontrola spalania odpadów i nakładanie kar w praktyce pozostawiają często wiele do życzenia, dlatego „miękkie” działania mogą okazać się niewystarczające.

Z pewnością, problem spalania odpadów jest także na tyle poważny, by go poruszyć w kościele – jeśli tylko ku temu jest okazja.

z pewnością, problem spalania odpadów jest także na tyle poważny, by go poruszyć w kościele – jeśli tylko ku temu jest okazja

3. Wymiana pieca lub kotła, na przykład w ramach programu „Czyste powietrze”

W większości województw, starego typu kocioł centralnego ogrzewania, piec lub kominiek należy wymienić na nowoczesne urządzenie grzewcze w przeciągu kilku lat. Tak, jak w przypadku korzystania z paliwa o odpowiedniej jakości, obligują nas do tego przepisy uchwały antysmogowe. Im szybciej jednak mieszkańcy wymienią swoje kotły na czystsze urządzenia, tym szybciej poprawi się jakość powietrza w ich otoczeniu. Istnieje też ryzyko, że wiele osób będzie czekać z wymianą kotła do ostatniej chwili, przez co kotły mogą nie zostać wymienione na czas.

Wiele ludzi zadaje sobie także pytanie o to, jak palić w swoim starym piecu czy kotle, żeby mało dymił.

W przypadku starego typu kotłów niektórzy twierdzą, że możemy skutecznie ograniczyć emisję różnych szkodliwych substancji, jeśli będziemy odpowiednio w nich palili (chodzi tu np. o rozpalanie „od góry” i podobne praktyki). W każdym urządzeniu grzewczym należy palić zgodnie z instrukcją producenta, jeśli taka istnieje. Palenie w inny sposób może być niebezpieczne, tym bardziej, jeśli kocioł był przerabiany przez właściciela samodzielnie.



Choć rozpalanie „od góry” rzeczywiście może zmniejszać emisję niektórych zanieczyszczeń, to wcale nie jest to regułą: czasem emisje wręcz rosną, szczególnie w przypadku rakotwórczego benzo[a]pirenu. Zaś nawet, jeśli emisja szkodliwych substancji jest mniejsza niż w przypadku tradycyjnego sposobu rozpalania, to wciąż pozostaje wysoka. Używając starego typu kotta, nie możemy liczyć na zmniejszenie zanieczyszczeń do poziomu emitowanego przez nowoczesne urządzenia. Takie rozwiązania powinny być w najlepszym razie traktowane jako tymczasowe.

4. Ograniczenie poruszania się własnym samochodem

Warto zachęcać innych do ograniczenia korzystania z własnego pojazdu ze względu na negatywny wpływ na zdrowie wywierany przez spaliny większości silników spalinowych.

W szczególności można zachęcać mieszkańców by nie jeździli samochodami na Mszę Świętą w niedzielę. Jest wprawdzie jasne, że realia wielu wsi i małych miejscowości (duże odległości i brak transportu zbiorowego) sprawiają, że trudno jest sugerować wszystkim – zwłaszcza osobom starszym – by szli pieszo, a tym bardziej jechali na Mszę rowerem. W tej sytuacji warto jednak zaapelować do ludzi, by wzajemnie się podwozili (o ile mają wolne miejsce w aucie) – nie tylko pozytywnie wpłynie to na jakość powietrza, ale także na zacieśnienie się więzi społecznych.

***w szczególności można zachęcać
mieszkańców by nie jeździli
samochodami na Mszę Świętą
w niedzielę***

Pomocne bywają tu porównania i wyliczenia, np.:

„Jeżeli dziennie jeździłeś swoim autem średnio 5 km, to emitujesz tyle a tyle pyłu i tyle a tyle dwutlenku azotu”.
„Jeśli więc zrezygnujesz z jazdy samochodem i wybierzesz rower lub spacer, to powietrze będzie o tyle i tyle czystsze.”
Konkretne liczby zależą tu od rodzaju i wieku pojazdu, od normy Euro którą dane auto spełnia (lub nie) i od konkretnego badania: dane te dość łatwo można znaleźć we własnym zakresie. Trzeba jednak uważać, żeby nie pomylić emisji liczonej na kilometr z emisją liczoną np. na jednostkę energii (kWh).

Przykładowe dane dla realnych emisji: samochód z silnikiem Diesla nie spełniający żadnej normy euro może emitować prawie pół grama tlenków azotu (liczonych łącznie NO₂ i NO, czyli NO_x) oraz prawie 0,2 grama pyłu na kilometr.

Jeśli te liczby nie robią na kims wrazenia, bo wydaje się że 0,2 grama to mało, warto znaleźć analogiczne dane dla liczby cząstek pyłu emitowanych na kilometr – ta może sięgać setek milionów w każdym centymetrze sześciennym spalin! Bardzo duża liczba cząstek wynika z tego, że są one bardzo małe, a przez to na jeden gram pyłu wchodzi ich bardzo dużo. Małe rozmiary sprawiają, że cząstki te są szczególnie niebezpieczne dla zdrowia – łatwiej i głębiej przenikają do naszego organizmu. Dlatego właśnie lepiej podawać liczbę cząstek pyłu na jednostkę objętości spalin niż masę pyłu.

5. Szkodliwość usuwania filtrów cząstek stałych (DPF) z pojazdów z silnikiem Diesla.

Problemem podobnym do nielegalnego spalania odpadów jest usuwanie filtrów cząstek stałych (DPF) z aut z silnikami Diesla, co bardzo zwiększa emisję szkodliwego, rakotwórczego pyłu (piszemy o tym na str. 15) – podobieństwo to dotyczy zarówno powszechności, nielegalności, jak i fatalnych konsekwencji tej praktyki dla środowiska i ludzkiego zdrowia. Stąd, także w tym przypadku warto uświadamiać ludzi na temat tego, jak bardzo aspołecznym działaniem jest usuwanie filtra DPF, i apelować, by tego nie robili.

POKAZAĆ, ŻE CZYSTE POWIETRZE JEST SPRAWĄ KOŚCIOŁA

Jak uargumentować to, że czyste powietrze jest także sprawą poszczególnych parafii i należących do nich wiernych? Mocnym wsparciem są tu wypowiedzi przedstawicieli Kościoła na temat jakości powietrza i konieczności walki ze smogiem. Można tu wymienić kilka listów duszpasterskich (biskupów śląskich, biskupów dolnośląskich oraz list biskupa kieleckiego), a także na przykład Parafialny przewodnik ekologiczny „Ziemia Wspólnym dobrem” autorstwa ks. dr Michał Bordy i ks. dr Michała Knapika z Kurii Diecezjalnej w Sosnowcu.

Na przykład, jesienią 2015 roku biskupi śląscy tak pisali do wiernych swoich diecezji:

„Stajemy przed poważnym wezwaniem, polegającym na podjęciu wspólnych działań, których celem jest radykalna zmiana jakości powietrza, którym na co dzień oddychamy. (...) Raz jeszcze prosimy, podejmijmy wszyscy działania na rzecz wspólnego dobra, jakim jest zdrowe i czyste powietrze. (...) Niestety, często na skutek emisji pyłów i szkodliwych substancji do atmosfery płacimy za ciepło uszczerbkiem na własnym zdrowiu. Nadszedł czas, abyśmy się zmierzili z tym wezwaniem i wspólnie zadbali o nasz wspólny dom. Bądźmy obrońcami środowiska naturalnego, a nasz ekologiczny wysiłek niech błogostawi Ten, który powierzył człowiekowi – dobremu rządcy całą ziemię.”



CO JESZCZE MOŻEMY ZROBIĆ? – INNE PRZYKŁADY DZIAŁAŃ I WSPÓŁPRACY

W kampaniach prowadzonych w mediach społecznościowych warto korzystać z mapek zanieczyszczenia powietrza, pochodzących z sieci tzw. niskokosztowych czujników, oferowanych przez firmy komercyjne takie jak np. Airly.

Choć takie pomiary są znacznie mniej dokładne niż te pochodzące z sieci państwowego monitoringu jakości powietrza, to stanowią ich cenne uzupełnienie. Sieć tanich czujników jest zresztą znacznie gęstsza niż sieć państwowych stacji monitoringu (więcej informacji w rozdziale Zmierzyć Zagrożenie).

Zamiast danych z czujników należących do firm komercyjnych, można także korzystać z tych pochodzących z czujników należących do Edukacyjnej Sieci Antysmogowej.

Edukacyjna Sieć Antysmogowa (ESA) to projekt Państwowego Instytutu Badawczego NASK, realizowany we współpracy z Polskim Alarmem Smogowym. ESA prowadzi działania edukacyjne w szkołach i przedszkolach w całej Polsce. Celem projektu jest edukowanie nauczycieli, uczniów i ich rodziców na temat zanieczyszczenia powietrza. W szkołach należących do ESA znajdują się urządzenia mierzące poziom zanieczyszczenia powietrza, a wyniki pomiarów są prezentowane na stronie ESA. Dane z mierników są również prezentowane na tablicach LED przed szkołami i /lub na ekranach wewnętrznych – razem z treściami edukacyjnymi.

Poza korzystaniem z danych na temat zanieczyszczenia powietrza pochodzących z sieci czujników ESA, Animatorzy mogą podjąć współpracę z ESA w zakresie edukacji i informowania o zanieczyszczeniach powietrza.

Z DOŚWIADCZEŃ DZIAŁACZKI ROLA INICJATYW SPOŁECZNYCH W WALCE ZE SMOGIEM

Magdalena Kozłowska

Kraków w końcu wygrywa walkę ze smogiem – można było usłyszeć i przeczytać we wrześniu 2019 roku¹⁵⁶. Nie byłoby jednak tego (i kolejnych) sukcesów gdyby nie siła aktywnych obywateli.

Do podjęcia działań skłoniło nas nic innego jak przemożne poczucie frustracji związanej z zanieczyszczonym powietrzem i niezgodą na krakowski "niedasizm". Na przełomie listopada i grudnia 2012 roku, zauważyliśmy, że w całym miesiącu, w całych trzydziestu dniach, tylko jeden dzień mieścił się w normach zanieczyszczenia powietrza¹⁵⁷. Przez resztę czasu – dwadzieścia dziewięć dni – normy przekroczone były dwu-, trzy-, cztero-, ośmiokrotnie. To przelało czarę goryczy: zaczęliśmy drążyć, szukać informacji i dociekać, dlaczego właściwie nikt się tym nie przejmuje. W tamtym czasie, pojawiał się jeden, dwa artykuły na początku sezonu smogowego, kiedy jakość powietrza w Krakowie się dramatycznie pogarsza – to było wszystko. Urzędnicy stwierdzali, że nic nie mogą zrobić i koło się zamykało – a my dalej mieliśmy sześć miesięcy ze śmierzącym powietrzem w naszym mieście.



Fot. Kamil Krajewski

Okazało się jednak, że pole do poprawy było bardzo duże. Główne źródła zanieczyszczenia powietrza i środki naprawcze zostały już zidentyfikowane w odpowiednich ekspertyzach zleconych przez urzędników⁸⁵. Wiadomo było, że niezbędnym, minimalnym środkiem, będzie zakaz palenia węglem i drewnem w Krakowie.

Ekspertyzy stwierdzały konieczność powstania takiego zakazu, ale już drugie zdanie mówiło, że jest to niemożliwe ze względów społecznych i ekonomicznych. Wiedzieliśmy, że należy spowodować zniesienie barier stojących na drodze do czystego powietrza. Początkowo, swoją działalność skupiliśmy właśnie na lokalnej walce z barierami prawnymi, społecznymi, czy finansowymi.

Pierwszym powodem ignorowania problemu przez władze była przewidywana niepopularność i wysokie koszty koniecznych decyzji administracyjnych: władza na każdym szczeblu bała się utraty poparcia osób dotkniętych przez ewentualne ograniczenia, dlatego łatwiej jest było „zamieść problem pod dywan”. Kolejny powód wiązał się z niskim poziomem świadomości zagrożenia związanego z zanieczyszczeniem powietrza. Po rozpoznaniu tych przyczyn, przystąpiliśmy więc do działania dwutorowego: aktywności edukacyjnej z jednej strony, a z drugiej – do działań rzeczniczych, dążących do zmiany prawa.

stwierdziliśmy, że albo wyprowadzamy się z Krakowa, albo spróbujemy zawalczyć o nasze powietrze

Byliśmy grupą znajomych, kilku zaprzyjaźnionych osób. Niektóre zajmowały się wcześniej działalnością w stowarzyszeniach czy fundacjach, inne miały dosyć duże doświadczenie w zakresie ekonomii, jeszcze inne z kolei miały wiedzę dotyczącą ochrony środowiska. Nie byliśmy zatem przypadkowymi osobami, nasze działania były poparte wiedzą merytoryczną członków inicjatywy. Przyszedł taki moment, o jeden dzień smogowy za dużo, kiedy stwierdziliśmy, że albo wyprowadzamy się z Krakowa, albo spróbujemy zawalczyć o nasze powietrze. Na szczęście dla nas, akurat konsultowana była kolejna aktualizacja Programu ochrony powietrza dla województwa małopolskiego. Swoje działania mogliśmy więc skierować nie tylko na rzecz uświadamiania problemu, ale też od początku domagać się konkretnych zmian prawnych. Działaliśmy zarówno w mediach społecznościowych, jak i na ulicach – organizując marsze, happeningi i przede wszystkim zbierając podpisy pod petycją domagającą się zakazu spalania paliw stałych w Krakowie.



Fot. Bartek Siedlik

Przez pierwsze miesiące byliśmy nieformalną grupą osób połączonych wspólnym celem – poprawą jakości powietrza w Krakowie. Formalizacja inicjatywy i założenie stowarzyszenia nastąpiły w połowie 2013 roku. Wywieranie presji na władzę było działaniem równoległym do edukacji, a jego sukces sprzężony był z odzewem społecznym. Od początku postawiliśmy sobie jasne założenia dotyczące chęci rozmowy ze wszystkimi decydentami w celu wypracowania szybkich rozwiązań dla poprawy jakości powietrza, przy jednoczesnej deklaracji naszej własnej apolityczności. Dzięki naszej aktywności udało się zbudować szeroki front współpracy różnych środowisk – naukowych, pozarządowych, artystycznych itd. – na rzecz czystego powietrza. Tym samym władze uznały nas za inicjatywę partnerską dla administracji i zarazem inicjatywę posiadającą poparcie społeczne.

Bardzo szybko pojawił się pierwszy duży sukces – po roku działalności uchwała zakazująca spalania węgla i drewna w Krakowie została przyjęta. Na początku byliśmy odżegnywani przez polityków od czci i wiary, patrzono na nas jak na zagrożenie – mimo że proponowaliśmy rozwiązania przedstawione przez ekspertów. Jednak, po pół roku kampanii społecznej również politycy zaczęli mówić o tym, że ten zakaz jest potrzebny, a także – że da się go wprowadzić, wraz z ostoną dla ubogich i dopłatami do wymiany źródeł ogrzewania.



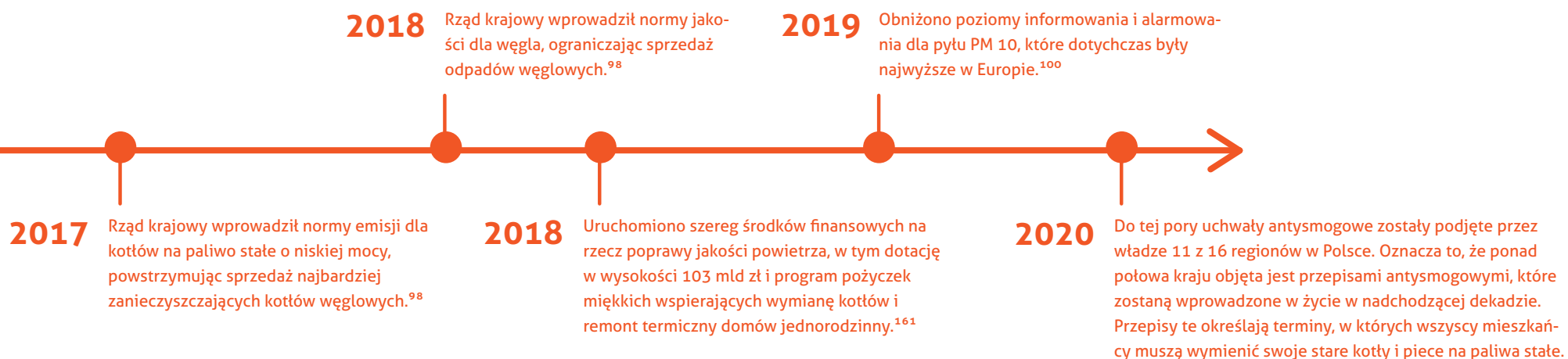
Obecnie, Kraków przoduje w rozwiązaniach tego typu. Przez lata funkcjonowały dopłaty do wymiany kotłów węglowych i na drewno, istnieją też dopłaty dla ubogich do rachunku za ogrzewanie. Krakowski zakaz palenia węglem i drewnem wszedł w życie pierwszego września 2019 roku.¹¹⁹

Działania na polu lokalnym uświadomiły nam, że problemu zanieczyszczenia powietrza nie da rozwiązać się punktowo, ale potrzebne jest zharmonizowanie programów lokalnych, regionalnych i ogólnokrajowych. Z biegiem czasu, wzorem naszej inicjatywy, zaczęły powstawać nowe: Dolnośląski Alarm Smogowy czy Podhalański Alarm Smogowy. Postanowiliśmy zjednoczyć siły i wspólnie zawalczyć o zmiany na poziomie krajowym, bez których samorządy miały ograniczone pole działania w zakresie ochrony powietrza. W lutym 2015 zawiązaliśmy koalicję zwaną Polski Alarm Smogowy (PAS). Obecnie inicjatywę współtworzy ponad 40 lokalnych ruchów¹⁵⁹, które prowadzą swoje własne działania na szczeblu lokalnym, a zjednoczone domagają się ogólnokrajowych reform. Podejmujemy działania mające na celu poprawę jakości powietrza, tak aby była ona zgodna z prawem polskim i europejskim.

Wśród sukcesów ogólnopolskiego ruchu jak i działań lokalnych bezsprzecznie ogromną rolę odgrywa wzrost świadomości społecznej na temat problemu smogu: dzięki naszym działaniom, nikt już nie zaprzecza problemowi zanieczyszczenia powietrza w Polsce, co było powszechne jeszcze kilka lat temu. Kwestia zanieczyszczenia powietrza jest szeroko rozpowszechniana w lokalnych i krajowych mediach, co doprowadziło do osiągnięcia punktu krytycznego – zmusiło to polityków do rozpoczęcia prac nad zmianami prawa, a rząd – jeszcze w poprzedniej kadencji – ogłosił poprawę stanu powietrza jako jeden ze swoich głównych priorytetów.

dzięki naszym działaniom, nikt już nie zaprzecza problemowi zanieczyszczenia powietrza w Polsce, co było powszechne jeszcze kilka lat temu

Obecność tematu smogu w życiu społecznym Polek i Polaków przekłada się na konkretne zmiany w prawie:



Źródła:

1. Alvarez-Pedrerol, Mar, et al., „Impact of commuting exposure to traffic-related air pollution on cognitive development in children walking to school” [w:] *Environmental pollution*, nr 231 (2017), str. 837-844. Tekst dostępny w Internecie: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749117318997> [dostęp w dn. 15.02.2020]
2. Andersson, Jan T., and Christine Achten, „Time to say goodbye to the 16 EPA PAHs? Toward an up-to-date use of PACs for environmental purposes. Polycyclic aromatic compounds 35.2-4” (2015), str. 330-354. Tekst dostępny w Internecie: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10406638.2014.991042> [dostęp w dn. 12.02.2020]
3. Andersen, Zorana J., et al., „Chronic obstructive pulmonary disease and long-term exposure to traffic-related air pollution: a cohort study” [w:] *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, nr 183.4 (2011), str. 455-461. Tekst dostępny w Internecie: <http://www.atsjournals.org/doi/abs/10.1164/rccm.201006-0937OC#.V08Xlnp9TA> [dostęp w dn. 14.02.2020]
4. Andersen, Zorana Jovanovic, et al., „Association between short-term exposure to ultrafine particles and hospital admissions for stroke in Copenhagen, Denmark” [w:] *European Heart Journal*, nr 31.16 (2010), str. 2034-2040. Tekst dostępny w Internecie: <http://eurheartj.oxfordjournals.org/content/31/16/2034.short> [dostęp w dn. 11.02.2020]
5. Annamalai, J., Namasivayam V., „Endocrine disrupting chemicals in the atmosphere: their effects on humans and wildlife” [w:] *Environment international*, nr 76 (2015), str. 78-97. Tekst dostępny w Internecie: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412014003699> [dostęp w dn. 18.02.2020]
6. Atkinson, Richard W., et al., „Long-term exposure to outdoor air pollution and incidence of cardiovascular diseases” [w:] *Epidemiology*, nr 24.1 (2013), str. 44-53. Tekst dostępny w Internecie: http://journals.lww.com/epidem/Abstract/2013/01000/Long_Term_Exposure_to_Outdoor_Air_Pollution_and.7.aspx [dostęp w dn. 11.02.2020]
7. Auten, Richard L., et al., „Maternal exposure to particulate matter increases postnatal ozone-induced airway hyperreactivity in juvenile mice” [w:] *American journal of respiratory and critical care medicine*, nr 180.12 (2009), str. 1218-1226. Tekst dostępny w Internecie: <http://www.atsjournals.org/doi/abs/10.1164/rccm.200901-0116OC#.V258uXpb9TA> [dostęp w dn. 12.02.2020]
8. Badyda, Artur [red.], „Ocena obciążenia wybranymi chorobami układu oddechowego i układu sercowo-naczyniowego z powodu zanieczyszczeń powietrza w 11 polskich aglomeracjach” [w:] *Lekarz Wojskowy*, nr 1/2016, str. 32-38. Tekst dostępny w Internecie: https://issuu.com/medycynapraktyczna/docs/_lw_2016_01 [dostęp w dn. 17.02.2020]
9. Ballester, Ferran, et al., „Reducing ambient levels of fine particulates could substantially improve health: a mortality impact assessment for 26 European cities” [w:] *Journal of epidemiology and community health*, nr 62.2 (2008), str. 98-105. Tekst dostępny w Internecie: <http://jech.bmj.com/content/62/2/98> [dostęp w dn. 17.02.2020]
10. Bell M. L., Davis D.L., „Reassessment of the lethal London fog of 1952: novel indicators of acute and chronic consequences of acute exposure to air pollution” [w:] *Environmental Health Perspectives*, nr 109.Suppl 3 (2001), str. 389. Tekst dostępny w Internecie: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1240556/> [dostęp w dn. 17.02.2020]
11. Bollati, Valentina, et al., „Susceptibility to particle health effects, miRNA and exosomes: rationale and study protocol of the SPHERE study” [w:] *BMC Public Health*, nr 14.1 (2014), str. 1. Tekst dostępny w Internecie: <https://bmcpublichealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2458-14-1137> [dostęp w dn. 11.02.2020]
12. Brook, Robert D., et al., „Particulate matter air pollution and cardiovascular disease an update to the scientific statement from the American Heart Association” [w:] *Circulation*, nr 121.21 (2010), str. 2331-2378. Tekst dostępny w Internecie: <http://circ.ahajournals.org/content/121/21/2331.full> [dostęp w dn. 11.02.2020]
13. Brunekreef B., Holgate S.T., „Air pollution and health” [w:] *The Lancet*, 360.9341 (2002), str. 1233-1242. Tekst dostępny w Internecie: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12401268> [dostęp w dn. 14.02.2020]
14. Calderón-Garcidueñas, Lilian, et al., „Air pollution and brain damage” [w:] *Toxicologic pathology*, nr 30.3 (2002), str. 373-389. Tekst dostępny w Internecie: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12051555> [dostęp w dn. 15.02.2020]

15. Calderón-Garcidueñas, Lilian, et al., „Pediatric respiratory and systemic effects of chronic air pollution exposure: nose, lung, heart, and brain pathology” [w:] *Toxicologic Pathology*, nr 35.1 (2007), str. 154-162. Tekst dostępny w Internecie: <http://tpx.sagepub.com/content/35/1/154.short> [dostęp w dn. 15.02.2020]
16. Calderón-Garcidueñas, Lilian, et al., „Air pollution, cognitive deficits and brain abnormalities: a pilot study with children and dogs” [w:] *Brain and cognition*, nr 68.2 (2008), str. 117-127. Tekst dostępny w Internecie: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18550243> [dostęp w dn. 14.02.2020]
17. Carey, Iain M., et al., „Are noise and air pollution related to the incidence of dementia? A cohort study in London, England” [w:] *BMJ open*, 8.9 (2018), e022404. Tekst dostępny w Internecie: <https://bmjopen.bmj.com/content/8/9/e022404> [dostęp w dn. 15.02.2020]
18. Casanova, Ramon, et al., „A Voxel-Based Morphometry Study Reveals Local Brain Structural Alterations Associated with Ambient Fine Particles in Older Women” [w:] *Frontiers in human neuroscience*, nr 10 (2016). Tekst dostępny w Internecie: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5061768/> [dostęp w dn. 15.02.2020]
19. (Chen i in. 2017a) Chen, Hong, et al., „Living near major roads and the incidence of dementia, Parkinson's disease, and multiple sclerosis: a population-based cohort study” [w:] *The Lancet*, nr 389.10070 (2017), str. 718-726. Tekst dostępny w Internecie: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140673616323996> [dostęp w dn. 15.02.2020]
20. Chen, Hong, et al., „Exposure to ambient air pollution and the incidence of dementia: a population-based cohort study” [w:] *Environment international*, nr 108 (2017), str. 271-277. Tekst dostępny w Internecie: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412017308218>
21. Choi, Hyunok, et al., „International studies of prenatal exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons and fetal growth” [w:] *Environmental Health Perspectives* (2006), str. 1744-1750. Tekst dostępny w Internecie: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17107862> [dostęp w dn. 12.02.2020]
22. Ciencewicz J., Jaspers I., „Air pollution and respiratory viral infection” [w:] *Inhalation toxicology*, 19.14 (2007), str. 1135-1146. Tekst dostępny w Internecie: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/08958370701665434> [dostęp w dn. 15.02.2020]
23. Christoph, E. H., et al., „PCDD/Fs in ambient air of Kraków—seasonal changes in congener distributions” [w:] *Organohalogen Compounds*, nr 67 (2005), str. 1205-1209. Tekst dostępny w Internecie: <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC32568> [dostęp w dn. 11.02.2020] Clifford, Angela, et al. Exposure to air pollution and cognitive functioning across the life course—A systematic literature review.
24. *Environmental Research*, nr 147 (2016), str. 383-398. Tekst dostępny w Internecie: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935116300172> [dostęp w dn. 15.02.2020]
25. Costa, Lucio G., et al., „Neurotoxicity of traffic-related air pollution” [w:] *Neurotoxicology*, nr 59 (2017), str. 133-139. Tekst dostępny w Internecie: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0161813X15300243> [dostęp w dn. 15.02.2020]
26. Dadvand P. et al., „Maternal Exposure to Particulate Air Pollution and Term Birth Weight: A Multi-Country Evaluation of Effect and Heterogeneity” [w:] *Environmental Health Perspectives*, nr 121.3 (2013), str. 367-373. Tekst dostępny w Internecie: <http://ehp.niehs.nih.gov/1205575/> [dostęp w dn. 11.02.2020]
27. DeFranco E. et al., „Exposure to airborne particulate matter during pregnancy is associated with preterm birth: a population-based cohort study” [w:] *Environmental Health Perspectives*, nr 15.1 (2016), str. 1. Tekst dostępny w Internecie: <https://ehjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12940-016-0094-3> [dostęp w dn. 12.02.2020]
28. Dockery, Douglas W., et al., „Effects of inhalable particles on respiratory health of children” [w:] *American Review of Respiratory Disease*, nr 139.3 (1989), str. 587-594. Tekst dostępny w Internecie: <http://www.atsjournals.org/doi/pdf/10.1164/ajrccm/139.3.587> [dostęp w dn. 15.02.2020]
29. Dominici F. et al., „Fine particulate air pollution and hospital admission for cardiovascular and respiratory diseases” [w:] *Jama* (2006), str. 1127-1134. Tekst dostępny w Internecie: <http://jama.jamanetwork.com/article.aspx?articleid=202503> [dostęp w dn. 15.02.2020]
30. Du, Yixing, et al., „Air particulate matter and cardiovascular disease: the epidemiological, biomedical and clinical evidence” [w:] *Journal of Thoracic Disease*, nr 8.1 (2016), E8. Tekst dostępny w Internecie: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4740122/> [dostęp w dn. 11.02.2020]

31. Edwards, Susan Claire, et al., „Prenatal exposure to airborne polycyclic aromatic hydrocarbons and children's intelligence at 5 years of age in a prospective cohort study in Poland” [w:] *Environmental Health Perspectives*, nr 118.9 (2010), str. 1326.
32. Ensor, Katherine B., Raun L.H., Persse D., „A case-crossover analysis of out-of-hospital cardiac arrest and air pollution” [w:] *Circulation*, nr 127 (2013), str. 1192-1199, CIRCULATIONAHA-113. Tekst dostępny w Internecie: <http://circ.ahajournals.org/content/early/2013/02/13/CIRCULATIONAHA.113.000027.short> [dostęp w dn. 11.02.2020]
33. Fedulov, Alexey V., et al., „Pulmonary exposure to particles during pregnancy causes increased neonatal asthma susceptibility” [w:] *American Journal of Respiratory Cell and Molecular Biology*, nr 38.1 (2008), str. 57-67. Tekst dostępny w Internecie: <http://www.atsjournals.org/doi/abs/10.1165/rcmb.2007-0124OC#.V258UHpb9TA> [dostęp w dn. 13.02.2020]
34. Feigin, Valery L., et al., „Global burden of stroke and risk factors in 188 countries, during 1990–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013” [w:] *The Lancet Neurology* (2016). Tekst dostępny w Internecie: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1474442216300734> [dostęp w dn. 11.02.2020]
35. Firket, J., „Fog along the Meuse valley” [w:] *Transactions of the Faraday Society*, nr 32 (1936), str. 1192-1196. Tekst dostępny w Internecie: <http://pubs.rsc.org/en/content/articlepdf/1936/TF/TF9363201192> [dostęp w dn. 16.02.2020]
36. Fleischer, Nancy L., et al., „Outdoor air pollution, preterm birth, and low birth weight: analysis of the world health organization global survey on maternal and perinatal health” [w:] *Environmental Health Perspectives*, nr 122.4 (2014), str. 425–430. Tekst dostępny w Internecie: <http://ehp.niehs.nih.gov/1306837/> [dostęp w dn. 12.02.2020]
37. Fonken, L. K., et al., „Air pollution impairs cognition, provokes depressive-like behaviors and alters hippocampal cytokine expression and morphology” [w:] *Molecular Psychiatry*, nr 16.10 (2011), str. 987-995. Tekst dostępny w Internecie: <http://www.nature.com/mp/journal/v16/n10/abs/mp201176a.html> [dostęp w dn. 15.02.2020]
38. Forastiere, Francesco, and Nera Agabiti, „Assessing the link between air pollution and heart failure” [w:] *The Lancet*, nr 382.9897 (2013), str. 1008-1010.
39. Franchini, Massimo, and Pier Mannuccio Mannucci, „Air pollution and cardiovascular disease” [w:] *Thrombosis Research*, nr 129.3 (2012), str. 230-234. Tekst dostępny w Internecie: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0049384811005706> [dostęp w dn. 11.02.2020]
40. Genc, Sermin, et al., „The adverse effects of air pollution on the nervous system” [w:] *Journal of Toxicology* (2012). Tekst dostępny w Internecie: <http://www.hindawi.com/journals/jt/2012/782462/> [dostęp w dn. 15.02.2020]
41. Gittins, Matthew, et al., „Has the short-term effect of black smoke exposure on pneumonia mortality been underestimated because hospitalisation is ignored: findings from a case-crossover study” [w:] *Environmental Health Perspectives*, nr 12.1 (2013), str. 97. Tekst dostępny w Internecie: http://download.springer.com/static/pdf/875/art%253A-10.1186%252F1476-069X-12-97.pdf?originUrl=http%3A%2F%2Fehpjournal.biomedcentral.com%2Farticle%2F10.1186%2F1476-069X-12-97&token2=exp=1464712256-acl=%2Fstatic%2Fpdf%2F875%2Fart%25253A-10.1186%25252F1476-069X-12-97.pdf*-hmac=9789aa9c3b0e34504a54a1a57254a-98bddfa7b76bbd3a3d8f2e1b242edd25ea [dostęp w dn. 14.02.2020]
42. Główny Urząd Statystyczny, *Ochrona środowiska 1989. Seria Materiały statystyczne 68, Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa 1989*
43. Główny Urząd Statystyczny, *Ochrona środowiska 1993. Informacje i opracowania statystyczne, Wyd. GUS, Warszawa 1993*
44. Grochowalski, Adam „Ambient air concentration and emission of dioxins in Poland” [w:] *Proceedings of the JRC Workshop on the Determination of Dioxins in Industrial Emissions, Brno, Czech Republic, 16-19 April 2002*
45. Gullett, Brian K., et al., „Emissions of PCDD/F from uncontrolled, domestic waste burning” [w:] *Chemosphere*, nr 43.4 (2001), str. 721-725. Tekst dostępny w Internecie: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653500004252> [dostęp w dn. 11.02.2020]
46. Hamada, Kaoru, et al., „Exposure of pregnant mice to an air pollutant aerosol increases asthma susceptibility in offspring” [w:] *Journal of Toxicology and Environmental Health Perspectives, Part A*, nr 70.8 (2007), str. 688-695. Tekst dostępny w Internecie: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15287390600974692> [dostęp w dn. 12.02.2020]
47. Hamra Ghassan B. et al., „Outdoor Particulate Matter Exposure and Lung Cancer: A Systematic Review and Meta-Analysis” [w:] *Environmental Health Perspectives*, nr 122.9 (2014), str. 906–911. Tekst dostępny w Internecie: www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4154221/ [dostęp w dn. 15.02.2020] oraz <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24911630> [dostęp w dn. 15.02.2020]

48. Hamra Ghassan B. et al., „Lung Cancer and Exposure to Nitrogen Dioxide and Traffic: A Systematic Review and Meta-Analysis” [w:] *Environmental Health Perspectives*, nr 123.11 (2015), str. 1107-1112. Tekst dostępny w Internecie: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25870974> [dostęp w dn. 14.02.2020] oraz <http://ehp.niehs.nih.gov/1408882/> [dostęp w dn. 14.02.2020]
49. Horta Bernard Lessa, et al., „Low birthweight, preterm births and intrauterine growth retardation in relation to maternal smoking” [w:] *Paediatric and Perinatal Epidemiology*, nr 11.2 (1997), str. 140-151. Tekst dostępny w Internecie: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9131707> [dostęp w dn. 12.02.2020]
50. Instytut Ekonomii Środowiska, Przegląd efektywności energetycznej, 2014
51. Jędrychowski, Wiesław, et al., „Prenatal ambient air exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons and the occurrence of respiratory symptoms over the first year of life” [w:] *European Journal of Epidemiology*, nr 20.9 (2005), str. 775-782. Tekst dostępny w Internecie: <http://link.springer.com/article/10.1007/s10654-005-1048-1> [dostęp w dn. 13.02.2020]
52. Jędrychowski Wiesław, et al., „Wheezing and lung function measured in subjects exposed to various levels of fine particles and polycyclic aromatic hydrocarbons” [w:] *Open Medicine*, nr 2.1 (2007), str. 66-78. Tekst dostępny w Internecie: <http://www.degruyter.com/view/j/med.2007.2.issue-1/s11536-006-0043-6/s11536-006-0043-6.xml> [dostęp w dn. 13.02.2020]
53. Jędrychowski Wiesław A., et al., „Effect of prenatal exposure to fine particulate matter on ventilatory lung function of preschool children of non-smoking mothers” [w:] *Paediatric and Perinatal Epidemiology*, nr 24.5 (2010), str. 492-501. Tekst dostępny w Internecie: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-3016.2010.01136.x/full> [dostęp w dn. 15.02.2020]
54. Jędrychowski, Wiesław A., et al., „Prenatal exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons and cognitive dysfunction in children” [w:] *Environmental Science and Pollution Research*, nr 22.5 (2015), str. 3631-3639. Tekst dostępny w Internecie: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11356-014-3627-8> [dostęp w dn. 13.02.2020]
55. Jędrychowski Wiesław A. [red.], Oddziaływanie zanieczyszczeń powietrza drobnym pyłem zawieszonym i wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi w okresie prenatalnym na zdrowie dziecka. Badania w Krakowie.
56. Juda-Rezler, K. [red.], Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, Pyły drobne w atmosferze. Kompendium wiedzy o zanieczyszczeniu powietrza pyłem zawieszonym w Polsce. Praca zbiorowa. Tekst dostępny w Internecie: <http://powietrze.gios.gov.pl/pjp/content/show/1000657> [dostęp w dn. 15.02.2020]
57. Junninen, Heikki et al. „Quantifying the Impact of Residential Heating on the Urban Air Quality in a Typical European Coal Combustion Region” [w:] *Environmental Science&Technology*, nr 43/2009 (20), str. 7964-7970. Tekst dostępny w Internecie: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es8032082> [dostęp w dn. 11.02.2020]
58. Kampa M., Castanas E., „Human health effects of air pollution” [w:] *Environmental pollution*, nr 151.2 (2008), str. 362-367. Tekst dostępny w Internecie: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749107002849> [dostęp w dn. 14.02.2020]
59. Kang, Si-Hyuck, et al., „Ambient air pollution and out-of-hospital cardiac arrest” [w:] *International Journal of Cardiology*, nr 203 (2016), str. 1086-1092.
60. Kassenberg A., Rolewicz C., *Przestrzenna diagnoza ochrony środowiska w Polsce*. Studia KPZK PAN, t. LXXXIX, Warszawa 1985
61. Kelly, F. J., and J. C. Fussell, „Air pollution and airway disease” [w:] *Clinical & Experimental Allergy*, nr 41.8 (2011), str. 1059-1071. Tekst dostępny w Internecie: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21623970> [dostęp w dn. 14.02.2020] oraz <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2222.2011.03776.x/pdf> [dostęp w dn. 14.02.2020]
62. wong, Fanny WS, and David SC Hui, „Air pollution and chronic obstructive pulmonary disease” [w:] *Respirology*, nr 17.3 (2012), str. 395-401. Tekst dostępny w Internecie: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22142380> [dostęp w dn. 14.02.2020]
63. Kozielska, Barbara, Rogula-Kozłowska Wioletta, „Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne w pyłe zawieszonym w miastach Górnego Śląska” [w:] *Archiwum Gospodarki Odpadami i Ochrony Środowiska* 16.2, 2014. Tekst dostępny w Internecie: <http://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.baztech-9d033ba4-f6a8-4a58-b003-91d7c09c6306> [dostęp w dn. 11.02.2020]
64. Krzyżanowski, M. Seroka, W. Skotak, K. Wojtyniak, B., „Zgony i hospitalizacje z powodu zatrucia tlenkiem węgla w Polsce” [w:] *Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza*, Tom Nr 1, str. 75-82, 2014. Tekst dostępny w Internecie: <http://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-80fa7d36-f947-456d-94ed-8005edc4eaf9> [dostęp w dn. 10.02.2020]

65. Krzyżanowski M., „Wpływ zanieczyszczenia powietrza pyłami na układ krążenia i oddychania” [w:] *Lekarz Wojskowy*, nr 1/2016, str. 17-22. Tekst dostępny w Internecie: https://is-suu.com/medycynapraktyczna/docs/___lw_2016_01 [dostęp w dn. 16.02.2020]
66. Kunzli N., Perez L., Rapp R., „Air Quality and Health” [w:] ERS Environment & Health Committee (2010). Tekst dostępny w Internecie: <https://www.ersnet.org/publications/air-quality-and-health> [dostęp w dn. 11.02.2020]
67. Landrigan, Philip J., et al., „The Lancet Commission on pollution and health” [w:] *The Lancet*, nr 391.10119 (2018), str. 462-512. Tekst dostępny w Internecie: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(17\)32345-0/fulltext?dgcid=TheLancetTwitter_social_lancet&sf166527609=1](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(17)32345-0/fulltext?dgcid=TheLancetTwitter_social_lancet&sf166527609=1) [dostęp w dn. 16.02.2020]
68. Lemieux, Paul M., Lutes, C.C., and Santoianni, D. A., „Emissions of organic air toxics from open burning: a comprehensive review” [w:] *Progress in energy and combustion science*, nr 30.1 (2004), str. 1-32. Tekst dostępny w Internecie: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360128503000613> [dostęp w dn. 12.02.2020]
69. Logan, W. P. D., „Mortality in the London fog incident, 1952” [w:] *The Lancet*, nr 261.6755 (1953), str. 336-338. Tekst dostępny w Internecie: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140673653910125> [dostęp w dn. 16.02.2020]
70. Maher, Barbara A., et al., „Magnetite pollution nanoparticles in the human brain” [w:] *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113.39 (2016), str. 10797-10801. Tekst dostępny w Internecie: <http://www.pnas.org/content/113/39/10797.short> [dostęp w dn. 15.02.2020]
71. Margolis, Amy E., et al., „Longitudinal effects of prenatal exposure to air pollutants on self-regulatory capacities and social competence” [w:] *Journal of Child Psychology and Psychiatry* (2016). Tekst dostępny w Internecie: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jcpp.12548/full> [dostęp w dn. 13.02.2020]
72. Mohai, Paul, et al., „Air pollution around schools is linked to poorer student health and academic performance” [w:] *Health Affairs*, nr 30.5 (2011), str. 852-862. Tekst dostępny w Internecie: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21543420> [dostęp w dn. 15.02.2020]
73. Mehta, Sumi, et al., „Ambient particulate air pollution and acute lower respiratory infections: a systematic review and implications for estimating the global burden of disease” [w:] *Air Quality, Atmosphere & Health*, nr 6.1 (2013), str. 69-83. Tekst dostępny w Internecie: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3578732/> [dostęp w dn. 11.02.2020]
74. Mills, Nicholas L., et al., „Adverse cardiovascular effects of air pollution” [w:] *Nature Clinical Practice of Cardiovascular Medicine*, nr 6.1 (2009), str. 36-44. Tekst dostępny w Internecie: <http://www.nature.com/nrcardio/journal/v6/n1/full/ncpcardio1399.html> [dostęp w dn. 10.02.2020]
75. MOŚiZN, IOŚ, *Narodowy Program Ochrony Środowiska do 2010 roku*, Państwowe Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa 1988
76. Mustafić, Hazrije, et al., „Main air pollutants and myocardial infarction: a systematic review and meta-analysis” [w:] *Jama*, nr 307.7 (2012), str. 713-721. Tekst dostępny w Internecie: <http://jama.jamanetwork.com/article.aspx?articleid=1104975> [dostęp w dn. 10.02.2020]
77. Mutlu, Gökhan M., et al., „Ambient particulate matter accelerates coagulation via an IL-6–dependent pathway” [w:] *The Journal of Clinical Investigation*, nr 117.10 (2007), str. 2952-2961. Tekst dostępny w Internecie: http://www.jci.org/articles/view/30639/version/1?FIRSTINDEX=0&HITS=10&andorexactfulltext=and&author1=mutlu&content_type=abstract&hits=10&resourcetype=HWCIT&searchid=1&sortspec=relevance [dostęp w dn. 10.02.2020]
78. Neira, M. et al., „Towards a healthier and safer environment” [w:] *The Lancet*, nr 391.10119 (2018), str. 408-410. Tekst dostępny w Internecie: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(17\)32545-X/fulltext?dgcid=TheLancetTwitter_social_lancet&sf136348326=1](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(17)32545-X/fulltext?dgcid=TheLancetTwitter_social_lancet&sf136348326=1) [dostęp w dn. 16.02.2020]
79. Nemmar, Abderrahim, et al., „Passage of intratracheally instilled ultrafine particles from the lung into the systemic circulation in hamster” [w:] *American journal of respiratory and critical care medicine*, nr 164.9 (2001), str. 1665-1668. Tekst dostępny w Internecie: <http://www.atsjournals.org/doi/abs/10.1164/ajrccm.164.9.2101036#V1v5d3pb9TA> [dostęp w dn. 15.02.2020]
80. Nemmar, Abderrahim, et al., „Passage of inhaled particles into the blood circulation in humans” [w:] *Circulation*, nr 105.4 (2002), str. 411-414. Tekst dostępny w Internecie: <http://circ.ahajournals.org/content/105/4/411.short> [dostęp w dn. 15.02.2020]
81. Nemmar, Abderrahim, et al., „Diesel exhaust particles in lung acutely enhance experimental peripheral thrombosis” [w:] *Circulation*, nr 107.8 (2003), str. 1202-1208. Tekst dostępny w Internecie: <http://circ.ahajournals.org/content/107/8/1202.short> [dostęp w dn. 10.02.2020]

82. Neupane, Binod, et al., „Long-term exposure to ambient air pollution and risk of hospitalization with community-acquired pneumonia in older adults” [w:] American journal of respiratory and critical care medicine, nr 181.1 (2010), str. 47-53. Tekst dostępny w Internecie: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19797763?dopt=Abstract> [dostęp w dn. 11.02.2020]
83. Newby, David E., et al., „Expert position paper on air pollution and cardiovascular disease” [w:] European heart journal, nr 36 (2014), str. 83–93. Tekst dostępny w Internecie: <http://eurheartj.oxfordjournals.org/content/early/2014/12/08/eurheartj.ehu458> [dostęp w dn. 10.02.2020]
84. Olds, David L., Charles R. Henderson, and Robert Tatelbaum, „Intellectual impairment in children of women who smoke cigarettes during pregnancy” [w:] Pediatrics, nr 93.2 (1994), str. 221-227. Tekst dostępny w Internecie: <http://pediatrics.aappublications.org/content/93/2/221.short> [dostęp w dn. 13.02.2020]
85. Opracowanie eksperckie w zakresie wprowadzenia ograniczeń w stosowaniu paliw stałych na obszarze Krakowa, Atmoterm S.A., Opole 2010
86. Peters, Annette, et al., „Increased plasma viscosity during an air pollution episode: a link to mortality?” [w:] The Lancet, nr 349.9065 (1997), str. 1582-1587. Tekst dostępny w Internecie: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140673697012117> [dostęp w dn. 10.02.2020]
87. Peters, Annette, et al., „Exposure to traffic and the onset of myocardial infarction” [w:] New England Journal of Medicine, nr 351.17 (2004), str. 1721-1730. Tekst dostępny w Internecie: <http://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMoa040203#t=article> [dostęp w dn. 10.02.2020]
88. Perera, Frederica P, et al., „Prenatal airborne polycyclic aromatic hydrocarbon exposure and child IQ at age 5 years” [w:] Pediatrics, nr 124.2 (2009), str. e195-e202. Tekst dostępny w Internecie: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19620194> [dostęp w dn. 13.02.2020]
89. Perera, Frederica P, et al., „Prenatal polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) exposure and child behavior at age 6-7 years” [w:] Environmental Health Perspectives, nr 120.6 (2012), str. 921. Tekst dostępny w Internecie: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22440811> [dostęp w dn. 15.02.2020]
90. Perera, Frederica P, et al., „Early-life exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons and ADHD behavior problems” [w:] PLoS one, nr 9.11 (2014). Tekst dostępny w Internecie: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0111670> [dostęp w dn. 13.02.2020]
91. Polichetti, Giuliano, et al., „Effects of particulate matter (PM 10, PM 2.5 and PM 1) on the cardiovascular system” [w:] Toxicology, nr 261.1 (2009), str. 1-8. Tekst dostępny w Internecie: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300483X09002121> [dostęp w dn. 10.02.2020]
92. Poloniecki, Jan D., et al., „Daily time series for cardiovascular hospital admissions and previous day's air pollution in London, UK” [w:] Occupational and environmental medicine, nr 54.8 (1997), str. 535-540. Tekst dostępny w Internecie: <http://oem.bmj.com/content/54/8/535.short> [dostęp w dn. 17.02.2020]
93. Pope III, C. Arden, Majid Ezzati, and Douglas W. Dockery, „Fine-particulate air pollution and life expectancy in the United States” [w:] New England Journal of Medicine, nr 360.4 (2009), str. 376-386. Tekst dostępny w Internecie: <http://www.nejm.org/doi/full/10.1056/nejmsa0805646#t=article> [dostęp w dn. 16.02.2020]
94. Pope III, C. Arden, and Douglas W. Dockery, „Health effects of fine particulate air pollution: lines that connect” [w:] Journal of the Air & Waste Management Association, nr 56.6 (2006), str. 709-742. Tekst dostępny w Internecie: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10473289.2006.10464485> [dostęp w dn. 11.02.2020]
95. Power, Melinda C., et al., „Traffic-related air pollution and cognitive function in a cohort of older men” [w:] Environmental Health Perspectives, nr 119.5 (2011), str. 682. Tekst dostępny w Internecie: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3094421/> [dostęp w dn. 14.02.2020]
96. Pujol, Jesus, et al., „Traffic pollution exposure is associated with altered brain connectivity in school children” [w:] Neuroimage, nr 129 (2016), str. 175-184. Tekst dostępny w Internecie: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1053811916000513> [dostęp w dn. 14.02.2020]
97. Raza A., et al., „Short-term effects of air pollution on out-of-hospital cardiac arrest in Stockholm” [w:] European Heart Journal, nr 35.13 (2014), str. 861-868. Tekst dostępny w Internecie: <http://eurheartj.oxfordjournals.org/content/35/13/861.short> [dostęp w dn. 17.02.2020]

98. Rozporządzenie Ministra Rozwoju i Finansów z dnia 1 sierpnia 2017 r. w sprawie wymagań dla kottów na paliwo stałe (Dz. U. z 2017 r., poz. 1690)
99. Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 27 września 2018 r. w sprawie metod badania jakości paliw stałych (Dz. U. z 2018 poz. 1893)
100. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 8 października 2019 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. Z 2019 poz. 1931)
101. Schwartz, Joel, et al., „Particulate air pollution and hospital emergency room visits for asthma in Seattle” [w:] *American Review of Respiratory Diseases*, nr 147.4 (1993), str. 826-831. Tekst dostępny w Internecie: <http://www.atsjournals.org/doi/abs/10.1164/ajrccm/147.4.826#.VxkM13pb9TB> [dostęp w dn. 11.02.2020]
102. Shah, Anoop SV, et al., „Short term exposure to air pollution and stroke: systematic review and meta-analysis” [w:] *BMJ*, nr 350 (2015). Tekst dostępny w Internecie: <http://www.bmj.com/content/350/bmj.h1295> [dostęp w dn. 17.02.2020]
103. Simoni, Marzia, et al., „Adverse effects of outdoor pollution in the elderly” [w:] *Journal of Thoracic Disease*, nr 7.1 (2015), str. 34-45. Tekst dostępny w Internecie: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4311079/> [dostęp w dn. 11.02.2020]
104. Silva, Vanessa M., et al., „The rat ear vein model for investigating in vivo thrombogenicity of ultrafine particles (UFP)” [w:] *Toxicological Sciences*, nr 85.2 (2005), str. 983-989. Tekst dostępny w Internecie: <http://toxsci.oxfordjournals.org/content/85/2/983.short> [dostęp w dn. 17.02.2020]
105. Silverman, Robert A., et al., „Association of ambient fine particles with out-of-hospital cardiac arrests in New York City” [w:] *American Journal of Epidemiology* (2010). Tekst dostępny w Internecie: <http://aje.oxfordjournals.org/content/early/2010/08/20/aje.kwq217.short> [dostęp w dn. 17.02.2020]
106. Sidhu, Sukh, et al., „Endocrine disrupting chemical emissions from combustion sources: diesel particulate emissions and domestic waste open burn emissions” [w:] *Atmospheric environment*, nr 39.5 (2005), str. 801-811. Tekst dostępny w Internecie: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231004010349> [dostęp w dn. 10.02.2020]
107. Simkhovich, Boris Z., Michael T. Kleinman, and Robert A. Kloner, „Air pollution and cardiovascular injury: epidemiology, toxicology, and mechanisms” [w:] *Journal of the American College of Cardiology*, nr 52.9 (2008), nr 719-726. Tekst dostępny w Internecie: <http://content.onlinejacc.org/article.aspx?articleid=1139159> [dostęp w dn. 17.02.2020]
108. Simoneit, Bernd RT, Patricia M. Medeiros, and Borys M. Didyk, „Combustion products of plastics as indicators for refuse burning in the atmosphere” [w:] *Environmental Science & Technology*, nr 39.18 (2005), str. 6961-6970. Tekst dostępny w Internecie: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es050767x> [dostęp w dn. 10.02.2020]
109. Smith, Rachel B., et al., „Impact of London's road traffic air and noise pollution on birth weight: retrospective population based cohort study” [w:] *BMJ*, nr 359 (2017). Tekst dostępny w Internecie: <https://www.bmj.com/content/359/bmj.j5299.full> [dostęp w dn. 13.02.2020]
110. Stieb, David M., et al., „Ambient air pollution, birth weight and preterm birth: a systematic review and meta-analysis” [w:] *Environmental Research*, nr 117 (2012), str. 100-111. Tekst dostępny w Internecie: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935112001764> [dostęp w dn. 11.02.2020]
111. Straney, Lahn, et al., „Evaluating the impact of air pollution on the incidence of out-of-hospital cardiac arrest in the Perth Metropolitan Region: 2000–2010” [w:] *Journal of epidemiology and community health* (2013), jech-2013. Tekst dostępny w Internecie: <http://jech.bmj.com/content/early/2013/09/17/jech-2013-202955.short> [dostęp w dn. 17.02.2020]
112. S. F. Suglia et al., „Association of black carbon with cognition among children in a prospective birth cohort study” [w:] *American Journal of Epidemiology*, nr 167.3 (2008), str. 280-286. Tekst dostępny w Internecie: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18006900> [dostęp w dn. 14.02.2020]
113. Sun, Qinghua, Xinru Hong, and Loren E. Wold, „Cardiovascular effects of ambient particulate air pollution exposure” [w:] *Circulation*, nr 121.25 (2010), str. 2755-2765. Tekst dostępny w Internecie: <http://circ.ahajournals.org/content/121/25/2755.short> [dostęp w dn. 17.02.2020]
114. Sunyer, Jordi, et al., „Association between traffic-related air pollution in schools and cognitive development in primary school children: a prospective cohort study” [w:] *PLoS Medicine*, 12.3 (2015), e1001792. Tekst dostępny w Internecie: <https://journals.plos.org/plosmedicine/article%3Fid%3D10.1371/journal.pmed.1001792> [dostęp w dn. 14.02.2020]
115. Teng, Tiew-Hwa Katherine, et al., „A systematic review of air pollution and incidence of out-of-hospital cardiac arrest” [w:] *Journal of Epidemiology and Community Health*, nr 68.1 (2014), str. 37-43. Tekst dostępny w Internecie: <http://jech.bmj.com/content/68/1/37.short> [dostęp w dn. 17.02.2020]

116. Tétreault, Louis-Francois, et al., „Childhood Exposure to Ambient Air Pollutants and the Onset of Asthma: An Administrative Cohort Study in Québec” [w:] *Environmental Health Perspectives* (2016). Tekst dostępny w Internecie: <http://ehp.niehs.nih.gov/wp-content/uploads/advpub/2016/1/ehp.1509838.acco.pdf> [dostęp w dn. 11.02.2020]
117. Uchwała Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 10 maja 1991 r. w sprawie polityki ekologicznej, M.P. nr 18 z 2019 roku, poz. 118
118. Uchwała Nr XXXII/452/17 Sejmiku Województwa Małopolskiego z dnia 23 stycznia 2017 r. w sprawie wprowadzenia na obszarze województwa małopolskiego ograniczeń i zakazów w zakresie eksploatacji instalacji, w których następuje spalanie paliw
119. Uchwała Nr XVIII/243/16 Sejmiku Województwa Małopolskiego z dnia 15 stycznia 2016 r. w sprawie wprowadzenia na obszarze Gminy Miejskiej Kraków ograniczeń w zakresie eksploatacji instalacji, w których następuje spalanie paliw.
120. Ustawa z 11 stycznia 2018 roku o elektromobilności i paliwach alternatywnych Dz.U. 2018 poz. 317
121. Wang, Shunqin, et al., „Association of traffic-related air pollution with children's neurobehavioral functions in Quanzhou, China” [w:] *Environmental Health Perspectives*, nr 117.10 (2009), str. 1612. Tekst dostępny w Internecie: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2790518/> [dostęp w dn. 14.02.2020]
122. Ward, Corinne, Sarah Lewis, and Tim Coleman, „Prevalence of maternal smoking and environmental tobacco smoke exposure during pregnancy and impact on birth weight: retrospective study using Millennium Cohort” [w:] *BMC Public Health* 7.1 (2007), str. 81. Tekst dostępny w Internecie: <https://bmcpublihealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2458-7-81> [dostęp w dn. 14.02.2020]
123. Weuve, Jennifer, et al., „Exposure to particulate air pollution and cognitive decline in older women” [w:] *Archives of Internal Medicine*, nr 172.3 (2012), str. 219-227. Tekst dostępny w Internecie: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22332151> [dostęp w dn. 14.02.2020]
124. Wevers, M., R. De Fre, and M. Desmedt, „Effect of backyard burning on dioxin deposition and air concentrations” [w:] *Chemosphere*, nr 54.9 (2004), str. 1351-1356. Tekst dostępny w Internecie: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653503002534> [dostęp w dn. 10.02.2020]
125. Wiedinmyer, Christine, Yokelson, Robert J., and Gullett, Brian K. „Global emissions of trace gases, particulate matter, and hazardous air pollutants from open burning of domestic waste” [w:] *Environmental Science & Technology*, nr 48.16 (2014), str. 9523-9530. Tekst dostępny w Internecie: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es502250z> [dostęp w dn. 10.02.2020]
126. World Health Organization, *Ambient air pollution: A global assessment of exposure and burden of disease*. Tekst dostępny w Internecie: <http://www.who.int/phe/publication-air-pollution-global-assessment/en/> [dostęp w dn. 16.02.2020]
127. World Health Organization, *Health risks of air pollution in Europe – HRAPIE project. Recommendations for concentration–response functions for cost–benefit analysis of particulate matter, ozone and nitrogen dioxide*, 2013. Tekst dostępny w Internecie: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0006/238956/Health_risks_air_pollution_HRAPIE_project.pdf?ua=1 [dostęp w dn. 16.02.2020]
128. World Health Organization, *Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP project: final technical report*, 2013. Tekst dostępny w Internecie: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0004/193108/REVIHAAP-Final-technical-report-final-version.pdf?ua=1 [dostęp w dn. 16.02.2020]
129. Wilker, Elissa H., et al., „Long-term exposure to fine particulate matter, residential proximity to major roads and measures of brain structure” [w:] *Stroke*, nr 46.5 (2015), str. 1161-1166. Tekst dostępny w Internecie: <http://stroke.ahajournals.org/content/46/5/1161.short> [dostęp w dn. 14.02.2020]
130. Windham, Gayle C., et al., „Prenatal active or passive tobacco smoke exposure and the risk of preterm delivery or low birth weight” [w:] *Epidemiology* (2000), str. 427-433. Tekst dostępny w Internecie: https://journals.lww.com/epidem/Fulltext/2000/07000/Prenatal_Active_or_Passive_Tobacco_Smoke_Exposure.11.aspx [dostęp w dn. 13.02.2020]
131. Wojdat Małgorzata, Adam Stańczyk i Grzegorz Gielerak, „Zanieczyszczenia powietrza a choroby układu sercowo-naczyniowego - niedoceniany problem” [w:] *Lekarz Wojskowy*, nr 1/2016, str. 10-16. Tekst dostępny w Internecie: https://issuu.com/medycynapraktyczna/docs/__lw_2016_01 [dostęp w dn. 17.02.2020]
132. Wong, Tze Wai, et al., „Air pollution and hospital admissions for respiratory and cardiovascular diseases in Hong Kong” [w:] *Occupational and environmental medicine*, nr 56.10 (1999), str. 679-683. Tekst dostępny w Internecie: <http://oem.bmj.com/content/56/10/679.short> [dostęp w dn. 11.02.2020]
133. Yang, Shaoping, et al., „Ambient air pollution the risk of stillbirth: A prospective birth cohort study in Wuhan, China” [w:] *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, nr 221.3 (2018), str. 502-509. Tekst dostępny w Internecie: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S143846391730531X> [dostęp w dn. 13.02.2020]
134. Zhang, Xin, Xi Chen, and Xiaobo Zhang, „The impact of exposure to air pollution on cognitive performance” [w:] *Proceedings of the National Academy of Sciences*, nr 115.37 (2018), str. 9193-9197. Tekst dostępny w Internecie: <http://www.pnas.org/content/115/37/9193> [dostęp w dn. 14.02.2020]

135. Zhao, Nan, et al., „Ambient air pollutant PM 10 and risk of preterm birth in Lanzhou, China” [w:] Environment International, nr 76 (2015), str. 71-77. Tekst dostępny w Internecie: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25553395> [dostęp w dn. 13.02.2020]

Źródła wyłącznie internetowe:

136. Bartyzel, J. i in. Sprawozdanie z badań porównawczych urządzeń do pomiaru stężenia pyłu zawieszonego PM10 (urządzenia niereferencyjne i bez wykazanej równoważności do urządzeń referencyjnych): <https://powietrze.malopolska.pl/aktualnosci/czujniki-jakosci-powietrza-czy-warto-im-ufac-podsumowanie-wynikow-badan-pomiarow-porownawczych/> [dostęp w dn. 20.02.2020]

137. Bartyzel, J. i in. Sprawozdanie z drugiej serii badań porównawczych urządzeń do pomiaru stężenia pyłu zawieszonego PM10 (urządzenia niereferencyjne i bez wykazanej równoważności do urządzeń referencyjnych): <https://powietrze.malopolska.pl/aktualnosci/czujniki-jakosci-powietrza-czy-warto-im-ufac-podsumowanie-wynikow-badan-pomiarow-porownawczych/> [dostęp w dn. 20.02.2020]

138. DeFranco, E. et al., „Air pollution and stillbirth risk: exposure to airborne particulate matter during pregnancy is associated with fetal death” [w:] PloS one, 10.3 (2015): <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4368103/> [dostęp w dn. 11.02.2020]

139. <http://www.co2science.org/subject/u/summaries/urbanco2dome.php> [dostęp w dn. 10.02.2020]

140. <https://dziennikpolski24.pl/krakow-pierwszy-sezon-grzewczy-bez-węgla-kopciuchy-jednak-dadza-o-sobie-znac/ar/c9-14326649> [dostęp z dn. 19.11.2019]

141. Europejska Agencja Środowiska (EEA), Raport za rok 2015, <http://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2015> [dostęp w dn. 16.02.2020]

142. Europejska Agencja Środowiska (EEA), Raport za rok 2016, <http://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2016> [dostęp w dn. 16.02.2020]

143. Europejska Agencja Środowiska (EEA), Raport za rok 2017, <http://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2017> [dostęp w dn. 16.02.2020]

144. Europejska Agencja Środowiska (EEA), Inwentaryzacja emisji w Unii Europejskiej: <http://www.eea.europa.eu/publications/lrtap-emission-inventory-report-2016> [dostęp w dn. 20.02.2020]

145. Europejska Agencja Środowiska (EEA), Raport za rok 2018, <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2018> [dostęp w dn. 16.02.2020]

146. GIOŚ, Polski indeks jakości powietrza: <http://powietrze.gios.gov.pl/pjp/current> [dostęp w dn.19.02.2020]

147. GIOŚ, Stacje systemu monitoringu jakości powietrza w Polsce: <http://powietrze.gios.gov.pl/pjp/maps/measuringstation> [dostęp w dn. 19.02.2020]

148. GIOŚ, Informacje ogólne dotyczące systemu monitoringu jakości powietrza w Polsce: https://powietrze.gios.gov.pl/pjp/content/measuring_air_assessment_measurements [dostęp w dn. 20.02.2020]

149. <https://www.gramwzielone.pl/walka-ze-smogiem/33757/malopolska-w-obecnym-tempie-likwidacja-kopciuchow-zajmie-50-lat> [dostęp z dn. 21.11.2019]

150. Grochowalski, Adam, „Results of dioxins emission measurements from thermal processes in Poland 1996-2002”: http://www.dioksyny.pl/wp-content/uploads/Results_from_measurements_Poland_2002_Odense.pdf [dostęp w dn. 18.02.2020]

151. Grochowalski, Adam, „Dioksyny w spalinach ze spalarni i w żywności” (2006): http://www.dioksyny.pl/wp-content/uploads/Dioksyny_Spalanie_i_Zywnosc_2006.pdf [dostęp w dn. 20.02.2020]

152. https://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2012/pdfs/pr213_E.pdf [dostęp w dn. 14.02.2020]

153. <http://www.iarc.fr/en/publications/books/sp161/> [dostęp w dn. 14.02.2020]

154. <https://www.iarc.fr/en/publications/books/sp161/AirPollutionandCancer161.pdf> [dostęp w dn. 14.02.2020]

155. https://www.iarc.fr/en/media-centre/iarcnews/pdf/pr221_E.pdf [dostęp w dn. 14.02.2020]

156. <https://innpoland.pl/154577,krakow-w-koncu-wygrywa-ze-smogiem-oplacily-sie-lata-walki-o-powietrze> [dostęp w dn. 30.12.2019]

157. <http://monitoring.krakow.pios.gov.pl/dane-pomiarowe/automatyczne/stacja/6/parametry/46/miesieczny/12.2012> [dostęp: 30.12.2019]

158. Musielok, M., „Czujniki jakości powietrza. Czy warto im ufać?”: <https://powietrze.malopolska.pl/aktualnosci/czujniki-jakosci-powietrza-czy-warto-im-ufac-podsumowanie-wynikow-badan-pomiarow-porownawczych/> [dostęp w dn. 19.02.2020]

159. <https://www.polskialarmsmogowy.pl/polski-alarm-smogowy,lokalnealarmy.html> [dostęp w dn. 30.09.2019]
160. <https://pomorska.pl/zmiany-w-programie-czyste-powietrze-od-2020-roku-przez-korona-wirus-kontakt-tylko-telefoniczny-i-mailowy/ar/c8-14846316>
161. <http://powietrze.mos.gov.pl/czyste-powietrze/o-programie> [dostęp w dn. 30.12.2019]
162. Vallerio, Daniel A., Fundamentals of Air Pollution (Fourth Edition); <http://www.sciencedirect.com/science/book/9780123736154> [dostęp w dn. 10.02.2020]
163. Zięba, D., Dworakowska, A., Podsumowanie wyników badań porównawczych urządzeń niskokosztowych do pomiaru stężenia pyłu zawieszonego; <https://powietrze.malopolska.pl/aktualnosci/czujniki-jakosci-powietrza-czy-warto-im-ufac-podsumowanie-wynikow-badan-pomiarow-porownawczych/> [dostęp w dn. 19.02.2020]